



迈向

绿色经济

实现可持续发展和消除贫困的各种途径



引用

联合国环境署，2011年，《迈向绿色经济：实现可持续发展和消除贫困的各种途径》，www.unep.org/greeneconomy

ISBN: 978-92-807-3143-9

版面设计：UNEP/GRID-Arendal, www.grida.no



2011年，联合国环境规划署© 版权所有

为教育或非盈利目的，只要标明出处，本出版物可以在不经版权所有人特殊许可的情况下，以任何形式全部或部分重印。任何引用该出版物作为出处的资料，欢迎向联合国环境规划署（UNEP）寄送副本，我们将不胜感激。

未经联合国环境署事先书面许可，不得出于销售或其他任何商业目的重印本出版物。

免责声明

本出版物中使用的标识和说明，凡涉及任何国家法律地位、领土、城市、地区、当局、边境或疆域划界的内容，不代表联合国环境规划署任何观点的达。

另外，出版物中的观点并不代表联合国环境规划署的决定或政策，任何商标或商业过程的引用都不表示赞同。

环境署在全球和自己的活动中倡导无害环境的做法。本出版物采用100%可再生纸，源于植物的油墨和其他环保方式印刷。我们的分发政策旨在减少环境署的碳足迹。



迈向

绿色经济

实现可持续发展和消除贫困的各种途径

译者致谢

2011年在《迈向绿色经济，实现可持续发展和消除贫困的各种途径》报告在北京发布的当天，在联合国环境规划署--同济大学环境与可持续发展学院理事会上，联合国副秘书长，环境规划署执行主任Achim Steiner先生，建议学院组织力量，尽快翻译此报告，以期为中国读者提供机会，了解联合国环境规划署为实现消除贫困和可持续发展目标而编写这一报告的宗旨和意义。在各方的共同努力下，我们终于完成此稿，付诸印刷。

翻译过程译校人员，分工如下：

在李风亭教授和伍江教授（联合国环境规划署--同济大学环境与可持续发展学院）的全面协调与统筹管理下，本报告的翻译工作由10位责任译者共同完成。在此，对这些同事的工作和努力表示衷心感谢，并对他们的背景与负责章节简单介绍如下。

李风亭教授在对本报告全面管理的同时，负责第一章“引言”，第四章“水资源”，第七章“制造业”，第十四章“促成条件”和第十六章“总结”的翻译工作，以及全文的审稿。李风亭教授担任联合国环境规划署--同济大学环境与可持续发展学院、同济大学环境科学与工程学院副院长，污染控制与资源化研究国家重点实验室教授，兼任中国化工学会理事，主要从事水处理理论与技术研究，并主持水处理剂国家标准的制定与修订，水资源管理与气候变化政策、非洲水资源等领域研究。

伍江教授在对本报告全面管理的同时，负责全文的审稿。伍江教授现任同济大学副校长，兼联合国环境规划署--同济大学环境与可持续发展学院院长。长期从事西方建筑历史与理论的教学和上海近代城市与建筑的历史及其保护利用的研究，

著有《上海百年建筑史》、《上海弄堂》、《历史文化风貌区保护规划编制与管理》等多部专著。现兼任中国建筑学会理事，中国雕塑学会名誉理事，全国城市雕塑建设指导委员会委员，上海市文物管理委员会委员，上海市历史文化风貌区和优秀历史建筑保护委员会专家委员会副主任，上海市建筑学会副理事长。

第二章“农业”和第十三章“模型”的责任译者和全文的审稿为张静博士。张静博士在联合国环境规划署--同济大学环境与可持续发展学院从事气候变化缓解与适应方面的研究与教学工作，重点研究领域包括土壤碳汇核算、城市能源碳排放及低碳发展模式。

第三章“渔业”的责任译者为陈新军教授。陈新军教授担任上海海洋大学海洋科学学院副院长，兼任教育部高等学校海洋科学与工程类专业教学指导分委员会委员等职，主要从事远洋鱿钓渔业、渔业资源与渔场学和渔业资源经济学等方面的研究，被誉为国内远洋鱿钓行业的科技领军人物。

第五章“林业”的责任译者为阮宏华教授。阮宏华教授担任南京林业大学森林资源与环境学院副院长，兼任中国气候变化委员会委员等职，主要从事生态系统碳循环与全球气候变化、湿地生态恢复、林业碳汇等研究。

第六章“可再生能源”的责任译者为谭洪卫教授。谭洪卫教授担任同济大学绿色建筑及新能源研究中心常务副主任，兼任中国绿色大学联盟秘书长。主要从事热能工程及建筑环境技术，城市能源规划及低碳城市规划等研究工作，同时还负责同济大学绿色校园建设，并起草了中国绿色校园指南和联合国环境规划署绿色校园指南的编制。



第八章“固废处理”的责任译者为何品晶教授和章骅副教授。何品晶教授担任同济大学环境科学与工程学院固体废物处理与资源化研究所所长，兼任中国资源综合利用协会理事等职，主要从事生活垃圾生态填埋集成技术、有机废物生物处理和资源利用技术、工业与危险废物处理处置与资源化利用技术等方面的研究。章骅副教授在同济大学环境科学与工程学院固体废物处理与资源化研究所从事固体废物处理处置与资源化技术方面的教学、科研与技术开发工作。

第九章“建筑”的责任译者为顾祥林教授。顾祥林教授现任同济大学土木工程学院院长，兼任中国工程建设标准化协会理事、中国土木工程学会理事、全国建筑物鉴定与加固标准技术委员会委员等职。主要从事混凝土及砌体结构的基本原理、结构全寿命维护、工程结构计算机仿真等方面的研究与教学工作。

第十章“交通”的责任译者为陈小鸿教授。陈小鸿教授是同济大学交通运输学院教授，国家重点学科交通运输规划与管理学科主要带头人之一。主要从事区域与城市综合运输系统规划、公共交通系统规划和慢行交通系统规划、新能源交通系统规划与政策的基础及前沿课题研究工作。2004-2010年全程参与上海世博会交通规划与管理的系列研究工作，为世博会交通保障做出了主要贡献。

第十一章“旅游”和第十二章“城市”的责任译者为仇华飞教授。仇华飞教授担任同济大学政治与国际关系学院副院长，兼任中国高校国际政治研究会常务理事等职，主要从事政治与国际关系研究，主持国家哲学社会科学基金项目。

第十五章“融资”的责任译者为卢新生教授。卢新生教授在

同济大学经济与管理学院经济金融系从事货币政策与金融市场波动，金融工程，金融时间序列方法，公司金融的理论与实务等方面的研究与教学工作。主持多项中国国家自然科学基金及其它省部级科研项目。

另外，感谢同济大学环境科学与工程学院的滕敏敏，周美梅，孙培蒂，刘扬，智朋丹，沈敬一，周奇俊，付琳，王琤，吴晓涛，陈芳，武佼佼，刘思佳，张丽萍，迟成龙，尤红梅，戚菁，刘畅，贾敏，王焘及王洪涛，吴一楠和郭茹在编译过程中的协助工作。同时在对本报告各章节的汇总、审核、编辑和校稿工作中，感谢智朋丹，孙培蒂和刘扬作出的贡献。

最后特别感谢联合国环境规划署盛馥来先生的大力支持，他也是这一报告的英文版主笔，在翻译和编辑过程中，他多次到同济大学给与指导。同时还要感谢联合国环境规划署北京办公室的同仁张世刚主任，张文娟主任助理，以及蒋南青博士和常燕女士；也感谢联合国环境规划署区域合作司司长 Tomoko Nishimoto女士，联合国环境规划署亚太地区代表朴英雨博士，联合国环境规划署中国事务顾问王之佳先生，联合国环境规划署环境政策与执行司司长 Irahim Thiaw 先生，副司长 Elizabeth Mrema 女士，Mahesh Pradhan 先生和刘建先生。感谢同济大学国际合作处李振宇教授，科技处贺鹏飞教授，环境科学与工程学院院长戴晓虎教授，周琪教授，以及污染控制与资源化研究国家重点实验室主任张伟贤教授的大力支持。

同时我们翻译团队感谢德国拜耳大中华区，拜耳中国有限公司总裁 Johannes M. Dietsch 先生，拜耳企业公关传媒总裁唐少瑰女士，以及唐峻先生，万晓涛先生和李斌博士。最后我们衷心感谢拜耳基金会给与的慷慨支持。

感谢联合国环境规划署，同济大学，拜耳集团和污染控制与资源化研究国家重点实验室对绿色经济报告编译的慷慨支持。



致谢

本报告的完成离不开整个编写团队在过去两年中的共同努力。首先，要感谢各章统筹协调作者，他们是：Robert Ayres, Steve Bass, Andrea Bassi, Paul Clements-Hunt, Holger Dalkmann, Derek Eaton, Maryanne Grieg-Gran, Hans Herren, Prasad Modak, Lawrence Pratt, Philipp Rode, Ko Sakamoto, Rashid Sumaila, Cornis Van Der Lugt, Ton van Dril, Xander van Tilburg, Peter Wooders 以及 Mike D. Young。其他做出贡献的作者将在相应章节中致以感谢。

本报告由联合国环境规划署（United National Environment Programme, UNEP）的执行主任 Achim Steiner 构思并发起，编写工作由 Pavan Sukhdev 牵头，Sheng Fulai（盛馥来）负责全面协调与组织，Steven Stone 和 Sylvie Lemmet 对报告形成过程中各项工作进行了管理和指导。此外，Joseph Alcamo, Marion Cheatle, John Christensen, Angela Cropper, Peter Gilruth 和 Ibrahim Thiaw 也对本报告提供了指导和帮助。Alexander Juras 和 Fatou Ndoye 积极推动与协调了各相关组织间的合作。对报告最初的设计，Hussein Abaza, Olivier Deleuze, Maxwell Gomera 和 Anantha Duraiappah 做出了很大贡献。

本报告的构思在与以下各位的讨论中逐渐明确，他们是：Graciela Chichilnisky, Peter May, Theodore Panayotou, John David Shilling, Kevin Urama 和 Moses Ikiara。同样感谢 Kenneth Ruffing 的技术编辑以及对多个章节的贡献，感谢 Edward B. Barbier 和 Tim Swanson 对“引言”部分做出的贡献。许多业内外专家也为本报告提出了宝贵意见，将在各章节中对他们致以感谢。

本报告形成过程中有四个重要的活动，包括：2008年12月的绿色经济会议倡议发布会，2009年4月的技术研讨会，2010年7月的审核会，以及2010年10月的咨询会。很多人参与这些活动并表达了自己的观点，这里无法逐一提名，但是对他们的贡献我们表示衷心的感谢。为章节编写给出评审意见的专家将在各章分别致以感谢。在此，特别感谢国际商会（International Chamber of Commerce, ICC）为多个章节提出建设性的意见。

同时，本报告顺利完成还要感谢联合国环境规划署章节管理团队的不懈努力，他们是：Anna Autio, Fatma Ben Fadhl, Nicolas Bertrand, Derek Eaton, Marenglen Gjonaj, Ana Lucía Iturriza, Moustapha Kamal Gueye, Asad Naqvi, Benjamin Simmons 和 Vera Weick。他们负责协调每章的作者团队、与联合国环境规划署的专家进行沟通、确定报告结构、审核报告草稿、协助同行审核、编制审核意见、指导校正、进行调研，并最终汇总所有章节、形成报告。

此外，联合国环境规划署的部分同仁也为本报告的不同章节提供了技术和政策指导，他们是：Jacqueline Alder, Juanita Castano, Charles Arden-Clark, Surya Chandak, Munyaradzi Chenje, Thomas Chiramba, Hilary French, Garrette Clark, Rob de Jong, Renate Fleiner, Niklas Hagelberg, Arab Hoballah, James Lomax, Angela M. Lusigi, Kaj Madsen, Donna McIntire, Desta Mebratu, Nick Nuttall, Thierry Oliveira, Martina Otto, David Owen, Ravi Prabhu, Jyotsna Puri, Mark Radka, Helena Rey, Rajendra Shende, Soraya Smaoun, James Sniffen, Guido Sonnemann, Virginia Sonntag-O' Brien, Niclas Svenningsen, Eric Usher, Cornis Van Der Lugt, Jaap van Woerden, Geneviève Verbrugge, Farid Yaker 以及 Yang Wanhua。在此向他们表示深切感谢。

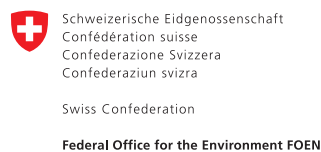
本报告的编写获得了国际劳工组织（International Labor Organization, ILO）的密切配合。在 Peter Poschen 的协调下，Edmundo Werna 等国际劳工组织的员工，为本报告提供了关于就业等问题的帮助。旅游章节的编写获得世界旅游组织（World Tourism Organization, UNWTO）的配合，由 Luigi Cabrini 负责协调。

另外，要特别感谢以下各位协助本报告的相关研究工作，他们分别是：Lara Barbier, Etienne Cadestin, Daniel Costelloe, Moritz Drupp, Jane Gibbs, Annie Haakenstad, Hadia Hakim, Jasmin Hundorf, Sharon Khan, Kim Hyunsoo, Andrew Joiner, Kim Juhern, Richard L' Estrange, Tilmann Liebert, Francois Macheras, Dominique Maingot, Semhar Mebrahtu, Edward Naval, Laura Ochia, Pratyancha Perdeshi, Dmitry Preobrazhensky, Marco Portugal, Alexandra Quandt, Victoria Wu Qiong, Waqas Rana, Alexandria Rantino, Pascal Rosset, Daniel Szczepanski, Usman Tariq, Dhanya Williams, Carissa Wong, Yitong Wu 和 Zhang Xinyue。同样感谢 Désirée Leon, Rahila Mughal 和 Fatma Pandey 提供的后勤支持。

同样感谢 Nicolas Bertrand 和 Leigh Ann Hurt 对本报告的管理；感谢 Robert McGowan, Dianna Rienstra 和 Mark Schulman 的编辑和 Elizabeth Kemf 的审稿工作；感谢 Tina Schieder, Michael Nassl 和 Dorit Lehr 对本报告进行校对。

最后，我们需要特别感谢联合国环境规划署全球资源信息数据库--阿伦达尔中心的 Anne Solgaard 以及整个团队为本报告进行设计与排版工作。

联合国环境规划署感谢挪威、瑞士、大不列颠及北爱尔兰联合王国政府以及国际劳工组织、联合国世界旅游组织和联合国基金会对绿色经济行动倡议的慷慨支持。



前言

在地球峰会召开近20年之后，各国再次迈上赴里约之路，但所处的世界与1992年的世界已迥然不同，变化甚多。

那时，我们刚刚瞥见全球各地涌现出的一些挑战，从气候变化、物种丧失、荒漠化到土地退化。

如今，许多看似遥远的担忧已渐成现实，不仅对实现联合国千年发展目标，而且对应对近70亿人（到2050年将增至90亿人）生存乃至繁荣的挑战都有着发人深省的影响。

1992年里约地球峰会丝毫未让世界失望。该届大会为实现可持续的未来提供了愿景及有关多边机制的重要内容。

但是，只有当可持续发展的环境与社会支柱与经济支柱并驾齐驱之时，可持续的未来才有可能实现：一些可持续发展的动力源泉（包括森林、淡水等）往往会被忽视，它们也要获得与发展和经济规划至少同等的重视。

“迈向绿色经济”也是环境署对“里约+20”峰会进程以及解决贫困与实现可持续21世纪总体目标的主要贡献之一。

本报告提出一个引人注目的经济和社会构想，即投资2%的全球生产总值用于绿化10个核心经济部门，改变发展模式，促使公共和私人资本流向低碳、资源高效途径。


这种转变能够推动的经济活动规模至少与常规方式所推动的规模相当，但却降低了现有模式日益根深蒂固的危机和冲击风险。

在气候变化、极端天气事件频发以及自然资源日益稀缺的背景下，新的理念固然会引起混乱，但其程度大大低于饮水和可耕地日益耗竭的世界。

绿色经济并不偏袒任何政治观点。绿色经济与所有经济体相关，不论是计划经济，还是市场化经济。绿色经济也并非要替代可持续发展，相反，绿色经济方式可在国家、区域及全球层面上实现可持续发展，其种种方法可呼应并加强21世纪议程（Agenda 21）的实施。

向绿色经济的过渡已经进行，本报告以及各国际组织、各国、各企业和民间社会日益增多的大量同类研究均说明这一点。但是显然，增强这一势头会带来挑战。

里约+20峰会为这些“绿芽”的茁壮成长和深植扎根提供了切实的机会。本报告致力于这一目标，勾勒出通往里约，乃至2012年以后的路线图。在该路线图中，对地球的自然资本和人力资本进行更睿智的管理，将最终塑造出这个世界的财富创造方式与方向。



阿齐姆·施泰纳 (Achim Steiner)
联合国环境规划署执行主任
联合国副秘书长

目录

译者致谢	5
致谢	7
前言	9
引言	12
■ 第一部分：对自然资本进行投资	28
农业	30
渔业	72
水资源	104
林业	140
■ 第二部分：为提高能源与资源效率进行投资	180
可再生能源	182
制造业	222
固废处理	262
建筑	306
交通	346
旅游	382
城市	418
■ 第三部分：支持全球层面上的绿色经济转型	458
全球绿色投资情景模拟	460
促成条件	502
融资	534
总结	576





引言

为向绿色经济转型铺平道路

目录

引言：为向绿色经济转型铺平道路	16
1.1 变危机为机遇	16
1.2 何谓绿色经济?	17
1.3 通向绿色经济的途径	20
1.4 《迈向绿色经济》：方法与结构	23

参考文献	25
-------------------	-----------

表目录

表1：自然资本：基础组成、典型服务及经济价值	20
------------------------------	----

专栏目录

专栏一：在可持续发展的背景下应对人口挑战	17
专栏二：迈向绿色经济：双重挑战	21

引言：为向绿色经济转型铺平道路

1.1 变危机为机遇

过去两年，“绿色经济”这一理念从环境经济学的专业领域中浮现出来，进入主流政策演说之中。这个术语越来越频繁地出现在各国元首、财政部长的发言中，出现在20国集团的公报案文之中，并且也在可持续发展和消除贫困的范畴内得到讨论。

最近对绿色经济概念的关注，很大程度上是由于人们对现行经济模式的失望，以及对新千年第一个10年中的诸多并发危机及市场失灵产生了疲惫感，尤其是2008年的财政和经济危机。而与此同时，另一种前进方式日益彰显，这是一种全新的经济模式，在这种经济模式下，物质财富的实现不一定要以环境风险、生态稀缺和社会分化的日益加剧为代价。

越来越多的证据还表明，向绿色经济过渡拥有充分的经济和社会理由。政府和私营部门加倍努力参与此经济转型的良好状态正在显现。对政府来说，可采取的措施包括：逐步淘汰陈旧的补贴、改革政策、提供新的激励方式为更绿色的产品搭建平台，加强市场基础建设和市场化机制，重新确定公共投资的方向，以及实现绿色公共采购。对私营部门来说，可采取的措施包括：理解并评估各主要经济部门向绿色经济过渡所带来的切实机会，提高融资和投资水平以响应政策改革和价格信号。

资本设置的时代

过去十年中，诸多危机逐渐爆发，涉及到气候、生物多样性、燃料、粮食、水资源各个方面，以及最近的全球金融体系。日益加速的碳排放表明气候变化失控的风险还在不断加剧，这可能会给人类带来灾难性的后果。2007-2008年的燃料价格冲击以及随之而来的食品和商品价格猛涨，都表明结构性弱点和风险尚未解决。国际能源署（International Energy Agency, IEA）等机构预测能源需求会不断增长，预示着人们将持续依赖化石燃料，随着世界经济恢复和增长，能源价格将持续飙升。

在粮食安全方面，人们尚未普遍认识到问题的实质，也未对我们应该如何供养2050年的90亿人口拥有一个全球协力的解决方案。关于人口挑战的更多信息见专栏一。淡水稀缺已经成为一个全球性问题，并且相关预测显示在2030年以前每年淡水需求量和可再生淡水供应量之间的缺口将日益扩大（McKinsey and Company 2009）。为逾11亿人改善卫生条件的前景依然黯淡；8.44亿人仍然无法获取清洁饮水（World Health Organization and UNICEF 2010）。总的来说，这些危机正严重影响我们维持全球繁荣和实现减少极端贫困的千年发展目标（Millennium Development Goals, MDGs）。这些危机还加剧了失业、社会经济保障缺失、疾病及社会不稳定等一系列长期社会问题。

尽管这些危机的起因各不相同，但是从根本上看，它们都有着共同的特征：即资本的总体配置不当。在过去的二十年里，大量资本都倾注于房地产、化石燃料、结构性金融资产及其内嵌衍生品；相比之下，只有微不足道的资本投资于可再生能源、能源效率、公共交通、可持续农业、生态系统和生物多样性保护，以及水土保持等方面。

大多数经济发展和增长战略都鼓励实体、金融和人力资本的快速积累，但是都以自然资本的过度耗损和退化为代价，其中包括自然资源和生态系统。这种发展和增长模式往往以不可逆转的方式耗损着全球自然资源，对于当前各代的福祉产生了损害，也对未来世代构成巨大风险和挑。近期的多重危机正是这种模式引发的症状。

现有政策与市场激励机制助长了资本配置不当的问题，因为它们任由企业加剧未充分考虑和未予遏制的重大社会与环境的外溢效应。要逆转这样的分配不当，需要更好的公共政策，包括价格和监管措施，以改变驱动资本的不当配置，以及忽视社会和环境外溢效应的不当市场激励机制。同时，适当的法规、政策及公共投资对转变私营投资模式的促进作用，也日益得到认可，并为世界各地的成功事例所证实，在发展中国家尤为显著（UNEP 2010）。

为什么现在需要这个报告？

联合国环境规划署的《迈向绿色经济》报告，旨在就“绿化”全球经济的经济原理澄清一些误解，并向决策者提供及时和实用的指导，让他们知道需要如何改革才能释放绿色经济的生产及就业潜力。

最普遍的误解或许是环境可持续性与经济发展之间存在不可避免的此消彼长的关系。目前，已有大量证据可证明“绿化”经济并不会抑制财富创造和就业机会，相反，许多绿色经济部门正涌现出大量投资以及相关的财富和就业机会。但是，我们建议，需要确立新的促成条件才能促进向绿色经济的过渡，而且决策者们必须立即采取实际行动。

第二个误解是绿色经济是只有富裕国家才能承担得起的奢望，甚至更糟的说法是绿色经济是强加给发展中国家的模式，用来限制其发展，使其永远贫穷。事实与此截然相反。我们在发展中国家看到向绿色化过渡的众多范例，而且这些范例值得其他国家或地区效仿。《迈向绿色经济》将列举其中的部分范例，阐述并强调这些范例更为广泛的应用范围。

2008年，联合国环境规划署有关绿色经济的工作，尤其是对全球绿色新政（Global Green New Deal, GGND）的呼吁，都宣传了这一理念。GGND推荐了一套公共投资、补充政策以及价格改革措施，旨在迅速启动向绿色经济的过渡，同时振兴经济，增

专栏一：在可持续发展的背景下应对人口挑战

正如1992年里约环境与发展宣言的第8条原则所述，人口动态和可持续发展之间存在着强烈的不可分割的联系。

“为了达到可持续发展并提高全人类的生活质量，国家应该减少并消除不可持续的生产及消费方式，并且促进合理的人口政策。”（里约宣言，原则8（UN 1992））。

今年世界人口将达到70亿，到本世纪中期还将超过90亿。与早前的预测不同，最新的人口预测表明人口在此后还会持续增长。（UN DESA 2009 and 2011）。人口增长提高了消除贫困的难度。这不仅仅需要更高的农业产量为增长的人口提供粮食（FAO 2009 and 2010; Tokgoz and Rosegrant 2011），也需要良好的经济发展来提供足够的就业机会（ILO 2011; UNFPA 2011a; Basten et al. 2011; Hermann and Khan 2008）。

向绿色经济过渡有助于缓解由于人口增长对稀有自然资源造成的过度消耗。相较于大多数发展中国家，世界上最不发达国家（Least Developed Countries, LDCs）更容易受到环境退化的影响（UNCTAD 2010a），同样，他们也可以从向绿色经济的过渡中获益良多。

另外，在从乡村到城市的迁移以及城市扩展的驱

动下，人口空间分布在发生变化，这也正改变着环境的影响和脆弱性。城市化原被设计为可持续发展的一个有力驱动。2008年，在全球水平上城市人口第一次超过了农村人口（UNFPA 2007），因此向绿色经济过渡愈发重要。特别是在最不发达国家，大多数人仍然生活在农村地区，2000年到2010年的十年间，城市人口增速第一次超过农村。这些改变也为绿色经济的发展在社会层面提供了机会。

例如，得益于规模经济，城市能以更低的人均成本提供包括健康和教育在内的基础服务，也可以高效地发展住房、用水、卫生及交通等必要的基础设施建设。城市化还能够减少能源损耗，特别是在交通和住房方面，并且促进文化延伸和交流。若要这些有益成效得以实现，就需要对未来人口变化有前瞻性的计划。

政府和地方当局进一步规划时，可前瞻性地考虑人口变化规律。例如，更好地利用有效的人口数据，并进行系统的人口形势分析（UNFPA 2011b），旨在突出当前人口及预测人口动态如何影响国家的发展。这样的分析为研究人口动态学以及其与可持续发展、扶贫策略间相互关系提供了必要基础。

资料来源：联合国人口基金会（UNFPA）

加就业，应对长期难以消除的贫困问题（Barbier 2010a）。GGND旨在及时妥当应对经济危机，是联合国绿色经济倡议的早期成果。联合国环境规划署协调的此项倡议属于联合国秘书长及其行政首长协调理事会为应对2008年经济和金融危机而提出的九项联合危机倡议之一。

《迈向绿色经济》报告是绿色经济倡议的主要成果，阐明“绿化”经济通常不会拖累增长，而是全新的增长引擎，还可以创造更多体面的工作岗位，是消除长期贫困的一项重要战略。该报告还努力动员决策者通过下列三种方式创造促成条件，增加向绿色经济过渡的投资。

首先，该报告提出经济方面的理由，呼吁转变公共和私人投资，对“绿化”全球经济的关键部门进行绿色转型。报告举例说明，如何通过增加绿色工作机会来补偿在向绿色经济过渡中丧失的工作机会。

其次，该报告阐述绿色经济如何通过各类重要经济部门，即农业、林业、淡水、渔业和能源部门的转变，减少长期贫困。可持续的林业方法以及保护生态的耕

种方法有助于普遍保持土壤肥力和水资源，这一点对于近13亿人生计所依赖的自给农业尤其有效（UNEP et al. 2008）。

最后，该报告就可实现这种转变的政策提供了指导，采用的手段包括：减少或取消不利于环境的不当补贴，解决由外溢效应或不完善信息导致的市场失灵，实施市场化激励机制，采取适当的监管框架，实现绿色公共采购，以及刺激性投资。

1.2 何谓绿色经济？

联合国环境规划署将“绿色经济”定义为可增加人类福祉和社会公平，同时显著降低环境风险与生态稀缺的经济（UNEP 2010）。简而言之，绿色经济可视为是一种低碳、资源高效型和社会包容型的经济。在绿色经济中，收入和就业的增长由具有以下特征的公共和私人投资驱动：降低碳排放及污染，增强能源和资源效率，并防止生物多样性和生态系统服务丧失。

这些投资需要通过有针对性的公共支出、政策法规的

迈向绿色经济

改革来促进和支持。作为重要经济资产及公共惠益来源的自然资本，应在发展中得以保持、增强并在必要时得以重建。这对于生计和安全都依赖自然的贫困人群而言尤为重要。

向绿色经济过渡的核心目标是在提高环境质量和包容性的同时，促进经济增长及投资。达到这样一个目标的关键就是创造更多的条件，使得公共和私人投资与更宽泛的环境和社会标准相融合。另外，目前评价经济成就的主要指标，例如国内生产总值（GDP）增长，需要进行调整，使之包含对下列事项的说明：污染、资源损耗、生态系统服务衰退和自然资源损失的分配结果。

目前，气候变化、能源危机和生态稀缺等问题日益显著，与此同时，世界经济领域内的一项主要挑战就是协调富裕国家和贫困国家相互竞争的经济增长愿望。绿色经济提倡的减少碳依赖、提高资源和能源效率、减少环境退化的发展路径可以用来应对这一挑战。随着经济增长和投资越来越少地以牺牲环境为代价，富裕国家和贫困国家都可以更好地实现可持续发展。

“绿色经济”理念不是要取代可持续发展，而是实现可持续性几乎完全依赖于正确的经济模式，这一观念逐渐得到人们的认可。通过依赖化石燃料的“褐色经济”模式创造财富的数十年中，并未显著解决社会边缘化、环境恶化和资源耗竭等问题。我们距离2015年要完成的千年发展目标仍有很大距离。下文中我们将重点审视绿色经济与可持续发展这两个概念之间的重要联系。

绿色经济和可持续发展

2009年，联合国大会决定于2012年在里约热内卢再次举行峰会（里约+20）来庆祝1992年第一届地球峰会举行20周年。里约+20的两个重要议程主题分别为“可持续发展和消除贫穷背景下的绿色经济”和“可持续发展的国际框架”。由于绿色经济的概念现在已在国际政策议程中明确提出，论述并阐明绿色经济和可持续发展之间的关系是十分有益的。

关于可持续性的大多数阐述都以1987年世界环境与发展委员会（World Commission on Environment and Development, WCED）达成的共识为出发点，将可持续发展定义为“既满足当代人的需求，又不损害后代人满足其需求的能力”（WCED 1987）。

经济学家普遍认同可持续发展的这个广义定义，因为它很容易译成经济术语：现在福利的增加不会导致未来福利的减少。就是说，后代至少有权拥有与当代相当的经济机会和经济福利。

也有经济学家简洁地将其表述为，人均福利不能随时间而减少（Pezzey 1989）。根据这个观点，是整个经济体制中所涉及的包括自然资本在内的总资本，决定了全方位的经济机会，以及当代和后代都能得到的福利（Pearce et al. 1989）。

社会必须决定如何最有效地利用现在的资本总量来提高当前的经济活动和社会福利，同样也需要考虑未来，为后代的福利进行资本积累。

然而，重要的不仅仅是资本总量，资本的组成结构也是非常重要的，尤其要考虑的是，为了满足当代需求是否正在耗竭某种形式的资本。例如，对可持续发展的关注大都由于担心经济发展可能会以自然资本的过度消耗和退化为代价，以实现物质和人力资本的快速积累。最主要的担心就是，通过不可逆地消耗世界的自然财富储备，当今的发展途径会对后代的福祉有不利影响。

1989年出版的《绿色经济蓝图》是针对资本的可持续发展方式与绿色经济的关系的早期研究成果之一（Pearce et al. 1989）。作者认为由于当今经济不惜耗竭自然资本以确保其增长，所以可持续发展是不可实现的。通过评估环境资产，采用价格政策以及法规调整引入市场激励，以及基于环境损失而调整国内生产总值的经济措施，绿色经济对保证当代和后代的福祉是至关重要的。

正如《绿色经济蓝图》的作者所指出，资本可持续发展的一个主要问题是不同形式的资本（包括人力资本、物质资本、自然资本）之间的替换是否可行。极端的自然资源保护论观点会主张资本总量中的自然成分不应被实际消耗。但是，这在现实中很难实现，尤其是在发展中国家，其自然资本相对丰富，而物质和人力资本需要得到发展以满足人们的其他需求。这种替代形式反映出一种不容乐观的事实，即物质资本（例如公路、建筑和机械）的创造，通常需要付出自然资本的代价。虽然自然资本和其他形式资本的替换不能完全避免，但是效率却往往存有提升的空间。人们对于环境阈值的认识也在逐渐提高，这在满足人们的最低需求之外，将会束缚过度的资本替代。

然而，时常让人们担忧的是，一些形式的自然资产对人类福祉至关重要，特别是关键的生态产物与服务，独有的环境特征和自然生境，以及不可替代的生态系统属性。我们不确定这些重要资产对人类福祉的真实价值，尤其是在其越来越稀有的情况下对于我们后代的价值，这进一步限制了我们的判断力，即我们是否可以认为当今这样不可逆地消耗重要自然资产而对后代做出相当的补偿。这样的担忧在其他可持续发展定义中也有所体现。例如，1991年，世界自然基金会，世界自然保护联盟（International Union for Conservation of Nature, IUCN）和联合国环境规划署将可持续发展的概念解读为“在与生态系统的承载能力相匹配的条件下提高人类生活质量”（WWF, IUCN and UNEP 1991）。

根据这个定义，最具危机感的自然资产是生态系统。如Partha Dasgupta（2008）所阐述：“生态系统是固定资产，如同可再生的固定资产一样，如果生态系统被滥用或过度消耗就会贬值。但是生态系统在以下三个方面是不同于可再生固定资产的：（1）自然资产的贬值常常是不可逆的（即使在某些情况下可逆也需要系统花很长的时间来恢复）；（2）由一个新的生态系统来代替一个耗尽的或者退化的生态系统几乎是不可能的；（3）生态系统可能在没有明显预警的情

况下突然瓦解。”

日益加剧的生态稀缺警示我们，生态系统正在以不可挽回的方式过度消耗着，这会影响到现在及未来的经济福利。2005年的千年生态系统评估报告中指出，世界上超过60%的主要生态系统产物和服务正在退化或遭受不可持续地使用，这也是世界范围内生态稀缺性加剧的又一表现。

一些恩泽人类的重要自然财富也属此类，它们可以惠及或者影响的领域包括淡水供给、捕鱼、净水和水处理、垃圾处理、野生食物、遗传资源、生物化学品、木质燃料、授粉、精神、宗教和美学资产、区域和地方气候的调节、侵蚀、害虫和自然灾害。这些生态服务功能的经济价值虽然尚未普遍市场化，却是非常可观的（见表1）。

目前，生态稀缺日益加剧造成自然财富不断升值，但将其体现在市场价值上仍是一个难题。千年生态系统评估报告中指明的几乎所有退化的生态产物及服务都尚未市场化。当然其中有一些商业市场化的生态商品，如捕鱼、淡水、野生食品和木质燃料。但是由于对相关的生物资源和生态系统管理不善及信息不完整，这些物品的市场价格并不能反映它们所遭受的不可持续使用和过度开采。

对于该问题，也没有充分的政策和制度来遏制持续恶化的全球生态稀缺性，降低所需付出的代价。对现有政策的曲解以及执行不力往往还助长了对自然资源的挥霍，加剧了环境退化。大量的市场、政策及体系失误使得人们不能看清环境退化的经济意义。如今，为应对生态稀缺的加剧和资源能源的低效利用，我们需要克服这一系列的失误。

逆转这一不可持续发展的过程需要三个重要步骤。首先，如《绿色经济蓝图》的作者所提出的，市场和政策要体现环境影响的综合收益与成本，就需要对环境价值和政策加强分析（Pearce et al. 1989; Pearce and Barbier 2000）。环境价值和自然资产贬值的因素必须完全整合到经济发展政策和策略当中。如上所述，自然资本中被低估的首先就是生态系统及其提供的大量产品及服务，对其进行恰如其分的评估并非易事，但这却是确保努力进行全球经济可持续发展的基础。

由联合国环境规划署资助的一项主要的国际性研究工作“生态系统和生物多样性经济学（The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB）”，阐明了如何用生态学的和经济学的研究来评估生态系统的产物和服务，还解释了此评估对于环境领域的政策制定及投资的重要意义（Sukhdev 2008; TEEB 2010）。

其次，政策要发挥其在控制环境过度退化方面的作用，需要采用有效且适当的信息资源、鼓励措施、体系支持和基础设施。在环境、生态系统和生物多样性等方面获得更全面的信息，对个人及政府在自然资本分配方面做出决策至关重要。要在日常的资源配置决策中应用这些信息，就离不开以市场为基础的手段、市场

的创立以及在适宜的条件下采取控制措施等。这些手段还有助于纠正市场和政策失误，以恢复对提高环境和生态管理进行正确的经济激励。对于一个地区，克服体制弊端，鼓励更有效的产权以及良好的支持与管理是至关重要的。对于许多国家，减少低效管理、腐败和不良责任制，对扭转环境退化也同样重要。但是政府也可以起到正面作用，即通过公共投资来保护濒危生态系统和生物多样性，创建新的鼓励机制，例如生态服务付费制度、促进生态修复的相关必要技术，以及促进向低碳经济的转型。

第三，持续的环境退化、土地类型转化和全球气候变化影响着生态系统的功能性、多样性和恢复能力，及其所提供的产物与服务。这对生态系统的健康和稳定所造成的潜在的长期效应很难量化和评估，需要环境、生态和经济各方面专家不断加强合作来进行评价和监测（MEA 2005; Polasky and Segerson 2009）。上述分析对于评估生态稀缺对当代及后代的影响也是十分必要的。环境退化、生物多样性损失和生态系统衰退的许多复杂问题也需要依靠更广泛的跨学科协作，这样才有可能进一步扭转不可持续的发展。

交叉学科之间还需加强合作，确定可以由特定自然资本向其他类型资本转化的阈值。例如，给定的一片区域中允许多少林地转化为耕地、商业用地或城市发展用地；每年多少地下水资源可以被提取；在指定季节里可以捕捉多少以及什么种类鱼类；生产和交易中应该禁止何类化学品；更重要的是，设定这些阈值的标准是什么。一旦建立了这套体系，就可以依此确立国家及国际层面上可实施的激励措施。

对不同形式资本进行权衡的另一个关键，是要意识到资本的替代是基于当代的特有技术。而我们还可以通过投资，实现技术改进。在大多数可再生能源的利用方面，例如风力涡轮机或太阳能板，在它们的建造及运行期间，与矿物燃料技术相比，明显降低了对自然资本的消耗。因此，要实现绿色经济，设定转换阈值和进行技术改进这两种方式，都具有重要的意义。

总而言之，要实现可持续发展，向绿色经济过渡必须要提升到经济政策的战略议程上。绿色经济认为可持续发展的目标是在环境条件的限制下提高人类生活质量，包括与全球气候变化、能源紧缺和生态稀缺做斗争。然而，绿色经济不能只致力于消除环境问题和生态稀缺，还必须兼顾当代与后代的利益，并要顾及消除贫困这一目标。

绿色经济和消除贫困

大部分发展中国家以及它们的大多数人口都直接依赖自然资源。全球许多农村贫困人群的生计，也与脆弱的环境及生态系统的开发有错综复杂的联系（Barbier 2005）。当下超过6亿的农村贫困人口依赖土地生存，而这些土地有退化和缺水的倾向，并且处于易受气候影响和生态破坏的高原、森林和干旱地区（Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture 2007; World Bank 2003）。依照当前的全球农村人口走向和贫困变化趋势，农村人口趋于聚

生物多样性	生态系统产物及服务 (示例)	经济价值 (示例)
生态系统 (种类和范围/面积)	<ul style="list-style-type: none"> • 娱乐 • 水资源调节 • 碳储存 	通过保护森林避免温室气体排放: 37,000亿美元 (净现值)
物种 (多样性和丰富性)	<ul style="list-style-type: none"> • 食物, 纤维, 燃料 • 设计 • 授粉 	昆虫授粉对农业产量的贡献: 约1,900亿美元/年
基因 (变异和种群)	<ul style="list-style-type: none"> • 医药发现 • 抗病能力 • 适应能力 	6,400亿美元的医药市场中, 25-50%源于基因资源

表1: 自然资本: 基础组成、典型服务及经济价值

资料来源: Eliasch 2008; Gallai et al. 2009; TEEB 2009

集在边缘地带和脆弱环境中, 在可预见的未来, 这一问题将持续存在。虽然全球城市化发展飞速, 但是发展中地区的农村人口依然持续增长, 最近几十年来增速有所减缓 (Population Division of the United Nations Secretariat 2008)。此外, 发展中国家大约四分之三的贫困人口依然生活在农村地区, 这意味着农村贫困人口的数量为城市的两倍之多 (Chen and Ravallion 2007)。

气候变化引起的危害可以体现为海平面上升、海岸侵蚀以及更频繁的暴雨, 这些危害往往更容易影响世界上的贫困人群。在发展中国家, 大约有14%的人口和21%的城市居民生活在低海岸区域, 这些区域正在遭受上述危机的影响 (McGranahan et al. 2007)。数以亿计人的生计 (从贫困的农民到城市中的贫民窟居民) 都受到气候引起的各种危机的威胁, 这些危机会影响食品安全、水资源可利用量、自然灾害、生态系统稳定性和人类健康 (UNDP 2008; OECD 2008)。例如, 在可能受到极端海岸洪灾和海平面上升威胁的一亿五千万城市居民中, 大多是发展中国家的贫困人口 (Nicholls et al. 2007)。

在气候变化问题上, 针对一些最严峻的环境和能源问题, 我们已经确认生态稀缺性与贫困之间存在联系。例如, 全球水荒对于世界上的贫困人群而言, 体现为水的短缺。发展中国家五分之一的人很难得到足够的净水, 而大约一半的发展中人口, 即26亿人, 很难得到基础的卫生设备。逾6.6亿人在没有卫生保障的条件下, 每天依靠不足2美元生活, 其中超过3.85亿人每天依靠不足1美元生存 (UNDP 2006)。发展中国家中数以亿计的人很难享受现代能源服务, 而那些拥有使用权的消费者, 需要支付较高费用, 即便如此, 得到的服务也不是稳定可靠的。能源紧缺地区中, 有24亿人仍依赖传统的生物能源来生活 (包括89%的撒哈拉沙漠以南的非洲大陆人口); 有16亿人无电能可用 (IEA 2002)。

因此, 找到保护全球生态系统、减少全球气候变化风险、改进能源安全以及改进贫困人口生活条件的途径是向绿色经济转化过程中的重要挑战, 对发展中国家

而言尤其如此。

本报告显示, 向绿色经济的转变有助于消除贫困。一些拥有绿色经济潜力的公共部门对改善贫困尤为重要, 如农业、林业、渔业和水资源管理。投资“绿化”这些部门 (通过提升小额信贷尺度等方式), 不仅给贫困人口带来了工作机会, 也为他们提供了生活保障。在气象多变、灾难频发的情况下, 让贫困人口享有针对自然灾害的小额保险, 也是提高他们生计资产的一种重要方式。

然而, 必须强调的是, 迈向绿色经济并不会自动解决所有的贫困问题。任何一个绿色经济方案中一定要明确一个“益贫”的方向。例如, 投资可再生能源须特别关注是否可以得到洁净的、可负担的能源。向生态服务的投资, 比如在森林中进行碳的固存, 则需要优先将贫困的森林部落作为最主要的受益人。促进有机农业的发展, 尤其可为贫困的小规模农民带来机遇。在低收入国家, 他们是农业劳动力的重要组成部分。使他们真正获益, 离不开政策的保障及支援服务的到位。

总而言之, 联合国千年发展目标的最优先目标是消除极端贫困与饥饿, 包括到2015年将每天靠不到1美元生存的人口减半。绿色经济不仅要与目标一致, 还必须确保政策和投资向降低环境危害及稀缺性的宗旨靠拢, 并兼顾改善全球贫困和社会不公的现象。

1.3 通向绿色经济的途径

即使大部分人都有了清晰的向绿色经济转变的意愿, 如何进行转变对许多人来说仍不甚明了。本章着眼于“绿化”的理论、实践以及实现这一转变需要的促成条件。在着手分析之前, 本章节首先说明了此项任务的艰巨性。

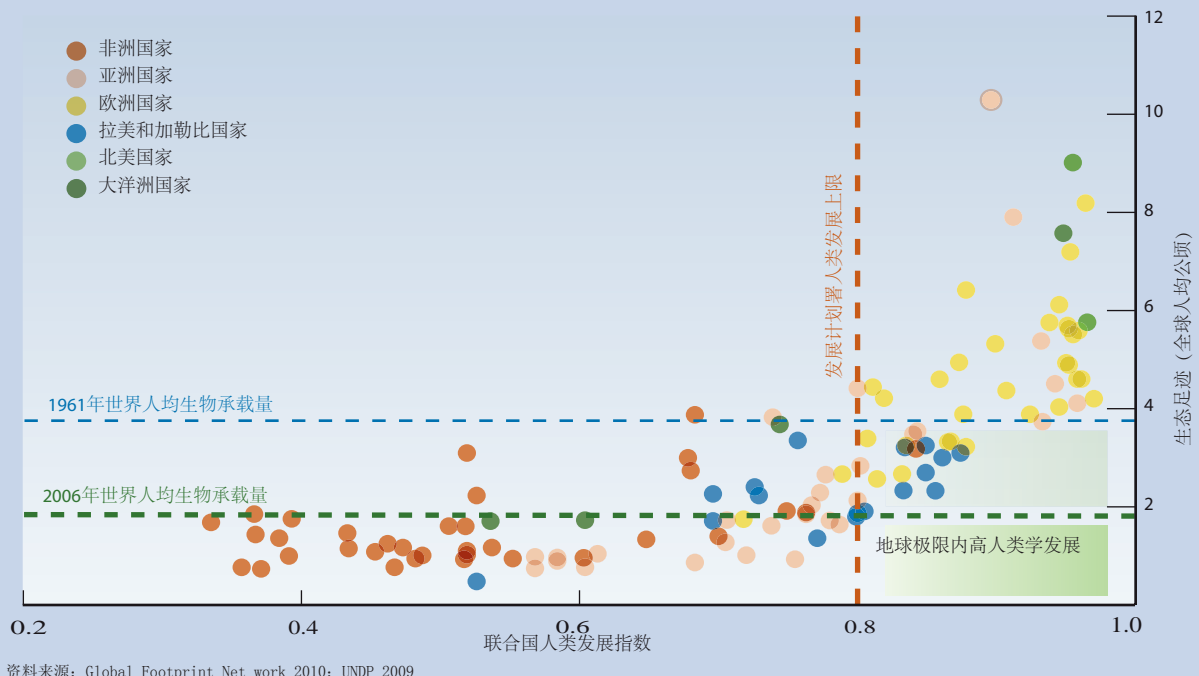
我们距离绿色经济有多远?

在过去的25年中, 世界经济翻了两番, 惠及亿万公众 (IMF 2006)。然而, 支撑人类生计的全球主要生

专栏二：迈向绿色经济：双重挑战

许多国家现在享受高水平的人类学发展，但是以大量生态足迹为代价。另外一些国家生态足迹很低，但是面临提高基础服务的急迫需求，如健康、教育和饮用水。

国家面临的挑战是正在移向图表的边缘，接近地球极限内的高人类学发展水平。



态系统物品和服务有60%已经退化或者正以非可持续的方式被使用着（Millennium Ecosystem Assessment 2005）。这是因为近几十年的经济增长主要依靠消费自然资源，使之储量不能再生，任由生态系统广泛退化和丧失。

例如，现在仅存有20%的商业鱼类种群（基本为低价物种）未被充分开发，52%已经充分开发且无进一步增产的空间，甚至还有约20%已被过度开发，8%已经耗尽（FAO 2009）。水资源正日益稀缺，20年后水资源供应仅能满足全世界需求量的60%。农业增产主要通过使用化肥和砍伐森林实现。化肥会造成土壤质量的下降和土地退化；在1990年至2005年间森林砍伐量为每年1,300万公顷（McKinsey and Company 2009; Sparks 2009; Müller and Davis 2009; FAO 2010）。生态稀缺正在严重影响着各个经济部门，而这些经济部门（渔业、农业、淡水和森林）正是人类食物供应的基石，也是穷人生计的重要来源。生态稀缺和社会不公是一个经济体为达到可持续标准的明确指标。

与此同时，全球城市人口首次超过总人口的一半。目前全球消耗能源的75%（UN Habitat 2009）以及碳排放的75%（Clinton Foundation 2010）均来自于城市¹。拥

挤不堪、污染盛行和服务缺乏日益严重，随之而来的问题则影响到所有人的生产效率和健康，对城市中穷人的影响尤为严重。全球人口约有50%目前生活在新兴经济体中（World Bank 2010），这些经济体正在迅速发展并趋于城市化，对绿色城市规划、基础设施和交通的需求日益彰显。

各国向绿色经济过渡的情况差异甚大，这取决于各国自然资本和人力资本的特点及其相对发展水平。正如下图所示，处在此类过渡中的所有国家都拥有许多机会（见专栏二）。一些国家虽然已经实现了较高的人类发展水平，但是往往以其自然资源消耗、环境质量下降和大量的温室气体（Greenhouse Gases, GHG）排放为代价。这些国家所面临的挑战是要在不影响其生活品质的同时减少人均生态足迹。

虽然有些国家的人均生态足迹仍然相对较小，但是这些国家往往需要进一步发展，为其国民提供更优的服务及物质福祉。此类国家所面临的挑战是在不大幅增加生态足迹的前提下实现上述目标。如上图所示，几乎所有国家都面临这两项挑战之一；从全球来看，我们离实现绿色经济仍十分遥远。

向绿色经济转型的促成条件

要过渡到绿色经济，需要特定的促成条件。这些促成条件包括国家法规、政策、补贴和激励机制，以及国际市场、法律基础和贸易及技术援助等。目前，存在

1. 有关这些图表的评论见Satterthwaite, D. (2008), "Cities' contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions", Environment and Urbanization, 20 (2): 539-549.

更多的条件偏向并鼓励现行的褐色经济，这种经济形式过度依赖化石燃料，并导致资源消耗和环境退化。

例如，2008年矿物燃料享有的价格和生产补贴合计超过6,500亿美元（IEA et al. 2010）。如此高的补贴水平会阻碍清洁能源的采用，导致了更多的温室气体排放。相比之下，绿色经济的促成条件可以为公共及私人投资成功“绿化”世界经济铺平道路（IEA 2009）。在国家层面，这样的促成条件的例子有：政府财政政策转变，改革和减少有害的环境补贴，启用新的市场手段，引导公共投资“绿化”关键经济部门，“绿化”公共采购，完善环境法律法规及其实施。在国际层面，还存在增加市场基础设施、增进贸易和资本援助，以及促成更多国际合作的机会（United Nations General Assembly 2010）。

在国家层面上制定绿色经济的策略时应该考虑环境政策在更广阔政策背景下的影响，以凸显创新性和经济业绩（Porter and Van der Linde 1995）²。以此看来，政府政策在经济体内扮演了至关重要的角色，鼓励创新和经济增长，这对创新能力的培养和改革方向的选择尤为重要（Stoneman ed. 1995；Foray ed. 2009）。

Kenneth Arrow等经济学家曾一度指出在一个经济体内，公司竞争或市场竞争并不一定能带来最理想的创新和经济增长（Arrow 1962；Kamien and Schwartz 1982）³。因此，要实现这些目标，政府对经济的干预尤为重要。这是因为企业在市场竞争中并没有动力去投资技术改进，甚至是产品创新，因为这立即削减了他们的收益。这是在市场机制中最广为人知的市场失灵的例子之一，由此也为不同形式的干预提供了理由。

新兴经济体中激励经济增长和创新的先例时常可见。在20世纪五、六十年代，日本和韩国政府选择通过引进外国技术来进行技术改革（Adelman 1999）。20世纪70年代，这些经济体的政策转而鼓励提高能效的创新。之后不久，日本成为世界上在这些行业的研究和发展（Research and Development, R&D）领域进行投资的领先经济体之一（Mowery 1995）⁴。当今亚洲大部分地区正在重复这种定向消费的模式和环境政策。韩国和中国的例子特别有代表性，在这两个国家很大比例的激励措施是针对经济的“绿色复苏”的，现在他们已经为引导经济绿色发展之路制定了长期的计划（Barbier 2010b）。

因此，我们几乎可以确定，绿色发展的道路是一种改善社会福利的方式，它往往也是一种促进未来经济增长的方式。从长期来看，由更完善的生产模式逐渐取代过度消耗资源的生产模式，是良好的经济增长战略。

2. 这点从Porter假说阐述以来就一直争论不休。Porter之后争辩说，环境法规也可能通过其植入经济的动力效应对经济增长有积极影响。

3. 自从Kenneth Arrow（1962）最初提出这一想法，以及后来Kamien和Schwartz（1982）将其研究成型，都告诉了我们，公司竞争或市场竞争并不一定能带来最理想的创新和经济增长。

4. 到1987年，日本的单位国内生产总值的研发水平（2.8%）居世界领先地位，研发资金用于能源部门的比例也居世界之最（23%）。

这种转变有益于提升经济体的长期竞争力和社会福祉，其原因有很多。

第一，采用强有力的环保政策可肃清一些低效利用资源的公司和行业，他们依赖使用被过低估价的资源而存在，相当于享受了隐性补贴。空气、水和生态系统并不是无价值的产品，然而却被经济体中的任何人免费使用，考虑资本净值，这些资源的免费使用就相当于对其负面行为进行了补贴。引进有效法规与市场化机制来控制污染和限制环境负债的积累可推动经济体向一个更有效的方向发展。

第二，资源定价不仅对自然资本和服务本身的定价很重要，同时对所有经济体内其他投入的定价也具有重要意义。经济体中的支出是按照相对价值来分配，低估某些资源的价值将会导致经济体最终走向失衡。决策人应该明确自己所处经济体发展的理想目标，这些目标需要提高资源的相对价值。一个希望在知识、研发和人力资本以及创新方面得到发展的经济体不应该提供免费的自然资源。

第三，采用资源定价可以推动研发和创新投资。因为通过研究寻求新的生产方法可以避免使用昂贵资源。这些投资涉及上述的所有因素（人力资本和学识）和所有活动（研发和创新）。更有效的资源定价可将经济重心转向不同的发展基础。

第四，这些投资随后可以产生创新收入。资源稀缺在区域经济中十分普遍，应对这种区域稀缺的政策还可以拓展到更广泛的范围。也就是说，区域性资源稀缺的问题可以通过投资研发来鉴识，而解决办法不受区域限制，由此即可带来市场收益。例如，对于某个普遍存在的问题，首次提出的解决方案可以申请专利、得到许可，并进一步实现市场化。

第五，一套积极的环境法规可预测未来普遍存在的稀缺性，并为其他的辖区提供一个模板。这样的领先政策可视为上述创新、投资、法规及资源定价进程中的首要环节（Network of Heads of European Environment Protection Agencies 2005）。

总之，针对市场失灵与生态稀缺强有力的政策体系，可以惠及环境，也与改变经济走向密切相关。政策支持及市场机制有助于提高资源价格，这可以鼓励经济模式基础的转变，使之更趋向于创新投资以及对人力资本、学识及研发的投资。

如何衡量绿色经济的进展

我们根本无法管理未予衡量的事物。因此，无论向绿色经济全面过渡是多么复杂的过程，我们必须使用宏观经济层面和部门经济层面的适当指标来衡量并引导这一转变。

使问题更复杂的是，诸如GDP等常规经济指标不能体现出生产和消费活动耗费自然资本的程度，所以此类衡量尺度会扭曲经济表现。经济活动往往以消耗自然

资源，或者造成生态系统功能退化等自然资本折损为基础。

理想而言，如联合国统计局的环境和经济核算体系（SEEA）以及世界银行的净国民储蓄计算方法（World Bank 2006）所建议，应以货币来评价自然资本储量的变化，并将这些变化计入国民账户。此种衡量方法的推广，将更为真实地反映收入和就业增长的水平 and 活力。绿色核算、全面财富核算是可用的框架，期待有一些国家⁵会先行采用，这些框架将有助于在宏观经济层面衡量绿色经济的过渡情况。

绿色经济该如何逐步进行？

本报告采用了一个宏观经济模型T21模型（Threshold 21），通过将绿色投资模式与常规模式进行比较，反映出绿色投资的效益。该模型不仅模拟传统经济指标GDP，而且衡量GDP增长对就业机会、资源强度、排放和生态的影响⁶。

T21模型一般运用于国家层面，分析中长期发展战略和减贫政策，也可辅助其他工具进行短期政策和计划的分析。此模型特别适用于投资影响分析，包括公共和私人投资。本报告中使用的全球版T21模型，模拟整个世界经济，综合地分析生产与自然资源储量变化之间的关键联系。

T21模型反映经济生产依赖传统劳动力和有形资本的投入，以及以资源形式存在的自然资本存量，如能源、森林、土地、鱼类和水资源。通过投资实现物质、人力或自然资本的累积，并考虑资本存量的折旧或枯竭，具有推动经济增长的效应。模型通过重现1970-2010年过去四十年的情况来进行校准，并对2010-2050年未来四十年的前景进行模拟。根据来自其他组织机构，包括联合国人口司（United Nations Population Division, UNPD）、世界银行、经济合作与发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD，简称经合组织）、国际能源署和联合国粮食与农业组织（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO，简称联合国粮农组织）的标准预测，模型对常规情景的预测进行了验证。

模型将自然资源作为一种生产要素纳入，这使T21有别于其他几乎所有的全球宏观经济模型（Pollitt et al. 2010）。产出（以GDP计）直接依赖于自然资源的例子包括：渔业和林业部门获取鱼类和森林储量，并且也需要使用化石燃料为捕鱼和伐木提供所需的能源，等等。影响GDP的其他自然资源和资源利用效率的因素还包括：水资源短缺压力、废物回收和再利用以及

能源价格⁷。

基于现有的研究，我们估计每年需为实现全球绿色经济筹集的资金介于1.05至2.59万亿美元之间。如此规模的资金需求量是一个怎样的概念：按全球资本形成总值衡量，该金额约为每年全球总投资量的十分之一。以每年1.3万亿美元（即全球国内生产总值的2%）为参考值，投资到本报告中所涉及的十个部门，对经济增长、就业、资源利用和生态足迹方面的影响进行模拟。模拟结果（在模型章节中详述）预示，长期来看，对绿色经济的投资将提升长期经济表现。值得提及的是，这种投资同时还能够提升可再生资源储量、降低环境风险，并能重建创造未来繁荣的能力。这些结果分布在每个章节加以呈现，来说明该部门的投资对收入、就业机会和经济增长的影响；综合模拟结果也将在模型章节中全面阐述。

1.4 《迈向绿色经济》：方法与结构

本报告侧重于10个主要的经济部门，因为我们认为这些经济部门对推动向绿色经济过渡具有决定性作用，其中包括提高人类福祉和社会公平，降低环境风险和生态稀缺。在许多经济部门中，我们已经发现实现绿色经济能够产生持续的积极效果，如增加财富、经济产出、体面的就业机会，以及减少贫困。

第一部分，本报告侧重于直接由自然资本衍生出的部门，包括农业、渔业、森林和水资源。这些部门对经济有重要影响，因为它们是基础生产的根本，同时也因为农村贫困人口的生计直接依赖于这些部门。我们的分析着眼于首要的挑战和机遇，为这些部门带来更多可持续的、公平公正的管理；此外，对这些部门起支撑作用的生态系统服务，我们对其投资机遇进行了综述。通过这样的分析，我们发现一些经济部门存在特定的投资机会，还发现了一些将具有全球意义的政策改革，它们具有可复制和可扩展性，这将推动实现向绿色经济过渡这一目标。

第二部分，我们侧重于以“人造资本”为特点的部门，一般认为是经济体中的褐色部门。本报告指出了这些部门（如交通、能源和制造业）节约能源和资源的大量机遇。我们认为这些节约可以进一步扩大，并成为经济增长和就业的驱动力，同时具有重要的公平效应。资源效率这一主题涵盖众多方面，涉及生产和居住的能源效率、生产中的材料效率以及更好的废物管理。

最终，我们进行了全面的模拟。在决定到底如何开展绿色经济之前，第三部分重点分析了成功向绿色经济过渡的促成条件。有利的促成条件包括适宜的国家财政措施

5. 世界银行、联合国环境规划署以及其他合作伙伴，最近发布了一个生态系统评估和财富计算的全球项目（名古屋，CBD COP-10，2009年10月），促使一些发达和发展中国家检验这个框架，并逐步使得采用这个框架的国民账户具有更容易反映可持续发展的能力。

6. 更多的T21模型细节参见“模型”章。

7. T21模型故意忽略了诸如贸易和投资融资来源（公共或私人、国内或国外）等问题。因此，对全球层面绿色投资方案潜在影响的分析不代表任何特定国家或区域的发展潜力。反而，通过模拟，可以刺激政府及经济转型过程中其它的利益相关者进行更深远的考虑和更深层的分析。

迈向绿色经济

和政策改革，通过贸易、援助、市场基础设施以及能力建设等方式，实现的国际合作。很多人认为，绿色经济是援助制约和贸易保护主义的托辞。本报告认为，若要实现“绿化”，一个经济体不仅要做到高效，还要做到公平。公平意味着要符合国家及全球层面的公平标准，

确保公正地过渡为一个低碳、资源高效型和社会包容型的经济体。这些实现全球绿色经济转型的促成条件，以及筹备资金所需的步骤在本报告最后几个章节中有详细论述。

参考文献

- Adelman, I. (1999). "The role of government in economic development." University of California, Berkeley.
- Arrow, K. (1962). "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention," in *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. National Bureau of Economic Research, Inc. 609-626.
- Barbier, E.B. (2005). *Natural Resources and Economic Development*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Barbier, E.B. (2010). "Poverty, development and environment." *Environment and Development Economics* 15:635-660.
- Barbier, E.B. (2010a). *A Global Green New Deal: Rethinking the Economic Recovery*. Cambridge University Press and UNEP, Cambridge, UK.
- Barbier, E.B. (2010b). "A Global Green Recovery, the G20 and International STI Cooperation in Clean Energy." *STI Policy Review* 1(3):1-15.
- Basten, S., M. Herrmann and E. Lochinger (2011). *Population dynamics, poverty and employment challenges in the LDCs*, report prepared by IIASA and UNFPA, Laxenburg.
- Blair, R. and Cotter, T.F. (2005). *Intellectual property: Economic and legal dimensions of rights and remedies*. Cambridge University Press, Cambridge; New York.
- Chen, S. and Ravallion, M. (2007). "Absolute poverty measures for the developing world, 1981-2004." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(43):16757-16762.
- Clinton Foundation. (2010). *Clinton Foundation Annual Report 2009*.
- Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. (2007). "Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture". Earthscan, London and International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
- Dasgupta, P. (2008). "Nature in Economics." *Environmental and Resource Economics* 39:1-7.
- Eliasch, J. (2008). "Climate Change: Financing Global Forests". The Eliasch Review, UK. Available at: <http://www.official-documents.gov.uk/document/other/9780108507632/9780108507632.pdf>
- FAO. (2009). *Global agriculture towards 2050, How to Feed the World 2050*, High-Level Expert Forum, 12-13 October 2009, Rome. FAO, Rome.
- FAO. (2009a). *State of World Fisheries and Aquaculture 2008*. FAO, Rome.
- FAO. (2010). *FAO at work 2009-2010: growing food for nine billion*. FAO, Rome.
- FAO. (2010a). *Global Forest Resources Assessment 2010: Main Report*. FAO, Rome.
- Foray, D. (ed.). (2009). *Innovation Policy for Development: A Review*, Elgar.
- Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J. and Vaissière, B.E. (2009). "Economic Valuation of the Vulnerability of World Agriculture Confronted with Pollinator Decline". *Ecological Economics* 68(3): 810-21.
- Global Footprint Network. (2010). *The Ecological Wealth of Nations: Earth's Biocapacity as a New Framework for International Cooperation*.
- Guzmand, J.M. et al. (2009). "The Use of Population Census Data for Environmental and Climate Change Analysis", in J.M. Guzman et al. (eds). *Population Dynamics and Climate Change*, UNFPA and IIED, New York and London.
- Herrmann, M. and Khan, H. (2008). *Rapid Urbanization, Employment Crises and Poverty in African LDCs*, paper prepared for UNU-WIDER Project Workshop "Beyond the Tipping Point: African Development in an Urban World" (June 2008, Cape Town), Geneva.
- IEA. (2002). *World Energy Outlook 2002*. Chapter 10, Energy and Development. Organisation for Economic Co-operation and Development/IEA, Paris.
- IEA. (2009). *World Energy Outlook 2010*, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2010). *Energy Technology Perspectives Scenarios & Strategies to 2050*. OECD/IEA, Paris.
- IEA, OPEC, OECD, and World Bank. (2010). "Analysis of the Scope of Energy Subsidies and Suggestions for the G20 Initiative." Joint report prepared for submission to the G20 Summit Meeting, Toronto (Canada), 26-27 June 2010, 4. Available at: <http://www.unep.org/greeneconomy>.
- IMF. (2006). "World Economic Outlook Database." IMF: Washington D.C. (September 2006). Available at: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2006/02/data/download.aspx>.
- Kamien, M.I. and Schwartz, N.L. (1982). *Market Structure and Innovation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- McGranahan, G., Balk, D. and Anderson, B. (2007). "The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones." *Environment and Urbanization* 19(1): 17-37.
- McKinsey and Company. (2009). "Charting our Water Future: Economic Frameworks to Inform Decision Making." 2030 Water Resources Group, Munich.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- Mowery, D.C. (1995). "The Practice of Technology Policy", in Stoneman, P., (ed.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford.
- Müller, A. and Davis, J.S. (2009). *Reducing Global Warming: The Potential of Organic Agriculture*. Rodale Institute and FiBL, Kutztown, PA, and Frick, Switzerland.
- Network of Heads of European Environment Protection Agencies. (2005). "The contribution of good environmental regulation to competitiveness." Network of Heads of European Environment Protection Agencies, November 2005.
- Nicholls, R.J., Hanson, S., Herweijer, C., Patmore, N., Hallegatte, S., Corfee-Morlot, J., Chateau, J. and Muir-Wood, R. (2007). "Ranking of the World's Cities Most Exposed to Coastal Flooding Today and in the Future: Executive Summary." OECD Environment Working Paper No. 1. OECD, Paris.
- OECD. (2008). *Costs of Inaction on Key Environmental Challenges*. OECD, Paris.
- Pearce, D.W. and Barbier, E.B. (2000). *Blueprint for a Sustainable Economy*. Earthscan, London.
- Pearce, D.W., Markandya A. and Barbier, E.B. (1989). *Blueprint for a Green Economy*. Earthscan, London.
- Pezzey, J.C.V. (1989). "Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development." Environment Department Working Paper No. 15. The World Bank, Washington, D.C.
- Polasky, S. and Segerson, K. (2009). "Integrating Ecology and Economics in the Study of Ecosystem Services: Some Lessons Learned." *Annual Review of Resource Economics* 1:409-434.
- Pollitt, H. et al. (2010). *A Scoping Study on the Macroeconomic View of Sustainability*. Final report for the European Commission, DG Environment, Cambridge Econometrics and Sustainable Europe Research Institute (July 2010). Available at: http://ec.europa.eu/environment/enveco/studies_modelling/pdf/sustainability_macro-economic.pdf.
- Population Division of the United Nations Secretariat. (2008). *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision: Executive Summary*. United Nations, New York.
- Porter, M.E. and Van der Linde, C. (1995). "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship." *The Journal of Economic Perspectives* 9:97-118.
- Sparks, Donald L. (2009). *Advances in agronomy* 101. Elsevier Inc., London.
- Stoneman, P., (ed.). (1995). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford.
- Sukhdev, P. (2008). *The Economics of Ecosystems & Biodiversity: An Interim Report*. European Communities, Brussels.

- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). (2009). TEEB for National and International Policy Makers. Summary: Responding to the Value of Nature. TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Available at: <http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=I4Y2nqqliCg%3d&tabid=1019&language=en-US>.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the conclusions and recommendations of TEEB. TEEB, Bonn, Germany.
- Tokgoz, S. and Rosegrant. M. (2011). Population pressures, land use, and food security in the Least Developed Countries: Results from the IMPACT model, report prepared by IFPRI for UNFPA, Washington, D.C.
- UNCTAD. (2009). Trade and Development Report 2009: Responding to the global crisis. Climate change mitigation and development, Geneva and New York.
- UNCTAD. (2010a). The Least Developed Countries Report 2010: Towards a New International Development Architecture for LDCs, Geneva and New York.
- UNCTAD. (2010b). Trade and Environment Review 2009/ 2010: Promoting Poles of Clean, Sustainable Growth in Developing Countries to Enhance Resilience to the Inter-related Economic, Food and Climate Crises, Geneva.
- UN. (1992). Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992, Annex I: Rio Declaration on Environment and Development, A/CONF.151/26 (Vol. I), 12 August 1992, New York.
- UN DESA. (2009). World Population Prospects: The 2008 Revision, New York.
- UN DESA. (2011). World Population Prospects: The 2010 Revision, New York.
- UN Habitat. (2009). Cities and Climate Change Initiative Launch and Conference Report. UN Habitat (March 2009).
- UNDP. (2006). Human Development Report 2006. Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis. United Nations Development Programme, New York.
- UNDP. (2008). Human Development Report 2007/2008. Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World. United Nations Development Programme, New York.
- UNDP. (2009). Human Development Report 2009 – Overcoming Barriers: Human Mobility and Development.
- UNEP, ILO, IOE, and ITUC (2008). Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-carbon World. UNEP, Geneva.
- UNEP. 2010. Green Economy Developing Countries Success Stories. UNEP, Geneva.
- UNFPA. (2007). State of World Population 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth, New York.
- UNFPA. (2011a). Population dynamics in the Least Developed Countries: Challenges and opportunities for development and poverty reduction, New York.
- UNFPA. (2011b). Population situation analysis: A conceptual and methodological guide, New York.
- United Nations General Assembly. (2010). “Resolution Implementation of Agenda 21, the Programme for the Further Implementation of Agenda 21 and the outcomes of the World Summit on Sustainable Development.” 64/53(a). Available at: <http://css.escwa.org.lb/GARes/64-236.pdf>
- United Nations General Assembly. (2011). “Synthesis report on best practices and lessons learned on the objectives and themes of the conference.” United Nations General Assembly, January 2011. 3756. Available at: <http://www.uncsd2012.org/files/intersessional/Synthesis-Report-Final.pdf>.
- World Bank. (2003). World Development Report 2003. World Bank, Washington D.C..
- World Bank. (2006). Where is the Wealth of Nations? Measuring Capital for the 21st Century. World Bank, Washington D.C.
- World Bank. (2010). World Development Indicators. World Bank, Washington D.C.
- World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future. Oxford University Press, New York.
- World Health Organization and UNICEF. (2010). Progress on Sanitation and Drinking Water: 2010 Update. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. WHO, Geneva.
- WWF, IUCN, and UNEP. (1991). Caring for the Earth. Gland, Switzerland.





农业

对自然资本进行投资



致谢

本章统筹协调作者：Hans R. Herren博士，美国千年研究所所长（美国弗吉尼亚州，阿灵顿）。

感谢联合国环境规划署的Asad Naqvi与Nicolas Bertrand在最初阶段对本章的全面管理，包括：组织同行评审，与合著作者商定修改事宜，开展补充性研究以及完成最后的定稿工作。Derek Eaton审阅并编辑了本章中“模拟”部分。Sheng Fulai（盛馥来）对本章进行了最初的编辑。

以下人员对本章进行了研究和编写，他们是：Sithara Atapattu（亚洲开发银行，斯里兰卡加强气候变化适应能力项目组），Andrea Bassi（千年研究所），Patrick Binns（千年研究所），Lim Li Ching（第三世界网络），Maria Fernandez（原热带农业中心，现秘鲁农村创新、性别与参与组织），Shahrukh Rafi Khan（曼荷莲学院），Dekshika Charmini Kodituwakku（林业环境管理顾问，澳大利亚曼杜拉），Rattan Lal（美国俄亥俄州立大学碳汇管理中心），Adil Najam（美国波士顿大学长程未来帕迪研究中心），Asad Naqvi（联合国环境规划署），Peter Neuenschwander（热带农业国际研究所），Jyotsna Puri（联合国环境规划署），Manuele Tamo（热带农业国际研究所），Sébastien Treyer（可持续发展与国际关系研究所）。

Richard Piechocki（荷兰Rabo银行），Lara Yacob（鹿特丹投资公司）和Daniel Wild（可持续资产管理公司）为本章中的案例分析与成功经验提供了材料。Annie Haakenstad, Waqas Rana, Zainab Soomar, Pratyancha Pardeshi和Marco Portugal为资料收集提供了宝贵的帮助。Ivo Mulder（联合国环境规

划署）协调了与投资机构的沟通。

同样也要感谢许多同事及个人在审查文稿时所提出的宝贵意见，他们是：Ana Lucía Iturriza（国际劳工组织），Charles Arden-Clarke（联合国环境规划署），Arab Hoballah（联合国环境规划署），Peter Gilruth（联合国环境规划署），Tessa Goverse（联合国环境规划署），Ann Herbert（国际劳工组织），Ulrich Hoffmann（联合国贸易与发展会议），Anne-Marie Izac（国际农业研究磋商组织），Elwyn Grainger-Jones（国际农业发展基金），Harald Kaechele（莱布尼茨农业景观研究中心），Alexander Kasterine（国际贸易中心），Rashid Kaukab（国际消费者团结与信赖协会，日内瓦），Kristen Kurczak（联合国环境规划署），James Lomax（联合国环境规划署），Robert McGowan（专家），Christian Nellemann（联合国环境规划署/全球资源信息数据库），Rajendra Paratian（国际劳工组织），Michaela Pfeiffer（世界卫生组织），Philip Riddell（专家），Gunnar Rundgren（专家），Nadia El-Hage Scialabba（联合国粮农组织），John D. Shilling（千年研究所），Roland Sundström（国际农业发展基金），Naoufel Telahigue（国际农业发展基金），Sophia Twarog（联合国贸易和发展会议），Justin Perrettson（Navozymes公司），Katja Bechtel（国际作物保护联盟），Babatunde Osotimehin（联合国人口基金），Mayumi Sakoh（世界动物保护协会），Morgane Danielou（国际肥料工业协会）和Ylva Stiller（Syngenta公司）。

目录

关键信息	38
1 引言	40
1.1 背景概述	40
1.2 常规农业/工业化农业	41
1.3 传统农业/小农农业/温饱农业	41
1.4 “绿化”农业部门	43
2 挑战和机遇	45
2.1 挑战	45
2.2 机遇	48
3 发展绿色农业的实例	50
3.1 农业所致环境退化的代价	50
3.2 绿色农业的优先投资领域	50
3.3 “绿化”农业部门的效益	55
3.4 模型：绿色农业未来情景	59
4 绿色农业的促成条件	61
4.1 全球政策	61
4.2 国家政策	62
4.3 经济手段	62
4.4 能力建设与意识提高	63
5 结论	64
参考文献	65

图目录

图1: 在部分国家中, 农业、非农业与通汇收入的增加对消除贫困所起的作用	41
图2: 农业收入对GDP的贡献以及用于农业部门的公共支出占农业GDP的比例	41
图3: 谷物与肉类的生产, 氮肥磷肥的使用, 灌溉与杀虫剂使用的全球变化趋势	42
图4: 小农场的地区分布	43
图5: 在发达地区和欠发达地区的人口年龄分布	45
图6: 发展中地区的城市与农村人口	46
图7: 粮食商品价格趋势, 以及与原油价格趋势的比较	46
图8: 未来各国可能面临水资源压力的人口比例	46
图9: 粮食浪费情况	47
图10: 未来食品安全情况预测	49
图11: 用于农业的海外发展援助	49
图12: 有机食品/饮品的全球贸易	49
图13: 各国“对生产者支持的估计量”占农民收入的百分比	62

表目录

表1: 衡量绿色农业进展的指标	43
表2: 植物与动物健康管理的收益与成本举例	51
表3: 土地管理策略的收益与成本举例	53
表4: 水管理策略的收益与成本举例	54
表5: 农业多样化策略的收益与成本举例	56
表6: 每年用于补偿气候变化给儿童营养带来的负面影响所需要的农业投资额	58
表7: 模拟结果	59

专栏目录

专栏一: 农业发展处于十字路口	42
专栏二: 回收利用有机营养物的良机	47
专栏三: 农业供应链的创新可以提高股东价值与社会价值	49
专栏四: 对农民进行绿色农业实践培训的成本	51
专栏五: 简易粮仓: 低投入, 高回报	52
专栏六: 投资可持续农业案例分析	55
专栏七: 创新的可持续社会资本投资倡议	57
专栏八: 有机棉花生产与常规棉花生产	57

缩略语表

ADB	Asian Development Bank	亚洲开发银行
AKST	Agricultural knowledge, science and technology	农业知识与科技
BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
BCI	Better Cotton Initiative	优质棉花倡议
BSI	Better Sugar Initiative	更优食糖计划
CAADP	Comprehensive Africa Agriculture Development Programme	非洲农业综合发展规划
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research	国际农业研究磋商组织
CSIRO	The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation	澳大利亚联邦科学与工业研究组织
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs (UK)	英国环境、食品与农村事务部
EU	European Union	欧盟
FAO	Food and Agriculture Organisation of the United Nations	联合国粮农组织
FAOSTAT	Food and Agriculture Organisation Statistical Databases	粮农组织统计数据库
FiBL	German Research Institute of Organic Agriculture	德国有机农业研究所
G8	Group of Eight	八国集团
GAP	Good Agricultural Practices	良好农业规范
GDP	Gross Domestic Production	国内生产总值
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GMO	Genetically modified organism	转基因生物
GRID	Global Resource Information Database	全球资源信息数据库
HICs	High Income Countries	高收入国家
IAASTD	International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development	国际农业知识与科技促进发展评估
ICARDA	International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas	国际干旱地区农业研究中心
IDH	Dutch Sustainable Trade Initiative	荷兰可持续贸易倡议
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IFAD	International Fund for Agricultural Development	国际农业发展基金
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movements	国际有机农业运动联合会
IFPRI	International Food Policy Research Institute	国际粮食政策研究所
ILO	International Labour Organisation	国际劳工组织
IMF	International Monetary Fund	国际货币基金组织
IP	Intellectual Property	知识产权
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会
IPM	Integrated Pest Management	虫害综合治理

ITC	International Trade Centre	国际贸易中心
LICs	Low Income Countries	低收入国家
LMICs	Lower Middle Income Countries	中等偏下收入国家
MDG	Millennium Development Goal	千年发展目标
MSCI	Morgan Stanley Capital International	摩根士丹利资本国际公司
NCAR	National Centre for Atmospheric Research	美国国家大气研究中心
NGO	Non-governmental organization	非政府组织
ODA	Overseas Development Assistance	海外发展援助
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
PAHM	Plant and animal health management	植物和动物健康管理
PES	Payment for Ecosystem Services	生态系统服务付费
PICS	Purdue Improved Cowpea Storage	普杜大学改善豇豆存储技术
R&D	Research and development	研发
ROI	Return on investment	投资回报率
RSPO	Roundtable on Sustainable Palm Oil	棕榈油可持续发展圆桌会议
RTRS	Round Table on Responsible Soy	可信赖大豆圆桌会议
SAM	Sustainable Asset Management AG	可持续资产管理公司
SOM	Soil organic matter	土壤有机质
SRI	System Rice Intensive	水稻强化栽培系统
SWFs	Sovereign wealth funds	主权财富基金
UMICs	Upper Middle Income Countries	中等偏上收入国家
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	联合国贸易和发展会议
UN DESA	United Nations Department of Economic and Social Affairs	联合国经济与社会事务部
UNDP	United Nations Development Programme	联合国开发计划署
UNES ECA	United Nations Economic and Social Council, Economic Commission for Africa	联合国经济及社会理事会，非洲经济委员会
WDR	World Development Report	世界发展报告
WIPO	World Intellectual Property Organisation	世界知识产权组织
WIPO	World Intellectual Property Organisation	世界知识产权组织
WTO	World Trade Organisation	世界贸易组织
WWAP	World Water Assessment Programme	世界水资源评估计划

关键信息

1. 为了满足本世纪前50年中日益增长的人口不断提高的需求，解决近10亿人营养不良的现状，面对气候变化的挑战，目前的常规农业¹和传统农业²方式都需要进行转型，避免一切照旧的发展情景（Business-as-usual,BAU）。目前的农业方式都不同程度地损耗着自然资源，并产生大量温室气体（Greenhouse gas, GHGs）和其他污染物，而且其不利后果集中影响着贫困人群。对土地利用变化的不断要求，是森林退化和生物多样性损失的主要原因。补偿农业外部性的经济投资高达每年数十亿美元，并仍在继续增长。旨在“绿化”农业部门³的投资及政策改革，可以为农业经济多样化带来机会，并通过增产和创造绿色岗位来减少贫困，尤其是在农村地区创造工作机会，可以保障粮食的稳定安全，显著降低农业的环境代价和经济成本。

2. 绿色农业可以满足到2050年日益增长的人口不断提高的粮食需求，并提高人们的营养水平。通过绿色的农业实践与技术，可以将粮食产量从每人每天2,800千卡增长到每人每天3,200千卡，并可以提高粮食（尤其是非谷类作物）的产量与多样性。在向绿色农业过渡的过程中，高投入的工业化农业所生产的粮食量会有一定程度的下降，这会引发发展中国家传统小型农户的积极响应，并成为全球粮食的主要生产者。农业转型的顺利进行，以及在此过程中，保障足质足量的粮食供给，需要一系列公众、个人及政府的倡议来推进粮食生产和社会公平化。

3. 绿色农业可以减少贫困。推行绿色农业同时针对了环境恶化与贫困两大问题。世界上约有26亿人依赖农业生存，他们中大多数是生活在农村地区的小型农户，每天生活成本不到1美元。提高农业产量及农业劳动的收益，同时改善农户赖以生存的生态系统服务，是解决贫困与环境问题的关键所在。农业产量每提高10%，会使贫困比例在非洲有7%的下降，在亚洲有大于5%的下降。事实证明开展绿色农业可以带来54%-179%的全面增产，而且在小型农户中尤为显著。

4. 减少低效与浪费行为是开展绿色农业的重要组成部分。由害虫及公害造成的粮食减产，以及在贮存、流通、市场交易及家庭中的粮食损失总量相当于人类营养卡总量的50%。目前，粮食总产量为每人每天4,600千卡，可为人类消费的约为每人每天2,000千卡。联合国粮农组织（Food and Agriculture Organisation of the United Nations, FAO）提出将生产消费链中的浪费减少50%的目标。针对低效和浪费，尤其是收割和贮存过程中的粮食损失，对小农户进行小额投资，改进他们贮存粮食的方式，将会为贫困农民带来很大改善。根据联合国粮农组织的报道，虽然减少消极收割不难实现，但是世界上只有不到5%的农业研究与基金是针对这个问题开展的。

5. 开展绿色农业需要在以下几个主要领域进行投资、研究和能力建设。这几个领域包括：土壤肥力管理，更高效、更可持续的水资源利用，作物和牲畜多样化，植物和动物的健康管理，合理的农场机械化，以及农业贸易供应链的完善。能力建设措施包括拓展农业服务，以及为小农场主及小型合作社进入市场提供便利条件。为实现向绿色农业的转型，全球在2011-2050年间需要直接投资及进行政策干预的成本约为每年1,980亿美元⁴。与BAU情景相比，农业部门产值可提高9%。跨国地区不同农产品类型的研究表明，对农业知识与科技的投资回报率（Return on investment, ROI）平均高达40%-50%，而且一直未见下降趋势，这高于大多数政府的借贷利率。在社会收益方面，亚洲开发银行研究所的研究表明，在亚洲的部分地区，通过让农户开展有机农业使贫困家庭摆脱贫困所需的投资仅为人均32-38美元。

1. 本报告中“常规农业”或“工业化农业”的具体所指，详见本章1.2节。

2. 本报告中“传统农业”，“小农农业”，“生计农业”的具体所指，详见本章1.3节。

3. 绿色农业模式详见本章1.4节。

4. 详细内容参见本报告模拟章节。

6. 绿色农业更具创造工作机会的潜力；与常规农业相比，绿色农业可为劳动投入带来更高的回报。此外，在农村地区引入保证粮食安全及优质粮食生产的设施，预计可以在食品制造领域创造更优的工作机会。与BAU情景相比，情景模拟结果表明，投资绿色农业在未来40年中将会创造出4,700万个额外的工作岗位。

7. 向绿色农业转型具有显著的环境效益。绿色农业具有以下潜力：通过修复和维持土壤肥力重建自然资本，减少土壤侵蚀，减少无机化学污染，提高水资源利用效率，减少森林退化及生物多样性损失，减少土地利用的其它影响，并显著降低农业温室气体的排放。开展绿色农业可将农业由温室气体的主要排放源转变为净中性，并有可能成为温室气体的汇；同时可以减少55%的森林退化，节省35%的水资源利用。

8. 绿色农业要求国家政策及国际政策进行改革与创新。政策改革措施中，尤其需要整改具有“环境危害性”的补贴措施。这些补贴人为降低了农业投入的资本，导致资源的过度消耗和浪费。此外，还需制定奖励措施，鼓励采用更环保的农业投入及农业实践，产生积极的外部效益，如生态系统服务。贸易政策同样需要改革。新贸易政策要鼓励绿色农产品自发展中国家向发达国家的出口，同时改革贸易扭曲及出口补贴。这些政策将有助于小农、合作社以及当地的食物加工企业参与到食品生产价值链中。

1 引言

本章通过强调“绿化”农业⁵部门潜在的全球效益，为对其投资提出理论依据。本章的内容为决策者提供了充足的论据，启发他们对增加绿色农业投资给予支持，并在此基础上，对如何促成转型进行指导。农业转型的目的主要包括加强粮食安全，减少贫困，改善营养和健康，创造农村地区的就业机会，并减少农业对环境的压力，减少温室气体的排放。

本章首先阐述了全球的农业概况，然后探讨了两种不同的农业方式，分别为：常规农业（工业化农业）和传统的小农农业（生计农业），最后简单介绍了绿色农业模式的主要特征。第二节描述了发展绿色农业过程中的挑战和机遇。第三节中通过广泛的实例和大量的数据，对各种可持续农业实践展开了讨论。首先概述了当前农业行为导致的退化以及“绿化”农业部门可带来的效益，列出了优先投资的事项，最后讨论了情景分析的结果，并对绿色情景与BAU情景中的农业发展进行了比较。第四节中介绍了全球及国家政策、能力建设以及意识的提高对促进农业实践方式转变所起的作用。第五节为总结讨论。

1.1 背景概述

农业对于多数发展中国家而言，是最主要的职业部门，也是贫困人群最重要的经济来源。世界银行统计数据（World Bank 2010）显示，农业部门的经济附加值占世界GDP比重的3%，这一数字对于低收入国家（Low Income Countries, LICs）而言是25%，中等偏下收入国家（Lower Middle Income Countries, LMICs）为14%，中等偏上收入国家（Upper Middle Income Countries, UMICs）为6%，对于高收入国家（High Income Countries, HICs）只占其GDP的1%⁶。世界上约26亿人的生计依赖于不同的农业生态系统，包括：农耕、畜牧、林业和渔业（FAOSTAT 2004）。

到目前为止，全球农业产量尚能满足不断增长的人口（FAO 2009；IAASTD 2009）。然而，不同地区的单位劳动力和单位土地面积的粮食产量却存在很大差异。在2003-2005年，高收入国家中单位劳动力创造的粮食产量比低收入国家高95倍，这比1990-1992年间72倍的差距又有所扩大。工业化的农业生产方式主要存在于发展中国家，这种农业生产方式目前是粮食生产的主要方式，占农业生产及食品制造业产值的

50%以上，但与低产量传统农业相比，这种农业方式也带来了更为严重的环境后果（World Bank 2010）。发展中国家尽管起点较低，但是向高产农业的发展非常迅速，在上述期间内，单位劳动力的综合农业生产力有了21%的提高。

尽管农业生产力在不断提高，世界上仍有近10亿人口营养不良。2000-2007年间，在低收入国家中有逾1/4（27.8%）的5岁以下儿童营养不良。在粮食富余的国家，例如印度，超过半数的无粮食保障的家庭是农村家庭。农业转型必须有利于解决这些问题。

农业对于减轻贫困也具有巨大的潜能。在发展中国家，大部分的农村人口和劳动力都是从事农业活动的。整体而言，农业对于提高最贫困人口收入的贡献比非农业部门高2.5倍以上。Irz等人针对农业产量提高与贫困劳动者收益增长之间的关系进行了研究，结果表明农业产量每提高10%，会使贫困比例在非洲有7%的下降，在亚洲有大于5%的下降（Irz et al. 2001）。相比之下，制造业和服务业的发展无法为减轻贫困带来类似的效果。据世界银行报道，在提高最贫困的五分之一人口收入方面，农业发展引起的GDP增长与非农业部门相比，效率是其2.9倍（World Bank 2010）。通过对不同地区的分析，Hasan 和 Quibriam认为农业发展对减少撒哈拉以南非洲和南亚地区的贫困起的作用甚至更高（贫困定义为每人每天少于2美元）但是这种趋势未见于东亚及拉丁美洲地区，在这些地方，由非农业部门发展引起的经济增长对于减轻贫困起的作用更大（Hasan and Quibriam 2004）。

尽管农业对于消除贫困具有潜在优势，但国家政策往往倾向于城市发展（Lipton 1977），大多数发展中国家的农村部门未能得到足够的公共投资，以支持农业的蓬勃发展。在发展中国家，政府在农业部门的开支由20世纪80年代的11%下降到2005年的5.5%。农业部门的政府开发援助也呈下降趋势，由20世纪80年代早期的13%下降到2005年的2.9%（UN-DESA Policy Brief 8, October, 2008）。在非洲，政府在2000年的《马普托宣言》中公开承诺，要将10%的GDP用于农业支出，包括农村地区的基础建设（UNESC ECA 2007）。到2009年，却仅有8个国家实现了此承诺（CAADP 2009）。

如图2所示，在1998年至2000年期间，无论对于农业国家、转型中国家还是城市化国家，农业收入对GDP的贡献与GDP在农业部门的支出都呈相反的趋势⁷。

5. 在此报告中，如无特别说明，农业指农耕与畜牧业。森林和渔业在独立的章节中介绍。

6. 世界银行的划分标准：低收入经济体（≤1,005美元），中低收入经济体（1,006美元-3,975美元），中高收入经济体（3,976美元-12,275美元），高收入经济体（≥12,275美元）。参见：<http://data.worldbank.org/about/country-classifications/country-and-lending-groups>。

7. 农业国家=发展中国家，转型中国家=新工业国家，城市化国家=发达国家。

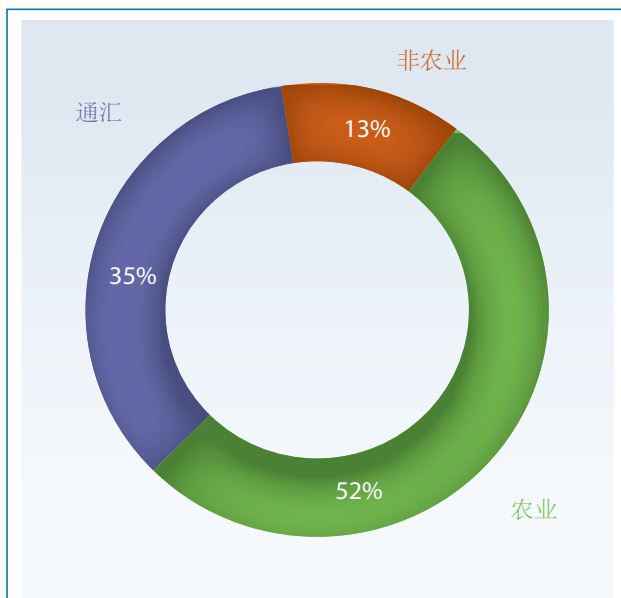


图1：在部分国家中，农业、非农业与通汇收入的增加对消除贫困所起的作用

资料来源：经济合作与发展组织基于Povcalnet 2009和WDI 2009中的数据计算

发展中国家长期忽视农业发展，造成农村地区的贫困率一直高于城市，世界上最贫困人口超过75%都生活在农村，并且他们中有很多人都希望移居到城市（IFAD 2003）。在这样的发展模式中，我们发现贫困还会带来与环境相关的一系列后果。不可持续的土地利用方式会导致土壤养分耗竭。在贫瘠土壤上进行耕种会进而导致土壤侵蚀、生态环境退化以及物种自然栖息地的减少⁸。

我们将在下文中探讨常规农业与小规模农业如何加剧了这一趋势。

1.2 常规农业/工业化农业

常规农业（工业化农业）的主要特征体现为农业对农场外部投入的依赖。多数大规模的工业化农场具有能耗密集（每单位卡路里的粮食生产耗能10卡路里的能量）的特征，其高生产率（kg/ha）依赖于大量使用化肥、除草剂、杀虫剂、燃料、水以及源源不断的各种投入（如，新型种子，先进机械）。

过去几十年中，农业部门“绿色革命”的主要成果都来自于常规农业。对农业研究的投入以及公共部门延伸服务的扩展是改革具有成效的主要原因⁹。绿色革命带来的增产主要是依靠发展高收益的粮食作物品种（如小麦，大米和玉米），进行灌溉，使用无机肥料、杀虫剂/除草剂以及以燃料为动力的农业机械。

尽管“绿色革命”带来了粮食总产量的大幅增长，但同时也带来了相应的负面后果。粮食产量的提高与不可再生资源投入的增加密不可分，其过度使用往往需要付出大量环境代价（图3）。工业化农业每生产及向消费者提供单位卡路里的粮食（根据人类对食物的新陈代谢计算）需消耗10卡路里的能量（据化石燃料能源计算）（Giampietro and Pimentel 1994）。在大多数情况下，这种能源密集使用是对农用无机肥料、燃料、及电力的补贴促成的。此外，对部分限定作物的补贴也给生物多样性带来了不利影响。工业化农业还使得在产量大幅增加的情况下，农业劳动力的缩减，而对农业机械化的补贴在某一程度上还在继续加剧这一趋势（Lyson 2005；Dimitri et al. 2005；Knudsen et al. 2005；ILO 2008）。

1.3 传统农业/小农农业/温饱农业

传统型（温饱型）的小农农业主要依赖世代沿袭下来的传统耕作经验，自给自足，很少有非农投入。相

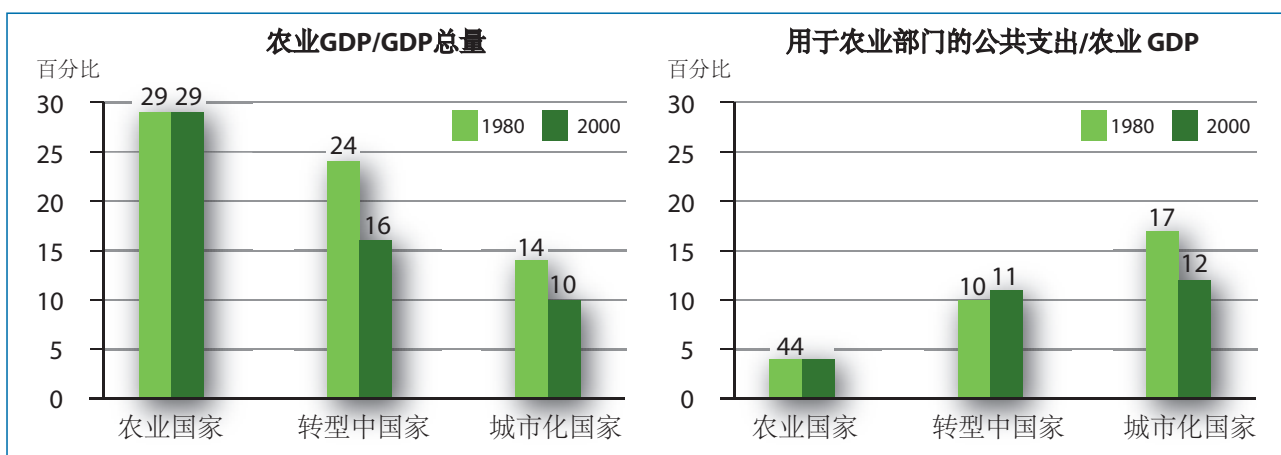


图2：农业收入对GDP的贡献以及用于农业部门的公共支出占农业GDP的比例

资料来源：EarthTrends，基于WDR Overview 2000年数据。下载地址：http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1192112387976/WDR08_01_Overview.pdf

8. 关于贫困与环境的相互影响已经开展了广泛的研究。参见综述文献：Opschoor 2007。

9. 参见综述文献：Ruttan 1977及评论文章：Shiva 1989。

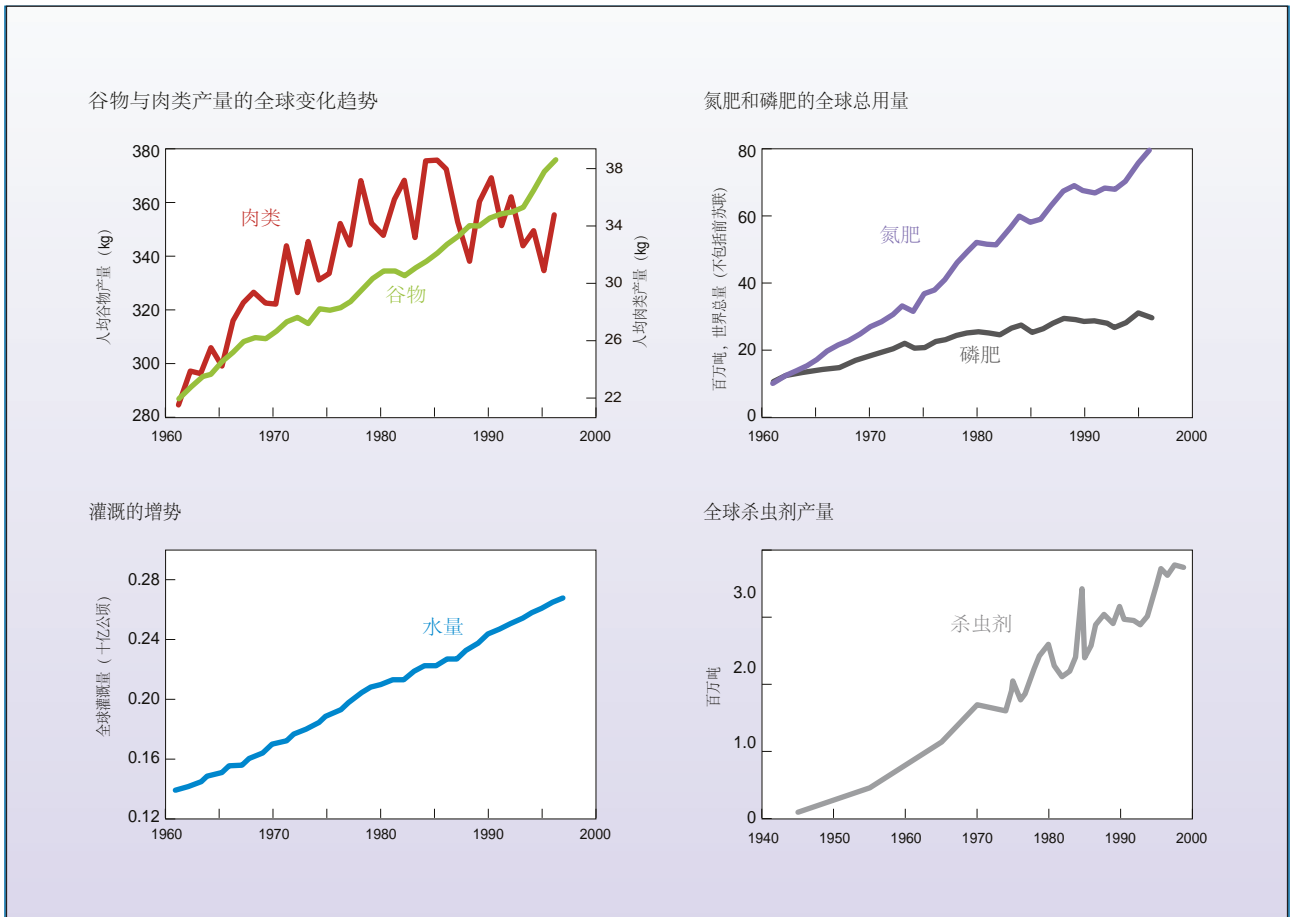


图3：谷物与肉类的生产，氮肥磷肥的使用，灌溉与杀虫剂使用的全球变化趋势

资料来源：Tilman et al. 2002; IAASTD/Ketill Berger, UNEP/GRID-Arendal 2008. 见：<http://maps.grida.no/go/graphic/global-trends-in-cereal-and-meat-production-total-use-of-nitrogen-and-phosphorus-fertilisers-increas>

专栏一：农业发展处于十字路口

“农业知识与科技发展评估”于2009年发布，其关键信息如下：在世界人口持续增长、气候改变条件下，若要避免社会衰竭与环境崩溃，必须从根本上转变粮食生产方式，更好地满足贫困与饥饿人口的需求。该评估要求对农业知识与科技（AKST）进行根本转变，以成功地实现可持续发展的目标。这项转变要强调农业的多功能性，考虑处于不同社会及生态环境中的农业体系的复杂性，并认识到农业社区、农户及农民是此生态系统中的生产者与管理者。同时需要创新制度与组织体系，形成一套可以推进农业知识与科技发展的综合方法。价值链上的外部成本需要尽可能地内在化，使得所有成本都在农业产品中得到体现。政策与制度的改变应该专注于目前农业知识与科技较少顾及的群体，包括农民、妇女及少数民族。此转型强调不同生态系统中的小型农场需要寻求提高产量并进入市场的机会。

资料来源：IAASTD 2009

应地，这种农业方式产量少，单位劳动力创造的价值低。作物所需养分主要从土壤中提取，虽然对土壤施加了无机或有机肥料，但是往往不足以补充从中提取的量。这种农业产量易受到很多因素的影响，如：不稳定降雨，害虫和杂草侵害，以及其他造成产量下降的各种风险。已经处于社会边缘的农户依赖传统的农业方式，其贫困程度可能加剧，最终陷入困境。

传统农业中，用于进行农业机械化和购买农业化学品的资金非常有限。小型农户大多分布在发展中国家，其经济规模往往太小，很难参照目前的经济农场体系。而购买性的投入，如化肥，杀虫剂，种子等，往往需要一定的粮食产量才可以收回成本。在许多发展中国家，落后的土地所有权制度是小型农业实现商业化的重要障碍。新的制度应该有益于土地所有权的分配、巩固及用于银行抵押。此外，粮食生产地区的交通状况欠佳，也是小型农业商业化的另一制约。由于上述一系列原因，发展中国家单位劳动者创造的产值远低于工业化国家。经济合作与发展组织（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD, 简称经合组织）国家中，每位农业劳动者在2003年创造的价值为23,081美元，这一数字在1992-2003年间每年增长4.4%，在非洲，这一

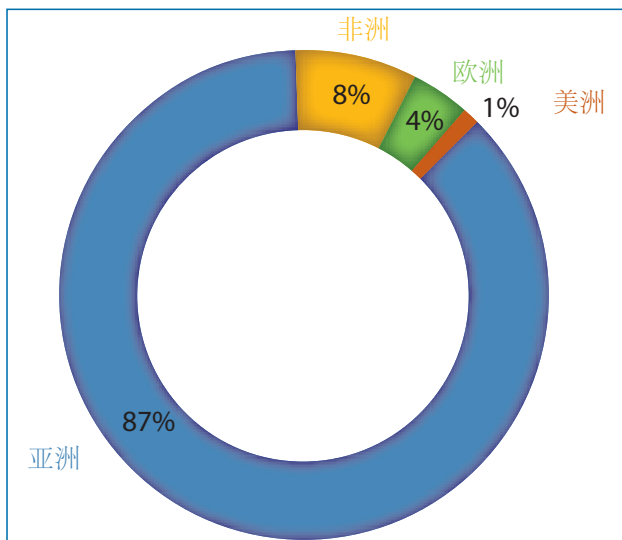


图4：小农场的地区分布

资料来源：Nagayets 2005，基于FAO 2001c 和2004c及各国家统计局数据。
注：小规模农场定义为面积小于2公顷的农场，其总数为4.04亿。

数据为327美元，1992-2003年间的增长率为每年1.4%（IAASTD 2009b）。

世界上约有5.25亿个小型农场，其中4.04亿个小农场的面积不到两公顷（Nagayets 2005）。这些发展中国家的小农场却是为世界人口提供粮食的主要来源（Altieri 2008）。小型农场在粮食供给中所占的比重在非洲地区最高，可达90%（Spencer 2002）。在其他许多国家，小型农场的重要性也在逐渐上升。虽然这一说法仍有争议，但已有大量证据表明小型农场的粮食产量要高于大型农场（Banerjee 2000; Rosset 1999; Farugee and Carey 1997; Tomich et al. 1995; Barrett 1993; Cornia 1985 and Feder 1985）。在肯尼亚的全国农业生产中，小型农户所占份额由1965年的4%上升至1985年的49%（Lele and Agarwal 1989）。在印度，小型农户的粮食产出在1990-1991年占粮食总产量的40%以上，这一数据在1980年为1/3。在20世纪90年代末，

小型农户还拥有大部分的牲畜，并主导着乳制品行业（Narayanan and Gulati 2002）。

虽然小型农户单位土地面积的粮食产量更高，为粮食生产做出了显著贡献，但他们往往很贫困。问卷调查显示，肯尼亚55%的小农家庭生活生活在贫困线以下，在埃塞俄比亚此数据为75%（Jayne et al. 2003）。低廉的价格，不公平的商业行为，缺乏交通、储存和处理的基础设施是造成这种现象的主要原因。半数营养不足的人口，3/4营养失调的非洲儿童，以及大多数处于绝对贫困中的人都生活在小型农场（Millennium Project Task Force on Hunger 2004; IFAD 2001）。在大多数国家，贫困的农村人口在一年内需要对粮食既买又卖。通常情况下，他们在收割后立刻低价销售，以满足即时的现金需求，在收割前几个月，他们又需要购买食物以满足粮食需求，这时的购买价格往往会高于其销售价格（IFAD 2010b）。

绿色农业的开展，预计可提高小农户的粮食产量，并将其产品纳入供应链中，这会在农村地区创造高回报的工作机会。随着农民变得更富裕，他们可能不再从事临时性的工作（Wiggins 2009）。富裕的农民也会愿意为地方特产及服务花更多钱，由此带来乘数效应。非洲农村地区的联动模型对布基纳法索、尼日尔，塞内加尔与赞比亚的研究表明，此乘数效应的乘数值从1.31到4.62不等（Delgado et al. 1994）。

1.4 “绿化”农业部门

“绿化”农业部门是指越来越多地采用可以满足以下目的的农业实践与技术：

- 在可持续的基础上保障食物供给与生态系统服务，同时保持并提高农业生产力；
- 降低农业的负外部性，并引导其产生积极的外部效

行为指标	结果指标
以推进开展可持续农业为目标的政策数目。包括正在执行或已经通过的政策措施，已经正式通过的计划（例如贸易和出口政策措施，农业生态系统服务付费制度等）	开展绿色农业的土地百分比与总面积。包括有机农业，良好农业规范，保护性农业等
鼓励农民投资进行农业“绿化”，以及实行农场及农产品认证的政府支持水平	由于向绿色农业转型，农业化学品使用量的减少；向绿色农业转型的农民的数量和比例
专用于环保目标的农业预算百分比	生态付费在全部农业收入中所占比例的增长
专用于环保目标的产品支持占全部农业产品支持的比例	经过绿色农业规范培训过的农业推广人员的数量
为减少或消除绿色农业所需技术与服务的贸易壁垒而制定的措施	农村地区设立的企业（可以创造非农就业机会）数量，尤其是为当地生产自然农业投入的企业数量

表1：衡量绿色农业进展的指标

应；

■ 通过更有效地利用资源以及减少污染，恢复生态资源（如土壤、水、空气和生物多样性等自然资源）。

绿色农业的不同表现形式包括：适应当地的多元化农业技术，实践和市场品牌认证，例如良好农业规范（Good Agricultural Practices, GAP），有机农业/生物动力农业，公平贸易，生态农业，保护性农业，以及与之相关的技术及食品供应协议。

对于建立绿色农业至关重要的实践和技术主要包括：

■ 通过自然的可持续的养分投入，恢复并提高土壤肥力；不同作物的轮作；牲畜与作物的综合管理；

■ 通过采用少耕的方式与肥田作物的栽培技术，减少土壤侵蚀，提高用水效率；

■ 减少化学杀虫剂和除草剂的使用，以环保的除草灭虫管理方式取而代之；

■ 在收割后，推广储存与加工设施的使用，减少食品变质与食物损失。

“绿化”农业的技术与实践并无概念上的限定。如果某项技术可以提高农业生产力，又不造成社会及环境危害，那么它就是一项“绿化”农业的技术。使用虫害和杂草的自然管理方法、有机肥料和种子是“绿化”农业实践中的一个方向，高效无机肥料、病虫害控制以及各种技术方案的精确应用也可以囊括在可持续农业规范的方案中。《展望报告》也提出了类似的构想，全球粮食系统需要提供的不仅是粮食，还要保障未来的食品安全。依赖高投入的农业具有较高的生态足迹，“绿化”此类农业行为可以通过更精确有效地利用农业投入，使农业行为的生态足迹逐渐由高转低，甚至降为零生态足迹（Foresight Report 2011）。

为了衡量“绿化”农业目标的实现程度，表1中列出了两类指标标准。

2 挑战和机遇

当今的农业发展处于一个十字路口。世界面临着人口的持续增长与气候变化，要更好地解决贫困与饥饿的问题，需要改变粮食的生产与分配方式。本节介绍向绿色农业转变过程中面临的挑战与机遇。

2.1 挑战

农业在需求与供给方面面临诸多挑战。需求方面的挑战包括：粮食安全，人口增长，收入提高后需求格局的变化，以及生物燃料带来的越来越大的压力。供给方面的挑战主要有：有限的可利用土地、水资源及可作为农业投入的矿产，农业应对气候变化的脆弱性，以及收割前后的粮食损失。

日益增长的粮食需求

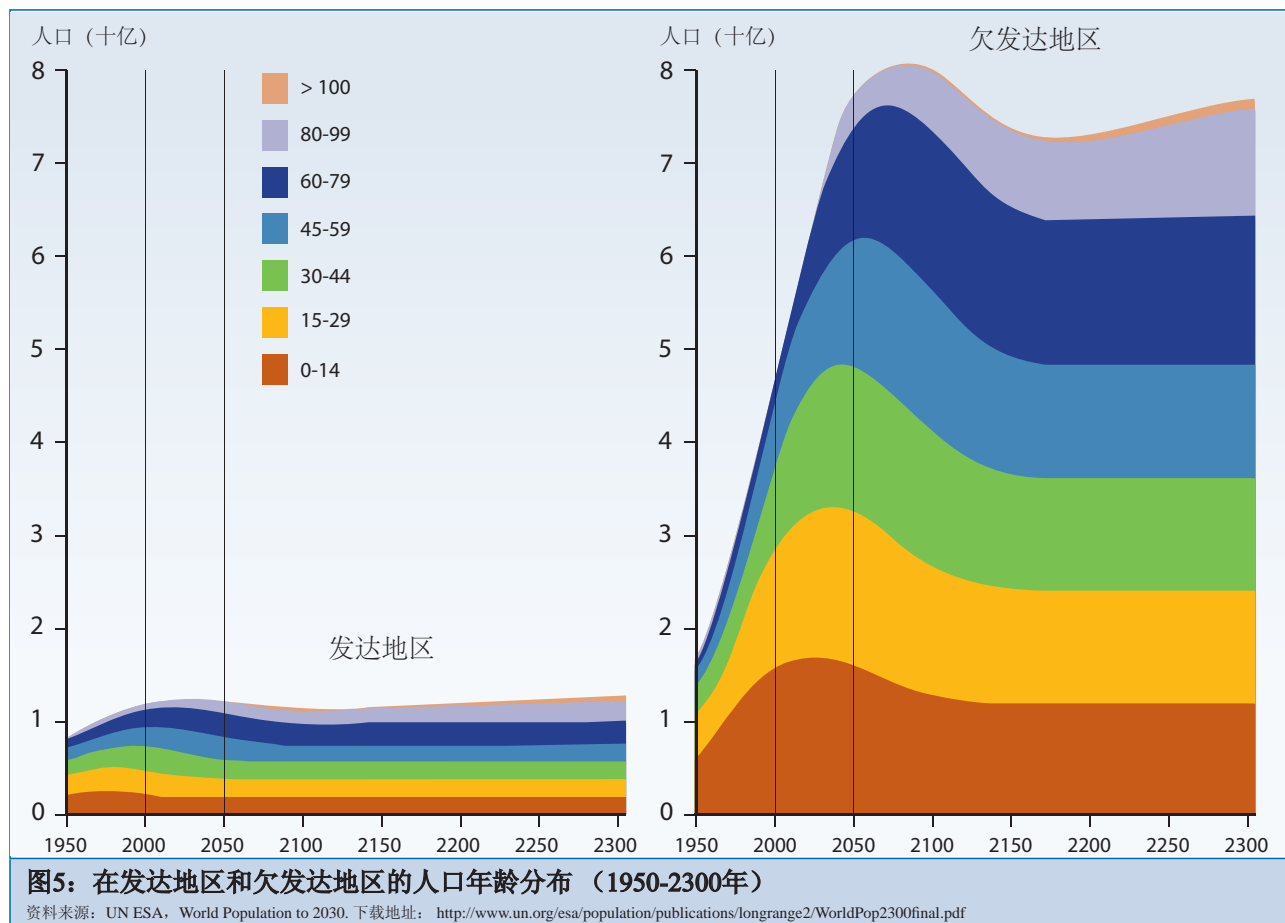
以发展中国家为首的持续增长的全球人口（图5），以及新兴经济体带来的收入水平提高，是造成粮食需求增加的主要原因。随着富裕程度的提高，人们对肉类食品与加工食品的需要也在增长。目前全球逾60亿人口中，有9.25亿人营养不足（FAO 2010）。人口总数预计到2050年会增至85-90亿人，人均收入水平在印度与中国分别会有20倍和14倍的提高（Goldman Sachs 2007）。如图6所示，在发展中国家，越来越多

的农村人口正在向城市和近郊地区迁移。这会影响到食品需求以及“从田间到餐桌”的食物供应链，因为城市居民的饮食结构中加工食品的比例会增加。我们面临着几近1/3的人口涨幅，同时对肉类、乳制品和蔬菜产品人均需求也在提高，这样的前景需要地区集中的努力，并转变农业生产模式。

生物燃料对粮食的竞争

为了取代石油类运输燃料，第一代液体生物燃料的生产曾引起了广泛关注，随之，对淀粉、糖以及油籽粮食商品的需求也相应地上升。例如，生产乙醇和生物柴油燃料主要依靠粮食商品，如玉米，甘蔗，大豆，油菜籽，葵花子和棕榈油。尽管以主要的粮食作物为原料生产生物燃料，存在道德、环境以及经济各方面的疑虑，但很多公共和私有部门仍对其发展保持关注。无论如何选择种植场所，这些作物都不可避免地与其他粮食竞争土地、水资源以及养分。图7中展示了粮食价格随燃料价格的变化趋势。目前，食物和能源价格变化趋势一致，主要是由于化石燃料成本被用作粮食生产的投入。由于生物燃料对粮食作物的竞争，这一现象可能会更加明显。

因此，目前正在努力开发第二代生物燃料技术，它的原料为非食用生物质，例如，木质纤维素，作物收



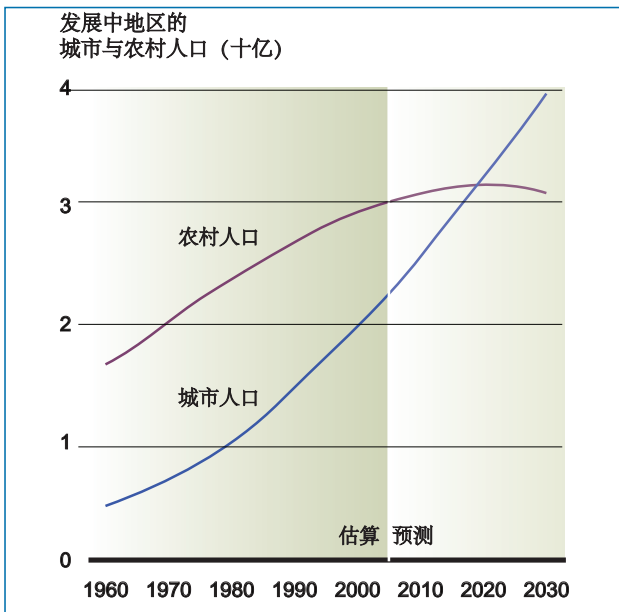


图6：发展中地区的城市与农村人口

资料来源：Nordpil, Ahlenius 2009; United Nations Population Division 2007; World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population database, 见: <http://esa.un.org/unup/index.asp?panel=1>

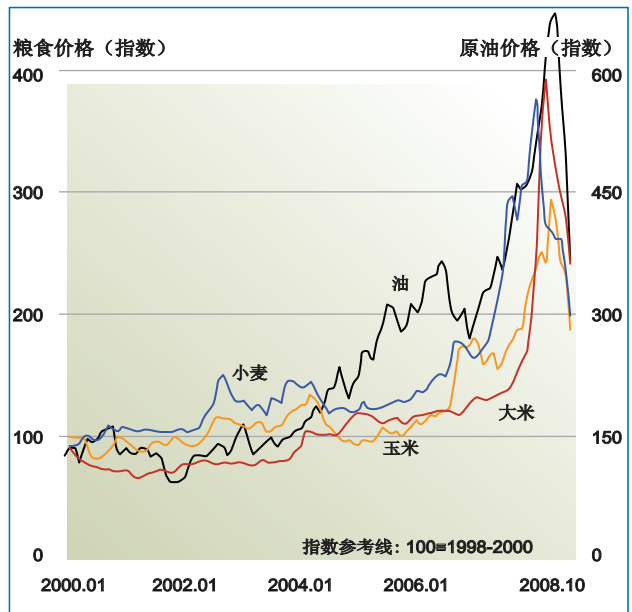


图7：粮食商品价格趋势，以及与原油价格趋势的比较

资料来源：Nordpil, Ahlenius 2009; Food and Agricultural Organisation of the United Nations 2008. 国际商品价格, 见 <http://www.fao.org/es/esc/prices>, IMF 2008. IMF 初级商品价格, 8个价格指数及49个价格的每月数据, 见: <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.asp>

割残留物，长期生长的柳枝稷和藻类。第二代生物燃料技术给全球粮食安全带来的不利影响相对较小，同时还提高了生物燃料的产量。但在第二代生物燃料方面，关于纤维素的量应该如何生物燃料的原料与农作物生长的营养物之间分配，仍需做进一步的研究 (Balgopal et al. 2010)。

有限的耕地与稀缺的水资源

地球上约有15.6亿公顷的土地（相当于地球表面积的12%）适合并用于耕种，为满足人畜的消耗进行着粮食生产。此外，目前约有34亿公顷的牧场和林地用于畜牧业 (Bruinsma 2009)。不同可耕土地的农业生产

力存在着很大差异。发达国家的农作物产量一般远远高于发展中国家。造成这一差异的主要因素包括：土壤的自然肥力，肥料、杀虫剂和除草剂的使用，种植作物品种与种子的质量，可利用的水资源，农民的教育水平与获得信息的机会，风险保障与农业机械化的程度。

除了这些耕地，其他可以通过修复转用于农业生产的土地是非常有限的。况且，由于城镇化对土地的需求，城市周围较为肥沃的可耕地往往被用作发展住宅和商业目的 (Pauchard et al. 2006)。扩大种植面积不再是提高粮食产量的一个简易办法 (撒哈拉以南和

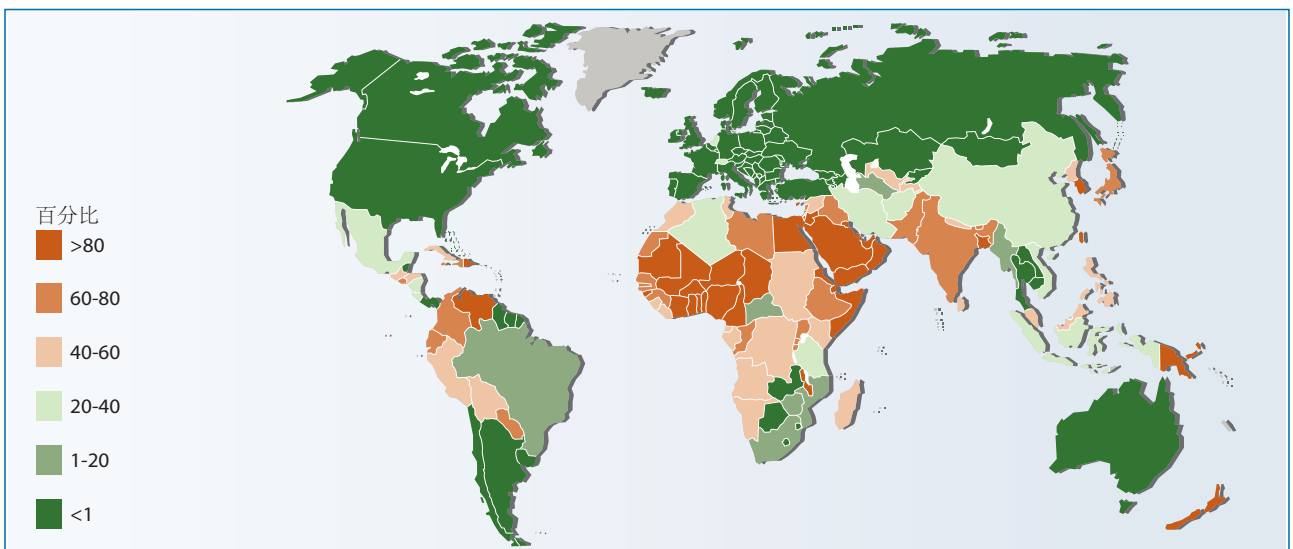


图8：未来各国可能面临水资源压力的人口比例

资料来源：Rost et al. (2009) Water limitation of crop production in the absence of irrigation, i.e., ratio of NPP (INO simulation) and NPP (OPT simulation), 1971-2000 average. 比例越低水资源越紧张。下载地址: <http://iopscience.iop.org/1748-9326/4/4/044002/fulltext>

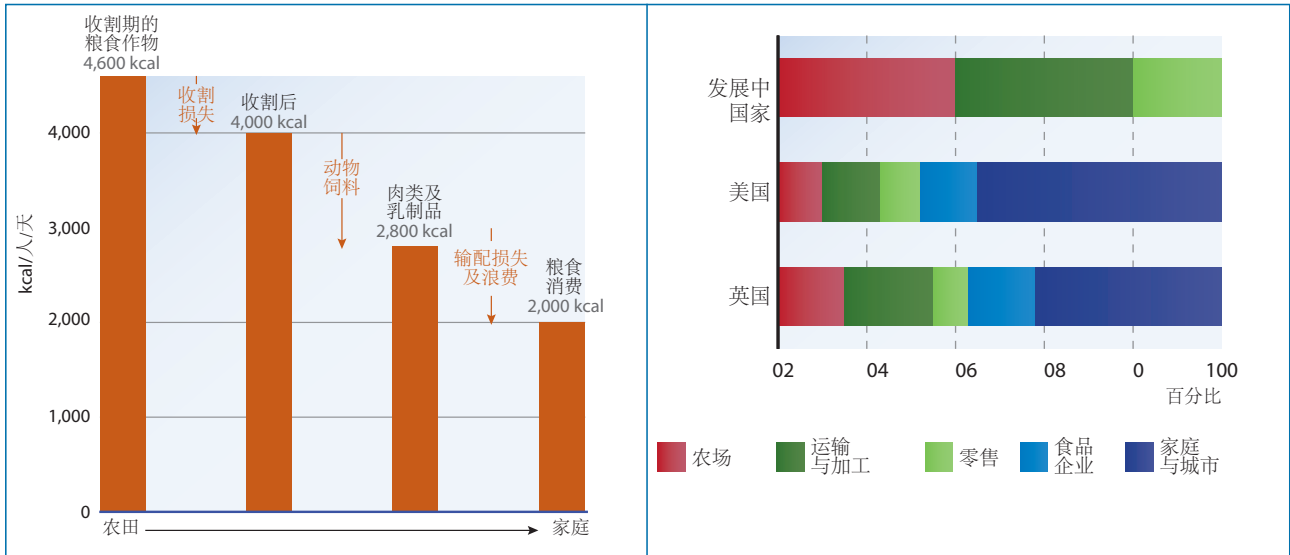


图9：粮食浪费情况¹⁰

资料来源：Lundqvist et al.: SIWI 2008 Saving water: From Field to Fork; Curbing Losses and Wastage in the Food Chain. 见：<http://maps.grida.no/go/graphic/losses-in-the-food-chain-from-field-to-household-consumption>; Godfray (2010): Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. 见：<http://www.sciencemag.org/content/327/5967/812.figures-only>

拉丁美洲部分地区除外，这里的草原可开发为农业用地。此外，过度放牧与长期的干旱加剧了干旱与半干旱地区的荒漠化。在所有地区，农业对土地退化都负有一定的责任，尤其是投入密集型的生产系统（在东亚，拉丁美洲，北美洲和欧洲尤为显著）。世界上严重退化的土地中有35%是由农业活动造成（Marcoux 1998）。鉴于进一步砍伐森林带来的高风险，发展中国家满足食物供需的差距，不能仅仅依赖扩大耕地，同时还要注意提高土地生产力，并逐渐采用绿色农业实践。

农业部门是最主要的水资源消费者，其消耗量占全部水资源（包括雨水径流）使用的70%。大部分的耕地采用旱作方式，只有24%的耕地进行灌溉，灌溉水取自地表水系和地下水层（Portmann et al. 2009）。对旱作/灌溉耕地进行区分有一定意义，因为灌溉土地的生产力显著提高，其产出约为1/3的农业总产量（Falkenmark and Rockstrom 2004）。

许多地区降雨模式的改变，给以旱作为主的农业带来极大忧虑。政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）第四次评估报告中指出，极端气候的发生，诸如更频繁的暴雨和更持久严重的干旱，都与气候变暖有关（IPCC 2007a）。影响旱作农业的同时，降雨的改变也给蓄水层与汇水区域的补充带来不利影响。随着水资源压力的日益严重，灌溉会增加农业生产的成本。显然，缓解这一趋势需要提高水资源的利用效率。

图8描述了对未来全球水资源所面临压力的预测。图

中还强调了水资源在国家内部与跨边界利用的协调。关于这点，湄公河委员会就是非常有前景的跨国河流域倡议之一，它负责协调各个国家的流域发展。

有限的可用矿物

工业化农业依赖无机肥料的使用。所以，农业产品的产量和价格也依赖于化石燃料、矿石和石油化学品的获取。肥料中最主要的两种矿物元素（钾和磷）的需求在不断上升，但是易开采优质矿石的储量却在下降，尤其是磷矿石。关于这些储量还可以坚持多久，意见并不一致¹¹。然而，开采的磷矿只有1/5对粮食生产起到了作用，其余的磷或在土地中累积，或进了城市填埋场，甚至进入水体造成污染（Cordell et al. 2010¹²）。虽然提高磷及其他矿物的价格有助于鼓励从污水处理厂回收磷，从而增加其供应量，但这也可能会进一步导致肥料与食品价格的上涨，将会严重影响穷

专栏二：回收利用有机营养物的良机

目前迫切需要从有机废水中回收营养物，并将其作为有机肥料的生产投入。从集中畜牧农场，食品加工厂，市政绿化垃圾，城市及农村地区的生活污水下水道中，都可以收集到大量的有机养分。最大程度地从有机废物中回收磷具有非常重要的意义。磷在农业生产中时重要的矿物投入，预计全球范围内，在经济上有开采价值的磷将在100年后耗尽（Cordell et al. 2010）。从回收的废水中去除病菌及其他有害元素，回收具有工业规模量的磷，这一技术还有待发展（Frear et al. 2010）。无机肥料价格上涨，预计有助于加快此类营养回收技术研究及商业化的进程。

10.对于发展中国家，对食品零售、食品服务、家庭及公共各项综合考虑。

11.Steen认为磷的储量到在21世纪末将会减少50-100%（Steen 1998）；Isherwood认为其储量还可以维持600-1,000年（Isherwood 2003）。

12.下载地址：<http://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:291760>

人获取粮食的机会。

收割后的粮食腐烂

单从产量方面看，当今全球粮食产量足以养活正常人口。但是粮食收割后却存在着大量的浪费和损失。如图9b所示，在发达国家，这一损失主要来自零售、家庭和城市的食品加工环节。以美国为例，浪费的粮食约占总产量的40%。这意味着粮食生产过程中使用的能源（每年浪费量相当于3.5亿桶石油）、水资源（每年浪费量相当于40万亿升水）和大量的肥料与农药也随之浪费（Hall et al. 2009）。在发达国家，造成浪费的主要原因之一是零售商丢弃外观不佳或大包装中无法完全出售而余留腐坏的农产品。大包装的农产品占零售商所购食品的30%。在发展中国家，食品在零售环节的损失往往较低，造成粮食损失的主要原因包括基本存储设备的缺乏、农场的虫害、食品加工的落后以及运输设备的不足。以水稻为例，在发展中国家，其损失高达收割总量的16%（Mejía 2003¹³）。因此，对于发展中国家，通过有针对性地对粮食收割后的供应链进行投资，粮食供给与粮食安全保障仍有很大的进步空间。

农村劳动力

在世界的发展中地区，越来越多的农村人口正在向城市和近郊地区迁移（图6），这造成了农村人口的显著变化。处于就业年龄段的男性希望在城市中寻找就业机会，造成从事农业劳动的男性减少。农村男性外出务工还导致这些地区的小农以妇女为主。在撒哈拉以南的非洲地区，妇女占小农总数的70%以上（World Bank, FAO and IFAD 2009）。这些变化带来的经济机遇不言而喻，但妇女在照顾儿童和老人的同时，还必须承担额外的责任，加重了农村妇女的负担。

受气候变化影响，农业的脆弱性增加

IPCC的模拟结果显示，在中高纬度地区，平均气温上升1-3°C，粮食产量会有小幅提高，影响程度取决于作物种类（Easterling et al. 2007）。但在低纬度地区，尤其是季节性干旱地区与热带地区，微小的气温上升（1-2°C）就将导致粮食减产。

气候继续变暖对所有地区都将带来越来越多的负面影响。气候变化情景分析显示，到2080年，营养不足的人口数量会在当今的水平上增加1.7亿，且大多发生在发展中国家（见图10）。IPCC的模拟结果表明，极端气候事件导致的粮食损失，大于温度升高给温带地区粮食生产带来的任何积极效应（Easterling et al. 2007）。

在南亚和撒哈拉以南的非洲地区，生活着部分最贫困的人群，他们从事农业活动。气候变化情景分析的结

果表明，气候变化给农业带来的影响会使当地陷入极度困难的境地。最新研究也表明，由于各种非生物及生物的胁迫，加上大陆较低的适应能力，非洲是应对气候变化能力最为薄弱的地区（IPCC 2007b）。中亚和南亚的粮食产量到21世纪中期也将下降30%（IPCC 2007b）。在拉丁美洲的干旱地区，气候变化会导致农业用地的盐碱化和荒漠化，使得一些重要农作物及畜牧业的产量下降（IPCC 2007a）。

2.2 机遇

促进绿色农业发展的机遇有很多，主要包括：提高政府意识，吸引捐赠资金用于支持低收入国家发展农业，吸引个人投资用于可持续农业，增加可持续方式生产出的食品的消费需求。

政府意识

各国政府，特别是发达国家政府，发展可持续农业的意识越来越强。自20世纪80年代中期，经合组织国家推出了大量政策措施，旨在解决农业带来的环境问题。部分措施直接在农业部门开展，例如将对农业的支持与环境状况挂钩。其他措施被纳入更广泛的国家环保计划。通过这些措施的开展，经合组织国家内农业的环境影响开始改善。

全球用于种植有机作物的耕地面积在1990年尚且微不足道，到2010年已升至耕地总面积的2%，在部分国家甚至高达6%。自1990年以来，土壤侵蚀和空气污染程度均有所下降，农业用地面积减少，产量却增加，农业投入（包括肥料，农药，能源，水资源）的使用效率也得到提高。然而，对农用燃料的补贴却是进一步提高能源效率的障碍（OECD 2008）。

支持农业发展的捐助

农业方面的海外发展援助（Overseas Development Assistance, ODA）在过去30年持续减弱，自2006年粮食危机升级以来开始回升。2009年，八国集团首脑会议在意大利举行，会上富裕国家承诺了200亿美元用于发展中国家的农业。在落实资金的同时，也需要确保这些投资真正起到发展绿色农业的作用，如潘基文所说：“为农业带来新的生机，在给环境带来最小的损害的前提下可持续地提高产量，为可持续发展作出贡献”¹⁴。最近，联合国粮农组织，世界银行，联合国贸易和发展会议（United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD）和国际农业发展基金（International Fund for Agricultural Development, IFAD）共同提出了可信赖的农业投资导则¹⁵。

13. 下载地址：<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4751E/y4751e0o.htm>

14. Ban Ki-moon. 2010 参见：<http://www.un.org/apps/news/story.asp?newsID=26670>

15. 参见：http://siteresources.worldbank.org/INTARD/214574-1111138388661/22453321/principles_Extended.pdf

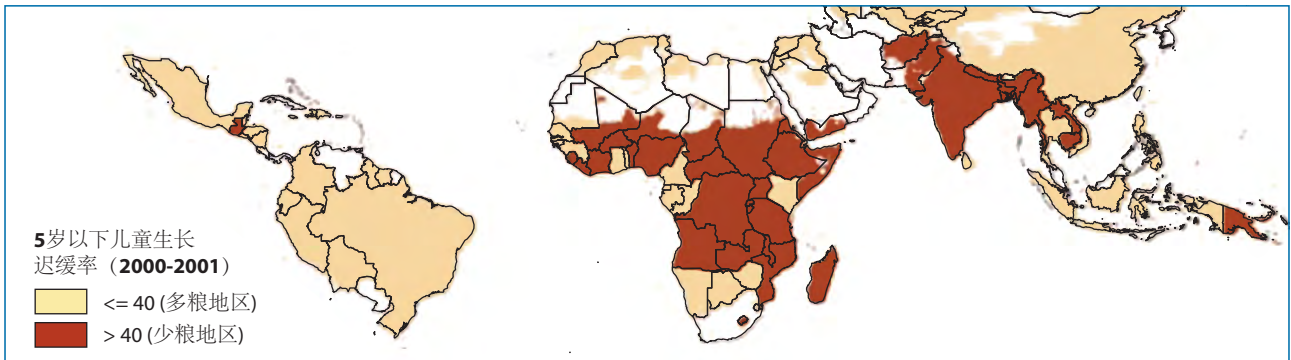


图10: 未来食品安全情况预测

资料来源: CGIAR 2011。见: http://ccafs.cgiar.org/sites/default/files/assets/docs/ccafsreport5-climate_hotspots_advance-may2011.pdf

吸引私人资金

保证农业部门拥有信贷与投资资金的优先使用权，是“绿化”农业最重要的驱动因素之一。主权财富基金 (Sovereign wealth funds, SWFs)、养老基金、私募股份基金和投资农业的避险基金，它们的数量、额度与收益率都在不断上涨 (McNellis 2009)。主要的财政机构正致力于扩大绿色投资。如果某些公司生产和出售的产品可以提高农业投入的效率，并为私人企业引入创新机制，财政机构可为这些公司提供投资信贷 (见专栏三)。某些融资机制 (例如贷款担保基金) 有助于将私人资金加倍提供给小农，使他们可以开展可持续农业。公共部门，尤其是发展中国家的公共部门，对这些机制应该进行大力支持。

扩大可持续食品的消费需求

在过去几年里，对可持续方式生产的食品 (可持续食品) 需求大幅增加。在全球经济衰退情况下，公平贸易产品的购买力依然强劲。2008年，公平贸易产品的全球销售额超过35亿美元。国际贸易中心 (International Trade Centre, ITC) 与有机农业研究所 (German Research Institute of Organic Agriculture, FiBL) 各项数据显示，有机食品与饮料的主要市场在2000-2007年间平均每年扩大10%-20%左右，2009年市场规模达54.9亿美元。这一数据中还未包含有机纤维、化妆品和其他奢侈品。这一增长也带动了农场有机管理的发展。目前世界上约有3,220万公顷的有机农场。此外还有野生的有机食品，2007年，生产野生有机食品的土地约有3,000万公顷。

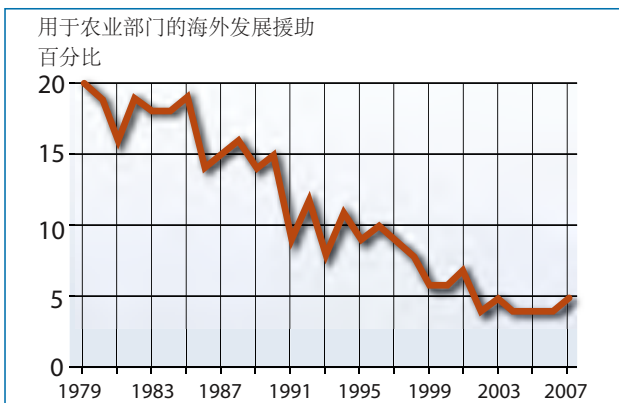


图11: 用于农业的海外发展援助 (1979-2007)

资料来源: OECD 2010。虽然自1996年起，林业和渔业部门有单独的数据，但此表中的农业包括了这两个部门。私人资金未计入。见: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/38/44116307.pdf>

专栏三: 农业供应链的创新可以提高股东价值与社会价值

对于投资者来说，认识水资源风险对于缓解对企业投资的风险越来越重要。Robeco资产管理公司在对企业投资的过程中，通过积极对话鼓励他们执行相关政策与创新实践，以减少水资源缺乏给他们的业务以及声誉带来的风险。此外，还鼓励企业设法提高绩效，提高股东价值，为建设并维持绿色经济做出长期贡献。

棉花，作为一种耗水作物，在与纺织企业讨论用水效率目标以及可持续的供应链时，往往是关注焦点。通过优质棉花倡议 (Better Cotton Initiative, BCI) 已创建了一个供大家交换经验与信息的平台，例如高效灌溉技术，农民培训项目，减少农药使用以及透明采购成果。

资料来源: 基于Robeco资产管理公司由高级业务专员Lara Jacob (2010) 得到的信息。

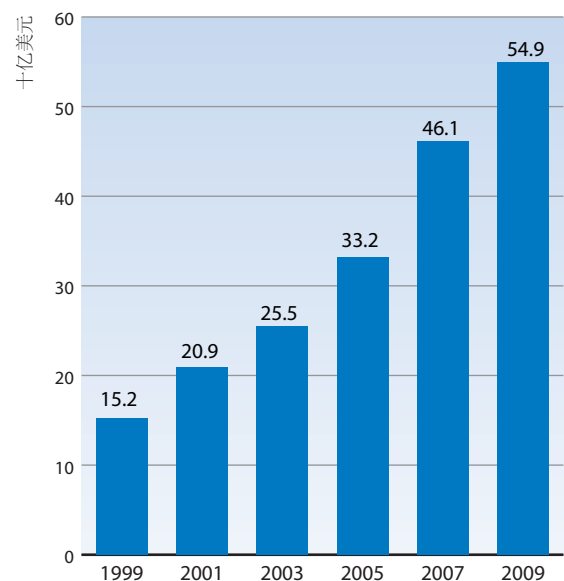


图12: 有机食品/饮品的全球贸易 (1999-2009)

资料来源: 由Asad Naqvi和Pratyancha Pardeshi参照Sahota,A.2009提供数据。

3 发展绿色农业的实例

常规农业与传统农业以不同的方式都给环境带来了严重压力。这两种农业方式向绿色农业转变的起点不同，发展道路也有很大差异，而且当地的环境、社会和经济条件也会起到很大作用。工业化农业需要减少对化石燃料、水资源和其他投入的依赖。在农场中饲养牲畜，利用其粪便保持并提高土壤肥力，这样的营养物质内部循环无论对大型农场还是小型农场都是有益的（IAASTD 2009）。

3.1 农业所致环境退化的代价

相关研究对目前农业实践的外部成本进行了估算，包括农药和肥料等农业投入带来的污染（比如污染航道），以及农场机械与食品运输过程中的排放。

农业活动造成了约13%的全球人为温室气体排放，主要是使用无机肥料、化学杀虫剂与除草剂（这些产品在生产过程中排放的温室气体属于工业排放）以及化石燃料能源造成的温室气体排放。这一数据中还不包括土地利用变化的影响。全球58%的 N_2O 与47%的 CH_4 排放来自农业部门。这两种气体比 CO_2 更具有致使全球变暖的潜力（分别为 CO_2 的298倍和25倍）。此外，按照目前的实践与消费模式，由牲畜释放的 CH_4 量预计到2030年还将增加60%（Steinfeld et al. 2006）。农业用地对林地的侵占预计还将造成18%的全球人为温室气体排放（IAASTD 2009 and Stern 2007）。

Pretty等人对每年农业外部成本的估算结果显示，德国约为20亿美元，美国约为347亿美元（Pretty et al. 2007）。这相当于每年每公顷的草地或耕地的外部成本为81-343美元。在英国，参照1999/2000年数据，农业的环境外部成本为每年51亿英镑，包括从农场到市场再到消费者的食品运输。这一成本高于农场的年净收入（Pretty et al. 2007）。在中国，仅水稻杀虫剂造成的外部成本已高达每年14亿美元，这包括人类健康成本以及对农场内外生物多样性的不利影响（Norse et al. 2001）。中国的污染普查表明，农业部门造成的水污染现象比工业部门更为严重，排污量达1,320万吨（China's National Pollution Census 2007; New York Times 2010）。在厄瓜多尔的高地深处，农药造成的死亡率高达21人每十万人，是世界上比例最高的地区之一。可以减轻这种后果的虫害综合治理（Integrated Pest Management, IPM）措施的经济效益不断上升（Sherwood et al. 2005）。土地退化给亚洲的十个国家共带来了100亿美元的经济损失，这相当于他们农业GDP总和的7%（FAO 1994）。

过去50年中，由于肥料使用的管理不善，淡水系统中的磷浓度升高了至少75%，每年流入海洋的磷元素达1,000万吨（Bennett et al. 2001; Millennium Ecosystem

Assessment 2005; Rockstrom et al. 2009）。水中的氮磷污染主要来自无机肥料的使用，这也是导致水体富营养化的主要原因。人为因素引起的营养水平提高使得藻类迅速繁殖，大量吸收水中溶解氧，使其浓度下降，影响鱼类生存（Smith&Schindler 2009）。美国用于富营养化治理的费用高达每年22亿美元（Dodds et al. 2009）。

并非所有的农业外部性都可以量化，所以上述数据很可能低估了农业的总社会成本。例如，常规农业造成的农药中毒，导致每年4万人死亡（FAO-ILO 2009），而此类事件往往不被报道。

使用化学品或合成物质的农场，农民负债可能性更大，在发展中国家尤为明显（Eyhorn et al. 2005; Shah et al. 2005; Jalees 2008）。以印度中部地区为例，棉农用于购买农场投入进行贷款的年利率为10-15%（从合作社贷款），甚至高于30%（从私人放贷者贷款）。相反地，从事有机农业的农民，由于生产成本较低，并可以使用农场内部投入，他们进行借贷的可能性往往很小（Eyhorn et al. 2005）。虽然尚未达成共识，但是Jalees（2008）认为，为了得到足够的生产成本（包括购买肥料、杀虫剂和转基因种子等）不得不进行借贷，是导致印度农民高自杀率的主要原因。

下一部分中介绍一些农场内部及外部的投资策略，这些策略有助于减少、消除并逐步扭转目前大多数农业方式造成的环境及经济代价。

3.2 绿色农业的优先投资领域

投资研发和农业企业

“绿色革命”在世界范围内得以广泛开展的重要因素之一就是公共及私人部门首先对研发进行投资，并将研发结果进行传播，进行商业应用，最终使得生产力显著提高。进行灌溉以及增加无机农业化学投入也起到了积极效果。“绿色革命”的开展从一定程度上削减了农业的环境外部性。但是对这些旨在提高效率的一系列措施（包括技术、农业投入、农业实践、作物种子与家畜的品种）进行开发、实施及传播需要一批新的资金。

国际农业知识与科技促进发展评估（International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development, IAASTD）指出，通过对不同商品、不同国家及地区的研究，对农业知识与科技的投资回报率（ROI）平均高达40%-50%，而且一直未见下降趋势，这高于大多数政府的借贷利率（Beintema and Elliott 2010）。商业收益率并非投资绿色农业研发部门的唯一决定因素。在社会收益

专栏四：对农民进行绿色农业实践培训的成本

在最近的一份有关有机农业的报告中，亚洲开发银行总结了由常规农业方式过渡到有机农业方式，包括认证费用在内的转型费用约为77-170美元/人/公顷（ADB 2010）。其中农民的培训费用约为6-14美元/人。帮助农民摆脱贫困需要的总投资约为554-880美元/人（World Bank 2008a），与之相比，农民的培训费用十分微小。此外，农业转型还涉及其他的费用，如扶持有利政策所需的费用，这些政策可以促进研发与市场的联系，依靠供需关系创造市场激励体制。此类费用不可低估，而且在国际环境中需要双边或多边的支持。

方面，通过实施绿色农业实践与土地管理，给农村带来了生态、生活以及社会文化各方面的利益，若将这些收益全部货币化，社会回报率将会更高（Perrings 1999）。

提高生物固氮能力，培育产量更高、适应能力更强的植物、牲畜和水生物品种，发展谷类作物，这些方面的研究可以减少能源、水资源和肥料在耕种过程中的使用量。这些研究也许需要几十年的时间才能培育出

具有上述优势特征的作物。但是，对于后代作物对化石类肥料的依赖，以及作物及动物对气候变化的适应能力，这些研究结果具有显著意义。

植物与动物的健康管理

改进植物与动物的健康管理（Plant and animal health management, PAHM）方法的田间试验证明了此办法可以提高农场的收益。间作方案选择各种不同作物，他们释放的气味对不同昆虫、线虫和其他害虫起到吸引或排斥的作用。“推拉（push-pull）”技术即是其中一种有效治虫的间作技术。例如在玉米的种植过程中，采取与豆类植物和草进行间作的方法。豆类植物在耕种区域释放的气味可以阻止对玉米有害的虫子，而草所产生的气味可以吸引昆虫将卵产在草上，从而对玉米起到了保护作用。

在非洲东部地区实施的推拉治虫技术大大提高了玉米产量，同时，种植的固氮草料还提高了土壤肥力，并为牲畜提供了饲料。有了更多的牲畜，农民便可以生产更多的肉类、牛奶和其他乳制品，牲畜的粪便还可以作为有机肥料返还到田间。这些肉类、牛奶和畜力等额外收益对于小农场中人们的生活非常重要（Khan et al. 2008）。对非洲东部21,300户农民实施推拉治虫技术的经济分析表明，收益与成本的比例为2.5: 1（Khan et al. 2008）。采用此技术的情况下，劳动力的回报为3.7美元/人/天，在单纯种植玉米的情况下，回报为1美元/人/天。两种模式下单位土地的收入分别为424-880美元/公顷和81.9-132美元/公顷。此技术用于其他作物的田间试验正在进行中，估计可以实现类似的收益。

方案	作物，国家/地区	成本	收益	包含绿色农业额外成本 的收入与利润
间作	玉米与银叶藤间作，东非（Khan et al. 2008）。	主要为增加劳动力的成本。	玉米产量比单一种植玉米提高2-5倍；害虫水平下降75%-99%。	推挽种植带来的收益与成本比率为2.5: 1；带来的收入总额为每公顷424-880美元，而单一种植玉米的总收入为每公顷82-132美元。
虫害防治	引入黄蜂来捕食木薯虫，非洲（Norgaard 1998），可可，喀麦隆（Dieu et al. 2006）。	通过对1978-2003年所有非洲木薯种植国家的研究，引入黄蜂成本为1,480万美元，此成本包括研究与推广费用。对于可可种植，虫害综合治理造成劳动成本14%的提高；由于节省杀真菌剂的使用，总生产成本下降11%。	引入黄蜂，可将木薯水蜡虫造成的粮食损失降低60%。对于可可种植，虫害综合治理可以节省39%的杀真菌剂成本。	通过对1978-2003年所有非洲木薯种植国家的研究，引入黄蜂使得收益成本比率为149: 1；保障产量的同时减少杀真菌剂的使用，提高农民利润。
生物杀虫剂	真菌孢子除蚜虫，贝宁湾，玉米，木薯，豇豆和花生（De Groote et al. 2001）。	有效调节所需的成本预计为每公顷4美元。	喷洒20天后蚜虫的死亡率超过90%。	生物杀虫剂成本低，却可大幅减少损失。蚜虫可以给豇豆和玉米带来的损失分别可达90%和33%。

表2：植物与动物健康管理的收益与成本举例

专栏五：简易粮仓：低投入，高回报

联合国粮农组织的金属粮仓计划为家庭或社区规模的金属粮仓的生产和推广提供支持。据粮农组织估计，进行此项投资的农民可以将其玉米在收获的四个月以后以38美元/100公斤的价格出售，几乎是收获季节价格（13美元/100公斤）的三倍。一个120公斤容量的金属粮仓的制造费用约为20美元，1,800公斤容量的约为70-100美元。其造价在不同国家会有所变化，但大多数农户在使用的第一年便可收回全部成本（Household Metal Silos, FAO 2008）。据粮农组织报道，虽然收割后的粮食浪费问题不难得到缓解，但是目前世界上只有不到5%的农业研究和推广资金是针对此问题的。

减少收割后粮食损失的另一种方式是使用经济的密封包装材料并进行简单处理，这样可以防止虫蛀或者食物发霉。使用此项技术的一个著名的例子就是“普杜大学改善豇豆存储技术”（Purdue Improved Cowpea Storage, PICS），其包装材料在两层聚丙烯外，再加一层交织的聚丙烯材料。这种PICS材料在非洲西部进行生产，可以较低的费用对豇豆或其他粮食进行4-6个月甚至更长时间的安全保存（Barbutsa et al. 2010）。

再介绍一个在喀麦隆实施的植物与动物健康管理实例，在Dieu等人的研究中，可可种植者通过接受剪枝、遮荫和植物检疫的培训，可以实现与使用多种杀菌剂的常规种植方法相当的产量。而使用这些技术可以减少39%的杀菌剂使用量。虽然与常规种植方式相比，劳动成本增加了14%，但是总的产品成本下降了11%（Dieu et al. 2006）。通过开展绿色农业，依赖具有更高知识水平的劳动力，产品成本中更多的部分付给了当地的农民。杀菌药品的进口量下降，这可以节省大量外汇，同时降低健康损害和环境污染也是额外的收益（Velarde 2006）。

对植物与动物健康管理的投资应该侧重于研究和培训环节；投资重点应该是自然的害虫管理措施，最终实现对威胁农业生产的害虫的预防和治理。虽然一些低成本的自然的生物控制措施，可以改善植物和牲畜的抵抗力与对抗虫害的能力，但是在过去的几十年里，作物的转基因（genetically modified, GM）研究却一直在增加，大多是私有部门的投资，也有少数的公共资金的资助。国际农业知识与科技促进发展评估报告（2009）中建议，针对转基因作物的推广带来的生态、经济和社会问题，需要开展进一步研究，尤其是在公共的研发部门；这些研究进展应该可以广泛地在发展中国家展开应用。

表2中列出了植物与动物健康管理的成本与收益。植物与动物健康管理可以减少农民的投入费用，减少他们与危险化学品的接触，还可以有效保障作物的产量。此外，还可将减少或取代化学杀虫剂的使用。化学杀虫剂在使用过程中往往将非目标昆虫也一并杀死。很多对环境和农业有益的昆虫，如授粉昆虫和捕食害虫的昆虫，原本是自然食物链中的一环，在使用化学杀虫剂的时候会被一并除去。

表2中所列的植物与动物健康管理都是利大于弊的。尤其是间作方案，其收益与成本的比率高达2.5:1。与单作物种植相比，联合采用间作种植与推拉治虫技术提高劳动力利用效率，可使收益提高200%。

关于虫害的防治策略，在非洲的另一种做法是引入新的肉食动物，这对减轻水蜡虫造成的损失非常有效。此方案中，研发与推广环节需要的成本最高，但是其结果可大幅提高产量并减少收割后的损失，使总量得到10倍的提高。与推拉治虫技术不同的是，此类虫害防治措施往往是在国家范围或跨国家地实施，具有规模效益，所有的农民都可以获益，这与他们的农场规模以及本人是否进行投资无关。

联合主要的农业企业，推广绿色农业的开展

全球农业方面的业务主要由少数几家公司掌握。最大的四家种子公司占据了超过50%的种子市场（Howard 2009）。最重要的10家农业企业占据了农药市场的82%，其中有4家在种子公司领域排名前十。十大企业占食品加工全球市场的28%。15家超级市场企业中销售的食物量占世界食品销售总量的30%以上（Emmanuel and Violette 2010）。大约40家主要企业的投资决策，就可以从一定程度上决定在全球农业部门中推行绿色可持续的耕种规范。

这些企业通过“绿化”核心业务与供应链，对于向绿色农业的转型起重要的作用。此外，他们还可以为不同方案的研究与实施进行投资，通过提高农场无机投入的利用效率与农场内部营养循环的能力建设来保障全球的粮食安全。另一个投资领域是提高消费者对可持续农业产品优势的认知，这对环境和商业都是有利的。在农业企业与非政府组织关于推动绿色农业的合作中，一个非常有前景的成就是成立可持续食品实验室¹⁶。

强化农场绿色投入与产出的供应链

可持续产品的需求量的不断上涨主要体现在发达国家。对扩大发达国家的现有市场，并开拓发展中国家的新市场进行投资，可以实现以下目的：（一）创建高收入的农业及非农业的就业机会（例如认证审计员）；（二）缩短从田间到市场的供应链，使农民得到更高的回报；（三）有助于控制溢价，对于常规生产的粮食，溢价浮动范围可从价格的10%到超过价格的100%（Clark and Alexander 2010）。有机食品及产品的溢价导致需求弹性较大，而消费者期待低价食品，这是目前的一个主要矛盾。随着消费者收入水平

16. 参见：<http://www.sustainablefoodlab.org>。

方案	作物, 国家/地区	成本	收益	包含绿色农业额外成本的收入与利润
耕种固氮草料与绿色肥料植物	玉米, 西班牙; 稻米, 印度, 印度尼西亚和菲律宾 (Tejada et al. 2008) (Ali 1999)。	成本取决于具体方法和国家。使用稻米秸秆作为绿色肥料, 其成本在印度尼西亚和菲律宾为每公顷18美元, 在印度为公顷40美元。满江红(一种蕨类植物)用于固氮和绿色肥料, 其额外成本在印度为每公顷34美元, 在菲律宾为每公顷48美元。	玉米增产幅度约为第一年40%, 第二年5%, 第三年20%。与使用无机肥料相比, 稻米产量未见提高, 但是长期土壤有所改良。在该项研究的最后三年中, 玉米产量与第一年相比增长幅度约为: 28%, 30%和140%。大豆产量未受影响。	对水稻施无机肥后再追施绿色肥料不增加成本, 可以提高收益。
免耕	玉米, 墨西哥; 小麦, 摩洛哥; 谷类, 英国; (Erenstein et al. 2008; Mrabet et al. 2001; Baker 2007) 高粱和玉米, 博茨瓦纳; 玉米, 高粱和豇豆, 尼日利亚; (Eziakor 1990) 大豆, 澳大利亚 (Grabski et al. 2009)。	小规模免耕系统设备所需的资金估计在25,000美元到50,000美元之间 (ICARDA)。在英国, 从承包人手中租借免耕系统设备比耕作设备更便宜, 价格差约为每公顷156美元。在博茨瓦纳, 每户在拖拉机上的投资平均为218美元。	玉米产量增加29%, 小麦44%。与采用传统耕种方式相比, 利用动物耕种或进行施肥, 总的耕种面积与总产量没有改变 (Botswana and Nigeria)。免耕系统中大豆产量在14年中与传统耕种系统相比提高了27%。	免耕方案具有经济利益, 配备免耕系统设备后仍可保证一定收益。
使用生物碳	玉米与大豆间作, 哥伦比亚; 玉米与小麦间作, 美国 (Major et al. 2010; Galinato et al. 2010)。	生物碳生产成本取决于原料与生产方式, 约为每吨87-350美元。	在该项研究的最后三年中, 玉米产量与第一年相比增长幅度约为: 28%, 30%和140%。大豆产量未受影响。	在美国, 使用低价生物碳, 小麦产量提高带来的利润为每英亩414美元。使用高价生物碳会降低利润。

表3: 土地管理策略的收益与成本举例

的提高以及对健康生活方式的认识, 在缺乏安全食品法规和管理的情况下, 特别是目睹了一些常规方式生产的廉价食品给健康带来的危害, 收入中上水平的消费者在可以支付的前提下, 将会逐渐接受以更高的价格选购通过更具环境可持续性并更符合道德伦理的方式(如公平贸易等)生产的食品。

在很多国家与地区, 天然的肥料与杀虫剂数量是有限的, 这是开展可持续农业规范的一个重要制约因素。因此需要对有机物及回收的牲畜粪便进行堆肥, 以生产有机肥料。对天然的非合成性的农业投入的生产、供应以及市场化进行投资, 不仅可以带来可观的回报, 还可以在农村地区创建小规模的企业。有机肥料的用量与无机肥料相当, 从经济角度考虑大量的肥料不适合长途运输, 因此, 堆肥生产需要当地化。

农业机械化与粮食收割后的储存

适当地开展中小型农场机械化, 可以显著提高农业生产率并促进绿色农业的开展。其机械化的程度(包括役畜和现代的燃料能源技术), 决定了单位劳动力与单位土地面积可实现的产量目标。开展农场绿色机械化的主要内容包括: (一) 使用更节能的耕种设备, 并实施秸秆还田以提高土壤肥力; (二) 采取免耕或少耕的做法, 保证作物最佳的均匀性, 减少对表层土壤的干扰; (三) 精确高效地使用农业化学品; (四) 采用滴灌和喷洒的灌溉方式; (五) 收割后进行简单加工, 包括在农村对农副产品进行加工 (Rodulfo and Geronimo 2004)。

多数农业机械化技术需要使用燃料或电力。在化石燃料的价格不断上涨的情况下, 利用非传统能源, 例如生物柴油燃料和沼气发电产热, 对于在发展中国家开展农业机械化具有重要意义。虽然不乏在农村地区使用生物产能的技术, 但由于对化石燃料和农业机械的补贴与政策支持, 这些技术往往不具竞争力。

农业机械化将会减少对农业劳动力的需求, 所以需要投资扩大非农业的就业机会。在农村地区, 食品加工与包装不仅可以带来新的就业机会, 还可以帮助农产品进入市场。然而, 最终实现农业附加值还取决于连接农村与市中心、港口、机场的道路交通情况, 以及掌握食品加工设备使用的技术工人。在开展食品加工的农村地区, 加工过程中的剩余物可以进行堆肥或者加工成有机肥料, 这样既避免了产生垃圾, 还可以为农田提供必要的有机营养。

对于改善收割后的储存条件, 简单的技术和少量的投资便可以取得可观的成效。由于缺少干燥卫生的储存条件以及低温运输系统, 小农户收获的粮食往往损失20%-30%以上。而且, 他们不得不在收获季节立即出售所有的粮食, 而此时的粮食价格比其他月份会低很多 (Kader and Rolle 2004)。对收割后的储存环节进行投资, 可以带来多重的经济和发展效益(专栏五)。

改善土壤和水的管理, 增加作物与牲畜的品种

常规农业的一个最明显后果就是对土壤有机质 (Soil organic matter, SOM) 的快速消耗。重复种植使土壤退化并导致产量下降, 所以生产成本相应升高。在

方案	作物, 国家/地区	成本	收益	包含绿色农业额外成本 的收入与利润
植物覆盖	谷物, 印度 (Sharma et al. 1998); 花生, 印度 (Ghosh et al. 2006)。	花生种植采用小麦秸秆进行覆盖, 每公顷需要5吨, 费用为58美元, 远低于黑色塑料膜进行覆盖的费用。每公斤塑料膜和秸秆的价格分别为1.8美元和0.01美元。	每公顷土地以6吨小麦秸秆覆盖, 谷物的产量最高, 三年的增产幅度为130-149%; 以小麦秸秆覆盖可以提高花生仁产量达17-24%; 同时使用小麦秸秆与黑色塑料膜覆盖, 试验田的产量增加达30-86%。	对于花生种植, 单纯小麦秸秆覆盖和秸秆与塑料膜同时使用可以实现的收益分别为每公顷92美元和42美元; 对于谷物种植, 覆盖有可能带来长期利润, 但取决于覆盖物的价格。
犁沟修整	玉米, 中国 (Li X. Et al. 2001)。	修建犁沟, 以塑料膜覆盖。塑料和劳动力的费用未提供。	枯水年玉米增产60-95%; 丰水年70-90%; 雨量非常多的年份增产20-30%。	除了雨量非常多的年份, 收入和利润都得到提高。
人工踏板水泵	主要作物包括木薯, 玉米, 稻米和山药, 加纳 (Adeoti et al. 2007 and 2009); 各种作物, 赞比亚 (Kay and Brabben 2000)。	加纳人工踏板水泵的价格为89美元。此外还有劳动力成本。平均每个农场的总生产成本增加162美元。赞比亚, 抽泵的价格为60-77美元, 压力泵的价格为100-120美元。	在加纳, 踏板泵可以用来耕种多种作物; 在赞比亚, 每年只能用于耕种三种作物。	在加纳, 使用踏板泵使得农民收入提高了28%; 人均比不使用的农民高343美元。在赞比亚, 收入提高了6倍多。0.25公顷灌溉土地的收入由125美元增加到了850-1,700美元。
滴灌	蔬菜, 尼泊尔 (Upadhyay 2004); 玉米和蔬菜, 津巴布韦 (Maisiri et al. 2005)。	尼泊尔滴灌系统 (穿孔的水管和悬挂的水箱) 的投资费用平均为每位农民12美元。	尼泊尔贫瘠土地的产量提高。津巴布韦产量未见改变。用水量减少35%。	在尼泊尔, 农民妇女通过出售过剩蔬菜每年额外赚取70美元。
种植需水量少的作物品种	玉米, 13个非洲东部, 南部和西部的国家 (La Rovere et al. 2010)。	在这些国家, 10年中对于耕作需水量少的作物共投资7,600万美元。	平均增产率估计在3%到20%。	玉米增产实现5.3亿美元收益。回报投资比率约为7:1-11:1。

表4: 水管理策略的收益与成本举例

哥伦比亚, 英国, 摩洛哥, 墨西哥和美国等地都开展了更优土壤管理策略的实践, 产量增加30%-140%不等。这些策略包括: 耕种可以固氮的草料, 种植可作为绿色有机肥的作物如豌豆、蕨类、丁香和稻米等, 采用免耕并在作物残茬间重新播种, 利用废弃的生物质和生物碳 (关于生物碳, 仍需更多研究来了解其潜在的实际价值), 有机和矿物肥料。表3中列出了哥伦比亚, 英国, 摩洛哥, 墨西哥和美国地区通过实施更优的土壤管理, 实现增产30%-140%不等。不过每种管理方案中都需要一定的额外投资。例如, 种植固氮饲料或者绿色肥料作物需要额外的劳动力, 他们要撒播草料, 要对绿色肥料作物进行播种与耕种。由于草料在某些国家可以用做牲畜饲料, 其成本价格可能很高。总之, 实现40%的增产才可以使农民的投资有所收益。

使用免耕系统大多需要额外的资金支出, 且数额较高。在农用设备市场较完善的国家, 免耕系统的价格低于耕种器械。而在发展中国家对农场设备的投资可能会成为一个障碍。农民合作社和拓展服务项目可以帮助支付这些成本。

使用生物碳需要较高的投资。这主要是因为生物碳的生产成本很高, 根据不同的原料与生产方式, 其成本为87-350美元/吨。虽然使用生物碳可以显著提高产量, 但是农民使用生物碳的收益很大程度上取决于其

生产成本。

对于许多河流流域, 从中提取并用于灌溉的水量正在迅速超过其自然补充的速度 (Johansson et al. 2002; WWAP 2003; Wani et al. 2009)。相比漫灌、排水不畅以及过渡抽水等行为, 有很多方式可以更高效地可持续地利用地表水和雨水 (Steinfeld et al. 2006)。可持续利用水资源的策略包括滴灌系统, 加压水管和喷灌系统, 使用人工踏板水泵。研究表明 (Burneya et al. 2009; Sivanappan 1994; Belder et al. 2007), 滴灌系统在保证粮食产量的同时, 可以节省40%-80%的水资源。

利用落叶与秸秆覆盖, 可以减少表面蒸发, 从而提高水的利用效率 (Sharma et al. 1998)。景观和植物屏障是减少雨水径流, 保持农田土壤水分的有效方式。抗旱植物也有助于维持土壤水分。例如水稻强化栽培系统 (System Rice Intensive, SRI) 通过减少作物密度, 显著降低了水资源和其他外部投入的量, 同时也减少了种子和劳动力的使用。与传统的淹没式水稻种植方式相比, 水稻强化栽培可实现40%-200%的产量 (Zhao 2009)。从表4中可以看出, 多数的节水技术, 即便是需要额外设备以及运行成本, 仍可实现利润的提高。大多数节水技术的实施需要额外的设备, 还需要更多的劳动力, 因此劳动成本也有所增加。额外劳动主要包括: 覆盖田地, 培养植床, 调整犁沟,

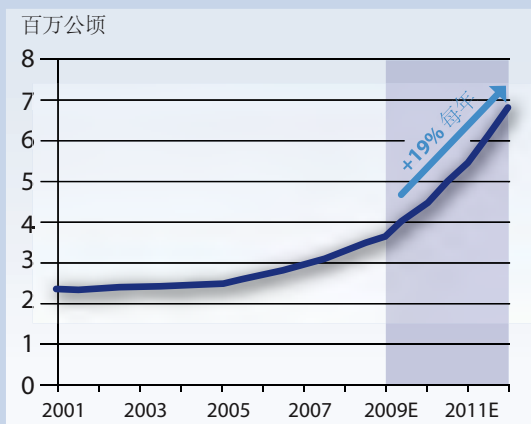
专栏六：投资可持续农业案例分析

在当前的人口增长，气候变化，资源紧缺的情况下，可持续农业成为一个很有说服力的投资机会。可持续资产管理公司（Sustainable Asset Management AG, SAM）通过可持续主题基金对这一潜能进行开发，对于提供高成本利用率及生态友好技术的公司进行投资，以实现水资源的高效利用和粮食的可持续生产。

由于充足的水供给是当今世界面临的主要挑战之一，SAM对水资源进行了投资。先进的微灌与滴灌系统可以使农民的用水需求减半，对化学品的需求也下降，同时产量增加到原来的150%。水资源短缺的国家正在迅速地采取这些技术（见下图）。

SAM可持续水资源基金目前涉及全球170家公司的投资，可管理资产为11.4亿欧元。自2001年与摩根斯坦利资本国际公司建立风险比较以来，SAM可持续水资源基金持续高于摩根斯坦利世界指数（MSCI World），平均年利润超过4.14%。微灌技术的迅猛发展推动了可持续农业的开展，并带来了一系列有吸引力的投资机会。

资料来源：改编自Daniel Wild（高级证券分析师）提供的资料（SAM 2010）。



以及调整土地轮廓等。不过增加的劳动成本低于粮食增产带来的收益，以及干旱缺水的年份中粮食损失的风险。

如表4中所示，滴灌系统和人工踏板水泵方案的投资成本回收最快；而且收益高于投资成本的10倍。采用这些技术的可以有效降低小农户收入的脆弱性与不稳定性。滴灌系统可以提高用水效率，尤其适合一年内在同一土地上多次耕种的情况。在尼泊尔，农民妇女通过在贫瘠土地上种植经济价值高的作物可以赚取额外的收入。利用抗旱作物等方案主要涉及在研究及推广新型种子方面的投资。这些技术的收益估计高于投资成本的10倍，在非洲缺水地区收益率更为显著。

这些策略的成功，意味着对于旱作和耕作农业，在提高用水管理方面的农业研究已取得一定进展，不过仍存在很大的进步空间。由社区引导的流域管理策略还未被广泛采用。传统意义上的流域管理涉及大型水利工程建设，由此将当地的溪流和河流流域连通成一个网络，包含水库，盆地汇水区以及其他的蓄水设施。然而，旨在改良流域内土壤、水与植物资源的社区引导流域管理正在吸引越来越多的关注，也成为农民通过生态系统付费体制（Payment for Ecosystem Services, PES）获取利益的机会。这些社区引导的流域管理策略为提高灌溉效率提供了重要的机会（Krishna and Uphoff 2002）。

关于作物和牲畜多元化的问题，植物和动物繁殖的基因资源是粮食生产的基础。基因多样性作物可以将当地作物品种与其他更高产品种的优势相结合。同样，对当地动物品种与其他高产动物品种进行挑选与配种，可以增加生物多样性，同时带来显著的生物、社会与经济效益。作物多样化具有诸多益处，包括通过生物固氮与作物残余物还田来补充土壤养分，减少温度应力和水份蒸发速率，吸引授粉和捕食害虫的有益昆虫。将高价值的蔬菜和水果等园艺品种与谷物或其他作物相结合，一方面提高了农民的收入，另一方面通过食草牲畜，为人们提供特殊的蛋白质和热量，这些在其它情况下是来自非食用生物质的。回收牲畜的粪便并将其用作土壤有机肥，这一举措是绿色农业的重要组成部分。此外，为很多树木及灌木与耕作作物、园艺以及特种作物（如咖啡，茶，香草等）的结合提供了机会，最大程度地实现了农场的产出。

多样化策略不仅可以降低现有农场的脆弱性，而且可以提高其产量和利润。表5中列出了农业多样化策略在亚洲和非洲实施的实例，并列出了其成本和收益。在印度和孟加拉国，对不同作物的多样化研究结果表明，通过提高产量可以收回此方案研究与推广的成本。畜牧业的多样化在非洲和亚洲都可以增加利润。此项策略的主要成本除了增加劳动成本，还包括培训与学习新实践方法的费用。畜牧业的多样化还将涉及农场设备方面的大量资金。在就业机会很少的国家，多样化策略无论对于农民还是工人都是强有力的扶贫策略。通过对目前农业成本分析，以及对摆脱基准发展模式的管理转变策略的成本分析，可见“绿化”农业部门带来的效益，这将在下面一节中展开介绍。

3.3 “绿化”农业部门的效益

“绿化”农业部门，预计可以带来一系列的效益，包括增加农民的收入和利润，提升宏观经济水平，提高农业部门适应气候变化的能力，同时也给生态系统服务带来利益。

绿色农业的生产力与收益率

无利润的业务是不可持续的。无论在发达国家还是发展中国家，许多研究都已证实可持续农业的生产能力与盈利能力。粮农组织的一项课题（Nemes 2009）针对50个农场（主要分布在美国）开展了研究，结果表

方案	作物, 国家/地区	成本	收益	包含绿色农业额外成本的收入与利润
作物多样化	稻米和木豆, 花生, 黑豆, 印度 (Kar et al. 2004); 各种作物, 孟加拉国 (Rahman 2009)。	孟加拉国的五年计划中拨款4,180万美元用作促进作物多样化; 实验研究结果表明农民开展多样化农业的缩减投资为每个农场40美元 (按照1997年1月的汇率计算)。	在印度, 稻米与木豆, 花生, 黑豆的间作, 与单独种植稻米相比, 产量增至原来的三倍。	在孟加拉国, 实行作物多样化的农民与其它农民的净利润接近, 但多样化农场带来了积极的环境效益。
园艺与畜牧业多样化	各种作物与牲畜, 非洲 (Seo 2010); 非洲和东南亚国家的作物调查 (Weinberger 2007)	在肯尼亚, 荷兰豆与四季豆的生产分别需要600和500个劳动日/公顷。在墨西哥, 园艺比农业部门所需总劳动日还要高20%。	根据不同的气候情景, 气候变化对畜牧业多样化的影响从9%的损失到27%的利润不等。	开展畜牧业多样化的农民的利润高于其他农民, 优势在孟加拉国为29%, 肯尼亚为497%。在气候变化的情况下, 估计综合式农场或多样化农场在未来50年, 比非综合式农场具有更高的利润。

表5: 农业多样化策略的收益与成本举例

明: “绝大多数实例证明有机农场更具经济利益”。

发展中国家的不同实例可以证明绿色农业具有更高的生产力和收益率。Pretty等人 (Pretty et al. 2006) 针对57个贫困国家的农场进行研究, 通过采取286项不同的最佳规范倡议, 农产品产量平均提高了80%。这些具体措施包括综合虫害与养分管理, 保护性耕作, 农林业, 水产养殖, 水回收与畜牧业的一体化。此项研究设计1,260万个农场, 共计3,700万公顷, 占发展中国家总耕种面积的3%。所有作物的用水效率都有所提高, 幅度最大的是旱作作物。固碳潜力为0.35吨碳/公顷/年。有关农药使用的77例数据表明, 农药使用量下降71%, 同时产量提高42%。在另一个实例中, 生物动力农场中使用了增加土壤肥力的技术, 如堆肥的应用, 以及在作物中引入豆科植物, 结果这些农场的生产力实现了100%的提高 (Dobbs and Smolik 1996; Drinkwater et al. 1998; Edwards 2007)。

非洲小农场中对合成性投入的使用量较低, 向可持续农业模式转变, 提高了他们的产量和收入。一项对1,000户尼亚萨湖南部农民开展的研究显示, 在农业模式转变的最初阶段, 这些平均耕种2公顷土地面积的农民, 每公顷土地产量提高了2-4吨。在肯尼亚的锡卡, 在转变为有机生产模式后三年内, 30,000个小农户的收入提高了50% (Hines and Pretty 2008)。

能量投入是决定农业生产成本的一个重要因素。而有机农业往往可以更高效地利用能源。例如种植有机稻米, 与常规的种植方式相比, 可节省能源4倍以上 (Mendoza 2002)。研究还表明, 与常规稻米种植方式相比, 有机种植每公顷只需其36%的能量投入。Niggli等人研究发现, 与常规的依赖化学品的农业方式相比, 有机农业生产系统对能源的需求将下降25-50% (Niggli et al. 2009)。与高投入的农业相比, 有机农业的能耗在欧洲国家中下降了10-70%, 在美

国下降了28-32%, 但是土豆和苹果等几种特殊作物除外, 有机耕种的能耗保持持平, 甚至更高 (Pimentel et al. 1983; Hill 2009)。

对于认证的可持续产品, 往往存在市场溢价, 但是除非全球 (除了以欧美为主的国家, 也包括其他国家) 对可持续农产品的需要有可观的增长, 否则这种价格机制无法起到长期激励的作用。溢价机制可能根据供需弹性会相应下降 (Oberholtzer et al. 2005)。然而, 如果常规生产的农产品价格 (作物与动物) 包含他们的外部成本, 那么可能会高于可持续产品的价格。此外, 如果考虑可持续农业所创造生态服务效益的价值, 并将其以货币返还给开展绿色农业的农民, 绿色农业产品与常规生产的产品相比将会更具竞争力。

绿色农业的宏观经济利益

“绿化”农业预计可以给宏观经济与减轻贫困带来显著的间接成效。事实证明, 对于减少农村地区贫困, 旨在提高农业部门生产力的投资所起到的效果, 是其他部门投资的两倍以上 (ADB 2010)。在中国, 加纳, 印度, 越南和一些拉美国家减少饥饿与贫困的成功先例中, 农业投资平均到每个劳动者的数额, 都要高于其他发展中国家 (FAO n.d.)。据世界银行估计, 实现第一项千年发展目标 (Millennium Development Goal 1, MDG 1) 的成本为每人554-880美元。然而根据亚洲发展银行研究所发布的数据, 通过开展有机农业实现一个家庭脱贫所需要的成本为每人32-38美元 (Markandya et al. 2010)。

此外, 随着绿色农业的开展, 大部分农场投入转为购买当地的资源 (如劳动力, 有机肥料), 由此为当地发展带来乘数效应。总体上, 绿色农业方式需要的劳动力比常规农业方式大约高30% (FAO 2007 and European Commission 2010), 由此为农村地区创造就业机会, 并提供劳动回报。这点对发展中国家而言

专栏七：创新的可持续社会资本投资倡议

绿色农业的机构投资逐渐涌现。例如，荷兰Rabo银行集团（Rabobank Group）对可持续农业进行支持的方式主要包括：启动Rabo可持续农业保证基金，支持荷兰可持续贸易倡议（Dutch Sustainable Trade Initiative, IDH）、Schokland基金、棕榈油可持续发展圆桌会议（Roundtable on Sustainable Palm Oil, RSPO）、可信赖大豆圆桌会议（Round Table on Responsible Soy, RTRS）和更优食糖计划（Better Sugar Initiative, BSI）。此外，通过Rabo银行基金会与Rabo发展有限公司，为提高发展中国家小户农民的财政收入水平与弹性，启动了一系列计划。集团还引入可持续农业基金等金融业务，尝试创新的金融模型，如在巴西的兴谷河流域项目中，在两年内对流域内83公顷的土地进行再种植。Rabo银行已经投资近5,000万美元，购买亚马逊农民再造林获得的碳减排额度。

另一个社会资本投资机构Acumen基金，已将价值数百万美元的投资引入发展中国家的私有企业，使其业务和其他措施取得成果，这其中既有供应滴灌产品的企业，也有运营村镇规模的沼气发电服务站。Acumen对私人企业的投资中既包括长期资本投资，也有经营管理能力建设的支持。

尤为重要，在这些国家，大量的穷困人民逐渐离开农村，到城市中寻求工作机会，造成年轻人比率不断增长，这为创造足够的就业机会带来了巨大的压力（图6）。此外，大多数的发展中国家存在高额贸易赤字（World Bank 2010），而外汇短缺是一个关键的资源制约。“绿化”农业部门可以通过减少农业投入的进口和扩大可持续农业产品的出口来缓解外汇的制约。减少赤字将有助于这些国家为其经济发展购买技术和其他关键性投入。

气候适应与减缓效益，生态系统服务

提高农业抵御干旱、暴雨和温度变化的能力，与加强农业多样性建设，并改善土壤有机质是紧密相关的。加强农田的多样性建设，可促进类似自然生态过程的进行，从而使农田系统可以更好地应对变化，降低风险。同一物种或物种间的多样化，可以提高系统适应能力，成为应对环境变化的保障（Ensor 2009）。通过使用绿色肥料，植物覆盖和回用作物残余和牲畜粪便可以改善土壤有机质，从而使得土壤持水能力提高，在暴雨时的控水能力也得到提高。

据国际粮食政策研究所（International Food Policy Research Institute, IFPRI）估计，2050年前，用于补偿气候变化给儿童营养带来的负面影响所需要的额外

专栏八：有机棉花生产与常规棉花生产

印度和瑞士的合作研究团队，通过对60个有机棉花种植农场和60个常规棉花种植农场两年数据的对比，发现对于棉花种植有机农业可以带来更高的利润。有机农业的可变生产成本与投入分别比常规农业低13%-20%和40%，而产量和利润率则分别高出4%-6%和30%-43%。虽然与棉花轮作的作物在出售过程中没有溢价，但是有机种植与常规种植相比，还是实现收入提高10%-20%（Eyhorn et al. 2005）。对印度东部卡奇和苏伦德拉纳格尔地区有机棉花种植的影响评估研究也得出了类似结论，参与此项目的农民由于降低了成本，提高了收益，纯利润实现了14%-20%的提高。这项研究进一步开展，对125个有机棉花种植者进行了调查，数据显示，95%的调查对象都反映采用有机种植以来农业收入有所提高，平均提高幅度为17%。大多数农民都反映这主要是由于生产成本的降低和产出价值的提高（Macdonald 2004）。Raj等人在安德拉（Andhra Pradesh）开展的研究也表明有机棉花种植可以获得更高的利润（Raj et al. 2005）。

资料来源：Nemes 2009

Research Institute, IFPRI）估计，2050年前，用于补偿气候变化给儿童营养带来的负面影响所需要的额外农业投资高达每年71-73亿美元（表6）。根据国际粮食政策研究所的建议，首要投资领域应该包括基础设施（例如非洲农村地区的道路建设），扩大灌溉，以及农业研究（Nelson et al. 2009）。对各种绿色投资方案需开展进一步评估，这些投资方案的目标包括：提高农业生态土壤肥力，为旱作农业提高水利用效率，培育抗洪耐旱的品种，综合虫害管理，收割后的加工设施。

据IPCC估计，至2030年，全球在农业方面的技术减排潜能约为每年55-60亿吨CO₂-eq（二氧化碳当量，Smith et al. 2007S）。土壤碳封存将是最主要的缓解机制，减排量为该技术潜能总量的89%。所以，农业具有巨大的温室气体减排潜能，并有可能在未来50年中转化成为净碳汇。温室气体减排的最重要方式是，将富碳有机物（腐殖质）应用到土壤中。这将显著降低对基于化石燃料和能源密集矿物肥料的需求，也是一个具有高成本效益的封存大气中碳的方法。实现进一步的温室气体排放下降，需要提高农业土地的产量，减少毁林，采取免耕/少耕的农耕方式以减少燃料使用（Bellarby et al. 2008；ITC and FiBL 2007；Ziesemer 2007）。

绿色农业提供的环境服务具有重要的意义。例如，据Rodale研究所的估计，转型为有机农业可以使每公

发展中国家的投资方案	南亚	东亚和太平洋地区	欧洲和中亚	拉丁美洲和加勒比海地区	非洲中东与北部地区	撒哈拉沙漠以南的非洲地区	发展中国家总投资
美国国家大气研究中心（NCAR）预测各方面所需投资							
农业研究	172	151	84	426	169	314	1,316
灌溉推广	344	15	6	31	-26	537	907
灌溉效率	999	686	99	129	59	187	2,158
农村道路（由于面积扩展）	8	73	0	573	37	1,980	2,671
农村道路（由于产量提高）	9	9	10	3	1	35	66
共计	1,531	934	198	1,162	241	3,053	7,118
澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）预测各方面所需投资							
农业研究	185	172	110	392	190	326	1,373
灌溉推广	344	1	1	30	-22	529	882
灌溉效率	1,006	648	101	128	58	186	2,128
农村道路（由于面积扩展）	16	147	0	763	44	1,911	2,881
农村道路（由于产量提高）	13	9	11	3	1	36	74
共计	1,565	977	222	1,315	271	2,987	7,338

表6：每年用于补偿气候变化给儿童营养带来的负面影响所需要的农业投资额¹⁷（单位：十亿美元）

资料来源：Nelson et al. 2009

农业投资高达每年71-73亿美元（表6）。根据国际粮食政策研究所的建议，首要投资领域应该包括基础设施（例如非洲农村地区的道路建设），扩大灌溉，以及农业研究（Nelson et al. 2009）。对各种绿色投资方案需开展进一步评估，这些投资方案的目标包括：提高农业生态土壤肥力，为旱作农业提高水利用效率，培育抗洪耐旱的品种，综合虫害管理，收割后的加工设施。

据IPCC估计，至2030年，全球在农业方面的技术减排潜能约为每年55-60亿吨CO₂-eq（二氧化碳当量，Smith et al. 2007S）。土壤碳封存将是最主要的缓解机制，减排量为该技术潜能总量的89%。所以，农业具有巨大的温室气体减排潜能，并有可能在未来50年中转化成为净碳汇。温室气体减排的最重要方式是，将富碳有机物（腐殖质）应用到土壤中。这将显著降低对基于化石燃料和能源密集矿物肥料的需求，也是一个具有高成本效益的封存大气中碳的方法。实现进一步的温室气体排放下降，需要提高农业土地的产量，减少毁林，采取免耕/少耕的农耕方式以减少燃料使用（Bellarby et al. 2008；ITC and FiBL 2007；Ziesemer 2007）。

绿色农业提供的环境服务具有重要的意义。例如，据Rodale研究所估计，转型为有机农业可以使每公顷土地每年的碳封存能力提高3吨（Lasalle et al. 2008）。在温带气候地区，有机农业中土壤的碳封存能力是常规农业中土壤的两倍，达到575-700kg碳/公顷/年。主要原因是以草料或者轮作作物对土地进行了覆盖。在德国，有机农场每年封存402kg碳/公顷，而常规农场中会损失637kg碳（Küstermann et al. 2008；Niggli et

al. 2009）。根据此类研究结果不难估计，如果世界上所有的小农场都采用可持续的农耕方式，每年可封存25亿吨的碳。按照每吨碳20美元的价格，这些封存的碳量相当于490亿美元的碳信用额度。据世界粮农组织核算，在最低实施方案中，全面向有机农业转型可以减少40%的农业温室气体排放，约24亿吨CO₂-eq/年，在最高碳封存方案中，可以减少65%的农业温室气体排放，为40亿吨CO₂-eq/年（Scialabba and Muller-Lindenlauf 2010）。

此外，如果农民可以更有效地使用氮肥或其他肥料，可以有效降低氧化亚氮和甲烷气体的排放。比如精准使用肥料，引入改善的作物品种，有效利用土壤中的氮。绿色农业可能通过一系列措施实现氮的自给自足。包括对牲畜粪便和作物残余进行堆肥，增加与豆科植物，固氮植物的轮作（Ensor 2009；ITC and FiBL 2007）。

绿色农业带来的额外生态利益包括：提高有机质改进土壤质量¹⁸，供水能力提高，更好的养分回收利用，野生动物保护，暴雨防护以及洪水控制（Pretty et al. 2001；OECD 1997）。引入自然的害虫天敌的措施也改进了农场内外的生物多样性和授粉服务。

17.注：这些结果根据作物产量变化，不包括肥料的CO₂的效果。

18.这些土壤土质得到提高，体现在更高的有机质含量和微生物活性、有更多的蚯蚓、土壤结构良好、密度更低、具有更好的穿透性以及的更厚的表土层厚度。

	年份	2011		2030		2050	
		情景	现状	绿色情景	常态情景	绿色情景	常态情景
农业部门参数	单位						
农业产量	十亿美元/年	1,921	2,421	2,268	2,852	2,559	
作物	十亿美元/年	629	836	795	996	913	
牲畜	十亿美元/年	439	590	588	726	715	
鱼类	十亿美元/年	106	76	83	91	61	
就业	百万人	1,075	1393	1,371	1,703	1,656	
b) 土壤质量	无量纲	0.92	0.97	0.80	1.03	0.73	
c) 农业用水	立方千米/年	3,389	3,526	4276	3,207	4,878	
收割土地	十亿公顷	1.20	1.25	1.27	1.26	1.31	
砍伐森林	百万公顷/年	16	7	15	7	15	
每人每天热量（供应）	千卡/人/天	2,787	3,093	3,050	3,382	3,273	
每人每天热量（消费）	千卡/人/天	2,081	2,305	2,315	2,524	2,476	

表7：模拟结果（详见“模型”章）

3.4 模型：绿色农业未来情景

这一节中对农业的未来情况进行情景分析。假设在2011-2050年间对绿色农业部门的额外投资占全球GDP的0.16%，相当于1,980亿美元/年。绿色投资情景中假设每年投资2%的全球GDP用于“绿化”一系列的关键部门，此农业部门的投资情景是其中的一部分。情景分析的更多细节参见本报告的“模型”一章。在对农业部门进行的模拟中，额外的绿色投资主要用于以下四个方面：

■ **农业管理措施：**1/4的投资用于环境友好的农业规范；

■ **收割前粮食损失：**1/4的投资用于预防收割前的粮食损失，包括培训活动和害虫防治措施；

■ **粮食加工：**1/4的投资用于避免收割后的粮食损失，包括改善农村地区的储存条件和加工处理；

■ **研发：**1/4的资金用于研发领域，尤其是提高光合作用效率，土壤微生物生产力，适应气候的生物过程，并提高能源与水的利用效率。

在绿色情景G2与常态情景BAU2中¹⁹，对常规农业和传统农业在未来40年中进行了同样数额的额外投资。两种情景模拟结果比较表明，绿色投资可以实现土壤质量提高、农业产量增加、对土地和水资源的需求减少、改善营养利用效率、减少能量消耗与CO₂排放一系列效果（表7）。

■ **农业生产与附加值：**在绿色情景中，农业部门的总产量与其他情景中相比有显著提高，包括作物，牲畜，鱼类与林业各种产品²⁰。这主要是作物产量增加

的结果，增加的作物产量可以满足到2050年增长至90亿的人口。农业产量与BAU2情景相比有9%的提高。需要注意的是，此农业产量的提高并不需要扩大农业面积，这说明了生态农业投资与森林管理的积极协调作用。同样地，与BAU2情景分析结果相比，提高水资源利用效率可将2050年的水需求量减少1/3。另一方面，由于产量提高，能源消耗较BAU2情景也有19%的上升。

■ **牲畜业生产，营养与生计：**绿色农业部门的额外投资也增加了畜牧业产量，提高了农村地区的生活与营养水平。提高绿色农业部门的投资可以使得就业机会高于目前水平60%，这比BAU2情景中提高了3%。根据模拟结果，与BAU2情景相比，投资绿色农业部门可以在未来40年中创造4,700万个额外的就业机会。此外，额外的绿色农业投资还可以改善农业产品结构，提高营养水平。在2010-2050年间的额外投资可以使肉类产品产量提高66%，鱼类产品产量比2011年下降15%，但仍高出BAU2情景中模拟结果的48%。增加使用有机肥料代替化学肥料，以及利用更好的虫害管理和生物控制措施减少粮食损失是实现畜牧业增长的主要原因。

■ **温室气体排放和生物燃料：**CO₂排放总量比2011年水平增加11%，这比BAU2情景中的排放水平低2%。与能源相关的排放量预计会增长（主要由化石燃料引起）。与BAU2情景相比，施肥，毁林和收割土地造成的排放量有所下降。如果考虑生态实践实现的碳封存，以及对林业部门干预的协同作用，净排放量下降十分显著。

19.采用了“模型”章中G2和BAU2情景的结果。

20.详细结果参见“模型”章。

此外，此模型中对产生的农业废弃物、残余物和生物燃料也进行了专门的分析。在绿色情景中，对二代生物燃料进行投资，其生产原料采用农业残余物和边际土地上种植的非粮食作物。结果显示，这些可用于生产生物燃料的农业与林业的新鲜残余物，在2011-2050年间的年平均总量可达38亿吨（考虑在2020年前的增幅较快，2011-2020年的增幅按48%计算，2020年后按照增幅2%计算，平均每年增幅为11%）。根据国际能源署（International Energy Agency, IEA）的转换效率标准，每吨残余物相当于214公升汽油等效能量（lge），额外的绿色投资可以将第二代生物燃料的产量提高到8,440亿lge，这将占2050年世界液体燃料产量的16.6%（如果考虑第一代生物燃料，此比例将为21.6%）。按2010年的美元价格计算，此项成本为每年3,270亿美元，并需要37%的农林残余物。据IEA估计，将农业和林业的残余物中25%的量，用于二代生物燃料的生产是经济可行的（IEA Renewable Energy Division 2010）。其余的残余物将作为肥料返还到田间，或用作牲畜饲料。关于一代和二代生物能源生产预测的更多细节参见“模型”与“能源”章节。

结合以上数据和其他研究结果，可总结如下：

■ 长期来看，按BAU情景发展，农业部门投资的收益率会持续下降，主要原因是农业投入成本（尤其是水和能源）的增加与产量的停滞甚至下降；

■ 褐色农业的外部成本将会持续上涨，这会逐渐抵消、并最终超过经济发展的成果

■ 通过“绿化”农业部门和食物分配体系有望取得一系列积极成效：更高的人均卡路里，更多的就业和商业机会（尤其在农村地区），以及更多的进入市场的机会（尤其是对于发展中国家而言）。

以上每项措施都对向绿色农业的转型具有一定的推动作用，而这些措施的综合实施更具积极的协同作用。例如，投资可持续种植规范有利于土壤保持，可在中长期内提高农业产量。同时也为再造林保障了更多的土地面积，从而减少了土地退化并改善了土壤质量。更高的产量和更多可利用的土地，也为二代生物燃料的发展起到了促进作用，这将有助于缓冲气候变化带来的影响。

4 绿色农业的促成条件

虽然逻辑推论与经济分析都证明了向绿色农业转型的合理性，但这一转变的进行，离不开有利的政策环境和一系列促成条件的支持，这些条件有助于平衡常规农业与绿色农业的实施。

提高农业部门的环境与经济成效，最有利的手段是同时采用多种相关政策。比如，加强管理与税赋手段的应用，征收污染惩罚，以将这些投入的外部成本纳入其市场价格，同时采取经济激励措施对绿色行为进行奖励。此外，还可借助市场手段来引导管理，例如，利用可交易的许可证、温室气体减排额度和水中营养物质。通常，政府对农民的补贴应逐渐与农业生产脱钩，取而代之，补贴的目的应该是鼓励农民为开展绿色农业进行的努力与投资。

在缺乏良好管理的情况下，激励措施会面临部分人串通舞弊，并从中谋取暴利的风险。增加透明度可以减少对公共支援项目的滥用。在本节中，我们提出一些促进向绿色农业过渡的重要条件。

4.1 全球政策

在全球层面上，为绿色农业创造有利条件，离不开改善国际贸易体制与促进国际经济合作。这些有利条件包括了在整个农业食品供应链中的一系列干预措施：

取消出口补贴，实行农产品贸易自由化

目前全球的多边贸易政策主要目的是逐渐降低或取消国家的关税壁垒。虽然这些政策旨在推进贸易活动，但是许多发展中国家不放心这些政策的定位，担心他们并未得到如发达国家一样的利益。

发达国家特有的国内补贴和其他的生产支持方案，加剧了发展中国家的担忧。这些措施大大削弱了发展中国家的竞争优势。此外，补贴措施在全球范围内降低了商品价格，这使得发展中国家某些特定商品的生产者无利可图，尤其是小型农户。在很多发展中国家，国际贸易法和国家补贴二者的结合，阻碍了商业化农业产品的发展，对他们实现经济增长和减少贫困也带来了负面影响。

实现环保产品和服务的贸易自由化，要求对贸易及补贴政策进行改革。同时要允许发展中国家在国际竞争中，对某些国内粮食作物（特产）进行保护，这些粮食作物对于粮食安全和农村地区生计是非常重要的。世界贸易组织（World Trade Organisation, WTO）已经为人均GDP低于1,000美元的国家制定了特殊政策（Amsden 2005）。此外，农业补贴需要重新定向，

鼓励更多样化的作物生产，同时保证土壤的长期健康并改进对环境的影响。补贴的优先次序需要进行大幅调整，对于农民实施可持续耕作方式的转型，政府应该帮助他们降低初始成本及风险。

市场实力不协调

世界贸易组织的竞争政策中，贸易中不对等的市场实力是一个重要问题。龙头企业聚集于工业国家，控制着整个粮食系统供应链中各个环节的标准和监管条例（Gereffi et al. 2005）。在这样的市场条件下，商品的国际售价中只有一部分由初级产品生产者得到。因此，脱贫程度，以及为全球贸易供应产品给农村发展带来的利益都受到了限制。一项最新研究表明，即使是在美国这样资源丰富的国家，对于中小型农户家庭，虽然食品类商品的价格自2006年以来快速增长，但他们2009年的农业收入比前几年还是有所下降（Wise 2011）。发展绿色农业要求贸易政策对这些长期的市场不平衡进行纠正。

食品安全标准

目前国际市场中严格的食品安全标准和物理管理系统，在未来几十年内都有变得更加严密的发展趋势。目前，在发展中国家，国内食品供应链中食品安全保障和食品加工规范的水平较低。提高并实施卫生标准和食品安全标准，使之符合国际要求，小农团体为国际市场提供产品的前景将更美好（Kurien 2004）。此外，对各种可持续和有机认证方案与标准进行协调的国际性努力具有重要意义。当今并不完整的认证程序向农民收取高额费用，这对他们进入国际市场造成了限制。

另一个重要问题是认证费用的承担人。目前只有可持续产品的生产者需要承担认证费用，而环境污染者则免费出售他们的商品。认证费用应该通过引入认证方案或者标签方案，转移到环境污染者的身上。标签方案中要求至少标明生产过程中各种农业化学品的用量，以及是否是转基因食品。

知识产权

在某些情况下，知识产权（Intellectual Property, IP）制度限制了农业研究的结果为公共所用。在发展中国家，私有部门以及公共部门的知识产权往往限于研究、技术和遗传物质。支持实施世界知识产权组织（World Intellectual Property Organisation, WIPO）发展议程，对于知识产权制度中传统知识，生态农业技术，遗传资源方面的知识产权，合理推广其应用，这将有助于促进发展，加快实现可持续的目标。

4.2 国家政策

如何鼓励更多农民停止不可持续的常规农耕方式，采用对环境无害的农业规范，这是国家公共政策层面的一项关键挑战。

支持改良的小农户土地占用权

为了鼓励农民对土地进行更多的人力物力投资，由褐色农业向绿色农业转变，重大的土地改革是必要的，尤其是在发展中国家。如果对某块土地的多年使用权得不到足够保障，许多贫困农民不愿为了增强一两年以后的农业的自然资本，而承担额外的风险或采取更多的努力。

针对妇女农民的措施

小农场的多元化往往要求家庭内进行劳动分工，其结果是农场内外各种工作的管理任务与责任按照性别进行分配。这导致很多小农场由妇女进行经营，在非洲尤为显著。保障集体与个人对土地和其他生产资源（如水，资金）的法律权利，尤其是妇女、原住民和少数民族的权利，具有重要意义。通过小额信贷帮助妇女获得周转资金，可以使更多的小规模生产者得到更多的绿色投入与相关的机械化技术（World Bank, IFAD and FAO 2009）。

可持续生产食品的公共购买

对于政府资助的学校或公共机构的食品采购，应该鼓励选择可持续生产的食品。英国环境、发展与农村事务部（Department for Environment, Food and Rural Affairs (UK), DEFRA）于2008年1月发表了一篇关于公共采购的战略文件，这作为一个很好的例子，说明了如何利用公共采购政策来支持有机产品和可持续产品²¹。

4.3 经济手段

对化石燃料与农药的使用进行征税，对造成大气污染和水污染的农业行为建立处罚机制，这些经济手段可

以有效降低农业破坏环境的外部效应。此外，对生物控制的虫害综合管理产品的投资实行免税，对农业土地的多功能利用进行激励，对于开展可持续土地利用的农民，可以有效提高他们的税后收入。经合组织国家针对农业中的环境问题，制定了多种政策措施，其中包括经济手段（付费，税收与收费，建立市场，比如可交易的许可证）、社区措施、控制措施、咨询与制度措施（研发、技术支持和环境标记）。

在经合组织国家中，撤销部分与生产挂钩的支持措施，使得农业部门对市场反应更灵敏，可以促进农业的发展。重要的是，部分支持措施被重新定向，主要针对具体的环保目标、研发、信息与技术支持、食品检验服务，生物多样性，洪水与干旱控制，温室气体的汇以及碳储存。在发达国家有必要强化这些新的农业资助趋势，并将其引入发展中国家，将资金用以实现更多的可持续的经济和环境效益（OECD 2010）。

生态系统服务付费（Payment for Ecosystem Services, PES）制度可以进一步激励为“绿化”农业部门做出努力。通过这一制度可以对绿色农业提供的生态系统服务进行估价并进行奖励（Millennium Ecosystem Assessment 200; Brockhaus 2009）。PES制度的一个主要目标是通过实现稳定收入，补偿农民在减少农业不利外部影响方面所做的努力与付出，主要包括减少环境污染与降低对地区、国家以及全球公共环境的不利影响。PES制度应该不仅仅考虑大型土地拥有者的权益，还应该为小农户与小农业团体带来利益。创新的PES制度还可以包括，同一流域中的城市向上游的农村地区支付造林费用，从而改善城市水源的水质。目前实施的PES计划包括两个主要部分，一是农民对上游的森林管理员进行生态服务付费，使其妥善管理土壤的营养成分。二是对农民开展绿色农业实践所实现的碳储存与减排额度进行估价的方式，以补偿他们为提升土壤有机质以及其他目标而做的努力（Pagiola 2008; Ravnborg et al. 2007）。

21. 文章参见：<http://www.sustainweb.org/pdf2/org-238.pdf>

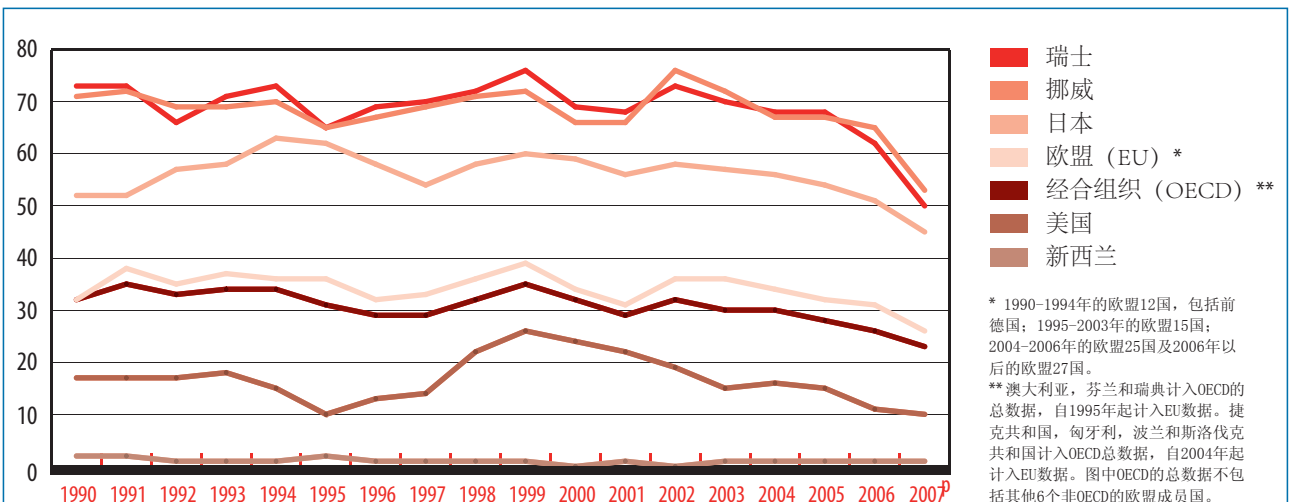


图13: 各国“对生产者支持的估计量”占农民收入的百分比

资料来源: Bellmann 2010; OECD 2007. 见 <http://poldev.revues.org/143>

4.4 能力建设与意识提高

可用的农村劳动力与其技能水平是实施绿色农业规范的关键因素。绿色农业规范的特色包括作物与牲畜的多样化，天然肥料的本地生产，以及劳动密集的农业行为。作物品种决定了农耕的季节性，使得劳动力有时短缺有时盈余，所以对农业劳动的季节变化必须进行全年管理。农村劳动力对绿色农业的开展是有利条件还是制约，这取决于当地或国家的具体条件。对于来自公众或个人的关于开展绿色农业的鼓励，农村地区的回应方式与程度取决于很多因素，例如：农村人口中年龄与性别的分布，他们的健康、文化程度，家庭稳定，接受培训和财政服务的性别平等程度等（Foresight 2011）。

供应链，推广服务与非政府组织

在发展中国家开展绿色农业，离不开对农民和供应链中的其他合作伙伴提供信息与培训。对于已经开展农业推广服务项目的国家，可以在此基础上制定培训计划。需要认识到的是，在过去的50年中，一些农业推广服务的定位仅仅是向农民传授知识，这种做法并未取得满意的效果。为了有效地利用有限的农业推广服务，在绿色农业模式中，农民和农业科学工作者之间应该进行知识交流与共享，共同寻求将新的农业生态研究成果应用于传统农业的最佳方式。此外，要对非政府组织（Non-governmental organizations, NGOs）合作伙伴开展的田间学校、示范农场等方案给予支持。对提供农业投入的中小型企业进行支持也非常重

要，尤其是提供绿色产品与服务的企业，例如，提供有机认证的审核和报告的机构。

集成信息与通信技术知识扩展

促进农民进入市场需要得到相关的支持，比如，通过信息技术使他们了解市场价格，在向批发商或消费者出售商品时可以更合理地议价。此外建设气象监测遥测站，可以提高国家或区域的气象预报能力，有助于农民确定最佳时间进行种植、施肥、收割以及其他对天气敏感的活动。在这种网络基础上，可以引入新型金融业务，例如，作物气象指数保险，此业务有助于减少与采用新技术、开展绿色实践与营销方式相关的风险。

更优的食物选择

当今，营养失调与过度肥胖正在威胁着全球人类的健康，一个解决方法是利用可持续的营养丰富的食物优化人们的食物消费结构。提高人们对更优食物的认识，并以可负担得起的价格进行供应，可以减缓并改变目前的食物需求趋势。在这方面，需要对公共教育和市场体系进行投资，以鼓励消费者养成更具可持续性的饮食习惯（OECD 2008）。

在许多情况下，大型的工业化农业方式带来了巨大的公共健康风险，这主要是由于抗生素，杀虫剂以及合成生长激素的过度使用。既没有政策规定，也没有任何标签，可以显示这些投入的使用量和残余量。引入标签制度可以帮助消费者了解产品信息，使其转向选择健康食品的消费行为。

5 结论

工业化农业多在发达国家开展，但是这种农业方式实现高产量主要是依靠高水平的投入（造成环境储量下降），如化肥、除草剂和杀虫剂，过度的农场机械化，大量运输燃料的使用，不断提高的用水量大于补给速率，高产量的作物品种并造成了高生态足迹。此外，传统农业（生计农业）多在发展中国家开展。传统农业的产量低，导致土壤养分大量流失，还侵占了森林用地。所以当今的两种主要农业方式都急需进行转变。

在当今的农业活动中，廉价石油与天然气被加速消耗，可作为土壤养分的矿物质被持续露天开采，许多流域的淡水缺乏，养分管理不善与滥用有毒农药加剧了水体污染，此外还造成土壤侵蚀，热带森林的砍伐，并排放全球1/3的温室气体。这些情况都说明了农业部门的环境绩效需要提高。

基于绿色经济理念的农业，将当地特有的有机资源投入与自然的生态过程相结合，以期实现下列目标：修复并改善土壤肥力，提高水资源利用效率，提高作物与牲畜的多样性，支持虫害与杂草的综合治理，促进小农与农户家庭的就业。

如果农业转型可以立刻实施并且得到妥善管理，绿色农业到2050年可以为全球人口提供足够的粮食。转型过程中，在人口增长迅速以及粮食安全最无保障的地区，尤其要提高小农和家庭农场的生产力。有机农业或其他可持续农业与常规农业相比，提高了劳动收益。此外，向绿色经济转型往往带来农村就业机会的增长。当地投入的供应链与收割后的粮食加工，也会产生非农场企业与高技能的工作。更高比例的农业投入直接用于当地。提高本地资源作为在农业投入中的利用，取代进口的农业化学品投入，有助于纠正发展中国家的对外贸易不平衡。

通过降低土壤侵蚀与化学污染、提高作物与灌溉水的生产力、减少森林砍伐，生态系统服务与自然资本会得到改善与提升。绿色农业还具有大大减少农业温室气体排放的潜力，每年封存的CO₂量接近60亿吨。绿

色农业的长期累积效应可以提高对气候变化的适应能力。

为了提高与扩大农民在农业链中的供给能力，需要投入一定的资金，主要用于农民培训，推广绿色服务，开展适合当地条件、且不受性别限制的绿色农业实践示范项目。此外，为了成立乡镇企业并对其进行能力建设，也需要进行一定的投资。

更多需要投资的领域包括：扩大绿色农业投入（如有机肥料、生物农药等）的生产与销售，免耕农业设备，高产量与高适应能力的作物与牲畜品种的普及。此外，对收获后粮食的储存和处理设备的投资，以及对进入市场所需设施的投资，可有效减少粮食的损失和浪费。

除了对生产性资产的投资，促进公共机构开展研发也需要资金投入。研究内容包括提高有机养分的恢复能力、土壤肥力动力、灌溉水生产力、作物与牲畜的多样性、生物及综合的虫害治理，以及减少收割后的粮食损失。

有保障的土地权利，良好的管理以及基础设施的发展（例如道路、电和互联网等）是成功地向绿色农业转型的重要推动条件，尤其是对于农村地区和发展中国家而言。这些领域的投资将会为实现一系列的绿色经济目标带来多重利益，并加速向绿色农业的转型。

在政策方面，需要制定相应的公共政策，向农民提供开展更环保的农业实践所需的初始投资。而对于旨在减少农业投入成本、造成过量使用、重视短期利益多于生产可持续性的补贴，应该进行缩减，并将其资金用于新的资助政策。

所有国家都应提高消费者对于食品需求的公共意识和教育机会。针对营养健康，以及饮食习惯对环境与社会平等带来的影响，对引导消费者的项目进行投资，可以促进对于可持续食品的地区或全球需求。

参考文献

- ACDI/VOCA. (2009). "Smallholder Horticulture Outgrower Promotion (SHOP) Project Final Report to USAID." October, 2009. Washington D.C.
- Adeoti, A., Barry, B., Namara, R., Kamara, A. (2009). "The Impact of Treadle Pump Irrigation Technology Adoption on Poverty in Ghana." *Journal of Agricultural Education and Extension* 15(4) 357-369. Philadelphia: Routledge.
- Adeoti, A., Barry, B., Namara, R., Kamara, A., Titiati, A. (2007). "Treadle pump irrigation and poverty in Ghana." Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. IWMI Research Report 117.
- Adrian et al. (2010). "Bulletin of the British Ecological Society" 41 (1): 10-13. (March 2010).
- Adrian, M.A., Norwood, S.H., Mask, P.L. (2005). "Producers' s perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies." *Computers Electron. Agric.* 48:256-271.
- African Development Bank Group. (2010). "Agriculture Sector Strategy 2010-2014." page 6. Available at:<http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/Agriculture%20Sector%20Strategy%2010-14.pdf> (last accessed: 17th October 2011).
- Ahmed, M. A. M., Ehui, S. and Assefa, Y. (2004). "Dairy development in Ethiopia. Environment and Production." Technology Division Discussion Paper No. 123. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. Department for International Development, Overseas Development Institute, and Netherlands Ministry of Foreign Affairs (DFID/ODI/NMFA).
- Ali, F.G. (1999). "Impact of moisture regime and planting pattern on bio- economic efficiency of spring planted sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) under different nutrient and weed management strategies." Phd Thesis, Dept. of Agronomy, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- Amsden, A. H. (2001). *The Rise of "The Rest" : Challenges to the West from Late-Industrializing Economies.* Oxford: Oxford University Press.
- Amsden, A. H. (2005). "Promoting Industry under WTO Law." in K. P. Gallagher (ed.). *Putting Development First: The Importance of Policy Space in the WTO and Financial Institutions.* London: Zed Book, 221.
- Altieri, M. (2008). "Small farms as a Planetary Ecological Asset: Five Key Reasons Why We Should Support the revitalisation of Small Farms in the Global south." Penang: Third World Network.
- Asian Development Bank. (2010). "The costs of achieving the Millennium Development Goals through Adopting Organic Agriculture." Markandya, A., Setboonsarng, S, Yu Hui, Q., Songkranok, R., and Stefan, A. No. 193. February 2010.
- Baker, C.J., Saxton, K.E., Ritchie, W.R., Chamen, W.C.T., Reicosky, D.C., Ribeiro, F., Justice, S.E. and Hobbs, P.R. (2007). *No-tillage seeding in conservation agriculture*, 2nd edition. FAO & Cab International. Oxfordshire, UK.
- Balgopal, B., Parankas, P., and Rose, J. (2010). "What' s Next for Alternative Energy?" The Boston Consulting Group Inc. Boston, MA.
- Banerjee, Abhijit V., 1999. *Land Reforms: Prospects and Strategies*, Conference Paper, Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington D.C.; and MIT Department of Economics Working Paper No. 99-24. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=183711> or doi:10.2139/ssrn.183711
- Baributsa, D., Lowenberg-De-Boer, J., Murdock, L. and Moussa, B. (2010). "Profitable Chemical-Free Cowpea Storage Technology for Smallholder Farmers in Africa." Fifth World Cowpea Research Conference. CGIAR. Dakar, Senegal.
- Baoua. (2008). "Activity Report: Integrated Management of Pearl Millet Head Miner." The McKnight Foundation, Collaborative Crop Research Program. March, 2008.
- Barrett, C. B. (1993). "On Price Risk and the Inverse Farm Size – Productivity Relationship." University of Wisconsin – Madison, Department of Agricultural Economics Staff Paper Series no. 369.
- Beintema, N. and Elliott, H. (2010). *Setting Meaningful Investment Tragetis in Agricultural Research and Development: Challenges, Opportunities and Fiscal realities.* Available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak978e/ak978e00.pdf>
- Belder, P., Rohrbach, D., Twomlow, S., Senzanje, A. (2007). "Can drip irrigation improve the livelihoods of smallholders? Lessons learned from Zimbabwe." International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Bulawayo, Zimbabwe. *Journal of SAT Agricultural Research*, 68.
- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., Smith, P. (2008). "Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential." Greenpeace.
- Bellmann, C., Biswas, T., Chamay, M. (2011). "Recent Trends in World Trade and International Negotiations." *Revue internationale de politique de développement.* Available at: <http://poldev.revues.org/143> (last accessed: 20 September 2011).
- Bennett E., Carpenter S., Caraco, N. (2001). "Human Impact on Erodable Phosphorus and Eutrophication: A Global Perspective." *BioScience* 51(3): 227.
- Bravo-Ortega, C. and Lederman, D. (2005). "Agriculture and national welfare around the world: causality and international heterogeneity since 1960." Policy Research Working Paper Series 3499, The World Bank.
- Brockhaus, M., and Botoni, E. (2009). "Ecosystem Services – Local Benefits, Global Impacts." *Rural* 21 01/2009: 8-11.
- Bruinsma, J. (2009). "The Resource Outlook to 2050: By How Much Do Land, Water and Crop Yields Need To Increase By 2050?" Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. Food and Agriculture Organisation of the United Nations Economic and Social Development Department.
- CAADP. (2009). "How are countries measuring up to the Maputo declaration?" Policy Brief. June 2009.
- Calvert, G.M, Plate, D.K., Das, R., Rosales, R., Shafey, O., Thomsen, C., Male, D., Beckman, J., Arvizu, E. and Lackovic, M. (2004). "Acute occupational pesticide-related illness in the US, 1998-1999: surveillance findings from the SENSOR-pesticides programme." *American Journal of Industrial Medicine* 45: 14-23.
- Cassman, K.G., Dobermann, A., Walters, D.T. (2002). "Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management." *AMBIO* 31:132-140.
- Cervantes-Gody, D. and Dewbre, J. (2010). "Economic Importance of Agriculture for Poverty Reduction", OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers No. 23.
- CGIAR. (2011). "Mapping Hotspots of Climate Change and Food Insecurity in the Global Tropics." Available at: http://ccafs.cgiar.org/resources/climate_hotspots.
- Cheng, C.-H. and Lehmann, J. (2009). "Aging black carbon along a temperature gradient." Elsevier. *Chemosphere: Environmental Chemistry* 75: 1021-1027.
- China' s National Pollution Census. (2007). Embassy of the PRC in the USA. Available at: <http://www.china-embassy.org/eng/xw/t396330.htm>. 4 January 2008.
- Clark, S., Klonsky, K., Livingston, P. and Temple, S. (1999). "Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming systems in California' s Sacramento Valley." *American Journal of Alternative Agriculture*. 14(3):109–121.
- Clark, S. and Alexander, C. (2010). "The Profitability of Transitioning to Organic Grain Crops in Indiana." *Purdue Agricultural Economics Report*.
- Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. (2007). "Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture." London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.
- Cordell, D., Drangert, J.O., White, S. (2010). "The Story of Phosphorus: Sustainability Implications of Global Phosphorus Scarcity for Food Security." Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney and Linkoping University.
- Cornia, G. A. (1985). "Farm Size, Land Yields and the Agricultural Production Function: An Analysis for Fifteen Developing Countries." *World Development* 13(4):513-534.
- Daberkow, S.G., and McBride, W.D. (2001). "Adoption of precision agriculture technologies by U.S. farmers." in Robert, P.C. et al. (eds.) *Precision agriculture [CD-ROM]*. Proc. Int. Conf., Minneapolis, 16-19 July 2000. ASA- CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- DEFRA. (2008). "The Strategic Paper on Public Procurement." English Organic Action Plan Steering Group (OAPSG) January 2008. Available at: <http://www.sustainweb.org/pdf2/org-238.pdf>.
- Delgado, C. L., Hopkins, J. C. and Kelly, V. A. (1994). "Agricultural growth linkages in sub-Saharan Africa." Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Delgado, C., Hazell, P., Hopkins, J. and Kelly, V. (1994). "Promoting intersectoral growth linkages in rural Africa through agricultural

- technology and policy reform.” *American Journal of Agricultural Economics* 76: 1166-71.
- Dieu, D., Wandji, N., Lapbim Nkeh, J., Gockowski, J., Tchouamo, I. (2006). “Socio- Economic Impact of a Cocoa Integrated Crop and Pest Management Diffusion Knowledge Through a Farmer Field School Approach in Southern Cameroon.” *International Association of Agricultural Economists*.
- Dimitri, C., Efland, A. and Conklin, N. (2005). “The 20th century transformation of U.S. agriculture and farm policy.” *Electronic Information Bulletin* No. 3, June 2005.
- Dobbs, T.L. and Smolik, J.D. (1996). “Productivity and profitability of conventional and alternative farming systems: a long-term on-farm paired comparison.” *Journal of Sustainable Agriculture* 9(1): 63–79.
- Dodds, W.K., Bouska, W.W., Eitzmann, J.L., Pilger, T.J., Pitts, K.L., Riley, A.J., Schloesser, J.T. and Thornbrugh, D.J. (2009). “Eutrophication of U.S. Freshwaters: Analysis of Potential Damages.” *Environmental Science & Technology*, 43 (1): 12-19. American Chemical Society, Washington DC.
- Dreze, J. and Sen, A. K. (1989). *Hunger and public action*. Clarendon Press: Oxford.
- Drinkwater, L.E., Wagoner, P., and Sarrantonio, M. (1998). “Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses.” *Nature* 396:262–265.
- Easterling, W.E., Aggarwal, P.K., Batima, P., Brander, K.M., Erda, L., Howden, S.M., Kirilenko, A., Morton, J. Soussana, J.F. Schmidhuber, J. and Tubiello, F.N. (2007). “Food, fibre and forest products. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.” Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (eds.), Cambridge University Press: Cambridge, UK, 273-313.
- Edwards, S. (2007). “The impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia.” Institute for Sustainable Development (ISD). Proceedings of the International Conference on Organic Agriculture and Food Security. FAO, Rome. Available at: <ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/02-Edwards.pdf>
- Ellis, F. (1993). *Peasant Economics: Farm Households and Agrarian Development*, 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Emmanuel, D.M., Violette, R. (2010). “Exploring the Global Food Supply Chain Markets, Companies, Systems.” 3D publishing. Available at: http://www.3dthree.org/pdf_3D/3D_ExploringtheGlobalFoodSupplyChain.pdf.
- Ensor, J. (2009). *Biodiverse agriculture for a changing climate*. Practical Action Publishing: Rugby, UK.
- Erenstein, O., Sayre, K., Wall, P., Dixon, J. and Hellin, J. (2008). “Adapting No-Tillage Agriculture to the Conditions of Smallholder Maize and Wheat Farmers in the Tropics and Sub-Tropics. No-Till Farming Systems.” World Association of Soil and Water Conservation. Special Publication 3, 263.
- Ericksen, P.J. (2006). “Conceptualizing food systems for global environmental change (GEC) research.” *GECAFS Working Paper 2*. Environmental Change Institute, Oxford.
- Eyhorn F., Mader, P. and Ramakrishnan, M. (2005). “The Impact of Organic Cotton Farming on the Livelihoods of Smallholders.” *FIBL Research Report*, October 2005.
- Eziakor, I. G. (1990) “Comparative analysis of the effectiveness of manual versus mechanized tillage among Third World smallholders: a case study in Bauchi State of Nigeria.” *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 31: 301-312 Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Falkenmark, M., and Rockström, J. (2004). “Balancing water for humans and nature.” *Earthscan*, London.
- FAO. (1994). “Land degradation in south Asia: Its severity, causes and effects upon the people.” FAO, Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/V4360E/V4360E00.htm>
- FAO. (2002). “World Agriculture Towards 2015/2030.” FAO, Rome.
- FAO. (2006). “World Agriculture: Towards 2030/2050 (interim report).” An updated version, with extension of projections to 2050, of two of the key chapters (2 and 3) of the study Bruisnama, J (ed.) (2003). “World Agriculture: Towards 2015/30.” *Earthscan*, London.
- FAO. (2007). “Energy Use in Organic Food Systems by Jodi Zieseme” *FAO, 2007.* FAO International Conference on Organic Agriculture and Food Security. 3-5 May 2007. Rome. Available at: <ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/OFS-2007-5.pdf>
- FAO. (2008). “Agricultural mechanisation in Africa: Time for action Planning investment for enhanced agricultural productivity.” Report of an Expert Group Meeting, January 2008, Vienna, Austria.
- FAO. (2008). “Household Metal Silos: Key Allies in FAO’s Fight Against Hunger.” *Agricultural and Food Engineering Technologies Science Review*.
- FAO, Rome.
- FAO. (2009). “World Summit on Food Security Rome 16 – 18 November, 2009. Feeding the World, Eradicating Hunger.” *WSFS 2009*. inf/2.
- FAO. (2010). “Climate Change Implications for Agriculture in Sub-Saharan Africa.” Ching, L. and Jhamtani, H.
- FAO. (2010). “The State of Food Insecurity in the World: Addressing food insecurity in protracted crises.” FAO, Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf>.
- FAO. n.d. Available at: <http://www.fao.org/investment/whyinvestinagricultureandru/en/>. Accessed on 18 October 2011.
- FAO and ILO. (2009). “Safety and Health.”
- FAOSTAT, 2004: Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Statistical Databases, Available at: <http://faostat.fao.org> and FAOSTAT, 2007: <http://faostat.fao.org/site/377/default.aspx#ancor>.
- Faruqee, R. and Carey, K. (1997), “Land Markets in South Asia: What Have We Learned.” *World Bank Research Paper # 1754*, Washington D.C.
- Feder, G. (1985). “The Relationship between Farm Size and Farm Productivity,” *Journal of Development Economics* 18: 297–313.
- Foresight. (2011). “The Future of Food and Farming: Challenges and Choices for Global Sustainability.” The Government Office for Science, London.
- Frear, C., Zhao, Q., Chen, S. (2010). “An Integrated Pathogen Control, Ammonia and Phosphorus Recovery System for Manure and/or Organic Wastes.” *Washington State University. Washington Bioenergy Research Symposium*. Seattle, WA.
- Gaiha, R. (2006). “A Review of Employment Guarantee Scheme in Maharashtra,” Chapter 13 in Islam, N., *Reducing Rural Poverty in Asia: Challenges and Opportunities for Microenterprises and Public Employment Schemes*. New York: Food Press Inc.
- Galea, S., Vlahov, D. (2005). *Handbook of Urban Health: Populations, Methods, and Practice*. Springer Science+Media Inc. NY.
- Galinato S. P., Yoderb, J.K., and Granatstein, D. “The Economic Value of Biochar in Crop Production and Carbon Sequestration.” *Working Paper 2010*. Available at: <http://ideas.repec.org/p/wsu/wpaper/sgalinato-2.html>.
- García-Mozo, H., Mestre, A., Galán, C. (2010). “Phenological trends in southern Spain: A response to climate change.” *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 575–580.
- Gebreegziabher, T., Nyssen, J., Govaerts, B., Getnet, F., Behailu, M., Haile, M., Deckers, J. (2009). “Contour furrows for in situ soil and water conservation, Tigray, Northern Ethiopia.” *Soil & Tillage Research* 103: 257–264.
- Geneva International Programme on Chemical Safety/World Health Organisation (WHO). (2004). “Epidemiology of pesticide poisoning: harmonized collection of data on human pesticide exposure in selected countries.” Geneva International programme on Chemical Safety/WHO.
- Gereffi, G., Humphrey, J. and Sturgeon, T. (2005). “The Governance of Global Value Chains.” *Review of International Political Economy* 12: 78-104.
- Ghosh, P.K., Dayal, D., Bandyopadhyay, K.K., Mohanty, M. (2006). “Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut.” *Field Crops Research* 99, 76–86.
- Giampietro, M. and Pimental, D. (1994). “The Tightening Conflict: Population, Energy Use and the Ecology of Agriculture.” Available at: <http://www.dieoff.com/page69.htm>.
- Gliessman, S. R. and Rosemeyer, M. (2009). *The Conversion to Sustainable Agriculture: Principles, Processes, and Practices (Advances in Agroecology)*. 21 December 2009.
- Glover, J.D., Reganold, J.P., Bell, L.W., Borevitz, J., Brummer E.C., Buckler, E.S., Cox, C.M., Cox, T.S., Crews, T.E., Culman S.W., DeHaan, L.R., Eriksson, D., Gill, B.S., Holland, J., Hu, F., Hulke, B.S., Ibrahim, A.M.H., Jackson, W., Jones, S.S., Murray, S.C., Paterson, A.H., Ploschuk, E., Sacks, E.J., Snapp, S., Tao, D., Van Tassel, D.L., Wade, L.J., Wyse, D.L. and Xu, Y. (2010). “Increased Food and Ecosystem Security via Perennial Grains.” *Science* 328: 1638-1639 (2010)
- Godonou, I., James, B., Atcha-Ahowé, C., Vodouhè, S., Kooyman, C., Ahanchédé, A. and Korie, S. (2009). “Potential of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates from Benin to control *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae).” *Crop Protection* 28: 220–224.
- Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. and Toulmin, C. (2010).

- "Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People." *Science* 327, 812 (2010).
- Goldman Sachs. (2007). Dominic Wilson and Anna Stupnytska, "The N-11: More Than an Acronym." *Global Economics Paper* 153.
- Goskomstat [State Statistical Committee]. (2002). "Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik [Russian statistical yearbook (in Russian)]." Moscow.
- Government of China. (2007). "Pollution Census 2007." Available at: <http://www.i-sis.org.uk/full/chinasPollutionFull.php>.
- Grabski, A., Desborough P., (2009). "The impact of 14 years of conventional and no-till cultivation on the physical properties and crop yields of a loam soil at Grafton NSW, Australia." *Soil and Tillage Research*, 104: 180-184.
- Granastein, D., Kruger, C., Collins, H., Garcia-Perez, M., Yoder, J. "Use of Biochar from the Pyrolysis of Waste Organic Material as a Soil Amendment." Available at: <http://www.ecy.wa.gov/biblio/0907062.html>.
- Hall, K.D., Guo, J., Dore, M., Chow, C.C. (2009). "The Progressive Increase of Food Waste in America and Its Environmental Impact." *PLoS ONE* 4(11): e7940. doi:10.1371/journal.pone.0007940.
- Hasan, R. and Quibria, M. G. (2004). "Industry Matters for Poverty: A Critique of Agricultural Fundamentalism." *Kyklos*, 57(2): 253-64.
- Henao S. and Arbelaez, M. P. (2002). "Epidemiological situation of acute pesticide poisoning in the Central American Isthmus, 1992-2000." *Pan American Health Organisation (PAHO). Epidemiology Bulletin* 23: 5-9.
- Herren, H. and Osman-Elasha, B. (2010). "Agriculture at a Crossroads. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development." (IAASTD).
- Hill, H. (2009). *Comparing Energy Use in Conventional and Organic Cropping Systems*. National Center for Appropriate Technology (NCAT). Butte, MT. (2009). Available at: www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/croppingsystems.pdf.
- Hines, R. and Pretty, J. (2008). "Organic Agriculture and Food Security in Africa." New York and Geneva: UNEP-UNCTAD CBTF.
- Hines, R., Pretty, J., and Twarog, S. (2008). *Organic Agriculture and Food Security in Africa*. UNEP and UNCTAD Capacity-building Task Force on Trade, Environment and Development. United Nations. New York and Geneva.
- Ho, M. W. (2010). "China's Pollution Census Triggers Green Five-Year Plan." *Institute of Science in Society*.
- Howard. (2009). "Visualizing Consolidation in the Global Seed Industry: 1996-2008." *Sustainability* (2009) 1: 127.
- IAASTD. (2009). "International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development. 2009." *Agriculture at a Crossroads*. IAASTD: Washington, D. C.
- IAASTD. (2009b). "International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development. 2009." *Agriculture at a Crossroads: Global Summary for Decision Makers*. IAASTD: Washington, D. C.
- ICARDA Caravan. (2009). "Review of agriculture in the dry areas: Minimum tillage, Maximum benefits." 26: 19-21.
- ICROFS. (2010). "How Organic Agriculture Contributes to Economic Development in Africa." *International Center for Research in Organic Food Systems. Fact Sheet 4*, February 2010.
- IEA (International Energy Agency) Renewable Energy Division. (2010). "Sustainable Production of Second-Generation Biofuel: Potential and Perspectives in Major Economies and Developing Countries." OECD/IEA, Paris.
- IFAD (International Fund for Agricultural Development). (2001). "Rural poverty report 2001: The challenge of ending rural poverty." IFAD, Rome.
- IFAD. (2003). "IFAD Press Release 05/03." IFAD Governing Council Annual Meeting. Rome. Available at: <http://www.ifad.org/media/press/2003/5.htm>.
- IFAD. (2010a). "Land Conservation and Smallholder Rehabilitation in Ghana." *Rural Poverty Portal*.
- IFAD. (2010b). "Soaring food prices and the rural poor: feedback from the field." Available at: <http://www.ifad.org/operations/food/food.htm>.
- ILO. (2008). "Report IV Promotion of rural employment for poverty reduction." Geneva.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007a). "Climate Change 2007: The Impacts, Adaptation and Vulnerability." Working Group II Fourth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007b). "Climate Change 2007: The physical science basis: Summary for policy makers." Working Group I Fourth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007c). *IPCC Synthesis Report. Climate Change 2007. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Valencia, Spain, 12-17 November 2007.
- Irz, X., Lin, L., Thirtle, C. and Wiggins, S. (2001). "Agricultural Growth and Poverty Alleviation." *Development Policy Review* 19 (4): 449-466.
- ISIS. (2010). *ISIS Report*. 24 March 2010. Available at: <http://www.isis.org.uk/full/chinasPollutionFull.php>
- ITC and FiBL. (2007). "Organic Farming and Climate Change." <https://www.fibl-shop.org/shop/pdf/mb-1500-climate-change.pdf> accessed on 18 October 2011.
- Shiva, Vandana and Kunwar, Jalees, 2006 *Farmers' Suicide in India*. New Delhi:
- Jayne, T. S., Yamano, T., Weber, M., Tschirley, D., Benfica, R., Chapoto, A. and Zulu, B. (2003). "Smallholder income and land distribution in Africa: implications for poverty reduction strategies." *Food Policy* 28: 253-275. Research Foundation for Science, Technology and Ecology.
- Burneya, J., Woltering, L., Burcek, M., Naylor, R. and Pasternak, D. (2009). "Solar-powered drip irrigation enhances food security in the Sudan-Sahel." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Available at: <http://www.pnas.org/content/107/5/1848.full>. (last accessed 6 September 2010).
- Johansson, R.C., Tsur, Y., Roe, T.L., Doukali, R. and Dinar, A. (2002). "Pricing irrigation water: a review of theory and practice." *Water Policy* 4 (2): 173-199.
- Johnson, K.A. and Johnson, D.E. (1995). "Methane emissions from cattle." *Journal of Animal Science* 73: 2483-2492.
- Kader, A and Rolle, R. (2004). "The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce." *FAO, Rome*.
- Kar, G., Singh, R., Verma, H.N. (2004). "Alternative cropping strategies for assured and efficient crop production in upland rainfed rice areas of eastern India based on rainfall analysis." *Elsevier. Agricultural Water Management* 67: 47-62.
- Kasterine, A. and Vanzetti, D. (2010). "The Effectiveness, Efficiency and Equity of Market-based and Voluntary Measures to Mitigate Greenhouse Gas Emissions from the Agri-food Sector." in *United Nations Conference in Trade and Development (UNCTAD). Trade and Environment Review 2010*. Geneva, UNCTAD.
- Kay, M., Brabben, T. (2000). "Treadle Pumps for Irrigation in Africa." *IPTRID. Knowledge synthesis report No. 1 - October 2000*.
- Kerdchoechuen, O. (2005). "Methane emissions in four rice varieties as related to sugars and organic acids of roots and root exudates and biomass yield." *Agriculture Ecosystems & Environment* 108: 155-163.
- Khan, Z. R., Pickett, J. A., Wadhams, L. J., Hassanalia, A., Midegaa, C. A. O. (2006). "Combined control of *Striga hermonthica* and stem borers by maize-Desmodium spp. intercrops." *Elsevier. Crop Protection* 25: 989-995.
- Khan, Z. R., Midegaa, C. A. O., Amudavi, D. M., Njuguna, E. M., Wanyama, J. W., Pickett, J. A. (2008). "Economic performance of the 'push-pull' technology for stem borer and striga control in smallholder farming systems in western Kenya." *Crop Protection* 27: 1084-1097.
- Knudsen, M.T., Halberg, N., Olesen, J.E., Byrne, J., Iyer, V., and Toly, N. (2005). "Global trends in agriculture and food systems." in Halberg, N., Alroe, H.F., Knudsen, M.T. and Kristensen, E.S. (eds.) *Global development of organic agriculture: Challenges and promises*. CABI, UK.
- Kono, D. Y. (2009). "Protection for Whom? The Uses and Abuses of Sanitary and Phyto-sanitation Standards in the WTO." *Oxford-Princeton Conference on Global Trade Ethics and the Politics of WTO Reform*. 19 February 2009.
- Krishna, A., and Uphoff, N. (2002). "Mapping and Measuring Social Capital Through Assessment of Collective Action to Conserve and Develop Watersheds in Rajasthan, India." in Grootaert C. and van Bastelaer, T. (eds.) *The Role of Social Capital in Development: An Empirical Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kurien, V. (2004). "Chairman's Speech: 30th Annual General Body Meeting on 8th June 2004". Available at: <http://www.amul.com/kurien-annual04.html>.
- Küstermann B., Kainz M. and Hülsbergen K.J. (2008). "Modelling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems." *Renewable Agriculture and Food Systems* 23: 38-52.

- La Rovere, R., Kostandini, G., Abdoulaye, T., Dixon, J., Mwangi, W., Guo, Z., and Bänziger, M. (2010). "Potential impact of investments in drought tolerant maize in Africa." CIMMYT, Addis Ababa, Ethiopia.
- Lal, R. (2008). "Soil Science: Management and Conservation." in Pond, W.G., Nichols, B.L. and Brown, D.L. (eds.) *Food For All: Culture, Science and Technology of Food in the 21st Century*.
- Lal, R. (2009). "Ten tenets of sustainable soil management." *Journal of soil and water conservation*. Jan/Feb 2009—64 (1).
- LaSalle, T.J. and Hepperly, P. (2008). "Regenerative Organic Farming: A solution to global warming." Rodale Institute.
- Lele, U., and Agarwal, M. (1989). "Smallholder and large scale agriculture in Africa: Are there trade-offs between growth and equity?" MADIA Project. Washington, D.C., World Bank.
- Li X., Gong J., Gao Q., Li F. (2001). "Incorporation of ridge and furrow method of rainfall harvesting with mulching for crop production under semiarid conditions." *Agricultural Water Management* 50 (3): 173-183.
- Lipton, M. (1977). *Why poor people stay poor: urban bias in world development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lubilosa. (1999). "Biological Locust and Grasshopper Control Project." *Green Muscle: User Handbook*. Available at: <http://www.lubilosa.org/Userhb.pdf>
- Lyson, T.A. (2005). "Systems perspectives on food security." in *Proc. New Perspectives on Food Security*. 12-14 Nov. Glynwood Center, Cold Spring NY, 65-68.
- Lundqvist, J., de Fraiture, C., and Molden, D. "Saving Water: From Field to Fork – Curbing Losses and Wastage in the Food Chain." SIWI Policy Brief. SIWI, 2008.
- MacDonald D.M. (2004). "Agri Impact Assessment Study for Organic Cotton Farmers of Kutch & Surendranagar." Agrocel Industries Ltd. 14 September 2004.
- Machethe, C. L. (2004). "Agriculture and poverty in South Africa: Can agriculture reduce poverty?" Paper presented at the conference, Overcoming Underdevelopment, October 28–29, 2004, Pretoria, South Africa.
- Maisiri, N., Senzanje, A., Rockstrom J., Twomlow S.J. (2005). "On farm evaluation of the effect of low cost drip irrigation on water and crop productivity compared to conventional surface irrigation system." Elsevier. *Physics and Chemistry of the Earth* 30: 783–791.
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S. and Lehmann, J. (2010). "Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol." *Plant and Soil* 333 (1-2) August 2010: 117-128, Springer Netherlands.
- Marcoux, A. (1998). "Population Change - Natural Resources -Environment Linkages in East and Central Africa." Population programme Service (SDWP), FAO Women and Population Division.
- Markandya, A., Setboonsarng, S., Yu Hui, Q., Songkranok, R. and Stefan, A. (2010). "The Costs of Achieving the Millennium Development Goals through Adopting Organic Agriculture." February 9, 2010. ADBI Institute. Working Paper No: 193.
- Markheim, D. and Riedl, B. (2007). "Farm Subsidies, Free Trade, and the Doha Round." February 5, 2007. The Heritage Foundation. WEBMEMO #1337.
- McKinsey & Co. (2009). "Charting Our Water Future: Economic frameworks to inform decision-making." Available at: http://www.mckinsey.com/App_Media/Repors/Water/Charting_Our_Water_Future_Exec_per_cent20Summary_001.pdf page 19.
- McKnight Foundation CCRP. "Activity Report: Integrated Management of Pearl Millet Head Miner." The McKnight Foundation, March, 2008. Available at: http://mcknight.ccrp.cornell.edu/programme_docs/projec_t_documents/WAF_06-011_IPM/06-011_IPM_yr2_07-08_vweb_E.pdf.
- McKnight Foundation CCRP. (2010). "CCRP Quarterly Newsletter." The McKnight Foundation. Collaborative Crop Research programme. January-March 2010. Available at: http://mcknight.ccrp.cornell.edu/programme_docs/QN/10/QN1_10_3jun10.pdf
- McNellis, P.E. (2009). "Foreign Investment in Developing Country Agriculture – The Emerging Role of Private Sector Finance." FAO Commodity and Trade Policy Research Working Paper No. 28, Rome.
- Mejía, D.J. (2003). "An overview of rice post-harvest technology." FAO Agriculture and Consumer Protection Department, Rome, Italy.
- Mendoza, T.C. (2002). "Comparative productivity, profitability and energy use: intensity and efficiency of organic, LEISA and conventional rice production in the Philippines." Proceedings of the 14th IFOAM Organic World Congress, "Cultivating Communities," Victoria Conference Centre, Canada, 21-24 August 2002.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. Washington DC: Island Press.
- Millennium Project Task Force on Hunger. (2004). "Halving hunger by 2015: A framework for action." United Nations Millennium Project Interim Report. New York.
- Miller, N, Robertson, G.P., Grace, P., Gehl, R and Hoben, J. (2010). "Nitrogen fertiliser management for nitrous oxide mitigation in intensive corn production: an emissions reduction protocol for US Midwest agriculture." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Springerlink.com.
- Minami, K., and Neue, H.U. (1994). "Rice paddies as a methane source." *Climatic Change* 27(1):13-26. Available at: <http://www.springerlink.com/content/t74hv70425426w4/>.
- MOI. (2005). Ministry of Information, Government of Malawi. Undated. "Agriculture." <http://www.sdn.org.mw/min-information/agri.htm>. Accessed June 2005.
- Moyo, R., Love, D., Mul, M., Mupangwa, W., Twomlow, S. (2006). "Impact and sustainability of low-head drip irrigation kits in the semi-arid Gwanda and Beitbridge Districts, Mzingwane Catchment, Limpopo Basin, Zimbabwe." *Phys Chem Earth A,B,C* 31:885–892.
- Mrabet. (2008). "No-Till Practices in Morocco. No-Till Farming Systems." Goddard (ed.) *World Association of Soil and Water Conservation*. Special Publication 3: 393.
- Mrabet, R. and El Brahli, A. (2001). "Soil and Crop Productivity under Contrasting Tillage Management Systems in Semiarid Morocco." De Groote, H., Muller, D., Gbongboui C., Langewald J. (2001). "Participatory development of a biological control strategy of the variegated grasshopper in the humid tropics in West Africa." Elsevier. *Crop Protection* 21: 265–275. available at <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219401000916>
- Nagayets, O. (2005). "Small Farms: Current Status and Key Trends." Information Brief Prepared for the Future of Small Farms, Research Workshop, Wye College, June 26-29, 2005. International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2020 Vision Initiative and Overseas Development Institute (ODI).
- Narayanan, S., and Gulati, A. (2002). "Globalization and the smallholders: A review of issues, approaches, and implications." *Markets and Structural Studies Division Discussion Paper No. 50*. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Nellemann, C., MacDevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A.G. and Kaltenborn, B.P. (eds). (2009). "The environmental food crisis – The environment's role in averting future food crises." A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment programme, GRID-Arendal.
- Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringle, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M., and Lee, D. (2009). "Climate Change Impact on Agriculture and Costs of Adaptation (IFPRI)." Nemes, N. (2009). "Comparative Analysis of Organic and Non-Organic Farming Systems: A Critical Assessment of Farm Profitability." Available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/ak355e/ak355e00.pdf>.
- Neufeldt, H., Wilkes, A., Zomer, R.J., Xu, J., Nang'ole, E., Munster, C. and Place, F. (2009). "Trees on Farms: Tackling the triple challenges of mitigation, adaptation and food security." *World Agroforestry (ICRAF) Centre Policy Brief 07*. ICRAF. Nairobi, Kenya.
- New York Times. (2010). "China Report Shows More Pollution in Waterways." February 10, 2010. New York City.
- Niggli, U., Fließbach, A., Hepperly, P. and Scialabba, N. (2009). "Low greenhouse gas agriculture: Mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems." *Rev. 2*. Rome, FAO, April 2009. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai781e/ai781e00.pdf>.
- Nordpil, H. (2009). "Trends in food commodity prices, compared to trends in crude oil prices (indices)." in UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library.
- Norgaard, R. B. (1988). "Economics of the cassava mealybug [*Phaenacoccus Manihoti*; Hom.: Pseudococcidae] biological control programme in Africa." *Biocontrol* 33 (1): 3-6.
- Norse D, Li, J, Jin, L., and Zhang, Z. (2001). *Environmental Costs of Rice Production in China*. Aileen Press, Bethesda.
- NRC. (2010). *Toward Sustainable Agricultural Systems in the Twenty-First Century*. The National Academies Press, Washington, DC, USA.
- Oberholtzer, L, Dmitri, C, Green, C. (2005). "Price Premiums Hold on as U.S. Organic Produce Market Expands." *Electronic Outlook Report*, Economic Research Service/USDA.
- OECD. (1997). "Helsinki Seminar on Environment Benefits from Agriculture." OECD/GD (97) 110, OECD Publishing, Paris.
- OECD. (2007). *Agricultural Policies in OECD Countries: Monitoring*

and Evaluation. 213- 221, OECD, Paris.

OECD. (2008). "Environmental Performance of Agriculture in OECD Countries Since 1990." OECD Publishing, Paris. Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/61/21/44254899.pdf>.

OECD. (2008). "Household Behaviours and the Environment: Reviewing the Evidence". OECD Publishing, Paris.

OECD. (2009). "Agricultural Policies in OECD Countries. Monitoring and evaluation." OECD Publishing, Paris.

OECD. (2010). "Agricultural Policies in OECD Countries: At a Glance." OECD Publishing, Paris.

Offenheiser, R. (2007). "Don't feed the greed: End subsidies to wealthy." Des Moines Register. November 8, 2007.

Opschoor, J. B. (2007). "Environment and Poverty: Perspectives, Propositions and Policies." Institute of Social Studies, Working Paper No. 437, The Hague.

Pagiola, S. (2008). "Payments for environmental services in Costa Rica." Elsevier. *Ecological Economics* 65 (4): 712-724. May.

Panin, A. (1995). "Empirical Evidence of Mechanisation Effects on Smallholder Crop Production Systems in Botswana." Elsevier. *Agricultural Systems* 41: 199-210.

Pauchard, A., Aguayo, M., Pena, E. and Urrutia, R. (2006). "Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepcion, Chile)." *Biological Conservation* 127: 272-28

Perrings, C. (1999). "The Economics of Biodiversity Loss and Agricultural Development in Low Income Countries." University of York, UK.

Pimentel, D., Berardi, G., Fast, S. (1983). "Energy Efficiency of Farming Systems: Organic and Conventional Agriculture." Elsevier. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 9 (4) 358-372.

Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., and Seidel, R. (2005). "Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems." *BioScience* 55: 573-582.

Portmann, F., Siebert, S., and Döll, P. (2009). "MIRCA2000 – global monthly irrigated and rainfed crop areas around the year 2000: A new high-resolution data set for agricultural and hydrological modelling." *Global Biogeochemical Cycles*, in revision.

Prebish, R. (1962). "The Economic Development of Latin America and its Principal Problems," Economic Commission for Latin America, Santiago, Chile.

Pretty, J. (2006). "Agroecological Approaches to Agricultural Development." Available at <http://www.rimisp.org/getdoc.php?docid=6440>

Pretty, J., Brett, C., Gee, D., Hine, R., Mason, C., Morison, J., Rayment, M., Van der Bilj, G. and Dobbs, T. (2001). "Policy Challenges and Priorities for Internalizing the Externalities of Modern Agriculture." *Journal of Environmental Planning and Management* 44 (2): 263-283.

Pretty, J., Ball, A., Lang, T., Morison, J. (2005). "Farm costs and food miles: An assessment of the full costs of the UK weekly food basket." *Food Policy*. Elsevier. Available at : http://ernaehrungsdenkwerkstatt.de/fileadmin/user_upload/EDWText/Personen/Lang_Tim_Pretty_Food_Policy_Food_Miles_UK_2005_Final.pdf.

Pretty, J., Nobel, A.D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R.E., Penning De Vries, F.W.T., Morison, J.I.L. (2006). Resource conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science and Technology* 40: 1114-1119.

Rahman, S. (2009) "Whether crop diversification is a desired strategy for agricultural growth in Bangladesh?" Elsevier. *Food Policy* 34: 340-349.

Postel, S. (2001). "Drip Irrigation for Small Farmers. A New Initiative to Alleviate Hunger and Poverty." International Water Resources Association. *Water International* 26 (1): 3-13, March 2001.

Raj, D.A., Sridhar, K., Ambatipudi, A. and Brenchandran, S. (2005). "Case Study on Organic versus Conventional Cotton in Karimnagar, Andhra Pradesh, India." Second International Symposium on Biological Control of Arthropods Volume I. USDA Forest Service Publication FHTET-2005-08.

Ravnborg, H., Damsgaard, M., and Raben, K. (2007). "Payments for Ecosystem Services: Issues and Pro-Poor Opportunities for Development Assistance." DIIS Report 2007: 6. Danish Institute for International Studies. Copenhagen.

Reganold J.P. (1992). "Effects of Alternative and Conventional Farming Systems on Agricultural Sustainability." Washington State University, Department of Crop and Soil Sciences. Memo, Oregon State University.

Rockstrom, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H. Rost, S. and Gerten, D. (2009). "Future water availability for global food production:

The potential of green water for increasing resilience to global change." *Water Resources Research* 45: 16.

Rodulfo, V.A. Jr.; B.C. Geronimo. 2004. AMDP presents R&D prospects and SCU' S role in Philippine agriculture and fisheries modernization. Philippine Agricultural Mechanisation Bulletin, Agricultural Mechanisation Development Program. 10,2:3-6.

Rosset, P. M., (1999). "The Multiple Functions and Benefits of Small Farm Agriculture in the Context of Global Trade Negotiations." Policy brief prepared for FAO/Netherlands Conference on Agriculture and Land, 12-17 September, 1999, Maastricht, Netherlands.

Rost, S., Gerten, D., Bondeau, A., Lucht, W., Rohwer, J. and Schaphoff, S. (2008). "Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system." *Water Resources Research* 44 (9).

Rost, S., Hoff, D.G.H., Lucht, W., Falkenmark, M. and Rockström, J. (2009). "Global potential to increase crop production through water management in rainfed agriculture." *Environ. Res. Lett.* 4 044002 (9).

Ruttan, V. (1977). "The Green Revolution: Seven Generalizations." *International Development Review* 19: 16-23.

Sahota, A. (2009). The Global Market for Organic Food & Drink in Willer, H. and Kilcher, L. (eds.) *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2009*, IFOAM, Bonn; FiBL, Frick; ITC, Geneva.

Scialabba, N. (2007). "Organic Agriculture and Food Security." Available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/012/ah952e.pdf>.

Scialabba, N. and Müller-Lindenlauf, M. (2010). "Organic agriculture and climate change." *Renewable Agriculture and Food Systems* 25(2): 158-169.

Scialabba, N. et al. (2008). "Draft Project Proposal: Organic Research Centres Alliance." FAO. Rome, Italy.

Seo, N. S. (2010). "Is an integrated farm more resilient against climate change? A micro-econometric analysis of portfolio diversification in African agriculture." *Food Policy* 35: 32-40.

Shah, T. et al. (2005). "Social Impact of Technical Innovations. Study of Organic Cotton and Low Cost Drip Irrigation in the Agrarian Economy of West Nimar Region." *International Development Enterprises*.

Sharma, N.K., Singh, P.N., Tyagi, P.C., Mohan S.C. (1998). "Effect of leucaena mulch on soil-water use and wheat yield." Elsevier. *Agricultural Water Management*. 35: 191-200.

Sherwood, S., Cole, D., Crissman, C. and Paredes, M. (2005). Transforming Potato Systems in the Andes. in Pretty, J. (ed). *The Pesticide Detox*. Earthscan, London.

Shiva, V. (1989). "The violence of the green revolution: Ecological degradation and political conflict in Punjab." Dehra Dun: Research Foundation for Science and Ecology.

Singer, H. W. (1950). "The Distribution of Gains between Investing and Borrowing Countries." *American Economic Review* 40: 306-317.

Singh, H. (2005). "Services, Institutions, Intermediation: New Directions." Prepared for the Future of Small Farms, Research Workshop, Wye College, June 26-29, 2005. International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2020 Vision Initiative and Overseas Development Institute (ODI).

Singh, H. (2005). "The Future of Small Farms in Services, Institutions, Intermediation: New Directions." Proceedings of a Research Workshop Wye, UK, June 26-29, 2005.

Sivanappan, RK. (1994). "Prospects of micro-irrigation in India." *Irrigation and Drainage Systems* 8 (1): 49-58.

Smith, D. (2008). "GPS sparks big changes." Available at: <http://www.allbusiness.com/agriculture-forestry/agriculture-crop-production-oilseed/10597000-1.html>.

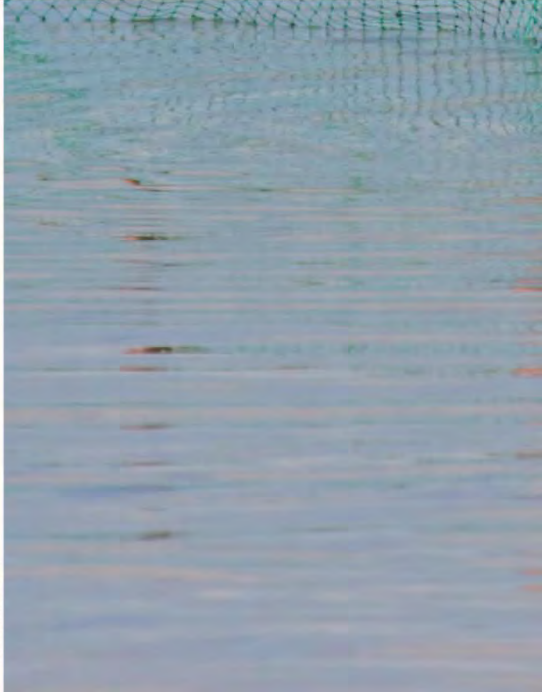
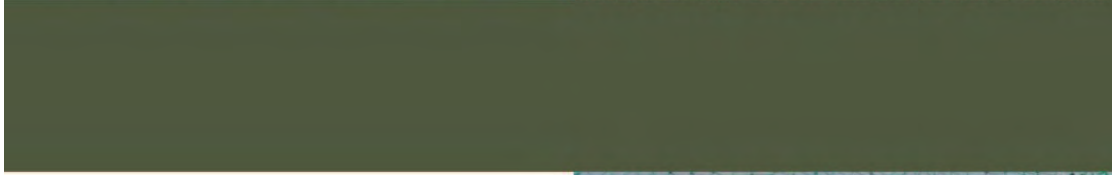
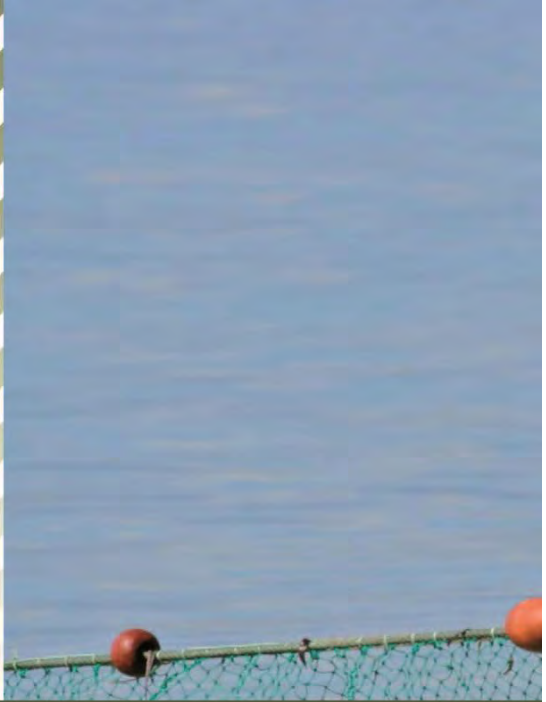
Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O' Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O. (2007). "Agriculture." in *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Smith, V. H. and Schindler, D.W. (2009). "Eutrophication Science: Where do we go from here?" Elsevier Ltd. Available at: <http://www.jlakes.org/web/EutrophicationScience-TIEE2009.pdf>. (last accessed 21 January 2011).

Smith, V. H. and Schindler, D. W. (2009). "Eutrophication Science: where do we go from here?" *Trends Ecol.* 24: 201-207.

Spencer, D. (2002). "The future of agriculture in Sub-Saharan Africa and South Asia: W(h)ither the small farm?" in *Sustainable Food Security for All by 2020*. Proceedings of an International Conference, September 4-6, 2001, Bonn, Germany. Washington, D.C.: International

- Food Policy Research Institute.
- SRI Homepage. (2010). Available at: <http://ciifad.cornell.edu/sri/sripapers.html>.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. (2006). "Livestock's Long Shadow: environmental issues and options." FAO, Rome.
- Steen, I., Steen, P., 1998. Phosphorus availability in the 21st century: management of a nonrenewable resource. *Phosphorus Potassium* 217, 25–31.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge Univ. Press. UK.
- Sur, S., Bothra, A.K. and Sen, S. (2010). "Symbiotic Nitrogen Fixation – A Bioinformatics Perspective." *Biotechnology* 9 (3): 257-273.
- Swinton, S.M., and Lowenberg-DeBoer, J. (2001). "Global adoption of precision agriculture technologies: Who, when and why." in Third European conference on precision agriculture. 557-562. Grenier, G. and Blackmore, S. (ed). (2005) "Agro Montpellier" ENSAM, Montpellier.
- Tegtmeier, E. M. and Duffy, M. (2004). "External Costs of Agricultural Production in the United States." *International Journal Of Agricultural Sustainability*. 2 (1).
- Tejada, M., Gonzalez, J.L., Garcia-Martinez, A.M., Parrado, J. 2008. "Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield." *Bioresource Technology* 99: 1758–1767.
- The Economist. (2010). "Agricultural Subsidies: Ploughing on. The rich world's farmers are still reaping handsome subsidies." 1 July, 2010.
- Thepent, V. and Chamsing, A. (2009). "Agricultural Mechanisation Development in Thailand." The Fifth Session of the Technical Committee of APCAEM, 14-16 October 2009, Los Banos, Philippines.
- Tillman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. and Polasky, S. (2002). "Agricultural sustainability and intensive production practices." *Nature* 418: 671-677.
- Tomich, T.P., Kilby, P. and Johnston, B.F. (1995). "Transforming Agrarian Economies: Opportunities Seized, Opportunities Missed." Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- UN. (2007). "World Urbanization Prospects 2007." UN, New York. Available online at: 2007WUP_ExecSum_web.pdf [last accessed on the 20 January 2009]. http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf.
- UNESCO ECA. (2007). "Africa Review report on Agricultural and Rural Development." Fifth Meeting of the Africa Committee on Sustainable Development (ACSD-5)/ Regional Implementation Meeting (RIM) for CSD-16 Addis Ababa, 22-25 October 2007.
- UN ESA. (2004). "World Population to 2300." UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- UN WomenWatch. (2009). "Women, Gender Equality and Climate Change." Available at: http://www.un.org/womenwatch/feature/climate_change/downloads/Women_and_Climate_Change_Factsheet.pdf.
- UN-DESA. (2008). "Don't Forget the Food Crisis: New Policy Directions Needed." Policy Brief 8, October, 2008. Available at: <http://www.un.org/esa/policy/policybriefs/policybrief8.pdf>.
- UNEP. (2009). "Agriculture: A Catalyst for Transitioning to a Green Economy: A UNEP Brief." Available at: www.unep.org/greeneconomy.
- Upadhyay, B. (2004). "Gender aspects of smallholder irrigation technology: Insights from Nepal." *Journal of Applied Irrigation Science* 39(2):315-327.
- Velarde, S. and Tomich, T.P. (2006). "Sustainable Tree Crops programme (STCP)."
- Wade, R.H. (1996). "Japan, the World Bank, and the art of paradigm maintenance: The East Asian miracle in political perspective." *New Left Review* 217:3-36.
- Wade, R. H. (2004). *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*. Princeton University Press.
- Wall, E., Bell, M.J. and Simm, G. (2008). "Developing Breeding Schemes to Assist Mitigation". *Livestock and Global Climate Change*. British Society of Animal Science. Penicuik, U.K.
- Wandji Dieu ne dort, N., Lapbim Nkeh, J. and James, J. G. (2006). "Socio-economic impact of a cocoa integrated crop and pest management diffusion knowledge through a farmer field school approach in southern Cameroon." Sustainable Tree Crop programme, International Institute of Tropical Agriculture (STCP/IITA_HFC). International Association of Agricultural Economists Conference. Australia. 2006. Available at: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/25418/1/pp060058.pdf>.
- Wang, Y., Lin, M., Tian, Z., Elmerich, C. and Newton, W. (eds.). (2005). "Biological Nitrogen Fixation, Sustainable Agriculture and the Environment", Proceedings of the 14th International Nitrogen Fixation Congress. Springer. Dordrecht, Netherlands.
- Wani, S.P., Pathak, P., Sachan, R.C. and Sudi, R. (2009). "Opportunities for water harvesting and supplemental irrigation for improving related Agriculture in Semi-arid Areas." in *Rainfed Agriculture: Unlocking the Potential*. Reading, UK. 198.
- Weinberger, K., Lumpkin, T. (2007). "Diversification into Horticulture and Poverty Reduction: A Research Agenda." *World Development* 35 (8): 1464–1480.
- Wise, A.T., (2011). "Still Waiting for the Farm Boom: Family Farmers Worse Off Despite High Prices." *Global Development and Environment Institute, Tufts University*. Available at: <http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/PB11-1FarmIncomeMarch2011.pdf>.
- Wiggins, S. (2009). "Can the smallholder model deliver poverty reduction and food security for a rapidly growing population in Africa?" FAC Working Paper No. 08, Available at: http://www.future-agricultures.org/Documents/Smallholder_S-Wiggins_Jul-09.pdf (last accessed July 2010).
- World Bank. (2008a). *Global Monitoring Report 2008: MDGs and the Environment: Agenda for Inclusive and Sustainable Development*. World Bank, Washington D.C.
- World Bank. (2008b). *World Development Report 2008, Agriculture for Development*. World Bank, Washington D.C.
- World Bank. (2010). *World Development Report 2010, Development and Climate Change*. World Bank, Washington D.C.
- World Bank. (2010). *Agricultural Growth and Poverty Reduction: Additional Evidence*. World Bank, Washington D.C.
- World Bank. (2010). "Rising Global Interest in Farmland: Can It Yield Sustainable and Equitable Benefits?" World Bank, Washington D.C.
- World Bank, IFAD and FAO. (2009). *Gender in Agriculture Sourcebook*. Washington, DC: World Bank. Available at: <http://siteresources.worldbank.org/INTGENAGRLIVSOUBOOK/Resources/CompleteBook.pdf>.
- WWAP. (2003). *Water for People, Water for Life - UN World Water Development Report (WWDR)*. UNESCO, Paris.
- Zarea, A., Koocheki A., and Nassiri, M. (2000). "Energy Efficiency of Conventional and Ecological Cropping Systems in Different Rotations with Wheat." in Alföldi, T., Lockeretz, W., and Niggli, U. (eds.) (2000). *IFOAM 2000– The world grows organic*, Proceedings at the 13th IFOAM Scientific Conference, 28 August 2000.
- Zhao, L., Wu, L., Li, Y., Lu, X., Zhu, D., and Uphoff, N. (2009). "Influence of the system of rice intensification on rice yield and nitrogen and water use efficiency with different N application rates." *Experimental Agriculture*, 45(3): 275-286.
- Ziesemer, J. (2007). "Energy use in organic food systems." *Natural Resources Management and Environmental Department*. FAO, Rome. August 2007.



Shutterstock/Nico Smit

致谢

本章统筹协调作者：**Dr Rashid Sumaila**，加拿大不列颠哥伦比亚大学渔业经济研究部主任。

感谢联合国环境署 Moustapha Kamal Gueye 先生对本章的撰写进行统筹管理，包括组织同行评审、与合著者商定修改事宜、材料补充，以及完成最后的定稿工作。为本书提供技术背景文件和其他材料的主要作者包括：美国千年研究所的 Andrea M. Bassi, John P. Ansal 和 Zhiuhua Tan；加拿大不列颠哥伦比亚大学的 Andrew J Dyck；丹麦南方大学的 Lone Grønbaek Kronbak；加拿大不列颠哥伦比亚大学的 Ling Huang；牛津大学、前加纳银行的 Mahamudu Bawumia；加拿大不列颠哥伦比亚大学的 Gordon Munro；冰岛大学的 Ragnar Arnason；丹麦南方大学的 Niels Vestergaard；挪威经济商业学院的 Rognvaldur Hannesson；加拿大纽芬兰纪念大学和泰国沿海和海洋管理中心的 Ratana Chuenpagdee；加拿大圣玛丽大学的 Tony Charles；英国东英吉利大学的 William Cheung 等。

加拿大不列颠哥伦比亚大学的 Andres Cisneros-Montemayo，国际劳工组织的 Ana Lucia Iturriza，加拿大不列颠哥伦比亚大学的 Vicky Lam，加拿大不列颠哥伦比亚大学渔业中心的 Daniel Pauly，加拿大不列颠哥伦比亚大学的 Wilf Swartz 和 Lydia The；世界自然基金会的 David Schorr；加拿大不列颠哥伦比亚省大学的 Reg Watson 和 Dirk Zeller 等对本章的撰写亦有所贡献。

同时，也感谢以下渔业专家和相关从业人员在同行评审中为本书提供的实质性意见和建议，他们是挪威海洋研究所的 Asmund Bjordal；阿根廷农业部渔业经济处的 Elisa Guillermina Calvo；美国康乃尔大学的 John M. Conrad；美国华盛顿大学的 Ray Hilborn；欧洲委员会研究总局的 Cornelia E. Nauten；加拿大海洋渔业部的 Jake Rice；国际保护组织的 Andrew A. Rosenberg。

下列同事在书稿校对检查工作中同样提供了宝贵的实质性意见，他们是联合国粮食及农业组织的 Rolf Willmann；国际劳工组织的 Brand Wagner；濒危野生动植物物种国际贸易公约秘书处的 Marceil Yeater；联合国环境署的 Anja von Moltke, Joseph Alcamo, Charles Arden-Clarke, Elizabeth Khaka, James Lomax 和 Robert Wabunoha。

特别感谢联合国环境规划署环境政策执行司海洋和沿海环境科科长 Jacqueline Alder 对本书撰写工作中给予的指导和帮助。

目录

关键信息	78
1 引言	80
1.1 本章的目标和结构	80
1.2 全球渔业现状回顾	80
2 全球渔业的挑战和机遇	83
2.1 挑战	83
2.2 机遇	86
3 发展绿色渔业的经济效益	89
3.1 渔业对经济活动的贡献	89
3.2 修复与维护渔业资源的意义	89
3.3 发展全球绿色渔业的成本	90
3.4 绿色渔业的成本效益分析	92
3.5 渔业管理	92
4 促成条件：机构、规划、政策与法规的改革以及资金筹措	94
4.1 建立有效的国家、区域和国际机构	94
4.2 监管改革	94
4.3 渔业管理措施的经济学分析	94
4.4 转型过程的管理	95
4.5 借鉴成功的国际经验	95
4.6 为渔业改革提供资金支持	96
5 结论	98
参考文献	99

图目录

图1: 1950-2005年全球海洋渔获上岸量和上岸价值	81
图2: 每10年海洋捕捞业上岸价值的空间分布图.	84
图3: 1950-2005年鱼类种群开发状况	85

表目录

表1: 全球10大海洋捕捞国或政治实体.	82
表2: 全球渔业补贴.	85
表3: 2003年生态海洋休闲活动.	87
表4: 世界海洋捕捞产量按区域排名.	89
表5: 绿色渔业: 关键性数据.	90

专栏目录

专栏一: 内陆捕捞渔业	81
专栏二: 补贴和小规模渔业	86
专栏三: 印度尼西亚的小规模渔业活动	87
专栏四: 改进渔具对促进绿色渔业发展的意义	91
专栏五: 非法、未报告和无人管制的捕捞活动与绿色渔业	92
专栏六: 共享鱼类种群的相关国际法的最新进展	96

缩略语表

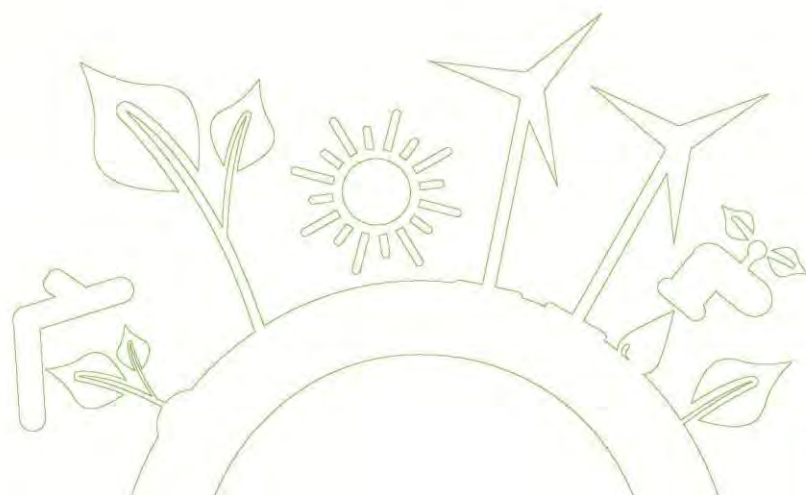
BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
CBD	Convention on Biological Diversity	生物多样性公约
CTQ	Community Transferable Quota	社区可转让配额
EC	European Commission	欧盟委员会
EEZ	Exclusive Economic Zone	专属经济区
EFR	Environmental Fiscal Reform	环境财政改革
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	联合国粮食与农业组织
GEF	Global Environment Facility	全球环境基金
GFF	Global Fisheries Fund	全球渔业基金
ITQ	Individual Transferable Quotas	个别可转让配额
IUU	Illegal, Unregulated and Unreported	非法，未报告和无管制
MCS	Monitoring, Control and Surveillance	监测，控制和监视
MEY	Maximum economic yield	最高经济产量
MPA	Marine Protected Area	海洋保护区
MRA	Marine Recreational Activity	海洋休闲活动
MSY	Maximum Sustainable Yield	最大可持续产量
NRC	National Research Council	国家研究理事会
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
PPP	Public-private partnership	公私合营/公共和私营部门的伙伴关系
RFMO	Regional Fisheries Management Organization	区域渔业管理组织
SCFO	Standing Committee on Fisheries and Oceans	渔业和海洋常务委员会
SSF	Small Scale Fisheries	小规模渔业
T21	Threshold 21 model	T21模型
TAC	Total allowable catch	总可捕量
	Territorial rights in fisheries	领域使用权
UN	United Nations	联合国
UNCLOS	United Nations Conference on the Law of the Sea	联合国海洋法公约
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
WTO	World Trade Organization	世界贸易组织

关键信息

- 1. 世界海洋渔业在社会上和上都起着至关重要的作用，它为10亿多人口提供动物蛋白质和食物保障。** 其中约有5亿人口住在珊瑚礁附近海域，不单是为了捕鱼，更多是依赖小规模渔业和旅游业提供生计。目前，全球渔业为世界各地渔业企业创造每年约80亿美元的利润，并提供1.7亿个工作岗位，直接或间接地带来350亿美元左右的家庭年收入。如果把海洋渔业资源在世界经济中创造的直接、间接或相关的经济影响都统计在内，这个行业的全球经济产出量每年可达2,350亿美元。
- 2. 全球海洋渔业目前在经济和社会方面表现欠佳。** 如果从850亿美元的渔业总收入中扣除渔业成本（900亿美元）和非燃油补贴（210亿美元），那么整个社会每年在渔业生产中存在260亿美元赤字。这个数字大致与每年270亿美元的补贴（包括210亿美元非燃油补贴）相当，而这些补贴直接加剧了过度捕捞和渔业资源枯竭。
- 3. 从长远来看以实现渔业可持续发展为目的的投资可确保一个重要的经济来源。** 实现绿色渔业需要重新调整用以加强渔业管理的公共开支，并通过减少渔船数量、及时合理安置渔民就业等措施降低过剩的产能。因此，发展绿色渔业可减少过度捕捞的现象并有助于恢复枯竭的渔业资源。单投资1,000-3,000亿美元即可有效降低过剩的捕捞能力。此外，尽管在未来十年内由于渔业资源的恢复会导致捕获量下降，但是从长远来看可使捕获量从目前的每年8,000万吨提高至2050年的9,000万吨。绿色渔业带来的利益现值将是附加成本的3至5倍左右。2010至2050年期间，投资国内生产总值的0.1%-0.16%将用来减少渔船数量，重新安置就业，以及在中长期内进行更好的渔业资源管理，2050年底的就业岗位将比现在增加27%-59%。同时，在没有额外渔业资源管理措施的情况下，到2050年争取使渔业资源恢复到1970年的70%左右（每年5,000万吨到9,000万吨之间），而在常规经济（Business-as-usual, BAU）情景中，此恢复程度仅可达到1970年的30%。

4. “绿化”渔业将使全球渔业的资源租金大幅增加。本章所述的结果表明：“绿化”渔业将使资源租金从每年负260亿美元增至450亿美元。在这种情况下，每年渔业给全球经济带来的总价值约为670亿美元。即使不考虑休闲渔业的发展潜力以及可实现数倍以上的非市场价值，绿色渔业的潜在收益至少是投资成本的四倍。

5. 一系列管理措施的实施和资金的投入将促使全球渔业由目前表现不佳的状态向效益更高的绿色渔业转变。除了取消对环境有害的补贴外，还可采用其它的政策和监管措施来恢复全球渔业的潜力。经济研究表明，在特定的条件下，海洋保护区（Marine Protected Area, MPA）作为对渔业资源的可再生能力的一项投资是非常有价值的。目前，海洋保护区占世界海洋面积不足1%。为了将海洋保护区作为一种管理工具充分利用，2002年召开的可持续发展世界首脑峰会上制定了一个目标，旨在建立一个全球性海洋保护区网络，到2012年使得海洋保护区覆盖全球海洋栖息地的10%-30%。2010年年底，在日本名古屋召开的“生物多样性公约”会议上，这个期限被延长至2020年，目标下调至10%。



1 引言

1.1 本章的目标和结构

本章的目的是展示当前海洋渔业的经济和社会价值，同时更重要的是，以在绿色经济的框架内进行海洋渔业管理为前提，对该行业的潜在经济和社会价值进行评估。由于政策制定对促进海洋渔业的可持续发展具有重要意义，本章探讨了如何制定适当的奖励政策来促进改革、拓展投资渠道。

本章的具体目标是：

- 进一步认识海洋渔业对全球经济的贡献和影响；
- 阐明可持续管理渔业对国家和地区经济以及全球经济的潜在利益；
- 估算渔业保护和可持续利用所需的资金需求，并把该资金需求与长远的经济、社会和环境效益做比较；
- 证明投资重建渔业、改善管理所带来的长期经济利益高于短期投入成本。

渔业包括三个主要部分：1) 海洋捕捞；2) 内陆捕捞；3) 水产养殖。本章侧重于海洋渔业，但同时也会讨论与海洋捕捞渔业相关的内陆渔业和水产养殖的内容。

本章主要探讨“绿化”海洋渔业的前景。“绿化”渔业主要是指：1) 认识到海洋能提供的资源是有限的；2) 为当代和后代的利益考虑，认为通过一段时间来恢复过度捕捞和枯竭的渔业资源，并使其最大程度地实现可持续，这是非常必要的；3) 海洋动物的重要栖息地需要得到保护和保存；4) 需要有组织地进行捕捞以及其他与海洋渔业资源有关的活动，以减少温室气体的排放。由于世界上许多捕捞渔业的神群正面临危机的事实已经得到普遍认知，我们在此主要强调第2点。过度开发、污染和气温上升等因素威胁着世界上大约63%的渔业资源（Worm et al. 2009）。不过，也存在一些管理完善的例子为世界渔业有一个更环保更可持续的前景提供了重要经验。

鱼类是地球上最重要的可再生资源之一。他们不仅在海洋和淡水生态系统中担任重要角色，对世界上大部分人的生存和健康也做出了重要贡献。海洋渔业为沿

海地区数以百万计的人口提供营养和生计，尤其是在南亚、东南亚、西非和太平洋岛国地区。由于沿海地区人口持续增长，这些资源在将来能够产出多少福利将取决于如何“绿化”渔业。本文估计了目前的海洋渔业资源所做出的经济和社会贡献，同时也估算了这些渔业在绿色发展情况下的增加量。我们还阐述了在什么样的体制条件下，可以在保护这些重要的可再生海洋资源的同时，实现经济效益的增长。

通常情况下，渔业管理人员和决策者在一些压力下会牺牲海洋渔业资源的长期健康发展，转而成为捕捞业和消费者追求短期的经济利益。更好地认识海洋渔业资源对全球经济的潜在贡献和影响将为我们提供更为广泛的、长远的经济和社会视角。我们的目的是为了决策者明白，绿色环保的经济举措能够帮助在持续增长鱼类需求和有限的海洋和沿海渔业资源中取得平衡。

下面将介绍目前全球渔业的发展现状，着重描述渔获量和渔获价值、就业、海洋和沿海休闲旅游业对全球经济的贡献。第2节讨论发展绿色渔业所面临的挑战和机遇。在第3节，我们主要关注捕捞船队调整情况，并对重建枯竭渔业的潜在成本和收益进行估计。第4节探讨发展绿色渔业所需的国内外条件和政策。其中4.6部分重点讨论了如何对渔业进行融资改革。

1.2 全球渔业现状回顾

世界海洋捕捞的总渔获量¹从1950年的1,670万吨上升至2005年的8,020万吨，1994年达到8,530万吨的高峰（见图1）。在这56年间，鱼类占总渔获量的86%，甲壳类和软体类分别占6%和8%。世界海洋捕捞业的总上岸价值（总产值）1950年约为200亿美元²，20世纪70年代末稳步增加至1,000亿美元，80年代尽管总渔获量进一步增加，但其总产值则基本保持相同水平（FAO 2005；Sea Around Us project³；Sumaila et al. 2007；Watson et al. 2004）。

1. 不包括海洋哺乳动物，爬行动物，水生植物和藻类的渔获量；
2. 所有价值按照2005年美元实际购买力衡量；
3. 包含全球渔业数据库的计划（The Sea Around Us project），以及联合国粮农组织的报告和其他数据来源（Pauly 2007）。



20世纪80年代末以来，渔获上岸价值一直处于下降趋势，从最初的1,000亿美元左右下跌至2005年的900亿美元（图1）。与90年代早期下跌的渔获价值相比，市场售价较低的秘鲁鳀的渔获量持续增加，1993-1996年间占总渔获量的10%以上，1994年达到15%（Sumaila et al. 2007; Watson et al. 2004）。表1中列出了世界前十位国家活着政治实体的捕捞能力排名。捕捞船队能力指数以西班牙为参考值，作为表中排名第一的俄罗斯，其捕捞能力约为西班牙的三倍，而美国高出西班牙大

约30%。这十个国家/政治实体在2005年的捕捞量之和占全世界年捕捞量的1/3左右，上岸价值大约为全球总价值的50%。这意味着绿色渔业的成功实现将与这10个国家或政治实体的积极参与密切相关。

专栏一：内陆捕捞渔业

无论是由于人均消费的增长或是无法购买其他动物蛋白的原因，内陆渔业在世界各地的重要性都日益提高。在最近的一份世界渔业和水产养殖状况报告中，联合国粮农组织（FAO）估计，内陆渔业年渔获量约为1,000万吨，相当于海洋和内陆总渔获量的11%（FAO 2009）。东南亚的湄公河流域作为850余种淡水鱼的产地，包括经济价值重要的鲶鱼和鲤鱼，每年提供价值20亿美元左右的鱼类上岸量（Barlow 2008）。

位于非洲大峡谷的维多利亚湖是世界第二大内陆

水体，是500余种淡水鱼的栖息地。其中，尼罗河鲈鱼，罗非鱼和大迦阿（类似小沙丁鱼）在渔业市场上备受追捧，年渔获量超过100万吨，上岸价值每年在3.5-4亿美元⁴。但是，由于许多国家缺乏持续性的数据收集，内陆捕捞量和上岸价值的准确性有待考证。

由此将内陆捕捞业列入全球渔业的分析中比较困难。但是，海洋捕捞业中的一些概念如产能过剩和补贴同样也适用于分析内陆渔业问题。

4. 维多利亚湖的渔业管理组织，网站为<http://www.lvfo.org>

	捕捞努力量 (百万千瓦×出海日)	渔获量 (百万吨) ²	渔获上岸价值 (2005年的10亿美元) ³
俄罗斯	432	3	3.2
日本	398	4	14.4
中国大陆	301	10	15.2
中国台湾	261	1	2.7
美国	225	4.8	4.2
西班牙	147	0.9	1.3
韩国	138	1.6	2.5
法国	116	0.6	1
新西兰	115	0.5	1.1
意大利	100	0.3	1

* 2005年全球渔获总上岸量为8,020万吨，上岸价值为948亿美元。

表1：全球10大海洋捕捞国或政治实体（按船队能力排名）

资料来源：Sumaila et al. 2007、Watson et al. 2004 以及 Anonimous et al. 2010。

2 全球渔业的挑战和机遇

2.1 挑战

过度捕捞

早在20世纪70年代，捕捞业已经有所发展，尤其是在亚洲国家，还有鲑鱼产量丰富的智利沿海和西非沿海地区。2005年高产值地区有所减少，但是公海渔业迅速发展，在北大西洋和南太平洋地区尤为显著。图2表示1950年到2005年间世界渔业每十年的上岸价值。这六张图显示，渔获价值主要集中在产量丰富的欧洲和亚洲沿海地区，以及营养丰富、上升流显著的水域，如南美洲的西海岸地区。

全球海洋渔业的空间扩张也证明了渔业资源过度捕捞的程度 (Swartz et al. 2010)。实际上，联合国粮农组织认为，只有25%的商业鱼类，且大多数是低价格的鱼种，尚未被完全开发。52%的鱼类已经被完全开发，而且没有拓展的空间；19%已被过度开发；8%已经枯竭 (FAO 2009)。研究表明，到2003年，29%左右的海洋渔业种类已衰退，其渔获量只有历史最高渔获量的1/10 (Worm 2006)。模型分析结果表明，在常规经济 (BAU) 情景中，2015年鱼类可利用的总量将只有1970年的一半，到2050年这个数字更会进一步跌至1/3。“捕捞海洋食物网中低层次种类”，即目标和捕捞的种类从最大物种变为最小物种，这一做法将会对生态系统的平衡造成重大影响 (Pauly et al.)。早在20世纪70年代，捕捞业已经有所发展，尤其是在亚洲国家，还有鲑鱼产量丰富的智利沿海和西非沿海地区。2005年高产值地区有所减少，但是公海渔业迅速发展，在北大西洋和南太平洋地区尤为显著。图2表示1950年到2005年间世界渔业每十年的上岸价值。这六张图显示，渔获价值主要集中在产量丰富的欧洲和亚洲沿海地区，以及营养丰富、上升流显著的水域，如南美洲的西海岸地区。

1992年纽芬兰鳕鱼资源的衰退使当地社区和经济受到毁灭性打击，并波及到加拿大的大西洋沿岸及以外地区。造成约4万人口失业，捕鱼为生的小镇人口缩水20%，加拿大纳税人花费数十亿美元来处理此事的后果 (Mason 2002; Rice et al. 2003; SCFO 2005)。虽然1992年开始暂停对鳕鱼的捕捞，其资源量至今还未恢复到衰退前的水平 (Charles et al. 2009)。

在存在对鱼类需求的同时，保护脆弱的过度开发的鱼种，建立渔业资源修复的条件与体制，是我们现在所面对的最大挑战。无论在发达国家还是发展中国家，这项挑战都难以估量，进行政策改革尤其困难。我们完全有理由担心，在一些地区即使完全禁渔也不能使

鱼类种群数量恢复到之前的水平。

补贴

渔业补贴是指公共实体向渔业机构进行直接或间接的财政转移支付，使之获得比之前更多的收益 (Milazzo 1998)。这种转移支付往往旨在减少捕鱼成本或增加渔民收入。此外，补贴还可能包括一些使渔民受益的间接支出，如管理和退出计划。由于补贴在贸易、生态可持续发展和经济社会发展中扮演着复杂的角色，因此，补贴问题引发了全球关注 (UNEP 2003; UNEP 2004; 2005; 2011)。

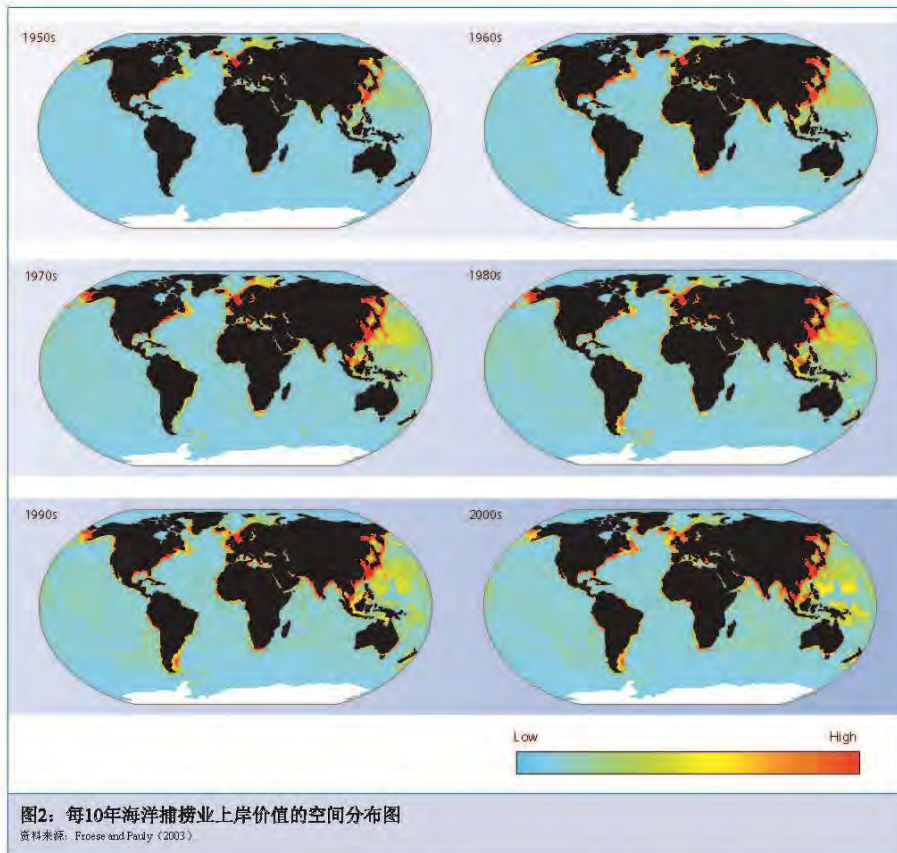
人们普遍认为，全球渔业的过度投资是导致渔业资源的枯竭的重要因素 (Hatcher and Robinson 1999; Munro and Sumaila 2002)。但同时，渔业资源衰退的原因是多方面的，也不能过分强调补贴所发挥的作用 (Milazzo 1998; WWF 2001)。据统计，2003年全球渔业补贴约为270亿美元 (Sumaila et al. 2010)。就区域性来讲，亚太地区约120亿美元 (APEC 2000)，北大西洋地区约25亿美元 (Munro and Sumaila 2002)。

Khan et al. (2006) 根据补贴对渔业资源可持续性的潜在影响，把他们分为“好”、“坏”和“不良”三类。“好”的补贴能够随着时间的推移促进渔业资源的养护 (例如，为渔业有效管理或海洋保护区的补贴)。“坏”的补贴导致捕捞能力过剩和过度开发，如燃油补贴。“不良”补贴可能保护渔业资源，也可能造成某种鱼类的过度捕捞，如“赎回补贴”，如果设计不当，就可能导致捕捞能力过剩 (Clark et al. 2005)。

目前的挑战是，一旦对渔民进行补贴，这就成为其固有权利，很难再被移除。只有一些组织机构统一合作才能取消这一补贴，如民间社会组织、国际机构和各国政府。还有一个办法是继续对渔业地区进行补助，但补助要从促进过度捕捞向增强渔业资源种群的方向转移，使“坏”补贴转变为“好”补贴，将“坏”补贴的资金用于帮助渔民采用更环保的捕鱼方法和其他非捕鱼活动来维持他们的生计。

小型渔业

小规模渔业 (Small Scale Fisheries, SSF) 在任何沿岸地区都是一个关键的问题。小规模渔业往往为当地提供重要的食物供给，并在保持区域经济、维护当地社会和文化价值中起到不容忽视的作用。但这种小规模渔业往往由于沿海地区经济发展的压力而受到威胁。这无疑对社会经济提出了一个重大挑战：如何在当前和未来渔业资源的需求中取得平衡。“小规模”有许多定义，对渔业而言，通常意味着劳动密集程度较高而资本密集程度较低，与沿海社区关系紧密、移动性



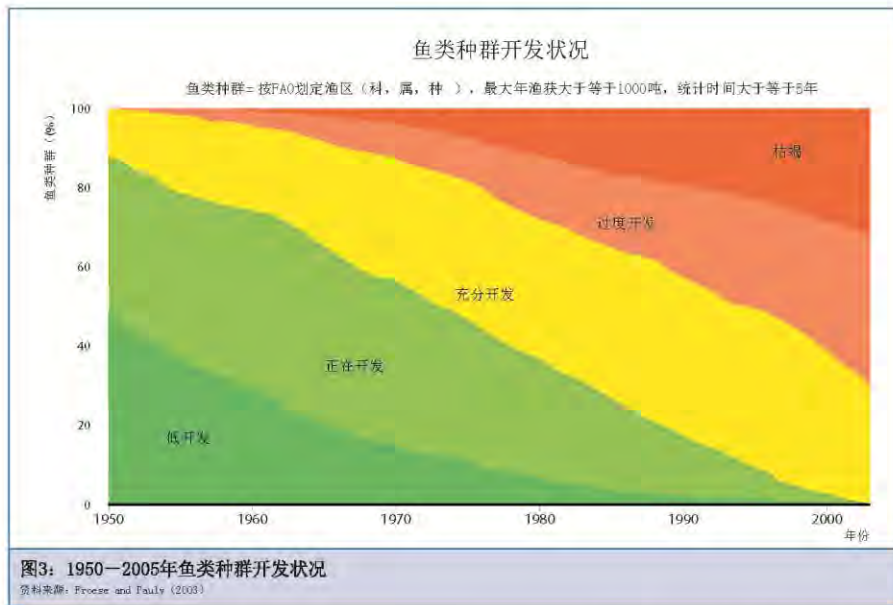
较小的渔业 (Berkes et al. 2001; Charles 2001; Pauly 2006)。另外，与“小规模”相关的还包括手工渔业（与工业相对）、沿海或近海的渔业。

虽然所有的渔业都面临着一系列挑战，对小规模渔业来说，这些挑战与渔业本身的外在因素相关，又隶属于社会生态系统的广义范畴 (McConney and Charles 2009)。这些因素包括：(1) 工业船队和外国船队带来的负面影响，即沿海鱼类资源的耗竭，在某些情况下对沿岸渔具的破坏；(2) 陆源的海洋污染、城市发展、对虾养殖、旅游业、红树林砍伐等导致海洋环境的恶化及鱼类栖息地破坏；(3) 基础设施的挑战，如鱼产品运输设施的不足；(4) 全球性的压力，如气候变化和鱼类市场的全球化，都会对小规模渔业产生负面影响。此外还有小规模渔业者的过度捕捞问题。鉴于上述外部因素，我们要认识到，解决小规模渔业的可持续发展问题需要多方面协调，尤其是提高地方一级的渔业管理水平（使沿海渔民参与制定并支持渔业管理措施），同时处理好与其他船队的关系，解决市场和基础设施问题，改善沿海环境质量。总之，我们有必要采取综合管理。

一些现状对于小规模渔业既是挑战也是机遇：

■ 小规模渔业作业海域相对固定，与沿海社区紧密联系。这意味着，渔民几乎没有其他谋生机会，对渔业资源的依赖程度较高。这种情况有时会导致过度捕捞，但从另一方面讲，既然渔业资源对当地如此重要，可能会使渔民对本地渔业资源的管理更加重视。我们关键是要阻止前者，鼓励后者；

■ 小规模渔业受益的人群数量庞大。因此，为了维持生态系统可持续性，要降低捕捞会比较困难。但另一方面，小规模渔业本质上是劳动密集型，这意味着几乎没有沉没成本及相关的债务问题，这些资本问题在工业渔业中可能会限制其灵活性。此外，可通过成立小规模渔民的渔民组织，在政策执行中发挥建设性作用 (Salas et al. 2007)。需要指出的是，由小规模渔业提供的高就业率将有助于防止沿海地区资源被过度开发。同样，我们需要综合的系统分析来正确认识它们



之间的相互作用 (Garcia and Charles 2007) :

■许多小规模渔船会使渔业资源枯竭, 水生生态系统遭到破坏。这对水生生态系统和经济可持续发展提出了直接的挑战。走可持续发展道路意味着改善小规模渔业的生态可持续性。与此同时, 与另外一种主要的渔业方式即燃油密集型工业捕鱼相比, 小规模渔业更有利于改善环境。如上文所述, 工业渔业不仅对沿海小型船渔民来说是个威胁, 而且对外界气候变化也造成了比较显著的负面影响 (由于其燃油密集型的特性), 同时还导致公海资源的过度开发。此外, 他们获得全球大部分渔业补贴。鉴于上述情况, 为使渔业有可持续的未来, 可以仿效印度尼西亚的做法, 即沿海水域只留给小规模渔业操作, 而工业船队只有在按照全部成本 (考虑其活动的环境负外部性) 核算仍有盈利的情况下, 在小规模渔业不能到达的海域内进行捕捞生产。

绿色水产养殖

据联合国粮农组织的报告 (2009), 水产养殖提供的水产品占到世界水产品总量的50%左右。但是, 仔细研究世界水产养殖鱼类总供应量, 可发现两个令人困惑的问题。首先, 水产品供应中来自水产养殖的量在增加, 来自捕捞的却在减少。这两种变化几乎可以互相抵消。这意味着, 水产养殖并没有使鱼类总供应增加, 它只是代替了野生鱼类的供应。其次, 增加的水产养殖供应量中水生植物约占23%。即使在经常食用水生植物的日本, 海藻等也主要是作为补充, 并不能代替对鱼类的需求。扣除水产养殖中23%的水生植物, 我们发现野生和养殖鱼类产品的总供应量还是在下降。

作为绿色经济中动物蛋白的来源, 水产养殖正面临许多挑战。许多农场仍然依靠野生捕捞鱼作为食物和食用油的来源。从养殖场带来的潜在疾病也正威胁着野生渔业资源。而且, 养殖场产生的垃圾还可能对环境造成污染。鉴于这些挑战, 很显然, 目前的水产养殖实践活动在绿色养殖的进程中还需要进行适当的修改和调整。

渔业部门需要: 1) 有效组织以尽可能减少环境退化 (Naylor et al. 1998); 2) 在非野生鱼类资源得到开发前, 停止鲑鱼、蓝鳍金枪鱼和鲈鱼等肉食性鱼类养殖活动; 3) 采用综合技术使鱼类养殖尽可能自足; 4) 为绿色水产养殖实践制定可靠的管理系统。

渔业中的气候变化和温室气体排放

气候变化已开始改变海洋环境, 特别是水温、海流、上升流和生物地球化学。这些因素对渔业生产造成了很大冲击 (Diaz and Rosenberg 2008)。根据文献记载, 海水温度的改变已引起物种分布的变化 (Cheung et al.

种类	世界总量 (10亿美元)
好	7.9
坏	16.2
不良	3.0
合计	27.1

表2: 全球渔业补贴

资料来源: Sarantis et al. (2010)

2009; Dulvy et al. 2008; Perry et al. 2005) 及其生长率的变化 (Thresher et al. 2007)。气候变化还可能改变海洋生物之间的关系, 造成食物链不平衡、珊瑚白化以及礁盘鱼类栖息地的丧失。这些变化会影响到全世界的渔获总量和分布, 进而在社会和经济上对全球渔业产生影响 (Cheung et al. 2010)。例如, 近期的初步研究表明, 气候变化可导致收入、利润及家庭收入的显著降低 (Cooley and Doney 2009; Eide 2007; Sumaila and Cheung 2010; Tseng and Chen 2008)。

据估计, 全球捕鱼船队所产生的废气占全球温室气体排放量的1.2% (Tyedmers et al. 2005)。目前的挑战是如何减少渔船的废气排放, 比如: 淘汰受补贴的拖网渔船 (这些船只每吨渔获量所排放的废气是很高的)。

2.2 机遇

保护世界渔业有助于恢复被破坏的海洋生态系统。如果渔业资源管理适当, 渔业可支撑更多的社区和企业, 提供就业机会并提高家庭收入, 尤其是对那些从事手工捕鱼的人们来说。

全球渔业提供的就业机会

世界渔业为沿海地区数百万居民提供生计, 为国民经济做出了显著的贡献。渔业为世界上部分最贫困的人群提供了一张安全网, 为他们提供了收入和营养, 尤其是在经济困难时期。健康的渔业通过为捕捞、加工及相关行业提供的直接就业机会以及生计活动, 支持着国民的福利。总体而言, 鱼类为世界上29亿人口提供至少15%的人均动物蛋白摄入量 (FAO 2009)。渔业一旦崩溃, 其影响将是毁灭性的。世界上144个国家和地区的海洋渔业, 为本地和外籍工人提供各种工作机会。据估计, 2006年世界各地约有3,500万人通过兼职或全职的方式直接参与

了渔业的初级生产。

如果考虑捕捞后的工作以及工人的家属, 则直接或间接参与海洋渔业活动的人口数量接近5.2亿, 占世界人口近8% (FAO 2009)。

在中低收入国家, 从事渔业工作的人口数量也在持续增长。而在大多数工业化国家, 从事渔业捕捞的人口数量在逐渐减少。

例如, 1970年以来, 日本和挪威的渔民数量已分别下降了61%和42% (FAO 2009)。

休闲和旅游

近年来, 海洋休闲活动: 如垂钓、观鲸和潜水逐渐流行, 因此成为讨论和研究的前沿话题。如何在生态、经济和社会方面以更良性的形式与海洋互动成为日益关注的焦点 (Aas 2008; Hoyt 2001; Pitcher and Hollingworth 2002)。

要估计海洋休闲活动的价值, Cisneros-Montemayor 和 Sumaila (2010) 首次提出了基于生态系统的海洋休闲活动的三个衡量社会经济价值的指标: 1) 参与程度; 2) 该产业的总就业人数; 3) 参与者的直接消费。144个沿海国家海洋休闲活动的消费数据库已经建立。基于这个数据库, 作者估计了缺失值, 并以消费、参与和就业为衡量指标计算出每年全球海洋休闲活动的价值。他们发现, 目前118个有垂钓的海洋国家中, 38个有关于支出、参与和就业的国家范围数据 (占总数的32%)。据估计, 2003年世界各地约有6,000万休闲垂钓者, 所产生的消费总额约为400亿美元, 提供了超过95万个工作岗位。据认为, 有数据记录的国家消费总和占到全部开支的95%, 参与人数占到总人数的87%。因此, 作者认为, 这一估计非常

专栏二: 补贴和小规模渔业

向绿色经济转变需要对小规模渔业进行投资, 增强渔业资源基础的可持续性, 以及沿海地区经济和社会发展。关键问题是, 如何利用投资来增强组织机构实力并给当地适当的鼓励, 并通过补贴、投资等方式鼓励人们的环保行为, 支持渔业的可持续发展, 而且不会带来负面影响。比如, 可以为一些活动提供资金, 如更换成损害较小的渔具, 或从燃油密集型捕捞转变为劳工密集的捕捞。

在小规模渔业的背景下, 我们必须仔细检查哪些补贴是真正可持续的、公平的, 并且真正起到保护环境的作用。例如, 渔业中普遍采用的燃油补贴, 往往使渔民更倾向于使用燃油密集型和资本

密集型渔船, 这不仅导致过度捕捞, 而且那些受益于补贴的人也会不顾及他人 (资本较少的人) 利益, 引起捕捞能力的不公平扩张。与之相反, 另外一些为沿海渔民提供更安全的生活并促使小规模渔业向生态可持续方面发展的补贴是非常有益的。补贴问题同样还关系到小规模渔业和工业渔业的平衡发展。过去为渔船建造和燃油提供的补贴促进了燃油密集型和资本密集型工业渔船的发展。引导补贴用来平衡工业渔业和小规模渔业的发展, 进而使人类和生态共同受益才是更好的策略。

接近实际垂钓人数和垂钓花费。

以下是从1994年至2006年来自全球93地区(70个国家)的赏鲸数据(Hoyt 2001; Hoyt and Iñiguez 2008)。据统计,2003年全世界超过1,300万人有观看鲸鱼的经历,消费达16亿美元(Cisneros-Montemayor and Sumaila 2010)。据估计,这个行业在全球范围内提供了1.8万个就业岗位。这些数字表明,只要在世界上所有海洋中存在鲸鱼这种海洋哺乳动物,其潜在经济贡献就不容小觑(Kaschner et al. 2006)。目前只有少数几个国家有成熟的赏鲸产业。

除了美国、澳大利亚以及加拿大和加勒比海的部分地区,与潜水相关的国家层面的数据相当有限。根据市场调查和其他数据得出,每年约有1,000万潜水员和4,000万的浮潜爱好者,他们在这方面的年支出为55亿美元,并为11.3万人创造了就业机会。总的来说,1.21亿参与了海洋休闲活动的人群每年总计花费470亿美元,并支撑着上百万个工作岗位(Cisneros-Montemayor and Sumaila 2010)(见表3)。

海洋保护区

海洋保护区作为一个保护渔业的重要管理工具已在许多国家得以实施。设立海洋保护区主要目的是为了保护资源,同时增加生物种类,进而通过物种迁移使周边环境受益并促进就业。经济研究表明,海洋保护区在特定情况下是非常有益的(Hannesson 1998; Sanchirico and Wilen 1999; Sumaila 1998)。此外,海洋保护区方面的文献也证实设立海洋保护区的有效性(Alder et al. 2002; Hockey and Branch 1997)。在政策的设计和执行方面,海洋保护区还有许多问题需要解决,包括如何选择,范围需要多大,以及在海洋保护区上的花费应该如何计划等。

海洋保护区对建设绿色渔业是一个极有价值的管理工具。人们逐渐意识到海洋管理计划中增添海洋保护区的

项目(单位)	休闲垂钓	观鲸	潜水和浮潜	总计
参与人数(百万)	60	13	50	123
消费(10亿美元)	40	1.6	5.5	47.1
就业人数(千人)	950	18	113	1,081

表3: 2003年生态海洋休闲活动
资料来源: Cisneros-Montemayor和Sumaila (2010)

必要性(Costanza et al. 1998; Sumaila et al. 2000)。目前,海洋保护区不到世界海洋总面积的1%(Wood et al. 2008)。为了作为一种管理工具并充分利用海洋保护区,2002年世界可持续发展首脑峰会上通过了“约翰内斯堡执行计划”,旨在建立一个全球性海洋保护区网,到2012年为止能覆盖全球10-30%的海洋栖息地。2010年年底,在日本名古屋召开“生物多样性公约”会议上,将这个期限延长至2020年,目标下调至10%。

消费者意识

近年来,我们看到一系列计划的开展,旨在协助消费者在可持续地进行鱼产品消费方面做出明智的决定。尽管这些计划受到了一些批评,但是很显然,如果适当地设计并实施,随着这种意识宣传逐渐扩张到世界各个国家和地区,消费者对海洋渔业问题的认知将是发展绿色渔业的重要驱动力。

如何购买可持续利用鱼类资源的信息参见以下网站:

■ 蒙特雷湾水族馆鱼类观察站

The Monterey Bay Aquarium's Seafood Watch,
Available at: (<http://www.montereybayaquarium.org/cr/>)

专栏三: 印度尼西亚的小规模渔业活动

渔业社区Les位于印度尼西亚巴厘岛北部东端,大约有7,000名居民,其中约1,500名靠沿岸捕鱼为生。这个地方历来盛产珊瑚、鱼类和其他海洋生物资源。以水产品贸易为目的的捕鱼活动是当地居民主要收入来源之一。村庄里现有75户人家主要从事观赏鱼的捕捞工作(UNEP 2006)。由于传统渔场中大洋性种类的枯竭,Les和周边社区的渔民现在已经由捕捞大洋性种类转向观赏鱼。但是由于氰化物捕鱼等行为的影响,近岸珊瑚礁受到严重损害,观赏鱼的生存也因此受到威胁。村民们不得不花更多时间到远离岸边的地方捕捞观赏鱼。

毒药捕鱼还导致收入的显著降低——在印度尼

西亚每平方公里的净亏损额每年高达47.6万美元(Cesar 2002)。作者还推测,渔业恶化造成的净亏损达每年每平方公里4万美元左右。鉴于印度尼西亚拥有世界上最大的珊瑚礁系统,Wicaksono等人(2001)估计,如果渔业资源能得到有效管理,印度尼西亚能满足全世界60%的观赏鱼需求,而目前这个数字仅为6%。

迈向绿色经济

seafoodwatch.aspx);

■ 海洋管理委员会认证计划

The Marine Stewardship Council certification programme,
Available at: <http://www.msc.org/>; and

■ 美国国家海洋和大气管理局的鱼类观察站

The U.S. National Oceanic and Atmospheric
Administration's Fish Watch, Available at: <http://www.nmfs.noaa.gov/fishwatch/>

3 发展绿色渔业的经济效益

3.1 渔业对经济活动的贡献

最近估算表明，每年海洋捕捞业为世界创造的直接产值达800-850亿美元（Sumaila et al.2007；World Bank and FAO 2009）。然而，这一数据并不代表海洋鱼类的所有贡献。作为初级产业，海洋渔业有很多相关的二次经济活动（从造船业到国际运输），这些经济活动全都离不开世界渔业的支持（Dyck and Sumaila 2010；Pontecorvo et al. 1980）。

据Lam et al.（2010）估算，捕捞活动的加权平均成本为1,125美元/吨（范围为732-1,605美元/吨），若捕捞量按每年8,000万吨计算，其产值总共达900亿美元。每吨的成本主要由以下几个部分组成：1）燃油成本（216美元）；2）经营成本，例如：通过拍卖出售鱼的成本，渔获处理成本（162美元）；3）修理成本（108美元）；4）劳务成本（434美元）；5）折旧（101美元）；6）资本投入成本（101美元）。

尽管很多国家官方认定的渔业对其国民经济产出的贡献率为0.5%-2.5%（该数据是指渔获离船后，首次交易的总产值），但渔业通过自下而上的联系（Béné et al.2007）支撑着很多其他经济活动，这也被称作乘数效应。这种乘数效应对应于沿海地区的影响是巨大的。在沿海地区，小规模渔业不仅能直接带来经济收入，而且还成为该地区的经济重心，推动其他经济的发展。

Dyck and Sumaila（2010）采用“投入-产出法”，对世界经济中海洋鱼类所产生的直接、间接和带动的经济影响进行估算。结果表明，不同国家与地区在渔业产值乘数效应上差异很大。作者发现，产值乘数效应若在全球范围内应用，渔业每年对全球经济的贡献总值为2,350亿美元（见表4），相当于海洋捕捞业中传统渔获离船价值的3倍。

3.2 修复与维护渔业资源的意义

如前所述，2005年全球海洋渔业捕捞量估计为8,000万吨，总价值近850亿美元。本部分讨论的问题是：恢复海洋鱼类种群的潜在收益何在？我们的讨论基于目前捕捞量、捕捞价值、收益、资源租金与就业都存在潜在增长空间的前提。

根据最近发表论文的数据（Srinivasan et al. 2010），我们假设如果目前过度捕捞的鱼类恢复到最大可持续产量（Maximum Sustainable Yield, MSY）水平，那么每年全球捕捞量可增加360-1,920万吨。这就意味着每年有可能增加64-360亿美元的捕捞值。但我们也承认最大可持续产量在全球渔业中的应用具有局限

性。因为该方法涉及到恢复目前被认为是濒临衰退的鱼类，我们假设所有鱼类都可以实现最大可持续产量时没有对其进行特殊考虑。

为了进一步分析，我们做出以下假设：

■ 鱼类的真实价格（经通货膨胀调整后的价格）是恒定的。历史数据也表明过去几十年鱼类真实价格没有很大的变化：

■ 一旦过度捕捞的鱼类种群得以恢复，就不需要继续投入资金与人力。也就是说，捕捞的各种成本将保持在目前水平：

■ 有害补贴是与绿色渔业完全背道而驰。因此，我们假设每年取消160亿美元的有害补贴，或将该资金用于向绿色渔业的转型。同时，每年取消或转变30亿美元模棱两可的补贴，例如赎回补贴：

■ 为了更好地管理，渔业管理成本增加25%，从每年约80亿美元增至每年100亿美元：

■ 在绿色经济中，渔业租金，即返还给渔业资源所有者的资金，每年为450亿美元。这一数据是根据最近的一份报告估算得出的。报告表明，全球渔业最高经济产量（Maximum economic yield, MEY）的潜在租金总量为每年500亿美元，其对应的渔获量比我们预期的要低10%（World Bank and FAO 2009）。

根据以上假设，在绿色经济的模式下，全球海洋渔业的捕捞量预计为每年9,000万吨，浮动范围为8,400-10,000万吨。相应的产值每年将达1,010亿美元（浮动范围为910亿美元-1,210亿美元）。绿色经济的总捕捞成本预计为460亿美元，而目前的捕捞成本为900亿美元。假设资本投入（正常利润）、劳务成本

	渔获上岸价值 (十亿美元)	间接效益 (十亿美元)
非洲	2	5
亚洲	50	133
欧洲	12	36
拉丁美洲和加勒比 比海地区	7	15
北美洲	8	29
大洋洲	5	17
世界总计	84	235

表4：世界海洋捕捞产量按区域排名

资料来源：渔获上岸价值见 Sumaila et al. (2007) 和乘数效应见 Dyck and Sumaila (2010)。

	当前渔业 (10亿美元)	绿色渔业 (10亿美元)
渔获上岸价值	85	101
捕捞成本	90	46
非燃油补贴	21	10*
租金**	-26	45
工资	35	18
利润	8	4
总增加值	17	67

* 预计100亿美元的绿色渔业补贴用于投资管理项目。
** 租金即返还给渔业资源所有者的资金，是总收入除去所有捕捞成本与补贴后的盈余。此处的租金即总收入（85亿美元）减去总成本（90亿美元），再减去非燃油补贴（21亿美元）。注意：燃油补贴通常是以折扣的形式体现，因此这部分已经扣除。

表5：绿色渔业：关键性数据

（工资）与总成本的比例保持不变，正常利润与工资收入将分别达到40亿美元和178亿美元。最近的研究表明，绿色渔业的资源租金预计为每年450亿美元（World Bank and FAO 2009）。

在绿色经济情况下，渔业的总增加值，或渔业对人类的经济贡献值预计为每年670亿美元（资源租金、劳务薪酬、正常利润之和）。这表明，与目前渔业对人类福利的贡献相比，绿色经济每年将增加500亿美元的收益（见表5）。

恢复鱼类种群的间接效益

随着绿色经济模式的推广，全球海洋捕捞价值每年将从850亿美元增长至1,010亿美元。假设捕捞价值与乘数效应的线性关系恒定，其直接、间接以及带动的经济影响也随之增长，每年从2,350亿美元增长到2,800亿美元。

休闲和旅游的效益

一般说来，休闲垂钓者不一定注重钓了多少鱼，而是重在体验。因此，我们有理由假设，一个生物多样性极为丰富的健康海洋环境将会吸引更多的休闲垂钓者，从而带来更大的收益。但由于缺乏相关信息，本文不对此详细论述。

3.3 发展全球绿色渔业的成本

发展绿色渔业的关键问题是将捕捞方式从目前的非可持续性转换为可持续性，即每年的渔获量应等于或小于野生鱼类种群的增长量。实现这一转变重点需要对以下几个方面进行调整：捕捞能力、劳务市场的管理转型、管理计划以及科学研究。为了估算发展绿色渔业的成本，我们进行了两项模拟。首先，考虑进行一次性投入，用于减少过剩的捕捞能力、对渔民进行再培训以及提高渔业管理水平，所需金额为1,000-3,000亿美元。第二种考虑中长期的投入，根据绿色经济报告T21模型，需要将2010-2050年国内生产总值的0.1%-

0.16%用于减少渔船、重新安置就业、有效管理鱼类种群以增加中长期未来的渔获量⁵。

发展绿色渔业的措施

目前，大家一致认为世界渔业捕捞能力已过剩。技术的进步促使小型渔船同样可实现最大持续渔获量，但由于渔业资源是共有资源，世界各沿海国均提供补助，促使世界捕捞能力不断增加。同时，破坏性捕捞方法如底拖网捕捞、非选择性捕捞、污染以及人类对气候的影响都改变了很多水生环境的生产能力。

过剩捕捞能力的问题可以分析其产生的原因并进行解决。在某些地方，人们不愿意从事捕捞行业，只有找不到其他工作的情况下才会选择该行业。投资对渔民进行再培训和教育计划，为他们创造更多的其他就业机会，这样能有效减少捕捞压力，尤其是在手工捕捞为主的地区。

通过报废渔船或减少捕捞许可证或执照的发放，也可控制捕捞能力。有关部门已高度重视报废渔船的措施，旨在通过减少渔船的数量来减少捕捞努力量。不幸的是，有关研究表明，若执行不力，赎回渔船的计划反而会增加捕捞努力量（Hannesson 2007）。这主要是因为，法规上的漏洞使报废的渔船转向其他渔业，增加了他们的捕捞能力（Holland et al. 1999）。渔业企业也会根据赎回政策采取相应措施，购买更多的渔船（Clark et al. 2005）。

很多渔场由于使用拖网造成过度开发，对海底产生了持续的破坏，影响了某些物种的再生能力（Morgan and Chuenpagdee 2003）。在这种情况下，同时考虑污染和气候变化的影响，若要使生态系统恢复至以前的健康状态与生产能力，必须减少对自然资源的利用。

据估计，目前世界捕捞能力是最大可持续产量所需的2.5倍（Pauly et al. 2002）。这意味着需缩减过剩的捕捞能力。但事实情况是，目前全球捕捞渔船的总量仍在快速增长，尤其是亚洲地区（Anticamara et al. in press）。

据统计，约有400万艘船只从事海洋捕捞。如果假设目前捕捞能力是最大可持续产量时的1.5-2.5倍，则需减少40%-60%的船只，即总共需减少渔船240万艘。然而这一数据还未考虑到不同类型渔船的捕捞能力，例如，以大型渔船为主的地区（即大于指定规模的船只，指定规模因国家而异）需减少的船只数量小于使用小型渔船的地区，因为大型渔船意味着更大的单位捕捞努力量。

捕捞船队的调整成本

据估计，目前世界捕捞能力是最大持续渔获量所需的2.5倍（Pauly et al. 2002）。这就意味着，为了将捕捞产业调整到最大持续渔获量的水平，需缩减过剩

5 参见本报告中的“模型”章节。

的捕捞能力。但是，目前全球捕捞渔船的总量在快速增长，尤其是亚洲地区(Anticamara et al. in press)。据统计，约有400万艘船只*从事海洋捕捞。如果假设目前捕捞能力是最大持续渔获量时的1.5-2.5倍，则需减少40%-60%的船只，即总共需减少渔船240万艘。然而这一数据还未考虑到不同类型渔船的捕捞能力，例如，以大型渔船为主的地区（即比指定规模大的船只，指定规模因国家而异）需减少的船只数量小于使用小型渔船的地区，因为大型渔船代表着更大的单位捕捞努力量。

据统计，从事海洋捕捞业的就业人员达3,500多万，在绿色渔业情况下渔民数量将减少1,500万至2,200万。研究表明，若提供适当的补贴，在香港地区多达75%的渔民将愿意离开该行业(Teh et al. 2008)。其他有效的谋生手段包括海藻种植与休闲垂钓等(Sievanen et al. 2005)。对政策制定者而言，这显然是一项艰巨的任务。但我们有以下几种情景：

情景一：全面减少捕捞能力

假设目前全球渔船代表了全球捕捞能力的平均分布，我们估计需报废140万-240万艘船只。同样，绿色渔业将需要裁减1,500万-2,200万人员。根据欧盟有关船只与船员的统计数据(EC 2006)，我们估计每艘船只的赎回成本大致相当于每艘船五年的平均利润，人员再培训的平均成本是其年平均工资的1.5倍。结果表明，每艘渔船的赎回成本为15,000美元，每位人员再培训的成本为18,750美元。基于以上数据，预计若按该方案减少全球捕捞能力，总共需投入2,900亿美元-4,300亿美元。应该注意的是，如有必要，该总数可根据时间进行调整。

情景二：考虑捕捞能力分布的差异

以上情景的假设是，渔船均有相同的捕捞能力，并对生态环境产生类似的影响。而事实上，全世界捕捞努力量的分布差异很大(Anticamara et al. in press)。规模大、捕捞能力强的渔船需要投入更多的资本以替换劳动力，这样单位上岸量所需的船员数低于规模小的渔船。对于既想减少捕捞努力量，又希望把对船员的

影响降到最低的政策制定者，最稳妥的方法是赎回大型渔船。

大型渔船的捕捞能力表明，世界上400万艘渔船中，160,000艘船只的捕捞能力等同于剩下的3,840,000艘渔船的捕捞能力。根据大小渔船所雇佣人员的数据(EC 2006)，我们估计，大型渔船平均雇佣人员数是小型渔船的3.6倍。这就是说，大型渔船雇佣了全世界3,500万渔民的5%，即460万人。结合这些数据以及以上的假设，可得出这样的结论，减少130,000-160,000艘大型渔船及其提供的相应140-170万个工作岗位基本达到了发展绿色渔业的要求，即总共减少1,500-2,200万的捕捞工作岗位。若按该方案，发展绿色渔业的总成本为1,150-1,750亿美元，因为人员再培训的高额费用可降至最低。由于情景1和情景3中的补偿、再培训、重新安置小规模渔船渔民的成本过高，所以其成本高于此方案。

情景三：考虑全球渔船捕捞能力的分布

如果全球大型和小型渔船均匀分布，情景2的确是有效的策略。只赎回大型渔船可减少对就业人员数量的影响，从而只影响到少数就业人员。但是很多大型渔船都集中在发达国家，而小型渔船则主要集中在发展中国家。虽然仅减少大型渔船的数量也可以实现绿色渔业，但对于像印度和塞纳加尔这样以小型渔船为主（且遭受过度捕捞）的国家，则不能发挥作用。

本方案探讨了由大型渔船承担减少3/4捕捞努力量，而由小型渔船承担减少剩下的1/4捕捞努力量的可行性。在这种情况下，减少120,000艘大型渔船以及960,000艘小型渔船就可减少全世界一半的捕捞能力，然而，与情景1不同的是，该方案可大大减少对渔民的影响，仅需解决130万大型渔船渔民以及830万小型渔船渔民的就业问题。另外，此方案中赎回大型渔船以及再培训相关从业人员的成本标准也有所不同。根据Lam et al. (2010)提供的数据，估计大型渔船与小型渔船渔民每年的平均工资分别为20,000美元与10,000美元。此外，我们判定大、小型渔船每年的资本投入分别为11,000美元与2,500美元。按照方案1的假设，就意味着报废大、小渔船的平均成本分别为55,000美元与12,500美元。同样，大、小型渔船从业人员的再培训成本估计分别是每人30,000美元与

6. 根据2002年数据和FAO建议的增长速度，详见：<http://www.fao.org/fishery/topic/1616/en>。

专栏四：改进渔具对促进绿色渔业发展的意义

拖网的潜在破坏，尤其是对海底以及副渔获物的破坏众所周知(Hall 1996; NRC 1999; Watling and Norse 1998)，很多国家针对此问题进行了立法，如在虾拖网中强制使用海龟放生装置，许多国家在近海水域禁止使用拖网渔船。2003年美国加利福尼亚州宽角长额虾(spot prawn)渔业了从拖网捕捞向陷阱网捕捞的转变，此举大大减少了对石斑鱼的兼捕(Morgan and Chuenpagdee 2003)。近年来，渔具渔法的改进最大限度地减

少了对海底接触以及渔获物的兼捕，例如鼓励在捕虾过程中使用一种名为Nordmore grate的网栅(Richards and Hendrickson 2006)。总之，还应加大投入力度，以降低大规模拖网和其他影响较大的渔具对渔业资源产生的不利影响。

专栏五：非法、未报告和无人管制的捕捞活动与绿色渔业

联合国粮农组织将非法捕捞、未报告捕捞和无人管制(IUU)捕捞界定为世界海洋渔业资源过度开发的主要驱动因素之一(FAO 2001)。基于案例研究,MRAG(2005)估计,IUU捕捞带来的总损失约为渔获物总价值的19%。一般认为,IUU捕捞屡禁不绝的经济原因是其检查率和罚款金额远远不及其渔获价值(Griggs and Lugten 2007; Kuperan and Sutinen 1998)。Sumaila et al.(2006)建议目前规定的罚款金额至少要增加24倍,才足以抵消预期的成本和收益。

其直接措施就是严格执行相关政策,加强监测和控制。其间接方式是通过经济激励措施,如增加罚款或降低报告成本。尽管对某个国家来说,采用直接、间接的方式来减少IUU捕捞是至关重要的,但国家间的合作同样重要,因为很多IUU捕捞都是出现在多国交界的海域。

资料来源:OECD(2004)

为了发展绿色渔业,防止过度开发,必须减少IUU捕

15,000美元。

本方案主要通过减少大型渔船的捕捞努力量,发展全球绿色渔业的总成本远远低于方案1,仅需一次性投入1,900-2,800亿美元,其中平均2,400亿美元用于报废渔船和安排相关转业人员。同时还需增加25%的管理费用,每年约为20亿美元。

考虑到目前全世界大、小型渔船的分布情况,情景一和情景二都不可行。因此,在以下的成本效益分析中,我们将采用情景三来估计成本。

3.4 绿色渔业的成本效益分析

如前所述,发展绿色渔业可提高渔业附加值。从全球范围来说,可实现每年从170亿美元增加至670亿美元,其净利润每年增加500亿美元。鉴于方案3对全球渔船的结构调整成本为一次性投入2,400亿美元,若鱼类种群迅速恢复,很快就能实现盈利。若500亿美元在未来50年的贴现率分别以3%和5%计算,结合贴现率,发展绿色海洋渔业的真实价值折合为目前价值为9,600美元或13,250亿美元,这相当于发展绿色渔业平均成本的4-5.5倍。也就是说,绿色渔业具有显著的潜在优势。尽管还需要预计多种影响因素,但我们很清楚的看到世界绿色渔业的经济收益是持续可观的,足以弥补这些假设中的任何变数所带来的消极影响。

3.5 渔业管理

尽管目前实现预期目标还有困难,但为了确保绿色海洋渔业的发展,我们必须采用有效的管理措施。研究表明:实行个人可转让配额(Individual Transferable Quotas, ITQs),也称捕捞配额的管理方式,可以有效提高恢复许多鱼类种群(Costello et al. 2008; Hannesson 2004)。但是,很多作者也认为个人可转让配额并非万能,而且需经过合理设计(Clark et al. 2010; Essington 2009; Gibbs 2009; Hilborn et al. 2005; Pinkerton and Edwards 2009 Townsend et al. 2006)。

捕捞配额能够有效控制捕捞压力。由于总可捕量(Total allowable catch, TAC)的限制,捕捞配额能将捕捞量控制在可持续水平,因此,这是非常有效的管理方式(Arnason 1995)。个人可转让配额并非将所有产权转让给该配额的所有者,此外,我们一致公认即使所有者拥有这些产权,也要考虑到资源保护与社会效应(Bromley 2009)。若在管理机制中采用该方法,则应考虑到其局限性,它应该是整个管理系统的一部分,并应该充分考虑该管理办法的缺陷。拟采取的措施要确保个人可转让配额在有效提高经济效率的同时,确保合理利用渔业资源以及渔业资源赖以生存的生态系统,实现可持续发展。

个人可转让配额的管理体制可采用以下策略,以实现显著的经济、生态和社会效益(Sumaila 2010):

- 个人可转让配额必须得到相关鱼类种群评估单位的支持,为了确保其公平性,该单位应相对独立,并应严格监测,控制和监视(Monitoring, Control and Surveillance, MCS)其配额,以处理缺乏完全产权的问题。因为在一定条件下,缺乏完全产权可能会导致海洋鱼类“变空”;
- 若配额所有者与捕捞者不同,对一些积极从事捕捞的人,可能需要减少其个人可转让配额所有权的限制,以免削弱个人可转让配额的作用;
- 基于生态系统的管理方法可确保渔业资源的可持续利用,具体措施包括:特别关注重要的栖息地、设立最低生物量的安全水平、实行投入控制等等;
- 为了全面降低过度捕捞对生态系统的影响,恢复生态系统,同时考虑到个人可转让配额效果的不定性,可在实施个人可转让配额时,建构较大的海洋保护区网络。在设计该网络时需要结合资源保护、个人可转让配额的总体目标和具体目标,使之发挥重要作用;
- 对配额所有者进行限额控制,减少因捕捞权力过度集中而产生的社会矛盾。当然,其效果需根据具体情况而定。值得注意的是,现在已经有许多个人可转让

配额系统采用了这种做法。有些渔区分别采用了社区可转让配额（Community Transferable Quota, CTQs）和领域使用权（Territorial rights in fisheries, TURFS）的形式，将配额分配到社区或该区域的居民，这就减轻了关于公平问题的争议（Christy 1982; Wingard 2000; Charles 2002）。这些合理的计划，既保证了个人可转让配额的经济效益，同时也最大限度减少了对社会的负面影响：

■ 有些渔区可采用拍卖配额，来处理初次分配配额所产生的问题，以确保公平公正（Macinko and Bromley 2002; Bromley 2009）。

对以下管理加大投入力度，可带来更大的利益，包括：

- 鱼类种群评估计划：
- 监测和控制计划：
- 建立海洋保护区。

鱼类种群评估计划可帮助渔业管理者获得所需的可靠统计数据，提供鱼类种群状态的相关信息，进而密切关注捕捞努力量是否符合鱼类种群的可持续利用（Walters and Martell 2004）。

监测和控制计划可帮助渔业管理者判定渔民是否遵守捕捞配额，有助于减轻非法捕捞活动和未报告捕捞活动所带来的负面影响。

从历史上来看，建立海洋保护区并不是世界渔业管理的主要方式。但是近年来，作为一种管理方式，其作用已越来越突出。建立海洋保护区是为了通过在海上设定禁渔区来维持鱼类种群的健康，允许成年鱼类进入禁渔区，从而确保渔业未来发展的潜力。

4 促成条件：机构、规划、政策与法规的改革以及资金筹措

4.1 建立有效的国家、区域和国际机构

鱼类资源过度开发的根本原因是对渔获量或捕捞能力缺乏控制，或兼而有之。面对与许多其他渔民的竞争，每个渔民均希望尽快获得尽可能多的渔获。若不加控制，许多渔民恶性竞争，造成鱼类资源枯竭，损害未来的渔获量，提高捕鱼成本，并有可能使鱼类资源彻底枯竭（Hannesson 2004；Hardin 1968；Gordon 1954）。幸运的是，过去几十年的历史表明，渔民社区或团体通常会设立相关机构以调节激励机制，为可持续发展创造了条件（Dietz et al. 2003）。但是，这种做法在工业化船队或公海的情况下难以实现，因此，还需采取其他措施。

关于这点，需要注意的是一般不建议采用渔业资源的私有化。即使鱼类资源被私有化，私营业主也可能在某种条件下过度捕捞鱼类资源，甚至导致鱼类资源的灭绝（Clark 1973；Clark et al. 2010）。与折现率相比，若鱼类种群的生长速度更慢，则未来渔获量的现值就较低，甚至低于现阶段一次性捕捞所有鱼类的价值，那么过度捕捞的情况就会发生。然而，这种限制不一定由政府渔业管理部门来执行。世界各地有很多以社区为主或以渔民为主导进行限制的成功案例，往往可结合空间或地域的范围。

由于许多鱼类种群具有迁徙性，因此，需在各级政府建立有效的省/州立机构、国家机构、区域机构和国际机构。许多鱼类种群仅仅生活在某个国家的专属经济区（Exclusive Economic Zone, EEZ），他们不会迁移到其他国家的专属经济区和公海，对于这些鱼类种群，只需建立有效的国内机构。然而，有些鱼类种群是由两个或两个以上的国家所共有的，即所谓的跨界鱼类种群，他们生活在多个国家的专属经济区，对于这些鱼类种群，渔业参与者必须在种群管理上达成共识，并以此建立有效的管理机制（Munro et al. 2004）。还有一些鱼类种群部分或全部生活在公海。一直以来，人们都担心，这些区域的渔业监管不力，一般由一个或多个沿海国家管理鱼类种群，但这些鱼类定期迁徙到公海，公海的开放性给鱼类种群的管理带来了困难。因此，20世纪90年代联合国主持召开了公海渔业会议，并签署了联合国鱼类种群协定，授权区域渔业管理组织（Regional Fisheries Management Organization, RFMOs）（United Nations 1995）规范管理公海渔业。最近，Cullis-Suzuki和Pauly（2010b）对其管理效果进行了评价，认为还有待提高。

4.2 监管改革

成功管理鱼类资源的基本要求是将开发率限制在合理的水平。这就需要：1）设置一个目标渔获量水平的机制；2）监测与执行的机制。基本问题是：是否具有相应的科学方法、行政能力和执法能力来实现这种机制。社会规范和文化机构也是实施该机制的有效途径。

在实践中，有效的管理机构将提供科学的咨询意见，并根据这些意见设定具体的开发率的机制。这样会使食物供给或捕捞租金（收入与经补贴调整后的成本之差）的长远利益实现最大化。后者需要高效廉洁的管理来谋取最大的经济利益（或食物供给）（UNEP 2008）。

渔业行政部门为了实现目标，需要根据具体情况采取不同手段。限制渔获总量可能是最有效的手段，但在某些情况下，可能还需要其他的管理措施。众所周知，捕捞限额难以监控小规模渔业，很难监测渔船及其使用。然而，必需选择其中一种数量限制的方式，以限制鱼类种群的开发。

很多报告及相关实证表明，仅限制渔获量并不能实现渔业方面的目标（Costello et al. 2008；Hannesson 2004）。限制渔获量可使鱼类种群保持在比较健康的水平，但却带来渔业经济的混乱。如果限制捕鱼时间，捕鱼季节变短，渔获质量变为低劣，经济效益将低，甚至会导致部分渔民不顾生命危险，冒着巨大风险进行捕捞。如有可能，在行业内根据船只或捕鱼社区分配总的捕捞配额，并且允许转让所分配的配额，可以是一种解决方法。

4.3 渔业管理措施的经济分析

渔业管理的基本方法可分为：1）产出控制；2）投入控制；3）辅助措施。1）和2）控制开发率，如前所述，这是必需加以控制的根本因素。产出控制意味着限制渔获量。只有搞清楚鱼类种群的大小，才能确定具体的开发率。但是对种群大小做出准确估计是不现实的。而捕捞配额往往是根据既定的开发率进行设定，只有合理估计种群的大小，才能确保捕捞配额的合理配置。我们必须承认，世界上大多数渔区都不可能做到。大多数渔业规模较小，仅限于本地范围，因此，产出控制的作用不大。但如有可能，可根据具体

情况，以食物供给或捕捞租金最大化为基础来设定目标产出量。

若可设定捕捞配额，严密监测并严格执行，那么就可在该行业成员中进行配额分配，并允许其转让。这将有助于避免在给定渔获量中为占有最大份额而进行的恶性竞争，实现船队捕捞能力和可用捕捞配额之间的合理匹配。我们强调合理性，因为有些原因可能会导致船队捕捞能力和捕捞配额之间的不匹配。一个原因是鱼类种群的变化，另一个原因是渔船上采用的报酬制度。最佳的解决方案是理想的，但在实践中，我们只能尽量接近最佳方案。

在某些情况下，捕捞努力量控制比配额控制更为有效。这种情况时有发生，即配额难以监测，或鱼类资源量大小难以估计，我们就假定鱼类种群在某一区域分布均匀，因此，单位努力量就会产生一定的开发率。问题是，由于技术不断进步，单位捕捞努力量（比方说，一艘船一天）也不断增加，通常每年的增速可达2-3%，因此，二十年后，船队的影响可加倍（Pauly and Palomares 2010）。事实上，这种管理方法鼓励技术进步的唯一目的是得到更多渔获物，甚至超过既定开发率。通过允许捕捞努力量的交易，可实现效率的提高。总的捕捞努力量的设定应遵循与总捕捞配额相对等的原则。

其他几项措施，被称为辅助措施，因为这些措施不能控制开发率，而是以各种方式增加了鱼类的产量。其一是渔具的选择性（例如，网目尺寸）。较大的网目可以让快速成长的幼鱼逃脱，长到合适大小时才捕捞上岸。关闭肥育场也可达到同样的效果。如果产卵种群的多少是幼鱼补充的关键，那么采取措施保护产卵种群是可行的。强制丢弃可上市的渔获以及强制保留不能上市的鱼类，都是值得商榷的。这些措施是为了阻止渔民捕捞未经授权渔获，虽然会产生一定的效果，但却造成了经济上的浪费，应寻找减少浪费的方式来实现预期目标。

4.4 转型过程的管理

恢复枯竭的鱼类种群是最具挑战性的。出现这种情况，是因为捕鱼能力已经超出了可利用的资源，所以船队需要缩小规模，减少捕捞活动。若捕捞配额因为鱼类种群的枯竭而低于同期和近期的捕获量时，必须重建鱼类种群。即使鱼类种群得以恢复，小的捕捞配额仍意味着捕捞能力已过剩。如果种群重复出现衰退，捕捞能力仍有可能过剩。

这些都意味着鱼类种群的投资是通过放弃短期盈利来保证未来获取更高的收益。但是，一些船主离开渔业，如上所述放弃了短期收益，他们却分享到未来实现的更高收益。重建鱼类种群的目的是获得较高的未来收益，从原则上讲，那些留下来的船主应买断离开者的所有产权，通过这种方式与他们分享鱼类种群恢复带来的未来收益（Martell et al. 2009）。但是，未来的收入只是一种预期而不是确定的变量，事实上，

大自然变化莫测，可能会大大延迟任何预期收入的实现。因此，那些留在行业中的人并不认同此做法。

此外，小规模渔业中还存在一些关键问题限制着此转型进程，尤其是难以获得资金的问题。因此，政府需拿出资金，帮助渔区从过度开发和产能过剩的状态向以最佳船队的捕捞能力来合理开发渔业资源的状态过渡。但需要强调的是这仅仅是过渡融资；在适当的时候，继续从事渔业的人员需要偿还其过渡所需的贷款。否则，可能会造成船主被买断的愿望，甚至导致人们仅仅因为希望以后被买断而促进产能过剩。

4.5 借鉴成功的国际经验

尽管还没有达到最佳状态，但有些地区已成功实现了从过度捕捞或捕捞能力过剩向规范化管理的转变。下面选择几个案例，来分析其突出的特点。

新西兰

新西兰海底拖网渔业是早期通过个人可转让配额来实现控制管理的案例之一。其特点在于，如何在近海渔业中通过招标来购买剩余的捕捞能力配额。然而，这些购买均由公共财政来资助，永远不需偿还，并放弃收取资源租金的计划。大量文献报道记载了这一案例（Ackroyd et al. 1990; Batstone and Sharp 1999; Clark et al. 1989; Hersoug 2002）。

太平洋比目鱼

个人可转让配额首次应用于加拿大的比目鱼渔业。值得注意的特点是：行业的参与，以及监测配额费用的支付。另外可借鉴之处在于，个人配额如何通过延长捕捞季节和发展休闲渔业，来提高渔获价值，实现经济效益（Fox et al. 2003; Rice 2003; Turris 2000; Wilen 2005）。

Ayvalik-Haylazli 泻湖渔业

毗邻土耳其的主要农业和商业中心城市的Ayvalik-Haylazli泻湖渔业，是社区管理的一个成功案例（Berkes 1986）。1994年，该渔区中三个邻近村庄的渔民成立了渔业合作社。该合作社组织渔民协同合作，降低了捕捞成本，同时限制只有该组织的成员才可利用这一资源。

阿拉斯加地区渔业协会

20世纪70年代中期，该协会由渔民自发组织，目的是保护和重建鲑鱼资源，这是渔业管理中的又一成功案例。通过自我征收渔获价值3%的税金，用来增加鲑鱼的资源量，使所有渔民获益（Amend 1989）。

西班牙的渔业调整

20世纪70年代中期开始，由于200海里专属经济区制度，各国渔业管辖范围得到扩大，西班牙从事远洋作业的渔民离开他们长期作业的渔场（他们在这里从事捕捞作业，长达几十年甚至几百年）。这导致几十年内渔业就业人数下降了约三分之一。然而，尽管渔业就业人数显著下降，但由于政府提供的失业补贴、培

训计划、公共投资和向新的部门转移等计划，如水产养殖、鱼品加工和滨海旅游业，确保了西班牙过去依赖渔业的社区继续拥有高质量的生活水平，避免了重大的社会危机（OECD 2000）。

以上案例的几点启示：

- 设定大多数人认为公平的初次分配配额，尽量避免争议（有可能无法完全避免）；
- 尽快制定配额的分配标准，以避免部分人进行捕鱼或投资渔船仅仅为了进入这个体系。新力量的加入会加剧过度开发和产能过剩，解决这个问题要建立配额制度更重要；
- 某些情况下可能需政府提供资金买断过剩的渔船，这部分资金日后得到偿还；
- 为了避免这些配额的收益集中在少数富人手中，而其他人只得到一小部分，建立个人公平分配可转让配额收益是重要的。需注意的是，即使配额的初始分配是可接受的，配额制度建立后也可能出现以上问题，因为配额制度带来的收益需要一定时间才能体现；
- 若能降低捕捞成本和提高渔获价值，个人配额的收益将非常可观。并非所有收益都来自于鱼类种群的重建。有些是由于减少捕捞能力，或是由于延长捕鱼季节，以及发展更多的休闲渔业；
- 在一定的条件下，渔区有能力保持资源的可持续利用（Berkes et al. 2001；Ostrom et al. 1999）。

4.6 为渔业改革提供资金支持

如前所述，绿色渔业需筹集必要的资金，以完成其经济、环境和社会目标，并确保捕捞活动的长期发展和渔业资源的可持续利用。融资是必要的措施，此资金可用于以下目的：调整捕捞船队；推广使用适当的渔具；加强渔业产品的市场；促进研究人员和渔民之间的伙伴关系；加强因捕鱼活动下降而受到影响的地区的经济发展，使其多样化；为发展中国家提供技术援助和加强其能力建设（人力资源）。

发展绿色渔业的活动是多种多样的，可根据地方、国家、区域和全球采取不同的方式。融资方案也必须进行调整，以满足不同层次的需求。必须牢记，在考虑渔业改革融资方案时，如果不能与有效的管理制度相结合，大量的投资可能并不能发挥作用。

渔业改革的公共投资

由于许多人认为渔业是一种公共资源，通过改善其管理，公众也可获得很大收益，因此，大量对渔业的公共投资也是合乎情理的。公共资金对渔业可持续发展的投资形式包括：从国家预算中直接拨款；多边基金的投资；由政府担保从资本市场集资和国家从政府税收、征费或财政收入中预留一部分作为渔业基金。参照全球环境基金（Global Fisheries Fund, GEF）可成立全球渔业基金，由联合国管理，以汇集各种公共资金发展绿色渔业。还可建立国际渔业金融的高层论坛，汇集公共、私有金融部门的主要决策者，以及国际金融机构，定期审议融资及支出的情况，并提供改进建议。

改革各国渔业资金来源

通常，为了避免在区域和或全球范围筹集资金时遇到的政治经济问题，可采用国家财政激励措施来发展绿色渔业。如果国内渔业资源分布基本均匀，那么这样的投资方式可能是最有效。然而，由于很多海洋物种具有跨界特性，如金枪鱼，国家拨款计划无法提

专栏六：共享鱼类种群的相关国际法的最新进展

鱼类种群是指：1）高度洄游鱼类种群（如金枪鱼）；2）分布在超过一个政治实体的专属经济区水域；3）分布在公海海域，并可能成为众多渔船的目标；或4）前三项的任意组合。通常，共享鱼类种群的管理须解决与博弈理论中因徒困境类似的问题，共享鱼类种群的各方若能在管理方案上进行合作，将会产生更好的效果，但很多国家都没有这样做，因为他们担心其他各方抢先开发这些资源。

1982年的《联合国海洋法公约》（United Nations Conference on the Law of the Sea, UNCLOS）的实施就是为了解决共享鱼类种群的相关问题，

它赋予了沿海国家对近海海洋资源的特殊权利和责任。然而，公约和1995年《联合国鱼类种群协定》一样，是为了加强《联合国海洋法公约》，但却给共享和跨界鱼类种群的管理带来了很多问题，这符合博弈论专家的预测（Munro 2007）。我们建议，为发展共享或跨界种群的绿色渔业，涉及入渔权的国际法律主体必须重新审视，通过区域渔业管理组织的建立监督这些鱼类种群的利用。为了使这类法律更加有效，应尽快对相关国际法进行审议，以避免对共享鱼类种群造成严重危害。

供足够的资金满足某些绿色渔业的发展需求。两种财政激励方案，即环境财政改革（Environmental Fiscal Reform, EFR）和从有害补贴转向绿色渔业补贴，可有效地为绿色渔业融资。

环境财政改革 是指在增加财政收入的同时，进一步推动了环保目标的一系列税收和价格措施（OECD 2005）。若没有税收杠杆，开发渔业资源的经济利益则完全由私营部门获取，而不能回馈整个社会。此外，也没有直接激励和引导个体经营者限制渔获，因为从个人角度而言，他们这样做不能获得任何直接的好处，而其他个体仍然过度利用渔业资源。按捕捞量征税，结合合理的管理措施（其中可包括限制进入渔场），这样可有效增加财政收入，补偿资源所有者（即被捕捞鱼类种群所属的国家），同时也自然而然地形成减少捕捞努力量的激励机制。

调整补贴 重新调整补贴或取消全球现有渔业部门的有害补贴，是发展绿色渔业另一项重要的融资来源。据统计，每年渔业补贴约250-300亿美元（Sumaila et al. 2010）。限制用于管理的补贴，即所谓的有益补贴，每年可节约190亿美元，这些资金可重新分配用于发展绿色渔业。

区域融资方案

区域融资机构或机制，即：

■ 资助限于某一特定区域（例如，太平洋中西部珊瑚三角区或西非）；

■ 特定区域的成员国在决策制定中发挥重大作用（Sharan 2008）。

区域融资对于“绿化”渔业至关重要。原因如下：首先，虽然渔业可持续发展是全球性问题，但是它也是重要的区域问题，需采取的措施取决于各个区域的生物和政治情况。同时，鱼类种群的减少及其影响不仅限于某个国家，因而单靠某个国家无法解决这些问题。因此，区域融资方案协同全球各方行动，才能更好地发展绿色渔业。区域合作也可产生近邻效应，如，加强各国互动和相互学习，降低交易成本。由于区域内成员国共同决策，区域融资方案也可吸引额外资源。由此，区域融资可在世界各个地区设立渔业基金。

渔业改革中的私人投资

风险资本和私人股本。随着气候变化的影响，消费者渐渐意识到非可持续性捕捞方式的负面影响正在逐步扩大。其结果是消费者青睐于经过认证的环保产品或经由可持续性方式生产的产品。风险投资家历来都关注新兴的高增长行业，他们投资创业活动，并期望获得与所承担风险相符的高额回报。目前，可持续发展的产品和服务市场（如生态旅游和经认证的海产品）所带来的可观收入，可用于管理该保护区及其周边社区。开发保护区私营部门的投资项目，签订具体的利益分享协议，也是重要的潜在资金来源。

公私合作

虽然公共部门和私营部门在为发展绿色渔业筹集资金中发挥着各自重要的作用，但在渔业部门也可采用公私合营（Public-private partnership, PPP），其中以公共部门的投资为杠杆，将私营部门的参与和社会公益事业相结合。

融资方案的评价

以上概述了多种融资方案，包括适合在国家或全球范围内实施的最佳方案和公私合营的方案。由于很多世界海洋生物资源都是全球共有的，不适合私人投资，因此通过私人投资方式的投资严重缺乏。这就是说，若有足够的入渔权和法规保证，可鼓励大量的创新型私人商业活动，有效地发展绿色渔业、推动新的就业机会和创造财富。

在世界各地权利难以落实或社区更热衷于其他管理方式的情况下，公共部门将在绿色渔业的投资中发挥更大的作用。这使某个地区的公共资金能够为公共资源的所有者创造更多的工作机会，并带来更多的收益。如果鱼类种群仅限于某一国家境内，实施一些国家战略，如环境财政改革，可能更行之有效。而在其他情况下，鱼类种群分布于两个或两个以上的国家，则可能需要采取区域或全球策略，如与国际合作相结合，以市场为基础进行征税。即使在某个国家内部进行绿色投资，在某些问题上如渔业补贴的重新确定等，进行国际合作依然不可或缺。

5 结论

我们的分析证实，全球海洋渔业在经济效益和社会效益方面都表现不佳。通过重建枯竭的鱼类种群和实施有效的管理，来发展绿色渔业，可提高海洋捕捞总渔获量，并增加海洋鱼类种群对全球经济的贡献。

虽然世界各国的渔业管理部门和区域渔业管理组织已经做出了很多努力，我们还要采取更多的措施加强在绿色经济框架下的资源管理。

为了实现经济、生态和社会领域捕捞作业的可持续发展，必须大量减少当前过剩的产能。鉴于大型渔船与小型渔船在捕捞能力、创造就业机会潜力以及对民生影响上存在很大差异，重点应该减少大型船只，以较低的社会经济成本来减少过剩的产能。

本章的论证表明，发展绿色渔业将耗资数十亿美元。然而，从中所得的收益将会高于其投资。大部分的成

本包括帮助渔业部门调整降低捕捞能力，这是发展绿色渔业、保持其经济长期发展的前提。

资料显示，当前已存在渔业转型和调整的成功管理经验与机制可供学习和借鉴，比如渔船回购计划、补偿、提供社会保障和对渔民开设再培训课程等。

为了加强世界大部分地区的渔业管理，需进行更多的投资。这就需要采用所有行之有效的管理方式，包括鱼类种群评估、监测和控制方案、可转让与不可转让的配额制度以及扩大海洋保护区。此外，加强渔业机构的管理，无论是国家主管部门还是区域渔业管理组织，以便更有效地治理和管理各国专属经济区以内及以外的资源。

参考文献

- Aas, Ø. (Ed.). (2008). *Global challenges in recreational fisheries*. Blackwell Publishing, Oxford University Press.
- Ackroyd, P., Hide, R. P., and Sharp, B. M. H. (1990). "New Zealand's ITQ System: Prospects for the Evolution of Sole Ownership Corporations". Report to the Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington, Lincoln University.
- Alder, J., Zeller, D., Pitcher, T., and Sumaila, R. (2002). "A method for evaluating marine protected area management". *Coastal Management*, 30(2), 121-131.
- Amend, D. F. (1989). "Alaska's Regional Aquaculture Associations Co-Management of Salmon in Southern Southeast Alaska". In E. Pinkerton (ed.), *Co-operative Management of Local Fisheries: New Directions for Improved Management and Community Development*. The University of British Columbia Press.
- Anonymous. (2008). "Canada Closes Newfoundland Cod Fisheries". Environment News Service. Available at: <http://www.ens-newswire.com/ens/apr2003/2003-04-28-05.html>.
- Anticamara, J.A., Watson, R., Gelchu, A., and Pauly, D. "Global fishing effort (1950-2010): Trends, gaps, and implications". *Fisheries Research* [in press].
- APEC. (2000). *Study into the nature and extent of subsidies in the fisheries sector of APEC member economies*. PricewaterhouseCoopers Report No. CTI 07/99T. 1-228.
- Amason, R. (1995). *The Icelandic fisheries: evolution and management of fishing industry*. Fishing News Books, Oxford University Press.
- Barlow, C. (2008). *Inland Fisheries in the Lower Mekong Basin - Importance, Challenges and Mechanisms to meet those challenges*. Paper presented at the "International symposium: Sustaining fish diversity, fisheries and aquaculture in the Mekong Basin." Ubon Ratchathani University, Thailand, 3-5 September.
- Batstone, C., and Sharp, B. (1999). "New Zealand's quota management system: the first ten years". *Marine Policy*, 23(2), 177-190.
- Bénié, C., Macfadyen, G., and Allison, E. H. (2007). *Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security* (Vol. 481). Rome: FAO.
- Berkes, F. (1986). "Local level management and the commons problem: a comparative study of Turkish coastal fisheries". *Marine Policy*, 10(3), 215-229.
- Berkes, F., Mahon, R., McConney, P., Pollnac, R., and Pomeroy, R. (2001). *Managing Small-Scale Fisheries: Alternative Directions and Methods*. Canada: International Development Research Centre (IDRC).
- Bonzon, A. (2000). "Development of economic and social indicators for the management of Mediterranean fisheries". *Marine and freshwater research*, 51, 493-500.
- Bromley, D. W. (2009). "Abdicating Responsibility: The Deceits of Fisheries Policy". *Fisheries*, 34(6), 280-290.
- Cesar, H., Burke, L., and Pet-Soede, L. (2003). *The economics of worldwide coral degradation*. Amsterdam: Cesar Environmental Economics Consulting. Available at: <http://www.icran.org/pdf/cesardegradationreport.pdf>
- Cesar, H. S. (2002). "Coral reefs: their functions, threats and economic value". In H. S. Cesar (ed.), *Collected Essays on the Economics of Coral Reefs* (pp. 14-39). CORDIO, Kalmar University, Sweden.
- Charles, A. T. (2001). *Sustainable fishery systems*. Oxford, UK: Blackwell Science.
- Charles, A.T. (2002). "Use Rights and Responsible Fisheries: Limiting Access and Harvesting through Rights-based Management". In: *A Fishery Manager's Guidebook: Management Measures and their Application*. (Cochrane, K. (ed.) FAO Fisheries Technical Paper, No. 424, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 231p.
- Charles, A. T. (2006). "Subsidies in Fisheries: An Analysis of Social Impacts within an Integrated Sustainable Development Framework". AGR/FH(2004)6. OECD. Published with the title "Social Impacts of Government Financial Support of Fisheries" as Chapter 7 in (OECD, editor) "Financial Support to Fisheries: Implications for Sustainable Development". Organization for Economic Co-operation and Development, Paris France.
- Charles, A. T., Burbidge, C., Boyd, H., Lavers, A. (2009). *Fisheries and the Marine Environment in Nova Scotia: Searching for Sustainability and Resilience*. GPI Atlantic, Nova Scotia, Canada.
- Cheung, W. W. L., Lam, V., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., and Pauly, D. (2009). "Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios". *Fish and Fisheries*, 10(3), 235-251.
- Cheung, W. W. L., Lam, V., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D., and Pauly, D. (2010). "Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change". *Global Change Biology*, 16(1), 24-35.
- Christensen, V., Ferdaña, Z., and Steenbeek, J. (2009). "Spatial optimization of protected area placement incorporating ecological, social and economical criteria". *Ecological Modelling*, 220(19), 2583-93.
- Christy, Francis T., Jr. (1982). "Territorial Use Rights in Fisheries: Definitions and Conditions". FAO Fisheries Technical Paper No. 227.
- Cisneros-Montemayor, A. M., and Sumaila, U. R. (2010). "A global estimate of benefits from ecosystem-based marine recreation: potential impacts and implications for management". *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 245-268.
- Clark, C. W., Munro, G. R., and Sumaila, U. R. (2005). "Subsidies, buybacks, and sustainable fisheries". *Journal of Environmental Economics and Management*, 50(1), 47-58.
- Clark, C. W., Munro, G. R., and Sumaila, U. R. (2010). "Limits to the privatization of fishery resources". *Land Economics*, 86(2), 209.
- Clark, C. W. (1973). "The Economics of Overexploitation". *Science*, 181(4100), 630-634.
- Clark, C. W., Munro, G. R., and Sumaila, U. R. (2007). "Buyback subsidies, the time consistency problem, and the ITQ alternative". *Land Economics*, 83(1), 50.
- Clark, I. N., Major, P. J., and Mollet, N. (1989). "The development and implementation of New Zealand's ITQ management system". In *Rights Based Fishing* (pp. 117-45).
- Commission of the European Communities. (2004). "Promoting more environmentally-friendly fishing methods: the role of technical conservation measures". Communication from the Commission to the Council and the European Parliament.
- Cooley, S. R., and Doney, S. C. (2009). "Anticipating ocean acidification's economic consequences for commercial fisheries". *Environmental Research Letters*, 4, 024007.
- Costanza, R., Andrade, F., Antunes, P., den Belt, M., Boersma, D., Boesch, D. F., Catarino, E. et al. (1998). "Principles for sustainable governance of the oceans". *Science*, 281(5374), 198.
- Costello, C., Gaines, S. D., and Lynham, J. (2008). "Can Catch Shares Prevent Fisheries Collapse?" *Science*, 321(5896), 1678-1681.
- Cullis-Suzuki, S., and Pauly, D. (2010a). "Marine Protected Area Costs as "Beneficial" Fisheries Subsidies: A Global Evaluation". *Coastal Management*, 38(2), 113.
- Cullis-Suzuki, S., and Pauly, D. (2010b). *Failing the high seas: a global evaluation of regional fisheries management organizations*. *Marine Policy*, 34:5, 1036-1042.
- Dietz, T., Ostrom, E. and Stern, P. C. (2003). *The struggle to govern the commons*. *Science* 302, 1907-1912 (2003).
- Diaz, R. J., and Rosenberg, R. (2008). "Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems". *Science*, 321(5891), 926.
- Dulvy, N. K., Rogers, S. I., Jennings, S., Stelzenmüller, V., Dye, S. R., and Skjoldal, H. R. (2008). "Climate change and deepening of the North Sea fish assemblage: a biotic indicator of warming seas". *Journal of Applied Ecology*, 45(4), 1029-1039.
- Dyck, A. J., and Sumaila, U. R. (2010). "Economic impact of ocean fish populations in the global fishery". *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 227-243.
- EC. (2005). "Economic performance of selected European fishing fleets". Annual report 2004.
- EC. (2006). "Economic performance of selected European fishing fleets". Annual report 2005.
- Eide, A. (2007). "Economic impacts of global warming: The case of the Barents Sea fisheries". *Natural Resource Modeling*, 20(2), 199-221.

- Essington, T. E. (2009). "Ecological indicators display reduced variation in North American catch share fisheries". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(2), 754-759.
- FAO. (1992). *Marine fisheries and the law of the sea: A decade of change* (No. FAO Fisheries Circular No. 853). FAO, Rome.
- FAO. (2001). *International Plan of Action to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing*. FAO, Rome.
- FAO. (2005). "Review of the state of world marine fishery resources". FAO Fisheries Technical Paper 457. FAO, Rome.
- FAO. (2007). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2006*. FAO, Rome.
- FAO. (2009). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008*. FAO, Rome.
- FAO (2009a). *Food and Agricultural Organization of the United Nations Yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics 2007*. FAO, Rome.
- Fox, K., Grafton Q., Kirkley J., Squires D. (2003). "Property rights in a fishery: regulatory change and firm performance". *Journal of Environmental Economics and Management*, 46(1), 156-177.
- Froese, R., Pauly, D. (2003). *Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer – eine aktuelle Umweltbilanz*. In: J.L. JLozán, E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann and v.H. Westenhagen (ed.) "Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer – eine aktuelle Umweltbilanz". GEO, Hamburg.
- Gallie, B. L. (2002). *Fisheries Sustainability Indicators: The OECD experience*. Joint workshop EEA-EC DG Fisheries-DG Environment on "Tools for measuring (integrated) Fisheries Policy aiming at sustainable ecosystems". Brussels, Belgium.
- Garcia, S. M., and Charles, A. T. (2007). "Fishery systems and linkages: from clockworks to soft watches". *ICES Journal of Marine Science*, 64(4), 580-587.
- Gibbs, M. T. (2009). "Why ITQs on target species are inefficient at achieving ecosystem based fisheries management outcomes". *Marine Policy*, 34(3).
- Gordon, H. S. (1954). *The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery*. *Journal of Political Economy*, 62(2), 124.
- Griggs, L., and Lugton, G. (2007). "Veil over the nets (unravelling corporate liability for IUU fishing offences)". *Marine Policy*, 31(2), 159-168.
- Hall, M. A. (1996). *On bycatches*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6(3), 319-352.
- Hannesson, R. (2002). "The economics of fishing down the food chain". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 755-758.
- Hannesson, R. (1998). "Marine reserves: what would they accomplish?". *Marine Resource Economics*, 13(3), 159-170.
- Hannesson, R. (2007). "Buyback Programs for Fishing Vessels in Norway". In R. Curtis and D. Squires (eds.), *Fisheries Buybacks* (pp. 177-190). Oxford: Blackwell.
- Hannesson, R. (2004). *The privatization of the oceans*. Boston, Mass: MIT Press.
- Hardin, G. (1968). "The Tragedy of the Commons". *Science*, 162(3859), 1243-1248.
- Hatcher, A., and Robinson, K. (Eds.). (1999). *Overcapacity, overcapitalization and subsidies in European fisheries*. *Proceedings of the first workshop held in Portsmouth, UK, 28-30 October, 1998*.
- Hersoug, B. (2002). *Unfinished business: The Netherlands' experience with rights-based fisheries management*. Eburon.
- Hilborn, R., Orensanz, J. M., and Parma, A. M. (2005). "Institutions, incentives and the future of fisheries". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360, 47-57.
- Hockey, P. A. R., and Branch, G. M. (1997). "Criteria, objectives and methodology for evaluating marine protected areas in South Africa". *South African Journal of Marine Science*, 18, 369-383.
- Holland, S. M., Ditton, R. B., and Graefe, A. R. (1998). "An ecotourism perspective on billfish fisheries". *Journal of Sustainable Tourism*, 6(2), 97-116.
- Hoyt, E., and Iniguez, M. (2008). *The state of whale watching in Latin America*. Chippingham, UK; Yarmouth Port, USA; London, UK: WDCCS; IFAW, Global Ocean. Available at: http://www.wdcs.org/submissions_bin/WW_Latinamerica_English.pdf
- Hoyt, E. (2001). *Whale Watching 2001: Worldwide Tourism Numbers, Expenditures and Expanding Socio Economic Benefits*. Yarmouth Port, MA, USA: IFAW.
- Kaschner, K., Watson, R., Trites, A. W., and Pauly, D. (2006). "Mapping world-wide distributions of marine mammal species using a relative environmental suitability (RES) model". *Marine Ecology Progress Series*, 316, 285-310.
- Khan, A., Sumaila, U. R., Watson, R., Munro, G., and Pauly, D. (2006). "The nature and magnitude of global non-fuel fisheries subsidies". *Fisheries Centre Research Reports*, 14(6), 5.
- Kuperan, K and Sutinen, J. G. (1998). "Blue Water Crime: Deterrence, Legitimacy, and Compliance". *Fisheries Law and Society Review*, 32(2) 309-338.
- Lam, V., Sumaila, U.R., Dyck, A., Pauly, D. and Watson, R. (2010). *Construction and Potential Applications of a Global Cost of Fishing Database*. Fisheries Centre Working Paper #2010-13, The University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada.
- Lery, J., Prado, J., and Tietze, U. (1999). *Economic viability of marine capture fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper No. 377. FAO, Rome.
- Macinko, S. and Bromley, D. (2002). *Who owns America's fisheries?* Pew Ocean Science Series (1st ed.). Island Press.
- Macher, C., Guyader, O., Tallec, C., and Bertignac, M. (2008). "A cost-benefit analysis of improving trawl selectivity in the case of discards: The *Nephrops norvegicus* fishery in the Bay of Biscay". *Fisheries Research*, 92(1), 76-89.
- Martell, S., Walters C.W., Sumaila, U.R. (2009). "Industry-funded fishing licence reduction good for profits and conservation". *Fish and Fisheries*, 10, 1-12.
- Mason, F. (2002). "The Newfoundland cod stock collapse: a review and analysis of social factors". *Electronic Green Journal*, 1(17).
- McAllister, M., Pikitch, E., and Babcock, E. (2001). "Using demographic methods to construct Bayesian priors for the intrinsic rate of increase in the Schaefer model and implications for stock rebuilding". *Can. J. Fish. Aquat. Sc.*, 58, 1871-90.
- McConney, P., and Charles, A. (2008). "Managing small-scale fisheries: Moving towards people-centered perspectives". In R. Q. Grafton, R. Hilborn, D. Squires, T. Maree, and M. Williams (eds.), *Handbook of Marine Fisheries Conservation and Management* (p. 20). Oxford University Press.
- Milazzo, M. (1998). *Subsidies in world fisheries: a re-examination* (World Bank Technical Paper, No. 406, Fisheries series). The World Bank, Washington, D.C.
- Morgan, L. E., & Chuenpagdee, R. (2003). *Shifting gears: addressing the collateral impacts of fishing methods in US waters*. Pew Science Series. Washington, DC.
- MRAG. (2005). *Review of impacts of Illegal, Unreported and Unregulated fishing on developing countries: synthesis report*. London: Marine Resources Assessment Group Ltd.
- Munro, G., and Sumaila, U. (2002). "The impact of subsidies upon fisheries management and sustainability: the case of the North Atlantic". *Fish and Fisheries*, 3, 233-250.
- Munro, G. R. (2007). "Internationally Shared Fish Stocks, the High Seas, and Property Rights in Fisheries". *Marine Resource Economics*, 22(4), 425.
- Munro, G. R., Van Houtte, A., and Willmann, R. (2004). *The conservation and management of shared fish stocks: legal and economic aspects*. FAO, Rome.
- Naylor, R. L., Goldberg, R. J., Mooney, H., Beveridge, M. C., Clay, J., Folke, C., Kautsky, N., et al. (1998). "Nature's subsidies to shrimp and salmon farming". *Science*, 282.
- NRC (National Research Council). (1999). *Sharing the Fish: Toward a National Policy on Individual Fishing Quotas*. Washington, D.C., National Academy Press.
- Obeng, V. (2003). *Towards an appropriate economic management regime of tuna fisheries in Ghana*. Master of Science Thesis. Department of Economics, Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, Norway.
- OECD. (2000). "Transition to responsible fisheries: economic and policy implications". Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- OECD. (2004). *Review of fisheries in OECD countries. Country statistics 2000-2002*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- OECD. (2005). *OECD-DAC Development Cooperation Report 2005*. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.

- Ostrom, E., Burger, J., Field, C., Norgaard, R., and Policansky, D. (1999). "Revisiting the commons: Local lessons, global challenges". *Science*, 284, 278-282.
- Pauly, D. (2006). "Major trends in small-scale marine fisheries, with emphasis on developing countries, and some implications for the social sciences". *Maritime Studies (MAST)*, 4(2), 7-22.
- Pauly, D. (2007). "The Sea Around Us Project: documenting and communicating global fisheries impacts on marine ecosystems". *Journal Information*, 36(4).
- Pauly, D., and Palomares, M. L. D. (2010). An empirical equation to predict annual increases in fishing efficiency (Fisheries Centre Working Paper No. 2010-07) (p. 12). Vancouver, BC: UBC. Available at: [ftp://ftp.fisheries.ubc.ca/FCWP/2010/FCWP_2010-07_PaulyPalomares.pdf](http://ftp.fisheries.ubc.ca/FCWP/2010/FCWP_2010-07_PaulyPalomares.pdf)
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., and Torres, F. (1998). "Fishing down marine food webs". *Science*, 279, 860-63.
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T., Sumaila, U. R., Walters, C. J., Watson, R., et al. (2002). "Towards sustainability in world fisheries". *Nature*, 418, 685-695.
- Perry, L. A., Low, P. J., Ellis, J. R., and Reynolds, J. D. (2005). "Climate change and distribution shifts in marine fishes". *Science*, 308, 1912-1915.
- Petersson, E. (2009). "Inland Fish and Fisheries". In *Fisheries Sustainability and Development* (pp. 147-168). Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry.
- Pinkerton, E., and Edwards, D. (2009). "The elephant in the room: the hidden costs of leasing individual transferable fishing quotas". *Marine Policy*, 33, 707-713.
- Pitcher, T. J., and Hollingworth, C. E. (2002). *Recreational fisheries: ecological, economic and social evaluation*. Blackwell Science, Oxford, UK.
- Pontecorvo, G., Wilkinson, M., Anderson, R., and Holdowsky, M. (1980). "Contribution of the Ocean Sector to the United States Economy". *Science*, 208(4447), 1000-1006.
- Rice, J. (2003). "The British Columbia rockfish trawl fishery". In *Report and documentation of the International Workshop on Factors of Unsustainability and Overexploitation in Fisheries* (Vol. 700, pp. 161-187). Presented at the International Workshop on Factors of Unsustainability and Overexploitation in Fisheries, Mauritius, FAO, Rome.
- Rice, J., Shelton, P., Rivard, D., Chouinard, G., and Fréchet, A. (2003). "Recovering Canadian Atlantic Cod Stocks: The Shape of Things to Come?" In *The Scope and Effectiveness of Stock Recovery Plans in Fishery Management* (International Council for Exploration of the Sea, No. CM 2003/U:06).
- Richards, A., and Hendrickson, L. (2006). "Effectiveness of the Nordmore grate in the Gulf of Maine northern shrimp fishery". *Fisheries Research*, 81, 100-106.
- Roy, N., Amason, R., and Schrank, W. E. (2009). "The Identification of Economic Base Industries, with an Application to the Newfoundland Fishing Industry". *Land Economics*, 85(4), 675.
- Sainsbury, K., and Sumaila, U. (2003). "Incorporating ecosystem objectives into management of sustainable marine fisheries, including 'best practice' reference points and use of marine protected areas". In M. Sinclair and G. Valdimarson (eds), *Responsible fisheries in the marine ecosystem*. CAB International.
- Salas, S., Chuenpagdee, R., Seijo, J., and Charles, A. (2007). "Challenges in the Assessment and Management of Small-scale Fisheries in Latin America and the Caribbean". *Fisheries Research*, 87(1), 5-16.
- Sanchirico, J. N., and Wilen, J. E. (1999). "Bioeconomics of spatial exploitation in a patchy environment". *Journal of Environmental Economics and Management*, 37, 129-150.
- SCFO. (2005). *Northern cod: a failure of Canadian fisheries management* (Report of the Standing Committee on Fisheries and Oceans). Ottawa, Canada: Standing Committee on Fisheries and Oceans.
- Sethi, S. A., Branch, T. A., and Watson, R. (2010). "Global fishery development patterns are driven by profit but not trophic level". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(27), 12163.
- Sharan, D. (2008). *Financing Climate Change Mitigation and Adaptation. Role of Regional Financing Arrangements* (Sustainable Development Working Paper Series). Asian Development Bank.
- Sievanen, L., Crawford, B., Pollnac, R., and Lowe, C. (2005). "Weeding through assumptions of livelihood approaches in ICM: Seaweed farming in the Philippines and Indonesia". *Ocean and Coastal Management*, 48(3-6), 297-313.
- Srinivasan, U. T., Cheung, W. W. L., Watson, R., and Sumaila, U. R. (2010). "Food security implications of global marine catch losses due to overfishing". *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 183-200.
- Sumaila, U. R. (1998). "Protected marine reserves as fisheries management tools: A bioeconomic analysis". *Fisheries Research*, 37, 287-296.
- Sumaila, U. R., Alder, J., and Keith, H. (2006). "Global scope and economics of illegal fishing". *Marine Policy*, 30, 696-703.
- Sumaila, U. R., Guénette, S., Alder, J., and Chuenpagdee, R. (2000). "Addressing ecosystem effects of fishing using marine protected areas". *ICES Journal of Marine Science*, 57, 752-760.
- Sumaila, U. R. (2010). "A Cautionary Note on Individual Transferable Quotas". *Ecology and Society*, 15(3), 36.
- Sumaila, U. R., and Cheung, W. W. L. (2010). *Cost of adapting fisheries to climate change* (Discussion Paper No. 5). Development and climate change (p. 27). The World Bank, Washington, DC.
- Sumaila, U. R., Marsden, A. D., Watson, R., and Pauly, D. (2007). "A Global Ex-vessel Fish Price Database: Construction and Applications". *Journal of Bioeconomics*, 9(1), 39-51.
- Sumaila, U. R., Khan, A. S., Dyck, A. J., Watson, R., Munro, G., Tydemers, P., and Pauly, D. (2010). "A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies". *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 201-225.
- Sumaila, U. R., and Pauly, D. (2006). *Catching more bait: a bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies*. Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Swartz, W., Sala, E., Tracey, S., Watson, R., and Pauly, D. (2010). "The Spatial Expansion and Ecological Footprint of Fisheries (1950 to Present)". (S. A. Sandin, Ed.) *PLoS ONE*, 5(12), e15143. doi:10.1371/journal.pone.0015143.
- Teh, L., Cheung, W. W. L., Cornish, A., Chu, C., and Sumaila, U. R. (2008). "A survey of alternative livelihood options for Hong Kong's fishers". *International Journal of Social Economics*, 35(5), 380-395. doi:10.1108/03068290810861620.
- Thresher, R. E., Macrae, C. M., Wilson, N. C., and Gurney, R. (2007). "Environmental effects on the skeletal composition of deepwater gorgonians (*Keratoisis* spp.; *Isididae*)". *Bulletin of Marine Science*, 81, 309-422.
- Townsend, R. E., McColl, J., and Young, M. D. (2006). "Design principles for individual transferable quota". *Marine Policy*, 30, 131-141.
- Tseng, W., and Chen, C. (2008). "Valuing the potential economic impact of climate change on the Taiwan trout". *Ecological Economics*, 65(2), 282-291.
- Turris, B. R. (2000). "A comparison of British Columbia's ITQ fisheries for groundfish trawl and sablefish: similar results from programmes with differing objectives, designs and processes". *FAO Fisheries Technical Paper*, 254-261.
- Tydemers, P., Watson, R., and Pauly, D. (2005). "Fuelling global fishing fleets". *Ambio*, 34, 59-62.
- UNEP. (2003). *Fisheries Subsidies and Marine Resource Management: Lessons learned from Studies in Argentina and Senegal* (UNEP report). Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2004). *A UNEP Update on Fisheries Subsidies and Sustainable Fisheries Management*. Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2005). *Reflecting Sustainable Development and Special and Differential Treatment for Developing Countries in the Context of New WTO Fisheries Subsidies Rules*. Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2006). *Indonesia: Integrated Assessment of the Poverty Reduction Strategy Paper with a Case Study on Sustainable Fisheries Initiatives*. Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2008). *Role of supply chains in addressing the global seafood crisis*. Geneva: The United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2011). *Fisheries Subsidies, Sustainable Development and the WTO*. Earthscan, London and Washington, D.C.
- United Nations. (2002). "Report of the World Summit on Sustainable Development". Presented in Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002, New York, USA.
- United Nations. (1995). "Agreement for the Implementation of the Provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks" [dated 8 September 1995]

- Walsh, S., Godo, O., and Michalsen, K. (2004). "Fish behaviour relevant to fish catchability". *ICES Journal of Marine Science*, 61(7), 1238-1239.
- Walters, C. J., and Martell, S. J. D. (2004). *Fisheries ecology and management*. Princeton University Press.
- Walling, L., and Norse, E. A. (1998). "Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: A comparison to forest clearcutting". *Conservation Biology*, 12(6).
- Watson, R., Kitchingman, A., Gelchu, A., and Pauly, D. (2004). "Mapping global fisheries: sharpening our focus". *Fish and Fisheries*, 5(2), 168-177.
- Whitmarsh, D., James, C., Pickering, H., and Neiland, A. (2000). "The profitability of marine commercial fisheries: a review of economic information needs with particular reference to the UK". *Marine Policy*, 24, 257-263.
- Wicaksono, A., Putrawidjaja, M., and Amin, I. (2001). "Overview of Indonesian Coral Trade: Importance to Coastal Communities, Health and Safety Issues, User's Conflicts and Illegal Trade Concerns". In A. Brucker (ed.), *Proceedings of the International Workshop on the Trade in Stony Corals: Development of Sustainable Management Guidelines*. Jakarta, Indonesia.
- Wilen, J. E. (2005). "Property rights and the texture of rents in fisheries". In D. Leal (ed.), *Evolving Property Rights in Marine Fisheries* (pp. 49-67). Rowman and Littlefield, Oxford, UK.
- Wilson, R. W., Millero, F. J., Taylor, J. R., Walsh, P. J., Christensen, V., Jen, and Grosell, M. (2009). "Contribution of Fish to the Marine Inorganic Carbon Cycle". *Science*, 323(5912), 359-362.
- Wingard, J. D. (2000). "Community transferable quotas: internalizing externalities and minimizing social impacts of fisheries management". *Human Organization*, 59, 48-57.
- World Bank/FAO (2009). "The Sunken Billions: The Economic Justification for Fisheries Reform". World Bank and Food and Agriculture Organization, Washington D.C., Rome.
- Wood, L. J., Fish, L., Laughren, J., and Pauly, D. (2008). "Assessing progress towards global marine protection targets: shortfalls in information and action". *Oryx*, 42(3), 340-351.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J. K., Branch, T., Collie, J. S., Costello, C., Fogarty, M. J., et al. (2009). "Rebuilding global fisheries". *Science*, 325, 578-585.
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J. B. C., et al. (2006). "Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services". *Science*, 314(5800), 787-790.
- WWF. (2001). *Hard facts, hidden problems: A review of current data on fishing subsidies*. WWF, Washington, D.C.



iStockphoto/Morgan Mansour



水资源

对自然资本进行投资

致谢

本章统筹协调作者：**Mike D. Young**教授，澳大利亚阿德莱德大学环境学院常务理事。

感谢联合国环境规划署（UNEP）的Nicolas Bertrand对本章的撰写进行全面管理，包括组织同行评审、与合著作者商定修改事宜、材料补充以及完成最后的定稿工作。感谢Derek Eaton的审查工作，以及对本章节中模拟部分的编辑。

本章的11篇背景文献由以下作者编写：Arfiansyah（PALYJA公司），Paulina Beato（西班牙庞培法布拉大学），Alvaro Calzadilla（德国基尔世界经济研究院），Irma Damayanti（PALYJA公司），Fulton Eaglin（Pegasys公司），Philippe Folliasson（PALYJA公司），Vincent Fournier（PALYJA公司），David Kaczan（加拿大阿尔伯塔大学硕士生），Sharon Khan（独立顾问），Anna Lukasiewicz（澳大利亚查尔斯特大学博士生），Luc Martin（PALYJA公司），Claude Ménard（巴黎第一大学），Mike Muller（南非威特沃特斯兰德大学），Andrew Ogilvie（法国发展研究院，法国联合研究机构G-eau），Guy Pegram（Pegasys公司），Katrin Rehman（德国基尔世界经济研究院，德国基尔大学），Rathinasamy Maria Saleth（印度马德拉斯发展研究所），Barbara Schreiner（Pegasys公司），Richard S.J.Tol（爱尔兰经济与社会研究院，荷兰自由大学空间经济学系，环境研究学院），Håkan Tropp（瑞典斯德哥尔摩国际水资源研究所），Antonio Vives（Cumpetere公司，斯坦福大学），Constantin von der Heyden（Pegasys公司），John Ward（澳大利亚联邦科学与工业研究组织）。此外，背景材料还包括再版的2030水资源集团报告：Charting Our Water Future（2009年首次出版），以及新版的Free basic water-a sustainable instrument for a sustainable future in South Africa（2008年首次出版，Environment&Urbanization出版社）。感谢由Andrea M. Bassi、John P. Ansah、Zhuohua Tan（千年研究院），Carlos Carrión-Crespo和Ana Lucía Iturriza（国际劳工组织）提供的其他材料。

感谢Christine S. Esau对上述科技文献的编辑。

同时，也感谢来自全球的相关行业的专家为本章编写提供的宝贵意见，他们是：Shahid Ahmad（巴基斯坦农业研究委员会自然资源部门成员），Dianne d'Arras（苏伊士环境技术研究高级副总裁），Wouter Lincklaen Arriens（亚洲开发银行首席水资源专家），Ger Bergkamp（世界水理事会主席），Don Blackmore（eWater CRC 理事会主席；默累-达令河流域委员会前执行总裁），Benedito Braga（世界水理事会副主席；圣保罗大学土木与环境工程学院教授），Margaret Catley Carlson（全球水伙伴组织主席；加拿大卫生福利部前任副部长），Vasile Ciomos（罗马尼亚水协会主席），Alberto Garrido（马德里科技大学副教授），Jerry Gilbert（顾问）Vincent Gouarne（国际金融组织拉丁美洲和加勒比海地区主

管），R. Quentin Grafton（澳大利亚国立大学教授），David Grey（世界银行高级顾问），Kathy Jacobs（亚利桑那州水研究所执行理事），Mohamed Ait Kadi（摩洛哥农业发展总理事会董事长），Helmut Kroiss（维也纳科技大学水质学院院长），Alain Locussol（世界银行专家），David Molden（国际水资源管理研究所副所长），Jack Moss（国际私营水资源企业联盟高级顾问），Mike Muller（南非政府水务与森林部前部长），Herbert Oberhaensli（雀巢公司经济和国际关系副总裁助理），Kirit Parikh（英迪拉甘地发展研究所名誉教授以及创始人兼董事），Usha Rao-Monari（国际金融公司基础设施部高级主管），Brian Richter（大自然保护协会可持续水资源项目主任），Rathinasamy Maria Saleth（马德拉斯发展研究所所长），Mark Smith（世界自然保护联盟水资源项目主任），A. Dan Tarlock（芝加哥-肯特法学院特聘法学教授），Lee Travers（世界银行部门经理），Henry J. Vaux Jr.（加州大学伯克利分校教授），Antonio Vives（泛美开发银行可持续发展部门前任经理），Hao Wang（中国水利水电研究院，中国工程院院士；全球水伙伴中国委员会副主席），James Winpenny（Wychwood经济咨询有限公司顾问），Sascha Zehnder（亚伯达水资源研究所科技主任）。同样感谢Jack Moss对本章初稿（2011年2月）的全面审核。

同时，也感谢联合国环境署同事以及其他国际组织的成员为本章提出的建议，他们是：Joana Akrofi（UNEP），Chizuru Aoki（UNEP），Joseph Alcamo（UNEP），Ger Bergkamp（世界水理事会），Peter Borkey（经济合作与发展组织），Munyaradzi Chenje（UNEP），David Coates（生物多样性公约秘书处），Salif Diop（UNEP），Renate Fleiner（UNEP），Ryuichi Fukuhara（UNEP），Habib El-Habr（UNEP），Melanie Hutchinson（UNEP），Elizabeth Khaka（UNEP），Arnold Kreilhuber（UNEP），Olivia la O' Castillo（联合国秘书长水与卫生顾问委员会），Razi Latif（UNEP），Lifeng Li（世界自然基金会，WWF-国际），Peter Manyara（UNEP），Robert McGowan，Patrick Mmayi（UNEP），Madiodio Niasse（国际土地联盟），Lara Ognibene（UNEP），Neeyati Patel（UNEP），Elina Rautalahti（UNEP），Nadia Scialabba（联合国粮农组织），David Smith（UNEP），David Tickner（WWF-英国），Chris Tomkins，Cornis van der Lugt（UNEP），Lew Young（湿地公约秘书处）。特别要感谢Renate Fleiner对联合国环境规划署跨部门的水工作小组进行协调，对本章的编写进行复审。同样，感谢Thomas Chiramba领导下的环境政策执行司淡水生态系统部门对本章编写给予的支持。

同样感谢来自阿德莱德大学的以下各位：Sam Fargher，Nobiko Wynn，Adriana Russo，Sarah Streeter，Husam Seif，Jane Rathjen和Sanjee Peiris。

目录

关键信息	110
1 引言	112
1.1 本章的宗旨	112
1.2 范围和定义	112
1.3 水资源在绿色经济中的作用	112
1.4 衡量水资源部门的“绿化”进程	112
1.5 世界水资源	113
2 水：一种独特的自然资源	114
2.1 自然设施的功能	114
2.2 水资源核算	114
2.3 水资源和能源	115
3 机遇与挑战	116
3.1 挑战	116
3.2 机遇	119
4 绿色水资源利用的经济效益	124
4.1 投资水资源和生态系统的经济效益	124
4.2 项目选择和投资建议	124
4.3 投资供水和卫生部门的收益所归	124
5 促成条件：克服障碍，推动变革	127
5.1 改善整体机构安排	127
5.2 国际贸易体制	127
5.3 运用市场工具	128
5.4 改进权益和分配制度	129
5.5 减少投入补贴和额外收费	130
5.6 改善水资源收费和财政安排	130
6 结论	135
参考文献	136

图目录

图1: “绿水”和“蓝水”	113
图2: 人类水资源安全和生物多样性所受威胁的整体分布情况	114
图3: 美国能源生产的耗水量	115
图4: 千年发展目标中关于在2015年前将无法获取充足卫生服务的人口减少至17亿的全球进展 ...	117
图5: 实现千年发展目标关于在2015年前将无法获取充足卫生服务的人口减半的全球进展情况 ...	117
图6: 资源型缺水与经济型缺水的地区	118
图7: 到2030年生活在水资源紧缺区域的人口数量	119
图8: 现有可用水资源与2030年水需求的全球差距	119
图9: 全球水需求量预测, 以及按照BAU模式, 预计可通过扩增供应以及提高用水技术效率来 满足的需求量	120
图10: 预计全球每年对水需求量的增加	120
图11: 社区组织管理的标准仪表系统图示	122
图12: 在中国不同供水方法的相对成本	125
图13: 儿童死亡率与发病率(发育迟缓)受供水影响	126
图14: 区域平衡和与农产品贸易相关的区域间的净水流量	127
图15: 与澳大利亚证券交易所相比的水权值中来自销售分配和资本增长的年收益	130
图16: 墨累达令河流域水权转让的发展	131
图17: 基础设施资金来源: 转移支付、税收和资费	132

表目录

表1: 不同生物群落修复项目成本和收益的估算	121
表2: 绿色投资情景的模拟结果	124
表3: 由于气候变化和贸易自由化, 地区福利20多年间的改变	128
表4: 西雅加达地区的水费制度	133

专栏目录

专栏一: 缺乏卫生设施的经济影响	116
专栏二: 千年发展目标与水	117
专栏三: 政府投资进行河流修复的两个范例	121
专栏四: 雅加达西部的基础设施供应	122
专栏五: 尼日尔河流域内供水及卫生设施与贫困之间联系的统计分析	125
专栏六: 澳大利亚的经验, 水市场在促进快速适应向干旱气候转变中的作用	131
专栏七: 私有企业家庭供水的最新经验	133

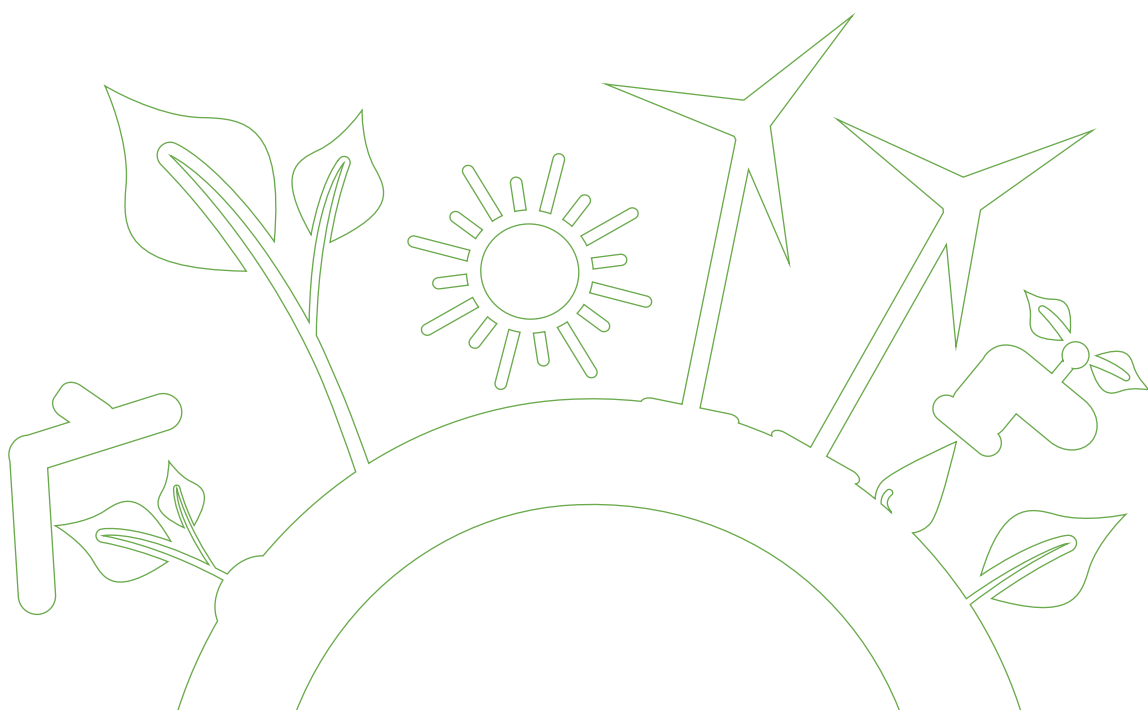
缩略语表

BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
BRIC	Brazil, Russia, India and China	金砖四国（巴西，俄罗斯，印和中国）
CAGR	Compound Annual Growth Rate	复合年增长率
CEWH	Commonwealth Environmental Water Holder	联邦环境水务部
ESP	Environmental Service Program	环境服务计划
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations	联合国粮食与农业组织
FSC	Forest Stewardship Council	森林管理委员会
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
IFPRI	International Food Policy Research Implementation	国际粮食政策研究所
ILO	International Labour Organization	国际劳工组织
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国际自然保护联盟
IWMI	International Water Management Institute	国际水资源管理研究所
MDG	Millennium Development Goal	千年发展目标
MENA	Middle East and North Africa	中东和北非
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
PES	Payments for Ecosystem Services	生态系统服务收费
RO	Reverse osmosis	反渗透
RoW	Rest of the World	世界其他地区
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity	生态系统和生物多样性经济学
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	联合国教科文组织
UNICEF	United Nations Children's Fund	联合国儿童基金会
USAID	United States Agency for International Development	美国国际开发署
USC	Ultra-Super Critical Technology	超超临界技术
WHO	World Health Organization	世界卫生组织

关键信息

- 1. 水是维系生命的基本需求，世界上的许多穷人却无法拥有它。**世界上有将近10亿人无法获得洁净的饮用水，26亿人无法改善卫生服务，由此造成每年140万名五岁以下儿童死亡。按照目前的投资增长速度，千年发展目标中的卫生设施目标对于10亿人而言，仍无法如期实现，这些人主要集中在撒哈拉以南的非洲地区和亚洲地区。
- 2. 洁净水与卫生设施的不足造成了相当严重的社会代价与低效经济。**如果无法获得水，或者需要花大量钱财来买水，大量时间（特别是妇女和儿童）来运水，穷人从事其他活动的的能力将受到影响。卫生服务的缺乏，导致了高发的水生疾病，以及高昂的治疗代价。例如，柬埔寨、印度尼西亚、菲律宾和越南，因为卫生条件不足，每年共要付出90亿美元的代价，大致相当于这四个国家GDP的2%。让所有人都享用到安全、卫生的水资源和充足的卫生服务，是一个绿色经济体的基本条件。
- 3. 持续现在的做法将导致全球水资源供需之间的差距加大，直至不可持续。污水回用计划的失败更加大了这个差距。**如果不提高用水效率，预计在20年内，水资源的需求量将超过供给量40%。依靠水生产力水平的提高，以及增加供应（如通过筑坝、海水淡化，同时加强回收）可解决此供需差距的40%，而剩下的60%则需要通过投资基础设施、改革水资源政策和开发新技术来解决。这些投资或政策改革如果推进不利，水危机将进一步深化。
- 4. 足量、优质的供水，是生态系统为我们提供的一项服务。**针对水稀缺、水过丰（洪灾）以及水质问题，对生态系统的管理和投资才是保证人类以及生态系统水安全的关键。
- 5. 增加在依赖水的生态系统、水基础设施建设和水资源管理方面的投资，可加快向绿色经济的转型。**模型表明，在绿色投资情景中，全球用水可以维持在可持续发展的水平内，而且所有关于水的千年发展目标都可以在2015年如期实现。在接下来的四十年中，平均每年投资1980亿美元，可以提高用水效率，并增加农业、生物燃料和工业产量。到2030年，生活在供水紧张地区的人口数量比常规经济情景（Business-as-usual, BAU）预测结果下降4%，到2050年下降达到7%。

6. 在对水资源投资的同时，如果可以改善体制、权益和分配制度，推进生态系统服务付费制度，改进水资源收费及融资管理，所需的投资额度将会显著下降。其他部门中许多关于用水的政策和措施（例如投入补贴措施）往往不利于改进水资源管理。解决全球供水问题在很大程度上取决于农业用水的进步空间。全球粮食总量的40%产自灌溉土地，但是随着人口的增长，目前用于灌溉的大部分水需要转为城市、商业和工业用途。



1 引言

1.1 本章的宗旨

本章的主要目的可以概括为三个方面。首先，强调了向所有家庭提供充足的、负担得起的清洁水及卫生设施的必要性。

其次，本章充分阐述了要对水资源管理、基础设施建设包括生态基础设施进行前期投资的原因，强调了更好的利用生物多样性和生态系统在降低水处理成本和提高生产力方面的潜力。

最后，本章为水资源管理方案的制定及政策改革给出了一些指导，这些方案政策若能贯彻实施，可以在这一转变过程中巩固和扩大相关效益。

1.2 范围和定义

本章的讨论范围包括：淡水生态系统、供水及卫生¹领域、以及关系到水资源利用目的及方式的管理及市场环节。

农业、渔业、林业、能源及工业生产行业的用水会在各相关章节进行讨论。

本章展望了未来20年（到2030年），在某些问题上甚至是未来40年（到2050年）的前景。在未来的20年里，人们对水质和水量的需求都会有大幅提升，预计区域供水状况也会随之改变。

本章的背景材料由多个组织单位提供，他们近年来在水资源及其管理方面开展了大量工作²，并为本章的编写准备了共11篇科技文章，在文中对这些文章的引用均以粗体标出。

本章结构

本章讨论了水资源对向绿色经济转型所起的作用。首先阐明了水生生态系统在向绿色经济转型中可以扮演的角色，然后概述了世界水资源状况，及供水和卫生部门提供的服务。鉴于水资源的独特性质，本章指出了更好地利用水及水生生态系统所面临的挑战和机遇。在此基础上，作为向绿色经济转型时的一种手段，本章对供水和卫生设施系统的投资收益进行了量化。最后指出，体制改革的贯彻实施，将会进一步增加绿色经济转型所承诺的收益。

1. 世界卫生组织定义的“卫生设施”是指：“对人类排泄物提供妥善处理的设施与服务。”卫生设施的缺乏是产生疾病的主要原因之一，无论对于家庭还是社区，改进卫生设施对于保证健康都具有重要意义。“卫生”这个词也可指通过垃圾收集和污水处理等方式保障卫生条件。

参见：<http://www.who.int/topics/sanitation/en/>

1.3 水资源在绿色经济中的作用

前面章节已经强调，发展绿色经济，关键之一是要抓住机遇，对依靠和利用自然资源及生态服务的部门进行投资。同时，配套政策和管理也需逐步跟进，保证既不危害环境，也不需要其他额外代价，且后代的利益得以认真考虑。在水方面，通过向供水和卫生服务进行投资，可获得可观的潜在利益。在缺水地区，认真审视及对待缺水问题，通过重新规划管理方法，细化财产权限，采取反映所有使用成本（包括对环境造成的不利影响的和改进相关规范的成本）的用水政策，可加速向绿色化目标迈进。总而言之，水资源利用要控制在可持续的范围内。

在绿色经济中，水资源在维持生物多样性和生态系统功能，以及供水中的作用已得到认可、评价并得到了经济补偿。为了更有效地利用水资源，还要鼓励发展水循环及水回用技术。

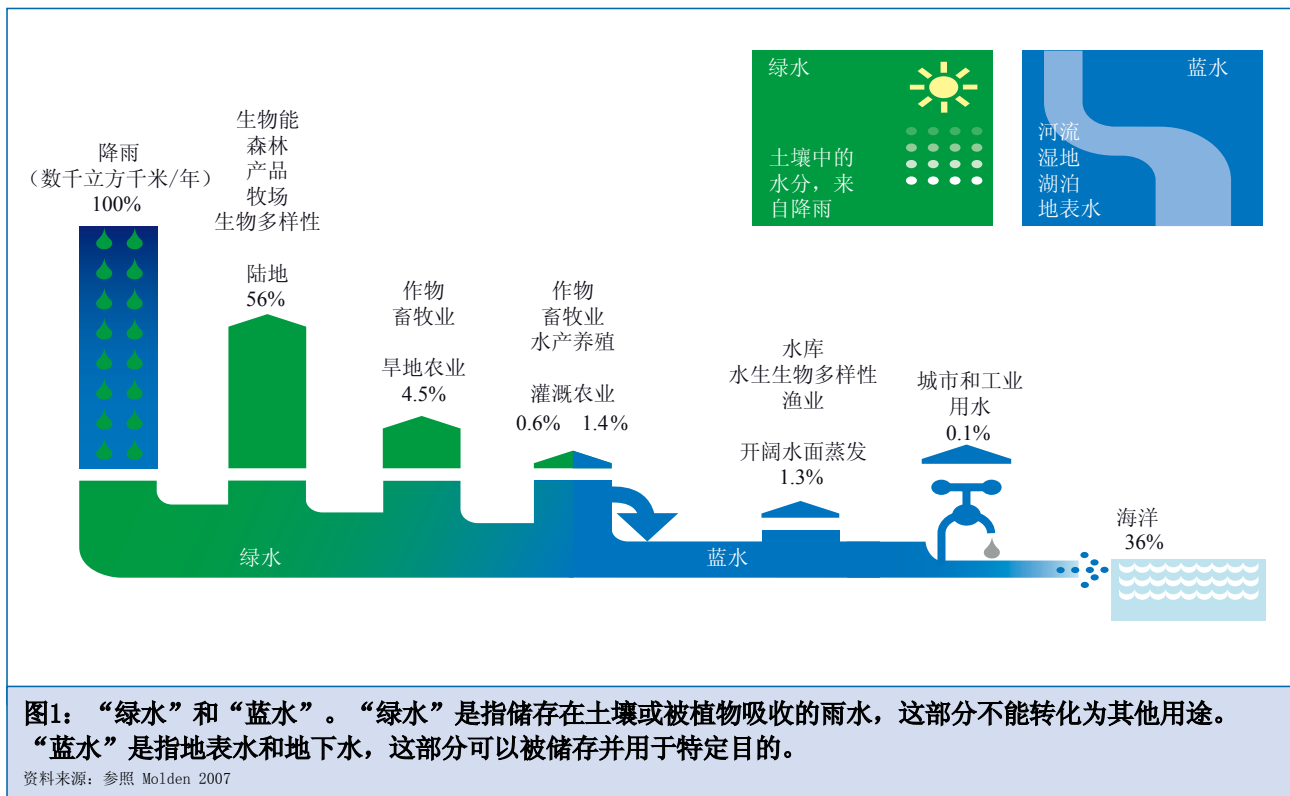
1.4 衡量水资源部门的“绿化”进程

许多国家都缺乏可靠的水资源相关数据，包括江河流域水资源的储量、已建成的基础设施情况、供水状况和卫生设施条件等。进行有效投资与管理的重要手段之一是按照特定方式合理采集数据，由此可对水资源进行高效管理，并实现与其他地区的绩效对比。在水资源方面，成功迈向绿色经济的进展情况可根据以下指标衡量：

- 确定有效水管理带来的效益价值及传统方式所付出的代价；
- 增加对环境有利的供水和卫生设施方面的投资；
- 明确规定用水权限，以及水资源在使用者和环境中

2. 本章提出的各项建议重点参考了以下资料和意见：

- Dublin原理进展指出，“水资源被竞相用于各种用途，在每种用途上都反映出了其经济价值，因此水资源应该被看成一种经济物品”（Global Water Partnership 1992）；
- 关于投资水基础设施的Camdessus报告呼吁，加倍投资公用事业的同时，要改进这些部门的责任感和透明度，并加强其能力建设（Winterpenny 2003）；
- 关于为水资源融资的Guria专项报告建议，逐渐实现完全的成本回收，逐步淘汰补贴，以及将供水和水处理的责任逐步移交给当地政府（Guria 2006）；
- 世界水坝委员会（World Commission on Dams 2000）警告，需要认真评估投资主要基础设施的成本和可能收益；
- 世界卫生组织关于全球供水和卫生设施的多份报告；
- 关于如何应对水资源危机的2030水资源集团报告（2030, Water Resources Group 2009）。



的分配；

- 通过立法确认生态系统对经济的重要支撑作用；
- 投资以加强对包括水资源在内的生态系统进行可持续管理的能力；
- 废除不利于生态系统保护和水资源利用的政策；
- 采用新的资源管理方式，反映全面的资源使用费用，同时不损害弱势人群的需求；
- 针对生态系统恶化问题，加强补偿与保护对供水起关键作用的自然生态系统。

这些指标包含以下数据：

- 无清洁用水和卫生设施保障的人口数量；
- 地区内每人可获得的水量；
- 城市供水和用水的效率；
- 农业和工业用水的效率；
- 企业和国家的用水以及产生的影响。

1.5 世界水资源

世界上可利用的水资源取决于水循环本身的特征。大量水降落到陆地表面时，只有少部分（约40%）会进入小溪、河流、地下蓄水层、沼泽、湖泊和水库，其

他部分重新循环到大气中（见图1）。对这些水资源的开采使用情况大致如下：

- 70%用于农业；
- 20%用于工业（包括发电）；
- 10%直接被人们消费。

鉴于大部分淡水资源被用于农业灌溉，在任何关于水资源分配的整体考虑中，都必须重视影响农业用水效率的因素。灌溉土地生产了全球大约40%的食品（Hansen and Bhatia 2004; Tropp 2010）。水资源管理者面临的最大挑战之一就是，如何使灌溉农业的产量大幅提升，这样水资源就能被转为他用，也不会影响环境或食品安全。在世界许多地区，以低廉的成本来提高水供应量是极其困难的。

但是总体情况并不能正确地代表所有的具体情况。不同水体间总是存在各种差异的。对于复杂的、跨边界的大型水体系统和小的水系统，管理方法也是不一样的。小型水系统的管理往往只需考虑当地的因素。在发展中国家，对水资源管理和投资通常是为了减少贫困以及推动经济发展；而发达国家则是优先考虑以合理的成本保证基础设施以及维持供水。但是二者都要更关注水资源系统及其所提供服务的长期持续性。各地的供需结构也有很大差异。例如，在新加坡，几乎所有的水都被用作城市和工业用途，而在世界其他许多地区，大部分水被用于农业或采矿目的（Cosgrove and Rijsberman 2000）。

2 水：一种独特的自然资源

和其他大多数自然资源不同，水可以不受地域限制地随意流淌，这就影响了对它的获取及管理。了解水的流动，是对水资源投资并制定必要支撑政策保障向绿色经济转型的关键。

2.1 自然设施的功能

在地球自然资源提供的生态系统服务中，水资源起着无可替代的作用；反之，水资源也会受到自然生态系统的影响。保护并修复河流流域的自然生态系统，对于保障全球的供水、维持水的质量、控制洪水泛滥、减缓气候变化都是至关重要的（Khan 2010；TEEB 2008, 2009a, b, c）。此外，其他生态系统，如森林、湿地和漫滩对水资源的贡献也需要被认知和量化。正确评估这些生态系统可以提供的真正价值，也是发展绿色经济过程中的一个重要环节。

最新研究表明，生物多样性危机与水安全危机之间存在紧密联系。如图2所示，几乎不存在水安全危机严重而生物多样性不受威胁的地区。当人类用水安全受到高度威胁时，通常生物多样性受到的威胁也大。所以政府投资水安全领域的同时，也可以实现生物多样性的提升（Vörösmarty et al. 2010）。此外，水生生态系统还可以带来人文效益（Millennium Ecosystem Assessment 2005）。

2.2 水资源核算

水在地面上循环流动的过程中，被人们反复提取利用，这使得与之相关的信息难以收集和管理。例如，对于一套推动高效灌溉体制的政策而言，一个关键问题就是，要决定通过提高效率实现的节余用水，是进一步用于扩大灌溉，还是返回河流及蓄水层（Molden 1997）。如果不进行返还，那么自然环境的水资源量以及其他地区可以使用的水资源量会大幅降低，所以，不同领域与区域的利益往往不可兼顾（Independent Evaluation Group 2010）。

水资源核算的另一个常见误区是，没有考虑到地表水与地下水之间的连通，而对它们进行分别管理。许多河流在补给蓄水层方面发挥着重要作用，同时地下蓄水层也对河流流量有重要贡献。如果忽略它们之间的联系，会导致严重的过度用水和水质恶化。解决这个问题的方法之一是，我们先放弃寻求地表水与地下水相互连通的依据，不妨先假设二者是连通的，如果没有证据来推翻这一假设，则按照这一理念对它们进行综合管理（NWC 2009）。

土地利用的变化同样也会对可用的水资源量有影响。例如，造林、在坡上修筑梯田、建造农堤，都会导致地表径流的减少，随之，河流或蓄水层中可提取的水量也会减少。以符合水文循环的方式进行水资源

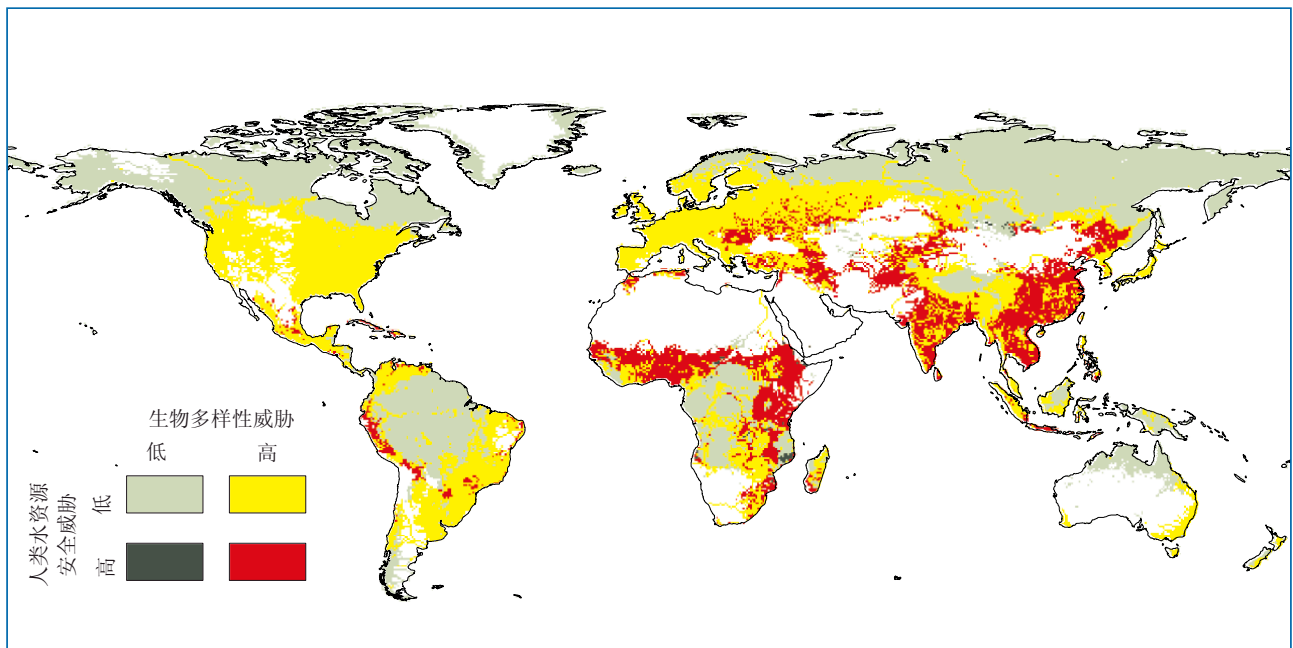


图2：人类水资源安全和生物多样性所受威胁的整体分布情况。将水安全危机与生物多样性危机进行对照，由断点圈出威胁水平较低的地区

资料来源：Vörösmarty et al. 2010

统计，且避免重复，对于发展能支撑绿色经济的健康的分配和管理体系是极为关键的（Young and McColl 2008）。

2.3 水资源和能源

在向绿色经济转型的过程中，需要认真考虑水资源和能源需求的相互依赖性。它们之间的联系至少包括以下两个方面。

首先，水在能源生产方面扮演着重要角色，尤其是作为发电站的冷却介质。以美国为例，尽管用水效率因所用技术而不尽相同（见图3），发电站冷却水却占了工业总用水量的40%（National Research Council 2010）。预计中国到2030年发电厂冷却水将占工业总用水的31%（2030 Water Resources Group 2009）。总而言之，国家越富裕、人口越密集，工业用水的需求量就越大。中国在未来的25年里，用水需求增长的一大半都源自工业部门的用水激增（见图10），要适应这种情况就要求减少农业灌溉的用水量。

此外，供水和卫生也是能源消耗的重要部门。考虑其重量，水在其抽提和长距离输送的过程中，需要很高的能源成本。在美国的加利福尼亚州，长距离输水现象非常普遍，水务部门消耗了该州19%的电力和30%的天然气（Klein et al. 2005）。

在发达国家，人们普遍可以接受以相对高昂的能源成本进行水的抽提和处理，并用于家庭、工业或采矿目的。而在发展中国家，则必须要确保水处理和供给的运营成本是人们能够承担得起的。无论发达国家还是发展中国家，从食品生产中获得的财政收入相对较低，这就意味着不值得为了农业目的而长距离输水。鉴于此，沙特阿拉伯最近已经对食品安全政策进行了调整，由补给国内用水变为在其他水资源更充裕的国家投资发展农业。这使得沙特阿拉伯的食品价格更易承受，节余的收益可用于其他可持续的用途（Lippman 2010）。

理解了水资源与能源之间的种种联系，一些初显的绿色投资机遇也就更加清晰。例如，在加拿大的Durham，一项用水效率的现场试验³表明可以减少22%的用水、13%的电和9%的天然气，由此，每年每户家庭可以减少1.2吨的CO₂排放，即11%的减排（Veritec Consulting 2008）。

3. 这项现场试验以多伦多东部Durham地区175户家庭为对象，研究高效率的固定装置、使用设备以及庭院设计在水、电、气三方面的节约潜力。这些家庭的洗衣机、洗碗机、马桶、淋浴、冰箱都是高效率的装置和设备，庭院也按照高效的理念设计。为了控制和测算对水、电、气每种资源的需求量，家用设备和器械上都安装了计量和记录装置。通过高效的设备和装置，以及居民高效率的用水和用能的习惯，实现了资源的节余，预计年节约价值超过200美元，这样，额外的装置费用在3.4年内即可完全回收。



图3：美国能源生产的耗水量（2006）

资料来源：the U.S. Department of Energy 2006

3 机遇与挑战

本章叙述了目前世界各地所面临的水资源短缺和水质恶化等各种挑战，也概括了在提高水资源管理效率和向绿色经济转型方面的机遇，并通过在这些方面的努力来实现千年发展目标。

3.1 挑战

穷人获取清洁水资源和卫生服务的权利

世界上有将近10亿人无法获得洁净的饮用水，26亿人无法获得改善的卫生服务（WHO/UNICEF 2010）⁴。由此造成每年有140万名五岁以下儿童⁵死亡（UNICEF 2004）。在尼日利亚东部和喀麦隆北部不洁净的饮用水每增加1%，就会导致儿童死亡率上升0.16%（Ward et al. 2010）。

Gleick（2004，2009）指出，人类社会的一个重要缺陷是无法为每个人提供可负担得起且可靠的饮用水和卫生设施。环境卫生不佳还会带来疾病。不洁净的水会引起水生疾病如腹泻及清洗导致的疾病如疥疮和沙眼的流行（Bradley 1974）。在西非，腹泻是导致儿童死亡的第三大诱因，排在疟疾和呼吸道感染之后（ECOWAS-SWAC /OECD 2008）。新型的水生疾病如惠普尔病也开始显现（Fenollar et al. 2009）。

水生疾病对经济有严重的负面影响（专栏一）。疾病不仅影响人们正常工作，还会产生高额的医疗花费。

难以获得洁净水所造成的后果，并不止于疾病的产生及传播。在没有自来水的情况下，人们需要花大量的时间来运水（特别是妇女和儿童），或者花大量钱财从运水车买水。在印尼雅加达西部，从运水车买水的花费是使用自来水的10-50倍（Fournier et al. 2010）。然而，说服政府和私人投资者转变思维非常困难，因为他们认为穷人无法支付水费（服务），而且向非长久居住地供水也并不经济。缺乏方便干净的水也削弱了最贫困人群从事其他活动的的能力。例如，当孩子们不得不花大量时间取水时，他们上学的机会就更少，他们通过获得教育来摆脱贫困的可能性也更小。妇女们如果必须花大量时间来运水，她们从事其他工作的机会就会大大减少。东非超过四分之一的人口，他们每次取水都需花费半小时以上（WHO/UNICEF 2010）。

从政府的角度来看，当供水和卫生服务不足时，大量的财政收入要用于应对疾病造成的影响，而不能创造财富（Tropp 2010）。

4. 世界卫生组织（WHO 2010）指出，由于1990-2008年间全球经历了快速的城镇化，导致城市居民中新增4,000万人无用水保障，新增2.6亿人无法得到改善的卫生条件。

5. 每天3,900名儿童。

专栏一：缺乏卫生设施的经济影响

由于卫生设施贫乏，柬埔寨、印度尼西亚、菲律宾和越南每年损失约90亿美元（以2005年价格为基准），这相当于以上四国GDP总额的2%，为越南的1.3%，菲律宾的1.5%，印尼的2.3%和柬埔寨的7.2%。

在印尼，每年由卫生条件不足引起的经济损失约为63亿美元，在菲律宾则是14亿美元，越南是7.8亿美元，柬埔寨是4.5亿美元。每年对这四个国家的影响总额约为89亿美元。

在1991年，一场流行性霍乱横扫秘鲁大部⁶，耗资10亿美元才得以控制。如果这笔金额的十分之一（1亿美元）被用于提供卫生服务，传染病可能就不会发生了。

资料来源：World Bank – Water and Sanitation Program 2008 and Tropp 2010。

6. 这场传染病也波及到了南美、中美和北美的其他一些国家。

面对这些基本且紧迫的挑战，各国政府已经共同承诺一系列千年发展目标，其中一个目标是到2015年将无法获取足够洁净水和卫生服务的人口数量减半（专栏二）。通过提供人们可承担价格的洁净水和卫生服务，人们能够节省开支，进行储蓄、投资和制定长远计划⁷。这也为资源利用和投资的绿色转型提供了条件。

水资源短缺

在探索投资水坝建设的过程中，国际水资源管理研究所（IWMI）区分了两种不同类型的水资源短缺：资源型缺水和经济型缺水（见图6）。在资源型缺水的地区，可持续水供应已经达到了极限，无法建造更多大坝。然而，在经济型缺水的地区，如果有财政资源用于建立新的大坝，供水量是有可能增加的。国际水管理研究所认为，在撒哈拉以南的非洲以及南亚和东南亚的部分地区，普遍存在经济型缺水的状况（Molden 2007）。

学者们普遍认为，如果人们可用的水量少于1,700立方米/年，大部分人就会陷入贫穷（Falkenmark et al. 1989）。经济合作与发展组织（OECD）用另一种方式对缺水进行了阐述：当总用水量超过水可再生供

7. 本章中，水资源、卫生设备、卫生保健（WaSH）方面的倡议方案，以及向公众和在校学生传授这些方面的基础知识也是至关重要的。

专栏二：千年发展目标与水

2000年，各国政府承诺了一套千年发展目标（MDG），获取足够的水资源是保证实现这些目标的基础。各国政府明确提出，要在2015年前将无法享用清洁水资源和卫生设施的人数减半。

2010年关于水资源目标的进展报告指出，有8.84亿（近10亿）人缺乏洁净的饮用水。卫生方面，26亿人无法享用改进的卫生服务，其中七分之一生活在农村地区（WHO/UNICEF 2010）。

按照目前的投资进展情况，卫生方面的千年发展目标对10亿人口而言无法实现（见图4）。这些人大部分生活在撒哈拉以南的非洲和亚洲地区（见图5）。

印度和中国已经取得了显著进步（WHO/UNICEF 2010）。

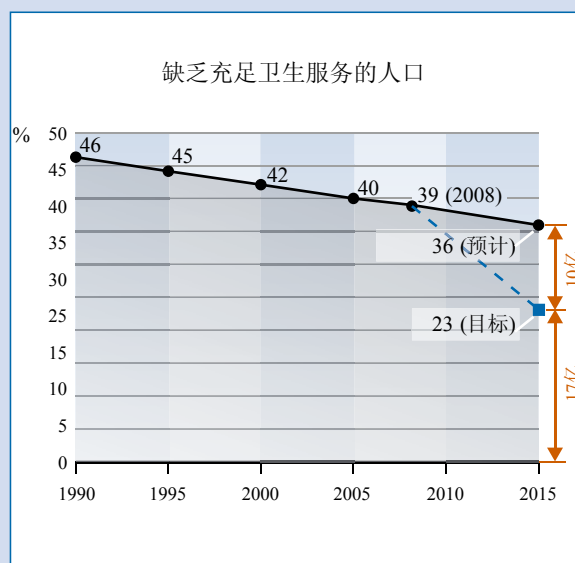


图4：千年发展目标中关于在2015年前将无法获取充足卫生服务的人口减少至17亿的全球进展情况

资料来源：WHO/UNICEF 2010

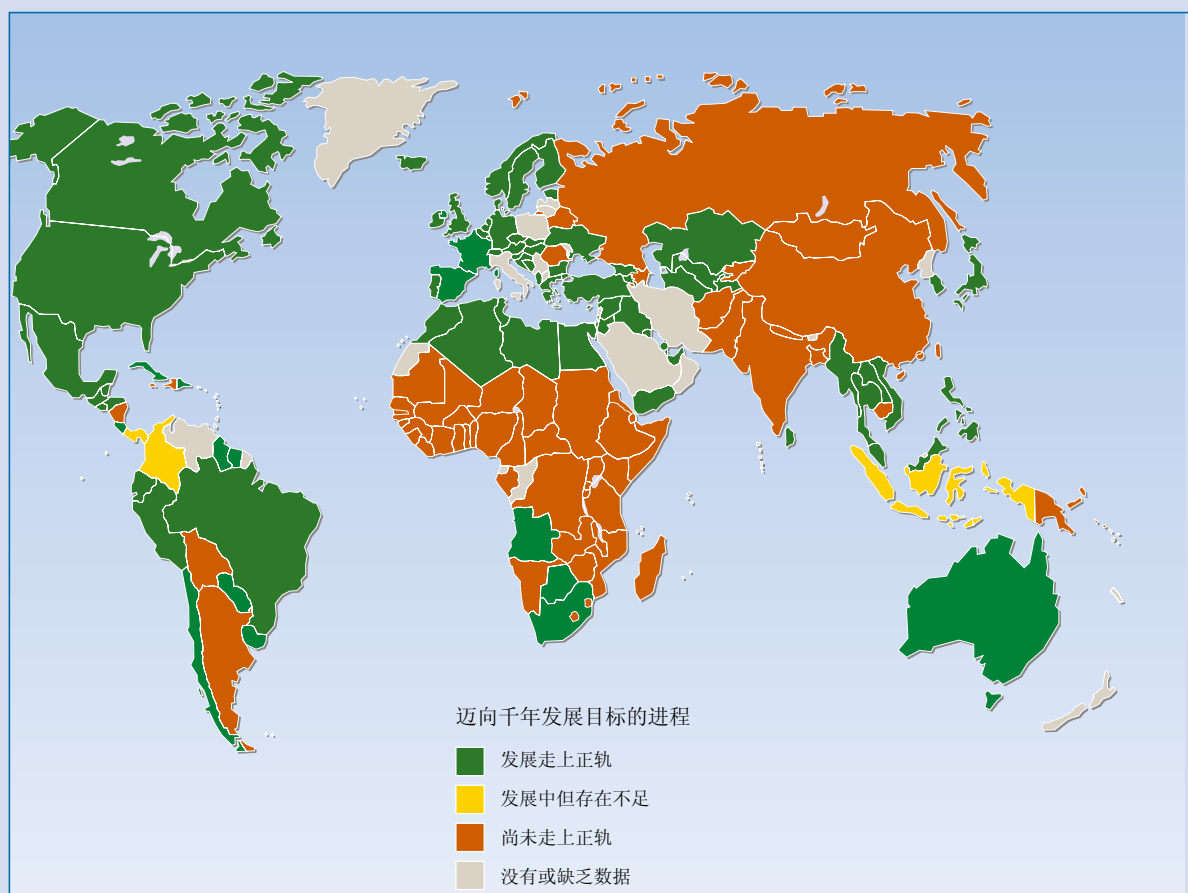
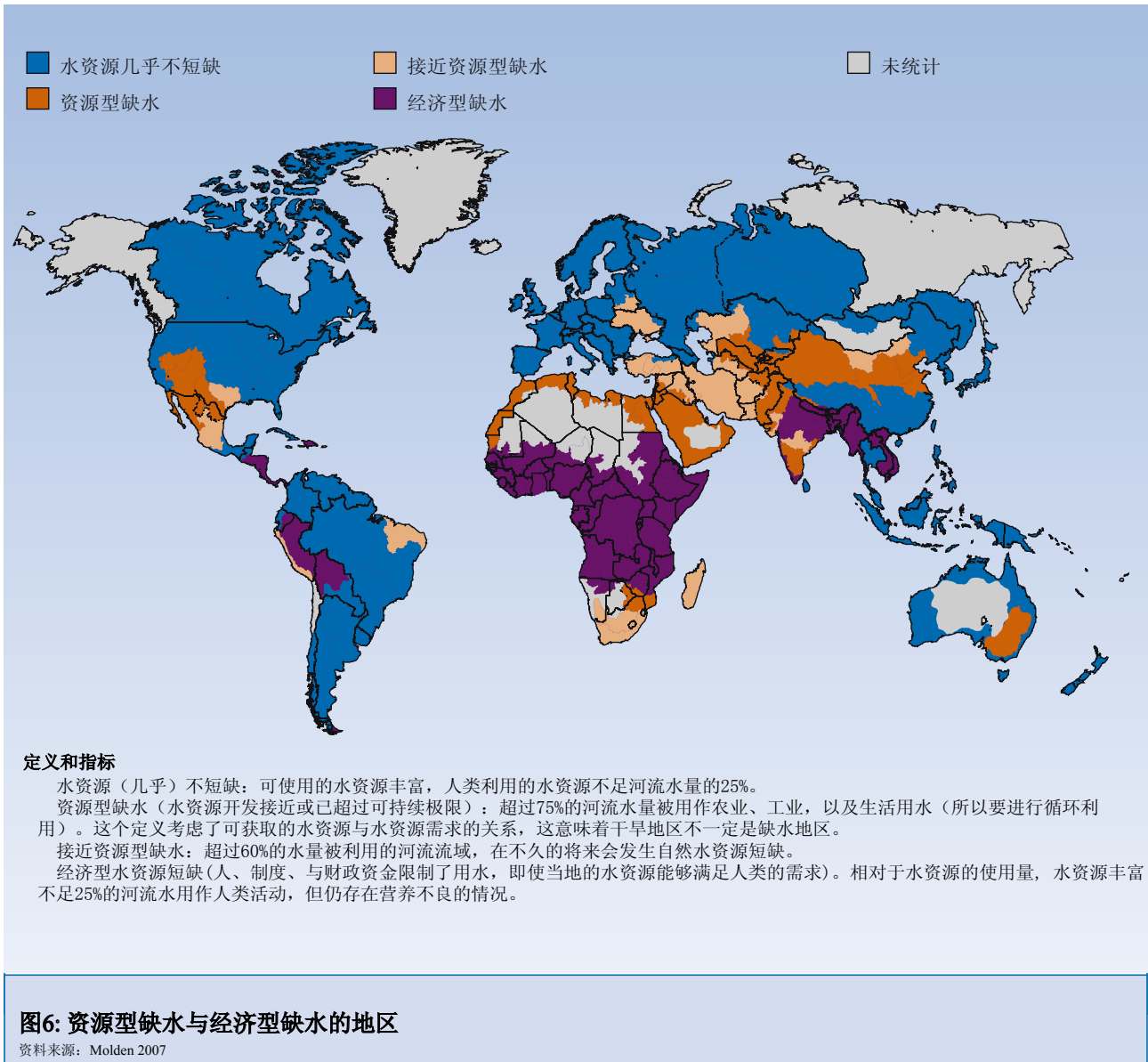


图5：实现千年发展目标关于在2015年前将无法获取充足卫生服务的人口减半的全球进展情况

资料来源：WHO/UNICEF 2010



应量的40%时就称为严峻缺水压力（OECD 2009）。依照这个定义，经合组织估计，到2030年世界接近一半的人口（39亿人）将生活在严峻的缺水压力下（图7）。水资源短缺主要由以下原因造成：

■ 人口增长--到2030年，世界人口将增加24亿。他们都需要水资源来满足基本生活以及工业生产和粮食种植；

■ 生活水平提高--随着国家的发展和水平的提高，人们会消耗更多的水以及更多的耗水产品，如肉类；

■ 过度开采--世界各地有很多蓄水层和河流被过度使用。据估计，由于开采超过了补给的速度，在印度15%的农业生产都是以地下水过渡消耗为代价的（Briscoe and Malik 2006）；

■ 水污染--越来越多的水资源遭受污染，导致可用的水资源日益减少，水处理的代价越来越高；

■ 生态系统退化--在过去的50年，生态系统退化的速度比以往任何时候都快（Millennium Ecosystem Assessment 2005）。淡水生态系统退化最为严重，如净化水质的湿地或森林系统；

■ 不利的气候变化⁸--结合气候变化对旱地生产系统的影响，国际粮食政策研究所估计，气候变化的综合效应导致了农业生产力的显著下降。预计受气候变化不利影响最严重的是南亚地区。在未来40年里，作为气候变化的直接后果，营养不良的儿童预计将增加20%（Nelson et al. 2009）。

8. 政府间气候变化专门委员会（IPCC）第四次评估报告列出了气候变化预期影响的32个例子，覆盖了全球范围的8个地区。其中25个预期影响与水文变化有主要联系；在其他7个影响中，4个和水有关，2个为常规影响；只有一个和水文循环没有明显联系：珊瑚褪色。IPCC技术报告（2008）明确支持这项评估报告的结论，尤其指出：“气候变化和淡水资源的关系是最需要关注的。”到目前为止，“在气候变化分析和气候政策的制定方面，水资源问题还没有得到充分的重视”；许多专家认为，“受气候变化影响，水资源的获取和质量将成为社会和环境面临的主要压力和问题”。为可持续发展委员会第15届会议准备的气候变化与可持续发展科学专家小组报告（2007）也得出了类似的结论。

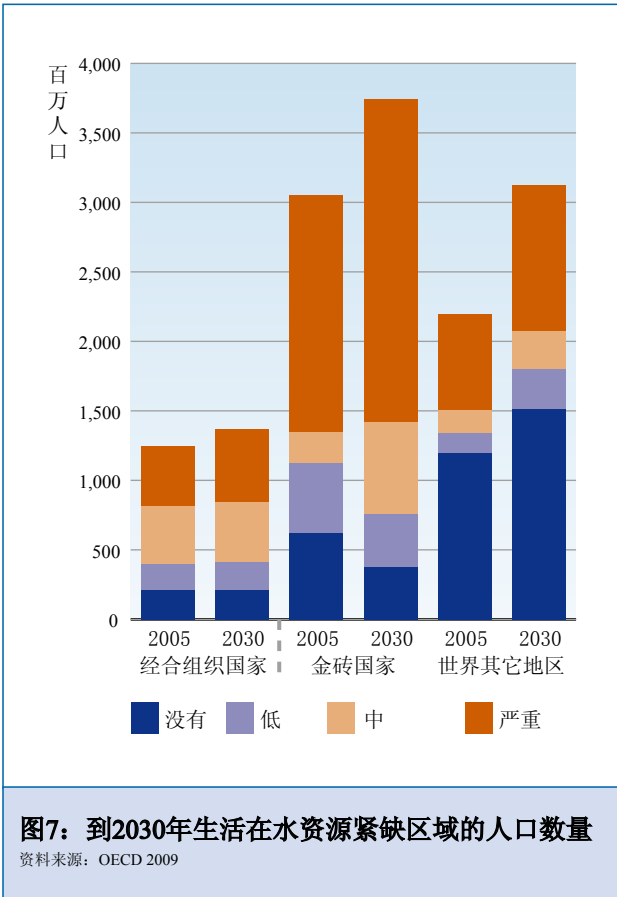


图7：到2030年生活在水资源紧缺区域的人口数量

资料来源：OECD 2009

供应和需求的平衡

为了解缺水危机的程度，2030水资源研究小组预测了不同情景下的需水与供水情况。结果表明，如果不改善水的利用效率，2030年水的需求量可能超过供应量的40%（图8）。显然，如此巨大的差额是不会（也

无法）得以长久维持的。

图9显示了从另一个角度对水资源供需差距的分析结果。在BAU情景下，提高水的生产力，预计可将全球需水和供水之间的差距缩小20%。通过建设水坝和海水淡化厂以及诸如增加回收利用等行动来实现供水增长，预计也可缩小20%的差距。但是，其余60%，必须通过增加基础设施投资和水政策改革，以提高使用效率来实现。如果没有可以显著提高用水效率的技术，或者政策改革不落实，水危机必将出现。图9表明，水的生产力和水供应量需要进一步提高，且提高速度与过去十年相比应该翻倍。从全球形势来看，我们已经不能再拖延了。

图10显示了世界各地水需求的预计增长量。正如之前所讨论，人们面临的严峻挑战之一，是寻求合适的途径使得在增加工业部门供水量的同时，保证农业生产的增长。预计大量的水资源利用将由农村地区转移到城市的工业部门，尤其是在中国和北美（2030 Working Group 2009）。鉴于水资源短缺将会给依赖水资源的业务带来压力，一些大公司开始明确并说明他们的用水情况和与水相关的影响以及他们所面临的水资源短缺的本质（Lloyds 2010；United Nations 2010a）。

3.2 机遇

投资生物多样性和生态系统服务

就生态系统的健康和功能而言，世界河网和地下蓄水层的整体评估结果说明其卫生健康呈总体下降趋势（Millennium Ecosystem Assessment Report 2005；WWF’s Living Planet Report 2010；the UN World

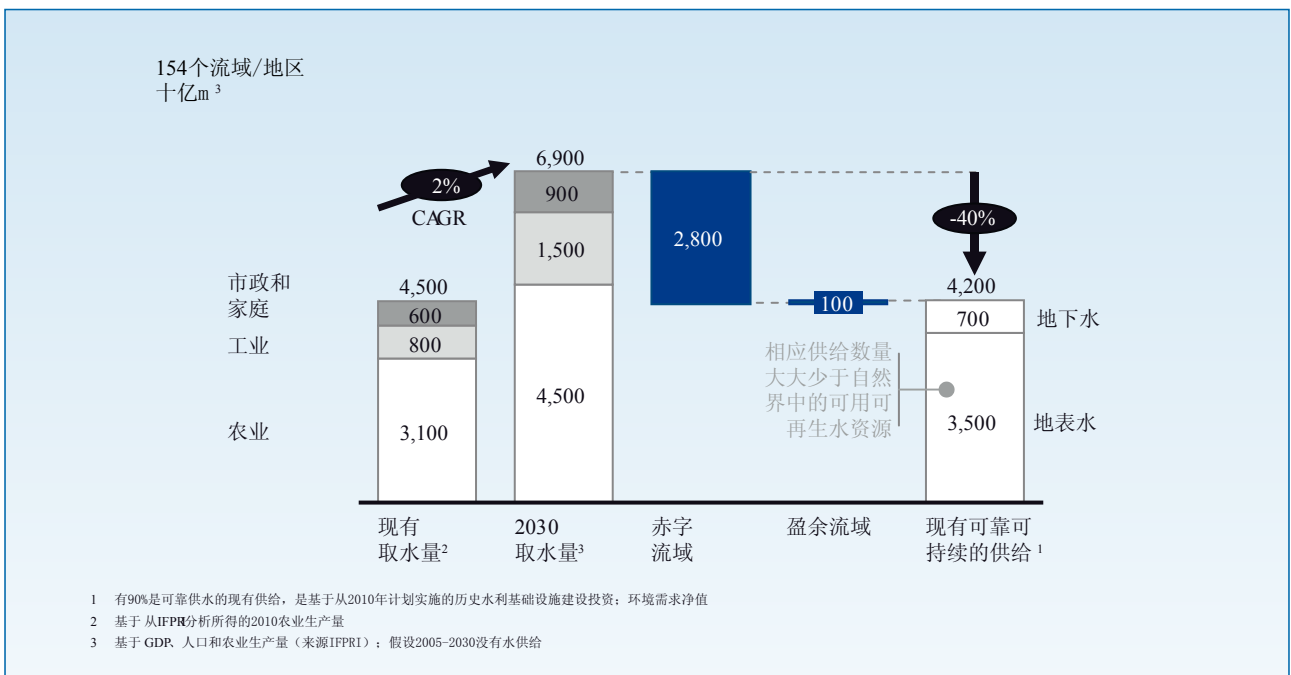


图8：现有可用水资源与2030年水需求的全球差距

资料来源：2030 Water Resources Group 2009

1 有90%是可靠供水的现有供给，是基于从2010年计划实施的历史水利基础设施建设投资；环境需求净值
 2 基于从IFPRI分析所得的2010农业生产量
 3 基于GDP、人口和农业生产量（来源IFPRI）；假设2005-2030没有水供给

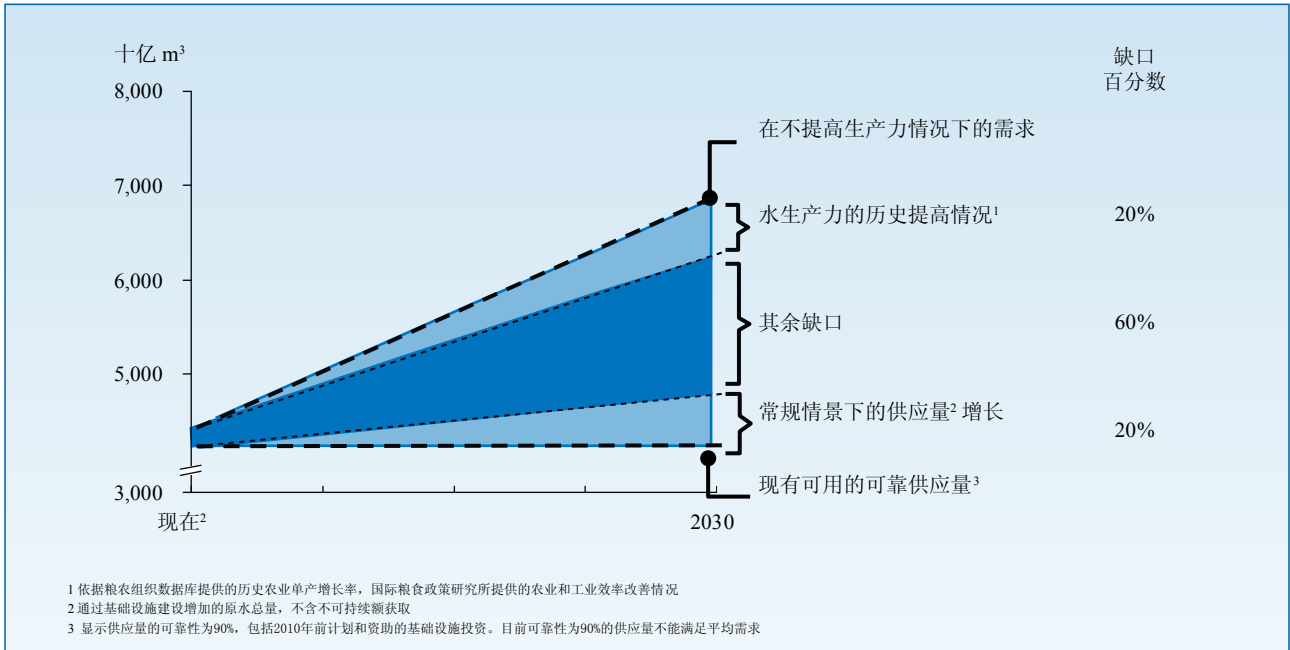


图9：全球水需求量预测，以及按照BAU模式，预计可通过扩增供应以及提高用水技术效率来满足的需求量

资料来源：2030 Water Resources Group 2009

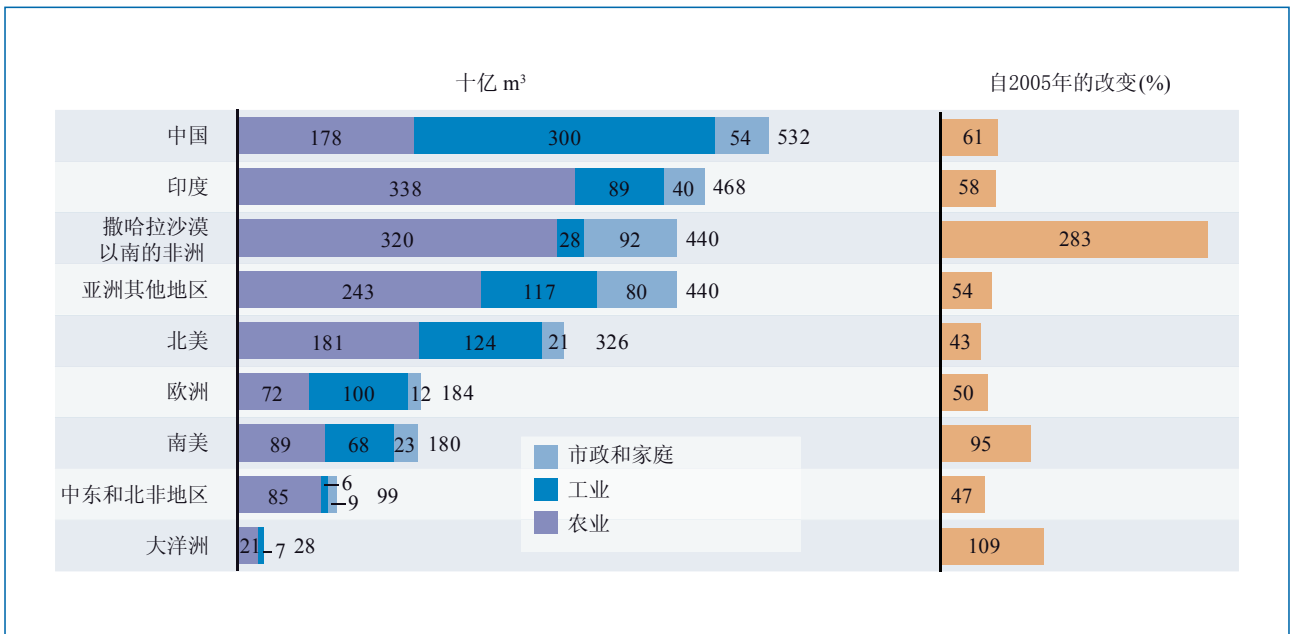


图10：预计全球每年对水需求量的增加（2005-2030）

资料来源：2030 Water Resources Group 2009

Water Development Report 2010)。下降的实例包括：

■ 中国太湖需要设置屏障来阻止周期性爆发的藻华，否则藻华将进入为200万人口供水的水处理厂（Guo 2007）；

■ 2002年10月至2010年10月间澳大利亚墨累河的断流，意味着疏浚已经使得河口与海相连。

■ 在菲律宾的马尼拉，主要为了工业目的而开采地下水的行为，使得地下水水位正在以6-12米/年的速度下降（Tropp 2010）；

■ 1997年，中国黄河整个河道通畅的流水期只有35天，大部分时间内最后400多英里都是干涸的（Fu 2004）。

良好环境与良好社会的发展是相辅相成的。Le Quesne 等人（2010）在文章中指出，一些国家正在投入大量的资金修复其退化的河流系统，以及提高相应的政策与管理，以阻止河流系统的退化。专栏三中列举了两个例子。表1总结了生态系统修复投资回报的一般特征。如果投资恰当合理，可以实现超过10%的内部收益。

展组织（OECD）预计在十年内进行7.4美元/人/年的投资就可以实现千年发展目标（Sanctuary and Tropp 2005）。在孟加拉国、柬埔寨、坦桑尼亚和乌干达，预计所需投资额为4-7美元/人/年（UN Millennium Project 2004; Tropp 2010）。

Grey（2004）采取另一种方法，估算了每个撒哈拉以

专栏三：政府投资进行河流修复的两个范例

韩国

2009年7月，为了贯彻落实绿色增长的国家战略，韩国宣布了一个绿色增长的五年计划（2009-2013年）。其中一项是投资了22.2万亿韩元（173亿美元）以修复四条主要河流。该项目的五个关键目标如下：（1）保护足够的水资源以防水资源短缺，（2）实施综合防洪措施，（3）改善水质，同时恢复河流流域的生态系统，（4）发展河流的周边地区，（5）开发河流的文化和休闲区域。总的来说，该项目的实施不仅将恢复河流的健康，还预计创建34万个就业机会，并产生约40万亿韩元（311亿美元）的经济效益。

澳大利亚

2007年1月，澳大利亚政府宣布了修复Murray Darling流域的计划。该河流域健康严重退化，政府投资100亿澳元（100亿美元），委任独立机构，采用最优技术对其进行修复。其中31亿澳元用于向灌溉者购买灌溉权，并将这些灌溉权转让给联邦政府的水资源管理部门。59亿澳元用于改善用水设施，并将节约下来的一半水量返还到环境中去。还有10亿澳元用于信息收集，以保障该项计划顺利进行。

资料来源：国家河流修复办公室（隶属韩国国土海洋部）（2009），韩国环境部与韩国环境研究所（2009）和穆雷达令河流域管理局（2010）。参见：

<http://www.theaustralian.com.au/news/nation/prime-ministers-10-billion-water-plunge/story-e6fig6nf-1111112892512>

生物群落/生态系统	修复成本 (高成本方案)	预期年收益 (平均成本方案)	40年收益净现值	内部收益率	收益/成本
		美元/公顷	美元/公顷	%	比例
海岸	232,700	73,900	935,400	11	4.4
红树林	2,880	4,290	86,900	40	26.4
内陆湿地	33,000	14,200	171,300	12	5.4
湖/河	4,000	3,800	69,700	27	15.5

表1：不同生物群落修复项目成本和收益的估算

资料来源：改编自TEEB（2009a）

投资卫生设施和饮用水供给

在许多发展中国家，加速向绿色经济转型的一个重要途径是对贫困人群的饮用水和卫生设备进行投资。

最近一项评估结果表明，要在2015年实现千年发展目标（MDG），每年需要花费1,420亿美元用于卫生设备，420亿美元用于家庭饮用水（Hutton and Bartram 2008b）。缺少足够卫生设备的家庭比缺少饮用水的家庭要多得多，所以在卫生设备方面需要更多的投资（WHO/UNICEF 2010; Tropp 2010）。

尽管实现水资源的千年发展目标需要投入大量的资金，但将其按照一定年限分摊给潜在的受益人群，投资方案还是稳固的。例如在加纳，世界经济合作与发

展国家在水供应和卫生设备上达到目前南非标准所需要的花费。结果表明，这些国家在2005-2015十年间需要投资15-70美元/人/年不等。

本章后文会提到，投资这些服务会带来可观的收益。Sach（2001）还在研究中发现，在发展中国家，可以为贫困人群提供负担得起的洁净水和充足卫生设备的国家，其经济增长平均速率比不能很好地提供这些服务的国家高2.7%⁹。本章节的背景资料也支持这一结果（Tropp 2010; Ward et al. 2010），并指出

9 根据Sachs（2001）的评估，在那些大多数穷人负担得起洁净水和充足卫生设备的国家，人均国内生产总值增长率为3.7%。当贫困人群不能得到这些服务时，人均国内生产总值的年平均增长率是1.0%。

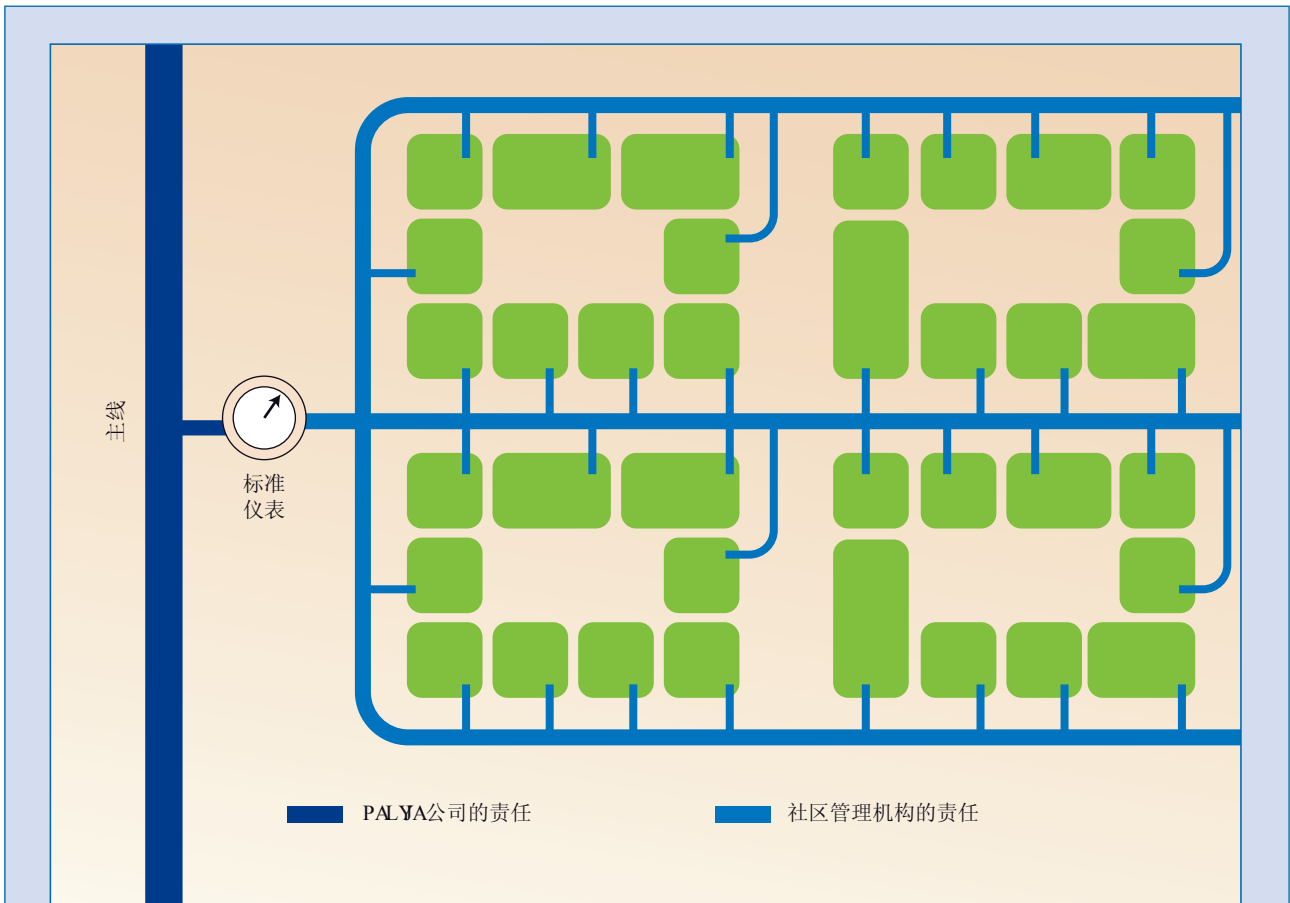


图11：社区组织管理的标准仪表系统图示

专栏四：雅加达西部的基础设施供应

在印度尼西亚首都雅加达，有相当高比例的人生活在非正式的居住地。尽管政府不想让非法占有的土地合法化，但是也必须向这些地区提供安全用水和卫生条件。在西雅加达地区，一家私有自来水公司（PALYJA）负责向所有居民供水，包括那些非正式居住点的居民。PALYJA公司和政府签订供水合同，由政府支付向用户供水的成本以及基础设施建设和维护所需的花费。

PALYJA公司通过成立社区管理机构来检测非正式居住区的供水情况。将一定区域内的用户与一个独立的标准仪表相连，由社区管理机构负责管理该区域

域内的供水设施，并按用水量向居民收取水费（图11）。Mercycorps组织已协助完成了38个用户与一个标准仪表的连接。美国国际发展署（USAID）的环境服务计划（ESP）完成了58个用户与一个标准仪表的连接。社区一旦形成，管理机构与PALYJA公司签订供水合同，在多用户共用一个仪表的情况下，编写详细的收费标准。这是一个双赢的方案：通过这种方式，社区可以得到安全可靠、价格合理的洁净水供给，PALYJA公司也可实现向大量用户提供供水服务，并节省成本和管理费用。

资料来源：Fournier et al. 2010

尽早投资卫生设施和饮用水供给是国家发展的先决条件，否则会成为发展的障碍。Grey和Sadoff（2007）认为，对水基础设施进行最基本的投资是发展的一个必要条件；通过情景分析，他们确定了投资基础设施与防止环境退化之间的联系。

投资小型的、区域的水供应系统

根据Schreiner等人（2010）的研究，经济型缺水不应该完全依赖于大坝的建设。由地方社区建造的小水库往往可以带来更高的收益。这种规模的工程，更容易实现地方社区的参与和管理，无论在城市还是农村，

对环境的不利影响也更小（Winpenny 2003）。

例如在中国甘肃省，只需人均投资12美元进行雨水收集，就能够提升当地的供水能力，同时还能补充灌溉用水。这一个项目就可以使20万家庭受益（Gould 1999）。小规模项目可以更好地利用援助组织并结合当地情况。例如在西雅加达，当地水务部门与非政府机构合作，为非正式居住地的居民供水；而这些居住地在得到认可前，政府水务部门无法为他们提供此类服务（见专栏四）。

新型（非传统）水资源开发利用

建造大坝是解决供水问题最常见方法之一。但是，建造大坝耗资巨大，还会伴随居民动迁并带来不利的环境影响¹⁰。Schreiner等人（2010）研究发现，历史上城市供水对大坝的依赖程度非常高。但是，近来解决供水问题的途径增多，包括暴雨的收集和储存、海水脱盐、从云林中截流雾水（特别是安第斯山脉）屿间调水内陆调水管道输水或水母式囊运水（可装15亿升饮用水的巨大的聚苯乙烯纤维袋，由船只拖运）。也有一些国家和地区投资进行污水循环利用，例如新加坡对污水处理系统进行投资，使之达到饮用水标准。这些处理技术的实施依赖大量的能源消耗，所以，在资源型缺水的地区，供水成本往往较高。

海水脱盐的优点是不受气候影响，但是同大多数方案一样，也需要消耗大量的能源。通常，污水回用比海水脱盐更节约成本。它们都是利用反渗透技术，但是处理等量的污水比海水可节约一半的能量（Côté et al. 2005）。但是，使用处理的污水还是遭到了强烈的公众反对（Dolnicar and Schäfer 2006）。对替代性资源供水成本的详细评估显示，投资控制水的需求量更节约成本（Beato and Vives 2010; 2030 Water Working

Group 2010）。绿色经济会更加关注资源利用的长期成本及环境影响。

例如在许多发展中国家，传统灌溉方式下的玉米产量为每公顷1-3吨左右，但有时可以提高到每公顷8吨。提高粮食产量也是避免全球粮食危机的重要途径，一旦得以实现，节余的水资源可以转移到其他用途，而且发展中国家还可以将多出的粮食出售给其他国家。

用更少的水生产更多的粮食和能源

随着世界人口的增加，居民生活和工业生产需要越来越多的水，导致许多地区要么扩大食物进口，要么用更少的水生产更多的食物。“我们还有足够的土地、水和人力为未来50年内增长的人口生产粮食吗，或者水资源会被我们“用尽”吗？”，对于这样的问题，国际水环境管理研究所（IWMI）进行的分析表明，“生产足够食物的可能性是有的，但是如果延续目前的粮食生产和环境趋势，世界许多地区将危机四起（Molden 2007）”。

10. 关于大坝争议的权威回应，参见World Commission on Dams 2000。

4 绿色水资源利用的经济效益

研究表明，世界上日益加剧的水资源获取、卫生和水质短缺等问题，尚无一步到位的解决方法。每种情况都蕴含着特有的挑战和机遇。往往同时依靠几种解决方案，才可产生最好的效果。单一的解决方案通常成本过高，而且在多数情况下，也不足以解决供水问题（2030 Water Resources Group 2010）。据估计，在赞比西河流域，即使充分发展该地区的灌溉潜力，也仅有不超过18%的农村贫困人口受益（Björklund et al. 2009），因此采取更加完善的投资策略是十分必要的（Ménard and Saleth 2010）。

4.1 投资水资源和生态系统的经济效益

千年研究所为这份绿色经济报告开发了一个全球模型，其中绿色投资情景的分析表明，在水资源和卫生方面的投资只有达到Hutton和Bartram研究中提出的水平（Hutton and Bartram 2008b），到2015年才能实现与水相关的千年发展目标。如果这一目标得以实现，政府可能会制定在2030年前将没有洁净水和卫生设施的人口再次减半的目标。第二阶段中剩余资金将用于其它与供水相关的项目。在那些经济型缺水的地区，会优先考虑建造大坝。其它地区，资金主要用于提高水资源的利用效率。如果经济和其它条件都可行，可以兴建海水淡化处理厂。通过这些途径，向城市供水的成本估计为0.11美元/m³，这一价格以及下文中的价格均以2010年的美元货币价值为基准。

在BAU情景中，水资源仍以不可持续的方式利用，地表水和地下水的储量不断下降。在绿色投资情景中，全球用水维持在可持续的限度内，与水相关的千年发展目标可在2015年得以实现。更有效地利用水资源也可以使农业、生物燃料和工业生产实现增长。与BAU情景相比，绿色投资情景下，到2030年生活在缺水地区的人口将下降4%，到2050年下降7%。

无论从经济角度还是水务管理的前景看，绿色投资情景分析的结果都是令人鼓舞的（见表2）。绿色投资情景下，到2050年总就业人数和总收入都更高，而水务部门的就业人数却更少。这种看似难以理解的现象，正是水务部门效率提高的结果，因为部分在BAU情景中需要保留在水务部门的劳动力和其他资源，可以转用于其它部门。另外，由于用水效率的提高，更多的水可以用于制造业和其它目的，在这些领域也就创造了更多的就业机会¹¹。

这个评估的总体结论是，在缺水或大量人口无法得到足够供水及卫生服务的地区，水资源方面的早期投资是发展的先决条件。

11. 此结果与Hagos等人（2008）的研究结果一致：供水能力的提升可以带动其它行业就业率的增加。

将2%的GDP投入到绿色经济

	单位	2030年	2050年
水务部门的额外投资	十亿美元/年	191	311
通过海水淡化而获得的水资源量	km ³	27	38
通过提高用水效率而节约的水量（绿色投资驱动）	km ³	604	1322
水务部门就业人数	百万人口	38	43
与BAU2情景相比，水务部门就业率变化	%	-13	-22

*综合绿色投资情景（G2）是指将全球GDP的2%投资于核心部门的绿色转型，其中一部分即为与水相关的投资。另外，在此情景中，用于投资的资金为GDP额外的2%，而在BAU2情景中，这2%的额外资金将按照目前的常规方式分配到各个部门中，对两种情景分析的结果进行了比较（情景分析及结果参见模拟章节）。

表2：绿色投资情景的模拟结果

4.2 项目选择和投资建议

虽然在全球范围内考察投资水资源的经济效益具有重要意义，但对水资源的投资必须从江河流域、汇水盆地等区域范围开始。

对于以传统方式提升供水能力所需成本不断升高的地区，2030水工作组建议绘制类似如图12所示的成本曲线。在这种成本曲线中，针对一定的预期目标，将不同的解决方案按照成本进行排列。所以这种方法可用于来评估每种方案的成本和收益，它的一个显著优点是可以找到以较低成本提升供水能力的方案。例如，成本曲线显示在中国可以通过21种不同方案来提升可用的水资源并节约成本（图12）。这些方案包括：增加纸张循环利用，减少渗漏，发电站和商业楼宇的废水回用，以及投资节水淋浴喷头。所有这些方法都符合绿色经济的理念，就是尽可能减少经济活动对环境的影响。

4.3 投资供水和卫生部门的收益所归

许多水务部门的投资收益是间接的。比如在学校建女厕所，可以促进女童入学。这个简单的例子告诉我们，用水方面的投资往往可以带来其它发展机会。Ward等人对尼日尔河流域扩大投资基础水利设施的研究中指出（Ward et al. 2010），投资饮用水与教育事业，是帮助整个尼日尔河盆地逐渐减少贫困的仅有的两个途径（专栏五）。

图13中预计了由于得到饮用水供应，儿童死亡率和发病率的减少，同时也显示了投资水资源所带来的收益具有

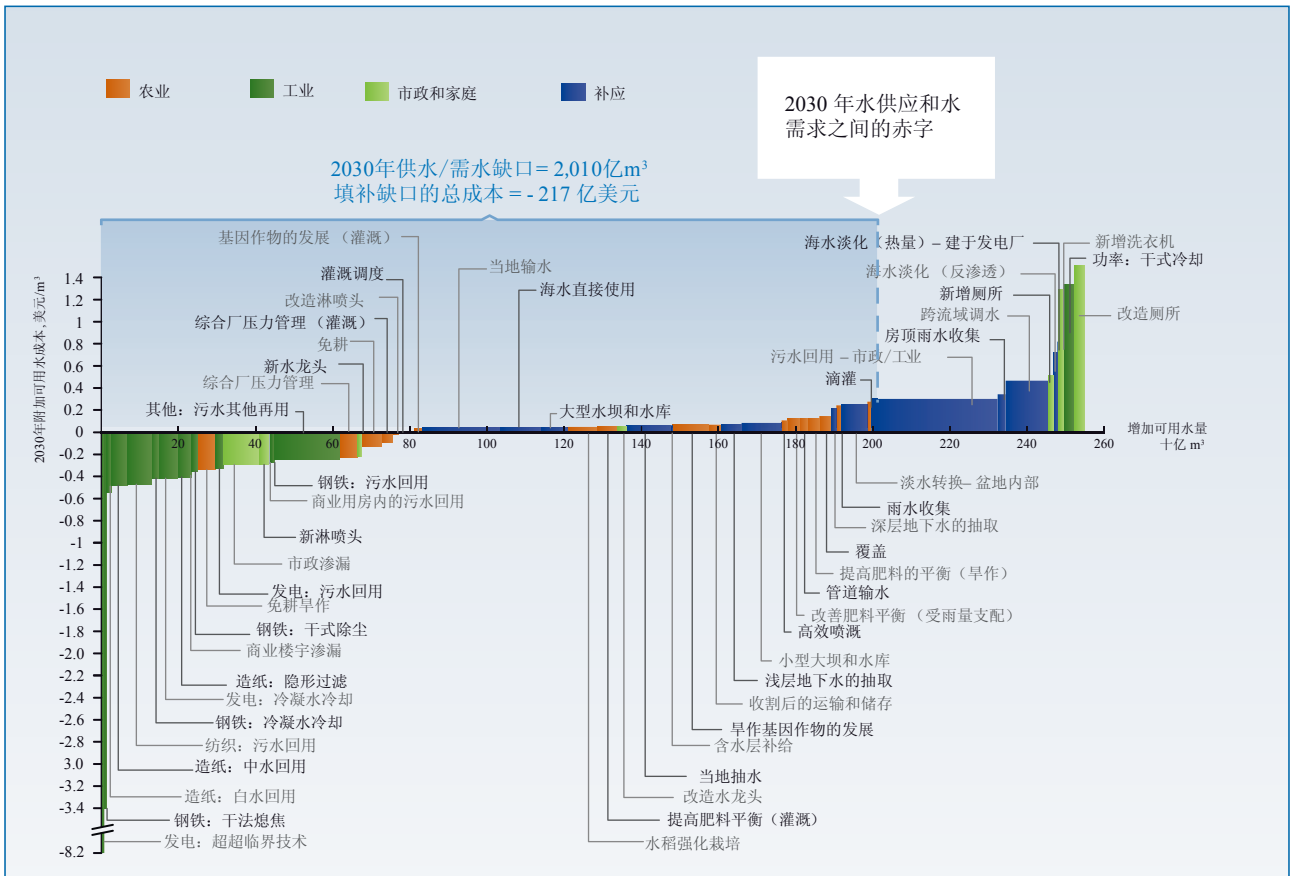


图12: 在中国不同供水方法的相对成本

资料来源: 2030 Water Working Group 2009

专栏五: 尼日尔河流域内供水及卫生设施与贫困之间联系的统计分析

尼日尔河流域上共生活着9,400万人，其中在布基纳法索，生活在贫困线以下的人口比例是70.3%，几内亚为70.1%，尼日尔为65.9%。儿童死亡率高达250人每千名活产婴儿。在2004年，只有53%生活在尼日尔河流域的人有可靠和安全的饮用水源，只有37%的人有足够的卫生设施。

对于未来的贫困水平，家庭用水的水质与其可用的水量同等重要，甚至更为重要。使用不安全的井水和地表水与儿童的死亡率和发育迟缓的增加往往直接相关。

尼日利亚西北部和东部，使用无安全保障水的人口数减少10%，儿童死亡率便随之下降2.4%。在马里中部、尼日利亚西北部、中部和东部、以及布基纳法索北部地区，儿童发育迟缓的减少也与发展灌溉有关。受教育时间的增加，也会带来儿童死亡率和发育迟缓率的降低。在马里内三角洲的大部分地区，平均教育时间每增加一年，儿童死亡率下降约3%。

土地灌溉与减少贫困之间的相关性，只在其中两个

研究案例中显现。这表明在尼日尔河流域，灌溉对农村地区的发展并不起重要作用，也说明了目前的灌溉发展空间还太小，依靠灌溉无法明显提高所研究区域的生活水平。此研究结果与在针对本地区开展的其它相关研究结果相悖。大多数的研究表明，在提升旱作农业生产力的同时，大力发展灌溉对于促进流域经济发展起重要作用。不过，也可能是灌溉所带来的收益尚未由灌溉者直接获得，或者由于其程度不够明显尚未能在统计结果中得以显示。

数据表明，单单考虑水资源，而不全面考虑导致贫困的复杂诱因，这样分析总结出行动方案往往不能有效地减少贫困。

事实上，各因素间存在明显的相关联系。对于帮助整个尼日尔河盆地逐渐减少贫困，只有发展教育与提供洁净水这两项措施，与减少贫困显示出了长期稳定的关联性。从有保障的水源获取洁净水，是从水资源范畴考虑，贫困预测的最重要指标。在与水无关的因素中，对于所有级别的管辖范围，教育都是最稳定的贫困预测指标。

资料来源: Ward et al. 2010

空间复杂性。

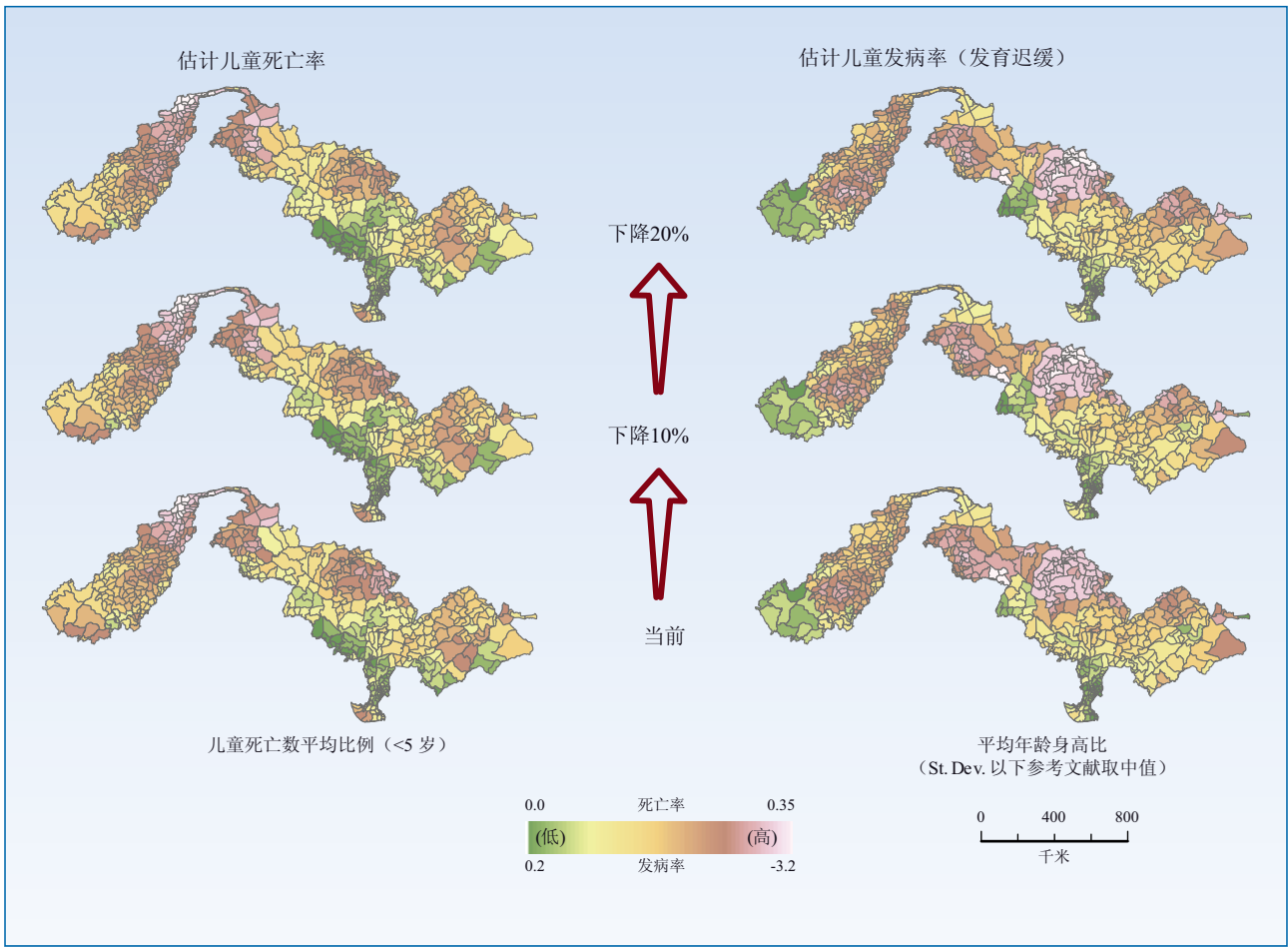


图13: 儿童死亡率与发病率（发育迟缓）受供水影响*

*尼日尔河流域居民从地表水和未受保护水源获得的主要供水减少10%和20%后，对儿童死亡率和儿童发病率（发育迟缓）的影响。

资料来源: Ward et al. 2010

5 促成条件：克服障碍，推动变革

本章的前半部分侧重于生态服务、水及卫生设施领域的投资分析。后半部分，重点关注体制条件，即“软”方法，体制条件的实施具有加快转型、提高投资收益以及降低在水务部门所需投资金额度的潜力。

根据2030水工作组的研究（2030 Water Working Group 2010），如果不对水政策进行改革，以实现水资源在不同领域间的再分配，并对高效利用水资源者进行奖励，那么在部分国家的大多数地区都将出现水危机。研究还表明通过全面实施体制改革，这些水危机是可以避免的。在水政策改革和管理方面的投入，可以更大程度地利用当地知识，并实现投资多级化。2030年水工作组估计，如果这些措施得以实施，在水务部门需要投入的总资金可以减少为原来的四分之一。

5.1 改善整体机构安排

可以说，在水基础设施和管理方面投资的最大障碍，就是在建立高水平管理和政策支持方面存在的困难（Global Water Partnership 2009a）。这些问题小到机构职能的缺失，大到广泛存在的政治腐败¹²。在本章的

12.2008年的全球腐败报告发现，水务部门的腐败有可能使实现千年发展目标的成本增加500亿美元（Transparency international 2008）。而根据2030年水资源研究组的估算，500亿美元大约是可以解决全球水问题的年最低成本。

背景资料文献里，Ménard 和 Saleth 指出，各国政府逐渐领悟出，改善水资源管理制度是当前及时解决最经济的方案（Ménard and Saleth 2010）。建立可靠稳定的供水管理等长效机制才是发展绿色经济的核心。

此外还要考虑的是土地和水资源的使用权问题。如果这些权利没有长期保障，就缺乏足够的动力来建立绿色投资所必须的长效激励机制。只有明确规定了土地使用权、水权和其他形式的产权，才可能实现资源的可持续利用。所以，投资发展诸如土地登记等制度，是加快向绿色经济转型的简单易行的方法。

提高国家的税收能力，可以帮助实现按照商品成本定价的制度，而且可以在适当的情况下针对最贫困的地区降低价格，或者采取其他形式的援助。效果无法保障的各种补贴措施不再是援助的唯一方式。

5.2 国际贸易体制

国际贸易及相关措施对绿色经济活动的影响将在“前提条件”章节中讨论。贸易自由化最终是否可以使水资源用户获益，这取决于贸易自由化的程度以及制定的特殊条款。总耗水量的70%用于农业用途，所以农产品的交易过程中包含了大量的水资源交易（图14），农业贸易政策的制定尤为重要。如果农业贸易不受限制，并且

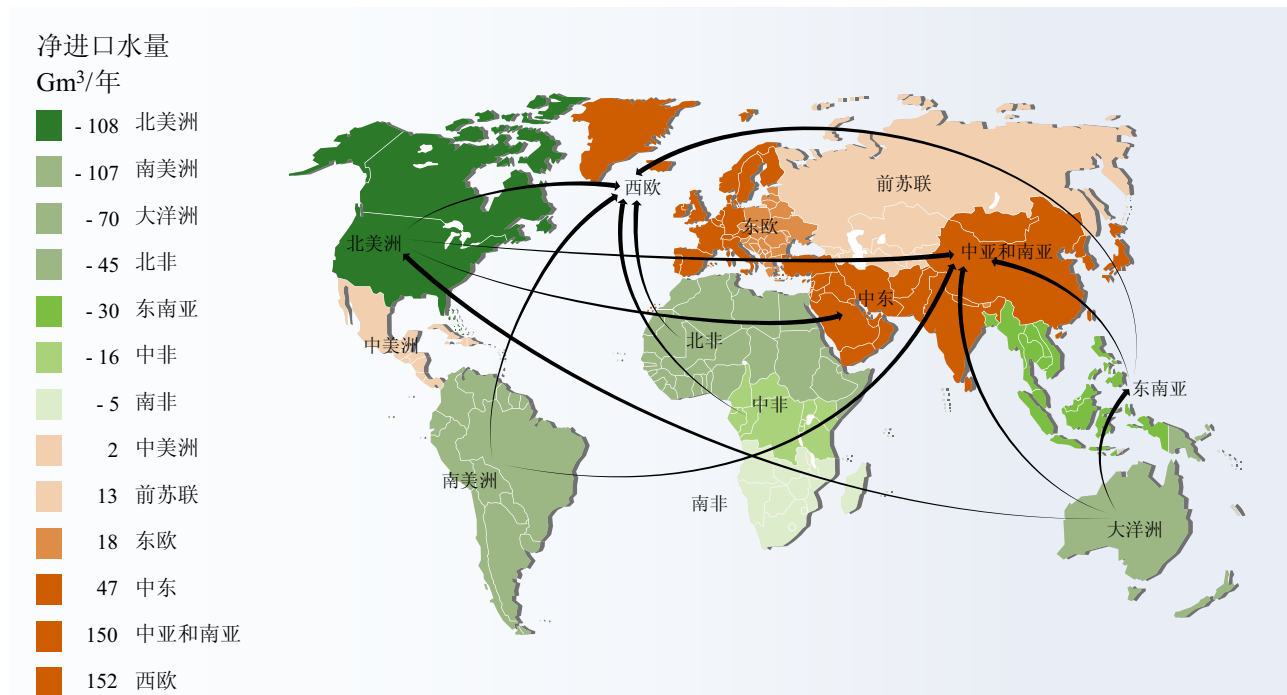


图14：区域水平衡和与农产品贸易相关的区域间的净水流量（1997-2001）。箭头显示区域之间的净水流量（>100亿立方米/年）

资料来源：Chapagain and Hoekstra 2008

所有的投入以其商品成本定价，那么部分地区将可能由于其他地区丰富的水资源而获益。如果农业贸易受到限制，水资源利用效率可能会下降，于是等量的水只能种植更少的作物，最终导致世界整体情况愈来愈差。即便如此，一些国家出于安全等各种原因努力争取“粮食主权”。

为了理解贸易自由化对水资源利用的影响，本章的一篇背景文献中用模型对农业贸易自由化可能对水资源利用带来的影响进行了分析 (Calzadilla et al. 2010)。该模型区分旱作农业与灌溉农业，在分析函数中考虑了气候变化对可用水资源量的影响。多哈回合谈判中提议减少全球农业贸易的限制，自由贸易情景依据此提议而设定。具体地，分析中假设关税降低50%，当地对农业的支持削减50%，并取消所有的出口补贴。鉴于过渡到这样一种制度需要时间，该情景分别按照考虑/不考虑气候变化两种方案进行分析，其中气候变化情景参照国际间气候变化委员会 (IPCC 2008) 资料。

表3总结了模拟结果，更详细的结果参见背景文献。引入“多哈”自由贸易将会使全球增加360亿美元的福利。如果出现剧烈的气候变化，全球的福利将减少180亿美元。该模型假设现有政策来决定贸易增加所得福利的分配。Calzadilla等人的结论是：

■ 贸易自由化提高了农业贸易量和国际贸易能力，并增强了全球适应气候变化的能力；

■ 尽管多数国家并不存在水资源交易市场，贸易自由化往往会导致缺水地区减少用水，水资源丰富地区增加用水的趋势；

■ 贸易自由化使每个国家更加积极地应对不断变化的情况，因此，将气候变化对全球福祉的负面影响减少了2%。然而，在某些局部地区，其意义远大于此。

综上所述，模拟结果显示，更自由的国际农业贸易体制将显著减少简化调整和实现千年发展目标的成本。可以预见贸易自由化将减少缺水地区的用水，增加水源丰富地区的用水。贸易自由化还会提高适应气候变化的能力，并减少其负面影响。

5.3 运用市场工具

可用来促进绿色经济的市场工具包括：

■ 生态系统服务付费制度 (PES) ；

■ 消费驱动认证计划，帮助消费者识别产自可持续生产环节的产品，并为此支付额外费用。

■ 可以突显稀缺信息的体制，包括补偿机制的发展，排污许可证交易和水资源使用权交易。

上述市场手段都在水务部门有直接应用，一些地区对提供生态服务的维持和投资显示出兴趣。

生态系统服务付费制度

从水资源的角度考虑，生态系统服务付费主要有两种方式：一种是消费者付费，另一种是政府或捐助者提供费用 (Pagiola and Platais 2007; Engel et al. 2008)。

地区	关税降低50%，无出口补贴，国内农业支持降低50%	强烈气候变化情景	综合情景（自由贸易和强烈气候变化）
美国	-1,069	-2,055	-3,263
加拿大	-285	-20	-237
西欧	3,330	1,325	4,861
日本和韩国	11,099	-189	10,970
澳大利亚和新西兰	622	1,022	1,483
东欧	302	538	883
中东	748	-6,865	-6,488
前苏联	2,104	-3,344	-1,213
中美洲	679	-240	444
南美洲	1,372	805	2,237
南亚	3,579	-3,632	-28
东南亚	3,196	-3,813	-552
中国	5,440	71	5,543
北非	4,120	-1,107	3,034
撒哈拉以南非洲	218	283	458
世界其他地区	285	-308	-17
总计	35,741	-17,530	18,116

表3: 由于气候变化和贸易自由化，地区福利20多年间的改变（单位：百万美元）

资料来源：模型参照Calzadilla et al. 2010

两种情况下，生态系统服务付费制度都只有在保障资金来源得以落实的前提下，才可以顺利执行。事实证明由消费者付费的方式最为切实有效，因为他们清楚希望得到的服务，并可以确定愿意为其支付的费用。政府资助的计划大多依赖于财政收入，由于财政收入来自各个不同领域，所以此类资助方案往往效率较低。另外，政府资助还受政治风险的影响，可持续性较差，一旦政府或财务状况发生变化，资助计划可能失败（Pagiola and Platais 2007； Wunder et al. 2008）。

拉丁美洲和加勒比地区正在逐步普及生态系统付费制度。在厄瓜多尔，基多市的自来水公司和电力公司会支付当地人民一些费用以保护该公司取水的流域（Echavarría 2002a； Southgate and Wunder 2007）。在哥斯达黎加，埃雷迪亚的公共服务机构通过对消费者征税成立的基金来支付流域保护所需费用（Pagiola et al. 2010）。

在拉丁美洲，许多小城镇都有类似的付费制度，包括厄瓜多尔的加拉帕戈斯群岛，萨尔瓦多的圣弗朗西斯科·梅南德斯和洪都拉斯的赫苏斯德奥托罗（Wunder and Albán 2008； Herrador et al. 2002； Mejía and Barrantes 2003）。水力发电部门也准备参与其中。例如，在哥斯达黎加，公共和私营的水力发电部门为保护他们取水的流域而进行付费。Pagiola（2008）指出，这些公司现在每年投入约50万美元来保护面积为18,000公顷的流域。在委内瑞拉，CVG-Edelca公司投入其收入的0.6%（约200万美元/年）对卡罗尼河（Rio Caroni）流域进行保护（World Bank 2007）。在某些地区，如哥伦比亚考卡山谷，灌溉体系中也引进了类似的付费制度（Echavarría 2002b）。

如Khan（2010）所论述，当一个国家过渡到更为绿色的经济体制时，水务管理依靠传统的工程方式，包括建造污水处理厂、防洪工程等，其费用会增加。相比之下，实行生态系统付费制度的费用不大可能会增加。当然，这要求对资产和管理体制也同时进行投资，以确保供水机构可以纳入生态服务付费制度的相关合同。同时，明确的土地所有权体系，稳定的管理制度，低业务成本和可靠的制约制度都是关键所在（Khan 2010）。

如同本章上文中提及，尽早加强管理体制，是将水务部门纳入绿色经济转型战略中的一个先决条件。

发展消费者驱动认证制度

虽然产品认证在水行业鲜有先例，但近年来，各种产品认证制度得到了迅速发展。一些绿色产品在生产过程中，使用了不损害环境、不影响环境提供水生态服务的生产工艺。通过实施认证制度，消费者可以为使用这些绿色产品支付额外费用。Groot等人的研究结果表明，这些产品认证制度基于自由市场安排中的自我组织的特性，以更优质的服务为驱动，鼓励消费者进行付费（Groot et al. 2007）。这些市场机制一旦建立，对促进自然环境的修复具有重要意义。

森林管理委员会（FSC）的标签体系也是认证制度的一个范例。该委员会保证凡是贴有认证标签进行出售的木材，在其采伐过程中，尽量考虑了维持森林的生态功能和完整性。在某些具体情况下，森林在水质净化和防止洪灾危害社区方面所起的重要作用在该认证制度中也得到了体现¹³。

推广使用可交易的许可证、补偿和银行制度

促进绿色经济转型的各种市场手段，或是减少对环境的污染，或是减少对资源的消耗，或是兼顾这两个目的。这样的制度有很多，但它们都是利用市场机制，对停止或者减缓影响水源的行为进行奖励，以激励更多的人参与到此类行动中来，从而确保对环境影响的总体控制。

例如，在某个机制的调节下，允许某污水处理厂排放更多的营养物，但要减少其附近某个奶牛厂的营养物排放。多数情况下，如果不允许增加污水处理厂的排放量，这种调节往往可以较低成本显著改善水质。在农村地区，常有人建议硝酸盐排放付费及排放许可的交易，这在美国的部分地区已经开始实施（Nguyen et al. 2006）。

湿地银行制度是在美国得到良好发展的另一个例子。根据湿地银行制度要求，提出破坏湿地的人，将对另一更重要湿地的建设、恢复和保护承担首要责任（Robertson 2009）。恢复湿地的人也可以将此信誉存入银行，第三方需要使用此信誉时也可以从银行取出。在这种湿地银行制度中有四分之三的交易都涉及到了第三方信誉的使用（U.S. Army Corps of Engineers 2006； Environmental Law Institute 2006）¹⁴。

5.4 改进权益和分配制度

最后要介绍的是水行业内的市场手段，其通过改进水资源的授权和分配制度，允许水权交易，以适应变化的经济与环境状况。

在一个周密设计的体系中，会有相应的水资源规划来确定其在不同河段及蓄水层中的分配，也有一个明确的授权制度来规定水在用户间的分配。在这种安排下，可以对供应条件的迅速变化进行有效管理（Young 2010）。专栏六描述了澳大利亚在建立详细授权制度方面的经验。与其他方法相比，这种方法能够让人们利用自下而上的市场手段对供水变化迅速作出反应。在澳大利亚，水市场的引入，估计在过去十年间将内部收益提高了15%（见图15），这也印证了通过采取绿色经济发展的方式可以增加回报的理念。水市场已经显著为参与者提高了财富与福利。

在一个绿色经济体制中，与水资源使用的其他目的相

13. 更多信息参见：<http://www.fsc.org/pc.html>

14. 在湿地银行制度中，由于引入了可以对不同湿地进行比较的参数，所以使得湿地信誉的银行制度和交易制度都可行。

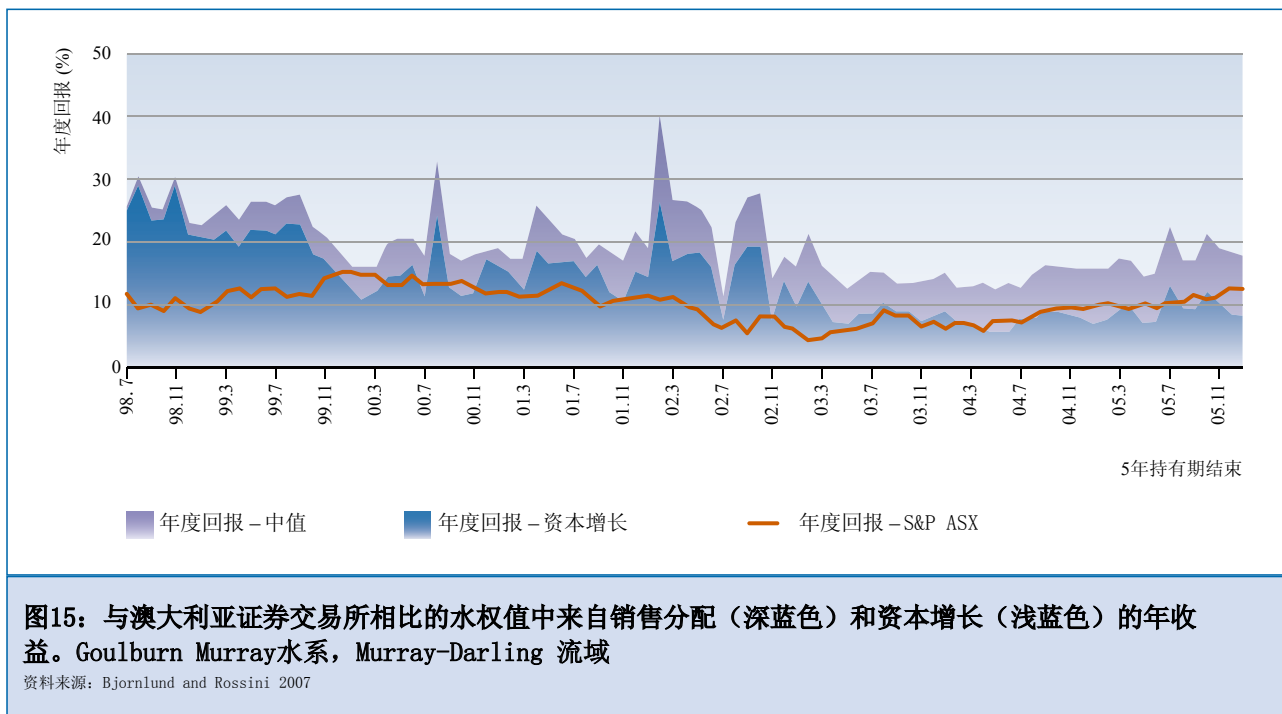


图15: 与澳大利亚证券交易所相比的水权值中来自销售分配（深蓝色）和资本增长（浅蓝色）的年收入。Goulburn Murray水系，Murray-Darling 流域

资料来源: Bjornlund and Rossini 2007

比，更要优先考虑环境保护。在水权制度健全，并且水资源的授权和分配制度得以有效实施的地区，环境管理者开始购买并持有水权以保护环境。在美国，俄勒冈州水信托组织在1993年起，便开始从灌溉者那里购买水权（Neuman and Chapman 1999），然后利用其所得水权来维护溪流和其他依赖水的生态系统（Scarborough and Lund 2007）。基于类似的目的，澳大利亚联邦环境水务部（CEWH）最近在Murray Darling流域购买了705GL的水权，并宣布有意继续收购，直至其持有水权接近3000-4000GL（Murray Darling Basin Authority 2010），这也将使得联邦环境水务部持有该流域27-36%的水权。

5.5 减少投入补贴和额外收费

只有确保谨慎地实施，补贴才可能是合理的，否则补贴政策会对发展绿色经济起反作用。在大多数补贴措施的鼓励下，对水资源的开采速率已经不可持续。例如，在印度的Punjab省，农民抽取地下水所消耗的电，是得到大力补贴或是免费使用的。事实证明，在这些补贴导致对地下水的开采大大增加，Punjab省20个地下水区域中，有18个水位迅速下降。政府已经意识到了大幅电费补贴的不利影响，但还未能有一个政策上可行的方案来逐步淘汰目前的做法（The Economist 2009）。

为了使电力的全部成本得以体现，可以对补贴所带来的负面效应的研究进行资助，可以鼓励公众参与讨论维持现有补贴的利弊。如果这两项方案进展顺利，严谨的科研结果以及公众言论将会带来足够的政治压力，补贴则可以逐渐淘汰（Ménard and Saleth 2010）。取消补贴措施后，节省的资金则可投入到其他更可持续的措施中。例如，一个昂贵的方案是建立一个单独的农村供电系统，这样就可以实现定量供电。

5.6 改善水资源收费和财政安排

经合组织指出（OECD 2010），水费政策的制定要兼顾经济、社会和财政目的。水资源政策需要一种机制，保障其分配可以满足需求，带来收益，并开辟财政收入的额外途径。

从绿色经济的角度来看，我们认识到，对于供水和卫生服务的收费方式尚未有一个得到普遍认可的最佳方案。本章节内容参考了以下三份背景材料—水资源利用的经济学入门、融资入门和一篇介绍南非免费供应基本用水经验的文献（Beato and Vives 2010; Vives and Beato 2010; Muller 2010）。此外，本章节还参考了印度尼西亚向西雅加达地区供水经验的背景文献（Fournier et al. 2010）。英国开创了几种可以反映所有成本的价格体系，其强调了定价和收费在促进创新和鼓励大家共享水资源方面的重要意义。

资金来源

“3 Ts”即基础水利设施建设和运营的三种融资方式（OECD 2009）：

1. 向用户收取水费；
2. 税收收入用于补助运营和成本；
3. 其他国家的捐赠或是其他形式的转移支付；

图17显示了不同国家的融资方法。尽管经济学理论认为，收费是最有效的方法，但只有极少数国家仅依靠向用户收费作为基础设施的资金。通过税收是融资的常用方法。当捐助者愿意时，转移支付（捐赠）可以起到显著作用。经合组织国家现在大都对城市用水征收水费来支撑供水的运营成本（OECD 2010）。

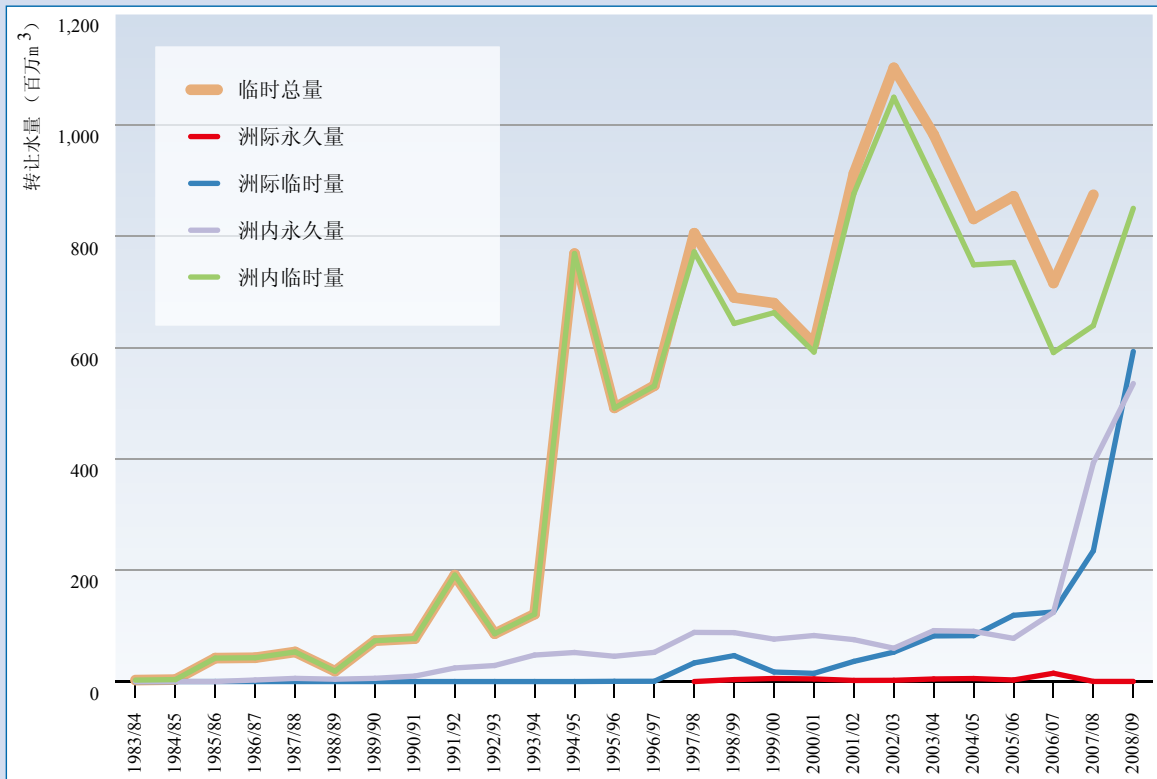


图16: 墨累达令河流域水权转让的发展

资料来源: Young 2010

专栏六: 澳大利亚的经验, 水市场在促进快速适应向干旱气候转变中的作用

近年来, 与澳大利亚墨累 (Murray) 河水系相连的南部地区出现迅速干旱。这种气候变化显示了将可利用的部分水资源进行水权分配, 而不是将全部水资源进行分配的重要性, 但是实施起来是相当困难的。当出现这样的转变时, 适时的方案是假设进入水系的水量在某个均值附近波动, 并假设水权制度中的计量误差是可以弥补的。当出现长期干旱时, 储存的水被用尽, 管理者开始使用环境中的水, 并假设一旦降雨, 自然界就可以被补充更多的水。

澳大利亚在旱情持续四年后 (旱情仍然持续, 至今已长达八年), 才终于取消了原来的配水方案, 并提出了新的分配方案 (National Water Commission 2009)。新流域规划试图解决超额分

配水资源的问题。除了对配水制度的改革, 同时也投入大量资金提升技术水平, 整合阻止此现象再度发生的相关知识。

目前在流域行政区内通用的做法是: 明确水权的永久性, 并引入水市场以促进体制变革。消费者认识到, 更高效地利用水资源可以为自己带来利益, 于是充满生机的水市场应运而生, 各种提高用水效率的技术也得到快速发展。在这方面, 澳大利亚水权制度及其配套管理的发展方式碰巧促进了水市场的快速发展。包括早期对仪表使用的承诺, 建立相应措施避免人们超额用水, 使用非捆绑式的许可证以便通过独立的方式来实现平等、高效以及环境目标。

征收水资源费

向绿色经济转型意味着对资源按照所有成本进行收费。然而, 由于享用洁净水和全面的卫生服务是人类的基本权利, 水资源领域的绿色经济转型因此陷入了困境 (United Nations 2010a)。在绿色经济体制中, 与投资基础设施一样, 我们鼓励有效地利用资源, 也同样重视公平。

从效率的角度看, 对于设立最恰当的收费体系, 应该

进行如下区分:

- 用于公共目的而非个人目的的水资源采集、存储、处理和供应;
- 水资源丰富的地区和水资源短缺的地区;
- 生活用水、工业用水和农业用水;

■ 强有力的地区机构和软弱的地区机构；

■ 维持日常运营的需要和得到足够资本回报的需要，由此，公有或私有的供水组织才可以负担维持自然和建造基础设施的费用。

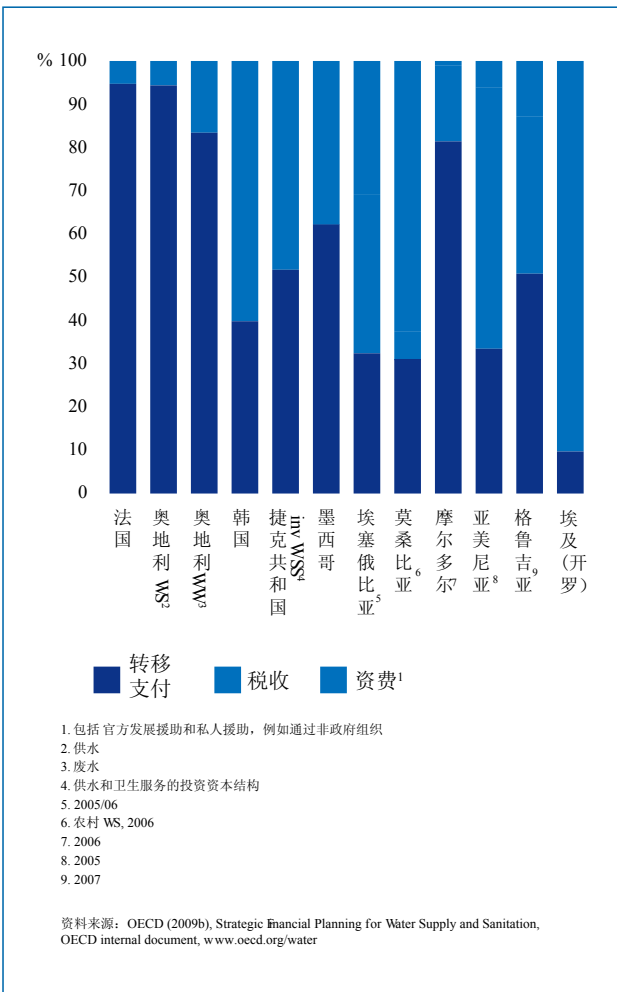


图17：基础设施资金来源：转移支付、税收和资费

资料来源：OECD 2009

更加全面地考虑这个问题，提供的卫生服务也应在按成本收费的制度中得以体现。首先，提供卫生服务离不开水资源。此外，卫生服务直接影响公众健康。例如，某人在公共场所随地大小便，会增加附近居民的健康风险。为了避免出现此类问题，政府通常设置建筑标准来规范厕所、卫生设施或现场废物处理的连接管道。如果没有有效控制措施，尤其是当涉及非正规建筑时，有效地鼓励公众参与就十分必要了。

对于公共用水，比如为维持生物多样性或者为休闲目的而保留的湿地，通常水是免费的，由政府税收提供资金。这样的方式是比较合理有效的，因为受益人群庞大且不易识别，而且，也避免了资源竞争，大部分人都能受益且互不影响。

然而，对于私人用水，在用户之间存在着竞争性。这

种情况下，如果有人接受以全部成本付费，甚至更高的价格，那么有效的策略是保障他们的用水。这样一来，用户就会有更多的动力节约用水。但是，这个方法未能考虑的一个重要因素是公平，这点我们在下文继续讨论。

在水资源稀缺的情况下，有效的策略是使用供水的边际成本来定价 (Beato and Vives 2010)。成本随着供水的增加而上升，经济合理的方式应该按照多生产每单位量的水所增加的费用来收费，也就是其边际成本。通常，此成本随着供水量的增加而上升。

当水资源匮乏到一定程度，没有更多的水可以通过诸如进一步海水淡化或回收获得时，从经济角度考虑，需要启用稀缺收费。

然而，在水资源丰富的地区，水费定价工作也面临着尴尬局面。在这些地区，随着供水量增加，单位供水成本下降。所以，多生产每单位水量所需要的成本低于平均成本。如果按照边际成本收费，则收入不足以支付平均成本，长此以往，供水行业入不敷出将会面临倒闭。对此，解决办法就是使水费高于长期运行的平均供应成本，或者由政府来为缺口买单 (Beato and Vives 2010)。

政府是否应该为供水商面临的亏损提供补贴取决于其通过其他来源筹措资金的能力。如果机构筹措资金的能力较强，最有效的方式是根据所有用户的用水量来分摊费用。然而，如果机构能力较弱，这种方式则很难实现。此外，引入按用水体积付费制度还要求事先安装相应仪表和建立收费程序。

最后，有必要区分日常的运营成本，以及确保有足够预留基金可以用以基础设施升级和维护，恢复生态系统，并确保足够收益率的成本。前者也可称为“下限成本”，后者为“上限成本”。

通常来说，一个收费制度越是在其下限成本和上限成本灵活转换，越是可以促进水资源高效的、创新的可持续利用。如果机构能力较强，最经济合理的做法是选取一个高于边际成本和平均成本的价格。水价政策以外的机制应该效力于为弱势家庭和企业提高收入。

贫困人群的付费方案

当我们面临大量的孩子因为缺水而死去的情况时，应该怎样确定收费制度才合理？在雅加达西部就存在这样的问题。约有37%生活在雅加达西部的人无法获得可靠供水。他们大多是贫民，需要从卖水车购水，或者从没有卫生保障的水源取水。而从水车购水的价格比以全部成本定价的自来水价格要高出50倍，同时还要承担水质不保水量不足的风险。根据相关政策，贫困人群通过主要供水渠道用水，还可享受高额补贴。考虑这点，他们从水车购水实际支付了70倍之高的价格。但政府无力兑现这些补贴，这大大阻碍供水组织为贫困人群供水 (Fournier et al. 2010)。通过主

要供水渠道用水的穷人享受了这一补贴，但是37%不通过主要供水渠道用水人群中的穷人则无法受益。表4显示了雅加达西部的水费结构。

南非对于费用制定有不同的看法。1996年，南非将水资源管理的权利转交给当地政府，政策要求地方政府免费为所有人提供基本的用水量，费用来自中央政府的定向资金。这一做法使得无法获得可靠供水的人数比例从33%下降到了8%（Muller 2010）。如果所有用户需要按照全部成本支付水费，是否还可以取得同等进步或更大进步，这点不得而知，而且由于水资源在国家的政治转型中起重要作用，所以也很难准确估计。近来，南非的宪法法院（Constitutional Court of South Africa 2009）规定当地政府可对从水网中取水收取费用，并使用已付费的水表进行计量。

在对尼日尔盆地的实地研究过程中，Ward等人认为，提供教育和洁净水是经济发展最可靠的前提条件（Ward et al. 2010）。对已有数据，尤其是财政资金短缺从而拖延接入水网而造成的损失进行分析，结果显示，如果国家不能以低于全部成本的价格向贫困人

编号	消费者类型	用水体积		
		0-10 m ³	11-20 m ³	>20 m ³
K2	低收入家庭	\$ 0.105	\$ 0.105	\$ 0.158
K3A	中等收入家庭	\$ 0.355	\$ 0.470	\$ 0.550
K313	高收入家庭及小型企业	\$ 0.490	\$ 0.600	\$ 0.745
K4A		\$ 0.683	\$ 0.815	\$ 0.980
K413	非家庭单位	\$ 1.255	\$ 1.255	\$ 1.255

价格转换为美元，并保留至小数点后三位

表4：西雅加达地区的水费制度，美元/m³

资料来源：参考 Fournier et al. (2010)

专栏七：私有企业家庭供水的最新经验

柬埔寨金边供水管理局1993年至2009年经历了显著的转变：供水网扩大了7倍，非收益性供水从73%降至6%，集水效率从48%上升到99.9%，总收入从30万美元增加到2,500万美元，有800万美元的营业盈余。最初需要国际金融机构的捐赠和软贷款，现在已经实现了自负盈亏。水价在最初几年内稳步上升，自2001年以来已稳定在约0.24美元/m³，由于实现了拓展服务、降低水损及高效集水，这保证了有足够的现金流转和用于偿还债务。

Bilibago水务公司最初为菲律宾的某个农村地区约70,000家用户服务。该公司逐渐向临近村镇拓展业务。他们先征询这些村镇社区是否同意由Bilibago公司建立统一供水的水网进行供水，再向他们展示水费的计划表，然后由各个社区决定他们是否愿意接入供水网，并按照预定的价格付水费。在此过程中，Balibago公司发现，对于很多以前依靠手压泵和水井取水的人群而言，自来水管网非常有吸引力，同时它为公司的投资人带来了可观的收益。

资料来源：参照Global Water Intelligence (2010)

群提供饮用水，那么就要致力于为他们高效供水。采取合理的定价策略是加速向绿色经济转型的最有效方式。

水资源利用的交叉补贴（选择性征税）

在许多国家，水价制度中常常涉及交叉补贴，以补贴穷人的用水花费。在雅加达，交叉补贴的形式是对富裕的家庭和/或那些大量用水的用户收取高于供水成本的费用，获得的收益可以平衡以低于成本的价格向穷人供水（见表4）。在一些几乎没有其他的能力实现财富由富人向穷人转移的国家，交叉补贴可以作为一种过渡战略，纵然这种方式会扰乱在水资源利用方面的投资。但是在发达国家，这样以收取水费的方式对财富进行从部分人群向另一地区或人群的转移，效率是极低的。正因如此，Beato和Vives（2010）认为补助政策应尽可能有针对性，且应该为其取消制定透明的策略。于是鼓励投资和创新的新体制出现。地方

基础设施的选址应该考虑其可持续性，这样可持续的工作机会和更多的绿色经济增长也会紧随其后¹⁵。

增加私有企业的参与度

在向更有效的体现全部成本的水价政策转变中，私有企业在供水和卫生服务业的参与机会越来越多。有研究显示，私企的参与将会降低成本，省下的资金可用于其他行业的绿色增长。当然反过来说，这个机会是把双刃剑，也有私企参与失败的例子。不过，目前尚无数据表明在私企中出现此类问题的概率会低于政府体系（Ménard and Saleth 2010）。

研究显示，在合同制度比较成熟的情况下，私企的参与

15. 当收取的水费低于全部成本，企业往往猜测补贴会持续。而反过来，这会促使人们生活和迁移到经济依赖补助的地方。这些行为将会破坏发展的机会。

可带来诸多效益，如果合同制定合理，甚至超过公共部门产生的效益。Galani等人(2002)的研究结果表明，在阿根廷约30%的供水临时私有化取得了积极成效。在供

水私有化地区儿童死亡率降低了8%，最贫穷的地区的降幅最大(26%)。在以全部成本定价的地区，此经验同样值得借鉴，运营商发现很多人都愿意为他们提供的服务付费(专栏七)。

6 结论

获得洁净水和足够的卫生服务关乎每个家庭的未来。水是粮食生产和维系生态系统服务的根本，是工业生产和电力部门的关键。

寻找更有效的水资源利用方式，让所有人可以合理的价格使用，同时留出足够的水量维持环境的可持续发展，这是一项严峻的挑战。在越来越多的地区，以合理成本使用水资源的机会是有限的。所以，在科学界或实际应用中，用水效率还需进一步提高。增加对供水和卫生部门的投资，包括与水资源息息相关的关键生态系统，预计可带来源源不断的社会效益。

研究表明，通过投资绿色行业，包括水行业，会带来更多的就业岗位和繁荣机会。而在人们还无法获得洁净水和充足卫生服务的地区，这些机会的潜力最大。投资绿色行业是这些地区发展的先决条件，而且可以带来更快速且更可持续的发展，有助于实现向绿色经济转型。

鼓励以可持续方式利用生态服务的制度，也对向绿色经济转型起积极推动作用。

生态系统为人类生活提供了必要的物质与服务，但同时也面临着越来越大的压力。通过投资的方式，对这些生态系统服务进行保护和提升，才能给我们带来更多的效益。最合理的方式是首先对供水和配水的基础设施进行投资，从而为生态系统缓解压力。

对维持生态系统服务有贡献者进行奖励的制度，就是一种推动手段。

另一种方式是和环境预留一定的水权。如果水资源已

经超额分配，在带来不可逆的后果之前，仍有很多机会可以投入合理的资金对其进行恢复。

如果在增加投资的同时改善管理计划、改革水政策、增进与私营部门的合作，实现转型所需的成本将大大减少。

改善管理是加快绿色经济转型最重要的手段。在水资源稀缺的地区，合理的管理制度对于防止过度开采可用的水资源非常关键。建立一套得到社会和行业认可的制度需要一定时间，但这却是确保投资回报的关键。新的体制需要能够促进水资源在行业间的转让。

在资源利用和投资方面的每个决定都受到政策的影响。从发展绿色经济的角度看，多种形式的政策改革都将有效地降低发展所需的必要投资。逐步取消对水资源利用起负面作用的补贴政策，以及采用更自由的贸易体制，都会给许多部门带来直接利益。此外，建立可交易的水资源权益和分配制度，也会直接为水行业带来效益。

绿色经济许诺在转型过程中考虑社会公平因素，例如全部成本定价方案，这对个人和行业的投资以及决策都有影响。转型速度应该取决于转型制度对进步速度的影响力，对此我们需要逐项验证。在资金许可的情况下，其他途径的税收可以用于为家庭建设供水的基础设施。但是，如果这种方法拖慢了发展速度，还是应该以体现全部成本的标准建立收费制度。总之，我们应该优先采用可以最快速度推动发展的定价体制。

参考文献

持本章的背景文献

投资水资源的宏观经济

2030 Water Resources Group 2010. Charting our water future. Adapted from a report of the same name.

Tropp, H. 2010. Making water a part of economic development: The economic benefits of improved water management and services.

Calzadilla, A., Rehdanz, K., and Tol, R.J.S. 2010. The impacts of trade liberalisation and climate change on global agriculture.

Khan, S. 2010. The costs and benefits of investing in ecosystem services for water supply and flood protection.

投资水资源的政策方针

Beato, P. and Vives, A. 2010. A primer on water economics. Vives, A. and Beato, P. 2010. A primer on water financing.

Ménard, C. and Saleth, R.M. 2010. The effectiveness of alternative water governance arrangements.

地区经验

Fournier, V., Folliasson, P., Martin, L., and Arfiansyah 2010. PALYJA “Water for All” programs in Western Jakarta.

Muller, M. 2010. Free basic water – a sustainable instrument for a sustainable future in South Africa. Adapted from *Environment and Urbanization* 20(1):67–87.

Schreiner, B., Pegram, G., von der Heyden, C., and Eaglin, F. 2010. Opportunities and constraints to development of water resources infrastructure investment in Sub-Saharan Africa.

Ward, J., Kazcan, D., Ogilvie, A., and Lukasiewicz, A. 2010. Challenging hydrological panaceas: evidence from the Niger River Basin.

本章其他参考文献

2030 Water Resources Group. 2009. Charting our water future: Economic frameworks to inform decision making. McKinsey and Company, Munich.

Björklund, G., Bullock, A., Hellmuth, M., Rast, W., Vallée, D., and Winpenny, J. 2009. “Water’s many benefits.” In *The UN World Water Development Report 3: Water in a changing world*. Earthscan, London.

Bjornlund, H. and Rossini, P. 2007. “An Analysis of the returns from an investment in water entitlements in Australia.” *Pacific Rim Property Research Journal* 13(3):344–360.

Bradley, D.J. 1974. Chapter in “Human Rights in Health”. Ciba Foundation Symposium 23:81–98.

Briscoe, J. and Malik, R.P.S. 2006. India’s water economy: Bracing for a turbulent future. World Bank and Oxford University Press, Oxford.

Calzadilla, A., Rehdanz, K., Betts, R., Falloon, P., Wiltshire, A., and Tol, R. 2010. “Climate Change Impacts on Global Agriculture”. Kiel Working Paper, 1617. Kiel Institute for the World Economy, Kiel.

Cave, M. 2009. Independent Review of Competition and Innovation in Water Markets: Final report. Office of Public Sector Information, Surrey. Available at www.defra.gov.uk/environment/water/industry/cavereview

Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. 2008. “The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products.” *Water International* 33(1):19–32

Constitutional Court of South Africa. 2009. Case CCT 39/09 2009 ZACC 28.

Cosgrove, W.J. and Rijsberman, F.R. 2000. *World water vision: making water everybody’s business*. Earthscan, London.

Côté, P., Siverns, S., and Monti, S. 2005. “Comparison of membrane-based solutions for water reclamation and desalination.” *Desalination* 182:251–257.

Credit Suisse Research Institute. 2009. *Water: the next challenge*. Credit Suisse. Available at <https://emagazine.credit-suisse.com/app/shop/index.cfm?fuseaction=OpenShopCategory&coid=254070&lang=EN>

Dolnicar, S. and Schäfer, A.I. 2006. Public perception of desalinated versus recycled water in Australia. Available at <http://ro.uow.edu.au/compapers/138>

Echavarría, M. 2002a. “Financing watershed conservation: The FONAG water fund in Quito, Ecuador” in Pagiola, S., Bishop, J. and Landell-Mills, N. (eds.) *Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation and Development*, pp. 91–102. Earthscan, London.

Echavarría, M. 2002b. “Water User Associations in the Cauca Valley: A Voluntary Mechanism to Promote Upstream-Downstream Cooperation in the Protection of Rural Watersheds.” *Land-Water Linkages in Rural Watersheds Case Study Series*. Food and Agriculture Organisation, Rome.

ECOWAS-SWAC/OECD 2008. “Communicable Diseases”. Atlas on Regional Integration in West Africa, population series. Available at <http://www.oecd.org/dataoecd/56/39/40997324.pdf>

Engel, S., Pagiola, S., and Wunder, S. 2008. “Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues.” *Ecological Economics* 65:663–674.

Evans, R. 2007. *The Impact of groundwater use on Australia’s rivers: Exploring the technical, management and policy challenges*. Land and Water Australia, Canberra. Available at <http://lwa.gov.au/files/products/innovation/pr071282/pr071282.pdf>

Environmental Law Institute (ELI). 2006. *2005 Status report on compensatory mitigation in the United States*. ELI, Washington, DC.

Falkenmark, M. 1989. “The Massive Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn’t it Being Addressed?” *Ambio* 18(2):112–118.

Fenollar, F., Trape, J.-J., Bassene, H., Sokhna, C., and Raoult, D. 2009. “*Tropheryma whipplei* in fecal samples from children, Senegal.” *Emerging Infectious Diseases* 15(6).

Fu, G., Chen, S., and C. Liu, C. 2004. “Water Crisis in the Huang Ho (Yellow) River: Facts, Reasons, Impacts, and Countermeasures.” Paper presented at the 7th International River Symposium 31 August – 3 September, Brisbane, Australia.

Galiani, S., Gertler, P., and Schargrodsky, E. 2002. “Water for Life: The Impact of the Privatization of Water Services on Child Mortality.” *Journal of Political Economy* 113:83–120.

Gleick, P. 2004. *The World’s Water: The biennial report on freshwater resources 2004–2005*, Island Press.

Gleick, P. 2009. *The World’s Water: The biennial report on freshwater resources 2008–2009*. Island Press, London.

Global Water Intelligence. 2010. “Five things I learned at the Global Water Summit”. *Global Water Intelligence Newsletter* April 2010. Available at www.globalwaterintel.com

Global Water Partnership. 1992. *Dublin statement and principles*. Available at <http://www.gwpforum.org/servlet/PSP?iNodeID=1345>

Global Water Partnership. 2000. *Integrated Water Resource Management: TAC Background Paper No.4* Available at www.cepis.ops-oms.org/bvsarg/i/fulltext/tac4/tac4.pdf

Global Water Partnership. 2009a. “Triggering change in water policies.” *Policy Brief 8*. Global Water Partnership.

Global Water Partnership. 2009b. *A Handbook for Integrated Water Resources Management in Basins*. Global Water Partnership and the International Network of Basin Organizations.

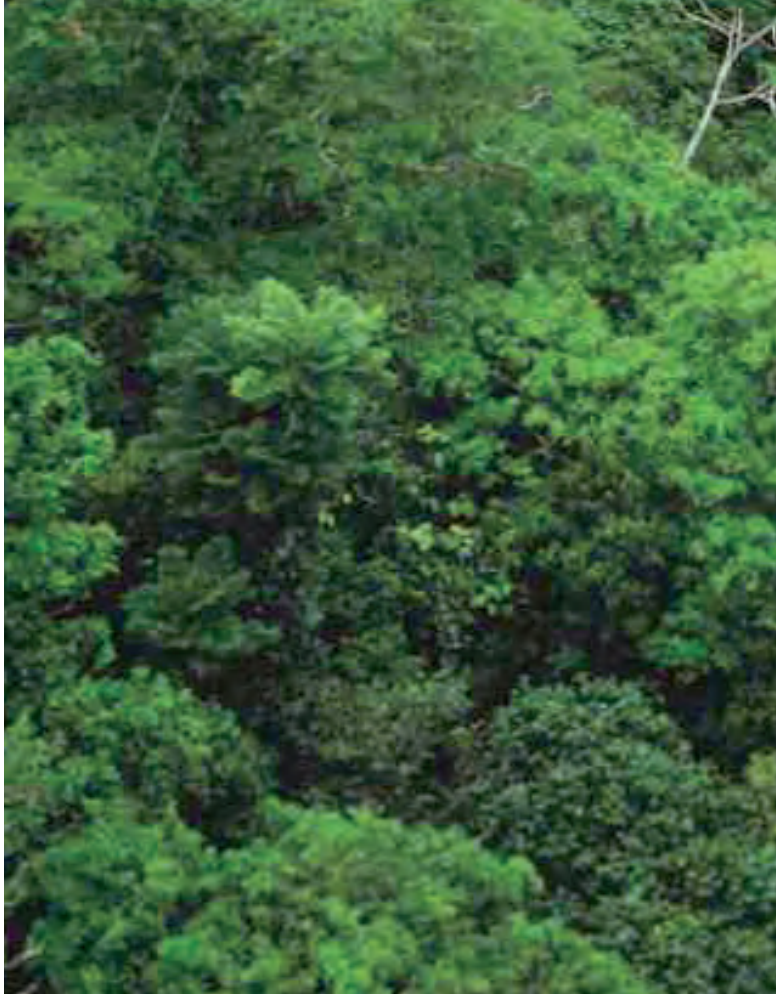
Gould, J. 1999. “Contributions Relating to Rainwater Harvesting”. Contribution to the World Commission on Dams, Thematic Review IV.3: Assessment of Water Supply Options.

Grey, D. 2004. “The World Bank and Water Resources: Management and Development”. Presentation at World Bank Water Week 2004.

Grey, D. and Sadoff, C.W. 2007. “Sink or Swim? Water security for growth and development.” *Water Policy* 9:545–571.

- de Groot, R., de Wit, M., Brown Gaddis, E.J., Kousky, C., McGhee, W., and Young, M.D. 2007. "Making Restoration Work: Financial Mechanisms." In Aronson, J., Milton, S.J. and Blignaut, J.N. (eds.) *Restoring Natural Capital: Science, Business and Practice*. Island Press, London.
- Guo, L. 2007. "Ecology: Doing battle with the green monster of Taihu Lake." *Science* 317(5842): 1166.
- Guria, A. (Chair). 2006. "Enhancing access to finance for local governments." *Financing Water for Agriculture: Report 1 of the Task Force on Financing Water for All*. World Water Council, Marseille.
- Hagos, F., Boelee, E., Awulachew, S.B., Slaymaker, T., Tucker, J., and Ludi, E. 2008. "Water supply and sanitation (WSS) and poverty micro-level linkages in Ethiopia." *RIPPLE (Research Inspired Policy and Practice Learning in Ethiopia and the Nile Region) Working Paper N° 8*. Available at <http://www.ripplethiopia.org/library.php/files/file/20090121-wp8-wss-and-poverty>
- Hansen, S. and Bhatia, R. 2004. *Water and Poverty in a Macro-Economic Context*. Norwegian Ministry of the Environment.
- Herrador, D., Dimas, L. A., and Méndez, V. E. 2002. *Pago por servicios ambientales en El Salvador: Oportunidades y riesgos para pequeños agricultores y comunidades rurales*. San Salvador: Fundación PRISMA.
- Hutton, G. and Bartram, J. 2008a. Regional and global costs of attaining the water supply and sanitation target (target 10) of the Millennium Development Goals. World Health Organisation. http://www.who.int/water_sanitation_health/economic/cba_interventions/en/index.html
- Hutton, G. and Bartram, J. 2008b. "Global costs of attaining the Millennium Development Goal for water supply and sanitation." *Bulletin of the World Health Organization* 86:13–19.
- Independent Evaluation Group. 2010. *Water and Development: An evaluation of World Bank Support, 1997-2007*. World Bank, Washington DC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2008. "Climate Change and Water." Technical Paper of the IPCC. Document IPCC-XXVIII/Doc.13 (8.IV.2008), pp. 7–8.
- International Institute for Labour Studies. 2009. *World of Work Report 2009: The Global Jobs Crisis and Beyond*. International Labour Office, Geneva.
- Klein, G., Krebs, M., Hall, V., O' Brien, T., and Blevins, B.B. 2005. "California's Water – Energy Relationship. Californian Energy Commission." In *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Korean Ministry of Environment and Korea Environment Institute. 2009. "Four major river restoration project of Republic of KOREA." *Korea Environmental Policy Bulletin (KEPB), Issue 3, Volume VII*.
- Le Quesne, T., Kendy, E., and Weston, D. 2010. *The implementation challenge: Taking stock of government policies to protect and restore environmental flows*. WWF Report. Available at http://www.hydrology.nl/images/docs/alg/2010_The_Implementation_Challenge.pdf
- Lippman, T.W. 2010. "Saudi Arabia's quest for "food security"." *Middle East Policy* 17(1):90.
- Lloyds 2010. *Global water scarcity: Risks and Challenges for Business*. Lloyds 360 Risk Insight Report. Available at <http://www.greenbiz.com/business/research/report/2010/04/27/global-water-scarcity-risks-and-challenges-business>
- Marin, P. 2009. "Public-private partnerships for urban water utilities – A review of experiences in developing countries." *Trends and Policy Options No. 8*. World Bank. World Bank Publications, Washington, DC.
- Mejía, M.A. and Barrantes, G. 2003. *Experiencia de pago por servicios ambientales de la Junta Administradora de Agua Potable y Disposición de Excretas (JAPOE) de Jesús de Otoro, Intibucá, Honduras*. Tegucigalpa: PASOLAC.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Molden, D. 1997. "Accounting for water use and productivity." *SWIM Paper 1*. Available at http://www.iwmi.cgiar.org/publications/SWIM_Papers/PDFs/SWIM01.PDF
- Molden, D. (ed.) 2007. *Water for life, water for good: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. International Water Management Institute, Colombo and Earthscan, London.
- Murray Darling Basin Authority. 2010. *Guide to the proposed Basin Plan*. Murray Darling Basin Authority, Canberra.
- Muller, M. 2008. "Free basic water – a sustainable instrument for a sustainable future in South Africa." *Environment and Urbanization* 20(1):67–87.
- National Research Council. 2010. *Electricity from Renewable Resources: Status Prospects and Impediments*. The National Academies Press, Washington, DC.
- National Water Commission. 2009. *Australian water policy reform 2009: Second biennial assessment of progress in implementation of the National Water Initiative*. National Water Commission, Canberra. Available at http://www.nwc.gov.au/resources/documents/2009_BA_complete_report.pdf
- Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M., and Lee, D. 2009. *Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*. International Food Policy Research Institute Food Policy Report, Washington, D.C.
- Neuman, J. and Chapman, C. 1999. "Wading into the water market: The first five years of the Oregon Water Trust." *Journal of Environmental Law and Litigation* 14:146–48. Available at http://www.law.uoregon.edu/org/jell/docs/v14_1_con.pdf
- Nguyen, T.N., Woodward, R.T., Matlock, M.D., Denzer, A., and Selman, M. 2006. *A guide to market-based approaches to water quality*. World Resources Institute, Washington, D.C.
- OECD. 2009. *Managing water for all: An OECD perspective on pricing and financing*. OECD, Paris.
- OECD. 2010. *Pricing water resources and water sanitation services*. OECD, Paris.
- Office of National River Restoration (under Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs). 2009. *Restoration of four major rivers – Revival of rivers: A new Korea*.
- Pagiola, S. 2008. "Payments for environmental services in Costa Rica." *Ecological Economics* 65(4):712–724.
- Pagiola, S. and Platais, G. 2007. *Payments for Environmental Services: From Theory to Practice*. World Bank, Washington, DC.
- Pagiola, S., Zhang, W., and Colom, A. 2010. "Can payments for watershed services help finance biodiversity conservation? A spatial analysis of Highland Guatemala." *Journal of Natural Resources Policy Research* 2(1):7–24.
- Parikh, S.K. (Chair) 2007. *Report of the Expert Group on "Groundwater management and ownership"*. Government of India Planning Commission, New Delhi, September.
- Robertson, M. 2009. "The work of wetland credit markets: two cases in entrepreneurial wetland banking." *Wetlands Ecology and Management* 17(1):35–51.
- Sachs, J.D. 2001. *Macroeconomics and health: Investing in health for economic development*. Report of the Commission on Macroeconomics and Health prepared for WHO.
- Sanctuary, M. and Tropp, H. 2005. *Making water a part of economic development: The economic benefits of improved water management services*. Stockholm International Water Institute, Stockholm.
- Scarborough, B. and Lund, H.L. 2007. *Saving our streams: harnessing water markets, a practical guide*. The Property & Environment Research Center, Bozeman, MT.
- Scientific Expert Group Report on Climate Change and Sustainable Development. 2007. *Confronting climate change: Avoiding the unmanageable and managing the unavoidable*. Full Report. Prepared for the 15th Session of the Commission on Sustainable Development. Scientific Expert Group on Climate Change (SEG), February 2007.
- Southgate, D. and Wunder, S. 2007. *Paying for watershed services in Latin America: A review of current initiatives*. Working Paper 07–07. Blacksburg, VA: SANREM CRSP.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). 2008. *The economics of ecosystems and biodiversity. An interim report*.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). 2009a. *The economics of ecosystems and biodiversity. Climate Issues Update*.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). 2009b. *The economics of ecosystems and biodiversity for national and international policy makers. Summary: Responding to the value of nature*.

- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). 2009c. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers*.
- The Economist. 2009. "When rain falls". 12 September 2009, pp. 31–33.
- Transparency International. 2008. *Global Corruption Report 2008: Corruption in the Water Sector*. Cambridge University Press, Cambridge.
- UNESCO. 2006. *Water a shared responsibility: The United Nations World Water Development Report 2*. UNESCO Paris and Berghen Books, New York.
- UNICEF. 2004. *State of the world's children 2005*. UNICEF, New York.
- United Nations Millennium Project. 2004. *Millennium development goals needs assessments for Ghana, Tanzania, and Uganda*. Background paper.
- United Nations. 2010a. "UN CEO Water Mandate: Framework for responsible business engagement with water policy." Available at http://www.unglobalcompact.org/issues/Environment/CEO_Water_Mandate/
- United Nations. 2010b. "The UN World Water Development Report: Water for people, water for life." Available at http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/table_contents.shtml
- United Nations Economic Commission for Africa (UNECA). 1999. *Global Economic Outlook 2000*. Earthscan, London.
- U.S. Army Corps of Engineers. 2006. *Draft environmental assessment, finding of no significant impact, and regulatory analysis for proposed compensatory mitigation regulation*. U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC. March 13, 2006.
- U.S. Department of Energy. 2006. "Energy Demands on Water Resources. Report to Congress on the Interdependency of Energy and Water." U.S. National Research Council, Washington, DC. Available at <http://www.sandia.gov/energy-water/docs/121-RptToCongress-EWwEIAcomments-FINAL.pdf>
- Veritec Consulting. 2008. "Region of Durham efficient community: Final report." Regional Municipality of Durham, Ontario. Available at <http://www.durham.ca/departments/works/water/efficiency/ECfinalReport.pdf>
- Vörösmarty, C.J., McIntyre, C.J., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C. A., Reidy Liermann, C., and Davies, P.M. 2010. "Global threats to human water security and river biodiversity." *Nature* 467:556–561.
- Ward, J., Kaczan, D., and Lukasiewicz, A. 2009. *A water poverty analysis of the Niger Basin, West Africa Niger Basin Focal Project: Work Package 1*. CSIRO Sustainable Ecosystems Report to the CGIAR Challenge Program on Water and Food.
- WHO/UNICEF. 2010. *Progress on sanitation and drinking-water: 2010 Update*. Available at http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/9789241563956/en/index.html
- Winpenny, J. 2003. *Financing water for all: Report of the World Panel on Financing Water Infrastructure*. World Water Council, Marseille.
- World Bank. 2005. "Managing water resources to maximise sustainable growth: A country water resources assistance strategy for Ethiopia." World Bank, Washington, DC. Available at <http://vle.worldbank.org/bnpp/files/TF050714Ethiopiafinaltextandcover.pdf>
- World Bank. 2007. Report No. 37502-VE. World Bank, Washington, DC.
- World Bank – Water and Sanitation Programme. 2008. *Economic Impacts of Sanitation in Southeast Asia: A four-country study conducted in Cambodia, Indonesia, the Philippines and Vietnam under the Economics of Sanitation Initiative (ESI)*. World Bank, Jakarta.
- World Commission on Dams. 2000. *Dams and development: a new framework for decision making*. Earthscan, London and Sterling, VA.
- World Health Organization. 2004. *Water, sanitation and hygiene links to health: Facts and figures*. WHO, Geneva.
- World Health Organization. 2008. *Progress on drinking water and sanitation: Special focus on sanitation: WHO/UNICEF joint monitoring programme for water supply and sanitation*. Available at http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2008/en/index.html
- World Health Organization. 2010. *UN-Water Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2010: Targeting Resources for Better Results*. WHO, Geneva. Available at http://www.who.int/water_sanitation_health/glaas/en/
- World Wide Fund for Nature (WWF). 2010. *Living Planet Report 2010: Biodiversity, biocapacity and development*. Available at http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/
- Wunder, S. and Albán, M. 2008. "Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador." *Ecological Economics* 65(4):685–698.
- Wunder, S., Engel, S., and Pagiola, S. 2008. "Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries." *Ecological Economics* 65(4):834–852.
- Young, M. and McColl, J. 2010. "A robust framework for the allocation of water in an ever changing world." Chapter 5 in Bjornlund, H. (ed.) *Incentive and Instruments for Sustainable Irrigation*. WIT Press, Southampton.
- Young, M.D. and McColl, J.C. 2008. "Double trouble: the importance of accounting for and defining water entitlements consistent with hydrological realities." *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 53:19–35.
- Young, M.D. 2010. *Environmental effectiveness and economic efficiency of water use in agriculture: The experience of and lessons from the Australian water policy reform programme*. Consultant report prepared for the OECD, Paris.



绿色经济



林业

对自然资本进行投资



致谢

感谢本章统筹协调作者：可持续发展市场研究组首席研究员 **Maryanne Grieg-Gran**；可持续发展市场研究组组长和国际环境与发展研究所英国分所所长 **Steve Bass**。

感谢联合国环境规划署的 **Nicolas Bertrand** 负责此章节的协调管理工作，包括组织同行评审，与作者协调修订事务，进行补充研究直至本章节的最终完成。感谢 **Derek Eaton** 编审本章的建模部分，**Sheng Fulai** 负责本章的初步编辑。

感谢以下人员负责准备本章的五份背景技术文件：**Steve Bass**（国际环境与发展研究所），**Susan Butron**（热带农业研究及高等教育中心），**Rachel Godfrey-Wood**（国际环境与发展研究所），**Davison J. Gumbo**（国际林业研究中心），**Luis Diego Herrera**（杜克大学），**Ina Porras**（国际环境与发展研究所），**Juan Robalino**（热带农业研究及高等教育中心）和 **Laura Villalobos**（热带农业研究及高等教育中心）。其他材料由 **Andrea M. Bassi**、**John P. Ansah**、**Zhuohua Tan**（千年研究所）和 **Edmundo Werna**、**Saboor Abdul**、**Ana Lucía Iturriza**（国际劳工组织）提供。

我们还要感谢许多对我们前期各个版本给出评论的同仁和个人：**Illias Animon**（联合国粮农组织），**Mario Boccucci**（联合国环境规划署），**Marion Briens**和 **Eve Charles**（联合国欧洲经济委员会/联合国粮农组织林业和木材部），**Tim Christophersen**（《生物多样性公约》秘书处），**Paola Deda**（联合国欧洲经济委员会/联合国粮农组织林业和木材部），**Niklas Hagelberg**（联合国环境规划署），**Franziska Hirsch**（联合国欧洲经济委员会/联合国粮农组织林业和木材部），**Walter Kollert**（联合国粮农组织），**Godwin Kowero**（非洲林业论坛），**Roman Michalak**、**Robert McGowan**、**Cédric Pène**和 **Ed Pepke**（联合国欧洲经济委员会/联合国粮农组织林业和木材部）；**Ravi Prabhu**和 **Jyotsna Puri**（联合国环境规划署）；**Johannes Stahl**（《生物多样性公约》秘书处）和 **Raul Tuazon**（美洲开发银行）。

最后还要感谢国际环境与发展研究所的 **Kate Lee**、**James Mayers**和 **Essam Yassin Mohammed**。我们也感谢国际环境与发展研究所之前的实习生 **Anais Hall**和 **David Hebditch**。

目录

关键信息	148
1 引言	150
1.1 林业现状	150
1.2 林业范围	151
1.3 林业在绿色经济中的前景	153
1.4 指标体系	153
2 挑战和机遇	154
2.1 挑战	154
2.2 机遇	154
3 绿色林业投资案例	159
3.1 绿色林业投资方案	159
3.2 保护区投资	159
3.3 对生态系统服务付费的投资	161
3.4 提升森林管理和认证的投资	162
3.5 人工造林投资	164
3.6 农林复合业投资	166
4 绿色林业投资模型	168
4.1 绿色投资情景	168
4.2 基线情景：常规情景	168
4.3 减少森林采伐的投资	168
4.4 造林投资	169
4.5 减少毁林和造林投资的影响	169
5 促成条件	170
5.1 森林管理和政策改革	170
5.2 打击非法伐木	170
5.3 激励绿色投资	171
5.4 营造公平的竞争环境：财政政策改革和经济手段	171
5.5 改善森林资产信息	172
5.6 REDD+, 绿色林业的催化剂	172
6 总结	174
参考文献	175

图目录

图1: 林业范围	152
图2: 绿色情景G2中减少毁林情况	168
图3: 绿色情景G2和常规情景BAU中的就业情况	168

表目录

表1: 森林生态系统服务功能价值评估	151
表2: 依赖森林的就业和生计	152
表3: 森林覆盖率和毁林趋势	154
表4: 热带永久森林资产管理现状	157
表5: 不同森林类型的绿色投资方案	159
表6: 造林和再造林的成本	165
表7: 相比于传统农业, 农林复合业的回报率	166
表8: 2050年绿色情景G2和常规情景BAU中的森林状况	169

专栏目录

专栏一: 撒哈拉以南非洲森林工业的经济地位	150
专栏二: 森林生态系统的服务功能: 调节气候	151
专栏三: 森林转型理论	155
专栏四: 哥斯达黎加的国家生态系统服务付费计划	156
专栏五: 保护区有效管理的成本	160
专栏六: 关于生态系统服务付费对哥斯达黎加地区毁林的影响研究	161
专栏七: 关于减少伐木影响的收益研究	162
专栏八: 加蓬森林可持续管理计划的高成本	162
专栏九: 生产者认证的成本与收益	163
专栏十: 中国的造林: 坡地退耕还林计划	164
专栏十一: 补贴对林牧经营模式的影响	167
专栏十二: 欧盟对合法木材产品的许可制度	170
专栏十三: 英国的木材采购政策	171
专栏十四: 巴西对畜牧业的财政支持	172

缩略语表

A/R	Afforestation and Reforestation	造林与再造林
ABS	Access and Benefit-Sharing	获取和利益分享
AIDS	Acquired immune deficiency syndrome	获得性免疫缺陷综合症（艾滋病）
AIJ	Activities implemented jointly	联合开展活动
BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
BNDES	Brazilian National Development Bank	巴西国家开发银行
BOD	Biological oxygen demand	生物需氧量
CDM	Clean Development Mechanism	清洁发展机制
CI	Confidence interval	置信区间
CO ₂	Carbon dioxide	二氧化碳
CPET	Central Point of Expertise on Timber	木材专家鉴定中心工作组
EMBRAPA	Brazilian Government Agricultural Research Agency	巴西政府农业研究署
ESC	Environmental Services Certificate	环境服务证书
EU	European Union	欧盟
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	联合国粮农组织
FLEG	Forest Law Enforcement and Governance	森林执法与施政
FLEGT	Forest Law Enforcement Governance and Trade	森林执法施政与贸易
FONAFIFO	Costa Rica's National Forestry Financing Fund	哥斯达黎加国家林业融资基金
FSC	Forest Stewardship Council	森林管理委员会
G2	Green Scenario 2	绿色情景2
G8	Group of Eight	八国集团
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GEF	Global Environment Facility	全球环境基金
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GIS	Geographic Information System	地理信息系统
GPGS	Global public goods	全球公共产品
HIV	Human Immunodeficiency Virus	人类免疫缺陷病毒
ICRAF	International Centre For Research In Agroforestry	国际农林业研究中心
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IFC	International Finance Corporation	国际金融公司国际金融集团
IIED	International Institute for Environment and Development	国际环境与发展研究所
ILO	International Labor Organization	国际劳工组织
IOE	International Organization of Employers	国际雇佣者组织
IRR	Internal Rate of Return	内部收益率
ITTO	International Tropical Timber Organization	国际热带木材组织

ITUC	International Trade Union Confederation	国际工会联盟
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国际自然保护联盟
LCD	liquid crystal display	液晶显示屏
LPG	Liquefied Petroleum gas	液化石油气
NGO	Non-governmental organisation	非政府组织
NPA	Natural Protected Areas	自然保护区
NPV	Net Present Value	净现值
NWFPS	Non-wood Forest Products	非木材森林产品
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest	森林认证体系认可计划
PES	Payments for environmental services	生态系统服务付费
PFE	Permanent forest estate	永久森林资产
PFI	Private Finance Initiative	私人融资倡议
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation	减少毁林和森林退化所致排放量（计划）
RIL	Reduced Impact Logging	减少伐木影响
RUPES	Rewarding the Upland Poor in Asia for Environmental Services they Provide	亚洲高地穷人环境服务奖励机制
SFM	sustainable forest management	森林可持续管理
SIEF	Solomon Islands Eco-forestry	所罗门群岛生态林业
SSA	Sub-Saharan Africa	撒哈拉以南非洲地区
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
VETE	Village Eco-Timber Enterprises (Solomon Islands)	乡镇生态木材企业（所罗门群岛）
VPAs	Voluntary Partnership Agreements	自愿伙伴关系协议
WRM	World Rainforest Movement	世界雨林运动

关键信息

1. 森林是绿色经济的基础，维系着广泛的行业领域和人类生计。森林提供的产品及服务支撑着逾十亿人的经济生活，这些人大多生活在发展中国家，而且很贫穷。虽然木材、纸张和纤维制品的生产只占全球国内生产总值（GDP）的一小部分，但是森林生态系统中的公共产品具有可观的经济价值，估计可达数万亿美元。森林维持着超过50%的陆地物种的生存，可以通过碳储存调节全球气候，还可以保护流域生态。森林工业产品极具价值，而且是可再生、可回收和可生物降解的资源。因此，森林是地球生态的基本组成部分，其产品和服务功能是绿色经济的重要组成部分。

2. 为获得有限的个人利益而消耗森林资源的行为正威胁着人类的生存基础，必须禁止。尽管有迹象表明毁林速度有下降趋势，但全球森林仍以惊人的速度（每年1,300万公顷）在消失；虽然每年新造了一定数量的人工林，但是森林面积的净损失仍高达每年500万公顷，而且人工林提供的生态系统服务不及天然森林。木材制品和其他土地利用方式的需求，特别是经济作物种植和畜牧业的需求，是导致高的毁林速率和森林退化率的主要原因。这种“掠夺”式利用自然资源的方式意味着人类正在失去宝贵的森林生态系统服务功能和经济价值。因此，停止森林砍伐可视为一种投资。据研究估计，减少50%森林砍伐对调节全球气候的平均收益可超过其成本的3倍。

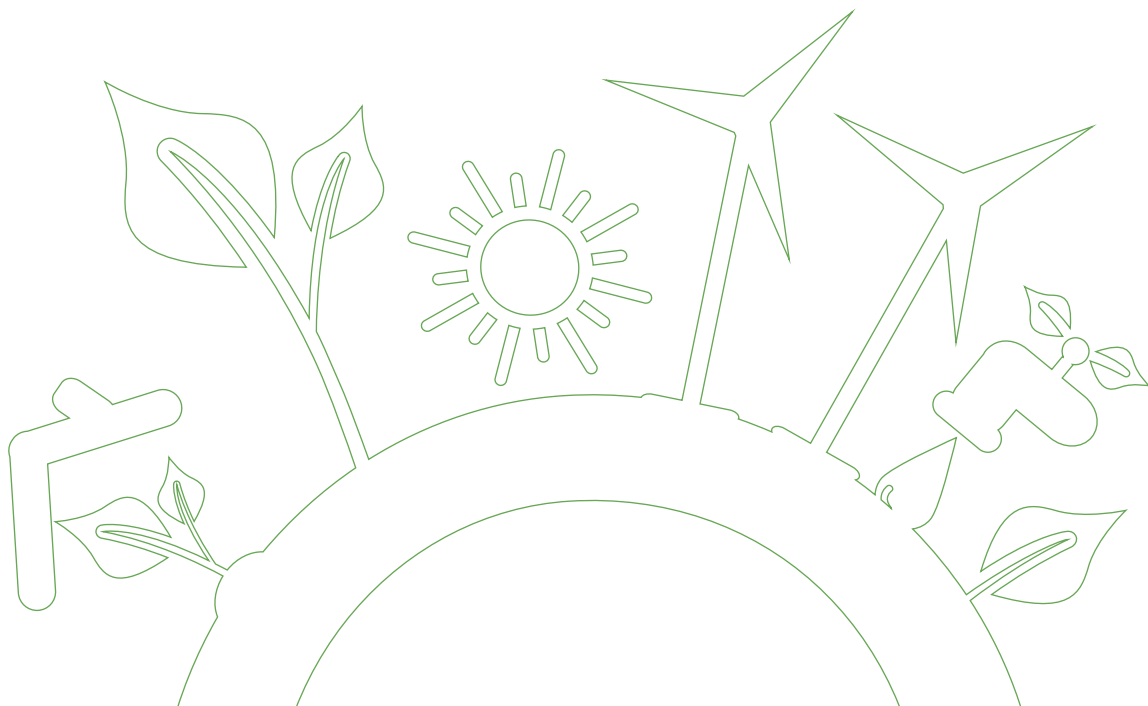
3. 国内外共同协商执行“减少毁林和森林退化所致排放以及通过造林和可持续管理增加森林碳储量（REDD+）”制度，也许是保护森林并确保其对绿色经济贡献的最佳方式。到目前为止，没有一个明确并稳定的全球性机制吸引人们投资森林的公共服务产品，并确保这些产品合理可持续的生产。这样一种制度对平衡财政和管理大有益处，特别是长期的森林可持续管理（SFM）¹。这也可以让许多对森林可持续管理持怀疑态度的国家真正抛开顾虑。通过管理森林公共服务产品，可以开辟与森林相关的就业、生计和税收渠道，具有广阔的前景，当地居民也由此成为森林及其生态系统服务功能的守护者。实现此目标要求落实各项确保居民生计利益的制度和措施，包括：REDD+标准、有效的森林控制系统以及税收转移。

1. 森林可持续管理是指以合理的方式和速度来管理和利用森林和林地资源，维持其生物多样性、生产力、再生能力、活力及其潜力，为当代和子孙后代在区域、全国、全球水平上提供相关的生态、经济、社会功能，同时不破坏其他的生态系统（FAO 2005b）。

4. 推广并扩大经过运行测试的不同经济机制和市场。纵观现有的绿色林业经济实例，我们发现绿色林业已获得越来越多的政策关注，包括木材认证计划、雨林产品认证、生态系统服务支付、利益共享计划和以社区为基础的合作。我们需要对森林提供的生态系统服务功能进行分类和评估，并扩大其市场。本章对此进行详细阐述。

5. 投资天然林和人工林，获取经济利益。《绿色经济报告》（GER）中的模型研究表明，从2010年到2050年，每年投资400亿美元，用于造林和支付土地所有者以保护现有森林资源，可使森林价值与常规经济（Business-as-usual, BAU）情景下相比增加20%。另外，还可使森林碳储量增加28%。对农业部门也进行投资可以持续提高农业产量（见“农业”章节），如此人工造林便不会威胁粮食生产。然而，我们必须谨慎选择植树造林区域，确保不会由于土地所有权界定不清而损害到穷苦百姓的利益；反之，植树造林应为农村地区居民额外提供一种生计方式。

6. 可持续林业尚未成规模，法律和管理改革需要促进其平衡发展，坚决摒弃不可持续的做法，虽然这种方式在林业和其它部门中都已根深蒂固。管理良好的森林是生态的基石，理应被视为一种“资产类型”，并得到适当的回报。这些回报主要包括公共产品和生态服务，如碳储存、生物多样性和水源保护，他们需更好地在国民核算体系中得到体现。私有林产品如果能可持续的生产，也将产生显著的经济和社会效益。然而，森林可持续管理和绿色投资的扩大面临着各种挑战，包括来自不可持续的、非法来源的木材和纤维制品的竞争，以及来自政策鼓励行业对土地利用的竞争，如畜牧业、农业和采矿业。支持技能培训、森林可持续管理独立核查、政府采购优惠政策的奖励政策和加强法制管理、严厉打击非法采伐和营销的惩罚措施两者都是必要的。对于那些有利于其他部门而有损森林部门利益的政策进行修正也是必要的，比如要特别考虑的包括农业补贴的成本和效益。



1 引言

本章阐述了绿色林业的案例，对林业在常规经济和绿色经济中的差别进行了评估。为此，本章概述了目前林业部门中绿色投资的范围及其对贫困人口赖以生存的木材行业和生态系统服务功能的影响。

本节描述了林业发展现状以及森林在绿色经济中的应用前景。第2节讲述林业面临的挑战与机遇。第3节分析了一系列不同类型的森林绿色投资实例，论述了它们的重要性、对个人和社会的回报率，以及对经济、社会和环境的影响。第4节展示两个绿色投资方案的模型（共投入了相当于全球GDP的0.035%）的结果：其一是公共部门支付土地所有者保护森林的费用；其二是私营部门投资再造林。第5节概述了森林中进行有效绿色投资的促成条件。第6节对本章进行了总结。

1.1 林业现状

2006年，森林工业（原木生产、木材加工、纸浆和造纸）的贡献约为4,680亿美元，占全球GDP增值的1%，其中纸浆和造纸业约占40%（FAO 2009）。自1990年以来，虽然其数额的绝对值在增加，但是由于其他行业的增长速度更快，所以森林工业对GDP的贡献呈下

专栏一：撒哈拉以南非洲森林工业的经济地位

虽然6%这个数字经常被用于描述整个撒哈拉以南非洲地区内林业所占GDP的比例，但是这个数字掩盖了热带国家与非热带国家之间的差距。比如，森林在喀麦隆、中非共和国、刚果、刚果民主共和国、赤道几内亚和加蓬的经济及当地人民生计中发挥重大作用，这些国家的林业部门对GDP贡献平均达5%-13%。在加蓬，高达60%收入来自木材出口，而在中非共和国约占50%。加蓬是工业圆木最大的出口国，出口量占其总产量将近97%。喀麦隆的主要外汇收入来自出口药用植物，每年累计大约290万美元。

资料来源：Gumbo 2010

降趋势（FAO 2009）。然而，森林工业对一些发展中国家仍然十分重要（专栏一）。这些GDP方面的数据没有考虑到森林生态系统服务功能对人类福祉的贡献和对持续维持生计的作用。用广义GDP的概念来看（比如贫困GDP，考虑了农村人口对自然的依赖），森

林部门的贡献将大大增加（TEEB 2009）。

在发展中国家，除了木制品和纸张，森林还为人们提供大量能源，特别是那些低收入家庭所需能源。从森林中运走的圆木，约一半用于能源，包括传统的取暖和炊事，以及工业化的热电生产（FAO 2009）。有超过20亿人依靠木材能源进行炊事、取暖以及食品储存（UNDP 2000）。Openshaw（2010）对生物质能源（木材、作物残留物和动物粪便）的研究结果表明了木材能源对经济和社会的重要性。根据国际能源署（IEA 2007）的报告，2005年世界范围内生物质能源的使用占初级能源的10%（47.9 ExaJoule（EJ），其中有39.8EJ在最不发达国家使用）。在许多发展中国家，生物质能源占主导地位，占能源使用总量的50%以上。虽然生物质能源主要用于满足生计，但在许多国家生物质能源同时也是最重要的贸易燃料，可以创造就业机会并实现经济价值。在撒哈拉以南非洲地区，生物质燃料占所消耗能源的80%。

森林也是重要非木质林产品（NWFP）产地，这些非木质林产品对当地的经济和居民生计有重大贡献，在某些情况下也是重要的出口产品。主要产品类别包括从植物产品中获得的食物、医药原材料、芳香类产品及树木分泌物，如栲胶、生漆等（FAO 2009）。据估计，2005年全球从森林中提取的非木质林产品价值达185亿美元，但是由于统计不完全，这个数值只是非木质林产品总价值的一小部分（FAO 2010）。许多研究表明非木质林产品对人们的生活非常重要。在54个案例研究中（大部分来自非洲东部和南部），Vedeld等（2004）估计，平均每年森林环境收入总额占家庭收入的22%。薪柴占其中一大部分，其次为野生食物和动物饲料。

森林维持着50%以上的陆地物种（Shvidenko et al. 2005），在保护流域和调节气候（生态系统服务功能）方面发挥了至关重要的作用，而且具有重要的文化和象征意义。不同国家对这些服务功能价值进行的评估发现，由于地理位置、采样方法以及对生物物理特征（比如森林覆盖率和流域服务之间）的假设条件的不同，得出的评估结果差异很大（见表1）。研究主要关注了减少毁林对调节气候的意义（专栏二）。

在国家或全球范围内进行评估，森林生态系统的服务价值变化幅度巨大，这给进行不同尺度的转换带来了严峻的挑战。全球价值的保守估计高达数万亿美元，但是我们必须承认，其中仍存在很大的不确定性。总之，这些结果表明在制定土地和资源利用的决策时，要充分考虑到这些服务功能的重要性。

林业还提供了大量的就业机会，在非正式的林业部门中其贡献大大超过了正式的林业部门。全球大概有1,000万人从事森林的营建、管理和利用等（FAO

服务功能	价值估计 (美元/公顷)	资料来源
遗传物质	< 0.2 – 20.6	Simpson et al. 1996 估计值下限: 加州 估计值上限: 厄瓜多尔西部
	0 – 9,175	Rausser and Small 2000
	1.23	Costello and Ward 2006 为生物多样性最高地区的平均估计
流域生态服务 (如调节径流, 防洪, 水净化)	200 – >1,000 (在热带地区几种服务功能的综合)	Mullan and Kontoleon 2008*
	0 – 50 (单一服务)	
调节气候	650 – 3,500	IIED 2003*
	360 – 2,200 (热带森林)	Pearce 2001*
	10 – >400 (温带森林)	Mullan and Kontoleon 2008*
休闲/旅游	<1 – >2,000	Mullan and Kontoleon 2008*
文化功能-存在价值	0.03 – 259 (热带森林)	Mullan and Kontoleon 2008*
	12 – 116,182 (温带森林)	Mullan and Kontoleon 2008*

*价值研究概述中的最低和最高估计

表1: 森林生态系统服务功能价值评估

2010)。再考虑初级加工、纸浆和造纸及家具产业,这个数字将达到约1,800万人(Nair and Rutt 2009)。尽管林业增长的不确定性和机械化程度在提高,但其仍然是一个非常重要的就业部门,其员工大约占全球员工总数的0.4%(FAO 2009)。如表2所示,除了正规林业部门,其他以林业为生的人其数量不确定的。因此,依赖森林生活的人数估计有1.19亿人到14.2亿。即使保守估计,在非正规林业企业中就业人数、以森林为生的土著居民人数、从事农林复合业人数也远远高于正规林业部门的就业人数。

但是林业部门的就业在地区之间存有一定的差异。就业于林业部门的人口比例总体一直呈下降趋势,特别是在欧洲、东亚和北美地区,最主要的原因可能是劳动生产效率的提高。在欧洲,仅有波兰、罗马尼亚和俄罗斯联邦的林业部门就业有所增加。在过去十年中,仅有拉丁美洲、加勒比海和亚太地区的森林部门各行业规模都在不断扩大。这是多种因素驱动的结果,包括大量低成本和熟练技能劳动力的存在、相对丰富的森林资源、高经济增长速率、鼓励林业投资和发展的具体政策以及投资环境的普遍改善(Lebedys 2007)。

薪材的生产和贸易也带来大量就业。Openshaw (2010)指出,虽然没有明确的统计,但全球约有3,000万人从事生物质能源产品的商业化生产、运输及贸易,每年产生约200亿美元的效益。更确切来说,1996/1997在马拉维调查发现,有56,000人从事于树木、薪材和木炭生产和运输并且在该国4个主要城镇进行路边和市内交易,这一人数远高于从事煤油、液化石油气(LPG)和电力生产、运输/传输和交易等方面工作的人数,估计为其350-500倍(Openshaw 2010引自Openshaw 1997a ,b)。在2008年再次调查中发现,从事生物质能源生产(含能源植物栽培)、运输和交易的人数增加到了133,000人(BEST 2009)。

1.2 林业范围

林业有多种体现形式:包括从单纯的森林管理和初级产品生产到森林产品的整个供应链,再到提供生态系统服务。本章重点讲述森林和森林生产以及森林生态系统服务功能管理,包括碳管理/调节气候,水质管理,能源供应和生态旅游。虽然资源和能源的使用效率以及清洁生产在次级人造板材和纤维制品的生产过程中十分重要,但它们也适用于其他工业部门,因此,本报告的“工业”和“能源”章节对其也有论述。

森林生态系统服务功能管理是林业部门的独特分支(尽管也受其他部门影响),我们在这里对其优先论述。重视森林生态系统服务对扩大森林产品和服务范围具有重要意义,这些森林产品和服务可看作下游林业部门的一部分。

专栏二: 森林生态系统的服务功能: 调节气候

据Hope和Castilla-Rubio (2008)在Eliasch Review杂志上发表的文章,估计从2010年到2100年,通过减少毁林实现每年减少50%的碳排放可减轻气候变化危害,从而实现现值5.3万亿美元(均值,90%置信区间:0.6-17万亿美元)的净效益。自2010年来,减少90%的毁林估计将产生10万亿美元的效益(90%置信区间:1万亿美元到30万亿美元)。减少森林砍伐的平均收益约超过投入成本的3倍(减少50%为3.12倍,减少90%为2.86倍)。在这两种情况下,净效益也有可能为负,但概率非常低。

类别	估计值 (人)	来源
林业、木材加工、纸浆业的正式就业	1,400万	FAO 2009
家具业的正式就业	400万	Nair and Rutt 2009
非正规小型林业企业	3,000万-1.4亿	UNEP/ILO/IOE/ITUC 2008, 引用Poschen 2003和Kozak 2007分别做较低和较高估计
以森林为生的土著人	6,000万	World Bank 2004
从事农林业	5亿-12亿	UNEP/ILO/IOE/ITUC 2008
	7,100万-5.58亿	Zomer et al. 2009 指具有10%-50% 树林覆盖的农业用地
总数	1.19亿-14.2亿	估值下限假设土著人依赖森林与从事农林业有重叠

表2：依赖森林的就业和生计

为了简单起见，本章仅限讲述森林生态系统服务的产品，对于什么类型的森林需要考虑这个问题暂不作讨论。联合国粮农组织对森林的官方定义很广，涵盖从不受人为干扰的原始天然林（一般叫做原始森林）到集约型的高产人工林（如图1）。在这两者之间，有受不同程度人为干扰的天然林和各种不同类型的人工林。我们对所有这些森林类型都感兴趣，某种程度上，任何一种森林类型的管理都是为了从中获得一系列的

生态系统服务功能，并对其进行平衡。联合国粮农组织对森林的定义不包括各种农林生态系统，如在田地或景观水平上农民管理的树木、农作物和牲畜的混合系统。我们把它包含在本章中，因为他们往往也提供了许多森林生态系统服务，这对人类生计是很重要的。

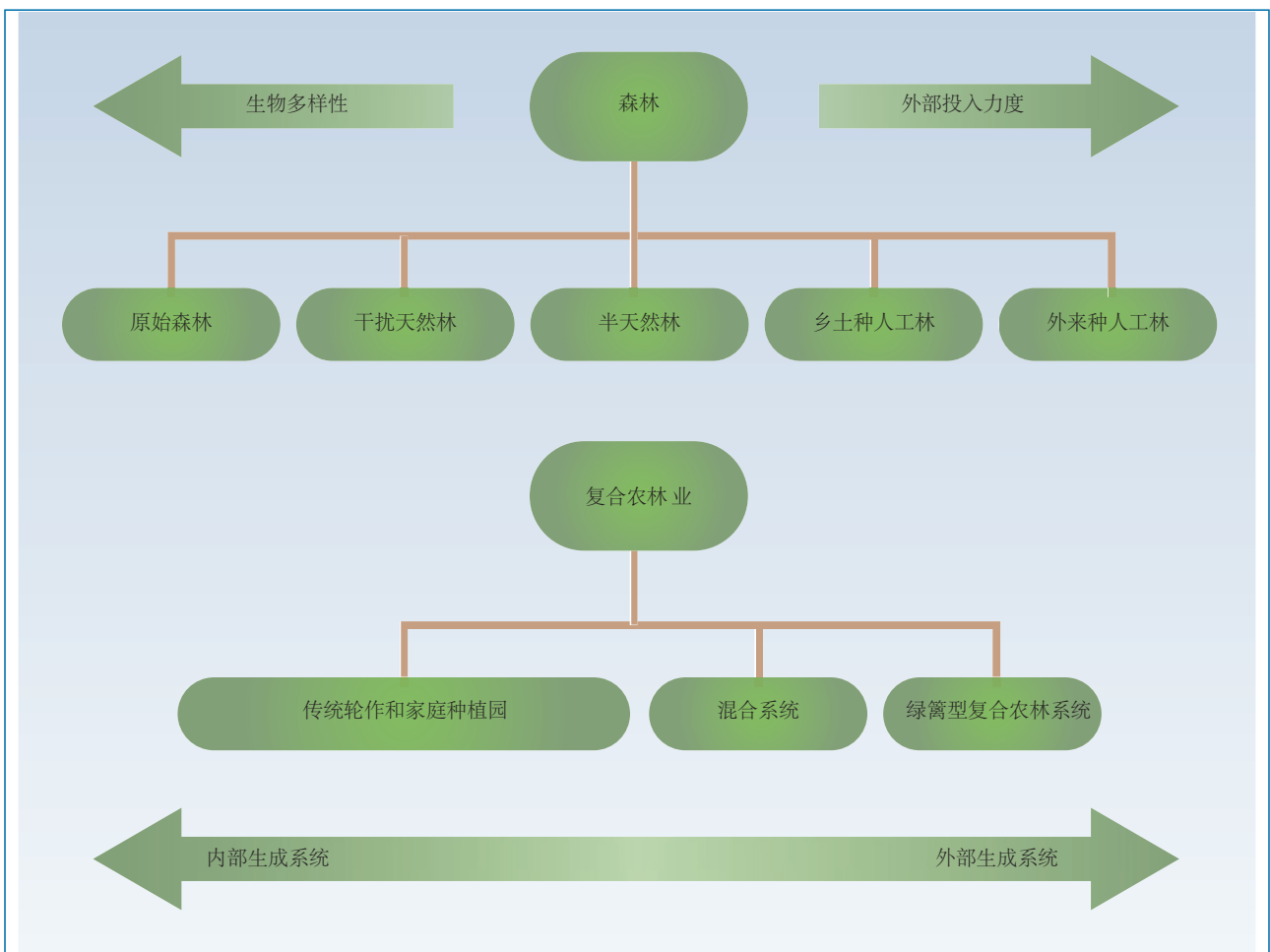


图1：林业范围

资料来源：Adapted from Bass et al. 1996

1.3 林业在绿色经济中的前景

绿色林业意味着把森林作为一个资产类别来管理和投资，并产生广泛的社会利益。森林在绿色经济中广泛的经济角色包括：生产工厂（生产私人物品：从气候调节到水资源保护）、创新和保险服务的供应者（森林生物多样性是两者的关键）。

各产业部门对生态系统服务的社会需求将推动绿色林业的发展，包括木材加工、造纸以及旅游、能源、水资源管理、碳交易和新型森林产品等传统产业。绿色林业也将满足当地社区的关键生计需求，提供源源不断的薪柴、建筑材料、食物和药用植物。当地对森林有效的控制和管理需加以改进，通过获取和惠益分享（ABS）的政府以及新型市场，如生态系统服务市场，将确保有更多的经济激励措施使其得以改进。这些激励措施需要强大并公平的国际制度，以确保和森林有关的公共物品在各国之间进行交易，特别是碳储存和生物多样性保护。森林作为一种新的资产，也将引起金融机构的兴趣。

随着对森林公共产品的进一步了解，以及对生产这些公共产品财政奖励的增加，森林管理者和政府部门对森林存量和流量进行更有效和透明的核算成为关键。这要求能够以更精密的方法测量和评估森林对社会福利的贡献和提供全方位的市场化和非市场化的商品和服务，包括它们对贫穷和边缘化人们生计的显著贡献。

1.4 指标体系

评估林业部门向绿色经济转型的程度，可以参照以下指标：1) 森林商品和服务的消费比例，特别是林产品对高碳产品的替代率；2) 森林生态系统服务功能市场的变化；3) 对可持续森林企业及其产品的投资，尤其是那些针对于提供多重生态系统服务功能的投资，其中包括具有可持续经营条件的森林；4) 林地和森林企业所有权的变更，特别是当地集体林权者的变更；5) 森林管理水平的提高；6) 在环境、社会和经济效益方面对森林进行可持续管理，从景观水平上升到国家尺度。

2 挑战和机遇

2.1 挑战

林业部没面临的最主要挑战包括：森林减少、土地利用竞争、市场、政策和不当管理等方面的制约。这些因素相互关联。尤其来自农业的土地利用竞争，是造成森林消失的直接原因。其它造成森林减少的主要因素依次是市场、政策和不当的管理。

森林覆盖和采伐的趋势

有明显的迹象表明森林并没有被可持续地经营管理。如表3所示，虽然森林减少的速率比早先的数十年有所减缓，世界森林面积的绝对值（只考虑毁林）和净值（考虑增加的人工林和自然林）都在不断下降。而全球森林总面积的变化未能体现出区域上的差异。森林覆盖率在北美和中美洲比较稳定，在欧洲和亚洲有所扩大，后者主要归功于中国大面积的造林，抵消了东南亚地区持续的毁林。非洲和南美在2000-2010年这段时间里遭受了最大的森林净损失，大洋洲也同样出现了森林的净损失（FAO 2010）。

在最新的森林资源清查中，联合国粮农组织（FAO 2010）上调了20世纪90年代毁林面积的评估。2005年的森林资源清查报告（FAO 2005a）表明，20世纪90年代的毁林面积约为每年1,300万公顷。

各种森林类型的变化趋势都很重要。其中最受关注的是原始森林的衰减。据统计自2000年以来，有大约4千万公顷的原始森林被改变或者消失。相比之下，人工林面积在以更快的速度扩张，其增长速率是前十来年的1.5倍，如今已经占据了全球总森林面积的7%。根据森林转型理论，这种扩张还在持续（见专栏三）。基于生产力提高的假设，Carle和Holmgren(2008)预测人工林的面积将在2030年增至3.027-3.450亿公顷。在所有的人工林里有四分之三是本土树种，但是在撒哈拉以南的非洲、大洋洲和南美洲的很多拥有大面积人工林的国家里，外来物种更为常见（FAO 2010）。

土地利用的矛盾

在近二十多年来，农业的扩张，以及由于对木材的需求和基础设施扩建进行的砍伐，被认为是导致热带地区森林减少的最直接原因（Geist and Lambin 2002；Chomitz et al. 2006）。预计到2050年（Bruinsma 2009），随着人口和收入的增加以及饮食转变以肉类为主，人们对食物的需求将增加70%（以价值计算）。为了满足这样的需求，如果农业产量得不到较大的提高，就需要砍伐更多的森林。生物能源需求量的增加意味着它们将和粮食作物争夺土地，这部分压力又被转嫁到森林上。气候变化对农业产出造成的不利影响也可能迫使森林用地向农业用地转变。同时，气候变化也会通过改变树木的生长率和林火来直接影响森林。

市场、政策及不当的管理

构成森林丧失和用地竞争的另一潜在因素是政府和市场以牺牲环境和社会效益为代价，使森林采伐合理（法）化。管理方面的因素包括当地居民(利益相关者)对森林权利的缺失，阻碍了当地对原始森林的投资，同时也使外部更强大的势力能够挪用土地和森林资源。市场失灵则加剧了这种状况，因为并不是所有由森林提供的重要生态系统服务功能纳入了市场。木材的获取以及森林用地向其他用地类型的转变等决策的实施，并非森林不能提供生态系统服务功能（Pagiola et al. 2002），而是因为维持这些服务功能并不能获得利润，故而森林经营者对此缺乏关注兴趣（De Groot et al. 2010）。

政府已经开始寻求通过设立保护区，限制木材砍伐和准入，以及建立木材收获和森林经营的规章制度来确保森林的生态系统服务功能。但是这些实施起来是困难的，尤其是当以森林砍伐来谋求发展已经成为一种模式。同时，由于不当的政策和政府的干预措施，如通过税收优惠和政策性补贴，增加了私人的收益，导致市场失灵。在二十世纪80和90年代的巴西亚马逊河，对养牛补贴造成了大面积的毁林（Browder 1988；Binswanger 1991）。类似地，在喀麦隆，对种植园农业的奖励政策，致使大量天然林被砍伐作为商业农用地（Balmford et al. 2002）。

2.2 机遇

“绿化”林业部门带来一系列挑战的同时，也带来了机遇，主要包括：可持续的森林经营标准和指标的建立，保护区面积的增长，减少由于毁林和退化而造成的碳排放，以及对森林生态服务付费的观念正在被越来越多的人所接受。

	1990	2010
世界森林面积(公顷)	41.7 亿	40.3 亿
世界人工林面积(公顷)	1.78亿	2.64亿
	1990-2000	2000-2010
年森林净损失(公顷/年)	830 万	520 万
年森林采伐(公顷/年)	1,600 万*	1,300 万
年新增人工林(公顷/年))	360 万	490 万

表3：森林覆盖率和毁林趋势

资料来源：根据联合国粮农组织（FAO 2010）提供的数据编辑
 *在2010年最新的森林资源清查中联合国粮农组织将90年代的森林采伐估计值进行了上调。在2005年进行的森林资源清查中，90年代的森林采伐估计值是每年1,300万公顷（FAO 2005a）。

专栏三：森林转型理论

世界上人工林的面积正在不断增加。据估计，人工林每年提供12亿m³的工业原木，约占总产量的三分之二（Carle and Holmgren 2008）。预计木材生产将越来越依赖人工造林。技术的进步意味着单位面积土地产量的提高。例如，在巴西，桉树的生产能力已经突破了50 m³/公顷（FAO 2009）。基于这种进步，联合国粮农组织（FAO 2009）预测人工林产量的增长将和工业原木需求量的增长保持一致。期望这可以减轻对原始森林的压力，虽然开始转变为人工林生产时很多原始森林可能会消失。

森林转型理论（Mather 1992）和森林发展阶段论（Hyde 2005 借鉴了von Thunen提出的租用模型；Angelsen 2007结合了von Thunen和森林转型理论）对这种人工林的增长作出了解释。转型理论表明，国家最初都拥有很高的森林覆盖率，随着其发展，森林被转化为其他用地类型，尤其是农业用地。同时随着基础设施的扩建开放了森林的边界，使得木材获取和农业生产更加经济便利，进而加速了这个过程。木材逐渐稀缺，同时经济得到发展，并提供了非农业的工作机会，这些将带来一系列的改变。于是森林经营和造林得到重视，森林面积也开始再次增加。

很多发达国家和一些发展中国家都遵循着这个过程，包括正处于转变后期的哥斯达黎加。类似地，由于农业的扩张和向林区的移民，越南的森林覆盖率从1943年的43%下降到1993年的20%。此后，越南做出了很大的努力来增加森林覆盖率，并形成了一个庞大的森林恢复计划。到2009

年，越南的森林覆盖已经增加到了39%（FCPF 2010）。在越南，虽然森林恢复计划使其森林覆盖率有所增加，但是天然林依然日渐衰退（FCPF 2010）。在这种情况下，森林估值非常重要，因为它可以显示完成标准的森林转型过程所带来的经济影响。

针对不断增加的木材缺口，全球进行了市场调整，尤其是增加对木材加工过程中加工剩余物和废纸及木材产品的回收利用。虽然全球对木材和纤维的需求预计在2030年将增加两倍，但全球工业圆木的产量将缓慢增长40%（FAO 2009）。

因此，从长远角度来看，要更多考虑的并不是森林提供日益增长的木材和纤维需求的能力，而是森林继续为那些在正常经济之外依靠森林生活的人们提供生计以及继续提供非市场的生态服务功能的能力。后者在目前因无法定价而被很多管理决策者所忽略。这也提出了一个问题，就是如何改变这种森林转型模式（Angelsen 2007）。

这种发展模式无法避免，还是可以通过一系列政策改革确保更多的原始森林植被得以保存？森林转型理论和土地租用模型都没有区分不同类型的森林植被，比如原始森林和次生林，退化天然林和人工林。森林供应品如木材和纤维通过市场调整可以得到维持，但是其他宝贵的生态系统服务功能可能面临丧失的危险。

可持续的森林经营

虽然目前全球范围内还没有一致的、规范的和综合的森林经营评估，但在此方面人们已经付出了大量努力，目标是发展可持续的森林经营标准和指标，涵盖所有的优良经营方式。指标体系以森林系统的科技知识为基础，包含可持续森林经营中的经济、社会/文化、环境和制度等方面。地区的标准包括国际热带木材组织（ITTO）所制定，并已被其成员国所采用的各项标准。近来一些民间社会团体、木材企业和联盟已经发展了可持续森林经营实践和管理的指导原则。认证体系对其是否固守标准提供了一个独立的评价，而统计提供了最佳实践的程度指标，虽然缺少证书并不一定就意味着不良的经营。

目前世界有超过5%的生产性森林得到森林管理委员会（FSC）的认证，涵盖79个国家的1.33亿公顷的森林，这其中包括0.776亿公顷的天然林，0.125亿公顷的人工林以及0.433亿公顷的天然人工混交林（FSC 2010，数据截至2010年4月15日）。在拥有森林管理委员会证书的森林中，有超过80%是北部和温带森林。热带

和亚热带森林占总面积的13%，共0.168亿公顷。

其他的国际森林认证体系主要是指森林认证计划（PEFC）。2.32亿公顷的森林满足此认证计划的标准并拥有其证书，这个面积几乎是拥有森林管理委员会认证森林面积的两倍；不过一些森林同时具有这两种认证。几乎所有被森林认证计划认证的森林都属于经合组织国家，其中近一半分布在加拿大，其余绝大部分在美国、斯堪的纳维亚和巴西的热带地区（PEFC 2010）。中国也正在开发一个国家森林认证体系，并且期望能够在2011年加入森林认证计划认证体系（PEFC 2010）。

在2005年，国际热带木材组织发现其成员国的生产性森林中只有7%（2,500万公顷）被可持续地经营管理着。尽管每个国际热带木材组织成员国都在2005年推行可持续经营，3.53亿公顷的生产林也只有27%存在经营计划，3%得到认证（表4）。可持续经营的水平较低，不过与国际热带木材组织在1988年估计只有100万公顷的数字相比，可被持续经营的热带森林已经取得了相当大的进步。此外，国际热带木材组织显

专栏四：哥斯达黎加的国家生态系统服务付费计划

哥斯达黎加的生态系统服务付费方案（PSA，西班牙语）通过森林法第7575条于1996年建立，该法规对森林提供生态服务进行了认可。根据受益者付费的原则，它提出森林的拥有者应该为提供以下服务得到补偿：

■减缓温室气体排放（GHG）（减排，吸收、固定和储存碳）；

■保护水资源，以满足为乡村，城市和水电站的用水；

■保存生物多样性，为自然保护、科学研究和药用提供条件；

■为旅游业提供美丽的景观。

目前森林拥有者因多种土地经营实践而得到支付，对于除了农林复合经营以外的其他经营方式，5年内每公顷：森林保护（320美元），为水文敏感地区提供更高的补偿（400美元），被定

义为“保护缝隙”的地区（375美元），再造林（980美元），森林经营（在2003年前和从2010年后开始有效，250美元）；符合额外标准的地区的森林更新（320美元），反之（205美元）；以及农林复合经营（三年内每棵树1.3美元）。

为了给这个项目筹措资金，国家林业融资基金（FONAFIFO）通过不同渠道进行融资：国家预算中的公共资金、捐款、国际组织给予的信贷、私人基金、自筹基金和木材燃料税。并且，国家林业融资基金在2001年建立了环境服务认证（ESC），这是一个金融工具，通过它向那些愿意为森林拥有者保护森林进行补偿的公司和机构收取资金。

在1997年到2008年间，国家林业融资基金共收取2.06亿美元，平均每年为1,720万美元（Porrás 2010）。资金的大部分用于森林保护（73%），涵盖了460,000公顷的森林，签订了将近6,600份合同。

资料来源：Robalino et al. 2010

示，一些国家已经取得了显著地改善，包括玻利维亚、巴西、刚果共和国、加蓬、马来西亚和秘鲁。据国际热带木材组织分析，由于执法和管理资源长期匮乏，经过培训的员工、交通工具以及设备供应短缺，用于监测和报告森林经营状况的系统往往有限或缺乏，所以还存在很大的改善空间。

可持续经营的森林在经合组织的国家中所占比重似乎更大一些。欧盟估计它们有80%的森林被有计划地经营，并且其中90%被可持续地经营着：有很大一部分是被那些世代拥有森林的小型私营业主所经营。大多数加拿大和许多美国的生产性森林也是经过认证的。虽然在俄罗斯有一些良好的森林经营实例，但过度砍伐还是时有发生，尤其是在其远东与中国接壤的地带（Sun et al. 2008）。

很大一部分在类似国际热带木材组织评估范围以外的小规模非正式森林企业（家族森林，国有森林），也可能得到了可持续的经营管理。这可以从森林资源代代相传的长期性，以及其生产多种产品和服务得到判定。然而，除了一小部分被认证的森林，往往缺乏具体的数据。

保护区面积的增长

从环境前景看，一个很明显的良好趋势是受保护森林的面积正在增加。约有13.5%的世界森林根据国际自然保护联盟 I-VI类受到保护，其中对7.7%（约3亿公顷）规定了更多用地限制（Shhmitt et al. 2009）。受

保护森林的面积与1990年相比已经增长了9,400万公顷，其中三分之二是2000年后增加的（FAO 2010）。

在拉丁美洲，指定森林在保护范围内已成为森林可持续经营最常用的策略。据估计在拉丁美洲和加勒比海，已经有1亿公顷属于国际自然保护联盟的I-III类标准保护的森林（Robalino et al. 2010）。受保护面积从20世纪80年代开始飞速增加。在撒哈拉沙漠以南的非洲，有约占整个森林面积的5%，即3250万公顷的森林和林地，受到国际自然保护联盟I-VI类的保护，如果包含林业保留地，此数字将达到8%（Gumbo 2010）。

然而，需要指出的是，虽然受保护的森林面积显著增加，但是缺少能够强制执行保护他们的保证。受保护区域里不断消失的森林和其他自然生态系统便是一个很好的证明。在保护区内有效地执行土地和资源使用限制正在受到挑战并且很多资源正被侵占，尤其是在人口密度高的国家（Chape et al. 2005）。在保护区域内非可持续的土地利用是另一个因素（Cropper et al. 2001）。通过对拉丁美洲，非洲，中东，亚洲和东欧133个国家的调查，Strassburg 和 Creed（2009）估计只有三分之一受保护的森林是被有效的法律保护着，约占这些国家总森林面积的6%。在上述5个地区中，拉丁美洲拥有最高的受法律保护（24%）和有效的法律保护（9%）的森林比例。

生态系统服务付费和减少毁林和森林退化所致排放以及通过造林和可持续管理增加森林碳储量

基于激励机制的森林保护途径已经在过去的10到15年间出现²。其中最受瞩目的是生态系统服务付费制度，它会为森林所提供的流域保护、碳储存、休闲娱乐、生物多样性等功能而向林地所有者支付费用。此制度可用于地方项目，如，在厄瓜多尔的Pimampiro镇，政府会向当地农民（2005年为19人）按每年每公顷支付6-12美元用来保护镇上水源周围的森林和草地（Wunder and Alban 2008； Echavarria et al. 2004）；也可用于国家计划，如，在哥斯达黎加，农民按五年的合同每年每公顷被支付64美元用于保护森林的物种多样性（专栏四）。另外，全球性项目，如志愿碳补偿项目，也就是通过造林和保护树木来固定和存储CO₂。一些环境补偿项目也会考虑社会需求因素，企图说服那些贫穷和边缘化人群去加入到生态服务的行业中。例如，亚洲高地穷人环境服务奖励机制（RUPES）规划下的项目（为亚洲那些提供生态服务的山区穷人提供报酬）。

其中一项持续时间最长的全球支付方案是玻利维亚的诺埃尔·肯普夫梅尔卡多气候行动计划，该计划在1997年作为联合国气候变化框架公约的共同实施活动（AIJ）中的一个试点项目。国际和地方非政府组织联盟，一些美国能源公司还在玻利维亚的政府买下了当地木材的特许持有权，并且实施了社区发展项目，用来扩大诺埃尔·肯普夫梅尔卡多公园。通过避免毁林，该项目期望在30年间减少360万吨的碳排放（May et al. 2004）。

虽然生态系统服务付费主要针对发展中国家，但在工业国家中也有些广为人知的先例。纽约市水公用事业由于面临改善水质的需要，为该流域的农民和林地所有者保护森林并实行环境友好的农业管理措施提供补偿。结果证明此举的成本远远低于建造水过滤系统（Landell-Mills and Porras 2002）。在法国东北部，矿泉水生产商维特尔（Vittel）付费让当地土地所有者保护流域的环境（Perrot-Maitre 2006）。

直到目前，通过生态系统服务付费机制进行投资的主要驱动力是保护水域的需要。清洁发展机制（CDM）将合格的森林碳活动限制为造林和再造林。这就意味着以森林保护为基础的碳汇项目被限定在志愿碳交易市场。鉴于毁林和森林退化对温室气体排放的促进作用，这种缓解方法在国际气候谈判中被提上了议程，如“减少毁林和森林退化所致排放”（REDD）以及最近的REDD+，它把森林的保护、可持续管理、增加碳储量等活动也加入了合格项目清单³。REDD+被比作是

	非洲	亚太地区	拉丁美洲和加勒比	总数
总近天然林面积（FAO 2001，1000公顷）	208,581	226,984	788,008	1,223,573
永久森林资产面积（PFE）	110,557	206,705	541,580	858,842
百分比	53%	91%	69%	70%
永久森林资产产品	71,286 64%	135,726 66%	190,331 35%	397,343 46%
自然型生产用林				
总面积	70,461	97,377	184,727	352,565
具有管理计划	10,016	55,060	31,174	96,250
认证	1,480	4,914	4,150	10,544
可持续经营下的	4,303	14,397	6,468	25,168
可持续经营比例	6%	15%	4%	7%
人工生产性森林				
总面积	825	38,349	5,604	44,778
具有经营计划	488	11,456	2,371	14,315
认证	-	184	1,589	1,773
保护性永久森林资产	39,271 36%	70,979 34%	351,249 65%	461,499 54%
有管理计划	1,216	8,247	8,374	17,837
可持续经营下的	1,728	5,147	4,343	11,218
永久森林资产中可持续经营比例（不包括人工林）	5%	12%	2%	4%

表4：热带永久森林资产管理现状（2005，一千公顷）*

资料来源：ITTO 2006。包括除了印度以外的所有国际热带木材组织生产成员国范围内的热带永久性森林资产

*永久森林资产（PFE）是指“特定类型的土地，无论是私人还是集体，保持其永久森林植被，用于确保其对国家发展的最佳贡献”（ITTO 2006）。近天然林被联合国粮农组织（FAO 2001）定义为“有不同树木层次，林下植被覆盖超过40%，并且不存在连续草本层的森林”。

2. 生态系统服务付费（PES）也曾用于推广再造林和农林复合经营

3. 由Angelsen（2009）定义。Angelsen也指出REDD+对不同的人群意义是不同的。其中+号符合《联合国气候变化框架公约》的第二部分决议2/CP.13-11“政策方针和积极鼓励发展中国家关于减少毁林和森林退化排放议题，和在发展中国家中森林保护的地位、森林可持续管理及增强碳储量。”REDD++中的后一个+是被国际农林业研究中心推广用来包涵农林复合经营。

多层次的生态系统服务付费制度，包括工业化国家和发展中国家在改善森林保护及管理所实现减排上的资金转移，以及从国家层面向林地所有者和社区的转移（Angelsen and Wertz-Kanounikoff 2008）。虽然生

态系统服务付费不是政府依靠森林达到减排的唯一策略，但是这个策略具有重要意义。

和至今为止的以项目为基础的国际森林服务补偿机制不同，REDD+包含更多国家层面的方法，通过由单个发达国家提供资金援助到形成履行国家级承诺的集团来减少森林的毁坏和碳排放。挪威对巴西亚马逊基金的投资便是一个很好的例证，投资条件是以实现减少毁林的目标⁴。2010年挪威宣布向印度尼西亚拨款10亿美元让其按照议定措施对森林退化和采伐进行处理。

4. 参见：<http://www.regjeringen.no/en/dep/md/Selected-topics/climate/the-government-of-norways-international-/norway-amazon-fund.html?id=593978>

根据协议条款，印度尼西亚宣布暂停颁发砍伐天然林和泥炭地的新许可证，为期两年（Richardson 2010）。在世界范围内实施REDD+估计需要数百亿美元。至今，为REDD+进行的准备工作以及双边项目承诺过的资金支持已经远远超过了生态系统服务付费机制提供的资金。人们有理由乐观地相信，这种新机制可以把森林生态系统服务功能作为一个重要的可获取和转让的新资源。

3 绿色林业投资案例

如上一节所述，可持续森林经营认证、增加保护区面积的目标、声势不断增长的生态系统服务付费制度和 REDD+ 计划都有很好的发展前景。但是如果缺少对森林生态系统服务功能的充分认识（尤其是在气候谈判中），或者农业部门得不到改进，原始森林很可能无法摆脱逐渐消失的前景。虽然规定的森林保护面积将在持续增加，但是其中一大部分将不会被有效地实施。森林部门通过种植人工林和提高加工效率来满足来自市场对木材的需求，但是来自其他部门尤其是农业对天然林的压力将会持续增加，同时气候变化也会加剧。最终，生态系统服务功能将会消失。

因此我们需要通过额外的资源和政策，使土地所有者看到森林生态服务的价值得到充分体现，同时树立保护森林并摒弃采伐森林的价值观（Viana 2009）。旨在增加可持续采伐技术营利或增加植树的投资对此亦有所贡献。在这一章节里我们将回顾一系列对绿色林业投资的方案，同时认识其中的经济、社会和环境的影响。

3.1 绿色林业投资方案

如表5所示，一些私人和政府的绿色投资可以按照几种主要的森林类型（包括农林复合体）进行区分。绿色投资的目标是逆转森林面积的损失，通过保护现有的原始林面积或者更新和再造林来扩大森林的面积来实现。绿色投资也是为了改善现有森林和农林复合系统的管理来确保他们可持续提供一系列的生态服务。这些投资只有确保被保护、建立和修复的森林符合可持续经营的原则，并且能够平衡不同利益者的需求才可称为绿色投资。例如，建立一个保护区来取代依靠森林的社区，这不符合支持相关社会经济功能的原则；而且建立一个保护区并不能保证它顺利实施。同样的，如果通过大量的外部投入以及直接或间接的征用当地居民的土地，以获得更多的森林面积，可能会引起争议。

表5中直接量化了部分绿色投资，虽然地理位置和物种的不同会带来很大差异。一些公共部门的投资缺少完整的记录，特别是在控制非法采伐上的花费。

鉴于森林生态服务的社会属性，个体部门和森林土地持有者往往缺乏动力为之进行绿色投资，即使这种投资往往可为整个社会带来积极回报。因此根据情况需要公共部门为森林的生态服务直接投资，并为个体部门提供财政支持，使得绿色投资更具竞争力，并有助于防止森林出现不可持续经营，比如控制非法采伐。公共部门投资的回报来自于社会和环境的收益。投资生态基础设施的成本和收益的研究结果表明，投资回报率十分可观，其中澳大利亚积极恢复桉树林地和干燥森林的效益与成本比率高于13:1，巴西大西洋森

林恢复的效益与成本比率高于30:1（Neβhöver et al. 2009）。

森林类型	投资	
	私人*	公共**
原始森林	发展生态旅游	增加新的保护区
	私人自然保护区	提高保护区的执法
	支付土地所有者用于保护流域	支付林地所有者用于保护森林
		买断采伐特许权
自然改良森林	采伐影响的降低以及其他森林经营的改善	对改善的森林管理进行奖励
	可持续的森林经营标准认证	支持认证系统的建立
		控制非法采伐
人工林	为生产进行的造林和再造林	对造林和再造林的奖励
	提高人工林的管理	对改善管理的激励
		以保护生态功能为目的的造林
农林复合经营	扩展拥有农林复合系统的区域	对土地所有者的奖励
	改善农林复合系统的管理	I对改善管理的奖励技术扶持

* 私人也包括社区的投资

** 在这里列出的一些公共投资可能是由私人做出的，经常规模较为有限。

表5：不同森林类型的绿色投资方案

3.2 保护区投资

增加自然保护区面积和一些土地利用实践已经成为政府通过控制毁林和森林退化来确保生态系统服务功能实现的最主要方式。在一些情况下，非政府组织（NGO）对保护区进行投资。一个非常有名的例子便是保护组织通过租借林地的采伐权来获得森林的保护特许权。这种特许协议大部分由保护国际基金会带头签订，也包括其他主要的非政府组织和捐赠人的参与，现在已经在很多国家建立起来，包括圭亚那，中国，柬埔寨，厄瓜多尔和马达加斯加（Rice 2002）。私人企业在一些情况下也会对保护区进行投资，通常是因为这些地区有旅游资源或者政府部门有相应的奖励。例如，巴西政府对于留出保护区的土地所有者，将减少其土地税（May et al. 2002）。

保护区当局无论是政府、非政府组织或者私人部门，其投资都包含用于划分管理区域以及驱赶无权使用者的行政费用。对保护区土地的拥有者和使用者而言，

专栏五：保护区有效管理的成本

用于有效管理保护区的费用在1999年估计约为140亿美元，主要包括增加的管理成本（估计为60亿美元）以及对保护区内居民的补贴约为50亿美元（James et al.1999）。此外，估计200-280亿美元（Balmford et al.2002）的进一步投资，可确保各地的土地被保护比例上升至15%。假设在保护区内森林占60%，就意味着每年有效森林管理需要花费120-170亿美元。

意味着他们没有了木材的开采权，同时也放弃了农业和其他用地目的所带来的利润。这些后期的成本很少被包含进去，除非实施明确的补偿计划。

据Balmford（2002）估计，全球在保护区方面每年有65亿美元的支出，其中美国占了一半。而最新的调查显示这种支出为每年65-100亿美元（Gutman and Davidson 2007）。这些估计并没有区分保护区内的森林生态系统和其他生态系统。Mullan和Kontoleon（2008）引用Bruner等人（2003）的一项估计显示，在对保护区支出的80亿美元中大约有60%用在了林地上。这也意味着每年有将近50亿美元或者每公顷16.7美元（假设按照世界自然保护联盟的I-IV类标准）用于森林的保护。

由于缺乏足够的资金，很多保护区不能得到有效的经营管理。而且只有很少一部分资金用于补偿那些由于保护区的建立而失去使用土地和资源权利的当地百姓。保护区是森林生态服务管理至关重要的部分，但是它们应该更加注重有效实施，并与当地社区分享收益。据估计，用于保护区有效实施和对当地社区进行补偿的费用应该是目前水平的2-3倍（专栏五）。所以我们需要增加投资以合理兼顾社区利益，以及改善实施效率和缓冲区的管理。

对保护区的投资可为国家经济带来长远利益。一些国家已经建立了以自然为基础的利润丰厚的旅游产业，带来了外汇并产生了就业岗位。例如在哥斯达黎加，保护区在2001-2006年期间每年迎来超过100万的游客，在2005年产生了500万美元的门票收入，直接解决了500人的就业问题。拉丁美洲的保护区也有较高的游客量，并创造了很多相关的工作机会。例如，墨西哥的保护区每年可以迎来1,400万游客，创造了25,000个工作机会（Robalino et al.2010）。

以自然资源为基础的旅游业同样是撒哈拉沙漠以南非洲的主要经济活动，并且到访游客的增加速度也高于世界平均水平，例如2004年此地区游客的增量与世界平均水平分别为14%和10%。在维多利亚湖地区，以基于观看大猩猩以及其他活动的旅游业每年带来约

2,000万美元的收益（Gumbo 2010）。但非洲的旅游业也有人员和环境成本，增加了社区动迁，这无疑影响到了当地人们的权利和生计（Gumbo 2010）。

将森林留做保护区往往存在争议，因为这直接妨碍了更具价值的生产活动，如木材的收获和农业种植，并且可能存在着对人权和生活质量的破坏，尤其是对当地居民造成影响（Coad et al. 2008）。建立保护区的不利社会影响包括：当地社区的转移安置，传统土地所有权的改变，禁止和限制资源的使用，工作机会的丢失，农作物的破坏和家畜被屠宰等。

已有专家对不同地区受保护森林的成本支出进行研究，在地区、国家和全球的范围内考察成本和收益，但上述社会支出尚未货币量化（Balmford et al.2002；Coad et al.2008）。虽然结果不尽相同，但是很多研究结果表明全球收益以及部分情况下国家层面上的受益都高于全部的支出，其中包括对当地社区的有形机会成本。例如，对大猩猩的栖息地，非洲东部和中部的维加龙和布温迪山地森林的保护，扣除成本外还产生了正面效益，但其中大部分归于国际社会（Hatfield and Malleret-King 2004）。总的来说，大猩猩观光可带来每年2,060万美元的收益，其中53%来自国家，41%来自国际，只有6%来自当地。

Coad等人（2008）进行了六个案例的成本和收益研究，其中一个是在1991年建立的马达加斯加拉努马法纳国家公园，结果表明当地社区的机会成本约为337万美元或者每年每户39美元，远低于世界和国家层面上的收益。之前对马达加斯加曼塔迪亚国家公园（Kramer et al.1995）和肯尼亚肯尼亚山国家公园（Emerton 1998）的研究也得出了类似结果。

这些研究表明，从理论上讲，建立保护区所带来的收益可以补偿当地社区，并产生盈余。但是回顾历史，这种对社区的补偿却很少。这在绿色林业部门，对于获取全球收益以及建立补偿当地社区、并提高社区人民生活水平的再分配机制，既是挑战也是机会。

虽然建立保护区并不能确保环境保护发挥效能，而且很多保护区正在被蚕食，但是的确有实例表明值得进一步关注对保护区的投资。保护区被认为对保持现存的热带森林生物多样性具有决定性作用（Lee et al. 2007；Rodrigues et al. 2004）。对东南亚地区的一些公园和保护区的长期观测显示，其中的地方特有鸟类种类在数量和种群密度上都高于周围村子有人为干扰的地区（Lee et al.2007）。

Figureoa 和Sanchez-Cordero（2008）对墨西哥自然保护区防止毁林的效果进行了评估。他们基于保护区被转换面积占总转换面积的百分比，构建了一个效率指数。比较保护区内转换的面积和同等的周边地区的转换面积，或比较保护区和它所在的州之间变化率，结果表明54%的自然保护区对阻止土地利用和土地类型转变是有效的。

3.3 对生态系统服务付费的投资

虽然对近阶段投入到生态系统服务付费项目中的金额没有确切的统计，但是Canby和Raditz（2005）估计这部分资金约为几亿美元。其中绝大部分直接来自政府或者国际捐赠者。这些资金通过两种方式支出：一部分支付土地拥有者和森林许可证持有者由于放弃土地利用的机会成本以及用于保护土地或雇佣保护人员的费用。另一部分用于设计、建立和运行支付方案的交易成本，包括合同管理、资金管理以及资金的周转和监控。

关于最贫困群体的参与程度以及生活改善程度等方面，生态系统服务付费项目对社会和经济产生的影响是很难一概而论的（Engel et al.2008；Porras et al. 2008）。对非参与群体影响的研究实例却尤为缺乏，大部分来自于哥斯达黎加的观察实例表明，大部分收到补偿款的人会雇人实施相关的保护工作（Ortiz Malavasi et al. 2003；Miranda et al. 2003）。

哥斯达黎加和墨西哥这两个国家涉及森林保护的生态系统服务付费计划向我们展现了从参与者特点的不同所形成的明显差别，这在一定程度上反映了两个国家在土地和森林保有制度上的差异。在哥斯达黎加，大部分的土地属于私有，虽然生态系统服务付费项目在贫穷地区具有优先权，但是小型农场主的参与度并不高。在墨西哥，很大一部分森林作为公共财产属于当地社区，尽管优先地区的选择主要按照生物学物理标准，但贫困群体的利益依然得到较好的保护。在2003和2004年分别有72%和83%的资金用于和边缘化人群相关的森林。

一些地方项目虽然面积不大，例如厄瓜多尔的Pimampiro和玻利维亚的Los Negros，但得到了当地林地所有者的积极参与，部分原因是它们能够适应

当地情况（Porras et al. 2008）。例如在Los Negros，大部分的土地拥有者没有明确的土地地契，但是项目把当地对农民土地拥有权的承认作为实施的基础（Robertson and Wunder 2005）。

关于生态系统服务付费为一些拉美国家带来的民生福利的相关研究，结果不尽相同。总的来说，这些项目是受欢迎的。将机会成本以及家庭收入相比，现金补贴往往是微不足道的（Porras et al. 2008）。一些研究者由此得出如下结论：补贴更像是一种支持，承认现有的良好实践，而不是真正对土地利用变化的激励（Ortiz Malavasi et al. 2003；Kosoy et al. 2007）。

人们往往认为非经济收益更为显著，如能力建设、土地和资源保有期的加强。例如，生态系统服务付费项目可以强化资源的经营管理并加强所包含社区机构的社会协调能力（Tacconi et al. 2009）。能力建设通常被认为可从生态系统服务付费项目获益，比如厄瓜多尔Pimampiro不断增长的农业生产力（Echavarría et al. 2004）；玻利维亚的养蜂业培训每个参与者可以得到35美元（Asquith and Vargas 2007）。然而Tacconi等人（2009）认为，能力建设的实际长期影响不明确，例如不能确定新知识和新技术是否在实践中得以应用。

关于生态系统服务付费制度对减少毁林的意义同样没有定论。困难来自两个方面，其一，评估假如没有这些项目将会发生什么；其二，毁林地点的预测（Cropper et al. 2001；Nelson and Hellerstein 1997）。在哥斯达黎加，国家项目实施以后全国毁林现象显著降低。但是很多研究对两者之间的因果关系提出了质疑（专栏六）。墨西哥的国家项目也是相同的情况。目前对该项目的主要研究（Muñoz-Piña et al. 2008）发现：大部分被补贴的土地都由于其较低的机会成本而没有面临被转变的危险。在2003年，参与项目的土地只有11%面临着高和非常高的毁林危险。这个比例在

专栏六：关于生态系统服务付费对哥斯达黎加地区毁林的影响研究

在哥斯达黎加的Virilla流域，Miranda等人（2003）调查了生态系统服务付费参与者的动机，发现很多人并不是因为该计划才去保护他们的森林。主要是由于法律禁止砍伐森林，这可能影响土地拥有者的反应，他们不希望公开承认在考虑非法活动。这些反应仅代表了一个简要的简单印象。不清楚这些动机随着宏观和微观经济条件的变化会如何改变。另一项研究分析了生态系统服务付费计划中包含的土地特征。例如，在隔离的Osa半岛上发现，处于保护条约下的土地类型主要是森林，由于它位置偏远，不易进入而可能不会有被转变的危险（Sierra and Russman 2006）。

Sanchez-Azofeifa等人（2007）在国家这一级的研究中发现，在生态系统服务付费第一阶段（1997-2000），虽然年平均森林砍伐率从1986-1997年间的0.06%降到了0.03%，但是在执行与没有执行国家生态服务付费制度的地区，森林砍伐率没有显著差异。这反映出在砍伐森林压力的情况下缺乏对区域定位，也反映出了以往森林保护政策的影响，包括1997年的立法限制森林砍伐。Robalino等人（2008）在最近的研究中也发现了相似的结果，即从2000到2005年间生态系统服务付费在减少森林砍伐上亦收效甚微。每年不到1%的参与地块上的森林被无偿地砍伐。

2004年增至28%，在2005年为20%。

此研究的基本思路是瞄准特定区域提高生态系统服务付费效果的重要性。Robalino等人（2010）的研究发现，在哥斯达黎加，生态系统服务付费的效果在2000-2005年间与1997-2000年间相比有所提高，认为瞄准受毁林影响的区域以及在区域间实行有区别的补偿是两种可行的措施。这同时也意味着建立识别附加区域的项目监测、查证体系以及数据收集（包括有效的GIS数据库使用）的重要性。

生态系统服务付费的经验同时也说明，虽然在实现环境目标和确保小规模森林所有者以及边缘人群的参与性上遇到了挑战，但我们依然从中学到很多，也适应了很多。尤其是我们已经把没有正式地契的土地所有者引入此机制。最重要的措施是为目标区域引进了环境和社会标准，在各种群体中积极推广生态系统服务付费制度，鼓励其参与。社区发展计划的中介和协助机构的加入也是非常重要的（Grieg-Gran 2008）。

推广生态系统服务付费制度最大的限制是资金匮乏，所以往往停留在试点项目水平。即使是国家项目也会因缺少资源而受到限制，比如哥斯达黎加项目，可利用的资金远远不够支持申请加入此机制的项目（Porrás et al. 2008）。如果REDD+机制获得通过，可利用资金的数量将会有所改善。

然而，如果补偿计划在更大的范围或者在政府管理不力的情况下实施，必须防范部分有实力的群体瓜分利益，要加强当地社区对土地的所有权（Bond et al. 2009）。对于在REDD+机制下推广生态系统服务付费制度进行投资，必须考虑这些防范措施。

3.4 提升森林管理和认证的投资

该投资承认生产木材、纤维和能源等产品的重要性。如果管理经营得当，并不会影响森林提供其他的生态系统服务功能。此外，森林可以通过木材获取可观的回报，与其他用地类型所获取的收益具有可比性，这也是防止用地类型发生转变的一个重要因素。

从20世纪90年代开始，已经建立了多套为减少采伐带来影响（RIL）的木材收获指导原则，其目的是减少由于伐木、集材、运输给环境造成的负面影响（Putz et al. 2008）。一些减少伐木影响的要求对于木材企业意味着付出更高的成本，包括新设备、安全装置、高技术水平的管理者、减少收获面积以及利用直升机或者铁索系统对陡坡上的树木进行采伐（Putz et al. 2008）。依据规划，减少伐木影响应该减少对实用木材的浪费。人们对“减少伐木影响”计划寄予了厚望，期望它有足够的经济吸引力可在木材企业中得以实施。

由于森林的具体情况及操作情况差异较大，结果表明减少伐木影响的经济效益也存在较大差异（专栏七）。

专栏七：关于减少伐木影响的收益研究

关于提升森林经营水平的成本和收益的研究得出的结果并不一致。巴西亚马逊地区的塔帕若斯国家森林（Bacha and Rodriguez 2007）和Paragominas区域（Barreto et al. 1998）的案例研究得出了减少伐木影响具有很高收益的结论。但是Putz等人（2008）指出其他一些研究表明传统采伐具有更高收益（Healey et al. 2002）。他们认为对减少伐木影响的经济可行性做一个普适结论是不可能的，因为森林状况和实践情况的差异会对热带地区森林的营利造成不同的影响。

早期对250个减少伐木影响实例的成本研究表明，减少伐木影响的花费确实要高一点，但是比想象的要少一些。在减少伐木影响实例中，成本较高的活动是规划和采伐。其平均成本（10个案例）与传统采伐相比分别高出0.28美元/m³和0.56美元/m³（约48%）。这些实例实施以来所获取的经验，可能有助于降低减少伐木影响活动的成本并增加其收益，这点在巴西新近的研究中也得到了描述。

专栏八：加蓬森林可持续管理计划的高成本

粗略估算表明，将15,000公顷森林的特许权给当地人需要4,505,000美元的投资，其中2,850,000美元（63%）用于编制管理计划，其余部分用于各种相关研究和影响评估，其中对动物区系评估花费最高。这些还不包括管理培训以及如营业执照等方面的花费。森林可持续经营有着复杂的需求。为了制定一个森林可持续经营计划，需要森林资源清查以及与之相关的制图、森林内部测绘和评估、编制规划和过程实施等相关的高额资金投入。此外，加蓬林业法规要求实施低影响的采伐作业；工人的住宿区要按25年建造；对于相关的农业用地也必须提前开展研究。

资料来源：Gumbo 2010

减少伐木影响只是森林可持续管理标准的一个方面，同时也是应用于国家标准和自愿认证体系的一个指数，这些标准体系综合描述了良好的实践的各个方面。此外还有很多需要其它增加成本的需要，而这些是不能依靠提高效率来弥补的。

专栏九：生产者认证的成本与收益

乌干达没有认证产品的内部市场，大多数产品都要出口给其他不需要认证的非洲国家（Gordon et al. 2006）。Paschalis-Jakubowicz（2006）指出，虽然森林管理委员会认证提高了私有生产者的成本，但是这部分成本并未在波兰市场的木材价格上得以体现。在危地马拉与墨西哥，虽然政府积极鼓励在社区与工业中使用认证产品，但是认证的经济收益还未能达到期望的标准，（Carrera Gambetta et al. 2006；Anta Fonseca 2006）。在危地马拉，玛雅生物圈保护区的直接与间接认证成本估计为每年每公顷0.1-1.9美元，每年每公顷的采伐费用为8-107美元，圆木费用为4.2-52.9美元/m³。这些数据的差异很大，但也表明对于部分森林所有者而言，成本是非常高的。津贴可以一定程度上降低其成本（比如已认证的红木，每板英尺0.05-0.1美元，相当于不到10%的出售价格）。而未认证木材的价格很快就会与之持平。

在马来西亚锯木地板的补贴收益平均已经达到37%（Shahwahid et al. 2006）。Muhtaman 和 Prasetyo（2006）发现Perum Perhutani公司在印尼获得了15%的溢价，据Wairiu（2006）报道，经所罗门群岛生态林业（SIEF）认证的并通过村庄生态木材企业（VETE）销售的木材，每立方米的售价会增加。

一项南非家具行业的调查表明，虽然森林管理委员会认证并不直接产生溢价，但有助于维护现存市场与控制质量（Morris and Dunne 2003；Blackman and Rivera 2010）。

在芬兰，一项对认证木材产品与非认证木材产品的调查表明，产品认证并不能提高产品财务业绩或者导致溢价，但对于表现企业环境责任以及维护市场份额上起重要作用（Owari et al. 2006 cited in Blackman and Rivera 2010）。

来自非洲尤其是加蓬的经验表明，政府可持续森林管理（SFM）标准具有相当的挑战性（专栏八）。森林可持续管理规划成本很高，这也成为其发展的制约。

目前已形成了很多新兴机制，确保森林经营符合森林可持续管理标准并依靠森林监测跟踪系统来保证林木资源的可持续性和/或合法利用。独立的检查员对森林经营文件和实地的作业进行综合评估。目前有两个广受支持的国际途径：森林管理委员会（FSC）和森林认证认可计划（PEFC）。两者都提供产销监管链认证，跟踪来自可持续森林管理的产品，并确保它们不与其他（不可持续的）产品掺杂。该项工作具有很大挑战性，尤其是对于林木纸浆产品，因为其原材料往往是多种木材的混合。通常的方法是借助原木上的电子标签来跟踪木材产品的来源。

选择认证的企业不仅要支付为达到标准而提升管理水平所支出的费用，而且还要支付证书申请的直接或交易费用。这些成本对于小面积的森林而言是相对高昂的（Bass et al. 2001）。森林管理委员会认证的直接成本据估计为每公顷0.06-36美元，具体要根据森林面积的大小而定，因为单位成本会随着总面积的扩大而降低（Potts et al. 2010）。进入市场，特别是高端市场，是投资进行认证的主要驱动力。

Cashore等人（2006）根据4个地区（撒哈拉沙漠以南的非洲，亚太，东欧，俄罗斯以及拉丁美洲）内16个国家对森林认证的影响进行了分析。结果一致表明其社会效益良好，包括工人薪水和工作环境的改善，社区基础设施和培训的发展等。近期关于认证对相关企业的市场收益的影响研究，结果与此相悖，这也提高

了人们对地方经济可持续能力的关注（专栏九）。

很多企业（尤其在发展中和转型期国家）将认证的木材投入到当地或国家市场，但是此类产品可能更适于专门的市场。否则，认证不能显著影响其价格。非洲、东欧和拉丁美洲地区认证的相关研究也支持这一结果。但也有数据表明，亚太地区三个拥有热带森林的国家，认证带来了良好的市场效益。在其他地区（如南非和芬兰），认证也对维持现有市场份额起到了积极作用（专栏九）。

专栏九提供了一些实施认证所带来的正面和负面成本效益比的案例。

目前发达国家各种规模的森林经营活动以及发展中国家的大型营林企业（多经营人工林）都采用了森林认证制度。经过认证的十大森林都不在热带地区，而且只有少部分认证森林是由社区经营的（FSC 2010）。这些都反映出在满足当地的社会标准、解决热带林地所有者和经营者的不稳定权利以及财产、资金、技术和市场等方面所面临的挑战（Bass 2010）。

然而，事实证明这些挑战也是可以克服的。墨西哥拥有逾700,000公顷的天然森林由社区经营，并得到森林管理委员会认证，它们位于33个社区，林分面积从56至252,000公顷不等。其中大部分（26个）占地不超过20,000公顷（Robalino et al. 2010）。坦桑尼亚的Mpingo保护项目中的社区森林于2009年得到了森林管理委员会团体认证，项目中的一个乡村社区Kikole村在2010年1月出售了世界上第一批经森林管理委员会认证的非洲黑木（FSC 2009）。

普遍观点认为，认证制度往往被那些原本就经营良好的木材企业所采用。认证分布的地理格局也支持这一观点，即认证过的森林大部分（森林管理委员会认证中有80%）集中在温、寒温带地区（FSC 2010）。Van Kuijk等人（2009）总结了有关森林认证对生物多样性的影响，虽然没有确凿的证据，但是他们认为实施认证的森林管理实践对生物多样性是有益的。这些实践措施包括：减少影响采伐，保护河岸缓冲带，皆伐中保留部分树木，在森林经理单元中留存部分保护区以及保留生物多样性廊道。研究结果显示任何形式的采伐都会对很多物种及生态系统造成负面影响，强调保护区和生产区混合共存是很有必要的。

更新的综述中(Zagt et al. 2010)表明，认证有助于保持热带地区生物多样性。由于涉及到热带地区被认证的森林面积有限以及热带森林认证所面临行业外的压力，森林认证制度还面临较多问题。

总而言之，很多实例表明，发展中国家生产者能接受到额外的补贴并带来正面的社会效益，但是在热带和亚热带地区推广森林认证的缓慢步伐暗示着扩大规模还需得到更多支持。关于环境影响方面的意义表明森林认证还存在巨大发展潜力，但对认证的投资需要综合考虑保护具有高保存价值的森林，控制非法采伐和其它行业政策的配合。

3.5 人工造林投资

人工造林的投资有很多形式，包括采用乡土物种的森林恢复、速生高产人工林的营造等。或者，旨在推进生态恢复和生态服务功能的森林恢复，如中国的退耕还林计划（专栏十），而这并不排除木材和燃料的使用。通常对造林和再造林进行区分⁵。

从历史上看，政府是人工造林的主要资助者，通常提供总支出的75%（Canby and Raditz 2005）。这在中低收入国家尤其具有重要意义，这些国家的政府调动大量的资金来增加国内的木材供应，为工业提供便宜木材，并减缓天然林所面临的压力（Canby and Raditz 2005）。在1994年到1998年间，全世界对人工林的补贴共为350亿美元，其中300亿美元用于非经合组织国家（van Beers and de Moor 2001；Canby and Raditz 2005）。

在巴西，以生产（纸浆和木炭）为目的的工业原料人工林种植通过国家政府财政得到了提高（Viana et al. 2002）。现在通过扩大再造林来提供生态服务。例如在圣保罗州的皮拉西卡巴（Piracicaba），当地负责供水的部门为当地的农民提供幼苗和技术帮助以保护和恢复水岸带森林（Porras et al. 2008）。很多国家已开始对恢复红树林进行投资以提高海岸带的防护功能。

5. 造林指的是在多年（清洁发展机制的规则要求超过50年）没有森林覆盖因而不被作为林地的土地上的植树造林。再造林指的是在新近（在过去50年内）被砍伐或其它因素原来的森林不复存在的林地上的植树造林行为。

专栏十：中国的造林：坡地退耕还林计划

退耕还林计划始于1999年，目标是在2010年前把黄河、长江流域中关键区域内的1,470万公顷易受侵蚀的坡地农田转变为森林（Bennett 2008）。其中包括440万公顷坡度超过25度的农田。另一目标是在同样面积的荒地上造林。总投入高达每年430万美元（Porras et al. 2008）。到2003年末，已经有720万公顷的农田被转变为森林，492万公顷贫瘠荒地被绿化（Xu et al. 2004）。2006年底，转换的农田面积已经达900万公顷（Chen et al. 2009）。比起1980年到2000年期间退耕还林面积仅为120万公顷，当前有了显著的进步（Bennett 2008）。

植树造林的成本和投资回报率与树种、地理位置以及是以生产还是保护为目的的有关。土地机会成本和土地价格的不同也会导致总成本的差异（van Kooten and Sohngen 2007）。表6给出了各种成本的变化。按照表6中成本的范围和每年500万公顷的增速，目前在扩大森林面积上的投资水平在每年12.5亿到400亿美元之间。

私人对以生产为目的的人工林进行投资，其回报率是相当高的。根据Cubbage等人（2009）对基于外来物种的工业原料人工林财政可行性的估计，除去土地成本，外来树种人工林的回报率在几乎所有南美国家都非常可观，包括巴西、阿根廷、乌拉圭、智利、哥伦比亚、委内瑞拉和巴拉圭等，达到了15%的内部回报率甚至更高。然而人工林的公共激励记录还很少见，同时还存在地点的错误选择、非优良遗传品质的使用、管护水平低以及地点距离市场太远等问题（Bull et al. 2006；Cossalter and Pye Smith 2003）。地区和国际市场的变化同样也对回报率有重要影响。上世纪90年代末和本世纪的前几年世界市场压低的木材价格使菲律宾小型林场主的人工林的利润收益机会为零（Bertomeu 2003）。

关于再造林带来的社会影响还存在争议，尤其是当私人企业大规模种植人工林。因为这涉及到征地、收回当地社区对共有森林的使用权、把认为退化或低价值的共有森林或者用来生产食物的土地转变成人工林（WRM 2008a）。另一些观点承认这些问题，但是指出人工造林在某些地区可为当地的贫民带来利益。Garforth、Landell-Mills 和 Mayers（2005）强调在南非，人工林直接或间接地为小型加工、零售及其它配套产业提供就业岗位，估计国家约有7%的人口依赖人工林。Bull 等人（2005）指出在南半球广泛承包人工林计划及艾滋病社会计划、教育和工作培训都是人工造林带来的益处。Garforth等（2005）强调需要加大投资提高当地交易能力，促进这些计划的发

活动	地点	成本 (/公顷)	参考文献
桉树林恢复	澳大利亚东南部	285欧元 (天然更新为主) - 970欧元 (人工造林恢复)	Dorrrough and Moxham 2005 Neßhöver et al. 2009
退化林分恢复	大西洋森林, 巴西	2,600欧元	Instituto Terra 2007
红树林造林	泰国	8,240美元外加118美元/年维护费	Sathirathai and Barbier 2001
为木材和碳固持的再造林	哥斯达黎加	1,633美元	基于生态系统服务付费计划支付980美元/公顷 (Robalino et al. 2010) 占总成本的60% (Miranda et al. 2004)
为木材和碳固持的再造林	厄瓜多尔	1,500美元	Wunder and Albán 2008
造林	印度各地区	413美元 (2001年的价格), 为21个研究的25个范围在12-755美元估计值的平均值。	Balooni 2003
工业原料人工林	马来西亚的萨巴州 (大叶相思树)	921-1,052美元 (2001年的价格)	Chan and Chiang 2004
工业原料人工林	南半球、中国和美国的平均值-主要树种	957美元	排除土地成本, 用8%的贴现率 (Cubbage et al. 2009)
	乌拉圭 (桉树)	500美元	
	美国 (花旗松)	1,300美元	
	哥伦比亚 (松树和桉树)	1,800美元	

表6: 造林和再造林的成本

展, 最终摆脱贫困。

社区或者小农进行的小规模造林存的争议较少, 因为这是一种减少贫困的重要谋生手段。印度的一些农民已经依靠此类项目成为木材的重要供应者 (Saigal 2005)。很多造林计划是以提供生态系统服务功能 (特别是碳封存) 为目标的。虽然一些案例得出了正面研究结论, 例如在哥斯达黎加 (Miranda et al. 2004) 和厄瓜多尔 (Wunder and Alban 2008), 但长期的农民利益和能力建设仍引起人们越来越多的关注。在中国, 坡地退耕还林计划在早期受到农民的欢迎是因为政府给予的补贴大于农业损失 (Xu et al. 2004)。然而, 在五个省的调查发现相当大比例 (7%-77%) 的农民补贴存在着不足额现象 (Uchida et al. 2005; Xu et al. 2004)。

再造林和造林带来的环境影响相差很大。人工林引起争议主要是由于对水和化肥的大量需求, 还有外来树种和转基因树种的引进等问题。外来树种的单一种植受到普遍的批评 (WRM 2008)。人工林生产木材对减缓天然林压力具有较大潜力, 但它们的可持续性经常停留在景观水平而没有形成人工林水平, 即把人工林地段与生物和文化重要性较低的地区相互镶嵌, 形成块状混交, 从而使其作为一个整体景观来提供各种产品和服务。

即使植树造林是为了保护而不是以生产为目的, 很大程度上取决于项目执行的方式。越南的红树林种植项目因为其环境效益而广受称赞。其中有110万美元的

投资用于12,000公顷红树林的种植 (由志愿者实施) 和保护, 但是每年却为海堤的维护节省730万美元 (Neßhöver et al. 2009)。相比之下, 菲律宾的红树林修复计划结果却不尽人意, 因为树木种植选择了不合适的地方而导致成活率很低 (Neßhöver et al. 2009)。

同样, 中国的坡地退耕还林工程虽然依靠在大面积的土地上种植树木而卓有成效, 但成活率低且缺乏技术支撑 (Bennett 2008)。此计划在中国干旱地区的适用性同样受到质疑。据估计 (Zhang et al. 2008), 在中国西南部的亚高山地区, 造林会减少9.6%-24.3%的产水量, 具体取决于物种类型和气候状况。另一项研究 (Sun et al. 2006) 应用了简化的水文模型对中国的不同地区进行了分析, 估计每年因造林而造成的产水量减少更高, 在北方半干旱黄土高原地区为50%, 南部热带地区为30%。

综上所述, 为确保木材的充足供应, 个人投资再造林对于绿色林业具有一定的意义, 但是这需要维持在景观管理范围内, 且不应该代替天然林或者其他用于生产粮食的土地。人工林的规模经济, 尤其是高产、速生、单一树种将被市场力量促使其扩张。但激励机制常常导致天然林被人工林取代。清洁发展机制也局限于造林和再造林, 不利于发展中国家天然林的管理。正如Bull等人 (2005) 所强调, 对人工林种植的补贴应该引向促进森林生态系统服务功能以及社会的发展需要。这要求政府的施政平衡倾向于那些能提供多种生态服务的人工林。认证体系继续为人工林 (包括高产的人工林) 提供标准是很重要的, 因为只有这样,

农林复合系统的类型	地点	回报率/与传统耕作方式相比	参考文献
林牧	中美洲和南美洲	4-14%	Pagiola et al. 2007
	秘鲁亚马逊	短期比轮作农业回报低，长期较之回报高	Mourato and Smith 2002
三个层次： 1) 果树，2) 香蕉，木 瓜，柠檬3) 香料	孟加拉北部	农林复合经营比传统的耕作（无论包括或不包括家庭劳力成本）更具收益性，并且风险低	Rahman et al. 2007
混合农林复合经营，木 材，园艺，农业-15年 后进行木材收获	南孟加拉国的 吉大港山区道	农林复合每单位土地年回报率在1, 5, 9, 13年比 轮耕回报低，但在其他年回报比之高。农林复合 在15年后以10%的贴现率拥有更高的净现值	Hossain et al. 2006
等高植物篱	东米沙鄢群 岛，菲律宾群 岛	通过土壤保持和增加产量可以使农业收益每户平 均增加53美元即全部收入的6%。但是小于土地和 劳力的机会成本。排除农场收益如薪材和饲料以 及长期和外部收益	Pattanayak and Mercer 1998
化肥树休耕	赞比亚	5年以上30%的贴现率，农林复合比没有矿物肥料 的玉米连续种植收益更高	Ajayi et al. 2006
旋转林地	坦桑尼亚	农林复合有每公顷388美元的净现值，为传统玉米 耕作的六倍	Franzel 2004 cited in Ajayi et al. 2006

表7：相比于传统农业，农林复合业的回报率

才可以鼓励最好的经营实践，同时不使天然林的可持续管理受到影响。

3.6 农林复合业投资

农林复合的实践范围广阔，正如最近的一个评估报告中给出的定义（Zomer et al. 2009）：“农林系统包括从以牲畜为基本的林-牧型到家庭式种植园、木材生产型农场、各种林-农间种系统，再到具有广泛多样的生物物理条件和社会生态特性的生物物质人工林。这一概念也包括树木在景观水平上的作用，例如养分在森林到农场间循环，或社区对燃料、木材、或生物质的依赖等。”

据估计（Zomer et al. 2009），如果把10%的林木覆盖率作为阈值，那么现今约有10亿公顷的农田可以被称为农林复合系统。如果把30%的林木覆盖率作为阈值，那么农林复合的面积为3.75亿公顷，数量依然可观。根据此文献的观点，除了北非和西亚，树木是其他地区农田景观中不可缺少的一部分。农林复合在中美、南美和东南亚地区相当重要，这些地方拥有长期经营传统和科学的农林复合经营新模式，不过农林复合系统在非洲很大部分面积的土地上得到实施。

和造林一样，农林复合系统的成本和回报率因地段、物种和经营管理方式的不同而有所差异。联合国粮农组织引用了由Current和Scherr（1995）对中美和加勒比地区农林复合实践的研究，发现在2/3的案例里，农林复合的净现值和劳动回报高于其他生产实践方式。

一些近期研究对不同地区的农林复合经营系统和传统农业系统的收益率进行了对比，如表7所示。结

果与Current和Scherr（1995）得到的结论是一致的，但显示出时间跨度、贴现率和利益范围对结果的重要性。在关于如何提高农林复合经营收益性的研究中，人们得到了类似的结论，也就是要在早期进行较高的投入。这也成了对其进行推广的主要障碍。

一项联合国粮农组织对农林复合效益的研究（FAO 2005b）总结了很多复合经营对农民的有利影响，包括额外的收入来源、为牲畜提供饲料、提供固氮树种作为薪柴和绿肥，这些本来需要农民购买。同时，复合经营能供应广泛的产品，保证一年中的各个时期都能获得收入，因此也降低了农民的风险，并确保了短期、中期以及长期的积累效益。

一项对农林复合项目支付情况的研究，为我们提供了一些补贴农林复合经营产生好的社会影响的证据。2004年哥斯达黎加在引入实施国家生态系统服务付费项目的同时，额外引进了认为可以实施的农林复合项目（Cole 2010）。参与调查的农民中大部分（78%）收入有所提高。这些不是由出售收获的木材得到的，而是除去种植和维护支出后剩余的。这对当地的社区至关重要，因为他们对自给农业很依赖，并且很少有获得外来收入的机会。然而，农民通常会把造林看作是下一代的存储账户而很少看到短期利益。虽然通常认为支付手段可以有效消除初期的经济和技术障碍，但是能力建设和当地团体的强大支持仍然非常重要。

许多项目和计划促进了农林复合的推广，因为其可带来重要环境效益。替代刀耕火种计划（ASBP）表明，无论是混合耕作还是单一耕作，以树木为基础的农业系统都具有巨大的碳封存潜力，部分原因是因为其减少了土壤耕作扰动，进而减少了土壤矿化；另一部分原因是有许多植被垂直层的作用。据估计，在印尼，苏门答腊的橡树农林系统中有116t/ha的碳

储量，其中45%储存于不受干扰的天然林中（254t/ha）；然而在持续耕作的木薯地中，只储存了39t/ha的碳(Tomich et al. 2001)。联合国粮农组织总结了农林复合带来不同类型的环境收益。苏门答腊具有多元化农林系统的家庭，相比耕种大米的农民，对保护区收获的林业产品的依赖更少(Murniati et al. 2001)。据估计，在美国植树作为防风林会极大提高农作物的产量，例如，冬小麦产量可增加23%(Kort 1988)。近年来，在哥伦比亚、哥斯达黎加和尼加拉瓜，由全球环境基金(GEF)资助的针对退化的牧场的林牧计划，提供的激励机制可以促进农林生态系统环境效益(专栏十一)。

总的来说，农林生态对农民收益具有重要意义，与单纯农业相比，可提供碳封存、减少地表水沉降，维护更广泛的生物多样性等间接效益。但证据表明农民需要财政与技术援助来实现向现代农林复合形式的转型。对激励机制的投资与长期提供技术支持能有效地推进农林复合系统的发展。

专栏十一：补贴对林牧经营模式的影响

在美洲和哥伦比亚，用于在养牛中采用林木经营模式，共向农民投资了450万美元。支付金额依据环境服务评分系统的结果确定的。

关于这项计划在哥伦比亚的金迪奥实施情况的研究显示，支付四年后，参与者和对照组存在显著差异(Rios and Pagiola 2009)。在对照组中只有13%的土地面积经历过土地利用的变化，这种变化的作用使环境服务得分增加7%。相比之下，对参与支付方案者将用地类型改变的比例增加到了44%，环境服务得分增加了49%。尼加拉瓜的

里约布兰科的林牧计划也得出了相似的结论(Rios and Pagiola 2009)。

虽然与水有关的服务并不是支付方案的重点，但是也发现了一些积极的影响。在哥伦比亚金迪奥的林牧计划监测了上游的水质并发现，在采取河岸重新植树造林并且防止牲畜进入的措施后，水的浊度、生化需氧量以及大肠杆菌群都得到显著下降(Pagiola et al. 2007)。

4 绿色林业投资模型

本节中，我们将探讨前文中所述的两种投资策略在全球水平上的影响，包括私人投资再造林以及公共投资对禁止毁林进行补偿。两者都可减缓气候变化，并将成为2012年后国际气候协议的一部分。

4.1 绿色投资情景

根据千年研究所为绿色经济报告开发的全球模型，绿色投资情景（G2）将全球GDP的0.034%用于2011-2050年间的再造林以及禁止毁林和保护森林的激励机制⁶。这相当于年均投资400亿美元（以2010年美元价格计），其中54%（220亿美元）直接用于再造林，46%（180亿美元）用于禁止毁林。

上述投资相当于20世纪90年代经济林可持续经营方面投入的数量级，每年约330亿美元（Tomaselli 2006），也相当于近年来禁止毁林措施的实施成本，最低为每年50-150亿美元（Stern 2007；Grieg-Gran 2006），最高为每年170-280亿美元（Kindermann et al. 2008）。禁止毁林措施的实施成本也与3.2节中对有效管理受保护森林所需资金（每年120-170亿美元）的估计值相符（Balmford et al. 2002）。

6. 与森林有关的投资占GDP的0.034%，是绿色投资方案G2的一部分，G2方案中全球GDP的2%用于一系列重点行业的绿色转型。G2中2%是附加在现有的全球GDP中的，而在另一个方案BAU2中，按照传统模式的趋势同样分配了额外的2%的全球GDP，因此两个方案结果通常具有可比性。在林业部门，BAU2与BAU方案之间没有显著的差异，后者也是一种常规经济方案，但没有额外投资（详情参见模型章节）。因此，绿色投资方案（G2）可与BAU相比较，后者也是模型对常规经济未来趋势的预测。

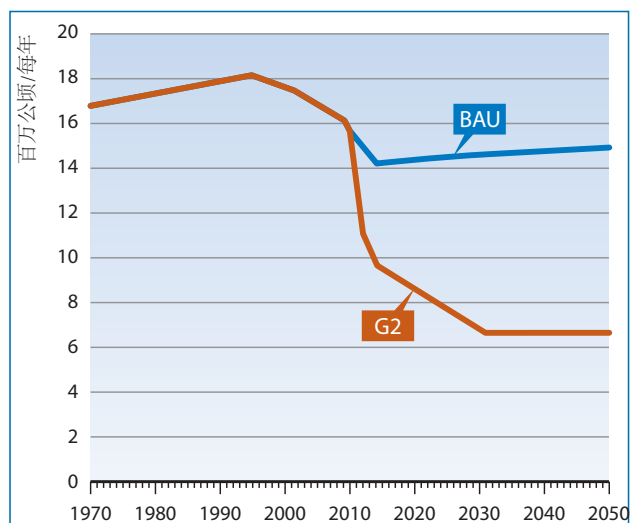


图2：绿色情景G2中减少毁林情况

4.2 基线情景：常规情景

模型中，林业部门的基线情景即常规情景（BAU），反应了自1970年以来的历史趋势，并假定直至2050年，政策或外部条件没有发生根本变化。在BAU情景中，预测结果表明森林覆盖率将稳步下降，从2010年的39亿公顷降至2050年的37亿公顷。森林碳储存也将由2009年的5,230亿吨降至2050年的4,310亿吨。预计2010-2050年间，林业部门对全球GDP和就业的贡献每年将增长0.3%，到2050年将创造9,000亿美元和2,500万个就业机会。这与1990年到2006年间林业部门的增长率一致（FAO 2009）。

4.3 减少森林采伐的投资

假设禁止毁林的成本开始是每公顷1,800美元，到2050年此成本将提高到每公顷2,240美元。该假设以每公顷作物生产全球平均附加值，加上每公顷森林产品的附加值（以2010美元价格计）为基础，后者表示森林产品未被获取或砍伐而保存的机会成本。这种估算机会成本的方法与其他方法有所不同（e.g. Grieg-Gran 2006；Borner et al. 2010），其他研究常把几年内扣除贴现费用的农业收入现值和木材活立木蓄积价值加在一起，但其结果在大多数估计的范围之内⁷。它被认为是对机会成本的一种较高的估计，因为在许多地区，把森林

7. 它相当于购买土地的成本，或用来弥补放弃的年度土地收益而进行年度支付的成本（如生态系统服务付费计划），此收益在合理的期限内（30-50年）以适当的利率贴现。

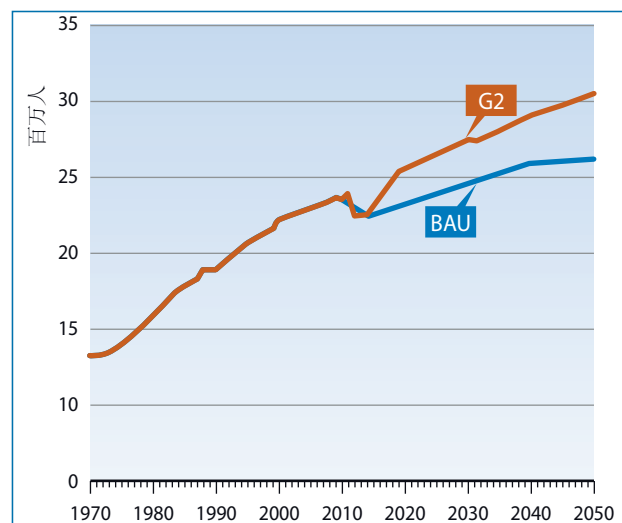


图3：绿色情景G2和常规情景BAU中的就业情况

转换成小农农业、用来种植生计作物和饲养牲畜所得到的收益远低于每公顷1,800美元。该估计更适用于较高价值的土地利用类型，如种植油棕榈（参见Grieg-Gran 2006；Chomitz et al. 2006；Borner et al. 2010）。

然而，支付方案的设计和管理成本，即所谓的业务费用是相当高的，特别是在发展中国家和偏远的林区。虽然哥斯达黎加和墨西哥的国家生态系统服务付费计划的管理成本低于总成本的10%（Wunder et al. 2008），但对巴西亚马逊州的Bolsa Floresta计划的分析表明，其管理成本所占比例较高，占40%左右（Viana et al. 2009）。这个模型中采用了足够高的成本金额来包括业务费用。

这项向森林土地所有者投资的范围逐渐扩大。到2030年每年增加676万公顷，2003-2050年期间每年增加666万公顷。如图2所示，实际上年均森林砍伐率的减少量略高于50%，这与减少50%森林砍伐成本的研究结果一致（Stern 2007；Eliasch 2008；Kindermann et al. 2008）。

4.4 造林投资

哥斯达黎加的国家生态系统服务付费计划每公顷支付给农民980美元（Robalino et al. 2010），包括60%的安置成本（Miranda et al. 2004）。根据哥斯达黎加的国家生态系统服务付费计划的再造林成本，我们假定植树造林的成本为每公顷1,630美元。如表6所示，这在我们所考虑的再造林类型的人工林生产的成本范围内。这个模型探讨了土地所有者人工造林的所有成本，而不是使这样一种土地利用更具竞争力的奖励支付。平均投资将足以支付每年960万公顷或40年内共3.86亿公顷的再造林成本。

4.5 减少毁林和造林投资的影响

表8列出了绿色投资情景对经济和环境的影响。在短期内，减少森林砍伐将导致林业部门的附加值下降（木材、木材加工、纸浆和造纸），因此附加值在2013年将比基准情景低1.7%；就业在2013年比基准情景低2%。然而，这并没有考虑到减少碳排放量产生的经济价值和对其他部门的经济影响，比如减少森林砍伐将有利于旅游业的发展。从长远来看，随着人工造林面积的增加，以传统森林为基础的产业附加值将增至

10.4万亿美元，比基准情景高19%。同时还伴随着就业的增长，世界范围内就业机会将从2,500万增加到3,000万，高于基准情景20%（图3）。

投资对环境的影响主要体现在对天然林面积和森林（天然林和人工林）总面积的影响，在绿色投资情景中，2050年天然林面积比在BAU情景中增加了8%，而森林总面积较BAU情景增加了21%，较目前森林面积增加了14%。这有利于维持生物多样性、增加碳储量和减少温室气体排放。投资通过改善农业生产力有益于森林面积的增长（见“农业”章），因为农业生产所需的土地面积减少，留出的土地可用于造林和再造林，这也意味着天然林压力得到缓解。

上述预测表明在林业部门增加绿色投资具有发展潜力。但是，这很大程度上取决于投资方式，以及政策体制背景。如上所述，再造林项目并不总是有利于经济、社会和环境。对避免砍伐森林进行的少量投资的案例，主要包括哥斯达黎加和墨西哥的国家生态系统服务付费计划，很难证明其投资成本具有高效益。虽然可以借鉴已有的经验教训，所模拟的大规模投资项目更具挑战性。由于设计方面的限制，这种全球预测并不能准确反映热带国家和非热带国家之间、高森林覆盖率国家和低森林覆盖率国家之间、高收入和低收入国家之间的差异。但是，它们可以指出在适当的政策和体制条件下，全球范围内可以实现的目标。

2050年重要森林指标	BAU	G2
天然林面积	33.6亿公顷	36.4亿公顷
毁林率（公顷/年）	1,490万公顷	666万公顷
造林面积	3.47亿公顷	8.5亿公顷
森林总面积	37.1亿公顷	44.9亿公顷
森林碳储量	4,310亿吨	5,020亿吨
附加值总额	9,000亿美元	14,000亿美元
就业	2,500万	3,000万

表8：2050年绿色情景G2和常规情景BAU*中的森林状况

*见脚注6。

5 促成条件

增加投资需要依靠改善森林管理水平、机构和政策改革等方面的支持（UNFF 2009）。通过一系列促成条件，我们可以促进私营部门和林业群体对森林可持续管理、下游产业活动进行投资，支持公共部门的投入并确保其价值得以实现。

本节将讨论几个重要的促成条件，包括森林管理和政策改革、对业内外造成森林损失的不当行为的处理、信息技术在表征森林资产中的应用等。

5.1 森林管理和政策改革

改革的基本要求是，国家层面上良好森林管理制度的到位，并要求其建立在国家对森林损失的经济、社会和体制等诱因进行具体分析的基础上。这种良好的管理制度包括为国家森林的发展以及以森林为基础的经济创造美好前景，使森林能够可持续地、公平地提供所有生态系统服务。还应有一个政策框架，使私人财产和社区需求与国内外的公共物品相平衡，保证个人和公共决策的森林生态系统服务功能价值，同时建立明确的机制激励良好的实践并抑制不良做法。此外，还包括透明、安全和公平的森林资源使用权利和分配机制，尤其是对依赖森林为生的社会群体，如土著民族。国家良好管理制度的基本因素（法治、结社自由、尊重产权和立法机构负责等）是至关重要的。

在操作层面上，良好的森林管理制度包括森林管理法规、相关准则、指标和标准体系，支持从单纯的合法性到可持续经营的转变。还包括森林利益相关者的参与，特别是贫困群体和土著居民。此外，还包括透明的可访问的数据库，记录利益相关者森林使用的问责机制，以及对应的激励和惩处机制。同时还应包含给特定森林生态系统服务合理定价的生态补偿、财政以及其他手段，确保所收取的服务费用可以反映效益。最后，良好的森林管理制度应包括能力建设、实施步骤，帮助利益相关者不断提升森林管理水平。

5.2 打击非法伐木

非法伐木问题很严重。据估计，2008年国际贸易中，非法来源木材产品的价值约为85亿美元。非法或不可持续木材产品的生产成本低，未申报税收和特许权使用费，且定价低于市场价格，如果大量生产这些产品，那么可持续生产的木材产品将失去市场竞争力。由于大部分的非法木材产品没有进入国际贸易，而在生产国内部消耗，因此生产国政府打击非法伐木的行动可具有杠杆效应。同时，那些进口木材产品的国家政府和支持林业及木材产品制造的金融机构也可以发挥重要作用。

1998年举行的八国集团会议提出请人们注意非法采伐，发起了一项重要的国际政策计划，其影响力仍在不断扩大，虽然未能完全抵制非法采伐，但已大大减少此类行为。随后的政府间协定，特别是由世界银行协调的森林执法和管理（FLEG）计划，帮助人们提高了对非法采伐的认识，并达成一项协议：“所有出口和进口林产品的国家共同承担采取行动消除非法采伐森林及相关贸易的责任”⁸。

进口国通过以下措施逐渐排除其市场中的非法产品：设立边境机构禁止非法产品进口；采用公共采购政策创建并保护合法产品的市场；积极采用法律制度打击涉及非法商品进口的企业；通过提供信息以及鼓励进口、加工和零售企业控制其供应链。美国是第一个禁

专栏十二：欧盟对合法木材产品的许可制度

欧盟许可制度是依据与生产国之间的自愿伙伴关系协议建立的，自愿伙伴关系协议在每个国家设立许可制度，识别合法产品以及许可它们进口到欧盟。因此无牌的产品可能是非法的，将被拒绝进入欧盟。这些协议包括：设立发牌制度的能力建设援助，提高执法能力，在必要的情况下进行法律改革，对牌照发放的有效性进行独立审查，以及通过木材保管链验证行为合法性。自愿伙伴关系协议的影响尚未可知。最早的两个协议分别是与加纳（2008年9月）和刚果共和国（2009年3月）签署的，由于签署时间短，还没有表现出任何明显的影响。由于开发发牌制度估计需要2年的时间，直到2010年末，第一批森林执法、管理与贸易许可的木材才能进入市场。与喀麦隆、中非共和国、马来西亚、印度尼西亚和利比里亚的谈判也正在进行中（Brack 2010）。

止进口和销售非法采伐木材的国家，要求申报木材其品种和原产地，对木制品沿用“雷斯法案”。欧盟根据自愿伙伴关系协定（VPAs）建立许可制度（专栏十二），自愿伙伴关系协定是指依照森林执法、管理与贸易（FLEGT）行动计划与合作出口国谈判。

8. 2005年“圣彼得堡宣言”，欧洲和北亚FLEG部长级会议，参见：http://194.84.38.65/files/specialprojects/enafleg/25dec_eng.pdf

这些举措能否成功将取决于它们的普及范围，以及如何封堵规避责任的机会（如通过第三国贸易）。最近一项对非法采伐趋势的研究（至2008年，Lawson and MacFaul 2010）强调了这一点。这项研究指出，非法来源木材产品的采伐和贸易已经有所减少，虽然进口国所采取的措施发挥的作用相对较小。虽然可以预计森林执法、管理与贸易和雷斯法案在未来的影响，但主要挑战是通过第三方加工国家出现的非法来源木材产品，特别是中国。作者指出，加工国家的政府没有采取足够的行动来打击非法伐木（Lawson and MacFaul 2010）。

更大范围的进一步改善需要发展中国家转变森林管理制度，使更多利益相关者参与森林资源的分配；以及制定法律，使有关森林和木材采伐的法律更具合法性（如5.1中所强调）。奖励（支持森林可持续管理中的技能培训、独立核查和政府采购优惠政策）和惩罚（加强法律和对非法采伐和营销的执法力度）都是必要的。随着谈判的进行，自愿伙伴关系协议已把伙伴国的民间社团列入其中，消费国采取的措施可能有利于促进治理得到更广泛的改善（Brack 2010）。

5.3 激励绿色投资

投资森林应以保护现有原始森林为目标，并通过更新和再造林增加森林面积，改善现有不同类型森林的管理，还可以增加农林复合系统的数量。以上目标都对特定投资者具有吸引力，如农业投资者可投资复合农林业，旨在建立食品及其他市场的长期经营能力。越来越多的证据表明，管理良好的森林可以吸引一些谋求长远发展和安全的私人投资（如养老基金，以及特殊载体，如森林债券）。最近，社会证券交易所以及企业与政府间的伙伴关系显示了社会对本地林业管理投资的乐观前景。

然而，由于一些森林生态系统服务具有公益性质，通常没有足够的吸引力来使企业和森林林地所有者进行森林绿色投资。当投资对整个社会有积极回报的情况下，才能确保公共部门的投资：直接提供森林生态系统服务；给私营部门提供财政奖励，使绿色投资具有竞争力，防止森林非可持续经营。森林可持续经营的核心是国家竞争力的硬性检验，以及支撑生产森林生态系统服务财政奖励的有效机制，特别是针对全球公共产品（GPGs）。

一项主要激励措施是公共木材采购，其在一些进口国家已经产生了显著的影响，对私人采购政策也产生一系列连锁效应。包括英国在内的6个欧盟国家已经建立起采购制度（专栏十三）。这样的公共采购制度在欧盟的公共开支（占GDP的16%-18%）下有了实现的动力。它们的区别体现在以下方面：是否区分合法和可持续的类别；是否包括社会规范；如何核查非认证的进口商品等。日本、新西兰，以及欧盟和美国一些地方政府也有木材公共采购政策。虽然政策还有待改

进，但这已是一个良好的开端。

另一个激励来自主要投资者，如国际金融公司和大型私有银行，他们负责相关控制并对森林可持续投资实行具体政策。大多投资者已经停止对非可持续林业和森林工业的投资，并要求对所有森林投资进行相关认证（HSBC 2008）。一些金融机构跟随非政府组织的领导，如热带森林协会、雨林联盟和木材标志协会（Wood Mark），建议推广一种循序渐进的方法改善经营，以全面认证作为最终目标。这更像是一个具有吸引力的商业提议，其挑战程度要小于经常要求的森林可持续管理完全认证。例如汇丰银行，允许用5年时间完成认证（HSBC2008）。

5.4 营造公平的竞争环境：财政政策改革和经济手段

森林与其说是一个部门，不如说是一种资源，支持着其他部门及人们的生活和生计，例如能源部门（低成本木材进入能源市场）和农业部门（森林可持续供应食物，同时也是可清算的资产）。有利于林地竞争活动的政策措施和从中产生的产品需求会破坏保护可持续经营森林的努力。矿业和基础设施项目，由于优先考虑它们对政府财政收入的贡献，会直接造成毁林，开放边远地区也会对森林产生间接影响。政府监管部门和支持此类项目的金融机构可以通过调查为其选址、建造和运营实践提供重要建议，从而减轻对生物多样性的影响。

一些国家政府和金融机构正在积极推动生物多样性的补偿机制，以确保生物多样性丰富的地区通过其他地方恢复森林的保护行动来抵消或减少风险，如在资本发展项目中不可避免减少的热带森林。利益相关者的广泛参与也是十分重要的，试问：哪些供应需求因子（包括特定商品和服务）将使市场和治理制度走向环境无

专栏十三：英国的木材采购政策

英国中央政府的木材采购政策一开始要求森林产品来源必须合法（所有政府合同必须遵从）。可持续林业的要求本来是可选的，但从2009年起就成为强制性的，尽管是以对森林执法施政与贸易国家免税6年的形式（CPET 2010）。

英国政策认可森林管理委员会H和森林认证计划，同时成立了一个独立的第三方木材专业仲裁机构（CPET）来给承包商提供建议等⁹。

9. 参见：<http://www.cpet.org.uk/evidence-of-compliance/category-a-evidence/approved-schemes>.

专栏十四：巴西对畜牧业的财政支持

一项关于巴西畜牧业的研究表明畜牧业与林业政策的协调是一项新的挑战。巴西国家发展银行（BNDES）的财政支持对畜牧业的发展起了显著促进作用。其中大部分资金用于购买家畜，不到6%的资金用于牧场改良。然而，巴西政府农业研究机构（EMBRAPA）的研究指出，畜牧业、饲料和管理的改善，使得在减少35%草场面积的同时也有可能增加42%的牲畜数量（与2006年相比）。1985年到2006年期间，巴西亚马逊流域的牧场面积增加了44%，同时也造成了大量毁林现象，这对REDD有重要的启示：重新调整政府支持牧场改良的政策方向可以加强控制森林砍伐和恢复森林覆盖。

资料来源：Smeraldi and May 2009

害、公平和更具竞争力的方向？如果广泛运用，哪些因子会相互支持，并且可能导致杠杆效果？生态系统方法可以作为评估潜在利弊和部门与利益相关者之间协同作用的框架。

对森林面积而言，最重要的影响因子是农业。在20世纪80-90年代的大部分时间里，农业补贴导致农耕养殖成为毁林的最大原因，同时由于补贴常常被大农户夺得，这也造成农民之间的不公平现象。随着方案结构的调整，在许多发展中国家，对关键农业的投入正在减少或逐步停止，比如对化肥的补贴。然而，农业仍然是大多数低收入国家发展的引擎，是国家和国际确保粮食安全努力的重点，特别是应对最近的粮食价格上涨。因此，如果补贴投入以外的手段使得投资者对农业的青睐仍超过林业，这并不奇怪，特别是通过水分配系统、降低灌溉费用以及扩建基础设施和道路等方式。如今，受政府大力支持的生物燃料对于天然林也带来了新的压力。

要实现经济发展和粮食安全的目标，完全取消对农业的支持是不现实的。农林复合是增加农业和林业两个部门之间协同作用的一种手段。REDD等机制提供了保护森林的激励机制，但如果仍然以与森林政策不协调的方式去补助农业，这种机制将会被破坏。我们应该设法寻求使农业和林业相辅相成的方式（专栏十四）。农业章节阐述了可持续农业的投资类型，既满足世界粮食需求，也支持保护天然林并可以增加森林面积。

5.5 改善森林资产信息

与农业或其他行业相比，要确定森林以及森林生态系统服务的相对优先次序，政府需要更深入地了解森林现存量、流量及成本效益分布等相关信息。这不仅仅包括树木计数及面积测量，还应包括森林生态系统服务功能的大小、价值和质量评估。要做到这一点，需要能处理复杂数据的信息技术，这些信息技术可以提供森林资源和森林生态系统服务功能的地标属性信息。森林生态系统服务功能涉及的经济、社会和环境效益信息可通过监测和统计分析获取，并采用多指标变量分析作为决策依据。森林信息处理要根据已有的经验发展到一定规模的应用，这样国家对生态系统服务的现存量及流量、以及哪些人获益有一个准确的估计。经过认证的森林生态系统服务市场也需引入相关信息技术，并改善公共支出的审查情况。

目前，对区域、国家、特别是全球范围内的生态系统服务作价值评估具有相当高的不确定性，这反映了生物物理方面的信息不足，这些信息与森林类型及其管理状况有很大的关系，还反映了迄今所做的大多数研究的空间异质性。森林生态系统服务研究需要公共支持以减少信息空白，并完整记录林业对下游的经济、生计和社会发展的影响。增加生态系统服务功能方面的知识很有必要，这能确保在更广泛的决策中认识到森林的全部价值。尤其对于平衡森林和供水之间关系做决策时需要更多信息。

5.6 REDD+，绿色林业的催化剂

目前，没有明确和稳定的全球制度来吸引投资全球公共产品（GPGs），并确保这些产品生产方式的有益、高效和公平。然而，这样的制度是必不可少的，它能平衡财务与管理，有利于长期的、可持续的森林管理。与单纯的木材生产相比，全球公共产品管理开辟了与森林有关的新型就业、生计和收入类型，包括在管理上与当地社区建立伙伴关系。我们需要建立一个标准，支持符合地方利益与全球利益的合作生产，还要建立一套当地森林有效控制制度，以确保民生福利的实现和成本收益的公平分配。

通过清洁发展机制和REDD+机制制定的森林调节气候服务付费制度为国家和土地所有者获取森林生态系统服务价值提供了大量机会。生态系统服务付费的经验为发展有效、公平的REDD+机制提供了宝贵的经验。然而我们需要做大量的工作，来解决额外问题，那就是确保这样的支出旨在保护森林和增进一些在不支付情况下就不会发生的良好经营活动¹⁰。这对现有的生态系统服务付费制度具有一定的挑战。

10. 额外问题旨在提高有效性。

然而，这种做法对于那些已经对森林采取保护行动的国家 and 土地拥有者是不公平的。确定有关森林排放的参考水平也有挑战性（来自那些如果没有REDD+机制，将不会被保护的森林），因为这不一定与国家制定的发展计划相符，也不一定依据国家法律是否允许森林转变来决定。虽然评估毁林、森林退化和计量森林碳储量的技术改进有望，但是确定未来排放水平的参考标准需要进行政治谈判（Bond et al. 2009）。

哥本哈根的COP方法指南是依据国家历史排放所制定的REDD+参考排放水平（UNFCCC 2010）。如何将此达成协议，既需要林业国家更好的了解不同协议的影响，也需要实用的制度承认对保护森林和改善森林管理所作的现有努力。

要建立保障制度来保护那些依赖森林生活的人群的权利，特别是传统意义上的权利，而非正式法律制度所规定的权利，要确保承担REDD+计划成本的人们，从土地和资源管理制度中享受适当的利益分享。要为小规模的生产者和当地社群制定具体范例模式。就保护区来说，REDD+计划的长期效益和效率关键取决于当地利益相关者的利益能否得到保障。作为准备活动和工程设计标准的一部分，志愿碳交易市场的某些项目演示着如何在工程层次上解决公平问题，如气候社区与生物多样性联盟的项目。在国家 and 国际层面，基于绩效方法（在双边协议中得到推广）的支付方式采用了一个更广泛的绩效概念：不仅包含减排，同时也考虑公平和地方共同利益。

6 总结

了解和计量森林提供的全方位服务功能是林业在绿色经济中最重要的任务。例如，现在人们普遍认为，将热带森林是作为一个优先管理的重要生态系统对其积极保护，是减少全球碳排放的成本最低的方式。虽然植树造林可以抵消森林碳排放，人工林可以满足日益增长的木材需求，但是原始森林的消失是不可挽回的。对林地需求的竞争，尤其是来自农业的竞争，很可能导致毁林的继续。因此，林业部门以外的政策措施（至少与林业部门内部的措施同等重要，如农业补贴政策）和创新政策制度（充分发挥两部门间的协同作用）具有重要意义。

我们有理由乐观，但是实现绿色林业仍需继续努力。各种标准和认证计划为实现森林可持续经营提供了良好的基础，但要广泛采纳还需有强的执行力，并保证政策和市场保持一致、相互配合。虽然建立保护区从一开始就存在争议，但它仍是防止重要生态系统和生物多样性永久丧失的一个重要方案。保护区的有效性和公平执法方面仍然存在挑战。新兴的生态系统服务付费制度和REDD+机制为绿色林业的投资提供了一个雄心勃勃的新途径。然而，它们与现有的标准、认证制度和保护区网络之间的相互衔接还需要进一步跟踪监测，确保它们的实施，并能够吸收以前的经验。

虽然在模拟实验中，为阐明目标，林业的绿色投资焦点集中在减少毁林和增加人工林面积上，但实际投资应综合考虑森林的可持续管理、生态系统服务付费和REDD+计划、人工造林、复合农林业和现实保护区等方面。由于森林蓄积量的增长和恢复需要较长的时

间，绿色林业投资可能会在短时间内付出一定的代价，如减少人们的收入和就业。所以无论从国家还是国际方面，对社区的补偿计划是必不可少的。

国家面临着一项抉择，是让森林转型自然发展，还是改变林业经济以维持森林多种产品并使其生态服务功能价值增加且长期持久。在转型发展的早期阶段，森林的管理倾向于使其获益。然而，瑞典、芬兰、加拿大及其他国家示范了森林在高收入国家是如何发挥可持续作用的。这些国家保护森林并没有抑制财富创造和劳动力市场，相反，与许多经济部门建立的前向关联带来了大量投资从而增加就业和创造财富的机会。同时，这些部门也从森林提供的可再生、可循环利用、可生物降解产品中获益，并以相对低的成本提供诸如生物多样性、健康和娱乐等方面的服务，具有非常显著的公共利益。

森林生态系统服务付费制度（如，碳和生物多样性）在大胆选择有利于森林生态基础设施投资政策的国家具有良好的发展前景，特别是对于那些低收入和中等收入的国家。但这些国家还尚未有足够的资源投资于现代化的森林工业。保护森林用以维持生物多样性和减少碳排放不需要集约化管理投入，但它们需要监督和保护，以及稳定的金融机制。与之相对，在成本巨大或利益不确定的情况下持续盘剥森林资产的做法再也站不住脚了。

参考文献

- Ajayi, O.C., Akinnifesi, F.K., Mullila-Mitti, J., DeWolf, J.J., and Matakala, P.W. (2006). "Adoption of agroforestry technologies in Zambia: Synthesis of key findings and implications for policy". Paper presented at the Agricultural Consultative Forum (ACF) Policy and Stakeholders' Workshop, 7 December 2006, Lusaka, World Agroforestry Centre.
- Angelsen, A. (2007). Forest cover change in space and time: Combining the von Thünen and forest transition theories. World Bank Policy Research Working Paper 4117, February.
- Angelsen, A. and Wertz-Kanounnikoff, S. (2008). "What are key design issues for REDD and the criteria for assessing options?" in A. Angelsen (ed.) Moving ahead with REDD: Issues, options and implications. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Angelsen A. (2009). Introduction in Angelsen A. with Brockhaus, M., Kanninen, M., Sills, E., Sunderlin, W. D. and Wertz-Kanounnikoff, S. (eds.) Realising REDD+ national strategies and policy options. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Anta Fonseca, (2006). "Forest certification in Mexico." in Cashore, B et al., (eds.) Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries. Report Number 8. Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Applegate, G.B. (2002). "Financial costs of reduced impact timber harvesting in Indonesia: Case study comparisons." in Enters, T., et al. (eds.), International conference proceedings on applying reduced impact logging to advance sustainable forest management, Kuching, Sarawak, Malaysia. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- Asquith, N. and Vargas, M.T. (2007). "Fair deals for watershed services in Bolivia". Natural Resource Issues, No 7. International Institute for Environment and Development. London.
- Bacha, C.J.C. and Rodriguez, E.L.C. (2007). "Profitability and social impacts of reduced impact logging in the Tapajós National Forest, Brazil – A case study". Ecological Economics, 63, pp. 70-77.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., and Turner, R. K. (2002). "Economic reasons for conserving wild nature". Science, 297, pp. 950-953.
- Balooni, K. (2003). "Economics of wastelands afforestation in India, a review". New Forests, 26, pp. 101-136.
- Barreto, P., Amaral, P., Vidal, E., and Uhl, C. (1998). "Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia". Forest Ecology and Management, 108, pp. 9-26.
- Bass, S. (2010). Global overview of sustainable forest management approaches. Background paper for the Forests chapter, Green Economy Report.
- Bass, S., Nussbaum, R., Morrison, E. and Speechly, H. (1996). Paper farming: The role of plantations in the sustainable paper cycle. No. 5, Towards a Sustainable Paper Cycle Sub-Study Series, IIED, London.
- Bass, S., Thornber, K., Markopoulos, M., Roberts, S., and Grieg-Gran, M., (2001). Certification's impacts on forests, stakeholders and supply chains. Instruments for sustainable private sector forestry series. IIED, London.
- Bennett, M.T. (2008). "China's sloping land conversion program: Institutional innovation or business-as-usual?" Ecological Economics, Vol. 65, Issue 4, pp. 699-711.
- Bertomeu, M.G. (2003). "Smallholder maize-timber agroforestry systems in Northern Mindano, Philippines: Profitability and contribution to the timber industry sector". Paper presented at the International Conference on Rural Livelihoods, Forests and Biodiversity, 19-23 May, Bonn, Germany.
- BEST. (2009). Malawi: Biomass energy strategy study. A report prepared for the Government of Malawi (GoM). The EU, Brussels, Belgium.
- Binswanger, H.P. (1991). "Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon". World Development, Vol. 19, Issue 7, pp. 821-829.
- Blackman, A. and Rivera, J. (2010). The evidence base for environmental and socioeconomic impacts of 'sustainable certification'. Discussion Paper 10-17, Resources for the Future, Washington D.C., USA.
- Bond, I., Grieg-Gran, M., Wertz-Kanounnikoff, S., Hazlewood, P., Wunder, S., and Angelsen, A. (2009). "Incentives to sustain forest ecosystem services: A review and lessons for REDD". Natural Resource Issues, No. 16. International Institute for Environment and Development (IIED), London, with CIFOR, Bogor, Indonesia, and World Resources Institute, Washington D.C.
- Börner J., Wunder S., Wertz-Kanounnikoff, S., Rüginitz Tito, M., Pereira, L., and Nascimento, N. (2010). "Direct conservation payments in the Brazilian Amazon: Scope and equity implications", Ecological Economics, Vol. 69, Issue 6, pp. 1272-1282.
- Brack, D. (2010). Controlling illegal logging: Consumer-country measures. Briefing paper. Chatham House, London.
- Browder, J.O. (1988). Public policy and deforestation in the Brazilian Amazon in Repetto, R. and Gillis, M. (eds.), Public policies and the misuse of forest resources. Cambridge University Press. pp. 247-297.
- Bruinsma, J. (2009). "The resource outlook to 2050. By how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050?" Technical paper from the Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Bruner, A., Hanks, J. and Hannah, L. (2003). "How much will effective protected area systems cost?" Presentation to the Vth IUCN World Parks Congress, 8-17 September, Durban, South Africa.
- Bull, G.Q., Bazett, M., Schwab, O., Nilsson, S., White, A., and Maginnis, S. (2006). "Industrial forest plantation subsidies: Impacts and implications", Forest Policy and Economics, Vol. 9, No. 1.
- Canby, K. and Raditz, C. (2005). "Opportunities and constraints to investment: Natural tropical forest industries". Forest Trends, Washington D.C.
- Carle, J., and Holmgren, P. (2008). "Wood from planted forests a global outlook 2005-2030", Forest Products Journal, Vol. 58, Issue 12, pp. 6-18.
- Carrera Gambetta, F., Stoian, D., Campos, J.J., Morales, J., and Pinelo, G. (2006). "Forest certification in Guatemala." in Cashore, B. et al. (eds.) Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries. Report Number 8. Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Cashore, B., Gale, F., Miedinger, E., and Newsom, D. (eds.) (2006). Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries. Report Number 8. Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Chan, H.H. and Chiang, W. C. (2004). Impact of incentives on the development of forest plantation resources in Sabah, Malaysia in Enters, T., and Durst, P. (eds.) What does it take? The role of incentives in forest plantation development in Asia and the Pacific, RAP Publication 2004/27, Asia-Pacific Forestry Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- Chape, S., Harrison, J., Spalding, M., and Lysenko, I. (2005). "Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets". Phil. Trans. R. Soc. B, Vol. 360, pp. 443-455.
- Chen, X. D., Lupi, F., He, G.M. and Liu, J.G. (2009). "Linking social norms to efficient conservation investment in payments for ecosystem services". Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), Vol. 106, pp. 11812-11817.
- Chomitz, K., Buys, P., De Luca, G., Thomas, T.S., and Wertz-Kanounnikoff, S. (2006). At loggerheads? Agricultural expansion, poverty reduction and environment in tropical forests. The World Bank, Washington, D.C.
- Coad, L., Campbell, A., Miles, L. and Humphries, K. (2008). The costs and benefits of forest protected areas for local livelihoods: A review of the current literature. Working Paper, revised 21May, UNEP-WCMC.
- Cole, R.J. (2010). "Social and environmental impacts of payments for environmental services for agroforestry on small-scale farms in southern Costa Rica". International Journal of Sustainable Development & World Ecology, Vol. 17, No. 3, pp., 208-216.
- Cossalter, C. and Pye-Smith, C. (2003). Fast-wood forestry – myths and realities. Center for International Forestry Research, Jakarta, Indonesia.
- Costello, C. and Ward, M. (2006). "Search, bioprospecting and biodiversity conservation". Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 52, Issue 3, pp. 615-626.
- CPET. (2010). "Executive summary of UK government timber

- procurement advice note.” Central Point of Expertise on Timber. Available at: <http://www.cpet.org.uk/files/TPAN%20April%202010.pdf>.
- Cropper, M., Puri, J. and Griffiths, C. (2001). “Predicting the location of deforestation: The role of roads and protected areas in North Thailand” , *Land Economics*, Vol. 77, No. 2.
- Cubbage F., MacDonagh, P., Balmelli G., Rubilar, R., de la Torre, R., Hoeflich, V., Murara, M., Kotze, H., Gonzalez R., Carrero, O., Frey, G., Koesbandana, S., Morales Olmos, V., Turner, J., Lord, R., Huang, J., and Abt, R. (2009). Global forest plantation investment returns. XIII World Forestry Congress, Buenos Aires, Argentina, 18-23 October.
- Current, D. and Scherr, S. (1995). “Farmer costs and benefits from agroforestry and farm forestry projects in Central America and the Caribbean: Implications for policy” . *Agroforestry Systems*, 30, pp. 87–103.
- De Groot, R. et al. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation in TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations.
- Dorough, J. and Moxham, C. (2005). “Eucalypt establishment in agricultural landscapes and implications for landscape-scale restoration” . *Biological Conservation*, 123, pp. 55-66.
- Echavarría, M., Vogel, J. Albán, M., and Meneses, F. (2004). The impacts of payments for watershed services in Ecuador. Emerging lessons from Pimampiro and Cuenca. Markets for Environmental Series Report No. 4. IIED, London.
- Eliasch, J. (2008). The Eliasch Review – climate change: Financing global forests. UK Office of Climate Change.
- Emerton, L. (1998). Mount Kenya: The economics of community conservation. Community conservation in Africa Paper No. 6, Institute for Development Policy and Management, University of Manchester.
- Engel, S., Pagiola, S., and Wunder, S. (2008). “Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues” . *Ecological Economics*, Vol. 65, No. 4, pp. 663-674.
- FAO. (2001). Global forest resources assessment 2000, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. (2005a). Forest resources assessment 2005, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. (2005b). State of the world’ s forests 2005, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. (2009). State of the world’ s forests 2009, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. (2010). Global Forest Resources Assessment 2010, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at: www.fao.org/forestry/fra2010
- FCPF. (2010) Readiness Preparation Proposal (R-PP) Socialist Republic of Vietnam. Forest Carbon Partnership Facility, World Bank, Washington D.C. Available at: <http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/sites/forestcarbonpartnership.org/files/Documents/PDF/Oct2010/Viet%20Nam%20draft%20R-PP%20Oct%202010.pdf>
- Ferraro, P. (2002). “The local costs of establishing protected areas in low income nations: Ranomafana National Park, Madagascar” , *Ecological Economics*, Vol. 43, Issue 2, pp. 261-275.
- Figuroa, F., and Sánchez-Cordero, V. (2008). “Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico” . *Biodiversity Conservation*, 17, pp. 3223–240.
- Franzel, S. (2004). “Financial analysis of agroforestry practices.” in Alavalapati, J.R.R., and Mercer, D.E. (eds.), *Valuing Agroforestry Systems*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 9-37.
- FSC. (2009). Forest stewardship council milestones annual report 2009. Forest Stewardship Council, Bonn, Germany.
- FSC. (2010). Global FSC certificates: Type and distribution. Forest Stewardship Council, Bonn, Germany.
- Garforth, M., Landell-Mills, N. and Mayers, J. (2005). “Plantations, livelihoods and poverty.” in Garforth, M. and Mayers J. (eds.) *Plantations, privatization, poverty and power: Changing ownership and management of state forests*. Earthscan, UK and USA.
- Geist, H.J., and Lambin, E.F. (2002). “Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation” . *Bioscience*, Vol. 52, Issue 2.
- Gordon, E., Eba’ a Atyi R., Ham, C., Polycarp Musimani Mwima, Eilu, G., Biryahwaho, B., Gombya-Ssembajje, B., Njovu, F. and Cashore, B. (2006). Forest certification in Sub-Saharan Africa in Cashore, B., Gale, F., Miedinger, E., and Newsom, D. (eds.) *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. Report Number 8. Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Grieg-Gran, M. (2006). The cost of avoiding deforestation. Background paper for the Stern Review of the Economics of Climate Change. IIED, London.
- Grieg-Gran, M. (2008). Equity considerations and potential impacts on indigenous or poor forest-dependent communities. Background Paper No.9 for Bond et al. 2009 op cit.
- Gumbo, D. (2010). Regional review of SFM and policy approaches to promote it – Sub-Saharan Africa. Background Paper for the Forests chapter, Green Economy Report.
- Gutman, P. and Davidson, S. (2007). A review of innovative international financial mechanisms for biodiversity conservation – with a special focus on the international financing of developing countries’ protected areas. WWF-MPO Washington D.C., October 2007. Available at: <http://www.cbd.int/doc/meetings/pa/wgpa-02/information/wgpa-02-inf-08-en.pdf>
- Hatfield, R. and Malleret-King, D. (2004). “The economic value of the Virunga and Bwindi Mountain Gorilla protected forests: Benefits, costs and their distribution amongst stakeholders” . Paper presented at the “People in Parks: Beyond the Debate” conference, March 2004. International School of Tropical Forestry, Yale University.
- Healey, J.R., Price, C., Tay, J. (2000). “The cost of carbon retention by reduced impact logging” , *Forest Ecology and Management*, 139, pp. 237–255.
- Hope, C., and Castillo-Rubio, J. (2008). A first cost benefit analysis of action to reduce deforestation. Background paper for Eliasch Review, op. cit.
- Hossain, M.A., Alam, M.A., Rahman, M.M., Rahaman, M.A., and Nobil, M.N. (2006). “Financial variability of shifting cultivation versus agroforestry project: A case study in Chittagong Hill Tracts.” *International Journal of Agriculture and Biology*, Vol. 8, No. 1.
- HSBC. (2008). Forest land and forest products sector policy. HSBC, Available at: http://www.hsbc.com/1/PA_1_1_S5/content/assets/csr/080905_forest_land_and_forest_products_sector_policy_summary.pdf
- Hyde, W.F. (2005). Limitations of sustainable forest management: In an economics perspective. Chapter 9. in Kant, S. and Berry, R. (eds.) *Institutions, Sustainability, and Natural Resources*. Vol. 2 *Institutions for Sustainable Forest Management Series*, Springer, The Netherlands.
- IEA. (2007). Key world energy statistics 1973 & 2005. International Energy Agency, Paris.
- IIED. (2003). Valuing forests: A review of methods and applications in developing countries. Environmental Economics Programme, International Institute for Environment and Development, London.
- Instituto Terra. (2007). Restoration of the Atlantic Forest (Mata Atlântica), cited in Neßhöver et al. 2009.
- ITTO. (2006). Status of tropical forest management 2005. ITTO Technical Series No. 24. International Tropical Timber Organization, Yokohama, Japan.
- James, A.N., Gaston, K.J., and Balmford, A. (1999). “Balancing the earth’ s accounts. Commentary” . *Nature*, Vol. 401, September.
- Killmann, W., Bull, G.Q., Schwab, O., and Pulkki, R.E. (2002). Reduced impact logging: Does it cost or does it pay? in Enters, T., Durst, P.B., Applegate, G.N., Kho, P.C.S., and Man, G. (eds.) *Applying Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management: International Conference Proceedings (26 February to 1 March 2001, Kuching, Malaysia)*, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/AC805E/Ac805E00.pdf>
- Kindermann, G., Obersteiner, M., Sohngen, B., Sathaye, J., Andrakso, K., Rametsteiner, E., Schlamadinger, B., Wunder, S., and Beach, R. (2008). “Global cost estimates for reducing carbon emissions through avoided deforestation” , *Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)*, Vol. 105, No. 30, pp. 10302-10307.
- Kort, J. (1988). “Benefits of windbreaks to field and forage crops” . *Agriculture, Ecosystems and the Environment*, 22/23, pp. 165–190.
- Kosoy, N., Martinez-Tuna, M., Muradian, R. and Martinez-Alier J. (2007). “Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America.” *Ecological Economics*, 61, pp. 446–455.
- Kozak, R. (2007). Small and medium forest enterprises: Instruments of change in the developing world. Rights and Resources Initiative, Washington, D.C.
- Kramer, R.A., Sharma, N., and Munasinghe, M. (1995). Valuing tropical forests: Methodology and case study of Madagascar. Environment Paper No. 13, The World Bank: Washington, D.C.
- Landell-Mills, N., and Porras I. (2002). Silver bullet or fools’ gold: A global review of markets for forest environmental services and their impacts on the poor. International Institute for Environment and Development

(IIED), London.

Lawson, S., and MacFaul, L. (eds.) (2010). *Illegal logging and related trade: Indicators of the global response*. Chatham House, London.

Lebedys, A. (2007). Trends and current status of the contribution of the forestry sector to national economies. A paper prepared for the FAO work programme component on financing sustainable forest management. 1990-2006 Working paper: FFSM/ACC/08.

Lee, T. M., Sodhi, N. and Prawiradilaga, D. (2007). "The importance of protected areas for the forest and endemic avifauna of Sulawesi (Indonesia)". *Ecological Applications*, Vol. 17, Issue 6, pp. 1727-41.

Mather, A. (1992). "The forest transition". *Area*, 24, pp. 367-379.

May, P.H., Veiga, F., Denardin, V., and Loureiro, W. (2002) in Pagiola, S., Bishop, J. and Landell-Mills, N. (eds.), *Selling forest environmental services market-based mechanisms for conservation and development*. Earthscan Publications, London.

May, P.H., Boyd, E., Veiga, F., and Chang, M. (2004). Local sustainable development effects of forest carbon projects in Brazil and Bolivia. A view from the field. International Institute for Environment and Development (IIED), London.

Miranda, M., Porras, I.T., and Moreno, M.L. (2003). The social impacts of payments for environmental services in Costa Rica. A quantitative field survey and analysis of the Virilla watershed, IIED, London.

Miranda, M., Porras, I.T., and Moreno, M. (2004). The social impacts of carbon markets in Costa Rica: A case study of the Huetar-Norte region, IIED, London.

Morris, M., and Dunne, N. (2003). "Driving environmental certification: Its impact on the furniture and timber products value chain in South Africa". *Geoforum*, Vol. 35, Issue 2, pp. 251-266.

Mourato, S. and Smith, J. (2002). Can carbon trading reduce deforestation by slash-and-burn farmers? Evidence from the Peruvian Amazon in Pearce, D.W., Pearce, C., and Palmer, C. (eds), *Valuing the environment in developing countries: Case studies*. Cheltenham: Edward Elgar: 358-376.

Muñoz-Piña, C., Guevara, A., Torres, J.M., and Braña, J. (2008). "Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results." *Ecological Economics*, Vol. 65, Issue 4, pp. 725-736.

Muhtaman, D., and Prasetyo, F. (2006). "Forest certification in Indonesia." in Cashore, B. et al. (eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. Report Number 8. Yale School of Forestry and Environmental Studies.

Mullan, K., and Kontoleon, A. (2008). Benefits and costs of forest biodiversity: Economic theory and case study evidence. Final Report, June.

Murniati, Garrity, D.P., and Gintings, A.N. (2001). "The contribution of agroforestry systems to reducing farmers' dependence on the resources of adjacent national parks". *Agroforestry Systems*, 52, pp. 171-184.

Nair, C.T.S., and Rutt, R. (2009). "Creating forestry jobs to boost the economy and build a green future". *Unusylva*, Vol. 60, No. 233. pp. 3-10. Available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1025e/i1025e02.pdf>

Nelson, G.C., and Hellerstein, D. (1997). "Do roads cause deforestation? Using satellite images in econometric estimation of land use." *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 79, Issue 2.

Neßhöver, C., Aronson, J. and Blignaut J. (2009). Investing in ecological infrastructure in TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers.

Openshaw, K. (1997a). Malawi: Woodfuel Production, Transport and Trade; A Consolidated Report. Report prepared for the Government of Malawi. Alternative Energy Development (now part of the International Resources Group), Washington, D.C.

Openshaw, K. (1997b). Malawi: Biomass Energy Strategy Study. Report prepared for the World Bank by Alternative Energy Development (now part of International Resources Group), Washington, D.C.

Openshaw, K. (2010). "Can biomass power development?" Gatekeeper, 144, April, International Institute for Environment and Development (IIED), London.

Ortiz Malavasi, R., Sage Mora, L.F., and Borge Carvajal, C. (2003). Impacto del programa de pago por servicios ambientales en Costa Rica como medio de reducción de pobreza en los medios rurales. RUTA, San José, Costa Rica.

Owari, T., Juslin, H., Rummukainen, A., and Yoshimura, T. (2006). "Strategies, functions and benefits of forest certification in wood products marketing: Perspectives of Finnish suppliers". *Forest Policy and Economics*, Vol. 9, No. 4, pp. 380-91.

Pagiola, S., Bishop J., and Landell-Mills, N. (2002). "Market-based mechanisms for conservation and development." in Pagiola, S., Bishop, J. and Landell-Mills, N. (eds.), *Selling Forest Environmental Services Market-*

Based Mechanisms for Conservation and Development. Earthscan Publications, London, UK.

Pagiola, S., Ramirez, E., Gobbi, J., De Haan, C., Ibrahim, M., Murguetio, E., and Ruiz J.P. (2007). "Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua". *Ecological Economics*, Vol. 64, Issue 2, pp. 374-385.

Paschalis-Jakubowicz, P. (2006). "Forest certification in Poland." in Cashore, B. et al., (eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. Report Number 8. Yale School of Forestry and Environmental Studies.

Pattanayak, S., and Mercer, D. E. (1998). "Valuing soil conservation benefits of agroforestry: Contour hedgerows in the Eastern Visayas, Philippines." *Agricultural Economics*, 18, pp. 31-46.

Pearce, D.W. (2001). "The economic value of forest ecosystems." *Ecosystem Health*, Vol. 7, Issue 4, pp. 284-296.

PEFC. (2010). Statistical figures on PEFC certification. Information updated on 31 December 2010, Available at: <http://register.pefc.cz/statistics.asp>.

PEFC. (2011). Forest certification progresses in China. Available at: <http://www.pefc.org/news-a-media/general-sfm-news/news-detail/item/695-forest-certification-progresses-in-china>

Perrot-Maître, D. (2006). The Vittel payments for ecosystem services: a "perfect" PES case? International Institute for Environment and Development (IIED), London.

Porras, I., Grieg-Gran, M., and Neves, N. (2008). All that glitters: A review of payments for watershed services in developing countries. International Institute for Environment and Development (IIED), London.

Porras, I. (2010). Fair and green? The social impacts of payments for environmental services in Costa Rica. International Institute for Environment and Development (IIED), London.

Poschen, P. (2003). "Globalization and sustainability: The forestry and wood industries on the move - social and labour implications." *European Tropical Forest Research Network News*, Autumn/Winter pp. 43-45.

Potts, J., van der Meer, J., and Daitchman, J. (2010). The state of sustainability initiatives review 2010: Sustainability and transparency. International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg, Canada and the International Institute for Environment and Development, (IIED), London.

Putz, F.E., Sist, P., Fredericksen, T., and Dykstra, D. (2008). "Reduced-impact logging: Challenges and opportunities". *Forest Ecology and Management*, 256, pp. 1427-1433.

Rahman, S.A., Farhana, K.M., Rahman, A.H.M.M., and Intiaj, A. (2007). "An economic evaluation of the multistrata agroforestry system in Northern Bangladesh". *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, Vol. 2, Issue 6, pp. 655-661.

Rausser, G. and Small, A. (2000). "Valuing research leads: Bioprospecting and the conservation of genetic resources". *Journal of Political Economy*, Vol. 108, Issue 1, pp. 173-206.

Rice, R. (2002). Conservation concessions: our experience to date. Conservation International. Presented at the annual meetings of the Society for Conservation Biology, Canterbury, UK.

Richardson, M. (2010). "Indonesia moving to reduce forest loss, warming emissions". *Japan Times*, 21 June. Available at: <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/eo20100621mr.html>

Rios, A., and Pagiola, S. (2009). Poor household participation in payments for environmental services in Nicaragua and Colombia, MPRA Paper No. 13727, Available at: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/13727/>

Robertson, N., and Wunder, S. (2005). Fresh tracks in the forest: Assessing incipient payments for environmental services initiatives in Bolivia. CIFOR.

Robalino, J., Pfaff, A., Sanchez, F., Alpizar, C. L. and Rodriguez, C.M. (2008). Deforestation impacts of environmental services payments: Costa Rica's PSA program 2000-2005. Presented at the World Bank workshop on the economics of REDD, 27 May. Discussion Paper Series. Environment for Development and Resources for the Future, Washington, D.C.

Robalino, J., Herrera, L.D., Villalobos, L. and Butron, S. (2010). Forest management and policies in Latin America, Background paper for the Forests Chapter, Green Economy Report.

- Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Cowling, R.M., Fishpool, L.D.C., da Fonseca, G.A.B., Gaston, K.J., Hoffmann, M., Long, J.S., Marquet, P.A., Pilgrim, J.D., Robert, L., Pressey, R.L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Waller, R.W., Watts, M.E.J. and Yan, X. (2004). "Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity", *Nature*, Vol. 428, Issue 8, pp. 640-43.
- Saigal, S. (2005). Joint management of state forest lands: Experience from India in Garforth, M. and Mayers, J. (eds.), *Plantations, Privatization, Poverty and Power: changing ownership and management of state forests*. Earthscan, UK and USA.
- Sanchez-Azofeifa, G.A., Pfaff, A., Robalino, J.A., and Boomhower, J.P. (2007). "Costa Rica's payment for environmental services program: Intention, implementation, and impact", *Conservation Biology*, Vol. 21, Issue 5, pp. 1165-173.
- Sathirathai, S., and Barbier, E. (2001). "Valuing mangrove conservation in Southern Thailand." *Contemporary Economic Policy*, Vol 19, No. 2, pp. 109-122.
- Schmitt, C. B. et al. (2009). "Global analysis of the protection status of the world's forests." *Biological Conservation*, Vol. 142, Issue 10, pp. 2122-2130.
- Shahwahid, H.O., Awang Noor, A.G., Ahmad Fauzi, P., Abdul Rahim N., and Salleh Shahwahid, M. (2006). "Forest certification in Malaysia" in Cashore, B. et al., (ed.) *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. Report Number 8. Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Shvidenko, A., Barber, C.V., and Persson, R. (2005). "Forests and woodland systems." Chapter 21 in Hassan, R., Scholes, R., and Ash, R. (eds.) *Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*. Island Press, Washington, D.C.
- Sierra, R. and Russman, E. (2006) "On the efficiency of the environmental service payments: A forest conservation assessment in the Osa Peninsula, Costa Rica." *Ecological Economics* 59: 131-141.
- Simpson, R.D., R.A. Sedjo and Reid, J.W. (1996). "Valuing biodiversity for use in pharmaceutical research". *Journal of Political Economy*, Vol. 104, Issue 1, pp. 163-183.
- Smeraldi, R. and May, P. (eds.) (2009). *A hora da conta Pecúária Amazônia e Conjuntura, Amigos da Terra, Amazônia Brasileira*.
- Stern, N. (2007). *The Stern Review: The economics of climate change*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Strassburg, B., and A. Creed (2009). Estimating terrestrial carbon at risk of emission. Applying the terrestrial carbon group 3 filters approach. Policy Brief 6 Discussion Draft. Terrestrial Carbon Group.
- Sun, G., Zhou, G., Zhang, Z., Wei, X., McNulty, S.G. and Vose, J.M. (2006). "Potential water yield reduction due to forestation across China." *Journal of Hydrology*, Vol. 328, No. 3-4.
- Sun, C., Liqiao Chen, L., Chen, L., Han, L., and Bass, S. (2008). Global forest product chains: Identifying challenges and opportunities for China through a global commodity chain sustainability analysis. IISD.
- Tacconi, L., Mahanti, S. and Suich, H. (2009). Assessing the livelihood impacts of payments for environmental services: Implications for avoided deforestation. Presented at the XIII World Forestry Congress. Buenos Aires, Argentina, 18-23 October.
- TEEB (2009). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers*.
- Tomaselli, I. (2006). Brief study on funding and financing for forestry and forest-based sector, United Nations Forum on Forests (UNFF).
- Tomich, T.P., van Noordwijk, M., Budidarsono, S., Gillison, A., Kusumanto, T., Murdiyarto, D., Stolle, F., and Fagi, A.M. (2001). Agricultural intensification, deforestation and the environment: Assessing tradeoffs in Sumatra, Indonesia in Lee, D.R. and Barrett, C.B. (eds.), *Tradeoffs or synergies: Agricultural intensification, economic development and the environment*. CABI, Wallingford, UK.
- Uchida, E., Jintao X., and Rozelle, S. (2005). "Grain for green: Cost-effectiveness and sustainability of China's conservation set-aside program." *Land Economics*, Vol. 81, No. 2, pp. 247-264.
- UNDP. (2000). *World Energy Assessment. Energy and the challenge of sustainability*. United Nations Development Programme, United Nations Department of Economic and Social Affairs and World Energy Council. United Nations Development Programme, New York. Available at: <http://www.undp.org/energy/activities/wea/drafts-frame.html>
- UNEP/ILO/IOE/ITUC. (2008). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- UNFCCC. (2010). Decision 4/CP.15 in Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Addendum 30 March.
- UNFF. (2009). Report of the Secretary-General on Finance and other means of implementation for sustainable forest management (E/CN.18/2009/9), United Nations Forum on Forests Eighth Session, New York, 20 April-1 May. Available at: <http://www.un.org/esa/forests/documents-unff.html#8>,
- van Beers, C. and de Moor, S. (2001). *Public subsidies and policy failures: How subsidies distort the natural environment, equity and trade and how to reform them*. Cheltenham: Edward Elgar.
- van Kooten, G.C. and Sohngen, B. (2007). "Economics of Forest Ecosystem Carbon Sinks: A Review." Working Papers 2007-02, University of Victoria, Department of Economics, Resource Economics and Policy Analysis Research Group.
- van Kuijk, M., Putz, F.E., and Zagt, R. (2009). Effects of forest certification on biodiversity. Tropenbos International, Wageningen, the Netherlands.
- Vedeld, P., Angelsen, A. Sjaastad, E., and Kobugabe Berg, G. (2004). Counting on the environment forest incomes and the rural poor. Environmental Economics Series, Paper No. 98, World Bank Environment Department, World Bank, Washington, D.C.
- Viana, V.M., May, P., Lago, L., Dubois, O., and Grieg-Gran, M. (2002). Instrumentos para o manejo sustentável do setor florestal privado no Brasil (Instruments for Sustainable Private Sector Forestry in Brazil), International Institute for Environment and Development (IIED), London.
- Viana, V.M. (2009). Financing REDD: Meshing markets with government funds. IIED briefing, March. International Institute for Environment and Development, London.
- Viana, V.M., Grieg-Gran, M., della Mea, R. and Ribenboim, G. (2009). The costs of REDD: lessons from Amazonas. IIED briefing, November. International Institute for Environment and Development, London.
- Wairiu, M. (2006). Forest certification in Solomon Islands in Cashore, B. et al., (eds.), *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. Report Number 8. Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- World Bank. (2004). *Sustaining forests: A development strategy*, Washington, D.C.
- WRM. (2008a). Oil palm and rubber plantations in Western and Central Africa: An overview, WRM Briefing, December. World Rainforest Movement.
- WRM. (2008b). Regional perspectives on plantations, an overview on the Mekong basin WRM Briefing, December. World Rainforest Movement.
- WRM. (2008c). Regional Perspectives on Plantations, An Overview on Western and Central Africa: WRM Briefing, December. World Rainforest Movement.
- Wunder, S., and Albán, M. (2008). "Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFOR in Ecuador", *Ecological Economics*, Vol. 65, Issue 4, pp. 685-698.
- Wunder, S., Engel, S., and Pagiola, S. (2008). "Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries", *Ecological Economics*, Vol. 65, Issue 4, pp. 834-852.
- Xu, Z., Bennett, M., Tao, R., and Xu, J. (2004). "China's sloping land conversion program four years on: Current situation, pending issues." *The International Forestry Review (Special Issue: Forestry in China - Policy, Consumption and Production in Forestry's Newest Superpower)*, Vol. 6, Issues 3-4, pp. 317-326.
- Zagt, R.J., Sheil, D., and Putz, E. (2010). Biodiversity conservation in certified forests: An overview in Sheil, D., Putz, F.E. and Zagt, R.J. (eds.), *Biodiversity conservation in certified forests*. Tropenbos International, Wageningen, the Netherlands.
- Zhang, Y., Liu, S., Wei, X., Liu, J., and Zhang, G. (2008). "Potential impact of afforestation on water yield in the subalpine region of Southwestern China", *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 44, No. 5, pp. 1144-1153.
- Zomer, R., Trabucco, A., Coe, R. and Place, F. (2009). *Trees on farm: Analysis of global extent and geographical patterns of agroforestry*. ICRAF Working Paper no. 89. World Agroforestry Centre, Nairobi.
- Western and Central Africa; WRM Briefing, December. World Rainforest Movement.
- Wunder, S., and Albán, M. (2008). "Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFOR in Ecuador", *Ecological Economics*, Vol. 65, Issue 4, pp. 685-698.
- Wunder, S., Engel, S., and Pagiola, S. (2008). "Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in

developed and developing countries” , *Ecological Economics*, Vol. 65, Issue 4, pp. 834-852.

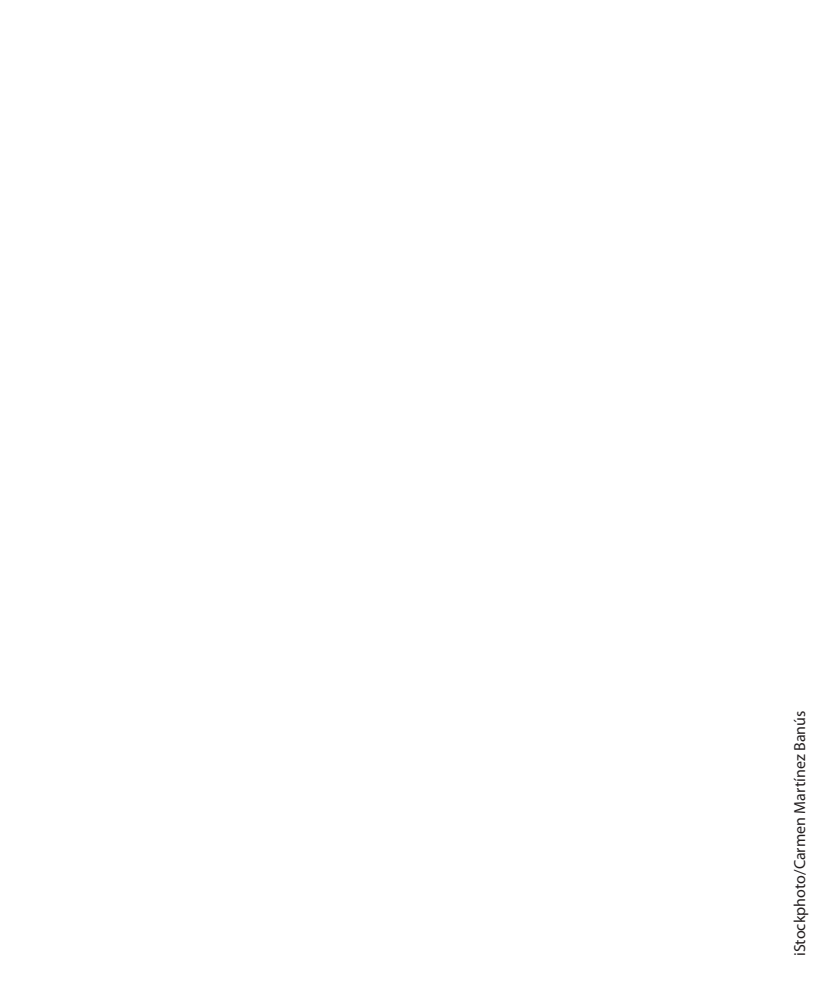
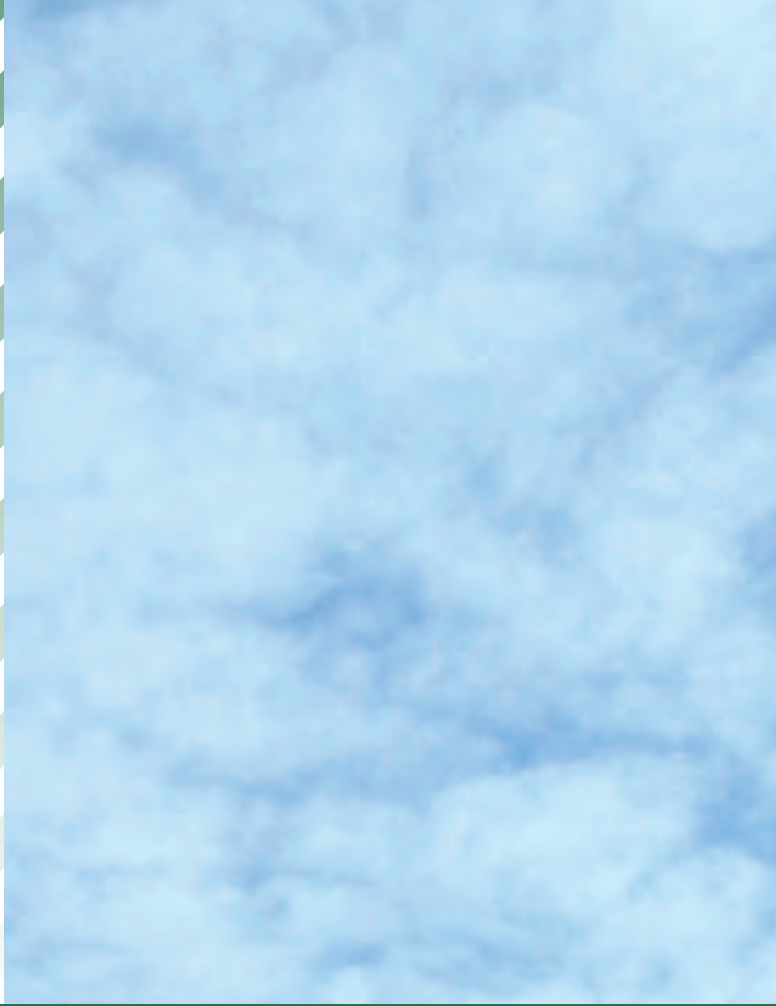
Xu, Z., Bennett, M., Tao, R., and Xu, J. (2004). “China’ s sloping land conversion program four years on: Current situation, pending issues.” *The International Forestry Review* (Special Issue: Forestry in China – Policy, Consumption and Production in Forestry’ s Newest Superpower), Vol. 6, Issues 3-4, pp. 317-326.

Zagt, R.J., Sheil, D., and Putz, E. (2010). Biodiversity conservation in certified forests: An overview in Sheil, D., Putz, F.E. and Zagt, R.J. (eds.),

Biodiversity conservation in certified forests. Tropenbos International, Wageningen, the Netherlands.

Zhang, Y., Liu, S., Wei, X., Liu, J., and Zhang, G. (2008). “Potential impact of afforestation on water yield in the subalpine region of Southwestern China” , *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 44, No. 5, pp. 1144-1153.

Zomer, R., Trabucco, A., Coe, R. and Place, F. (2009). *Trees on farm: Analysis of global extent and geographical patterns of agroforestry*. ICRAF Working Paper no. 89. World Agroforestry Centre, Nairobi.



iStockphoto/Carmen Martínez Banús



可再生能源

为提高能源与资源效率进行投资

致谢

本章统筹协调作者：**Ton van Dril**、**Raouf Saidi** 和 **Xander van Tilburg**（荷兰能源研究中心）及 **Derek Eaton**（联合国环境规划署）。

联合国环境规划署 **Derek Eaton** 和 **Fatma Ben Fadhl** 在项目初始阶段负责本章的统稿工作，包括：脚本拟定、专家评审意见处理、与主编作者的反复校订、材料补充及交稿等。

为本章提供技术背景文献和相关资料的主要撰稿人有：**Lachlan Cameron**（荷兰能源研究中心），**Coelho**（巴西生物质能咨询中心），**Heleen de Coninck**（联合国环境规划署），**Amit Kumar**（印度Tata能源研究院），**Alexandra Mallet**（英国萨塞克斯大学），**Joyce McLaren**（美国国家可再生能源实验室），**Tom Mikunda**（联合国环境规划署），**Jos Sijm**（联合国环境规划署），**Raouf Saidi**（联合国环境规划署），**Laura Würtenberger**（联合国环境规划署），**Peter Zhou**（环境教育和保护全球组织顾问）。**Andrea M.Bassi**、**John P. Ansah** 和 **Zhuohua Tan**（千年研究所），**Andrew Joiner**

和 **Tilmann Liebert**（联合国环境规划署），**Ana Lucía Iturriza** 和 **Yasuhiko Kamakura**（国际劳工组织）也为本章提供了相关补充材料。

我们还感谢很多同事为本章提出了诸多的建议与意见。包括 **John Christensen**（联合国环境规划署能源、气候和可持续发展合作中心，丹麦），**Yasuhiko Kamakura**（国际劳工组织），**Punjanit Leagnava**（联合国环境规划署），**Anil Markandya**（巴斯克气候变化研究中心，西班牙），**Mohan Munasinghe**（穆纳辛格发展研究所，斯里兰卡），**David Ockwell**（英国萨塞克斯大学），**Martina Otto**（联合国环境规划署），**Ian Parry**（国际货币基金组织），**Mark Radka**（联合国环境规划署），**Serban Scriciu**（联合国环境规划署），**Virginia Sonntag-O' Brien**（21世纪可再生能源政策网络），**Shannon Wang**（经济合作与发展组织），**Peter Wooders**（国际可持续发展研究所），**Dimitri Zenghelis**（格兰瑟姆研究所，伦敦政治经济学院，英国）。

目录

关键信息	190
1 说明	192
1.1 能源行业及可再生能源地位	192
2 机遇与挑战	194
2.1 能源安全	194
2.2 气候变化	194
2.3 能源技术对人类健康及生态系统的影响	195
2.4 能源匮乏	195
3 可再生能源投资	197
3.1 可再生能源投资的当前动态	197
3.2 技术进步和成本竞争力	198
3.3 外部环境影响、补贴和成本竞争	198
3.4 可再生能源行业的就业潜力	202
3.5 可再生能源的投资需求	203
4 量化投资再生能源的影响	206
4.1 常规情景	206
4.2 绿色投资情景分析	206
5 克服障碍：促成条件	210
5.1 对可再生能源的政策承诺	210
5.2 风险与回报	210
5.3 融资机制	212
5.4 电力基础设施和法规	215
5.5 创新和研发	216
5.6 技术成果转化及技能	216
5.7 可持续性标准	217
6 结论	218
参考文献	219

图目录

图1: 化石燃料价格的演变.	192
图2: 2009年可再生能源占全球终端能源消耗比重.	193
图3: 可再生能源新投资.	198
图4: 指定商业化可用的可再生能源技术目前的平准成本.	200
图5: 与全球人类健康及环境变化相关的能源外部投资.	201
图6: BAU和G2情景中总能耗的趋势和可再生能源渗透率.	207
图7: BAU和G2情景趋势: 发电量和可再生能源渗透率.	207
图8: G2情景中能源行业的就业率, 分解到燃料、动力和能效.	208
图9: 较BAU情景, G2情景中能源相关的总排放量和减排量.	209
图10: 支持可再生能源的一些政策.	213
图11: 在技术发展各个阶段的公共金融机构.	214
图12: 列举贫困地区可采用的金融措施.	214
图13: 公共部门低碳研发支出与人均国内生产总值和二氧化碳排放.	216

表目录

表1: 世界能源组织当前政策环境下区域一级能源需求.	206
表2: 世界能源祖师当前政策环境下世界一级能源构成.	209
表3: 千年发展目标与能源获取的关联.	210
表4: 技术成熟阶段.	213
表5: 发电技术的发展速度.	213
表6: 欧洲发电的能源技术—适中的燃料价格情景下.	216
表7: 每减少一吨CO ₂ 排放的工程成本.	217
表8: 按技术和国家类别分类的可再生能源的就业情况.	218
表9: 设备全生命周期的平均就业率.	218
表10: 选定发电厂和运输行业的寿命.	218
表11: 多种GER和IEA情景下对比2030和2050年的能源结构图.	222
表12: 对比GER建模和IEA减排份额.	222

专栏目录

专栏一: 碳市场.	217
专栏二: 突尼斯太阳能计划.	225
专栏三: 巴西乙二醇.	227
专栏四: 孟加拉国的Grameen Shakti计划.	229

缩略语表

AGECC	Advisory Group on Energy and Climate Change	能源及气候变化顾问组
BAU	Business-as-usual	常规（情景）
CCS	Carbon capture and storage	碳捕捉及储存
CDM	Clean Development Mechanism	清洁发展机制
CENBIO	Brazilian Reference Center on Biomass	巴西生物质能咨询中心
CO ₂	Carbon dioxide	二氧化碳
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs (UK)	环境、食品与农村事务处（英国）
ECN	Energy Research Centre of the Netherlands	荷兰能源研究中心
EEA	European Environment Agency	欧洲环保署
EIA	Energy Information Administration	能源信息管理局
ELI	Environmental Law Institute	环境法学院
EREC	European Renewable Energy Council	欧洲可再生能源理事会
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Programme	能源管理协助项目
EU	European Union	欧盟
EU ETS	European Union Emissions Trading Scheme	欧盟 排放交易体系
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GEF	Global Environment Facility	全球环境基金
GER	Green Economy Report	绿色经济报告
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GNESD	Global Network on Energy for Sustainable Development	可持续发展全球能源网络
GSI	Global Subsidies Initiative	全球补贴计划
HRS	High Road Strategies	捷径策略
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis	国际应用系统分析协会
ILO	International Labour Organization	国际劳工组织
IOE	International Organisation of Employers	国际雇佣者组织
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会
IQ	Intelligence quotient	智商
IRENA	International Renewable Energy Agency	国际可再生能源署
ITIF	The Information Technology and Innovation Foundation	信息技术及创新基金会
ITUC	International Trade Union Confederation	国际工会联盟
LCOE	Levelised cost of energy	平准化能源成本
MDGs	Millennium Development Goals	千年发展目标

MI	Millennium Institute	千年研究所
NH ₃	Ammonia	氨
NMVOCs	Non-Methane Volatile Organic Compounds	无甲烷扩散型有机化合物
NO _x	Nitrogen oxides	氮氧化物
NRC	National Research Council	国家研发理事会
NREL	National Renewable Energy Laboratory	国家可再生能源实验室
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development	经济合作与发展组织
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries	石油输出国组织
PFM	Public Finance Mechanism	公共财政机制
PM10	Particulate matter of 10 microns in diameter or smaller	10或10微米以下物质
PV	Photovoltaic	光伏
R&D	Research and development	研发
REN	Renewable energy	可再生能源网络
RPS	Renewables portfolio standard	可再生能源证券标准
SHSs	Solar household systems	太阳能用户系统
SO ₂	Sulfur dioxide	二氧化硫
SRREN	Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (IPCC)	关于可再生能源及缓解气候变化的专题报告
T21	Threshold 21 model (Millennium Institute)	T21模型（千年研究所）
UN DESA	United Nations Department of Economic and Social Affairs	联合国经济与社会事务部
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	美国贸易暨发展会议
UNDP	United Nations Development Programme	联合国开发计划署
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
UNEP SEFI	United Nations Environment Programme Sustainable Energy Finance Initiative	联合国环境规划署可持续能源财政倡导机构
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	联合国工业发展组织
WEO	World Energy Outlook	世界能源展望
WHO	World Health Organization	世界卫生组织
WMO	World Meteorological Organization	世界气象组织
WTO	World Trade Organization	世界贸易组织
WWEA	World Wind Energy Association	世界风能协会

关键信息

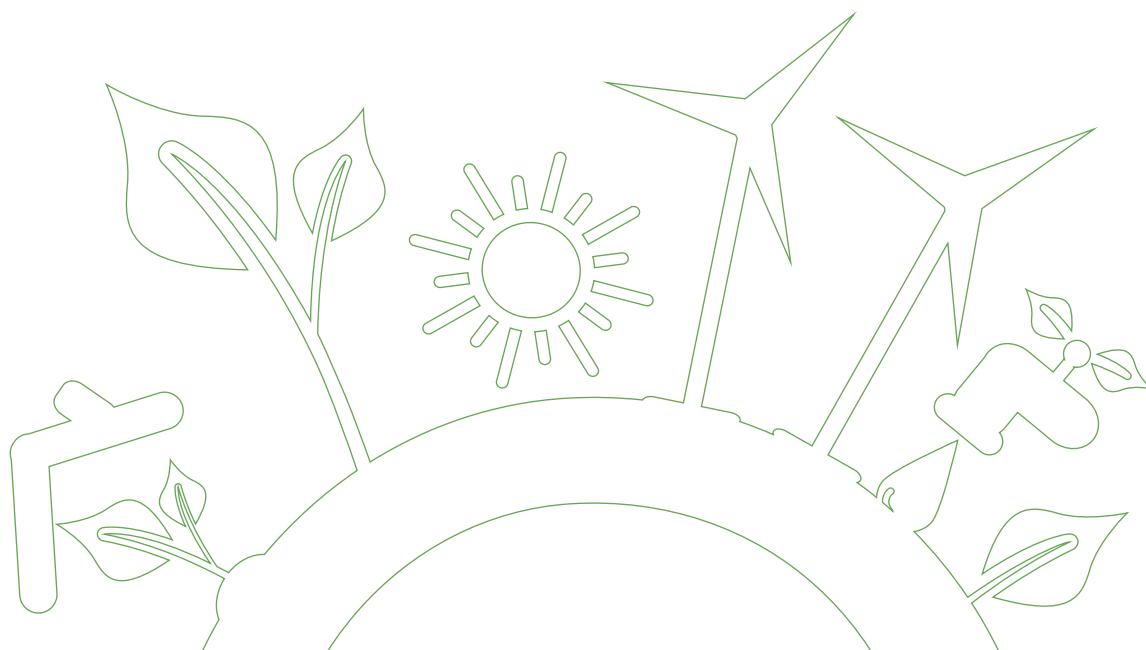
- 1. 在新兴市场国家的引领下，可再生能源领域的投资大幅增长。** 2010年，可再生能源投资额从2009年的1600亿美元上升到了2110亿美元。增长主要源于非经合组织成员国，尤其是巴西、中国及印度三大新兴经济体。
- 2. 可再生能源一方面可以缓解日益增长的全球能源需求，同时也可以减小传统化石能源的生产及应用所引起的各种负面影响。** 再生能源方面的投资对缓和气候变暖具有越来越重要的意义，为了保证全球平均气温上升不超过2℃，必须进一步发展可再生能源。这也可以带来一系列社会和环境效益，如避免或减轻化石燃料的开采、运输、加工及使用过程中对人类健康及生态系统造成的危害。
- 3. 可再生能源可提高全球、国家及地区的能源安全性。** 预计未来能源需求的增长将主要集中在发展中国家，同时还将面临化石燃料价格上涨及资源受限的局面。能源安全将引起更加广泛的关注。在没有电网的地区，可再生能源可以保证更稳定可靠的能源供给。例如：区域微电网、家庭光伏或沼气发电系统。
- 4. 可再生能源在消除能源匮乏的全球性战略中扮演重要角色。** 当前的能源系统不仅非环境友好，在公平性方面也有失偏颇。14亿人无法用电，27亿人依靠传统的生物质能维持生计。为解决上述问题，很多发展中国家准备了大量资金作为开发可再生能源的资本。
- 5. 在成本方面，与化石燃料相比，可再生能源的竞争优势逐渐显现。** 优良的成本竞争力依赖下列因素：技术研发的迅猛发展、规模化生产、知识的沉淀以及供应商之间竞争的加剧。例如：在欧洲，水力发电和陆上风力发电技术都已经能与化石燃料及核电技术一争高下，而海上风力发电也几乎可以与天然气相竞争。在中国及世界很多其他地区，太阳能热水技术（太阳能低温利用）在商业上已经成熟并得到广泛应用。
- 6. 考虑化石燃料的环境负面影响，可再生能源将更具竞争力。** 化石燃料的负面影响包括空气污染带来的健康危害，以及适应由CO₂排放引起的气候变化及海水酸化需要的成本。现有证据表明，化石燃料的外部成本远远高于大部分可再生能源的环境成本。

7. 增加对可再生能源领域的投资可以作为全球绿色经济发展战略中的一部分。绿色经济报告研究表明：接下来的40年中，平均每年在发电行业投入6,500亿美元，以可再生能源及第二代生物燃料作为交通能源，到2050年，可再生能源将占总能源的27%，而在常规情景（Business as usual, BAU）模式中，该比例还不到15%。至2050年，碳排放量目标是当前的60%，可再生能源利用的逐步增长可以减少其中超过三分之一的温室气体排放。

8. 向可再生能源转型会带来很多新的就业机会，但同时也有转型阵痛。绿色经济报告中的研究表明：与传统电力行业相比，各种可再生能源技术需要更高的人员密度，对其投资可增加就业，尤其是在短期内。考虑到与化石燃料相关的各种因素，投资可再生能源对就业的整体影响会因各国国情而变化，并依赖于扶持政策、能源结构和能源系统。

9. 需要扩大政策支持范围，加速可再生能源投资。如同其他新技术的发展与推广一样，可再生能源的投资存在很大风险，尤其是需要高额的初始投资。当前，为了减小投资风险和提高投资回报，各国政府已经出台了一系列扶持政策。正是由于这些政策扶持，部分可再生能源才能克服重重困难并取得竞争优势。

10. 政府在制定加大可再生能源投资扶持政策时，需全盘考虑，没有一个放之四海而皆准的方法。支持可再生能源的调控政策、财政激励及公共筹资机制是多元的，并可以通过支持研发等其他措施来补充，例如，通过建立适宜的电网基础设施来刺激投资。在既有能源系统及可再生能源发展潜力等方面，各国之间差异很大。因此，需根据实际情况，精心设计相应的政策架构。



1 说明

本章对通过增加可再生能源供给来带动绿色能源投资增长方案进行了评估¹。目前，高碳能源系统依赖于有限的化石燃料供给，然而，获取这些燃料的难度越来越大，成本也越来越高，导致许多国家担忧本国的能源安全问题。挑战还来自地球上约27亿人口对洁净、高效能源的进一步迫切需求。因此，能源问题不解决将势必会阻碍经济、社会和环境的可持续发展。另外，能源现状使许多国家面临石油进口价格震荡的问题，从而耗费了政府大量公共补助资金。

发展“绿色”能源系统需要提高能源利用效率以及增大可再生能源的供给规模，两者都可以减少温室气体排放及其他污染。大都数情况下，提升能源利用效率具有正向经济效益。在人口和收入水平均呈增长趋势的背景下，为满足社会发展需求，全球能源需求可能保持持续增长。发展“绿色”能源系统也是为了解决约14亿人无电可用的能源困境，并为依赖传统生物质燃料的27亿人口提供更健康、可持续发展的能源（IEA 2010a）。在全球、国家和地区层面上，现代化的可再生能源系统对提高能源安全性具有重要意义。为了实现这些效益，需要政府政策保证这些投资都将用于“绿色”能源领域。

本章结构如下：第一部分简要描述了世界能源供应特征以及可再生能源发展动态。第二部分讨论了与能源相关的挑战与机遇，以及可再生能源的发展潜力。第三部分综述了可再生能源投资，包括当前的发展趋势、成本竞争力的上升、环境成本的重要意义、就业因素

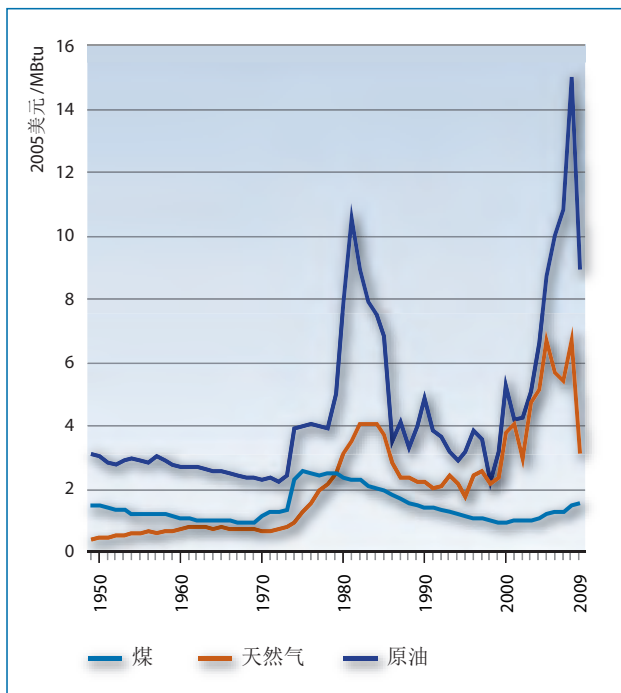


图1：化石燃料价格的演变

资料来源：Energy Centre the Netherlands (ECN)

	总能源需求 [Mtoe] ^a		增长率 [%]	总能源需求中所占比重[%]	
	2008	2035	2008-2035 ^b	2008	2035
经合组织	5,421	5,877	0.3	44.2	32.6
非经合组织	6,516	11,696	2.2	53.1	64.8
欧洲/欧亚	1,151	1,470	0.9	9.4	8.1
亚洲	3,545	7,240	2.7	28.9	40.1
中国	2,131	4,215	2.6	17.4	23.4
印度	620	1,535	3.4	5.1	8.5
中东	596	1,124	2.4	4.9	6.2
非洲	655	948	1.4	5.3	5.3
拉丁美洲	569	914	1.8	4.6	5.1
世界 ^c	12,271	18,048	1.4	100.0	100.0

a. 等价原油量 (兆吨) b. 复合年度增长率 c. 世界范围内包括船舶和航空燃料 (不包含在区域能源范围)，不包括某些国。

表1：世界能源组织当前政策环境下区域一级能源需求

资料来源：IEA 2010d

和预期的投资需求。第四部分介绍了绿色投资的情景分析结果（参见绿色经济报告“模型”一章），在此分析中，作为整体策略的一部分，可再生能源的投资大大扩张，以满足能源效率和其他方面的需求。第五部分讨论了增加可再生能源领域投资的障碍，以及克服这些障碍需要的政策支持。第六部分对本章进行总结。

1.1 能源行业²及可再生能源地位

世界一次能源需求³将持续增长。据国际能源署（International Energy Agency, IEA）的“当前政策情景分析”（即假定政策保持2010年中期状态，没有大变化）预测表明：如表1所示，到2035年，世界能源需求将按照1.4%的速率增长。非经合组织成员国的能源需求增长最快，年增长率将达到2.2%，尤其是中国、印度和其他亚洲及中东地区的发展中国家。预计许多非经合组织成员国都将加大石油和天然气的进口量。

1. 对能源效率的需求包含在“建筑”、“交通”和“制造业”等章节中。
2. 总体来说，尽管缺乏完整数据，能源在全球GDP中占有超过5%的份额，仍显示了其对经济的重要性。
3. 一级能源是指未经过转化的能源，此能源总有损失，甚至有时损失很大。

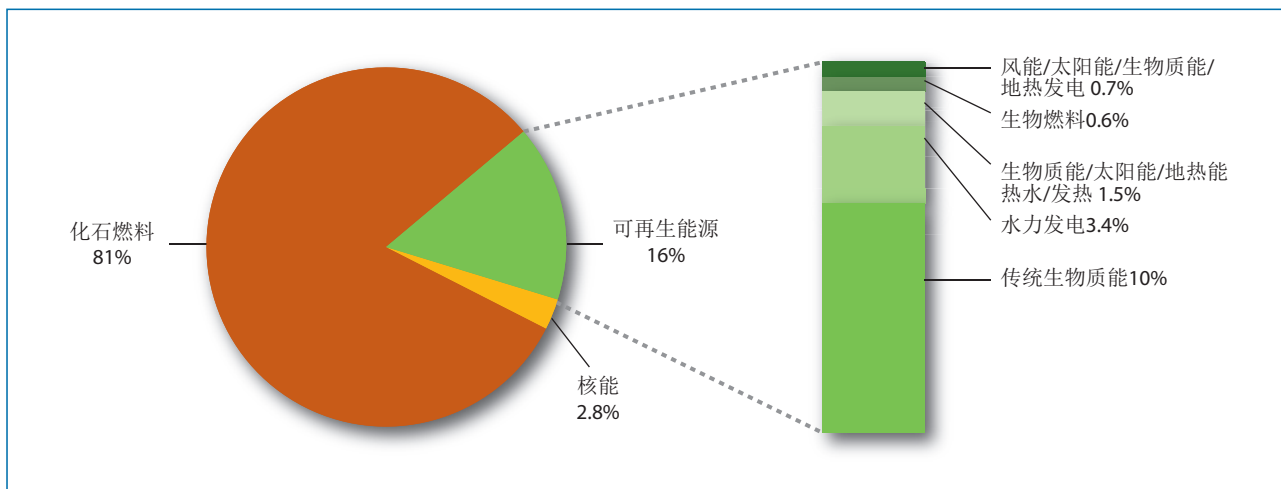


图2：2009年可再生能源占全球终端能源消耗比重

资料来源：REN21 2011

在化石燃料价格震荡但整体逐步走高的大背景下，能源需求也逐步增长（见图1）。仅仅石油花费就从1998年占全球GDP的1%增长到2007年最高时占全球GDP4%左右，而且预计直至2030年，这一比例将一直保持在很高的水平（IEA 2008b）。

本章的研究结果表明：在总能源供给中，可再生能源的供给份额正逐渐增加。绿色能源的开发也可以促进达成其他可持续发展目标，如增加收入，提供更多工作岗位，使贫困人口可以用得起能源。世界范围内可再生能源资产的投资（不包括大型水电工程）增加了7倍，从2004年的190亿美元增加到2010年的1430亿美元。对经合组织成员国来说，一次能源需求中可再生

能源的需求份额已经从1973年的4.6%上升至2009年的7.7%（IEA 2010d）。

可再生能源产生于自然过程，而且可以源源不断地补充，用之不尽。可再生能源有多种形式，例如直接或间接来自于太阳，或者来自于地球深处的地热。可再生能源的定义包含取自太阳、风、生物质、地热、水和海洋中的能源，还包括取自可再生资源的生物燃料和氢能。

图2显示：2009年，可再生能源在全球能源消耗中占19%的份额。

2 机遇与挑战

世界组织和各国政府主要面临着四个能源方面的挑战：1) 能源安全；2) 应对气候变化；3) 减少污染物和对健康有害的物质；4) 解决能源困境。“绿化”能源，包括增加对可再生能源的大规模投资，为解决这些问题提供了良好契机。

2.1 能源安全

能源需求迅速增长和价格上涨，引起了各方对能源安全问题的关注，该问题涉及面广，主要涉及国家能源供给的可持续性 & 经济负担能力。低收入国家首当其冲，而那些能源成分相对单一、且依赖有限供给者的发展中国家和发达国家亦有同样忧虑，由于地缘政治和其他影响因素，这种模式对国家能源安全有潜在威胁。国家能源安全有风险也会影响区域能源安全。

表1与表2为IEA的参考情景，描述了在不做政策变化这一基础条件下，全球能源市场的发展趋势（IEA 2009a）。在情景分析中，预计石油进口国家（尤其是发展中国家及新兴经济体）会越来越依赖于石油输出组织国家。到2030年，非石油输出组织国家能源输出将保持稳定，而石油输出组织国家产量有所上涨，尤其以中东地区为主。全球石油市场中，石油输出国家所占份额将持续上涨，从2008年的44%增加到2030年的52%，超过其在1973年时的历史巅峰。对于天然气，增加的出口量主要来自俄罗斯、伊朗和卡塔尔，世界经济发展对能源的需求将越来越依赖这些国家（IEA 2009a）。

自2002年起，油价上升对发展中国家支出平衡施加的压力越来越大（图1）。在化石燃料价格逐渐上涨的大背景下，为保护消费者，一些国家增加燃料补贴，限制其他政府预算，并支持进口来缓解对化石燃料需求。对非洲石油进口国来说，石油占到总进口额的10%~15%，平均消耗了30%出口收入（UNCTAD 2006, ESMAP 2008a）。一些非洲国家，包括肯尼亚和塞内加尔，将其出口收益的一半以上都投入到能源进口方面，而在印度，该项比例则达到45%。很多实例表明，对有条件使用可再生能源的区域进行相关投资可以提高整个国家的能源安全性（GNESD 2010）。这样，影响能源安全的因素将变为采用可再生能源需要解决的技术问题，包括经济可承受性以及适应和推广新技术的能力。因此，对石油进口国来说，多元化其能源结构既是机遇，也是挑战。

2.2 气候变化

政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）的第四份评估报告（IPCC 2007）中强调：缓解人类活动造成的气候变化（主要

是由于燃烧化石燃料造成的）刻不容缓，且需适应当前已经变化的气候。对于气候变化造成的危害、缓解及适应气候变化的成本，人们的预测相差很大。即使迅速发展绿色能源系统也难以避免已造成的大量的危害，但若不采取行动，这种危害将更甚。《联合国气候变化框架公约》中（UNFCCC 2009）预计：至2030年，每年适应气候变化的成本将在490亿美元至1,710亿美元间⁴。大约一半的成本来自于发展中国家。气候变化还可能因为其影响在时间和空间上分布不均导致加剧公平性失衡，并不同程度地对贫困层产生影响（IPCC 2007）。

政府间气候变化专门委员会（2007）和国际能源署（2008c）预计：为限制全球平均气温上升幅度低于2°C，温室气体浓度不能超过450ppmCO₂-eq。这意味着2015年将达到全球排放的巅峰，以2005年排放量为基础，至2050年需要减少50%的排放量。为达到2050年减排50%的目标，尽管未确定确切的基线，但8国集团仍在2009年承诺，至2050年要减少80%的排放量。这80%的减排量给了发展中国家更多的空间，从而在全球范围内要求保证减排50%的目标下，减轻了承担减排的责任。然而，考虑到如何达到在2009年哥本哈根会议（联合国气候变化大会）上，大多数国家已经同意的减排目标和有区别的责任，仍然有许多不确定因素。如果做到会后宣誓的内容和结合商议中考虑到的政策⁵，2020年碳排放预计为490亿吨，离维持温度上升幅度低于2°C需要的减排控制目标390-440亿吨尚差50亿吨（UNEP 2010b）。在IEA“当前政策情景分析”中，至2030年，化石燃料将继续占领能源供给的主导位置（表2）。除此之外，少数模型研究结果认为，在快速发展的国家，像中国和印度，温室气体排放量增长最快（IEA 2010b, 2010d）。

从传统化石燃料转型至可再生能源有助于大量减少温室气体排放，同时有利于提高能源利用效率。为使至2050年大气中的温室气体浓度维持在450ppm，国际能源署预测：可再生能源需要贡献总碳减排量的27%，而其余部分依赖于提高能源利用效率和其他措施，例如碳捕捉及储存（Carbon capture and storage, CCS）（IEA 2010b）。发展中国家发展可再生能源，碳减排的效果将会更好。

4. 本估计是一个粗略近似的保守估计；其不包括核心经济领域，例如能源、制造业、营销、矿业和旅游业，也不含对生态系统及生态系统提供的物资和服务的影响。其他研究成果考虑气候变化对水、健康、基础设施、沿海区域和生态系统等造成的其他直接或间接影响，评估出适应气候变化的成本是UNFCCC（IIED 2009）估计值的2~3倍。总之，估计适应成本应该将气候变化造成的可能经济影响作为估计的最低限度（参考Stern 2006）。

5. 这些选择包括有更大减排决心的国家和有条件进行减排的国家。协商以避免两方面的温室气体净增长为原则：a) 大量使用土地、土地利用变化和森林砍伐活动；b) 额外排放单位的使用（UNEP 2010b）。

2.3 能源技术对人类健康及生态系统的影响

燃烧化石燃料和传统燃料形成的污染将造成很高的间接成本。碳粒子（来自于化石燃料的不完全燃烧）及其他形式的空气污染（硫化物、氮化物、光化学烟雾、重金属等）对人类健康有致命危害（UNEP and WTO 2011）。2000年，由于燃烧固体燃料造成室内空气污染从而引发的疾病占全球疾病的2.7%，并被认为是由环境引发健康问题的第二大杀手，仅次于饮用水污染和不卫生的条件（WHO 2006）。在美国，由于燃烧化石燃料，每年耗费在人类健康方面的花费达到1200亿美元，大部分花费在成千上万死于空气污染的未成年人身上（NRC 2010）。该数据反映了与电力、交通行业息息相关的由空气污染引发的健康伤害。国际能源署的研究表明：2005年，控制空气污染的成本达到1550亿欧元，而至2030年，该成本将会增长至原来的三倍（IIASA 2009；IEA 2009a）⁶。可再生能源能减小甚至规避由于采矿、生产及燃烧化石燃料所引发的公共健康风险。

发达国家和发展中国家使用化石燃料和传统能源，会减少森林面积、降低水质、酸化或碱化水体、向生态系统中排放有害物质，进而威胁到全球生态多样性和生态系统（UNEP 2010a）。这些危害同时又遏制了地球对气候变化的自然调节能力。

可再生能源技术并非不会带来社会及环境负面影响，因此慎重规划对规避可能的环境和社会影响非常重要。比如，生物燃料的生产过程会造成对生物多样性和生态系统的负面影响；大规模水力发电对环境和社会的影响更是不可估量。世界水坝委员会提供了指南以减少水力发电可能造成的有害影响。第一代生物燃料也因其对土地利用造成的变化和对农业生产的影响而广受关注，引发了对生物燃料可持续性标准（详见5.7）的研究和编制。由于使用可再生能源需要稀土元素，因此可能导致采矿行为增加，森林面积减少等问题，人们也逐渐重视这一问题并尽量减少可能的负面影响（IPCC 2011）。

2.4 能源匮乏

对发展中国家而言，扩大能源的获取途径显得尤为重要。持续的能源供给有利于减少贫困、促进教育和提升健康水平。不少研究成果（GNESD 2007, 2010; Modi et al. 2006）表明：能源获取途径对实现大部分千年发展目标（Millennium Development Goals, MDGs）而言非常重要。表3体现了千年发展目标和现代能源获

6. 国际能源署的计算包括国际空气污染控制设备成本，并考虑了4%的实际折算率。所有成本和价格都是以2005年的欧元表现，包括当前污染控制的法规。

	总能源消耗[Mtoe]		增长率 2008-2035 ^a [%]	总能源消耗中占有比例[%]	
	2008	2035		2008	2035
煤	3,315	5,281	1.7	27.0	29.3
石油	4,059	5,026	0.8	33.1	27.8
天然气	2,596	4,039	1.7	21.2	22.4
核能	712	1,081	1.6	5.8	6.0
水力	276	439	1.7	2.2	2.4
生物质能、建筑废弃物和其他废弃物 ^b	1,225	1,715	1.3	10.0	9.5
其他可再生能源	89	468	6.3	0.7	2.6
总计	12,271	18,048	1.4	100.0	100.0

a. 复合年度平均增长率 b. 包括传统与现代利用

表2：世界能源组织当前政策环境下一次能源构成
资料来源：IEA 2010d

取之间的关系。

国际能源署、联合国开发计划署和联合国工业发展组织的统计数据表明：发展中国家目前面临的挑战规模是有14亿人口无法用电，依靠传统生物质能的人口有27亿（IEA 2010a）。在撒哈拉沙漠以南的非洲地区，80%的人口依赖于传统生物质能进行炊事，该区域是对生物质依存度最高的地区。尽管撒哈拉沙漠以南53%的城市人口能使用电，但是在农村地区能用电的人口仅占8%（UNDP 2007）。城市—农村的供电不平衡造成经济活动空间分布上的极不平衡，从而导致农村人口大量涌入城市。撒哈拉沙漠以南，平均有26%的人口能用电，从布隆迪、利比亚和乍得的3%到南非的75%再到该比例最高的多哥，达到92%（UNDP and WHO 2008）。国际能源署估计：除非实施新的举措，否则至2030年，仍然有12亿人无法用电，而依赖于生物质能的人将达到28亿。一些非洲国家无法用电的人口份额甚至可能会增大。可再生能源提供了低成本解决能源匮乏问题的方法。下一节将会进行探讨。

应对能源匮乏的方案

以上论述了许多解决能源匮乏的技术方案，但由于某些情况下受其商业化条件局限，大部分技术的应用需要额外的、公共财政性的扶持，包括发展资金补助。公私合作融资模式将是一种有前景的替代财政机制，包括用户付费补贴成本。具体讨论见下文（本章第四节）。

就电力传输技术而言，有三种选择。首先，现有的集中式电网可以扩展到无电力网络的服务区域。第二，分散化的微电网可以将一个社区连接到小型的发电厂。第三，用电需求处的单点发点离网系统。这些方式的优化组合主要是由该地域能源资源的禀赋、法规和环境政策、技术可行性、地理条件和相对成本综合决定的（AGECC 2010）。应该根据国家及地域的发展，

千年发展目标		现代能源如何协助完成前年目标
1	通过减少每天收入低于1美元的人口比例，消除极度贫困与饥荒	通过节约时间、增加产出、产值、多元化经济活动等手段提高生产链，增加家庭收入。灌溉业消耗的能量能增加食物产出，提供营养供给渠道。
2,3	实现全球范围内初级教育，提倡男女平等	为教育提供时间，除了与传统能源相关的活动外，促进教学事业的发展，尤其是针对妇女和儿童在健康与生产发面的教育。
4,5,6	降低儿童死亡率，分娩死亡率，降低疾病死亡率	通过提供干净水，净化炊事燃料，煮沸饮用水，优化农业产出等提高人体身体素质。具有现代燃料和电力的医疗机构能冷冻疫苗，提供消毒的医疗器具，提供照明。
7	实现环境可持续发展	洁净能源，可再生能源技术，高效能源能有助于减少当地、区域及全球范围内的环境影响。通过实现机械化，发展灌溉业，农业生产率和土地使用效率都将有所提高。

表3：千年发展目标与能源获取的关联
资料来源：GNESD 2007；Modi et al.2006)

优化和集成几种技术灵活应用。

在城市和人口较稠密的农村区域，电网扩展是最廉价的选择。中国、南非和越南实现了这种大规模的电网扩展。非洲区域性的电网扩展促进了国家间水力发电贸易，从而在提供低成本电力的同时，避免这块大陆受国际石油价格冲击和碳排放限制（World Bank 2009）。

在偏远地区，离网与微电网是比扩展电网更廉价的选择。离网解决方案有小型水力发电、风力发电、生物能和越来越流行的家用太阳能系统（Solar household systems, SHSs），这些都可以缓解农村的能源匮乏，甚至可以取代高成本的火力发电（GNESD 2010；IEA 2010a；REN21 2011）。进而言之，这些技术可以解决能源供给与温室气体排放成正比的问题，并减少低收入国家对燃料的进口。住宅太阳能系统利用光伏发电，并带有可重复使用的充放电电池，一般产电能力为30~60瓦，可以为4~6组小型荧光灯、电视机和手机充电器供电。该技术也可以用来提供洁净饮用水。在亚洲，安装40瓦的发电系统，平均价位在360~480美元，折算为每瓦8~11美元。在非洲（以加纳为例），安装50瓦的发电系统，价位偏高，约为800美元，折算为每瓦16~17美元/瓦（ESMAP 2008b）。利用可再生能源的离网发电方案的主要优势在于其运行成本低，尽管初投资很高⁷。

洁净生物质能技术应用，比如高效的炉灶和沼气系统，可减少使用不可持续且效率低下的木材，并减少空气污染，施行和普及此项技术可为依赖于生物质能的农村人口得到现代能源服务提供缓冲阶段。实际上，有人认为洁净生物质能可以作为非洲家庭和小型工厂的优先选择，由于其有潜力为农村地区发展产业提供能源，是能源技术的跨越发展（Karekezi et al.2004）。国际能源署、联合国开发计划署和联合国工业发展组织（IEA 2010a）预计为确保至2030年全球均可使用现代化高效燃具，该技术有巨大的发展潜力，并将使在农村地区每年26亿美元投资中的51%用于沼气系统，23%投入到现代化生物质灶具领域。

对偏远农村地区及14亿无法享受供电服务的人口而言，可再生能源的应用逐渐展现出其可行性和应用潜力。IEA国际能源署、联合国开发计划署和联合国工业发展组织（IEA 2010a）保守预计：至2030年，解决区域用电匮乏需要的总投资额为7,560亿美元，折合为每年360亿美元，除用于传统的火力驱动涡轮发电外，主要用以发展离网系统的各种可再生能源⁸。

7. 5.3节讨论了财政机制的潜力。

8. 国际能源署、联合国开发计划署和联合国工业发展组织（IEA 2010a）没有按不同种类能源资源对投资需求作分解，但关于可再生能源机遇问题分析指出，不同可再生能源优化组合的微网电力在农村具有尤为突出的发展潜力。

3 可再生能源投资

能源领域所面临的挑战和危机，要求我们加大对可再生能源的投资规模。本节首先概括了目前在可再生能源方面的投资趋势和可再生能源技术竞争力的相关进展。随后在第2部分中分析了这种竞争力是如何在缺乏对传统化石燃料消费带来的巨大环境影响的考量机制下被削弱的状况。该部分还讨论了可再生能源提供的潜在就业机会。最后回顾了未来为满足能源需求的增长和减缓气候变化的可再生能源投资预测，以及用于提高能源利用效率的补充投资。

3.1 可再生能源投资的当前动态

尽快起点较低，但在过去的10年里，对可再生能源的投资增长迅速。从2004年到2010年，可再生能源的复合年均增长率达36%⁹。这一现象是基于以下原因：

■ 在发达国家和主要新兴经济体中，项目开发商和技术厂商更易获取资金，且利率较低，这加速了可再生能源技术的发展；

■ 对于一些可再生能源技术，技术的发展促使成本显著下降并对技术越发依赖，这也使得投资更具吸引力；

■ 高油价促进了可再生能源的投资；

■ 在过去10年，对可再生能源的政策扶持不断加强。例如，2004年至2011年初，制定有可再生能源扶持政策国家从40个上升到近120个（REN12 2011）。

2010年，“彭博新能源财经”预测全球可再生能源投资突破2110亿美元，创造一个记录。相比2009年投入的1,600亿美元、2008年投入的1,590亿美元，2010年全球可再生能源投资的增长速度大于30%（UNEP SEFI 2011）。

2008年以来的全球金融危机使得对可再生能源的投资暂时减缓，2008年和2009年投资增长速度缓慢（见图3）。尽管获得资金难度加大，尤其是外借资金，但总体上该领域的投资出现了相当大的反弹。

这种反弹，一部分是因为许多国家在2008年和2009年推出的财政激励计划（IEA 2009b），其中一些包括对可再生能源的支持（HSBC 2009）。例如，美国两项财政激励计划，在可再生能源总投资约为320亿美元¹⁰。韩国和中国在他们的财政激励项目中也包含对可再生能源的投资。约1,940亿美元的绿色激励基金用于支持全球的清洁能源，包括可再生能源技术、能源智能技术、碳捕获和封存、运输技术（UNEP SEFI 2011）。至2009年该投资才被花费不到10%，2010年

底达到将近一半。这一延迟现象说明要通过行政程序需要花费的时间，还有一些项目方案在公布后才能被正式提出。

可再生能源在新兴经济体中的投资自2005年开始迅速增长（UNEP SEFI 2011¹¹）。在这一年，经合组织国家对可再生能源投资占全球的近77%¹²。然而，至2007年，非经合组织国家对可再生能源投资的份额上升到29%，2008年上升至40%（彭博新能源财经数据库）。例如，2008年中国可再生能源投资名列第二，仅次于西班牙，美国排第三。巴西第四，印度第七。2009年，中国可再生能源投资名列第一，2010年继续保持第一，总投资为490亿美元。总之，自2005年至2008年，在经合组织国家中，可再生能源投资增长达200%，但在非该组织的国家增长超过500%。

2010年，发展中国家新的可再生能源金融投资为720亿美元，高于发达国家705亿美元的投资额（UNEP SEFI 2011）。就目前的增长速度可以预测发展中国家的可再生能源发电能力将高于经合组织国家（ITIF 2009，皮尤慈善信托基金）。

在发展中国家中，目前可再生能源投资中占最大份额的是三大新兴经济体中国、印度和巴西，总和为600亿美元，占投资总额的90%。其他发展中国家尽管只占投资总额的10%，但可再生能源投资加速增长，拉丁美洲（除了巴西）投资增长近2倍，亚洲近1/3，非洲近5倍（UNEP SEFI 2011）。这些投资往往仍集中在数量有限的国家。然而，为在其他发展中国家扩大可再生能源投资规模，需要努力发展基础设施建设，如输电和配电系统，提高金融市场和其他机构的运作，并提供一个扶持性的激励框架。

新兴市场除了明显增容可再生能源应用外，还快速建立了大型设备制造产业，可出口到全球或供本地使用。例如，中国已成为世界最大的太阳能光伏板和太阳能热水器生产商。政府扶持针对可再生能源领域制造业的投资，例如，建立太阳能产业的优惠电价。

9. 紧急经济稳定法案和美国恢复与再投资法案；其中包括风能生产税收抵免和太阳能投资税收抵免的延期。

10. 紧急经济稳定法案和美国恢复与再投资法案；其中包括风能生产税收抵免延长和太阳能投资税收抵免延长。

11. 可见联合国环境规划署欧洲工程教育协会编写的有关可持续能源投资趋势报告以前的版本（UNEP SEFI 2008a, 2009, 2010）。

12. 新的可再生能源金融投资排除小规模系统，还有企业和政府在研发上的投资，见图5，约占680亿美元，占2010年总投资2,110亿美元的近1/3（UNEP SEFI 2011）。

3.2 技术进步和成本竞争力

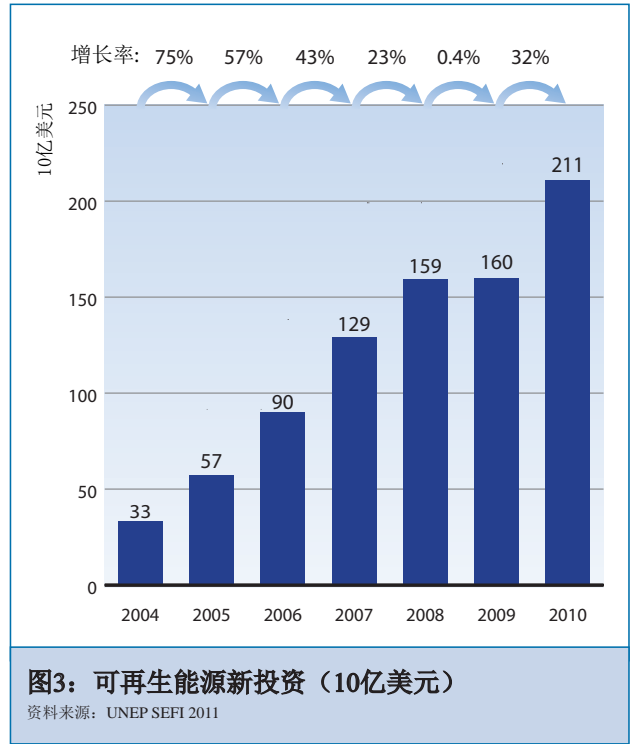
随着技术的成熟，可再生能源成本降低，这使得其竞争能力较其他能源技术逐渐提高。本节基于近期对不同能源技术的及成本的相关发展文献（例如，IPCC 2011；IEA 2010b, c, d）作简要概述。

IPCC（2011）可再生能源技术审查表明，从全球范围来讲，这些可再生能源的广泛使用并不存在技术制约。评估报告中指出，越来越多的可再生能源技术在走向成熟，并被大规模应用。表4显示了可再生能源技术成熟的4个阶段：研发；示范和配置；推广和商业化。但由于规模庞大，很多大型水电厂可能会对人类生活、生物多样性、供水等产生显著影响。为了解决潜在的环境不利影响，水电厂安装应遵循世界水坝委员会提出的可持续发展守则，或遵循其他最优方法¹³。相反，小规模水电厂产生的不利影响较小，故在很多发展中国家有较大潜力。就可持续生物质能的应用而言，甘蔗生产生物乙醇作为运输燃料的技术在巴西的商业市场上已相当成熟（见第五部分的专栏三）。沿海风能的应用也已经是成熟的商业技术，相比之下海上风能则处在推广阶段，不过在某些情况下其商业化接近成熟。

用于供热的太阳能技术（低温太阳能）也已被投入市场，且被广泛应用到世界各个地区。小规模光伏发电接近商业化，如离网区域的屋顶太阳能系统或太阳能灯，但总体上其推广还是依赖于补贴和价格扶持机制。聚光太阳能热发电处在示范和研发阶段，近期正在部分少数地区推广。地热能用作供热或制冷，不受气候条件的限制，也有部分地区将地热用作发电。在很多国家，包括意大利、肯尼亚、新西兰、菲律宾、美国、冰岛和萨尔瓦多，地热能用于发电技术已经相对成熟，这些国家15%的电量是由地热能提供的。

很多可再生能源技术的成本竞争力持续提升，其中某些技术的竞争力提升明显。图4来自IPCC（2011），根据三个主要用途：发电，供热和交通燃料估算了主要可再生能源技术单位用电的平准成本（度）。图4显示：任意技术，其成本估算具有较大的可变性（无补贴情况）。在发电、供热和燃料三种用途中，任意一种用途中某项技术，其成本的与非可再生资源技术相比具有相似的范围，而这些非可再生资源技术的成本同样受制于化石燃料的价格。总体上看，IPCC报告表明，就成本而言可再生能源相对于化石燃料，其竞争力越来越强，尽管这样的形势依赖于特定的环境，例如某地区拥有可观的可再生资源，或缺少低成本的非可再生资源。该分析同时还指出，更进一步的快速发展取决于政策上的大力扶持（将在第五节中讨论）。

IPCC（2011）可再生能源技术报告也表明一些具体技术的成本已经在下降。例如，全球光伏板模块的平均价格从1980年每瓦特22美金降低到2010年的每瓦特1.5美金（IPCC 2011）¹⁴。成本的下降是研发、实现规模经济、学习效应和提高供应商间竞争的成果，尽管个别因素的相对重要性并没有被完全理解。



学习效应的重要性是指由累积性生产或科研的累积性投资导致的新技术成本下降的趋势，从而获得经验和诀窍，表5是成本下降的幅度。该图表明各项技术在累计成倍生产能力下其投资成本下降的幅度¹⁵。因此，光伏板投资成本随生产能力增加一倍，平均为18%-28%，相比之下煤用量的降幅较小，约为5%-7%。一般情况下，能源技术越不成熟，其学习率越高，如风能和太阳能，其累计产能能力或知识储备较传统能源就要少很多。因此可再生能源的投资成本和总产能成本随着时间的推移较传统能源下降要快很多。

最重要的是，有两类市场干扰未被IPCC纳入考虑：一是支持采用化石燃料技术的能源补贴机制；二是不可预计的外部环境成本的差异，往往比化石燃料技术的成本更高。这些内容在下一章节会进一步论述。

3.3 外部环境影响、补贴和成本竞争

化石能源产生的环境负面外部效应包括空气和其他污染对当代人及后代的健康影响，以及应对CO₂排放引起的气候变化和海洋酸化的必要成本。政策方面往往缺乏动力将此外部成本货币化。如此，可再生能源成本高、投资回报周期长，很难成为化石燃料的替代品。

化石燃料燃烧所引起对健康的影响非常广泛，且很难用金

13. 例如国际水电协会和可持续发展评估协会；<http://hydrosustainability.org/>

14. IPCC（2011）引用彭博新能源财经作为价格评估的数据源，以2005年作为基准计算年。

15. 这些利率是基于专业知识或实验研究假设或计量经济学估计的。对于文献上的曲线，其中42项能源技术学习率报告，请参阅McDonald和Schattenholzer（2002）和Junginger等（2008）。

	研发	示范	推广	商业化
水电		流体动力涡轮机		河流 水库 抽水蓄能电站
生物燃料	水生植物衍生燃料	基于裂解的生物燃料 纤维素糖基生物燃料	气化基生物燃料 纤维素合成气基生物燃料	传统用途 锅炉 生活热水加热 小型/大型锅炉 厌氧消化 热电联产 共烧化燃料 燃烧供电 糖和淀粉基乙醇 植物和种子油植物燃料 气体燃料
风能	高海拔风力发电机	风力风筝	海上大型涡轮机	海上, 大型涡轮机 分布式, 大型涡轮机 涡轮机抽水
太阳能	太阳能燃料	太阳能制冷	太阳能烹饪 聚光光伏发电 聚光太阳能热发电	光伏 (PV) 低温太阳能热利用 被动式太阳能房
地热能	海底热能	工程地热系统		直接利用 地源热泵 热流, U型管 热流, 冷凝管
海洋能源	海底热能	热浪 潮流 盐度梯度 海洋热能转换		潮差

表4: 技术成熟阶段

资料来源: IPCC 2011中表1.3

钱来衡量其损失。在世界卫生组织最近的一个全球健康研究中发现: 环境的负外部影响引起全球死亡和疾病风险的比例已达到10%, 其中超过一半是化石燃料使用的直接后果 (WHO 2009)。根据欧洲委员会资助的研究项目 ExternE, 城市中发病率增加、充血性心力衰竭和儿童智商下降等问题, 都是由于化石燃料燃烧造成的颗粒物及其他产物排放所引起的¹⁶。一项由哈佛医学院发表的研究报告表明美国由煤燃烧所引起的环境外部成本为0.27美金/度 (Epstein et al.2011), 而电的平均成本为0.09美金/度。通过对比方法, 美国环境法研究所发表的化石燃料行业政府能源补贴研究表明, 同年美国的煤炭补贴为每度0.27美元 (ELI 2009)。

化石燃料燃烧所引起的气候变化通过气候模式变化、耕地和农业产量下降、水资源短缺问题加剧和生态系统衰退 (NRC 2010) 来直接影响消费者。CO₂排放引起的结果很难仅从金钱意义来衡量, 需要一个对照能源使用情况的复杂成本效益分析。欧洲环保署发表的一项关于产电引发的环境外部成本研究检测了CO₂和其他空气污染物 (NO_x, SO₂, NMVOCs, PM10, NH₃) 排放所引发的具体环境品质损失成本; 2008年使用传统化石燃料发电所引起的环境外部成本估计达到25.9欧分/度 (EU-27)。

图5来自政府间气候变化专门委员会发布的《可再生能源资源与减缓气候变化特别报告》(2011), 显示了常见可再生和化石能源产能的全寿命周期中所产生的额外费用, 并区分健康影响和因气候变化产生的成本。该图说明了两类广泛应用的环境外部环境成本估计方法。一般情况下, 由煤炭或燃气产电的环境外部环境成本要高于可再生能源技术的外部环境成本。图上采用对数显示是为了更清晰强调和表达其差异性。另外, 使用煤炭或燃气产电所引起的平均外部成本中的气候影响比健康影响高约一个数量级¹⁷。有证据表明在加强控制空气污染的措施时,

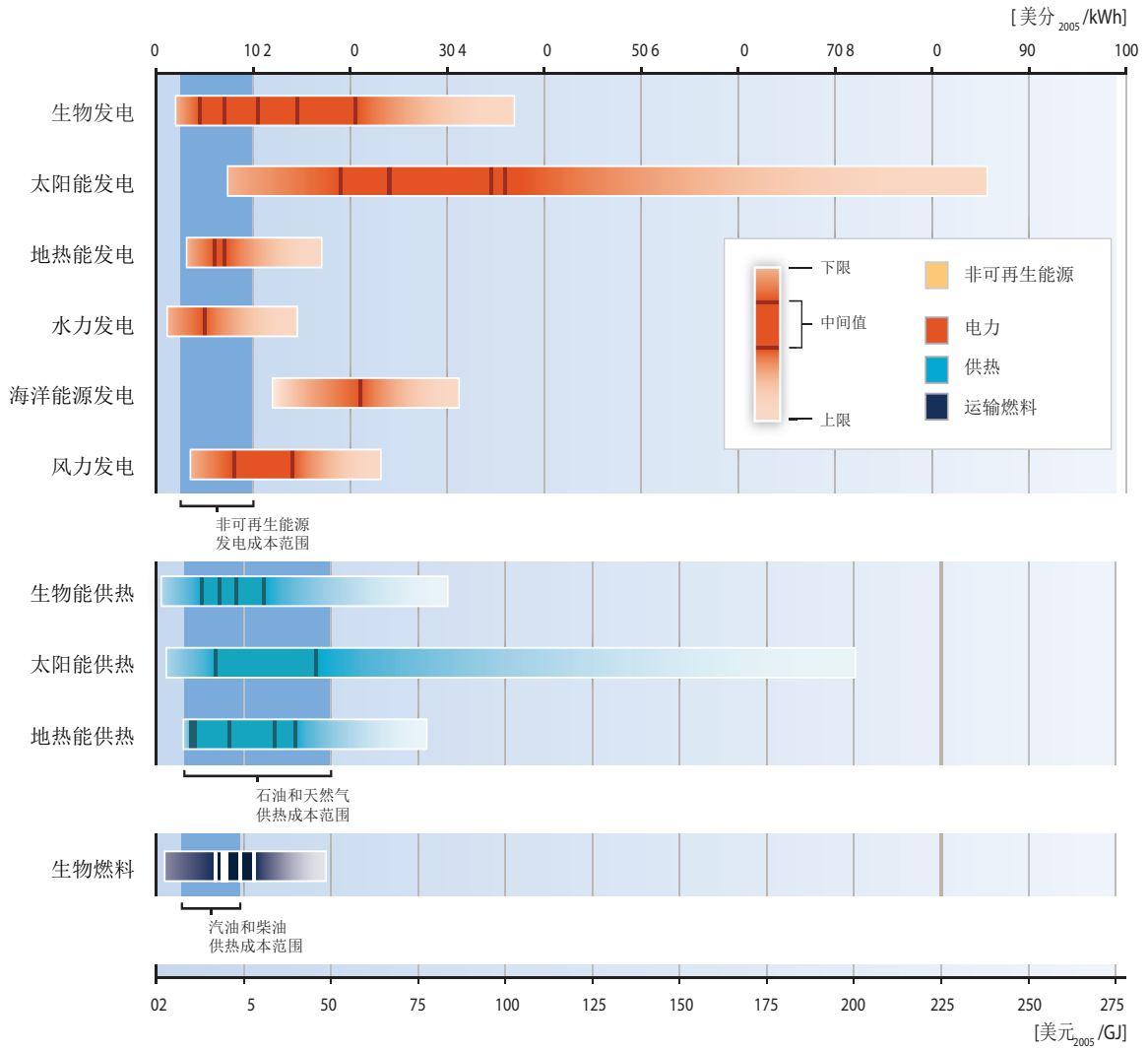
技术	投资成本下降率(%)
清洁煤	5-7
天然气联合循环	10-15
新核能	4-7
燃料电池	13-19
风力发电	8-15
太阳能发电	18-28

表5: 发电技术的发展速度

发电技术的发展速度, 自上而下的能源系统模型
资料来源: Messner 1997; Seebregts et al. 1999; Kypreos and Bahn 2003; and Barreto and Klaassen 2004

16. 见<http://www.externe.info/>

17. 除了碳捕捉和储存是可能的。



注：中间值显示以下子类，按各自顺序进行排序（从左至右）

电力	供热	运输燃料
生物质能发电: 1. 共烧 2. 小规模热电联产, CHP (气化内燃发动机) 3. 直燃式锅炉和CHP 4. 小规模CHP (蒸汽涡轮机) 5. 小规模CHP (有机工质朗肯循环) 太阳能发电: 1. 聚光太阳能发电 2. 大型光伏发电 (单轴逐日和固定角度) 3. 商业屋顶光伏发电 4. 住宅屋顶光伏发电 地热能发电: 1. 地热蒸汽发电 2. 双循环发电 水力发电: 1. 所有类型 海洋能源发电: 1. 潮汐能发电 风力发电: 1. 海上发电 2. 陆上发电	生物质能供热: 1. 城市固体废弃物热电联产 2. 厌氧消化物热电联产 3. 蒸汽涡轮机热电联产 4. 家庭颗粒供热系统 太阳能供热: 1. 中国的生活热水系统 2. 循环热水系统 地热能供热: 1. 温室 2. 水产养殖场 3. 区域供热 4. 地源热泵 5. 地热能建筑供热	生物燃料: 1. 玉米乙醇 2. 大豆柴油 3. 小麦乙醇 4. 蔗糖乙醇 5. 棕榈油柴油

每种可再生能源技术的平准成本下限是基于最多有利输入值的组合，而上限是基于最少有利输入值的组合。图中非可再生能源发电的参考范围是指集中的非可再生能源发电的平准成本。供热的参考范围是指目前基于石油和天然气的成本。运输燃料的参考范围是基于目前除税的原油成本（每桶40-130美元）和相应的石油和汽油的成本。

图4：指定商业化可用的可再生能源技术目前的平准成本

资料来源：IPCC 2011

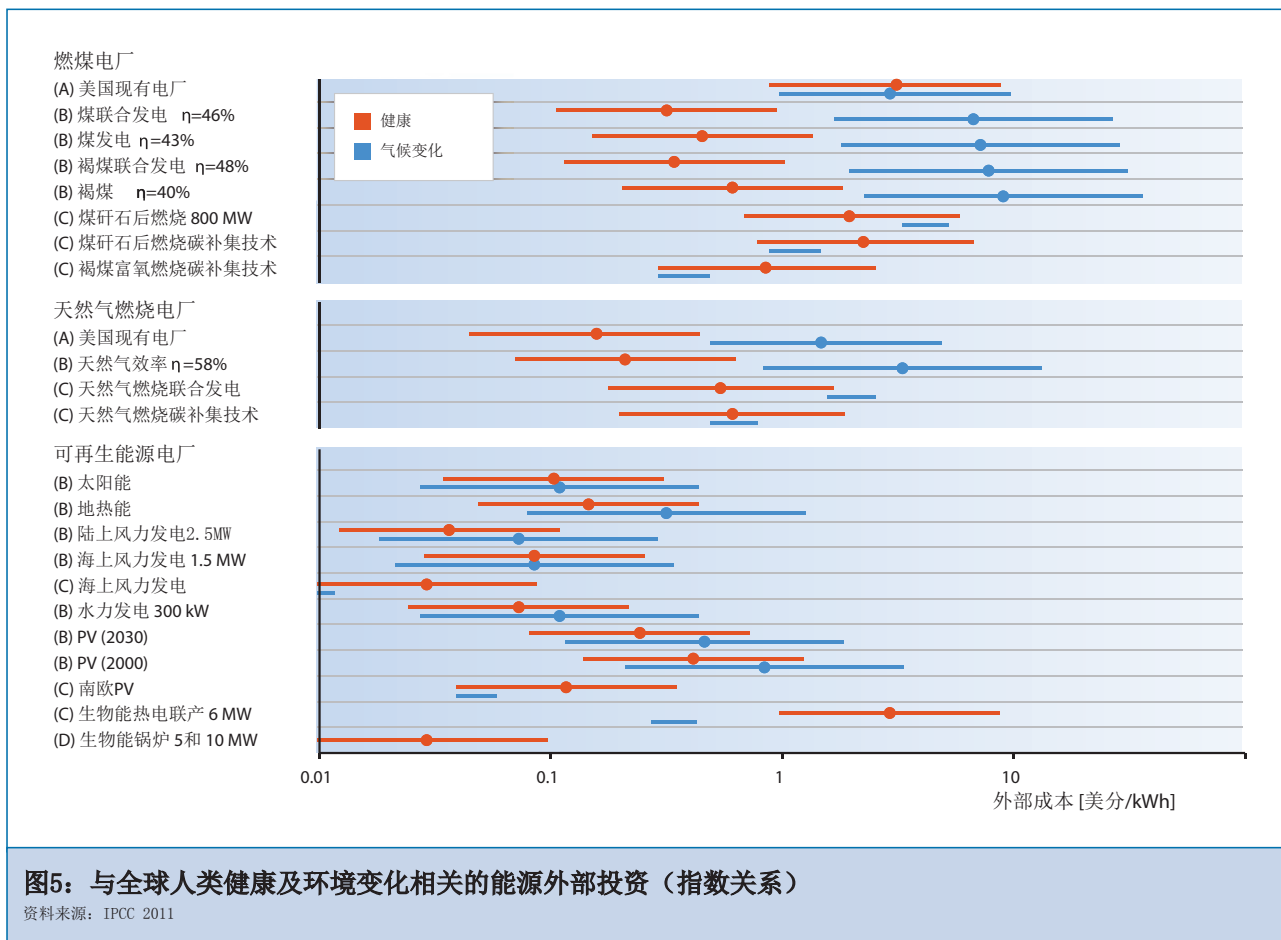


图5：与全球人类健康及环境变化相关的能源外部投资（指数关系）

资料来源：IPCC 2011

采用综合方法解决空气污染物和温室气体排放比单独处理时的成本要小得多（IPCC 2007）。

外部环境成本的计算范围表明若外部环境成本被生产商和消费者认可接受，各种可再生能源技术便具有竞争性，但是人们也承认这主要是为了说明气候变化模型和损害成本计算过程中的不确定性。因为这些外部成本并没有充分反映在能源价格中，消费者、生产商和决策者没有获得精确的价格信息，而这些信息有助于实现能源资源的最优化使用。

然而，政府在制定能源政策或战略时，应考虑这些外部环境成本。表6是由欧洲委员会（2008）提供的一个实例：如何将纳入CO₂排放的外部环境成本与降低各类可再生能源技术的成本实施措施合并，以改变欧盟的可再生能源技术经济方面的竞争力。表6提供了各类技术的预测范围，说明了欧洲在中等燃料价格情景下，可再生能源发电（尤其是水电和风电），如何与化石燃料和核能竞争。表6也表明欧洲陆上风力发电的生产成本将很快能与天然气技术相抗衡。至于欧洲的生物质能源，其成本有较大范围的不确定性。其他可再生能源技术，即那些目前只有概念存在的技术，其成本仍然要比传统能源技术高很多¹⁸。欧洲光伏发电的成本预计到2030年下降1/3左右，但是仍要比其他能源发电的成本高很多。

表6也表明在评估可再生能源发电与化石燃料发电的成本竞争力中，煤炭价格发挥重要作用。该情景假设每吨CO₂的排放征收税分别为：2007年0欧元/吨CO₂，

2020年41欧元/吨和2030年47欧元/吨。这个假设较目前（2011年）的10-15欧元/吨，相对增长很快，重点强调了碳交易市场的潜力（见专栏一）¹⁹。如果碳排放引起的外部环境成本，如与空气污染相关的健康危害等都计入碳定价体系，则相对来说可再生能源的地位会大幅度上升。严控化石燃料的生产标准，可提高化石燃料的生产成本，也可以提升可再生能源的竞争力。

如果停止对化石燃料的补贴，可再生能源的竞争优势会更加明显。在很多发展中国家，政府支持能源行业是为了降低能耗价格，使其低于市场水平，从而来减少贫困和刺激经济增长。从经济上来说，提高可再生能源利用率的最有效方法是停止对化石燃料的所有补贴，并引入碳排放税收（如化石燃料税），然后长时间提供可再生能源补贴和对贫困用户的针对性补贴。停止化石燃料补贴很难实行，因为会影响到整个经济和既得利益者。任何可行的政治改革都需要精心计划和分阶段实施。

国际能源署利用价格差的方法评估了化石燃料的相关消费补贴，2007年总计为3,420亿美元（IEA 2010d），

18. 注意：蒸汽循环发电厂在任何地区都需要有可靠的水源保证，使得出现由于竞争使用导致价格越来越高的现象。因此表6中关于化石燃料发电的生产成本假设比较保守。

19. 政府间气候变化专门委员会的第四次评估报告（2007）对评估间同期文献对损害成本的估计作了综述，指出平均每排放一吨CO₂的损害成本为12美元，最高则为95美元。另外，如下所述，由德国航空航天中心和弗劳恩霍夫系统和创新研究会（DLR/ISI, 2006）基于英国环境、食品和农村事务处（Department for Environment, Food and Rural Affairs (UK), DEFRA）建模的报告指出，排放每吨CO₂的损害成本高达15-280欧元。

能源	发电技术	先进的生产成本 (COE)			净效率 2007	生命周期温室气体排放				
		先进国家 2007 € 2005/MWh	工程 2020 € 2005/MWh	工程 2030 € 2005/MWh		直接排放 Kg CO ₂ /MWh	间接排放 Kg CO ₂ eq/MWh	生命周期 排放 Kg CO ₂ eq/MWh	燃料 价格 敏感度	
天然气	开放循环燃气 涡轮机 (GT)	-	65-75 ^b	90-95 ^b	90-100 ^b	38%	530	110	640	非常高
	联合循环燃气 涡轮机 (CCGT)	-	50-60	65-75	70-80	58%	350	70	420	非常高
	CCS	n/a	85-95	80-90		49% ^c	60	85	145	非常高
石油	内燃式柴油机	-	100-125 ^b	140-165 ^b	140-160 ^b	45%	595	95	690	非常高
	联合循环燃油 发电机组	-	95-105 ^b	125-135 ^b	125-135 ^b	53%	505	80	585	非常高
煤炭	粉煤燃料 (PCC)	-	40-50	65-80	65-80	47%	725	95	820	中等
	CSS	n/a	80-105	75-100		35% ^c	145	125	270	中等
	循环流化床 (CFBC)	-	45-55	75-85	75-85	40%	850	110	960	中等
	整煤气化联合循环 (IGCC)	-	45-55	70-80	70-80	45%	755	100	855	中等
	CSS	n/a	75-90	65-85		35% ^c	145	125	270	中等
核能	核裂变	-	50-85	45-80	45-80	35%	0	15	15	低
生物能	固体生物能	-	80-195	85-200	85-205	24%-29%	6	15-36	21-42	中等
	沼气	-	55-215	50-200	50-190	31%-34%	5	1-240	6-245	中等
风能	海上	-	75-110	55-90	50-85	-	0	11	11	无
	陆上	-	85-140	65-115	50-95	-	0	14	14	无
水能	大型	-	35-145	30-140	30-130	-	0	6	6	无
	小型	-	60-185	55-160	50-145	-	0	6	6	无
太阳能	光伏发电	-	520-850	270-460	170-300	-	0	45	45	无
	集中式 太阳能发电	-	170-250 ^d	110-160 ^d	100-140 ^d	-	120 ^d	15	135 ^d	低

a. 假定燃油价格为“欧洲能源和运输：至2030趋势-- 2007更新”，2007年每桶54.5美元和2030年每桶63美元（均以2005年美元为基准）。
 b. 计算基于负荷运行。c. 报告中的碳捕集发电效率是指首个2015年开始运行的示范项目。d. 假定天然气支持供热。

表6：欧洲发电的能源技术--适中的燃料价格情景下

资料来源：European Commission 2008)

2008年化石燃料的价格很高，补贴总计5,570亿美元（IEA, OPEC, OECD and World Bank 2010），2009年则为3,120亿美元（IEA 2010d）。预计每年对化石燃料生产商的补贴达1,000亿美元（GSI 2009）。这些支持，每年总计近5,000-7,000亿美元，使得可再生能源与常规能源（主要是化石燃料）处于不平等的地位。相较之下，国际能源署（2010d）估计2009年政府对可再生能源和生物燃料的支持仅为570亿美元。重新调整这些补贴是提高可持续能源生产市场优势的最显著方法，如2009年G20峰会中通过决议停止对“无效和浪费”的化石燃料提供补贴（Victor 2009; GSI 2009, 2010）。国际能源署计算，2020年彻底停止化石燃料的消费补贴，能减少5.8%的CO₂排放，即20亿吨（IEA 2010d）。

3.4 可再生能源行业的就业潜力

可再生能源行业的就业将变得可持续化。2010年，估计世界上直接或间接从事该行业的人数超过350万。目前大部分的工作机会集中在少数几个国家，主要是

巴西、中国、日本、德国和美国（见表8）。中国所占份额最大，2010年可再生能源行业总就业人数超过110万（Institute for Labor Studies et al. 2010）。2008年，德国该行业就业人数为27.8万，自2004年开始每年新增11.75万人（UNEP, ILO, IOE and ITUC, 2008）。在可再生能源资产、研发和生产过程中，这五个国家的投资也最多。

所有技术中，风能发电发展尤为迅速，工作岗位自2005年的23.5万发展到2009年的55万，增长了一倍多。就业机会发展最快的是亚洲，从2007年到2009年增长了14%，其次是北美洲。在各项发电技术中，太阳能光伏发电行业的就业率较高，虽然很可能随着光伏板成本降低而有所下降（见表9），这里没有包括过去五年里成本的下降²⁰。

可再生能源行业就业的进一步增长取决于投资规模的大小、现有技术投资的选择、技术成熟度、经济发展总体

20. 很多目前的研究（如Wei et al. 2010），没有包含在表9中，这些研究表明可再生能源的技术成本不断下降，包括低就业率因素。

典型项目	天然气价格		
	US\$ 2.00/MMBtu	US\$ 4.00/MMBtu	US\$ 8.00/MMBtu
碳补集	US\$ 5.77	US\$ 0.79	Negative
大型风力发电	US\$ 47.08	US\$ 8.50	Negative
煤制气—燃料转换*	US\$ 15.12	US\$ 72.44	US\$ 187.07
粉煤碳补集**	US\$ 279.99	US\$ 220.86	US\$ 102.59

* 假定碳的价格保持不变。 ** 缺失的电量是由于CO₂补集的能力损失。

表7：每减少一吨CO₂ 排放的工程成本（2007年），给定不同天

资料来源：Ecosecurities Consulting 2009

专栏一：碳市场

碳市场是旨在降低碳排放量和针对使用化石燃料产生温室气体的负面外部效应，是限制总碳排放量的群体工作。可交易的有限碳排放配额，可出售或无偿提供，在此基础上可建立一个人工市场，由此就产生了碳价格。碳价格增加了使用化石燃料的额外费用，使得非化石燃料更具竞争性。化石燃料的替代品不仅包括可再生能源，而且还有高能源效率措施、核电、碳补集和封存和减少非CO₂的温室气体排放。2010年，发展碳减排市场的两大重要事件分别是欧盟排放交易体系（European Union Emissions Trading Scheme, EU-ETS）和清洁发展机制（Clean Development Mechanism, CDM）。

实际上，他们是相通的，因为ETS是CDM信用交易的主要市场。由于目前碳价格低和未来发展的不确定性，碳定价机制尚未能促进可再生能源的大规模应用。

除了可再生能源的具体支持措施外，可持续能源项目的回报，相对化石燃料的替代品，会作用于碳价格和市场价格。反之，碳价格也会作用于政策决定。表7以风能为例，假定投入和运行成本，风能从价格昂贵的碳排放选择（天然气价格较低时）转变为成本效益适中的技术（天然气价格较高时）。

提高、市场容量、国家机制、劳动力大小和劳动成本。《绿色工作报告》（UNEP, ILO, IOE and ITUC 2008）估计，强有力的政策支持，可使到2030年风能从业人员达210万，太阳能行业达630万。

最近，彭博新能源财经总结出一份2009年关于风能和太阳能绿色工作的分析报告。报告中指出从2008年至2025年，预期太阳能行业创造的就业岗位大幅度增大（从17.3万至76.4万），风能行业增加适中（从30.9万至33.7万）。风能就业增长较为温和表明当前政策环境以及技术持续发展，特别是生产力急剧增加，因此降低了劳动力需求。就潜在健康风险而言，可再生能源行业的就业相较于化石燃料能源较为安全，可确保长时间就业和增加人力资源（IPCC 2011）。

无论是可再生能源还是常规能源，具有较高前期投资的大规模发电技术属于资金密集型产业（见表9）。相反地，生物质能、煤生产和运输则属于劳动力密集型产业。在制造和安装方面，小规模技术往往属于劳动力密集型。一般情况下，对于多数可再生能源技术，在制造、建造和安装阶段都提供了大量的就业机会。然而化石燃料，如煤炭和天然气，却与之相反。

某些情况下，可再生能源就业的增长补偿了其他能源领域的就业损失。例如，目前有研究表明，阿拉贡和西班牙可再生能源行业安装每兆瓦电力创造的就业岗位是传统能源的1.8~4倍（Llera Sastresa et al. 2010）。中国可再生能源行业劳动力的增长可部分抵消由于2003至2020年间500家小型低效电厂倒闭所致的失业率，据中国社会科学估算这个数字超过50万，（Institute for Labor Studies et al. 2010）。可以预见：裁员不是以更换员工，而是以退休的形式。或者根据需要实施有针对性的再培训课程、调动工人到其他部门工作。

3.5 可再生能源的投资需求

对未来投资需求预测应基于应对气候变化的预算成本，并同时满足日益增长的能源需求。针对450ppm大气CO₂浓度控制情景下国际能源署发表的《世界能源展望2010》（IEA 2010d），预计在2010至2035年间对低碳技术和能源效率（不仅仅是可再生能源）额外总投入达18万亿美元²¹。在第一个10年里，投资额仅为2.2万亿美元（约12%），但是第二个10年

21. 这些估计是基于当前政策情景下预测的额外投资成本。

	估计全球就业岗位	选定的国家								
		丹麦	德国	意大利	日本	西班牙	美国	巴西	中国	印度
技术										
生物燃料	> 1,500,000							730,000		
风力发电	~ 630,000	24,000	100,000	28,000		40,000	85,000	14,000	150,000	10,000
太阳能热供水	~ 300,000					7,000			250,000	
太阳能发电	~ 350,000		120,000		26,000	14,000	17,000		120,000	
生物能发电	-		120,000			5,000	66,000			
水力发电	-					7,000	8,000			
地热能	-		13,000				9,000			
沼气	-		20,000							
太阳能热发电	~ 15,000					1,000	1,000			
总计	> 3,500,000									

注：
 >：至少
 ~：大约
 数据只是粗略估计，四舍五入至1,000或10,000。数据源于不同地方，详见REN21 2011，一些是基于已有装机容量计算。数据的不稳定性是由于相关的计算方法，行业定义和范畴，直接与间接工作，部分源于其他行业。尽管一些国家在生物能发电、水力发电和地热能的数据是现有，但就全球的就业估计并不可靠。

表8：按技术和国家类别分类的可再生能源的就业情况

资料来源：REN21 2011

	设备全生命周期的 平均就业率（就业率/MW）		
	制造、建设和安装	运行和维修/燃料处理	总计
光伏发电	5.76-6.21	1.20-4.80	6.96-11.01
风力发电	0.43-2.51	0.27	0.70-2.78
生物能	0.40	0.38-2.44	0.78-2.84
燃煤发电	0.27	0.74	1.01
天然气发电	0.25	0.70	0.95

注：该数据基于2001-2004年发表的一系列研究发现。假定光伏发电占21%，风力发电占35%，燃煤发电站占80%和生物能和天然气占85%。

表9：设备全生命周期的平均就业率（就业岗位/MW）

资料来源：UNEP, ILO, IOE and ITUC 2008

基础设施	预期寿命（年）
水力发电站	75++
建筑	45+++
燃煤发电站	45+
核电站	30-60
燃气轮机发电站	25
飞机	25-35
汽车	12-20

表10：选定发电厂和运输行业的寿命

资料来源：Stern 2006

里，即2020~2030年，投资将超过总额的一半。《世界能源展望2010》未能给出可再生能源具体的投入比例，但是通过分析前几年的展望可预测：在450ppm情景下，至2020年可再生能源投入将达到1.7万亿美元。

有关可再生能源投入还有很多其他不同的预测。世界经济论坛（2010）指出为使全球平均温度升高不超过2℃，至2020年全球每年需投资清洁能源5,000亿美元，而根据目前政策估计每年仅可投入3,500亿。在“先进能源改革的情景”模式下，绿色和平和欧洲可再生能源理事会（Greenpeace/EREC 2010）预测：2007~2030年可再生能源需要的额外投资将超过9万亿（平均每年3,900亿）²²。这个阶段的目标是截止至2050年将CO₂排放降低至每年100亿吨，第二个目标是停止使用核能²³。

新能源经济估计：为应对2020年CO₂排放量达到峰值的状况，至2020年每年需投资可再生能源、能源效率和碳补集和封存5,000亿美元，2030年将上升至5,900亿²⁴。这意味着在2006-2030年平均总投资将占到GDP的0.44%。总之，用于估计可再生能源投入资金方法有很多，为减缓气候变化，估计至2020年每年的总投资投入约为5,000亿美元。

然而，为应对气候变化，不仅可再生的投资规模

22. 2007-2030年，在可再生能源上预期的投资参考为5.1万亿美元，先进能源改革为14.1万亿美元。政府间气候变化专门委员会（2011）选择四个情景之一，在该情景下，从16个不同的大型模型中出164个方案。先进能源改革是一个用投资来减少能源增长需求的情景，并排除使用碳补集和封存来减少温室气体的排放。

23. 改革的方案有一个类似的目标，但是假定燃煤电厂的技术生命期从20年延长至40年；估计每年需要增加2290亿的成本。

24. 引自UNEP SEFI 2009。

非常关键，而且投资时机的选择也很重要。这是由于闭锁高碳电力基础设施的风险，因为发电厂和配电基础设施的寿命都很长（见表10）。因此，近几十年的碳排放量取决于目前的投资决策。例如，提早停止使用或改革电力设施往往相当昂贵，因此需要谨慎的过渡政策（Blyth 2010）。

一些研究还表明：各国政府和私营企业在能源行业转向低碳发展道路上的任何重大延误，都将导致达到既定减排目标的成本显著提高。例如，国际能源署（2009a）估计每年能源部门转向450ppm轨道的延误，将增加近5,000亿美元减缓气候变化的成本。该模型对同一时间不同点的边际减排成本假设是相当敏感的，但结果大致与其他研究结果一致。另一项研究（Edmonds et al. 2008）预测2012年若延缓发展中国家的减排行动，到2020年，可能会使社会总贴现费用增加一倍，相应的2035年和2050年成本增加量会更大。

值得注意的是消除能源短缺的成本要比应对日益增长的能源需求或减缓气候变化的成本要少很多。2010年4月，联合国能源和气候变化顾问组（AGECC 2010）公布了一份报告，估计普及满足基本需求的现代能源服务所需的资本在2030年将达到每年350-400亿美元²⁵。为提高低收入国家的能源利用效率，报告中估计平均投入为每年300-350亿美元。这些成本部分用于发展可再生能源技术（在上面的第二部分中讨论）。然而需要广泛推广在可再生能源领域更大的投资，以确保普遍获得现代能源。

25. 用于烹饪、采暖、采光、通信、保健和教育的能源。

4 量化投资再生能源的影响

为了评估增加绿色经济投资的影响（包括绿色能源），千年研究所（Millennium Institute, MI）基于阈值21的国家模型（T21）进行了定量分析，并形成了全球绿色经济报告（T21-Global）。在报告书建模章节中详细描述了T21-Global模型，这是一个全球经济的动态系统模型，考虑了经济、社会和环境领域间的相互影响。

这个模型也包含能源供应与需求。能源供应分为电力和非电力两部分，包含一系列的化石燃料、核能、生物质能、水电和其他可再生能源。化石燃料的生产基于存量和流动量，包括发现挖掘和恢复再生的过程。化石燃料的价格具有内源性，即取决于模型内部供应和需求的相互作用结果。能源需求取决于GDP、能源价格和技术（例如，能源效率水平），且根据IEA等级再进行分类。模型中，GDP也取决于能源需求，这意味着反馈机制在各种方案下都发挥重要作用。

该情景模型模拟了2030-2050年几十年情景，包括：1）基准情景（BAU），基于历史轨迹并假定政策和外部条件没有重大变化；2）分配全球GDP的1-2%作为额外投资，分别为BAU1和BAU2；3）分配全球GDP的1-2%作为10个绿色经济部门的额外投资，分别为G1和G2。在G2方案下，能源部门获得更多的配额，使得分析接近政府部门制定的维持CO₂大气浓度在450ppm的目标。因此，下面着重于G2和与BAU2的对比²⁶。

4.1 常规情景

BAU情景在GER建模分析与WEO2009参考方案²⁷（IEA 2009a）类似，即世界能源资源大致可满足未来的需求。然而，对于石油，长期发展令人担忧，尽管常规石油用量预计将在2035年后到达高峰。

如果按目前趋势进行简单推测，BAU情景可代表未来40年能源使用将如何发展。然而这个假设忽略了气候变化对经济活动或其他人类活动的重要潜在影响，因此就BAU情景能源发展可能产生的影响还是乐观的。

BAU情景中，目前世界主要能源需求增长速度（2.4%/年）在2010-2050年变得缓慢（1.2%/年），这是因为人口和经济增长都变得缓慢。尽管增长速度缓慢，世界能源需求依旧增加了大约1/3，从目前大约13,000Mtoe增加到2050年的近17,100Mtoe。类似的，世界电力需求将持续增长，但是速度较为缓慢（从目前3%以上至2050年1.1%）。

BAU情景中，化石燃料在能源中占主导地位，至2050

年份额占到约80%。目前，可再生能源供应约13%的世界能源需求，多数是传统生物质能和大规模水力发电。在BAU情景中，现代可再生能源（排除水电、传统生物质能和农业废弃物）将持续增长，但总体的增长速度是下降的（从目前的3%降低至2030-2050年的1.1%）²⁸。该能源结构中的其他能源，如核能持续扩大，但是供应的年增长速度从短期的1.3%降至长期的0.6%。煤炭和天然气的比重不断增长（分别为1.3%和1.5%），但石油预期在中长期下降，使得煤炭和天然气至2050年占到能源需求的最大份额：天然气24%，煤炭33%和石油24%。至2050年其他能源基本保持不变。

就能源消费终端而言，BAU情景中至2050年交通超越工业成为最大的能源消费（29%）。交通和工业每年增长速度分别为1.4%和1%。受人口增长直接影响的居民生活领域，预期以最快速度在模拟期内增长（1.7%），至2050年将达到总能源需求的28.9%。在BAU情景下，这些趋势都表明与能源相关的CO₂排放量将从2007年的28Gt，上升到2030年的41Gt，2050年增长至50Gt。

4.2 绿色投资情景分析

可再生能源行业在G2情景下获得了额外0.52%的全球GDP投资，是目前投资的第一位并主导该部分的趋势²⁹。这些投资都定位于可再生能源的供应。投资中相当一部分用于能源效率，尤其是交通、建筑和工业部分。这种需求方和供应方的投资互相影响，尤其表现在化石燃料的价格上。遏制需求增长的投资影响在其他章节论述，但在本节也会概述。

以下聚焦能源需求侧的节能、供应方可再生能源的普及率、该行业的就业和温室气体排放问题来讨论G2方案和BAU情景的不同结果。报告的“模型”章节中讨论在全球总体层面对GDP的影响，这是因为很难孤立谈论内部相互作用和影响两个领域：能源供应与能源制造业。如上所述，对比G1情景，基于现有的知识和假设，G2情景额外投资的配额集中在能源供应和使用，以实现减排的最大化。

能源需求侧效果—实现节能

G2情景中，额外的绿色投资放在未来40年里总计6,510亿美元/年，被分配用于提高能源需求侧末端效

26. 在“模型”章节中，详细介绍了包括G1在内的各种方案。

27. 全球总计水平，与WEO 2010（IEA 2010d）目前政策方案相似。

28. 现代可再生能源供应增长较3.1中提高的总投资增长速度更为适度，因为后者包括总金融投资。

29. 由IEA（2010b, 2010d）发布和预测。

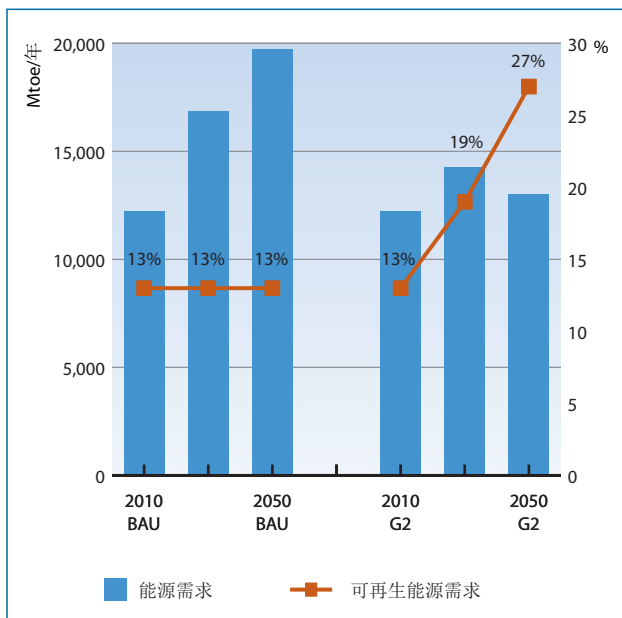


图6: BAU 和 G2 情景中总能耗的趋势 (左轴) 和可再生能源渗透率 (右轴)

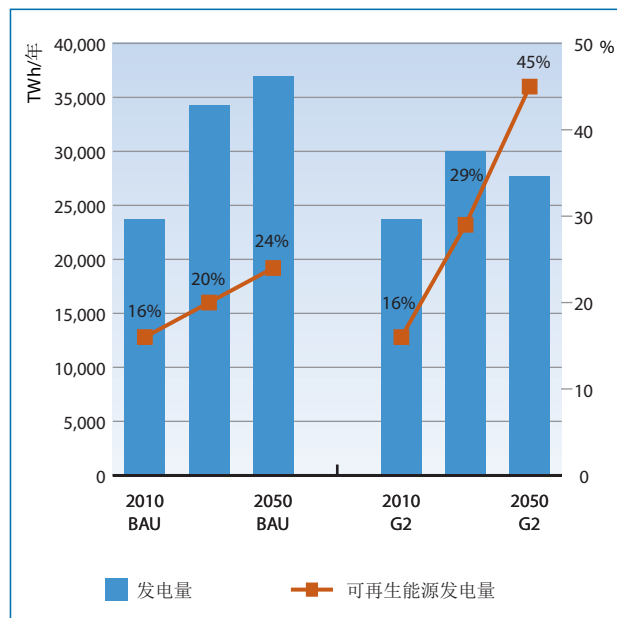


图7: BAU 和 G2 情景趋势: 发电量 (左轴) 和可再生能源渗透率 (右轴)

率率³⁰。这些集中在发电和燃料的工业 (见HRS-MI 2009) 和交通 (交通投资在交通章节中详细分析, 资金主要分配给扩充公共交通网络而不是提高能源效率)。G2情景中, 节能措施控制了至2030年能源需求的15%和2050年的34%, 相比于BAU, 能源需求2030年达到14,269兆吨油当量和2050年13,051兆吨油当量。总化石燃料需求在2050低于BAU方案的41%³¹。例如, 除了发电的成本和燃料成本, 2010~2050年约每年节能7,600亿美元。

能源供给侧效果—提升可再生能源的普及率

G2情景中, 能源供给在2010-2050年间获得了额外的6,560亿美元/年, 扩大了生物燃料生产和利用可再生能源发电。模拟中投资的单位成本基于IEA的2010年能源技术前景的评估和其他一系列的发布资源 (参见“模型”章节和技术附录)³²。

能源供应的额外投资用于可再生能源发电和生物燃料生产。其中的50% (在G2情景中未来四十年里为3,270亿美元) 用于发电³³。发电投资进一步分为9个领域: 8类发电项目和碳捕获和封存。其中2类主要发电:

■ 太阳能发电: 发电投资的35% (G2情景中, 2011年额外投资630亿美元) 和未来40年里平均每年额外投资。

■ 风力发电: 2011年投入发电投资的35%, 2050年下降至15% (G2情景中, 2011年额外投资630亿美元), 未来40年里平均每年的额外投资为760亿美元。

生物燃料生产占到能源投资的50%, G2情景中, 未来40年里平均每年的额外投资为3,270亿美元。生物燃料增量假定从第一代转到第二代生物燃料, 利用农业废料。一般情况下, 第二代生物燃料在模拟中将农耕地转为食物生产较为容易³⁴。在2025年和2050年, 第二代生物燃料的产物, 源于农业和森林的废料, 预期将达到相当于4,900亿升汽油或8,440亿升汽油, 满足2050年世界液体燃料消耗的16.6% (考虑第一代生物燃料时为21.6%)。G2情景中需约37%的农业和森林废弃物。但是25%以上的废弃物不能利用 (IEA 2010b), 假定边际土地用于种植生物燃料的庄稼。

替换碳密集能源投资为清洁能源投资, 在G2情景中, 可再生能源普及率2050年将增加到主要能源需求的27%, 相比之下BAU情景为13%。发电部分, 可再生能源 (包括水电、废热、风能、地热能、太阳能、潮汐能) 将在2050年占到总电量的45%, BAU情景为24%。化石燃料, 尤其是煤炭, 在2050年其份额会下降至34%, BAU情景为64%, 主要是由于可再生能源利用的扩展 (图6, 图7, 表11)。表11对比G2情景中能源结构和在 ETP 2010 发布的 IEA 蓝图450情景 (IEA 2010b)。结果与就可再生能源普及率相似, 主要区别在与G2情景中的核能源所占份额较少, 由于该技术没有针对性的额外投资。以下讨论, 部分解释了G2情景中没有获得在蓝图450情景中减排的同等投资额度。

一般情况下, G2情景相对于一些更为宏伟的情景显得较为保守。但是, G2情景结果与IPCC (2011) 发现的

30. 这些是投资在G2情景中投资的剩余部分; 例如G2情景中将投资中的0.52%分配给可再生能源供应, GDP中2%的额外部分分配给能源效率。

31. 化石燃料需求G2情景较BAU2情景低了48%。

32. 一般情况下, 方案不会显著改变目前核能的发展趋势, 发展碳捕集和封存潜力持续缓和, 为了着重分析可再生资源。

33. 召回G2情景中的投资金额是现有能源 (包括可再生能源) 投资趋势的附加部分相当重要。因此这里引用的投资金额要低于总投资数量, 例如, 可再生能源, 是由彭博新财经金融、UNEP SEFI 和其他部门发布的。

34. 注意农业部门的投入, 作为绿色投资方案的一部分, 也提高了耕地的生产力, 因此也就降低了生物燃料和食物生产的潜在冲突。

情景	2030				2050	
	*WEO 目前政策	GER BAU	*WEO 450	GER G2	*ETP 蓝图	GER G2
煤炭	29	31	19	25	15	15
石油	30	28	27	24	19	21
天然气	21	23	21	23	21	25
核能	6	6	10	8	17	12
水力	2	2	3	3		4
生物能和废弃物	10	8	14	12	29	16
其他	2	3	5	5		8
总计	100	100	100	100	100	100

*其他资料来源：IEA 2010b, 2010d

表11：多种GER和IEA情景下对比2030和2050年的能源结构图

	*WEO 450 Scenario	*ETP BLUE Map	G2	G2
	2030	2050	2030	2050
末端用户用电转换效率	49%	19%	22%	27%
燃料转换效率		35%	23%	28%
工业			7%	6%
运输业		8%	16%	22%
供应侧减排	50%	46%	54%	46%
低碳能源发电（可再生能源和新核能）	30%	27%	39%	33%
生物燃料	3%		6%	5%
碳封存和补集	17%	19%	9%	7%

注：累加超过100%由于四舍五入；*其他资料来源：IEA 2010b, 2010d

表12：对比GER建模和IEA减排份额

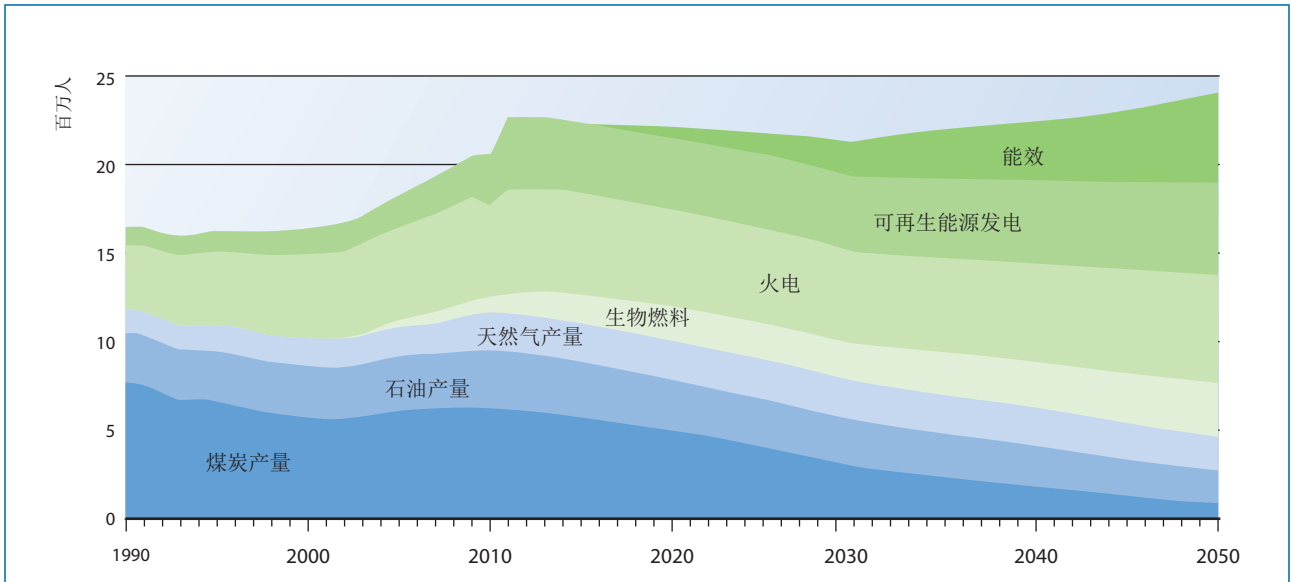


图8：G2情景中能源行业的就业率，分解到燃料、动力和能效

16个大型综合模型中的164个全球模型的中位数相对接近³⁵。这些方案覆盖了大部分可再生能源的普及率，主要能源供应普及率2030年近43%，2050年近77%。一般以上的情景分析显示可再生能源在供应的份额2030年至少达17%，2050年至少达27%，相比G2情景中2030年达19%，2050年达27%。另一方面，很多由IPCC审查的情景分析显示RE比由GER建模的BAU更具较强的调度性。

就业影响—绿色能源行业不断增加的就业率

能源供应方面的总就业岗位在BAU情景下，随着时间的推移会稍微有所下降，从2010年的1,900万至2050年的1,860万，这是由于化石燃料提取和处理过程劳动生产率不断提升。在绿色投资情景中，有一些短期的就业岗位产生，主要是由于可再生能源发电较热力发电其劳动密度更高。从长远来看，生产力的提升也使

得岗位数相对减少，在G2情景中2050年达到1,830万。生物燃料和农业废弃物的生产和处理过程会增加约33~100万的工作岗位，如果农业废弃物和常规原料混合使用将会增加至300万。然而，伴随可再生能源发电和生物燃料提取和处理过程就业率上升，和煤炭提取和处理过程和天然气生产就业率都大幅度下降，就业有了很大的转变（图8）³⁶。G2情景中也包括建筑领域中能源效率的额外投资，使得2050年多了510万的就业岗位。因此其结果在BAU情景中，预计是在能源领域的就业率上升近21%³⁷。

35. IPCC（2011）报告比GER模型结果更早发布；见IPCC报告中Krey和Clarke（2011）的详细信息，没有覆盖2006年及以后的研究发表。在164个情景分析中，26个情景（15%）组成了常规情景。

36. 这是建筑领域的主要部分，作为投资在工业和交通投资中的潜在就业岗位不能统计在内。

37. 在目前的投资模式下，就业岗位创造的对比点是额外增加2%GDP投资的模拟影响（详见“模型”章节）

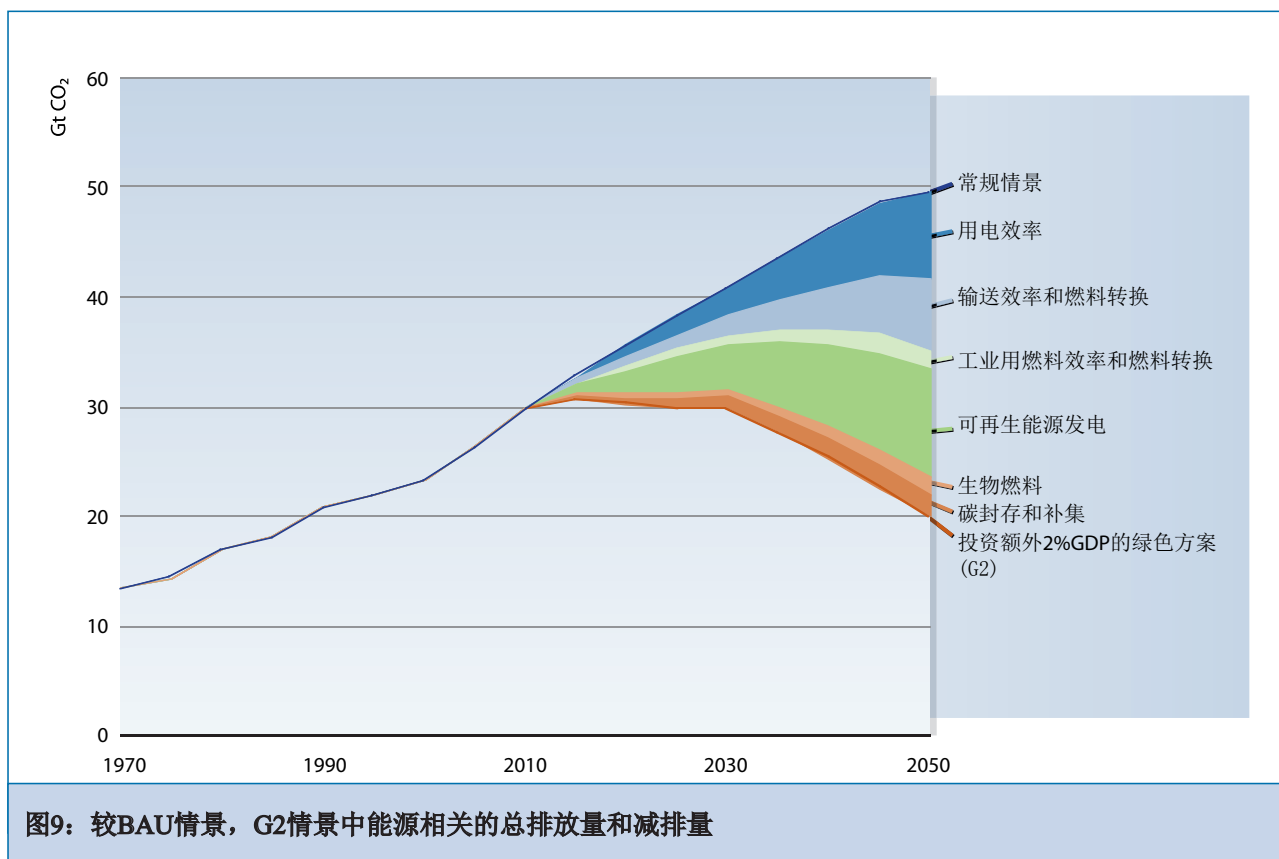


图9：较BAU情景，G2情景中能源相关的总排放量和减排量

值得注意的是可再生能源投资建模仅包括“直接受益岗位”，即从不扩展其他资源的能源替换新岗位（在需求增加的情况下），甚至替代其他能源技术现有的工作岗位。这里不包括“非直接受益岗位”——提供和替代——在能源工业领域。这是各行业的相互作用，对于其他部分经济³⁸输出和就业影响（包含在建模章）取决于资本的相对可用性和价格，随着可再生能源投资的加大将会影响劳动力和能源。值得提出的是工作岗位的大幅度增加也意味着高成本能源，这将制约经济增长和发展。最后，全球分析并没有包含对特殊国家的影响。一些国家，如石油出口国家，对其能源行业就业影响是负面的。

温室气体排放影响

在绿色投资情景下，全球能源密度（兆吨油当量/10亿美元GDP）在2030年下降36%，累计全球能源相关的CO₂排放将会在2050年大幅度减缓（图9）。G2情景中，2050年排放量比BAU情景接近低了60%。其直接金额是从2010年能源相关的CO₂排放量的30.6Gt降至2050年的20Gt（见图9）。

表12对比了G2情景和IEA的蓝图情景分析中需求和供应侧投资对排放量减少的贡献。这两个情景分析预计从供应侧投资可减排46%。但是，G2情景中的绿色投资没有完全达到由IEA限定的450ppm大气浓度的减排量³⁹。

这种差异的部分原因是因多种绿色投资对总经济增长（GDP）的正面影响以一种反弹效应的形式反过来作用于能源需求的上升。另外，在绿色投资方案不包括在核能和碳捕集封存增长的投资，这两个部分都是IEA蓝图450情景分析中发布的主要组成部分（见表11和12）。值得注意的是仅IPCC（2011）SRREN中1/4的情景下至2100年CO₂浓度不超过440ppm，世纪末浓度在440~600ppm。因此，G2投资情景是相对保守的减排方法，但是较其他方法更具可行性。

38. 有时也指“包含的工作”（NREL 1997）。

39. 但是，正如在模型章提到的，就实施绿色能源碳回收措施，G2情景预期在2050年CO₂减排至450ppm。

5 克服障碍：促成条件

上述分析已探讨增加对新能源的投资会产生结果，包括节能、普及可再生能源、增加就业以及温室气体的减排等方面。然而如第三节所述，当面对能源危机时，目前对可再生能源领域的投资水平仍低于需求。本章将讨论哪些因素阻碍对可再生性能源的投资，及其解决这些障碍所需要的措施。

主要的障碍及相应的政策可以归纳成如下几点：1) 能源政策框架；2) 可再生能源的投资风险和回报，包括财政政策手段；3) 可再生能源项目在融资上的限制；4) 电力基础设施及相关条例；5) 创新和研发投入导致的市场失效；6) 技术转让及其方式；7) 可持续发展标准。

5.1 对可再生能源的政策承诺

如前文所述，不断涌现出的多种政策（IPCC 2011）促使了对可再生能源技术的投资的增长以及配置的进步。这些都将在接下来的章节中讨论。在克服可再生能源的发展和资源配置的过程中，针对性的政策可有效排除多种障碍，特别是当这些政策属于某一个宽泛的支撑政策框架时。这一政策框架建立在一系列检测的基础上，这些检测过程作用在生产链从研究到开发，从配置到传播的多个阶段。一个关于可再生能源的支撑政策框架包含了长远而明确的政策承诺。这一承诺可以在超负荷投资和混合能源的普及率等项目中被验证。当有其他支撑政策的扶持时，制定指标来实现目标这一举措将有效地吸引潜在投资者。

对能源合理利用的重要性已达成国际共识。AGECC（2010）呼吁联合国及其成员国以身作则实现如下两个目标：现代能源服务的普及和到2030年全球能源利用强度减少40%。这份报告强调：“传递这两个目标是实现千年发展目标，提高宏观经济质量和可持续性的关键，并能在未来20年中帮助实现降低碳排放”。

很多国家已制定了可再生能源等战略目标。截止2011年，已有98个国家，其中包含27个欧盟成员国（REN21 2011）⁴⁰，制定了相应的政策目标。大量的政策目标涉及电力生产中的可再生能源比例，并计划在未来10~20年中降低10~30%。这些目标还包括可再生能源在总的一次能源或者最终的能源供应，多种特定技术下的装机容量，以及可再生能源的总发电量，生物能源在交通燃料中的份额。早期的很多目标设定的时间框架为2010~2012年，目前的目标定为2020年或者更远。例如欧盟计划至2020年20%的能源供给由可再生能源提供。

40. 如下对政策目标的描述和列举都源于REN21 Global Status Report 2011（REN21 2011）的信息。

这样的政策目标也在很多发展中国家建立起来。事实上，超过一半的国家目标都是由发展中国家设定的。1997至2010年之间，具备这样国家目标的发展中国家数量翻了一倍，从22个增加至45个。将可再生能源发展目标设定在2020甚至更远的发展中国家包括巴西、中国、埃及、印度、肯尼亚、菲律宾和泰国。图2显示突尼斯自2004年已开始大力鼓励使用可再生能源。除了国家目标之外，也有很多国家设定了自治州或者省级的区域目标。

REN21全球状况报告指出（REN21 2011）已有很多国家已经完成了2011目标或已接近完成目标。芬兰和瑞典已经完成2020国家目标。然而这份报告还指出有很多国家还未完成国家目标，并且某些国家已经降低了目标。例如，印度距2010增加风力发电量装机容量的目标差2GW。

美国由于在融资商业生产方面的困难，将2011年生产9.5亿升高级纤维素生物燃料的目标降至2.5亿升（源自2007能源独立和安全行为预测）。这些例子强调要根据变化的形势调整目标。这些目标的实现需要特定的政策手段，而这些将在接下来的章节讨论。

5.2 风险与回报

与其他行业的情况相同，风险本质上与预期的回报相关联，将影响对可再生能源投资的积极性。如果一个工程或者公司对于投资回报所冒的风险有着很高的风险调解率，那么该工程将被认为给融资提供了有利机会。首先以可再生能源工程中的风险为例，所有风险可被分类为如下几种（UNEP SEFI, NEW ENERGY FINANCE and Chatham House 2009）：

■ **技术与具体项目类风险**，包含与研制周期、建造成本、技术创新性、燃料和资源、运作及管理等相关的风险。越新的技术相比传统技术所冒的风险就越高。当投资者对于新技术不熟悉而且该领域专家稀缺时，其风险就会比较高。资源的可利用性也是某类特殊技术的限制性条件，例如地热资源，选择到好的地理位置将意味着节省成本和降低风险。水力，风能和生物质能还具有资源依赖性。因此，很多风险根据地域或者国家水平不同而有所不同。

■ **国家制度风险**，例如政府的稳定性、司法的可靠性、商业运作的透明性、汇率风险以及由于战乱、饥荒和罢工而引起的总体不稳定性。对于在特定国家的大规模投资，需要一个长期稳定的政策体制和健全的法律基础。

■ **政治风险与管理风险**，例如意外的政策变动或者未

专栏二：突尼斯太阳能计划

为了更少依赖进口能源和燃油、燃气价格的不稳定变化，突尼斯政府决定开发该国可再生能源的生产潜力。一项2004年关于能源管理的法律为其提供了法律框架。2005年，像国家能源管理基金这样的筹资机构面世，以部署可再生能源技术和提高能源利用效率。在2005年至2008年期间，清洁能源计划使突尼斯政府在能源开支方面节省将近9亿欧元（这相当于主要能源消耗量的10%），而清洁能源基础设施建设的初步投资仅为2.6亿欧元。预计到2011年，相比传统能源，这些可再生能源供给和能效措施，将使总能耗降低近20%。2009年9月，突尼斯政府展示了第一个国家太阳

能计划和其他补充计划，他们目标是提高可再生能源在总体能源生产中的比例，相比目前的0.8%水平，到2014年提高至4.3%。这些计划的目的是将突尼斯打造成一个国际清洁能源中心。该太阳能计划是建立在以下3项主要技术之上：即太阳能光伏技术、太阳能聚光产能技术以及太阳能热水系统，并且由40项可再生能源项目组成。至2016年该项目的预算预计达到2百万欧元，同时，预计在2016年末该项目将减少能源进口逾20%。

资料来源：Agence Nationale pour la Maitrise de l'Énergie 2009

来政策发展方向的不确定性。给予较长的回报期、政策对于可预见性的贡献力、清晰明朗且长期稳定的投资环境被视为激发更多投资的关键⁴¹；

■ **商业与市场风险**，包含：1）与项目资产结构相关的财务风险，例如高强度的前期投资与该项目产生足够现金流的能力；2）有关利率，汇率，通货膨胀，商品价格，交易对手信用风险的经济风险；3）市场相关的风险，例如，未来的电力和碳价格（这也会被政治和监管风险影响）。大部分可再生能源技术在其项目运作过程中不太易受燃料价格和利用性的影响。

如果生产生物质能的机会成本与农产品价格有关，或者如果石油价格的降低使可再生能源在燃料和动力市场失去竞争力，那些依赖生物质能的技术则必须面对潜在的市场价格风险。相对于第一代生物燃料生产，这些风险可能会随着第二代生产而降低。各种政府措施，包括监管政策，财政激励和公共筹资机制，可以减少这些风险，从而提高预期回报（Ecofys 2008）。这些措施包括提供长期政策的支持，以增加可再生能源投资的配置，有助于缓和政治和监管风险。短期的政策支持同样很重要。由于项目开发周期比较长，扶持可再生能源项目的监管开发过程超过5年期的项目做详细说明是很有必要的。政策和监管风险与一些国家特定风险一样，可以通过一些由政府赞助的措施，包括贷款保证（参见章节5.3）或者公众参与项目或相关基础设施投资等来降低风险。技术和特定项目风险可以通过改进许可程序来降低，就像在发电项目中推进电网连接的进程一样。在欧洲（Ecofys 2008），精心设计的可再生能源开发措施不但可以降低以上风险，而且据估计可减少生产成本达30%。

通过降低成本或提高收入，未来大量的公共支持机构

也可以提高可再生能源投资领域的回报。包括减少投资税、生产税和优惠的折旧政策在内的财政补助政策等可以减少成本。像贷款这样的公共财政机制也可以降低投资者的风险。这种特殊的鼓励措施将在下一章做更详细的解释。

对可再生能源的直接财政补助曾在为早期市场开拓阶段提供扶持。例如，2009年7月，为暂时支持国内太阳能光伏产业的发展和回应德国、西班牙光伏电池板需求减少的情况，中国启动金太阳政策为500MW级别的光伏项目提供财政补贴政策至2012年。这项政策大规模支持光伏发展，也为早在2009年3月即启动的屋顶太阳能项目提供了政策补充（REN21 2010）。这样的财政补贴政策可以以投入资金形式来降低资产成本，或以提供运行操作支撑的形式实现。目前，据估计在2007年投入在可再生能源领域的财政补助资金达到270亿美金（除水电外），在全球范围内投入在生物燃料方面的财政补助资金为200亿美元，相对于化石燃料的补助显然相形见绌。

然而财政补助政策需要明智而审慎的拟定。为使财政补助政策及时有效，需要定期对其做相应的调整。而这些改变很可能受到那些从中获利的消费者或商业界所反对。这样的扶持政策也需要考虑国际上该领域达成共识所需要的要求，特别是世贸组织（WTO）中的一些规则和规范。专栏3给出巴西作为例子，利用汽油税来交叉补贴由甘蔗制取乙二醇。

税收可以作为财政补助措施的另一种选择（或结合财政补助一同使用）以塑造激励结构所面对的在能源市场中的生产者和消费者。税收是解决外部的能源生产和使用中的碳排放量最有效措施之一。鉴于能源使用的广泛性以及广泛的税收基础，在更广泛的财政改革方案中嵌入税收措施，从效率和公平性两方面来抵消碳税及减少其他税收，尤其是那些扰乱市场的税收。总的来说，这将形成一个双赢的社会。

41. 这包括可预见的和不可预见的但可以适应的不利影响。生物燃料生产就是个典型的例子，欧洲和美国都已各自调整政策支持。

以可再生能源生产商为例，他们可以被保证免除一般能源税。这样的措施在总能源税高的国家将可能是非常有效，例如在北欧国家（IEA 2008e）。以美国和瑞典为例，他们对于太阳能光伏系统提供30%的免税政策，法国提供50%的免税政策，而澳大利亚每瓦补贴高达8澳元（REN21 2010）。

除了出台一些措施来降低可再生能源的投入之外，政府还采取一系列生产扶持措施来提高投资者在可再生能源领域的收入。这些措施包括义务计划，如针对政府监管的能源设施的可再生能源配额制或上网电价政策。

扶持机制能将私人投资引入到可再生能源领域，而且大部分的赞助支持都由高收入国家提供，奖励机制在发展中国家变的很普遍。目前已有79个国家至少制定了一项类似可再生能源配额的监管政策，已有80个国家至少指定了一项当地财政补贴奖励措施（REN21 2011）。公共财政和投资正在投入使用中，但比其他机制的推广速度慢。为保证投资的确定性，政府必须积极的参与大部分的扶持计划中。

上网电价政策，像受优惠价格政策，保证了每发一度电将按照固定金额返还或者高出一部分市面电价返还。并网发电计划可以做到灵活应变。例如：返还金额可根据特定技术成本，可能随着时间成本的降低而减少。这种政策因其长期的确定性而受到项目开发者的欢迎，并且该政策能顺便降低市场风险（IEA 2008e）。为了实现所提出的利益回报，像并网发电政策这样的奖励机制需要保证实施15-20年，即使这样的支持力度今后可能会有所减弱。

截止2011年初，并网发电政策已在超过60个国家、26个省或州开始实施，其中超过一半自2005年就已经启动了该政策（REN21 2011）。在2001年初，越来越多的发展中国家开始实施并网发电政策，其中包括13个低于平均收入的国家 and 3个低收入国家。例如在2011年初，厄瓜多尔采纳了一套新的并网发电系统，该系统建立在2005年颁布的一个政策基础上（REN21 2011）。肯尼亚在2008年引入了一套风力、生物质能和小型水电并网发电系统，并且在2010年又将该政策扩展至地热能、生物制气和太阳能发电等（AFREP/REN21 2009）。

与任何积极的扶持政策一样，并网发电系统的设计对于最终的成功运作至关重要。其中的关键因素包括收费水平、随时间逐步降低收费、政策扶持周期、在不同用户群之间分摊成本的计算公式、最小或最大容量限制性条件、与总发电量相对的净发电量付费金额、根据拥有权不同而制定的限制性条件和根据技术子类不同而制定的不同应对措施等。例如：随着太阳能光伏板价格的下降，加上其安装成本的不断下降，太阳能光伏并网发电返现率近年在很多国家已经做了校订（或正在校订的过程中）（REN21 2010 2011）。

除了在电力用户之间交叉财政补贴的并网发电政策之外，税费抑制政策用也被提议用作一种管理措施来提

高投资可再生能源发电的积极性。税费抑制政策已被用在交通环节中的车辆排放废气方面（Small 2010）。在发电环节，税费抑制政策将对发电厂每发一度电征税，这将与他们的每度电的平均排放水平和整个工业水平的差距成正相关，同时发电厂每发一度电的排放量低于均值将有相应的奖励。税费抑制政策对于能源价格可能影响甚微，可能会提高能源利用的可行性和可接受性，并使国家税收适中。

为碳排放定价的积极举措也可能对可再生能源投资回报有重大影响（见章节3中的专栏一）。在国际层面上，能改变可再生能源项目相对盈利能力的最重要的政策措施可能是达成一个碳排放框架协议，建立一个健全的定价机制，将人类健康和气候变换等外部因素也考虑在内。IPCC（2007）评估每公吨碳排放价格将提升至95美元，这些对化石燃料的增加额外成本可能会随着时间的推移吸引并激发各种可再生能源项目投资。随之而来的一些举措将会被用以减少对能源资产的冲击。

图10展示了如何选择和改变多种多样的支援措施，以适应技术的成熟和市场发展水平。对早期创新和研发的支持政策在章节5.5中有所讨论。如上讨论过的一些影响风险和回报的奖励政策、机制通常被看做提高市场竞争力的配置手段（在缝隙市场）。针对消费和需求的措施可能在之后的市场拓展阶段更有效。

5.3 融资机制

如之前章节所述，公共融资机制是公共机构扶持措施之一，政府可利用或推动它来影响可再生能源技术的风险回报率。这些公共融资机制（缩写为PFM，见图11）可以按照经济发展阶段、技术发展阶段、投资者类别、私人投资者的风险类型，或具体的应对障碍和限制的不同方式而进行归类（UNEP SEFI 2005；UNEP Vivid Economics 2009；UNEP SEFI, New Energy Finance and Chatham House 2009）。公共融资机制有多种，从简单的补助津贴至复杂的附件条件的基金结构不等。通常，公共融资机制是与法规、税收和补贴相配套、作为综合和连贯市场环境支撑措施的一部分，目的在于补充私营成分，而不是取代它的地位。在中国收入国家，公共融资机制的核心目标之一就是调动尽可能多私营资本用于投资（UNEP SEFI 2008b）。在发展中国家可能会有例外发生，因为只有少数私营资本参与其中。在此，公共融资机制可以作为一项支撑计划的一部分以利于创建和催生市场。

即使风险与回报的比例是客观的，可再生能源项目仍需要面临的一定的金融障碍，那就是大额的前期投资压力或者较小的项目规模。小规模项目的不利之处在于很难吸引主流投资渠道，如养老基金。在发展中国家这将是主要的障碍。同时，小规模项目还会导致在整体项目成本中其规划和交易成本偏高。

过去的十年，多种的正式和非正式的金融机构以及融资措施不断涌现，为偏远的能源贫瘠的地区提供帮助，以

专栏三：巴西乙二醇

为了减少石油进口，巴西在1975年创建酒精项目（Proalcool）从甘蔗制取乙二醇。为鼓励生产和消耗乙二醇而指定的措施包含高等汽车技术，如通过研发多种燃料自适应型车载发动机。该措施使巴西能源市场上的汽油替代品具备一定竞争力（United Nations 2011）。从1980年的年产量9亿加仑增加至1990年的30亿加仑产量再到2005超过150亿加仑，乙二醇的产量以每年6%的速度增长，而其造价沿着一条“学习曲线”下降（IEA 2006）。在1980年，乙二醇的造价大约是汽油的3倍，但是交叉财政补贴用于支付加油站的差价。这些交叉补贴来自汽车司机所交的汽油税。巴西的民主化形成了一个日益减少管制的乙二醇市场，而在1999年随着

Proalcool项目的终止，所有乙二醇财政补贴也被撤销。截止1995年，对乙二醇的财政补贴据估计在过去的20年时间里累计达到大约500亿美金。这些财政补贴多由截止到2006年累计减少石油进口省下的1000亿美金来抵消（IEA 2006）。2006年，巴西占全世界乙二醇出口量的50%以上。其他的措施，例如要求汽车制造商提供所谓的多种燃料自适应型车载发动机，即该发动机即可用乙醇亦可用汽油，也为生物燃料市场提供支撑。这些可选措施于2003年实施，目的是为了调节不断升高和波动的糖价，但同时也降低了人们生产乙二醇的积极性。

促进小规模能源开发。根据不同贫困等级，图12综述了多种有效方案⁴²。

在发展中国家，最小的可再生能源开发利用项目大都是来自消费者的驱动力，例如住宅太阳能系统。较高的业务成本压力下需要创新扶持消费者的金融机制，并重视

偏远发展地区消费者的特殊需求。这些机制能使可再生能源更具吸引力和经济性，特别是在电网覆盖不到的能源贫瘠地区（如专栏四）。

42. 关于金融服务和投资环节对支持绿色经济的角色在本报告的金融章节有更广泛的讨论。

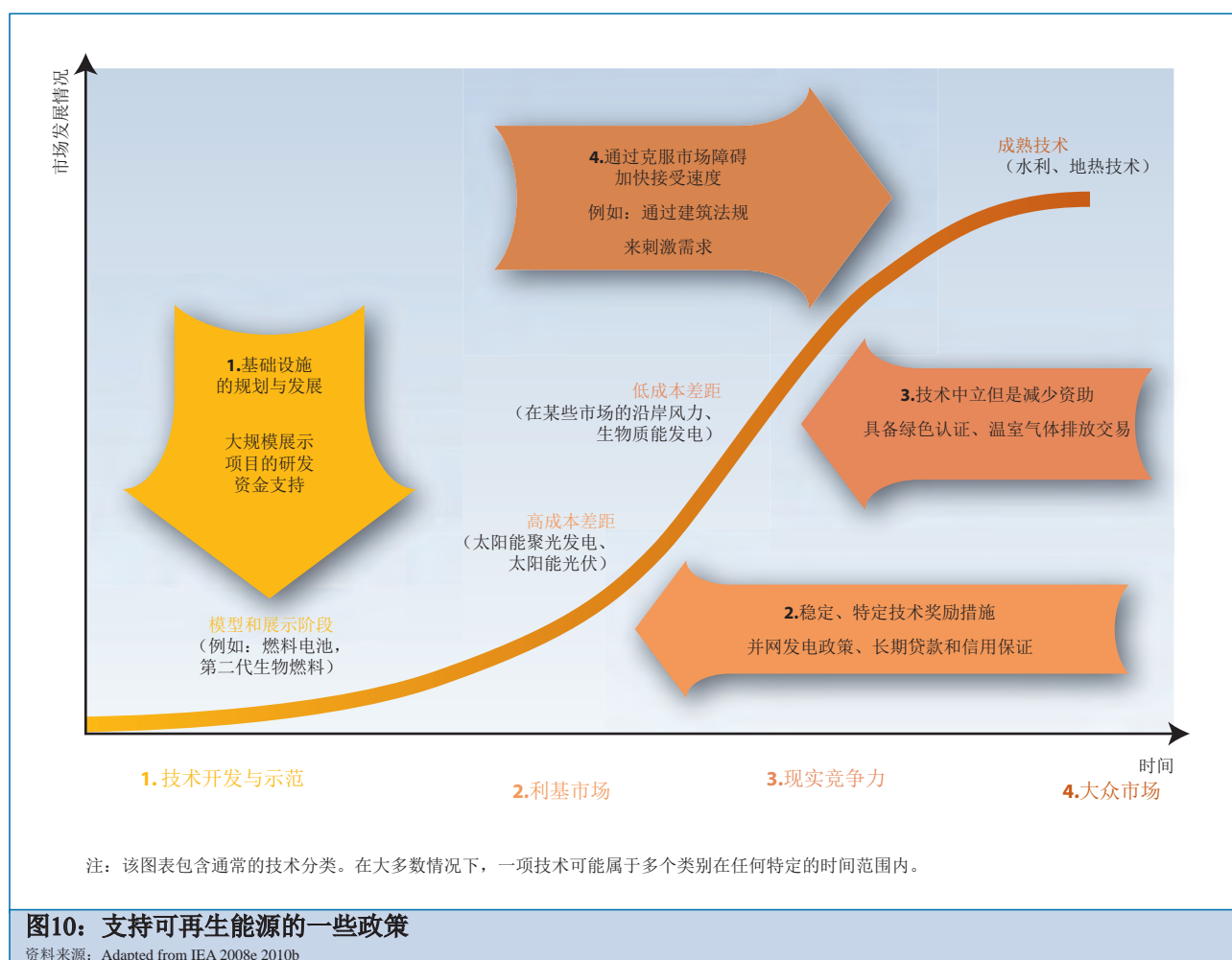


图10：支持可再生能源的一些政策

资料来源：Adapted from IEA 2008e 2010b

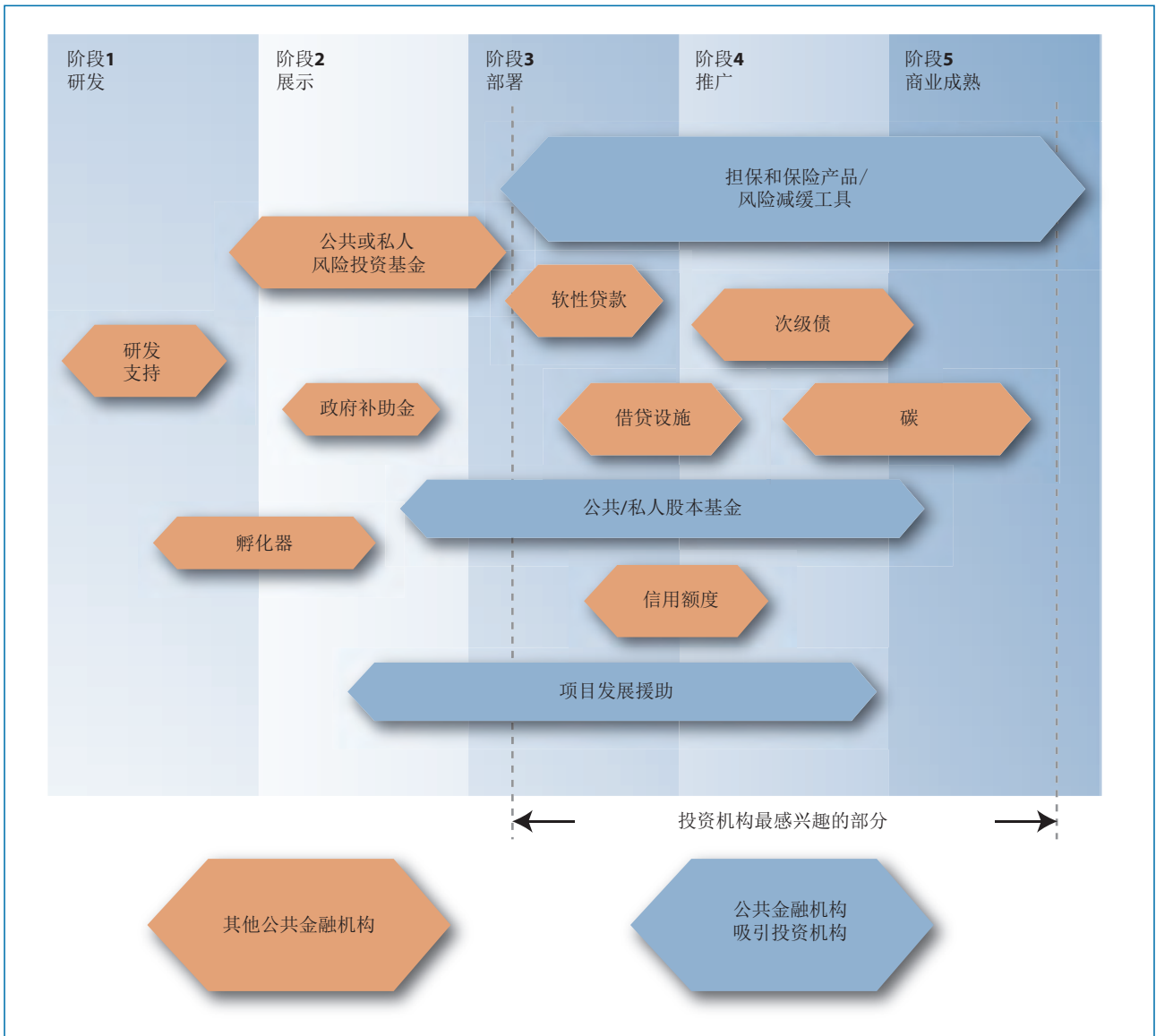


图11: 在技术发展各个阶段的公共金融机构

资料来源: UNEP SEFI 2009

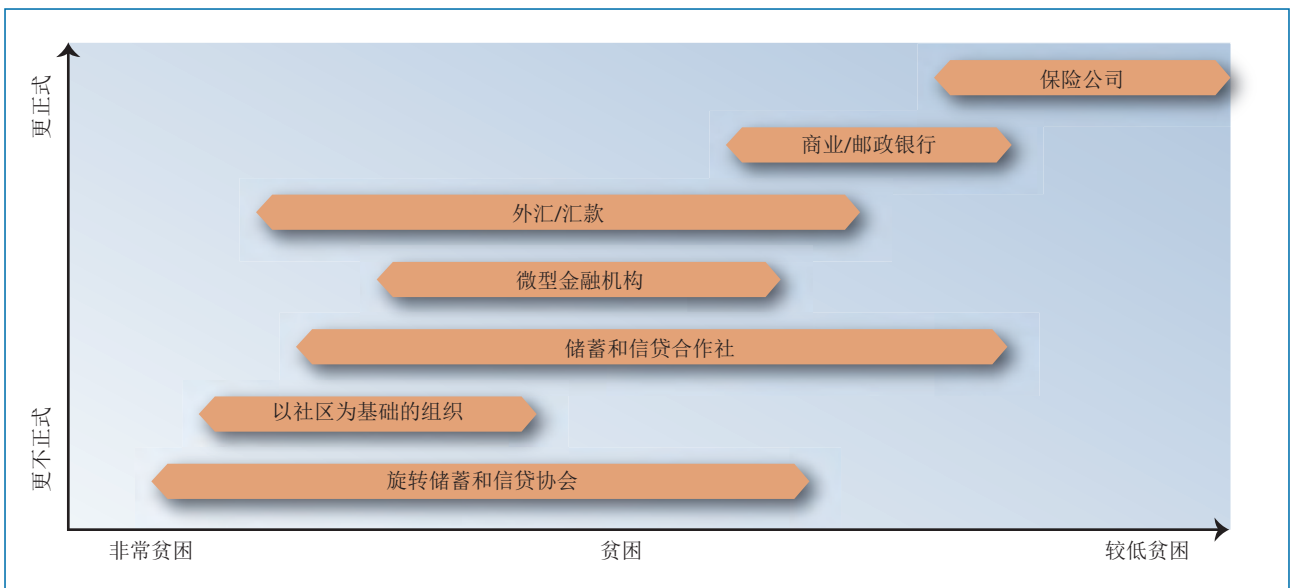


图12: 列举贫困地区可采用的金融措施

资料来源: UNDP 2009

除了私人企业和政府机构之外，一些双边和多边合作发展辅助机构与现有的能源项目和基金合作值得期待，可以增加该领域资金的投入、共同管理和分配资源（IEA 2010d）⁴³。发展中国家参与解决全球化的能源问题需要国际化的资金注入。2009年“联合国气候变化框架公约”会议上提出了建立哥本哈根绿色气候基金的概念，为建立这一基金而达成的共识显示了发展中国家的重大进步。生产可再生能源的国家也可以通过出售排放额度（通过CDM）或者取得绿色证书以从中获益、降低风险。

5.4 电力基础设施和法规

利用可再生能源发电事业面临的一个现实障碍是需要借助现有电力基础设施，而风力和太阳能光伏发电增加了传统电力系统的不稳定性，降低了可预见性，因此要求更谨慎的能源系统设计和规范的市场管理（Owen 2006；Heal 2009；IEA 2008d）。为满足供电侧动态调节需求，需要加强备用系统、蓄电能力、或者增加国家间或区域间的电力调配交易。具备可变价格成本的机制和微计量功能的智能电网是一个新的发展领域，它可以灵活应对不断增长的需求，同时提高能源效率。用于优化输、配电系统的追加投资，尽管可观也应该是易于管理的。例如：2050环境及自然保护基金（2009年）提出的技术路线图显示，为拓展电网和有效减少间歇性故障所需的资金要达到总发电投资的10%左右。在某些情况下，现有电力公司享有既得利益并控制着进网许可，这会对独立的可再生能源电力供应商的发展造成障碍。类似地，石油公司可能会通过可调控的管网系统来阻碍生物燃料市场的拓展，比如通过控制输油管道等手段。建设部门可能不愿意

将可再生能源供热、制冷技术整合到他们的工程和建筑法规中。因此，当局必须对可再生能源公司传递出的信号做出快速反应来，并在市场准入壁垒出现时及时予以应对。

通过法规可以增加基础设施类的投资，以保障可再生能源发电事业的进一步发展。例如在欧洲，2009年可再生能源法规规定，欧盟成员国必须加快电网基础设施建设的批准过程，包括对电网基础设施管理和规划过程的协调性审批。除电网基础设施建设的相关规章制度之外，政府也可以建立更普遍的可再生能源消耗或生产的责任制度（参见章节5.2）。该责任制度，又称为可再生能源组合标准（RPS）或可再生能源目标，规定了符合条件的可再生能源应用比率。这一制度典型特征，是通过供应企业或分销公司来促进可再生能源的应用。责任制度的实现通常伴随着对违规者的处罚，借此来确保承诺方购买可再生能源的责任。（Gillingham and Sweeney 2010）。另外，只有当供给过程充分发展，供应商之间存在价格竞争，这样可再生能源的责任制度才算是尽到作用。这些责任通常被用于完善可再生能源技术，有时也作财政奖励和补贴的替代品（见图10）。对于投资者，这些可预见的责任措施带来的风险相比财政补贴风险要小，因为它们不受制于政府预算。早在2011年初，已有10个国家和至少30个州、省、区域级的执行部门采用RPS政策（REN21 2011）。其中大多数地区要求可再生能源的比例占到5-20%。

43. 例如：Climate Investment Funds, the Global Environment Facility and GTZ's Energising Development（IEA 2010d）。

专栏四：孟加拉国的Grameen Shakti计划

Grameen Shakti（或英文为Grameen Energy）计划于1996年启动，通过基于市场的方法提供小额贷款，该计划在孟加拉国偏远地区推行电气化。Grameen Shakti计划实施的经验提供了一个结合有效能源政策创业成功的案例。通过网络集资和Grameen银行的经验，Grameen Shakti计划通过不同的财务方案提供软性贷款，使农村居民装上了住宅太阳能系统（SHSs）。通过创建太阳能市场和提供多种有利条件替代煤油，截止2009年12月份，Grameen Shakti计划实现安装320,000多套住宅太阳能系统。

该项目成功的一个重要因素就是与当地组织建立合作关系，这一举措成功消减了项目成本，同时加强了商业开发力度（United Nations 2011）。政府的财政支持为可再生能源领域提供必要的协调，确保了投资的安全性。通过有效的政策指导，这一产业将具有更大的成功和发展前景

（IPCC 2011）。根据Grameen Shakti计划人们安装了大量改良过的灶具和生物制气工厂，这为减少木材的使用做出了一定贡献，同时还减少了室内污染。另外沼气技术也对可持续废物管理有较大帮助。

Grameen Shakti计划的目标是至2015年安装超过1百万套住宅太阳能系统，同时提供必要的维护，培训技术人员和用户，通过利益相关方的参与来增加当地就业机会并创造社会价值。Grameen Shakti计划向人们传达了这样的观点：可再生能源中存在着巨大的潜能，这一潜能一旦被调动起来，能源匮乏问题便可以迎刃而解，而且通过与公共支持机构结合，创新的金融、商务模式还可以为缓和气候变化做出贡献（Wang et al. 2011）

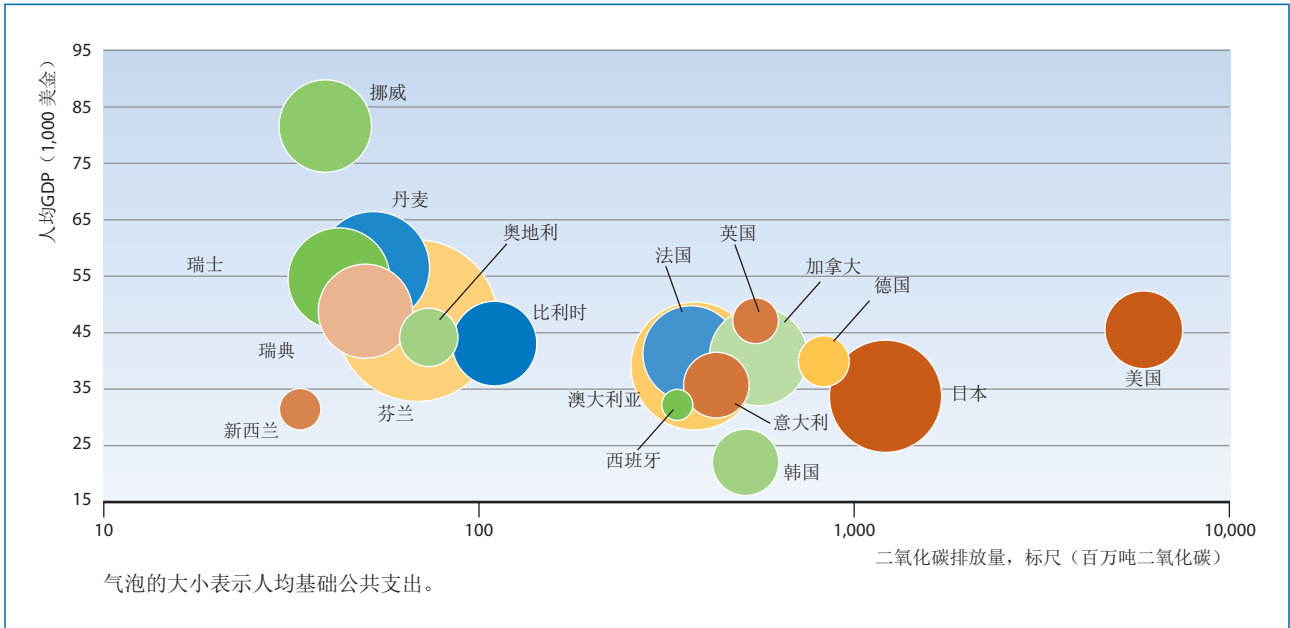


图13: 公共部门低碳研发支出与人均国内生产总值和二氧化碳排放

资料来源: IEA 2010b

5.5 创新和研发

可再生能源技术的发展要面对由于创新受挫而导致的市场失败这样的障碍。从研究和开发活动中提炼的知识可以创造更低成本而更高质量的产品, 这将惠及消费者和相关企业, 但是潜在的创新者可能分享不到来自这些投资带来的足够的回报 (Gillingham and Sweeney 2010)。进而, 有利于降低成本的新技术可以凭直觉获取和易于掌握, 但这也能为他人所用。上述这两种情况都将导致在整个创新阶段的投资不足现象。

系统性的为可再生能源市场失败程度做量化分析研究很少, 尚没有资料表明如果市场失效问题能得到规避, 究竟投资和研究成长多高。然而, 一些重要的可再生能源技术成本随着装机容量的提升已大幅降低, 正如如上章节3.3讨论太阳能光伏技术的学习效应所示 (IPCC 2011)。这些学习效应展示出一项重要的转化益处, 例如成本降低以及“免费”通过工业免费扩散 (Jamassb 2007)。

为达到社会上理想的创新率, 需要政策支持 (Tomlinson et al. 2008; Grubb 2004)。从长远视点来看, 公众对于研发的支持, 特别是对于高风险的基础研究至关重要。然而, 私人企业方面更倾向于更具竞争力的技术以及短周期的项目。

公营部门能支持以特定技术为目标的学术研究和基础研究, 并提供保障或利用其它方式来支持私人企业的研发努力。当以研发项目为目标, 人们发现能源研究是最有效的。例如: “技术推进”项目与“市场推广”政策可以无缝衔接 (IEA 2010b; IPCC 2011; United Nations 2011)。

近来国际能源署的28个成员国给出了信息表明, 能源

领域的研发出现了发展势头, 而这个领域研发活动在过去已停滞了一段时间。在2006年, 当可再生能源所占比例刚超过10%时, 研发的投入仅略高于30年前登记的水平 (IEA 2008)。在2009年, 政府投入到可再生能源的研发和推广资金总额达到246亿美金 (UNEP SEFI 2010)。在那一年政府投入研发的金额增长了50%, 约97亿美金。合作花费约149亿美金。研发资金的下降从某种程度上反映出经济的衰退。在公共研发支出方面, 国家之间存在很大差别 (见图13)。

在发展中国家, 对可再生能源的研发可能会引起特别的关注, 即使已发出很多积极的信号。很多情况下, 当地研发技术能力或调整技术能力是很欠缺的。焦点应当放在根据本土市场条件来创造技术转化和技术改变的能力, 支持私人企业安装、制造、运行并维护这些技术。在坎昆举办的联合国气候变化年会上, 2010年联合国气候变化框架公约中, 墨西哥等国家同意建立气候技术机构。其目的是加速研发和转化气候友好型技术, 特别是对于发展中国家, 强调气候友好和适应性 (UNFCCC 2010)。然而, 该机构的两个部门-技术执行委会和气候技术中心和网络部门, 确切功能待一步。

尽管在创新方面的市场失败, 从牵头研发可再生能源环境带来的可观的累计效益可使国家产生先天势。模拟模型已展示, 当一个国家或地区, 在该案例中为欧盟, 其致力于单方面的减缓气候变化的行动, 并涵盖大规模的可再生能源的普及率, 如何提高全局经济竞争力 (Barker and Scricciu 2009)。

5.6 技术成果转化及技能

技术转化从知识、经验和设备从一个地方流动到另一个地方。通常, 技术转化都是从工业化发达的国家转

化至发展中国家，但是，也可能在发展中国家国家之间或者从城区转化至郊区。

跟其他新技术一样，可再生能源也面临技术转化这样的障碍。在一项技术成功转化之前，需要将诸如制度上和适应能力，财力支持、编撰和隐形技术知识等方面的环境完善。在发展中国家，特别是在偏远的农村地区，这些条件都不具备。即使在这些领域的可再生能源方案的经济可行性时是有利的，这些障碍也会阻止其应用推广。

最近的研究发现，为了使发展中国家在当地的条件下采用可再生能源技术，单靠维护和运作系统的能力本身还不够，需要加强本土创新能力建设（Ockwell et al. 2009; Bazilian et al. 2008; United Nations 2011）。进行适应性创新的过程中所需要的能力是相当大的并且依赖于知识基础建设，这通常包含集中的研发和要求更高层次的教育。事实上，技术和知识的流动对于发展中国家的技术转化是至关重要的（Ockwell et al. 2009）。

另一个相关的问题就是技能短缺。在可再生能源工业中所要求的一些技能与传统能源工业中现有的一些技能并不相同。例如在德国，可再生能源工业最近经历了一场技术工人短缺荒。Lehr et al. (2008) 报道几乎所有的能源子环节均缺少技工，最缺乏的技能分别在水力、生物制气和生物质能领域。欧洲的风力发电公司也报道说严重缺少高技能的工人。这种短缺在制造与开发部门，特别是工程、运作、管理以及现场管理活动中最为明显。这个领域也需要技工人才。

5.7 可持续性标准

可再生能源不完全等同于可持续发展。可再生能源泛指具备天然可再生属性的能源，然而，可持续发展涵盖范围更

广，包含经济、社会与环境等层面。虽然相比不可再生资源，可再生能源技术由于对环境冲击更小而被认为更具可持续发展性，但是还是有必要制定标准来减少和管理其对环境的影响。大型水电站的水库对环境和社会的影响就是一个突出的例子，包括在热带地区这些水库可能会从腐败的生物中释放大量的二氧化碳和甲烷。为了减少水库对环境的影响，在世界委员会的协调下一些政策规范和指导纲领正在撰写。生物燃料是另一个例子，因为有些时候其生产过程与不可持续用地以及改变土地用途有关，很可能破坏温室气体、物种平衡以及食物安全性。同时，还有过渡用水和排放污染物的危险（UNEP 2009）⁴⁴。不同的可再生能源技术可能根部可持续性准则的不同其排名会有所不同。量化和权衡其可持续性的方法还在拟定⁴⁵。

对于生物燃料，其可持续性的挑战在一些项目和政策层面慢慢浮现出来。国家生物燃料政策，管理框架、国际标准和环境影响评估方法越来越与可持续发展标准和准则靠拢。例如：生物燃料和生物液体的可持续发展准则被欧盟可再生能源执委会采纳和修订，并被成员国采用。认证机制可用来验证可持续发展标准的完成情况。然而，很多国家缺乏制度执行力来有效应用和强制推行认证机制，这限制了生物燃料可持续发展标准的发展和接纳程度。

另一个挑战是如何平衡标准的严格性和灵活性，正如在介绍欧盟对生物燃料的可持续发展标准时证实过的，这曾导致世贸组织中贸易争端。过渡严格的标准将会抑制生产者进入市场并限制投资，特别是指发展中国家（Devereaux and Lee 2009）。因此，政策制定者在推进可再生能源发展时需要平衡长远的可持续发展性与短期利益之间的关系。

44. 对温室气体平衡的影响根据原料、地点、投入与产出的方式、之前用地、技术转化、全生命周期等而有所不同。

45. 例如：请见环境署正在进行的气候政策规划指导工作：<http://www.MCA4climate.info>。

6 结论

能源安全、气候变化、健康威胁、能源紧缺等问题给国际社会和各国政府带来了非常严峻的挑战，使得推行绿色能源成为了当前社会的迫切之需。随着全球人口的增长和世界经济的发展，全球能源需求必将随之增加而国际社会所面临的能源问题也会日益严重。用可再生能源逐渐取代化石燃料在推广绿色能源使用方面起着至关重要的作用，再辅以其他的节能措施，如提高能源的使用效率才能为上述问题提供真正的解决之道。

在最近十年中可再生能源技术的成本效率已经大大提高。同时，随着可再生能源使用技术的不断成熟，相对于化石燃料，其成本上的竞争力也日益提高。因此在过去的十年中，可再生能源方面的投资也呈现迅猛增长之势。

能取得这些成就很大程度上得益于相关扶持政策的出台。国家可再生能源目标得到广泛认知和贯彻。许多国家开始通过扶持绿色能源领域的创新来削减开支，而同时有更多的国家通过对相关条例、财政激励措施和融资机制的完善，来降低投资可再生能源的风险并提高投资回报率。在国际层面，在2011年正式创建的国际可再生能源机构（International Renewable Energy Agency, IRENA）充分体现了各国政府合作推广可再生能源的决心。

在看到这些令人鼓舞的进展的同时，还需认识到在通往绿色能源的道路上还留有很多障碍。其中最严重的是，由于既得利益和传统能源系统的障碍，包括硬件，电力基础设施，和软件，尚未建立在能源部门运行管理方面建立一个整体激励框架以保障对可再生能源技术的一贯性开发、配置和管理，实现逐步淘汰来自化石燃料的排放的目标。都支持传统能源技术。尽管发展中国家为常规能源系统的累计投资较少，但发展中国家也面临着其他一些问题如资金短缺，固有体制的约束及缺乏能够掌握并运用相关新技术的高级人才。

要清除这些障碍，决策者就必须在制定出一套足以满足能源领域供需双方的各种需求的总体战略的基础上，

采取一些能够适用于可再生能源发展和普及的不同阶段的综合措施。同时，政府应当与市场相互配合，为可再生能源的进一步发展营造一个公平的竞争环境，包括逐步取消对化石燃料的补贴，并重新评估化石燃料燃烧对健康和环境危害等外部环境因素，以加速能源领域的转型，但同时也要注重可再生能源的推广对低收入人群可能造成的负面影响。

作为贯穿所有核心部门的绿色经济战略的一部分，增加可再生能源领域的投资，不仅可以减少能源生产和使用过程中对健康和环境所产生的不利影响，而且也是确保经济长期增长的基础。而要使这样一个绿色经济战略真正发挥其效用则需要三大基础的保障，分别是用可再生能源代替化石燃料，在制造、建设、建造和运输过程提高能效来节省费用以及传统行为模式的改变。这样一个综合战略既可以增强国家能源安全又能减少碳排放，甚至还可以在在一定程度上增加就业机会，因为淘汰传统化石能源固会增加失业人口，但发展可再生能源所创造的就业岗位的数量将远远多于损失掉的哪些岗位。然而，这些潜在的利益也不应蒙蔽决策者的双眼而使他们忽视一些最基本的事实，即在一些国家，其经济稳定恰恰依赖于对化石燃料财政补贴的程度，如果盲目取消财政补贴并采取消极的外部干预措施很可能，至少短期而言，反而会导致就业净下降，至少短期而言。因此，应该将重点放在如何帮助这些国家采取更加切合实际的方法来获得或增强其逐渐向绿色经济转型的能力。

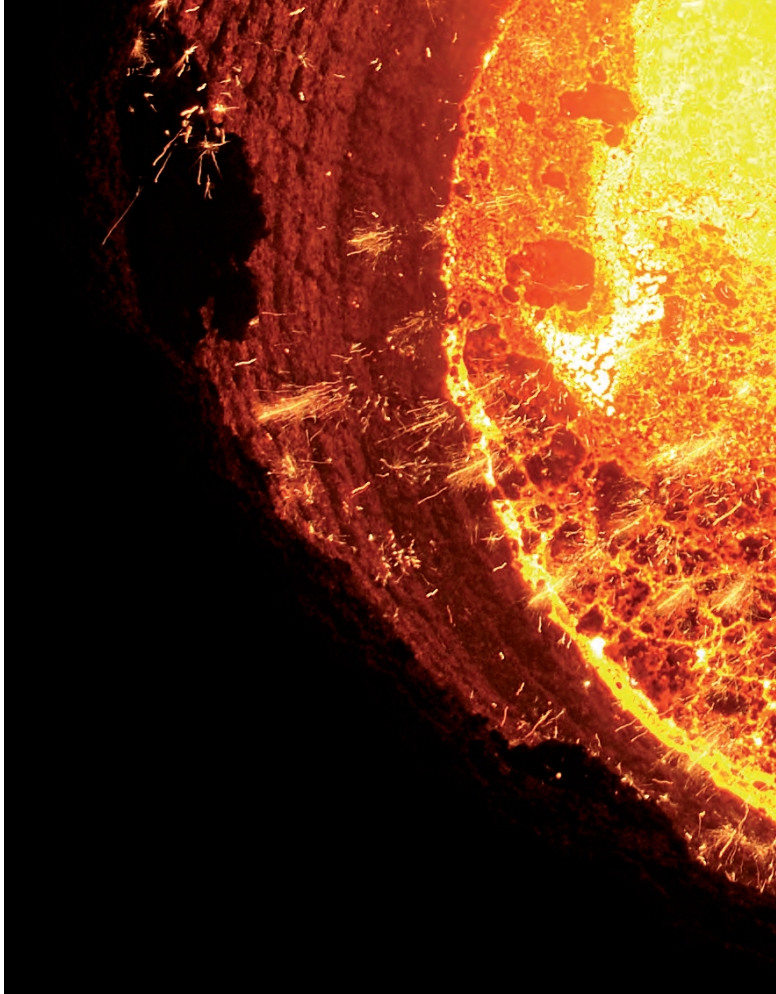
为了能让发展中国家也能参与到旨在解决能源紧缺问题的全球战略中来，可再生能源发展战略需要进行一些必要的调整以适应集中了发展中国家大部分贫困人口的农村地区。微电网和隔离电网也许是经济可行的方式，它能为贫困地区传输电力也能减少温室气体排放。这需要额外的资金流，以及持续发展新的金融模式。

参考文献

- AFREPREN/FWD Energy, Environment and Development Network for Africa. (2009). The Role of Feed-in Tariff Policy in Renewable Energy Development in Developing Countries. September 2009.
- AGECC. (2010). Energy for a Sustainable Future, Summary Report and Recommendations. The Secretary-General's Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC). Available at: <http://www.un-energy.org/publications/558-agecc-report-energy-for-a-sustainable-future>
- Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie. (2009). Plan Solaire Tunisien, Ministère de l'Industrie, de l'Énergie et des PME, Government of Tunisia, Tunis.
- Barker, T. and Scriciecu, S.S. (2009). "Unilateral Climate Change Mitigation, Carbon Leakage and Competitiveness: an Application to the European Union". *International Journal of Global Warming* 1(4): 405-417.
- Barreto, L. and Klaassen, G. (2004). Emission trading and the role of learning-by-doing spillovers in the "bottom-up" energy-system ERIS model. *International Journal of Energy Technology and Policy*, 2(1), 70-95.
- Bazilian, M., de Coninck, H., Radka, M., Nakhoda, S., Boyd, W., MacGill, I., Amin, A.-L., von Malmborg, F., Uosukainen, J., and Bradley, R. (2008). Considering technology within the UN climate change negotiations. Energy Research Centre of the Netherlands (ECN), ECN-E--08-077, Petten, Netherlands.
- Blyth, W. (2010). "The economics of transition in the power sector", Information paper, International Energy Agency (IEA), Paris, January 2010.
- Devereaux, C. and Lee, H. (2009). Biofuels and Certification: A Workshop at Harvard Kennedy School. Discussion Paper 2009-07, Belfer Center for Science and International Affairs, June 2009, Cambridge, M.A.
- DLR-ISI. (2006). External costs of electricity generation from renewable energies compared to electricity generation from fossil energy sources. German Aerospace Centre (DLR) and the Fraunhofer Institute for System and Innovation Research (ISI).
- ECF. (2009). Roadmap 2050, A practical guide to a prosperous low carbon Europe, Technical analysis. European Climate Foundation (ECF), The Hague, The Netherlands.
- Ecofys. (2008). Policy Instrument Design to Reduce Financing Costs in Renewable Energy Technology Projects. Report for the IEA Implementing Agreement on Renewable Energy Technology Deployment (RETD), Utrecht, the Netherlands, October. Available at: www.ecofys.com/com/publications/documents/RETD_PID0810_Main.pdf
- EcoSecurities Consulting. (2009). Assigning Carbon Price Estimates to Alternative Policy Scenarios, January 30, 2009.
- Edmonds, J., Clarke, L., Lurz, J. and Wise, M. (2008). "Stabilizing CO₂ Concentrations with Incomplete International Cooperation." *Climate Policy* 8 (4): 355-76.
- EEA. (2008). "EN35 - External costs of electricity production", European Environment Agency (EEA). Available at: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/en35-external-costs-of-electricity-production-1/en35>.
- EIA. (2011). Electric Power Monthly with data for December 2010, US Energy Information Administration (EIA), EIA report released March 11, 2011, Washington, D.C.
- ELI. (2009). Estimating U.S. Government Subsidies to Energy Sources: 2002-2008, Environmental Law Institute (ELI), Washington, D.C.
- Epstein, P.R., Buonocore, J.J., Eckerle, K., Hendryx, M., Stout, B.M., Heinberg, R., Clapp, R.W., May, B., Reinhart, N.L., Ahern, M.M., Doshi, S.K. and Glustrom, L. (2011). "Full cost accounting for the life cycle of coal", in *Ecological Economics Reviews*. Robert Costanza, Karin Limburg & Ida Kubiszewski, Eds. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1219: 73-98.
- ESMAP. (2008a). Coping with Oil Price Volatility. Energy Security, Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), World Bank, Washington D.C.
- ESMAP. (2008b). Beyond the Grid: Innovative Programmes in Bangladesh and Sri Lanka. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) Knowledge Exchange Series. Available at: http://www.esmap.org/esmap/sites/esmap.org/files/KES10_SriLanka_Electricity%20Beyond%20the%20Grid.pdf.
- European Commission. (2008). Energy Sources, Production Costs and Performance of Technologies for Power Generation, Heating and Transport, Commission Staff Working Document accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Second Strategic Energy Review, An EU Energy Security and Solidarity Action Plan, SEC(2008)2872.
- Gillingham, K. and Sweeney, J. (2010). "Market Failure and the Structure of Externalities". In *Harnessing Renewable Energy in Electric Power Systems: Theory, Practice, Policy*, ed. Boaz M., A.J. Padilla, and R. Schmalensee, pp. 69-92, Earthscan Publications Ltd., London, U.K.
- GNESD. (2007). Reaching the Millennium Development Goals and beyond – access to modern forms of energy as a prerequisite. Global Network on Energy for Sustainable Development, Roskilde.
- GNESD. (2010) Energy, Climate Change and Poverty Alleviation, Global Network on Energy for Sustainable Development (GNESD) Policy Paper prepared by AFREPREN, ENDA-TM and Fundacion Bariloche.
- Greenpeace and European Renewable Energy Council (EREC). (2010) Energy [r]evolution: a sustainable world energy outlook, European Renewable Energy Council, Amsterdam. Available at: <http://www.erec.org/index.php?id=139>.
- Grubb, M. (2004). "Technology Innovation and Climate Change Policy: an overview of issues and options", *Keio Economic Studies* 41(2): 103-132.
- GSI. (2009). Building Fossil-Fuel Subsidy Reform - Have we got all the blocks? Global Subsidies Initiative (GSI) Policy Brief, Geneva, Switzerland.
- GSI. (2010). Relative Subsidies to Energy Sources: GSI estimates, Global Subsidies Initiative (GSI), Geneva, Switzerland.
- Heal, G. (2009). "The Economics of Renewable Energy". National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 15081, Cambridge, M.A., June 2009.
- HRS-MI. (2009). Climate Policy and Energy – Intensive Manufacturing: the Competitiveness Impacts of American Energy and Security Act of 2009. High Road Strategies and Millennium Institute, Arlington, V.A.
- HSBC. (2009). A Climate for Recovery The Colour of Stimulus Goes Green, HSBC Global Research, February 2009.
- IEA. (2006) The Energy Situation in Brazil: An Overview, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2008a). Renewables Information 2008 edition, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2008b). World Energy Outlook 2008, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2008c). IEA Energy Technology Perspectives 2008, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2008d). Empowering Variable Renewables: Options for Variable Electricity Systems, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2008e). Deploying Renewables – Principles for Effective Policies. Available at: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/DeployingRenewables2008.pdf>.
- IEA. (2009a). World Energy Outlook 2009, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2009b). The impact of the financial and economic crisis on global energy investment. Paris.

- IEA. (2010a). Energy Poverty: How to make modern energy access universal? Special Excerpt from IEA World Energy Outlook 2010, by International Energy Agency (IEA), Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), and United Nations Development Programme (UNDP), 2010. Available at: http://www.iea.org/speech/2010/jones/weo_poverty_chapter.pdf.
- IEA. (2010b). Energy Technology Perspectives 2010, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2010c). Projected Costs of Generating Electricity 2010, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA. (2010d): World Energy Outlook 2010, International Energy Agency, OECD Publishing, Paris.
- IEA, OPEC, OECD and World Bank. (2010). Analysis of the Scope of Energy Subsidies and Suggestions for the G-20 initiative, joint report prepared for submission to the G20 Summit Meeting Toronto (Canada), 26-27 June 2010.
- IIASA. (2009). Emissions of Air Pollutants for the World Energy Outlook 2009 Energy Scenarios Final Report, (report prepared for the International Energy Agency using the GAINS model), IIASA, Laxenberg. Available at www.worldenergyoutlook.org
- IIED. (2009). Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates, International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change, London.
- Institute for Labor Studies and Ministry of Human Resources and Social Security, China. (2010). Study on Green Employment in China. International Labor Organization (ILO), March 2010.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Edited by B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave and L.A. Meyer, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC. (2008). Scoping Meeting on Renewable Energy Sources, Proceedings, Presented in Luebeck, Germany, 20-25 January 2008, 59-80. Available at: http://www.iea-gia.org/documents/Fridleifsson_et_al/IPCCGeothermalpaper2008FinalRybach20May08_000.pdf.
- IPCC. (2011). Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Working Group III – Mitigation of Climate Change. Edited by O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, and Y. Sokoma. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ITIF. (2009). Rising tigers, sleeping giant: Asian nations set to dominate the clean energy race by outinvesting the United States, Information Technology and Innovation Foundation (ITIF) & The Breakthrough Institute.
- Jamasb, T. (2007). Technical change theory and learning curves: patterns of progress in electricity generation technologies. *Energy Journal* 28: 51-71.
- Junginger, M., Lako P., Lensink, S., Sark, W. van and Weiss, M. (2008). Technological learning in the energy sector, Utrecht University and Energy Centre of the Netherlands (ECN), Report No. 500102017. Study performed within the framework of the Netherlands Research Programme on Scientific Assessment and Policy Analysis for Climate Change (WAB). Available at: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500102017.pdf>
- Karekezi, S., Lata, K. and Coelho, S.T. (2004). “Traditional Biomass Energy: Improving its Use and Moving to Modern Energy Use”, thematic background paper for the International Conference for Renewable Energies, Bonn 2004. Available at: <http://www.ren21.net/Portals/97/documents/Bonn%202004%20-%20TBP/Traditional%20Biomass%20Energy.pdf>
- Krey, V. and Clarke, L. (2011). “Role of renewable energy in climate mitigation: a synthesis of recent scenarios”, *Climate Policy*, 11, 1-28.
- Kypreos, S., and Bahn, O. (2003). “A MERGE model with endogenous technological progress”, *Environmental Modelling and Assessment*, 8(3), 249-259.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. and Edler, D. (2008): “Renewable energy and employment in Germany”, *Energy Policy*, 36, 108-117.
- Llera Sastresa, E., Aranda Usón, A., Zabalza Bribián, I. and Scarpellini, S. (2010). “Local impact of renewable on employment: assessment methodology and case study,” *Renewable and Sustainable Energy Review*, 14 (2010), 689-690.
- McDonald, A. and Schratzenholzer, L. (2002). “Learning curves and technology assessment”. *International Journal of Technology Management*. 23 (7/8), 718-745. Reprinted as RP-03-002. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria. Available at: <http://www.iiasa.ac.at/cgi-bin/pubsrch?RR03002>.
- Messner, S. (1997). “Endogenized technological learning in an energy systems model”, *Journal of Evolutionary Economics*, 7(3), 291-313.
- Modi, V., McDade, S., Lallement, D. and Saghir, J. (2006). Energy and the Millennium Development Goals. Energy Sector Management Assistance Programme, United Nations Development Programme, UN Millennium Project, and World Bank, New York. Available at: http://www.unmillenniumproject.org/documents/MP_Energy_Low_Res.pdf
- NRC. (2010). Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use. National Research Council (NRC), Washington, D.C.
- NREL. (1997). Dollars from Sense: The Economic Benefits of Renewable Energy. National Renewable Energy Laboratory (NREL) and U.S. Department of Energy.
- Ockwell, D.G., Watson, J., Mallett, A., Haum, R., MacKerron, G. and Verbeken, A.-M. (2009). Scoping note on the difficulties developing countries face in accessing markets for eco-innovation, Commissioned and published by Organization for Economic Development and Co-operation (OECD) Environment Directorate, Paris.
- Owen, A.D. (2006). “Renewable energy: externality costs as market barriers.” *Energy Policy* 34: 632-642.
- Pew Charitable Trusts. (2010). Who’s Winning the Clean Energy Race? Washington D.C.
- REN21. (2009). Renewables Global Status Report 2009 Update, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), Paris, June 2009.
- REN21. (2010). Renewables 2010 Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), Paris, July 2010.
- REN21. (2011). Renewables 2011 Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), Paris, July 2011.
- Seebregts, A. J., Kram, T., Schaeffer, G.J. and Bos, A.J.M. (1999). Modelling technological progress in a MARKAL model for Western Europe including clusters of technologies. Netherlands Energy Research Foundation (ECN).
- Small, K. A. (2010). Energy Policies for Passenger Transportation: A Comparison of Costs and Effectiveness. Discussion paper, University of California, Irvine.
- Stern, N.H. (2006). Economics of Climate Change: The Stern Review, Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Tomlinson, S., Zorlu, P. and Langley, C. (2008). Innovation and Technology Transfer: Framework for a Global Climate Deal, E3G/Chatham House, London.
- UNCTAD. (2006). Meeting trade and development challenges in an era of high and volatile energy prices: Oil and gas in LDCs and African countries, Report by the UNCTAD Secretariat, Geneva.
- UNDP. (2007). Energizing the Least developed Countries to achieve the Millennium Development Goals: The Challenges and Opportunities of Globalization, Issues paper prepared for UN Ministerial Conference of the Least Developed Countries, “Making Globalization work for the LDCs”, Istanbul 9-11 July, 2007.
- UNDP and WHO. (2008). The Energy Access Situation in Developing Countries, A Review Focusing On the LDCs and Sub-Saharan Africa, United Nations Development Programme (UNDP), New York.
- UNEP. (2009). Towards Sustainable Production and Use of Resources: Assessing Biofuels, United Nations Environment Programme (UNEP), Paris.

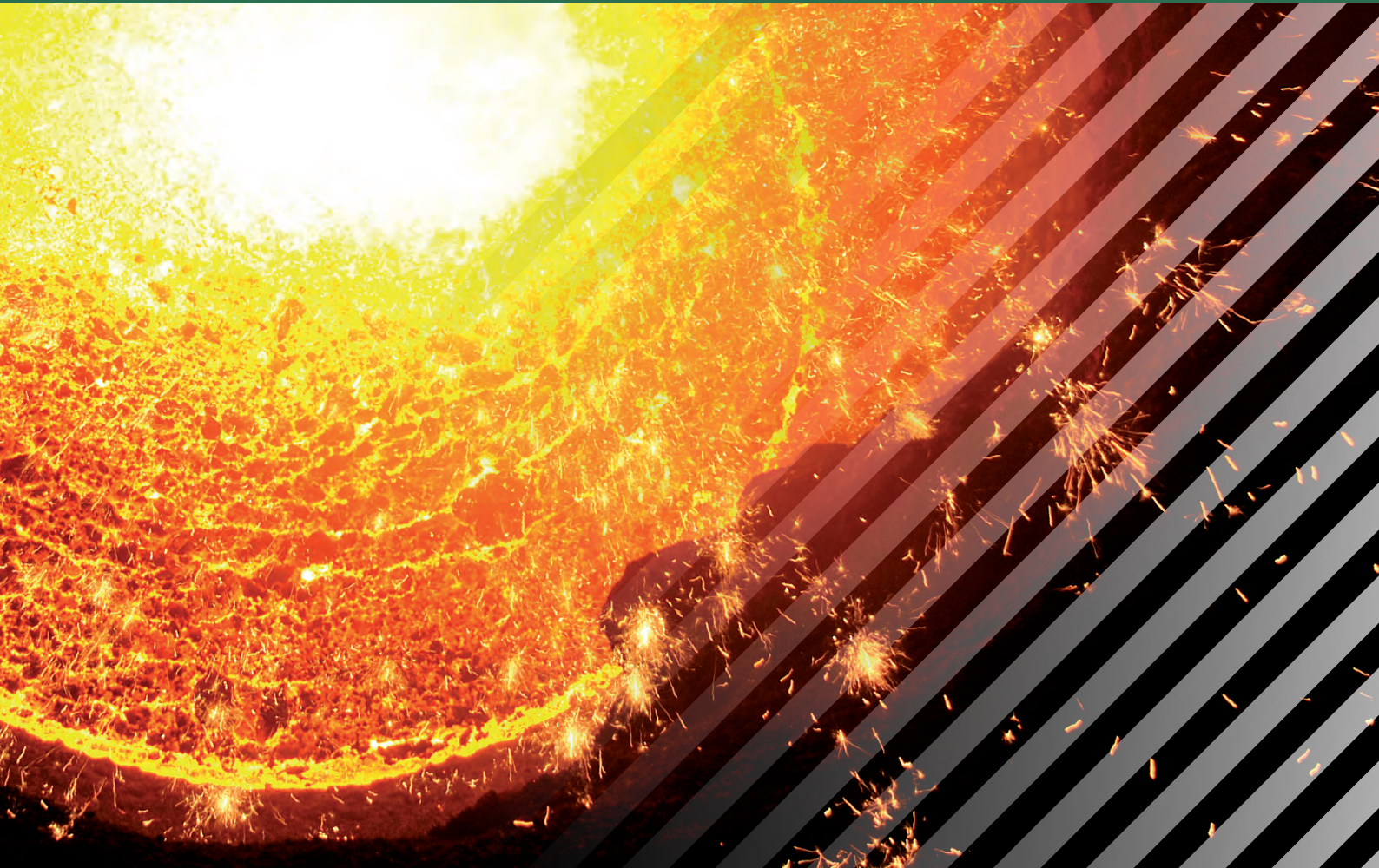
- UNEP. (2010a). *Advancing the Biodiversity Agenda: A UN System-wide Contribution*, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- UNEP. (2010b). *The Emissions Gap Report: Are the Copenhagen Accord Pledges Sufficient to Limit Global Warming to 2°C or 1.5°C? A preliminary assessment*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- UNEP, ILO, IOE and ITUC. (2008). *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low Carbon World*, United Nations Office at Nairobi (UNON), Nairobi.
- UNEP SEFI. (2005). *Public finance mechanisms to catalyze sustainable energy growth*, United Nations Environment Programme (UNEP) UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) and BASE, Paris.
- UNEP SEFI. (2008a). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008*. United Nations Environment Programme (UNEP) Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) and New Energy Finance: Paris.
- UNEP SEFI. (2008b). *Public Finance Mechanisms to Mobilise Investment in Climate Change Mitigation*. United Nations Environment Programme (UNEP) Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI), Paris.
- UNEP SEFI. (2009). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009*. United Nations Environment Programme (UNEP) UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) and New Energy Finance, Paris.
- UNEP SEFI. (2010). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010*. United Nations Environment Programme (UNEP) UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) and Bloomberg New Energy Finance, Paris.
- UNEP SEFI. (2011). *Global Trends in Renewable Energy Investment 2011*. United Nations Environment Programme (UNEP) UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) and Bloomberg New Energy Finance, Paris.
- UNEP SEFI, New Energy Finance and Chatham House. (2009). *Private Financing of Renewable Energy: A Guide for Policymakers*. United Nations Environment Programme (UNEP) UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI), Paris; New Energy Finance, London; Chatham House, London.
- UNEP/Vivid Economics. (2009). *Catalysing Low Carbon Growth in Developing Economies: public finance mechanisms to scale up private sector investment in climate solutions*, UNEP, Paris.
- UNEP and WMO. (2011). *Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone: Summary for Decision Makers*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi; World Meteorological Organization (WMO), Geneva.
- UNFCCC. (2009). *Recommendations on future financing options for enhancing the development, deployment, diffusion and transfer of technologies under the Convention*, Report by the Expert Group on Technology Transfer (EGTT), FCCC/SB/2009/2, Bonn, Germany.
- UNFCCC. (2010). *Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention*. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 16th Conference of the Parties, Cancun, Mexico.
- United Nations. (2011). *World Economic and Social Survey 2011: The Great Green Technological Transformation*, United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN/DESA), New York.
- Victor, D. (2009). *Untold billions: fossil-fuel subsidies, their impacts and the path to reform*, Global Subsidies Initiative (GSI) Paper GSI, Geneva, Switzerland.
- Wang, L., Bandyopadhyay, S., Cosgrove-Davies, M. and Samad, H. (2011). *Quantifying Carbon and Distributional Benefits of Solar Home System Programs in Bangladesh*, Policy Research Working Paper 5545, The World Bank, Environment Department, Washington, D.C.. Available at: http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2011/01/24/000158349_20110124114152/Rendered/PDF/WPS5545.pdf.
- Wei, M., Patadia, S. and Kammen, D. (2010). "Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?" *Energy Policy* 38:919-931.
- WEF. (2010). *Green Investing 2010: Policy Mechanisms to Bridge the Public Financing Gap*, World Economic Forum (WEF).
- WHO. (2006). *Fuel for life: household energy and health*. World Health Organization, Geneva. Available at: <http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlife/>.
- WHO. (2009). "The Poor man's fuel. The continued use of paraffin for domestic energy requirements in low income households" *Bulletin of the World Health Organization*; 87(9), doi: 10.1590/S0042-96862009000900014.
- World Bank. (2009). "Africa's Development in a Changing Climate- Key policy advice from World Development Report 2010 and Making Development Climate Resilient: A World Bank Strategy for Sub-Saharan Africa". Available at: <http://siteresources.worldbank.org/INT/WDR2010/R esources/5287678-1252586925350/Africa- WDR-2010-booklet.pdf>
- WWEA. (2010). *World Wind Energy Report 2009*. World Wind Energy Association (WWEA), Bonn.





制造业

为提高能源与资源效率进行投资



致谢

本章协调作者：**Robert Ayres**，欧洲工商管理学院（INSEAD）名誉教授，法国；**Cornis van der Lugt**，联合国环境规划署（UNEP）资源效率协调人。

联合国环境规划署的**Fatma Ben Fadhl**负责各章的管理工作，包括处理同行评议、与各章合作作者协调校订、进行补充研究以及各章的最终完成。

本章得到以下个人（以姓名首字母排列）的前期研究成果的支持：**Robert Ayres**，法国INSEAD名誉教授；**Andrea Bassi**和**Zhuohua Tan**，美国千年研究所；**Fatma Ben Fadhl**，联合国环境规划署；**Alan Brent**，南非斯坦陵布什大学；**Haifeng Huang**和**Xue Bing**，中国北京工业大学中国经济转型研究中心；**Sergio Pacca**和**André Simoes**，巴西圣保罗大学；**Arnold Tukker**和**Carlos Montalvo**，荷兰应用科学研究院；**Jeroen van den Bergh**，西班牙巴塞罗那自治大学。

在章节写作的过程中，各章的合作作者得到了来自**Desta Mebratu**的咨询支持以及联合国环境规划署**Ruth Coutto**和**Tomas Ferreira Marques**的贡献，同样感谢国际劳工组织（ILO）的**David Seligson**和**Ana Lucía Iturriza**对此做出的努力。

我们同时感谢德国研究所的**Raimund Bleischwitz**、美国田纳西州大学的**Donald Huisingh**、毛里求斯的**Vasantt Jogoo**、瑞典兰德大学研究院的**Thomas Lindqvist**、印度孟买环境管理中心的**Roy Shantanu**以及来自奥地利格拉茨大学的**Hans Schnitzer**。

目录

关键信息	228
1 引言	230
1.1 本章结构	231
1.2 全球经济中的制造业	231
1.3 范围和定义	232
2 挑战--无作为的风险和损失	233
2.1 自然资源稀缺	233
2.2 工业空气污染的外部成本	236
2.3 有害物质和废弃物	237
3 机遇--制造业的战略选择	239
3.1 解耦和竞争优势	239
3.2 供给与需求的创新	240
4 投资和资源利用效率	243
4.1 对材料及能源利用效率的投资	243
4.2 对用水效率的投资	244
4.3 投资绿色就业的过渡	244
4.4 增长和反弹--发展中国家的启示	246
5 定量分析绿色转型的影响	248
5.1 常规经济下的发展趋势	248
5.2 绿色投资下的发展趋势	248
6 制造业绿色转型的促成条件	251
6.1 优先政策	251
6.2 促进绿色制造的政策	252
7 结论	257
参考文献	259

图目录

图1: 主要产品供应及其最终产品	230
图2: 1900-2005年全球资源开采量	231
图3: 不同地区终端水需求量	233
图4: 石油发现率趋势	234
图5: 商品金属物价指数	235
图6: 各材料组群对促成环境问题的作用	236
图7: 全球相对解耦趋势	239
图8: 不同工业减排技术对CO ₂ 减排的贡献--IEA模型	248
图9: 2050年BAU、BAU2和G2情景下不同制造行业的就业情况	248
图10: 2050年BAU、BAU2和G2情景下不同制造行业的耗能相关CO ₂ 排放量	249
图11: 2050年BAU、BAU2和G2情景下不同制造行业的能源成本	249

表目录

表1: 全球主要资源群和地区的资源开采量	234
表2: 部分金属矿物的世界储量与生命期望	235
表3: 空气污染中SO ₂ 、NO ₂ 、挥发性有机化合物造成的损失	237
表4: 主要工业事故和相关经济社会花费的实例	238
表5: 发展中国家提高能效方案的投资与环境收益的实例	243
表6: 制造业主要部门的温室气体排放量与组成	252

专栏目录

专栏一: 高比例回收原料的钢铁生产对就业的直接和间接影响--对欧盟27国的评估	245
专栏二: 新兴市场的塑料袋征税: 南非案例	254

缩略语表

BAT	Best available technology	最佳可行技术
BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
BPT	Best possible technology	最佳可能技术
BRIICS	Brazil, Russia, India, Indonesia, China and South Africa	金砖六国
CCS	Carbon capture and storage	碳捕集与封存
CDM	Clean Development Mechanism	清洁发展机制
CHP	Combined heat and power	热电联产
DMC	Domestic material consumption	国内物质消耗
EROIE	Energy return on investment in energy	能源投资的能源回报率
ETFP	Ethical Trade Fact-finding Process	道德贸易调查过程
EU ETS	European Union Emissions Trading Scheme	欧盟排放交易体系
EPR	Extended producer responsibility	生产者延伸责任
FTE	Full-time equivalent	全时制
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
HPV	High production volume	高产量
IWRM	Integrated water resource management	水资源综合管理
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis	国际应用系统分析协会
ILO	International Labour Organization	国际劳工组织
ISEAL	International Social and Environmental Accreditation and Labelling Alliance	国际社会和环境认可和标签联盟
ISIC	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities	国际标准工业分类法
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示屏
LDCs	Least Developed Countries	最不发达国家
OHS	Occupational Health and Safety	职业健康和安全
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
ROI	Return on investment	投资收益
REACH	Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals	化学品的注册、评估和授权和限制
RoHS	Restriction of Hazardous Substances	限制有害物质的指令
SME	Small and medium-sized enterprise	中小型企业
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment	废电子电气设备指令
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development	世界可持续发展工商理事会

关键信息

- 1. 按照现有的配置，制造业对经济、环境和人类健康影响重大。** 制造业使用了全球近35%的电力，排放了超过20%的CO₂，并开采了超过1/4的基础资源。制造业（连同采掘业和建筑业）提供全球23%的工作岗位，并对由空气污染引起的健康损害的17%负有责任。预计总体空气污染造成的损失为GDP的1%-5%。
- 2. 重要资源短缺（包括易回收的油储备、金属矿物和水）会为制造业带来挑战。** 当工业生产转投低等级矿石，就需要更多的能量来开采有效金属成分。回收再利用逐渐在经济业绩和环境稳定性中成为决定性因素。工业用水也有同样的问题，预计到2030年会增长到超过全球总需求的20%。
- 3. 若制造业遵循生命周期方法，提高资源效率及生产率，则双赢的机会仍存在。** 这需从供需双方着手，包括产品和体系的重新设计、净化技术和闭循环制造。例如，如果所有产品的寿命都延长10%，开采消耗的资源可以减少相近的比例。通过在管理中采用清洁生产方法、选用清洁原料和清洁技术，可以大大减少污染控制的末端管理成本，并减少排放，副产品也可整合进入生产价值链。随着生产设备、生产工序和投入中替代物的使用，投资回报十分可观且回收期相对较短。
- 4. 供应方战略的关键要素包括再制造（例如车辆）以及通过热电联产循环利用热损失。** 闭循环制造可以延长产品的生命期，使修理后的产品可以再利用，并减少纯净原材料的需求量。修复、整備、再制造和循环利用是相对劳动密集型的活动，资金投入相对较少。世界各地的再制造运作每年节省约1,070万桶油，等同于5个核电站的产电量。

5. 绿色制造对就业的间接影响显著高于其直接影响。随着制造业的自动化程度及生产效率越来越高，失业率随之增加。生命周期方法和次级生产（如以回收的方式）可以克服这一现象，从而保障就业。安全、舒适的工作条件是极为重要的。

6. 制造业的绿色投资情景模型表明能源效率还有很大的提升空间。预测显示，到2050年工业（特别是大多数能源密集型行业）能源消耗几乎可以从经济增长中“脱钩”。绿色投资还会增加就业。跟踪进展需要政府更新行业资源利用率的数据。

7. 创新需要同管理改革、新的政策和经济方针一起来确保能源和资源利用率的提升。我们需要征收与环境相关的税费（包括碳税）来保证生产者在定价预算中考虑外部成本。值得注意的是制造业并不是一个统一的产业，政府需要考虑所用方法能否满足特殊行业及其价值链（往往涉及国家经济的各个层面）的现实情况。政府还面临着寻找最适合国内环境的政策和监管机制的挑战。发展中国家有巨大的潜能，可以通过选择清洁生产方案剔除无效技术，特别是那些为小型企业（其中很多服务于全球价值链）提供支持的国家。被认可的标准和标签对于制造业尤其重要，并需有可靠的方法论作为支撑。



1 引言

工业产品(不论是成品还是半成品)是人类消费的一个重要组成部分。材料的生命周期始于对自然资源的提取,其使用止于材料的最终处置,制造过程是其中的一个重要阶段。基础产业(例如水泥、铝、化学品和钢铁)为房屋、汽车和其他生活常用设备的制造提供半成品,其他工业部门则提供成品(例如服装、皮革、精细化学药品、电气电子产品)。

布伦特兰委员会在《我们共同的未来》(1987)中预见,若工业运作能以可再生资源的使用为基础,则可以提高资源使用效率,产生更少的污染和废弃物,并且将人类和环境受到的不可逆影响降至最低。该观

点自20世纪80年代开始推动了许多概念的形成(例如联合国环境规划署提倡的清洁生产及其他概念)。但是,实现对可再生能源的依赖对于全球制造业仍是一个挑战,这就需要制造业进行更多根本性的变革,通过这些变革,制造业的产品和副产品成为有益产出,并为重新设计提供灵感来源(Braungart and McDonough 2008)。

可持续使用自然资源的战略以综合的资源管理和资源效率为基础,为了实施该战略,生产和使用生命周期中的每一个环节都需要自发地补充政策干预。政策辩论中也经常提及上下游干预的平衡问题。例如,针对

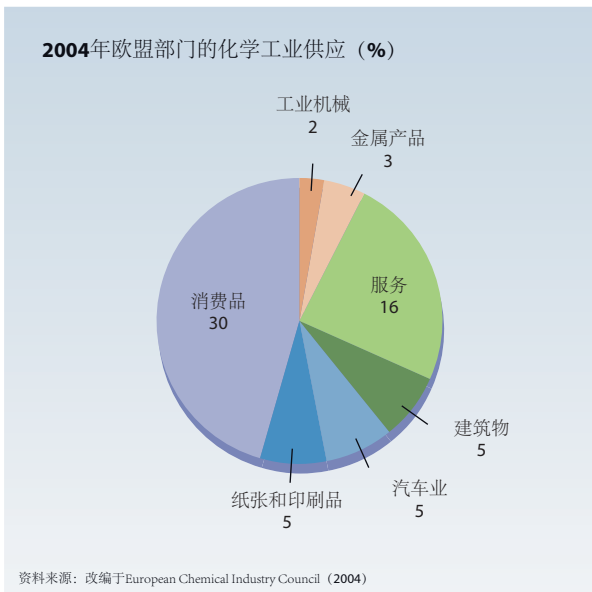
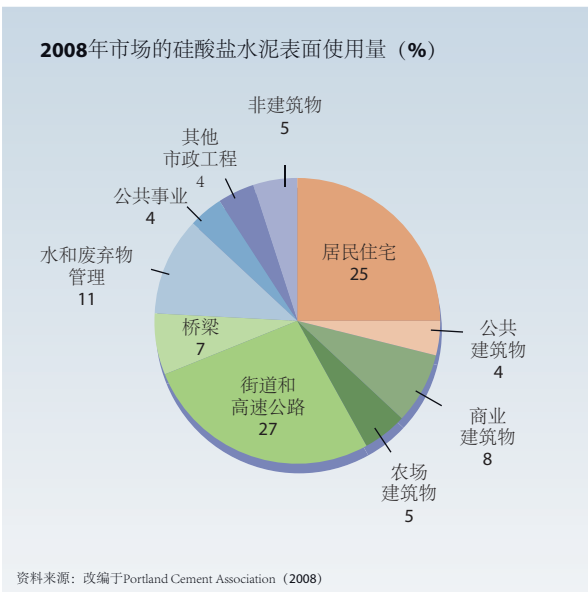
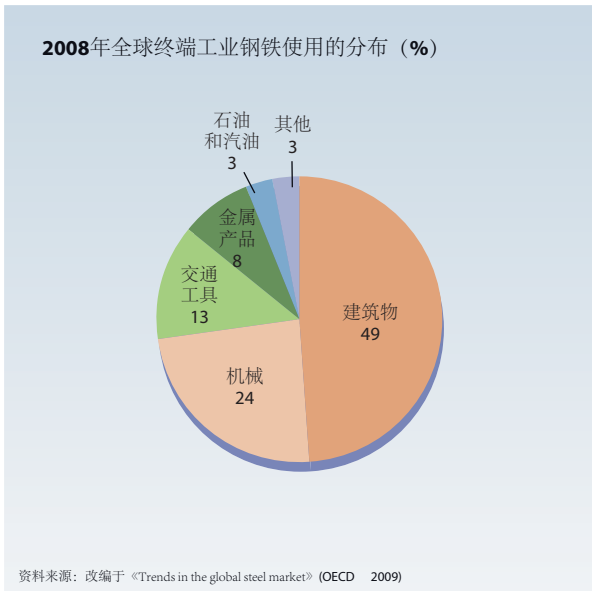
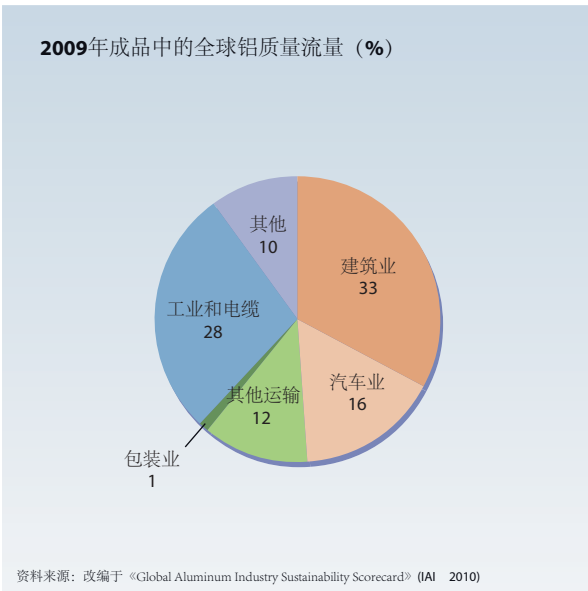


图 1：主要产品供应及其最终产品

采矿业或伐木业进行的上游政策干预旨在尽量减少对环境的不利影响，或对资源消耗者及占用者征收合理的费用，这些干预将会提高制造商的投入成本。

针对制造商的政策干预也有增加资源投入成本的影响，其目的在于减少空气污染和水污染、保护人类健康免受有毒化学品危害并减少温室气体排放。这些政策干预与其他措施结合起来，能够有力地推动制造业，更加有效地使用自然资源和能源。我们应该采取一些措施来提升次级原材料的市场，表现并鼓励循环利用，这样可以促使制造商减少原材料的使用量。所有这些措施都是为了进一步构建《我们共同的未来》中所描述的愿景。

1.1 本章结构

本章从全球制造业的梗概及其对经济发展的重要性入手，然后解释了制造业分支部门的选择（这也是章节重点）、与之相关的环境压力、近期经济增长与环境压力“脱钩”的趋势以及绿色制造的定义。

第二部分描述了绿色制造战略失败的代价，这样的结果会造成自然资源的极速消耗（会对未来经济增长产生不良影响）、工业空气污染以及使用有害物等负面

外部效应。

第三部分概括了一些鼓励绿色制造的战略方法，包括改革、发展清洁能源技术、提高资源效率以及向绿色岗位转变的投资。这些战略包含供应方战略和需求方战略，前者涉及制造业中材料密集型行业（包括可行的闭循环制造业）工艺和技术的重新设计，后者从行业内部以及终端用户两方面来改变需求构成。

第四部分说明通过减少材料、能源和水的使用量，我们可以得到许多降低成本的投资机会。如果这些投资的回报率高于其他投资，在微观层面就表现为追求较高的利润率。该部分列举了很多绿色投资的实例，尤其突出它们在节约能源、减排CO₂、节水以及创造就业等方面的影响。但是，由于许多制造工艺的资本密集本质，这种绿色转变过程可能会因受到束缚而减速。

第五部分呈现了本研究基于模型做出的定量分析结果，从中我们可以了解到制造业为提高资源效率而进行的投资是如何减少环境压力，增加商业利益并提高就业率的。在宏观层面上，它意味着更高的国民生产总值（Gross Domestic Product, GDP）以及环境服务水平。

第六部分讨论了制造业绿色过渡的促成条件。我们详尽地讨论了各种不同类型的政策措施，其中包括管理和控制机制、经济或市场主导手段、财政手段和奖励措施、自愿行为、信息和能力建设。

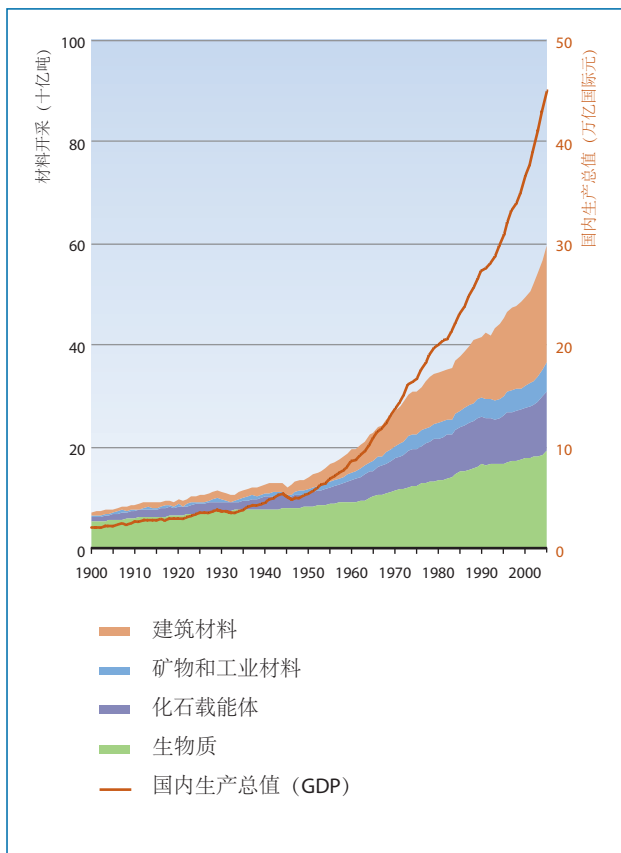


图2：1900-2005年全球资源开采量

工业生产驱动大部分矿石、大量生物质燃料的开采，并带动建筑业。

资料来源：Krausmann et al. 2009

1.2 全球经济中的制造业

制造业在20世纪得到大幅发展：世界钢铁产量在2000年增长为1950年的6倍，超过12亿公吨（World Steel Association, 2009）；铝产量在1980年到2005年间翻了一番（USGS, 2009）。然而，工业产量的增长常常伴随环境压力的增大。工业消耗了全球超过1/3的电力并造成了1/5以上的CO₂排放（WRI 2007；IEA 2008）。

自1995年起，制造业成为发展中国家经济增长的一个主要驱动力（GDP几乎翻番）。2009年，发展中国家的制造业增加值（MVA）提高2.5%，然而一些重要工业国家的MVA却下降超过10%（UNIDO 2010）。伴随着2008年的全球金融危机，许多以制造业出口为支柱的国家的工业在2009年剧烈瓦解。《经济学家》（2009）在头版一篇名为《制造业的瓦解》的文章中写到对于全球制造业而言，政府在处理各种持续多变的困难时面临重重挑战。政府对制造业规划的设计和修改经常是滞后的。

最近的金融危机凸显了制造业（供给全球价值链）中心位置的重大变化。相较于1990年的18%，截至2009年，制造业对发展中国家GDP的贡献增加至约22%（UNIDO 2010）。广义地说，工业（不包括农业和服务业，但是包括制造业、采掘垦殖业和建筑业）解

决了全球大约23%的就业问题，自1999年以来共增加了1.3亿多个岗位，仅2009年就提供了超过6.6亿个岗位（ILO 2011）。制造业各分支中，化工业、钢铁业和造纸业在税收方面贡献最多；纺织业（对较不发达国家及发展中国家尤其重要）和碱金属业（对经济转型国家和发达国家尤其重要）在就业方面是主导，它们各负责全球制造业20%-25%的就业问题。

1.3 范围和定义

本章聚焦于制造业中能源密集的（或者说是重度使用自然资源的）次级部门，其中不包括发电、食品以及精炼石油产品（这些内容会在农业和能源章节中探讨）。本章将重点关注下列制造业次级部门¹：

- 钢铁（ISIC 241）
- 水泥（ISIC 239）
- 化学化工产品（ISIC 20）
- 造纸业（ISIC 17）
- 铝业（ISIC 242）
- 纺织业和皮革业（ISIC 13 + 15）
- 电气和电子产品（ISIC 26 + 27）

我们应该从上述部门的分析中注意到，制造业并不是一个统一的部门，而且其价值链的地理分布也是工业复杂性的一部分。图1说明了上述行业一些产品的流向。故障信号会使消费者们在日常生活中停止使用他们所熟悉的建筑物、交通工具和消费品等商品，这

1. 国际标准工业分类法（ISIC），修订本4（United Nations 2008）把制造业分为24个部门，每个部门又依次分为很多组和类别。本章讨论的活动包含在ISIC八个部门的分类中。本章中没有明确讨论的制造业包括玻璃业、制陶业、木材制品和机械。本章需要参照《绿色经济报告》中的能源、建筑、森林、废弃物和水这些章节一起阅读。

说明与建筑和交通有关的消费属于资源密集型消费（见“建筑”和“交通”章节）。考虑到上下游部门的绿色革新，这提示我们遵循价值链的方法。鉴于大部分的商业生产成本都是在初始设计阶段决定的，因此一些人认为我们需要设计绿色干预的出发点。本章会阐述一系列上下游措施。

在CO₂排放方面，本章涉及到的制造业分支的排放量占全球总量的22%。钢铁业、水泥业和化工业要为大部分排放量负责。同时，如果不能合理的处理这些部门排放的废水，像纺织业和皮革业这样的工业，会产生显著的负面外部效应。电气电子业在全球经济中扮演重要角色，它提供1,800万个工作岗位（ILO 2007）并影响当下制造业大部分的增长。如果这些产品中含有的危险化学品和金属没有得到彻底的处置，它们同样会对环境造成危害。

历史上，相较于为创造GDP而进行材料、能源和人力投入的增长速度，GDP的增长更为迅猛。因为我们结合了结构型变革（服务消费部门比物料消耗部门发展的更快）、技术型变革（它可以减少单位产量的物料和人力输入，例如自动化）以及更加严格的环境政策（可以提高污染密集型输入的使用成本）。这导致资源输入从资源输出中相对解耦，并从一些相关的环境压力中绝对解耦。然而，经济和人口增长抵消了资源效率收益：尽管降低了单位产量的排放量、能源和物料使用量，但是总体排放量、能源和物料使用量仍持续增长（见图2）。如果没有完全的解耦，持续的经济增长代表持续高涨的能源资源需求，这会使我们的自然资源处于危险当中。

“绿化”制造业对于把环境压力从经济增长中解耦出来至关重要。绿色制造业不同于传统的制造业，它的目标是通过更多的能源-物料高效型制造工艺减少制造成品需要的自然资源量，并减少与废弃物和污染有关的负面外部效应。另外，还应该提高运输和物流的效率，因为产品制造过程产生的环境影响中有相当大一部分是由它们造成的。

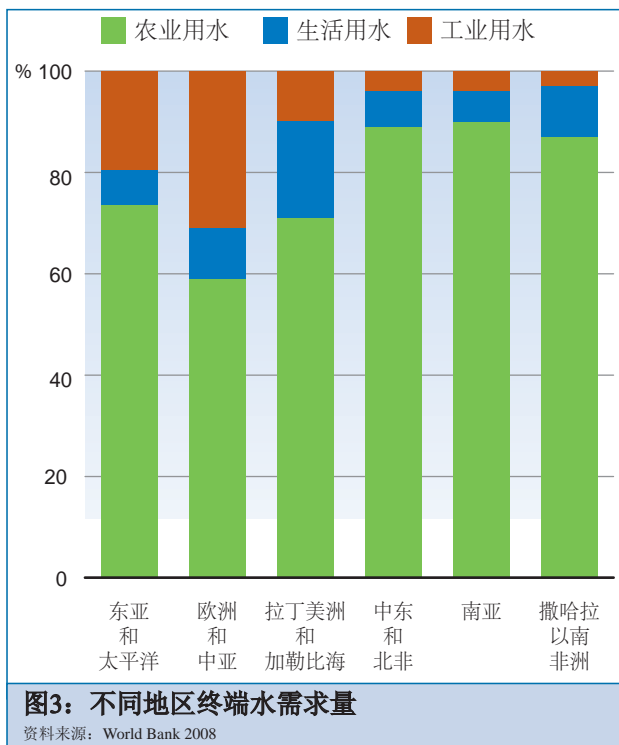
2 挑战--无作为的风险和损失

当今制造业面临的新的经济现实包含一些关键的结构变化，例如产品全球化（伴随跨国供应和需求）、亚洲（特别是中国）经济的迅速增长以及原材料价格的提高。本部分将从自然资源稀缺带来的挑战、空气污染的外部成本以及与有害物和废弃物相关的风险三个方面进行讨论。

2.1 自然资源稀缺

资源稀缺（特别是淡水、石油、天然气以及一些金属的稀缺）给未来经济增长造成越来越多的威胁，并给制造业带来严峻的挑战。我们需要健康的生态系统来保障资源的供给，而生态系统的活力又依赖于生物多样性。生态系统和生物多样性经济学(The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB)的商业报告(TEEB 2012)强调了制造业对于生物多样性和生态系统服务的所谓“影响和依赖性”，它反映了设备足迹、生产过程中引发的污染以及原材料或半成品供应者的作用。这些联系通常是复杂的且在不同部门间存在差异性。对生物多样性有直接影响和依赖性的产业，大多是指造纸业和纺织皮革业。对某一特定的生态系统服务有高度依赖性的工业部门更多。它们面对的是由依赖性引发的与运营、市场、财政、规章和声誉有关的风险。其中一个明确的操作风险是逐渐严重的稀缺以及自然资源的消耗。

土地使用问题主要与农业及食品生产有关，而非工业生产(UNEP 2010a)。除非未来要从生物质中获取



工业所需能源和原料，那时土地使用问题与工业生产的联系会增多。尽管工业用水量还不到全球的10%，水资源问题对于一些国家或地区仍是一个重大挑战，农业消耗全球用水量的70%，而能源部门和家庭各占10% (UNESCO 2009)。

按照工业生产高速增长的预期估计，到2030年工业用水量将超过全球总需求量的20% (Water Resources Group 2009)。另外，与最大可持续供应量相比，全球层面上的潜在缺水量在同年会达到预期需求量的40%。工业驱动水需求的程度因地区和流域的不同而显著不同 (World Bank 2008; 见图3)。这说明要在高水压地区或是在工业水需求相较于其他水需求更重要的地区进行工业运营，就必须大大提高他们的水生产力或者把这些工业转移到水资源更充足的地区。对于高用水量的工业部门（例如造纸业、纺织皮革业以及钢铁业）更是如此。

工业（含电力部门）、农业和城市消费者对水的需求竞争越来越激烈。此外，它们都需要通过生态系统和生物多样性来平衡水需求。水处理是工业（或消费者）用水的一个必要前提。约一半的工业用水用作冷凝，其中大约1/5以蒸汽形式损失，剩余的4/5可以用作其他用途（然而热水的排放可能对水生生态系统有害）。减少大型中央电力设备冷凝水损失的最佳途径是寻找热量的生产用途。这个策略被称作热电联产 (Combined Heat and Power, CHP)，它适用于城市地区、工业园区以及大多数建筑物，但其应用需要电力公司的重大结构改革。其他工业用水用于热煤焦或是红热钢锭的淬火、木浆、洗涤、纺织品的漂洗和染色、皮革的鞣革以及金属表面精加工（包括电镀）。这些工艺过程都会产生污染，有时还会排放有毒污水（污染的处理需要更多的水），在大多数情况下，这些并不能在产品的成本中反映出来。

随着易开采的石油储量不断减少，我们鼓励通过技术创新从深海和非传统来源（例如油和沥青砂）中提取石油、从页岩中开采天然气，它们在很多用途上可以作为石油的近似替代品。自20世纪80年代早期开始，每年新勘探到的石油量都少于提取量和使用量（见图4）。因此到达整体峰值只是时间问题。市场力量（包括高价格）可能会降低需求量并推动替代品的使用，这将导致石油需求量比供应量更早达到峰值。一些人认为达到“石油峰值”可能要等到20年以后。其他人则认为它已经发生了 (Campbell and Laherrère 1998; Campbell 2004; Heinberg 2004; Strahan 2007)

对石油代替物的勘探和开发所需的能源及其他成本在不断增加。发现于20世纪三、四十年代的石油能源投资带来的能源回报值 (Energy return on investment in energy, EROIE) 大约是110，但20世纪70年代生产的石油EROIE值估计只有23，其中新发掘的石油

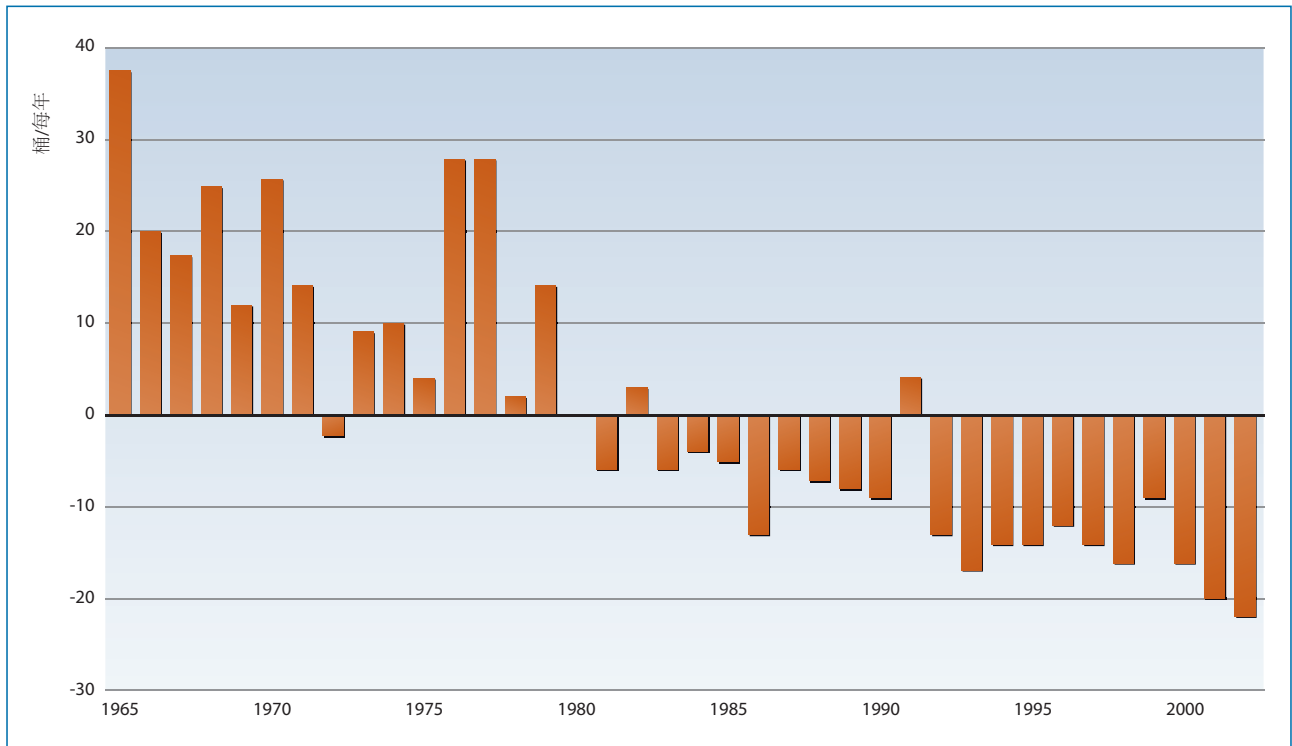


图4: 石油发现率趋势 (1956-2002)

资料来源: Heineberg 2004

	世界 变化率			经合组织国家 变化率			金砖六国* 变化率			世界其他地区** 变化		
	2002	1980-2002	2002-2020	2002	1980-2002	2002-2020	2002	1980-2002	2002-2020	2002	1980-2002	2002-2020
按提取量 (十亿吨)												
总量	55.0	36%	48%	22.9	19%	19%	17.7	67%	74%	14.4	35%	63%
金属矿物	5.8	56%	92%	1.8	41%	70%	2.2	110%	100%	1.9	30%	104%
化石能源运输 ^a	10.6	30%	39%	4.1	12%	6%	3.7	58%	59%	2.9	31%	60%
生物质 ^b	15.6	28%	31%	4.5	11%	6%	5.9	49%	33%	5.2	25%	50%
其他物质 ^c	22.9	40%	54%	12.6	21%	21%	5.9	81%	115%	4.4	58%	63%
按人口 (吨/人)												
总量	8.8	-4%	22%	20.0	0%	8%	6.0	19%	51%	6.7	-16%	20%
金属矿物	0.9	11%	58%	1.5	19%	54%	0.7	51%	73%	0.9	-19%	51%
化石能源运输 ^a	1.7	-8%	14%	3.6	-6%	-4%	1.3	13%	38%	1.3	-18%	18%
生物质 ^b	2.5	-9%	8%	3.9	-6%	-4%	2.0	7%	15%	2.4	-22%	11%
其他物质 ^c	3.7	-1%	27%	11.0	2%	10%	2.0	30%	86%	2.0	-2%	21%
按单位GDP (吨/1,000美元^d)												
总量	1.6	-26%	-14%	0.8	-33%	-24%	4.6	-35%	-32%	4.5	-21%	-26%
金属矿物	0.2	-15%	11%	0.1	-20%	9%	0.6	-18%	-23%	0.6	-24%	-8%
化石能源运输 ^a	0.3	-29%	-19%	0.1	-37%	-32%	1.0	-38%	-38%	0.9	-24%	-28%
生物质 ^b	0.4	-30%	-24%	0.2	-37%	-32%	1.5	-42%	-48%	1.6	-27%	-32%
其他物质 ^c	0.6	-24%	-11%	0.4	-32%	-22%	1.5	-29%	-17%	1.4	-8%	-26%

注: a.原油, 煤, 天然气, 泥炭; b.农业和林业的收成, 海产捕获量, 放牧; c.工业矿物, 建筑矿物; d.1995年美元价值
*金砖六国: 巴西, 俄罗斯, 印度, 印度尼西亚, 中国和南非

表1: 全球主要资源群和地区的资源开采量

资料来源: OECD 2008

金属矿物 ^a	1999年资源 (吨)	1997-1999年主 要产品的年平 均产量(吨)	预期寿命(年) ^b ,按照在初级生产中不同增 长率(3个) ^b			1975-1999 年产品年 平均增长率 (%)
			0%	2%	5%	
铝	25 x 10 ⁹	123.7 x 10 ⁶	202	81	48	2.9
铜	340 x 10 ⁶	12.1 x 10 ⁶	28	22	18	3.4
铁	74 x 10 ¹²	559.5 x 10 ⁶	132	65	41	0.5
铅	64 x 10 ⁶	3,070.0 x 10 ³	21	17	14	-0.5
镍	46 x 10 ⁶	1,133.3 x 10 ³	41	30	22	1.6
银	280 x 10 ³	16.1 x 10 ³	17	15	13	3
锡	8 x 10 ⁶	207.7 x 10 ³	37	28	21	-0.5
锌	190 x 10 ⁶	7,753.3 x 10 ³	25	20	16	1.9

注: a.除了铝,其他的金属储量是以金属含量计的。而铝的储量是以矾土矿计的。

b.按照目前的生产与消费模式、技术和已知的储量

c.预期寿命值是在储量和平均产品数量完成前计算出的。因此,预期寿命(4、5、6列)可能稍稍不同于来源储量和平均产量估计的预期寿命(2、3列)。

表2: 部分金属矿物的世界储量与生命期望

资料来源: OECD 2008

EROIE值只有8 (Cleveland et al. 1984)。几十年前, 钻孔、精炼和分送只需消耗石油勘探过程中1%的能源, 但是从那以后EROIE值大幅下降。以深水石油为例, EROIE值低于10。加拿大沥青砂的EROIE值只有3, 这意味着提取出的有用能源中有1/4要用于提取工作本身。这些成本引起石油, 以及天然气(一种部分替代品)价格的提高, 也是石油稀缺不断加剧的一个迹象。

高质量的金属矿石也在逐步耗尽 (OECD 2008)。虽然大多数金属的绝对稀缺还没有被视为一个棘手的问题,

但是从储量的预期生命指标(见表1和表2)中我们可以看到开采低等级矿石的必要性。但是, 这样会消耗更多的能源来提取有用的金属成分, 并轻微增加温室气体 (Greenhouse Gas, GHG) 的排放。随着市面上流通的金属数量不断增加, 一份联合国环境规划署资源研究专家组的金属报告指出, 我们有很多提高金属回收率的绝佳机会 (UNEP 2010a)。金属(如钢铁、铜、铝、铅、锡)在全球的回收率介于25%-75%之间, 在发展中国家和地区经济体中比较低。我们亟需提高高科技专业金属的回收率和循环率, 在制造风力涡轮机、混合动力汽车电池组的光电板、燃料电池、节能照明系统等产品的关键部件时都要用到这些金属 (UNEP 2010a)。关于关键金属的可用性, 欧盟在2010年给出了14种对经济很重要的关键金属或金属组, 由于含量稀少或受到政治压力的影响, 其供应可能会受到不利影响 (Graedel 2009)。

在这种背景下, 资源密集型部门将面对大量的挑战。首先, 快速工业化的经济体正迅速建立其基础设施并需要大量资源, 所以为争取资源而导致的竞争可能会加剧。第二, 高质量金属矿物逐渐被耗尽。这导致低等级矿物的使用, 而从这些矿物中提取有用的金属成分需要更多的能源。第三, 在地方层面, 资源开采可能对生态系统和景观产生重大影响。通过环境政策或工业激励来缓解这些影响会增加开采成本。第四, 供应安全性和价格波动性存在风险。

不是所有的工业生产部门都会同等地受到这些挑战的影响, 也不是所有物料都在经济或环境影响方面同等重要, 这在图6中有所说明。该图根据每公斤物料生命周期内的环境影响总结了欧洲使用物料的信息 (UNEP 2010b)。许多依靠“量”来控制消耗的矿物质对全球变暖、人类所受毒害、土地使用或综合的“环境类加重的物料消耗”指标等并不太重要 (van der Voet 2005)。事实上, 环境影响受矿物燃料

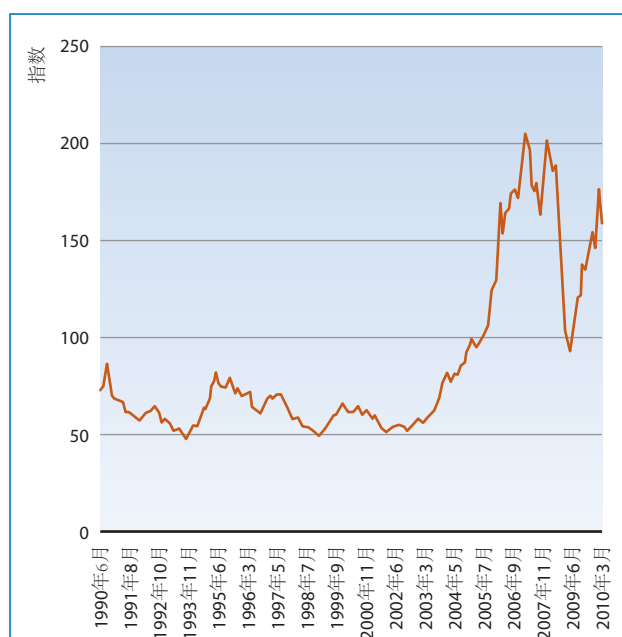


图5: 商品金属物价指数

1990.6-2010.5(2005=100), 包括铜、铝、铁矿、锡、镍、锌、铅和铀物价指数

资料来源: Index Mundi 2010

及其派生物（例如塑料）和生物材料的支配（UNEP 2010b）。

资源稀缺（绝对的或相对的，实际的或感知的）影响物价和制造业投入。自本世纪第一个十年中期开始，由于一系列能源、财政和食品危机，商品价格开始呈现上升式波动。经济衰退会反过来减少石油需求量并由此引起同等激烈的价格下降，据推测此情况会进一步扩大。因此，价格波动会严重抑制长期的绿色投资。

本世纪第一个十年早期，其他商品价格（特别是有色金属）对短期因素也很敏感，这些因素包括中国的急速发展和美国的衰退、美元的贬值（所有商品都以美元定价）以及投机活动（见表5）。在2008年，商品价格超过20世纪70年代以来的所有记录。更高的价格诱导制造商向替代品投资，但是极度的价格波动会成为这项合理计划的阻碍，从而产生负面影响。

区分短期和长期的影响和趋势很重要。当自然资源价格由于需求量超过供应量的长期趋势而增长，或是当政府将一些自然资源开采的环境成本内化或用于商业，市场参与者的反应可以促进调节进程。制造商更倾向于采用创新技术来提高资源利用效率。如果采用创新技术仍不足以内化增加的成本，那么产品的售价将会提高，由此激励消费者在市场中寻找成本更低的替代品。同时，制造商也会勘探开发其他资源，市场会达到一个更高价格水平的新平衡，这样可以刺激创新。

2.2 工业空气污染的外部成本

大多数生产过程在不同的程度上都会引起空气、水和土壤污染，其社会和环境成本需得以计量，内化以及降低。在这一部分，我们主要聚焦于空气污染。除了排放温室气体，工业设备还释放其他污染物，如悬浮颗粒、SO₂、NO₂、铅以及通过反应形成地表臭氧的化学品。这些有毒空气污染物不仅会引起健康和安全问题，还会使生态系统退化。一些研究力图量化空气污染的健康代价以及其他成本。例如，2005年中国空气污染的成本估计为GDP的3.8%，我们发现污染成本主要受工业化增加的驱动，而工业化的不断提高主要依靠于火力发电厂，并与城市人口的增加有关（World Bank 2007；Wan You and Qi 2005）。中国的煤平均含有27%的灰份以及高达5%的硫。

在美国，空气污染带来的破坏大多（95%）以健康成本形式呈现，估计达到GDP的0.7%-2.8%。该预测以关于生命价值的假设（以年龄做函数）以及暴露于污染和死亡率的关系为前提（Mendelsohn and Muller 2007）。美国的数据是从1万个地方抽样，结果与欧洲数据一致。在欧洲，2000年排放悬浮微粒的罪魁祸首是能源和电力部门（30%）、道路交通（22%）、制造业（17%）以及农业（12%）（Krzyzanowskiet al. 2005）。

表3呈现的成本预测是以对人类健康影响为基础的，

包括早产死亡率、慢性病（例如支气管炎和哮喘），还有其他一些严重疾病。尽管与健康相关的伤害占全部伤害的95%（没有计算温室气体），但Muller和Mendelsohn（2007）还衡量了农作物和木材减产、能见度降低、人造材料的退化以及娱乐设施的减少带来的灾害。2009年由美国国家研究委员会做出的另一个评估指出，美国每年由于燃烧矿物燃料导致的健康成本上的花费约1,200亿美元，其中很大一部分是因为空气污染导致的许多早产儿的死亡。

国际能源署（International Energy Agency, IEA）和国际应用系统分析协会（International Institute of Applied System Analysis, IIASA）估计，2005年在制定控制空气污染方面的政策花费是1,900亿美元，这些空气污染主要是由矿物燃料燃烧造成的。但是这些政策花费只有部分已经支付。到2030年，在常态经济（Business-as-usual, BAU）方案中，由于更高的活动水平和越来越多的应急控制，这项花费预计将会增

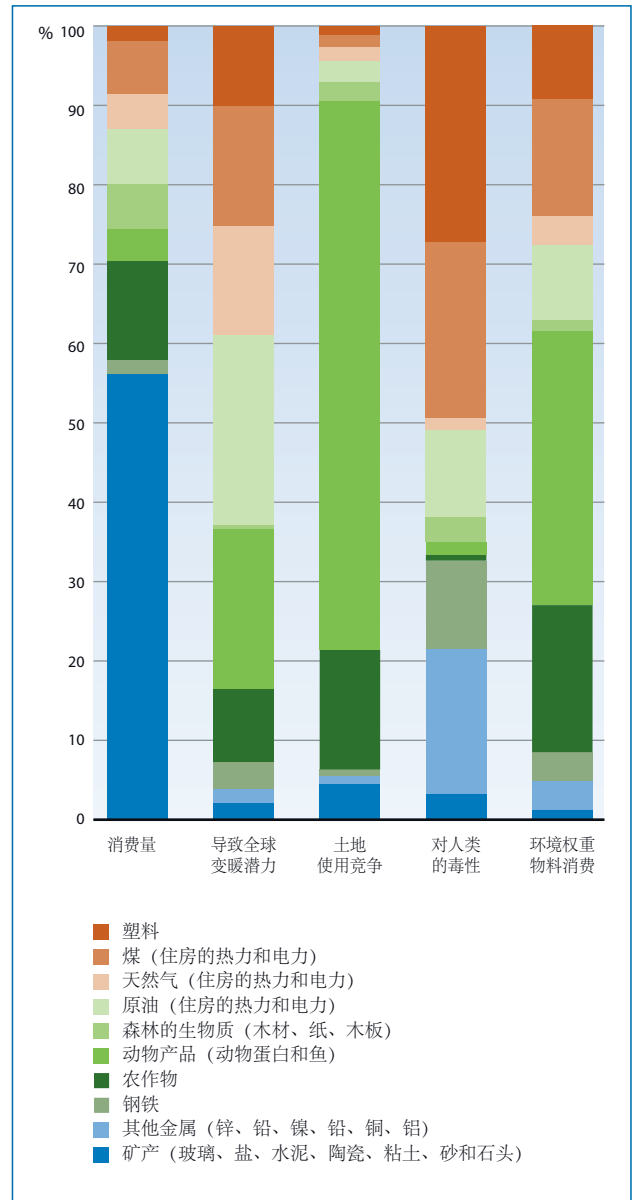


图6: 各材料组群对促成环境问题的作用 (欧盟27国+土耳其)

资料来源: UNEP 2010b

加到原来的3倍（IEA, IIASA 2009）。但是，健康及环境成本中的无效花费更多，这导致收益和成本之间产生一个显著的顺差。另外，可以通过有效措施来减少末端污染控制的花费，如管理中采用清洁生产、选择清洁原材料、使用减少排放的清洁技术和在生产价值链中整合进副产品等。

空气污染和气候变化有很多关联，通过综合政策可以一箭双雕（Raes 2006）。用IIASA的GAINS（温室气体和空气污染的相互作用和协同作用）模型做出的分析显示，减少温室气体排放可以显著提高当地空气质量。气候变化缓解措施能在不花费额外成本的情况下减少SO₂、NO_x和悬浮微粒的排放量，同时可减轻当地群众健康受微小悬浮微粒的危害（IIASA 2009）。

2.3 有害物质和废弃物

在全球范围中，其他显著的环境外部效应还包括与有害物质和废弃物相关的冲击。废弃物处理部门通过垃圾填埋区、家庭和商业的废水处理以及工业废水的释放对环境产生压力。根据Havranek（2009），欧盟（European Union, EU）的废弃物管理部门在2005年产生27亿欧元（假设每吨CO₂气体排放量的成本只有21欧元）的额外成本，这其中很大一部分来自于甲烷的排放。相较而言，同年中，欧盟27国（EU27）的化工行业产生了36亿的额外成本（归咎于温室气体的排放），跟废弃物管理领域是同一个数量级。

有毒物质的释放会引起健康和安全问题以及生态系统退化。通过清洁生产的应用、产品替代和末端治理措施，一些国家对于该问题的解决已经取得了显著进步。在发达国家，能在保证产量和GDP增长的同时，减少毒物释放和有毒物质暴露是少数成功案例之一。这是因为大多数有毒物质的排量较小，而且替代物或减排措施相对容易实现。随着发达国家的工业逐渐集中于高价位化学品和药物上，生产形态已经从根本上发生了变化。另一方面，高产量（High production volume, HPV）化学品的制造已经逐渐回归到发展中国家，而发展中国家的规章制度通常不够健全，并且工业（有害的）废物健全管理的成本很难得到内化。

在缺乏健全的废弃物管理措施时，下列工业尤其会面临毒害的挑战：

- 涉及印染产品和鞣革产品的纺织工业和皮革工业；
- 涉及漂白过程及相关废水排放的造纸业；
- 化学品和塑料工业（取决于化学品生产的类型）；
- 水泥业和钢铁业等涉及高温过程的产业，其副产物或金属的排放是一个难题。

化学协会国际委员会提供的数据显示，2007年全球化学品销售额是1.8万亿欧元，比2000年增长了28%（Perenius 2009）。其中超过60%的销售量源于经

济合作与发展组织（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）中的国家（1.1万亿欧元）。BRICS（巴西、俄罗斯、印度、印度尼西亚、中国和南非）占据了另外20%的销售量（2007年4,000亿欧元）。我们只评估了市场上成千上万的化学品中的一小部分对人类健康和环境的影响。一些化学品曾被连续多年大量应用，现在我們才开始怀疑它们的致癌性或致畸性。有些最毒最危险的化学产品（例如DDT）已经被逐步淘汰，至少在OECD的国家是如此。化学品对人类健康的不利影响包括急性和慢性的毒性、神经发展障碍、生殖/发育失常和癌症（WHO 2004）。从源头预防化学污染可以避免产生有害废物和排放物，同时减少及消除清洁费用。

历史上，很多实例说明工业安全和事故的应用标准中存在的缺口会造成与工业产品（特别是含有危险物质的产品）相关的风险和社会成本增加。2003年国际劳工组织（International Labor Organization, ILO）给出的数据显示，全球职业性意外事故中大约有35.8万个可以致死、3.37亿个非致死；还有195万人因工作引发的疾病而死亡。估计仅仅因危险化学品而死亡的人数就有65.1万之多。考虑到补偿、工作时间缺失、生产中断、培训和再培训、医药费、社会援助等，这些损失估计占每年全球国民生产总值的5%。ILO最新的评估显示，在过去10年，全球范围内与工作相关的致死、非致死事故和疾病似乎没有得到显著改善。制造业和造船业的一个复杂性在于主要承包人-转包商关系中职业安全和健康（Occupational Health and Safety, OSH）责任义务的分配问题（ILO 2009）。

工业事故花费是公共、私人支出及社会贫困的一个重要原因。在过去的30年中，一份关于世界范围内一些主要工业事故的粗略成本核算显示，这些工业事故花费了至少400亿美元。如果把较小的事件也考虑在内，那么真正的经济花费很可能会翻倍，同时死亡和受伤数量可能达到成千上万的规模。一些主要的事件列于表4。很明显，在更清洁更安全的工业生产条件下，全球人类健康和环境健康能够共同获益，这也会是向绿色制造过渡的一部分。

国家	年份	GDP (%)
中国	2008	1.16-3.8
欧盟	2005	2
乌克兰	2006	4
俄罗斯	2002	2-5
美国	2002	0.7-2.8

表3：空气污染中SO₂、NO₂、挥发性有机化合物造成的损失（以占GDP的百分比计）

资料来源：参照 World Bank 2008；Markandya and Tamborra 2005；Strukova et al. 2006；Bobylev et al. 2002；Mendelsohn and Muller 2007

地域	日期	花费（美元）	伤亡人数
化工			
印度博帕尔	1984.12.03	索赔补偿花费3.2亿美元；经济、医药、社会、环境修复花费1千万美元。但是印度政府估计博帕尔的灾难花费为33亿美元。	2,800人死亡和以及估计17万人的长期不利健康影响
法国图卢兹	2001.09.21	20亿欧元（环境和社会花费）	31人死亡和4,500人受伤
石油和天然气工业			
北海	1988.07.06	34亿美元（大多是清扫费用）	167人死亡
墨西哥湾	2010.04.20	61亿美元（截止2010.08.09），（美国海湾各州的防范、救济、津贴，赔付和联邦花费）；为清扫和其他债务创造200亿美元的条件支付账户。	11人死亡（石油平台工作人员）
表4：主要工业事故和相关经济社会花费的实例			
资料来源：改编于Mannan 2009，Grande Paroisse-AZF 2010，Kuriechan 2005；BP 2010。			

3 机遇--制造业的战略选择

世界可持续发展工商理事会（The World Business Council for Sustainable Development, WBCSD, 2010）在其《前景2050》的报告中描绘了一个理想的制造业情景，即遵循生命循环的方法，实现耗材的减少和服务体系的扩充。到2050年，在一个拥有90亿人口的可持续发展世界中，我们可以拥有一套完整的新产品和服务，这些产品和服务寿命长，水需求量和能耗耗材料量低。此种转变绝非一朝一夕可以完成，而需要大量的投资。其中一个主要难题是在工业生产的过渡中，我们如何在生产过程实现少碳、低耗材的同时保证足够的就业机会或通过重新投资以提供全新的就业机会。对发展中的新兴经济体（目前正在重金打造传统的生产设施）来说，这个难题的解决尤为重要。无论从国家层面还是从产业部门层面来看，高资源效率和解耦都提供了竞争优势以及创建可持续未来的机会。

绿色投资要达到多大的程度，才能获得比传统投资更大的收益？大型企业通常会将最低投资回报率（Return on investment, ROI）预设25%左右（税前）。大量证据显示，即使在目前的经济条件下，效率投资也能产生重大机遇，得到更高的回报率。在较高的碳价格下，经济机遇大大增加。

3.1 解耦和竞争优势

历史迹象显示，由于在更高水平GDP下的能源需求量增加，相对解耦通常可以抵消下滑的工业能源强度。此外，因相对价格的下降以及资源利用效率自身带来的经济增长，很可能还需要消耗更多的能源来保证足够的生产输入；有时将这两种效应统称为反弹效应。图7显示，虽单位产出的排放量、能源与原料利用度得以降低，但它们各自的总量在持续增长（Krausmann et al. 2009）。人均资源开采量已经趋于稳定或只有微幅增长。全球经济所需做的是要完全解除经济增长导致的能源消耗所带来的环境压力，以便更有效的利用资源。

近几十年来，经合组织成员国纷纷降低开采强度（以单位美元GDP计），在一定程度上减轻了初级资源开采对经济增长的影响。预计此趋势还将继续。其主要推动力包括：更多地应用高效原料利用技术（技术效应），第一和第二产业部门向服务部门转变（结构效应），因为高耗材产业的生产环节转向其他国家（贸易效应），高耗材商品进口量将有所提升（OECD 2008）。当然，对于作为一个整体的世界而言，是没有贸易效应的，因为一个国家的进口同时是另一个国家的出口。

由于高速发展的转型经济要建立基础设施，所以它比低增长率经济需要更多的资源（以量而言），在这些

经济当中，原料并未对GDP增长的解耦进程造成显著影响（Bleischwitz 2010）。类似的，耗能型产业也未受到同等影响。对水泥行业来说，它需要大量的原料，但所需的是相对不稀有的资源，如石灰岩和粘土等。铁矿和矾土并不算稀有，且替代物随手可得。造纸以及天然纤维纺织品行业使用的是可再生资源，其挑战在于避免过度使用。电力和电子行业的挑战也许更为严峻。高级（铜含量>1%）和易打造的铜矿越来越稀有，而低级铜矿在开采和精炼过程中需要更多的能源。诸如银、钢和碲等的稀有金属主要是从其他金属的废料中提取而来。

经济全球化所带来的一个主要效应是制造基地越来越频繁地进行从发达经济体到发展中国家和转型经济体的过渡。这意味着污染源发生地的环境损害也随之转移。相应地，若要解除能源使用和CO₂排放对GDP增长所造成的影响则需要放眼于全球，而不是局限于个别国家（OECD 2008a）。Bleischwitz等人的近期研究（2009, 2010）强调了全球竞争力指数评级、物质生产力和引进先进技术战略之间的关系。世界经济论坛指出，资源生产率、国内物质消耗（DMC）和竞争力数据之间存在相关性，这意味着26个国家的物质生产力（以GDP每kg DMC的美元购买力平价来衡量）和竞争指数之间存在正比例关系。

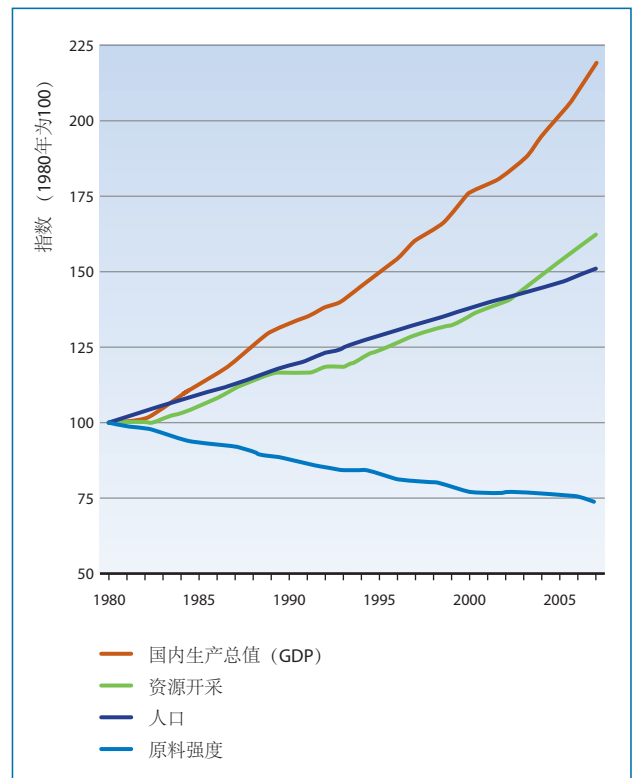


图7：全球相对解耦趋势（1980年-2007年）

注：本图以指数形式表述了资源开采、GDP、人口和耗材度方面的全球趋势（1980年的指数为100）

资料来源：SERI 2010

通过发达国家技术、知识的转让或技术外溢（因国际投资和全球化供应链而产生），生产的环境效益可以在全球层面上得以提升。随着来自于发达经济体以外的其他经济体的需求越来越多，上述转让和外溢行为会带来双重效益--不仅降低了发达国家带来的环境危害，而且帮助发展中国家走上资源节约型的发展道路（Everett et al. 2010）。

3.2 供给与需求的创新

为使社会能更加有效地利用能源、水资源、土地资源等，我们需要改变完整的生产和消费链。Von Weizsäcker等作者（1997, 2009）指出提升资源生产率“X因子”²的方法将彻底改变末端产品，这是使用产品的一条新途径（如共享），同时也有助于改变消费习惯。该方法考量了“充足性”等概念并针对特定产品的功能和服务方面提出了关键性问题。

世界可持续发展工商理事会（DeSimone and Popoff 1997）在过去十年间宣传生态效益概念时一直强调生命周期法，对需求创新而言此方法也非常重要。生命周期法聚焦于和资源利用效率相关的措施，这些措施还可以帮助投资业务产生良好的收益率。生态效益为各类措施的结合提供了形象化工具，但在量化和比较（基于实证指数）方面还存在缺陷。生态效益背后的指导方针包括减少产品原料和降低能源的使用强度，增强材料的再循环能力，延长产品的耐用性并增加产品服务强度。通过资源使用强度和环境影响强度指标，我们可以衡量制造业的生态效益。为使这种衡量方法可以在各国得到应用，联合国亚太经济与社会委员会（UNESCAP）为亚太地区制造业制定了以下主要指标（UNESCAP 2009）：

资源使用强度：	环境影响强度：
能源强度 [J/GDP]	CO ₂ 强度 [t/GDP]
水资源使用强度 [m ³ /GDP]	BOD强度 [t/GDP]
材料使用强度 [DMI/GDP]	固体废物强度 [t/GDP]

针对完整生命周期及供需链，Tukker and Tischner（2006）提出一系列措施用以逐步转变生产消费链，并推测其能带来的效应。重要的是，这反映了完整的价值链观点，体现了产品和服务组合的特点以及生产者和使用者（或消费者）带来的挑战。本章的切入点是上游部门和基础产业，例如钢铁、水泥、化工、造纸和铝矿等，以上产业为汽车、房屋和冰箱等日常用品的制造提供了原材料。完整的价值链可以为创新和绿色投资划定一个范围，包括产品设计和开发、材料和能源替代，工艺改造和控制，以及新型净化技术和工艺。在供需方策略中，以上是提高制造业资源利用率不可或缺的环节。

2. “X因子”指的是在能源和资源利用效率上达到4倍或10倍的提升。在某些情况下，要达到X倍提升需要应用颠覆性的新技术。另外，由Ayres（2010）等人提出的“放射本能”概念特别强调“有用能源”（相对静态能源和物质）和效率，即有用产出与资源输入的比率。

供方策略涉及制造业的耗材型部门（五金、铝、水泥、塑料等），对所含工艺和技术进行重新设计和效率提升。另一方面，如果绿色经济不仅提升了生产力，还有四倍或更多的效率提升，那么实际操作中也需要制定需方策略。

需方策略涉及改变需求组成（来源于行业内部和最终消费）。这需要修正产出，例如，使最终产品尽量更有效地体现原料和能源功能和/或设计出耗材更少的产品。再如，通过在行业（如建筑业、汽车制造业等）中使用较少的下游用钢可以降低对初级钢铁（来自耗能型综合钢铁厂）的需求。对于促进再利用和循环使用环节，“分解”的设计是至关重要的一步，例如，如何将金属从最终产品中分离出来。

供方和需方策略主要包括以下几部分：

■ **产品和/或商业模式再设计**，这样可以从根本上减少使用原料和能源，而达到同样的功效。我们还需要将维修和再加工环节包含在循环系统之内，以延长产品的有效使用寿命，提高产品质量；

■ **代替**：只要有可能，就用绿色输入代替棕色输入。例如，用生物质做化学原料的来源。整合工艺流程和升级工艺设备，如照明装置、锅炉、电动机、压缩机和泵。雇佣好的保洁和专业管理人员；

■ **回收内部流程废物**，包括废水、高温热、背压等。如果当地市场可消耗多余的电力，该地区可引入CHP技术。在不增加环境影响前提下，使用可再生或废弃的材料和能源作为生产输入。开发原料再循环能力，发现或创造工艺废物（如有机废物）的市场；

■ **引进新型清洁技术**并提高现有流程的效率，建立新的生产模式，使其从根本上提高原料及能源利用效率。首先在制造业中，改善现有流程的资源利用效率可促成大量节约；

■ **重新设计系统**，特别是运输系统和城市下游基础设施，以减少资源消耗。我们的首要目标是必须减少对燃油汽车的需求和使用，转而使用轨道式大众运输工具、快速公交系统和自行车。

值得注意的是，只有在商业管理人员有意增强竞争力时，才会自动发生此类过渡性转变。另外，制造属于中间部门，意味着其生产很大程度上依赖于原料的可用性及成本，还依赖于下游部门、最终消费者和政府的需求度。政府通过新的标准或津贴可大大影响商业决议的制定。为确保可持续工业生产战略过渡的理念在全球得以实现，无论是公共还是私人的技术投资都应达到一定的水准。

尽管科技在进步，但总还是会有些低效和浪费现象存在。然而更为高效的资源利用是可实现的，且具有大量实现空间。当今美国经济将原始能源转变为有用

功（机械的、化学的或电力的）的总转变率可达13%（Ayres and Warr 2009; Ayres and Ayres 2010）。IEA的数据显示，与美国相比，俄罗斯、中国和印度能源利用效率仍旧很低（至少在工业部门中）（IEA 2009b）。同样与美国相比，日本、英国和澳大利亚总效率更高一些（达20%）（Warr et al. 2010）。但是这仍然意味着超过80%的高品质能源（开采于地表）被浪费。只要减少1/4或1/3的浪费就可以产生大量经济效益。从宏观经济学角度来看，这可谓是巨大的商机。

制造业的闭路循环体系

依照工业生态学原理，在闭路循环生产供应方面进行创新是特别雄心勃勃的做法。闭路循环概念指的是一个理想的制造体系，其中的产品实现有效寿命最大化，有价值且稀有金属损耗最小化。从更广层面来看，生态工业园区就做到了闭路循环制造。典型例子是卡伦堡（丹麦），其中某些制造工艺的废物可以用来做其他工艺的原材料。在卡伦堡，炼油厂产生的低温废热（温水）可以为温室供热，之后所生产的有机原料可供给一家胰岛素药厂。墙板制造厂可以利用燃煤电厂的脱硫废物（Ehrenfeld and Gertler 1997）。虽然建造生态园的尝试进行了很多（全球目前超过100个），但是在其他地方很难复制这种协同增效效应。原因之一是，建立大型基础产业的生态园区只会产生可预测的废物（虽然有用资源可被小规模产业利用）。虽然从政策层面而言是应该促进建设更多的绿色工厂及工业园区，但发展中国家面临着更大的挑战，即如何在现存工厂中改造、转换和安装更有效而清洁的工艺。

在产品层面上，和现存的直线式用后即扔的模式相比，闭路循环生产通过促进保养和修复，调节和再造，以及最终的分解和回收循环各环节，达到了生命周期效率。产品普遍由工厂到门市部进行的单向流动改为双向流动。如果所有制成品（和建筑物）使用寿命延长10%，从环境中开采的原材料（除燃料）的量可以相应减少，同等条件下，资源价格将趋于下降。这会减少矿工职位，但会使下游行业雇佣更多的人（特别是在修复修理和回收循环方面），从而减少成本，并通过供应链传递给最终消费者，如果消费者的花费减少，他们就会有更多的可支配收入。重点是要认识到，快速变更的举动不可能毫无代价。Schumpeter的“创造性毁灭”理论（1942）清楚地阐述了这一观点。延长产品的使用寿命可能会减慢技术进步的速度。再生产品（如汽车和冰箱）不能体现最新的技术改进，因而通过再生和回收循环延长产品的使用寿命往往带来相对较高的能源损耗。许多产品的生命周期评估显示，大多数环境压力来源于产品的使用和清理，而非生产效应（直接和间接的）。发电领域采用先进技术尤为困难，这一领域严苛的新型原料标准抑制了旧生产设备的替换。

再制造也变得越来越重要，特别是在机动车零件、飞机部件、压缩机、电气和数据通信设备、办公设备、售货机、影印机和激光打印机墨盒等领域。德国弗劳恩霍夫研究所（UNEP et al. 2008）计算出，全球再制造业每年节约原油约1.07千万桶，相当于5个核电站的发电量。再制造也节省了大量的原材料。在美国，估计再

制造业规模达470亿美元，员工超过48万（UNEP et al. 2008）。就业和经济影响方面，再制造行业可触及多个巨头领域，如家庭耐用品、钢铁制造产品、电脑及其周边产品和药品³。

如今，全球部分公司拥有专业的收集、归类和处理厂，用于节省配件或生产廉价的高端产品。这鼓励了产品的重新设计以便于加工处理。Caterpillar可能是世界上最大的再制造商，全球总营业额达10亿美元，工厂遍及三个国家。大约70%的常用设备（以重量计）可以再利用，还有另外的16%可以回收循环使用（Black 2008）。大型柴油机引擎一般都会拿来再造。飞机基本可以通过大部分配件（除了机身和骨架）的替换和修复来不断再造（这就是为何一些20世纪30或40年代制造的DC-4和DC-6机型50年后仍在使用的理由）。Xerox和Canon（从1992年开始再制造影印机）是有力推行再造理念的公司。

再制造的主要障碍是，延长产品使用寿命的策略依赖于原始设备制造商（OEM）的积极合作。OEM往往都抵制再造行为。实际上，现有趋势恰恰是：制造商将产品制造得越来越不可修复，导致旧的产品只得直接丢弃。另一个障碍是，大部分产品不是由制造商或代理商直接销售的，这给回收带来很大难度，OEM很难为其他公司改造的产品提供保障。另外，一些公司不愿出品再制造的产品与自己的新产品竞争。相反，消费者受到怂恿，不断替换还能使用的旧产品。这个问题对技术更新快的产品（如电脑）还不太突出，此类新产品比修复或再造的旧产品功能更多更好。除非建立相应的法律或执行差别定价，许多消费类产品制造商将持续视修理、修复或再造产品为其新产品的直接竞争者。

减量、再生和回收循环是废物最少化制度的三个中心组成（见固废章）。修复和再造促成产品再利用，回收则是闭路循环体系的关键步骤。促进生产过程中的副产品的利用，也为生产输入提供了替代方案。金属行业最重要的输入替代是用金属废料代替矿石。在美国和欧洲，一半以上的碳钢使用金属废料生产。废料一般按照杂质含量分成各个等级。我们需要研究分离杂质的方法，以便更容易地回收铬、锌、铜等。然而令人吃惊的是，近年来钢铁回收率反而有所下降，从1980年的60%跌到2006年的35%。国际能源署预计下降趋势将扭转，到2050年回收率可以回到55%左右（IEA 2009b）。然而，这需要靠适当的政策干预才能达到更高的回收率，其中包括促进回收利用和设计处理方法等。

回收循环能节省能源，特别是对铜和铝，铝的再生仅需要初级生产所需能源的5%。但是因为回收的产品中往往含有合金成分而不易压制成板材或薄片，我们急需有效的提纯方法（同时回收合金成分）。比如对铜来说，得到一吨金属铜需要开采和处理100到300吨矿石（依出品国家不同而有所差异），所以回收铜与

3. 对七千多美国再制造公司的分析情况见Lund（1996）和Hauser、Lund（2003）在波士顿大学所做的研究和数据库，见www.bu.edu/remant/

开采原矿相比，大大减少了能源需求量（Ayres et al. 2003）。

近期，提升工业流程能源利用效率最大的（开发）机遇之一在于从炭炉、鼓气熔炉、电熔炉和水泥窑等中回收高温废热，尤其是利用热电联产方式（分散型）发电。小型热电联产厂（投资回报时间为四年）适用以上几乎所有技术，可以为当地提供电力支持⁴。CHP的安装可以节省30-35%的主要能源，所以造纸行业重金投资CHP技术以减少能源消耗（UNEP 2006）。当CHP不可行时，另一个输入替代物是废弃燃料，诸如生物燃料或市政废物。

在需求方面，我们可以应用大量的提效和回收措施来减少绝对用水量。因为淡水极度稀缺加上发展中国家或地区（如中国北方和印度）对水的需求急剧增长，回收各种工业生产过程中的废水越来越重要。2008年全球水处理花费3,740亿美元，单美国就有700亿美

元。使用磁分离技术的新型模块化系统可以服务一半的水处理市场，此方法已经成功应用于矿业、工业以及市政污水处理当中（Kolm et al. 1975；Svoboda 2004）。

大部分化学木浆工艺用水可以在内部循环中回收化学物质。冶金、化学化工、纺织和其他表面精加工操作会产生污水，再利用之前必须进行水处理。长远来看，通过更高效清洁的工艺流程可大大减少废水处理的需求。特别是如果运用热电联产技术发电将浪费的高温热利用起来，那么对工业循环冷却水的需求可以而且应当大量减少。

4. 大部分国家现行法规下，只有电力公司可以售电。这意味着公用事业也是垄断体系中的购买者，愿意支付的电力价格往往过低而不利于投资。

4 投资和资源利用效率

我们在做投资决议以追求绿色制造机会时，需要考虑真正的净收益以及长远的后果（包括研究、发展和候选设计等方面），让使用者和消费者远离用过即丢的消费理念。一些技术创新可大大提高资源效率，相反，其他技术（如碳捕集与封存，Carbon capture and storage, CCS）则可能弊大于利。能源和水资源的情况表明：适当的法规及合理的定价十分重要。在人力资源和就业领域中，必须妥善斟酌直接及间接影响、税收作用、价格弹性和反弹效应等。

4.1 对材料及能源利用效率的投资

创建绿色经济需要我们进行根本性的变革，其中涉及全社会的技术转变（Geels 2002）。目前的不可持续体系（社会技术体制）受到供需方多重因素制约，使我们面临的挑战更加严峻。如果闭路循环制造的概念可以延伸到大众产品（汽车、洗衣机、冰箱和空调等）中，那么潜在的收益将是巨大的。首先，延长产品的平均使用寿命可以使原材料的开采力度相应降低。其次，修理、修复和再制造等劳动密集型活动需要较少的资金。因此，发展中国家就愿意促进二手商品（可再加工使用）的进口，不仅减少了温室气体排放和资源消耗，而且还可以保证国内就业率和适价商品的供应。

多数清洁技术力图在现有条件下吸引风险投资（即使在工业化国家亦是如此）。风投公司要寻找低成本高利润的投资机会，然后做市场潜力的低成本测试。我们要依靠促成条件来改变现状、鼓励创新，特别是对处于转型期和发展中的国家（见本章第5节）。近年来，主要是网络或可再生能源方面的创新吸引了风险投资。由于全球经济危机，主要清洁能源（包括能源利用效率）的投资在2009年有所降低，风能投资却创造了记录（UNEP SEFI 2010）。

电子产品的回收是另一个有前景的研发领域。目前，电视机可以回收铅和玻璃，但是电子产品主要回收的是银和金，而丢弃了其他稀有金属。新工艺要从丢弃的平板电视屏幕中回收液晶、金属钢和玻璃（Black 2008）。LCD显示屏在电子废物中所占的比例持续增长，在电子废物回收领域进行有条理地投资绝对有利可图。

很明显，这些领域的设计方案不但赢得了制造商的青睐，而且他们也有能力付诸实施，因为这些设计有利于他们提升竞争力和降低成本。然而，下面这种类型的设计方案更有利于提升整体资源利用率，但给制造商带来的利润较少。比如变更设计以求更易修复、再造和（最终）回收稀有金属。例如，设计一种方案从电器和汽车的结构部件中分离出电力和电子部件是很重要的，这样我们就可以回收稀有金属（银、金、铂、钢等，电子产品中使用得越来越多）；同时要避免金属（特别是铜）变为二级（回收的）铝钢的有害污染物。显然，闭路循环制造，即修复、再造和回收循环工艺的设计尚有巨大的改善空间。目前，开放的二手汽车国际市场为物流顺畅提供了契机，在闭路循环体系下可带来商机。

2010年，希腊清洁生产区域活动中心的一份报告向地中海区域的制造业介绍了这些战略应用的效果。研究发现使用替代的机器和生产输入，投资回报率可以十分可观。在汽车行业，ROI可达250%，纺织行业26%，化学行业9%，电子行业6%，回收周期在3.4个月到11.3个月不等。然而，节约量并不大。全球范围的能源效率调研显示，能源效率带来的经济和环境效益基本处于同等水平（表5）。

国际能源署（IEA 2008, 2009b）情景方案旨在实现2050年温室气体排放水平限制在450ppm，平均温度升高2-3℃，因此对技术创新和法律法规期待值极高。BAU情景包括提升资源和能源利用效率，实行最

国家	部门	提高能源效率的积极行动	投资回报率	回报周期	CO ₂ 节约
孟加拉国	钢铁	管道绝缘和渗漏的修复	260%	3.5个月	137吨/年
中国	化学品	安装热能回收系统以回收热电联产热能	96%	7个月	51,137吨/年
加纳	纺织业	为锅炉和蒸汽管道安装高科技去垢设备；节水带来可观储备	159%	4个月	不可知
蒙古	水泥	使用新型电动机在扬尘控制系统上（滤袋）有所改进	552%	2个月	11,007吨/年
洪都拉斯	制糖	磨粉机用电动机替换涡轮机，由热电联合供电，多余电力卖去输电网	不可知	1年	不可知

资料来源于下列网址（2010年6月）：<http://www.energyefficiencyasia.org/>, <http://www.ghanaef.org/publications/documents/2savingenergyindustry.pdf> and [http://www.04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/316e45d4d67ae21bc125751a00321e72/\\$file/Sugar+mill+case+study.pdf](http://www.04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/316e45d4d67ae21bc125751a00321e72/$file/Sugar+mill+case+study.pdf)

表5：发展中国家提高能效方案的投资与环境收益的实例

资料来源：改编自Energy Efficiency Asia UNEP, SIDA, Energy Foundation Ghana, ABB Switzerland

佳技术以及有利润的回收利用和稳定物价，各公司可以在现有市场条件下择机实施⁵。BLUE情景中提出的能源利用效率或碳减排措施会更难执行，投资回报也不乐观⁶。例如，此方案设定使用昂贵的碳中性电力形式，包括电厂装备CCS，来达到近2/3的CO₂减排。国际能源署在阐述成本涵义时坦言BLUE情景的成功需要全球宏观调控杠杆，例如使用经济杠杆使碳价格逐年递增，到2050年达到每吨150美元（以CO₂计）。

相比于侧重单一措施（如碳排放措施）的以低资源利用效率和低经济增长为代价，CCS在综合资源效率方面很有优势。CCS体系包括捕获、溶解和将CO₂注入地表。CCS要求过滤烟气，并通过化学工艺将CO₂溶解到其他化学物质中，跟着压缩和溶解CO₂，CO₂就可以通过泵传输或运到长期存储站。问题是CCS需要大量能源。目前考虑在水泥厂应用CCS体系，可能会使当前70美元/吨的市场价格翻番。发电方面，500兆瓦的发电厂需要使用25%到40%的自身发电量来捕获和存储CO₂（Metz et al. 2005）。这种情况下要为其他用途提供同等电量，就要增加发电厂数量（4/3到5/3倍），也就大幅增加了电力成本。

4.2 对用水效率的投资

水资源稀缺以及为解决这一问题的得失都具有高度区域性。总的来说，到2030年，水的潜在需求和可靠供应（4,200生态立方米，对应潜在需求的40%，6,900生态立方米）之间预期会存在缺口。目前，工业和能源部门的用水量分别占全球总需求量的10%左右，农业约占70%。在下一个十年里，工业使用的部分可能会上升到20%以上，与工业生产增长同步（Water Resources Group 2009；OECD 2007；World Bank 2008；UNESCO 2009）。

据估算，一些水需求压力高的国家（如约旦、埃及、突尼斯和土耳其）对地下水的不可持续消耗已经使其GDP降低1-2%（World Bank 2007）。单单这些国家就造成了约100亿美元的GDP损失。由于水缺口有很强的地域性特点，所以本报告并没有从全球角度做出推断。但是必须填补上水缺口，问题是怎样最经济有效地达到这个目标。

水资源小组（Water Research Group 2009）做了一份综合的全球性研究，报告给出了四个地区（中国，印度，南非和巴西圣保罗）填补水缺口措施的成本曲线。各国用于解决缺水问题的全部花费（包括工业等其他行业）分别为：印度59亿美元，中国217亿美元，圣保罗3亿美元，在非洲则为负值。这些数字一般占GDP的0.5%或更少。

本章所述行业采取的措施形形色色。印度解决水缺口的重点必须放在农业上，其次是工业。工业中大多数

技术可行的节水措施都可为社会产生积极的成本效益比。然而，企业的商业利润取决于水价制定政策。中国的造纸业、钢铁业和纺织业被明确定位成要通过提升用水效率获取利润，然而在南非则并不一定。研究发现中国纺织行业与土耳其极为相似，在土耳其，工业使用者也要为使用水资源和水处理缴费，回报周期为3-5年（Kocabaset al. 2009）。然而，在南非，这样的投资估计得不到利润，因为使用者不能为水供应和处理支付足够的费用。

钢铁生产设施经常坐落在海洋附近，这样有利于运输且可以将海水用作冷却水。欧洲钢铁企业Arcelor在巴西的子公司，钢铁制造总用水量的96%来自海水。在南非，Saldanha钢铁厂已经在RAMSAR湿地附近建起零排污工厂，这表明钢铁厂达到零污水水平是有可能的（Von Weizsaecker 2009）。

制造公司可以学习农产品公司，通过新兴的水计量方法改进用水监管。然而，水足迹网站强调，工业产品的多样性、制造产品链的复杂性以及各国各公司间的差异，使得工业产品的水计量方法采用单位价值平均用水量（如每美元80升），而不是单位重量⁷。面对不可预计的气候条件，制造业开始密切关注天气。在一份对100个跨国公司的用水基准统计报告中，环境责任经济联盟（CERES 2010）发现15家化学公司中有10家公开对节水或提升水质量的产品进行了市场调研。四家公司公开了新的研发投资，以求为市场带来更多的节水产品。例如，美国陶氏化学就新型水技术发展中心的建设做了报告，其目标是到2015年把水的再利用及海水脱盐技术成本降低35%。

4.3 投资绿色就业的过渡

本章提及的产业雇佣人数超过7千万⁸。最近几年间这些部门雇佣人数呈现出不同的趋势。钢铁、化学化工、纸和纸浆以及水泥部门的雇佣人数已经不再增加甚至出现缩减。相反，电力和电子产品以及纺织行业正在经历雇佣人数的膨胀。

制造行业中体面的工作严重短缺。工作岗位在职业健康和安全性方面的缺陷以及日趋严峻的不正规现状使得体面的工作不断减少。例如，钢铁业可能会让工人暴露在一系列危害下，而造成事故、工伤、死亡、健康欠佳或疾病。在亚洲，拆船业是回收钢铁的主力，也是典型的卫生和安全性恶劣的工作环境。纺织部门需要更大的灵活性，这是导致搬迁、更多地依赖承包体制和就业不稳定的根本原因。

“绿化”制造部门必须改变工作水平和组成。例如在金属产业，副产品、废料的利用和回收最有希望带来绿色就业机会。另一方面，制造业越来越多地依靠减

5. 包括提高资源利用效率的措施，例如提高钢铁、纸类和铝的回收，以及在水泥炉中使用二级燃料和土壤废物作为二级原材料。
6. 不幸的是，IEA（2009a）没有提供相应信息来说明BLUE方案中提出的何种能源效能方式能带来积极的产业回报。

7. 据水足迹网站计算：美国工业用水量近100升/美元，中国和印度约20-25升/美元，相关信息见www.waterfootprint.org/
8. 根据ILO数据，世界纺织工业雇用了3000万名工人；电气及电子产品1800万；化工行业1400万；钢铁行业500万；纸浆和造纸430万；铝100万；水泥85万。所有数据为近似值。

专栏一：高比例回收原料的钢铁生产对就业的直接和间接影响--对欧盟27国的评估

2007年一项研究中（European Commission 2007），英国GHK咨询公司从就业、产出以及增值相关的一系列（利用环境资源或有助于其利用的）活动的角度评估了EU27的环境经济效应。GHK用每个成员国的“输入—产出表”来评估环境资源相关活动的间接及总经济影响。研究还关注了改进资源利用率的政策干预问题。其中一项政策方案预计10%的产钢原材料变为回收材料，结果产量和就业方面都得到了积极的总效果。结果可总结如下：

由于一个部门减少产出，会有另一个部门增加产出，因此该政策最开始并没有显示出直接影响。然而，净间接（和诱发）影响增加约1.97亿欧元的产出量和1,781个就业岗位。综合直接和间接影响可以看出，用回收材料替换原材料可以增加

1.97亿欧元的产出量和3,641个（直接带来的有1,860个，间接的有1,781个）就业岗位。

对就业和产出的积极作用主要是因为回收部门的供应链效应。回收部门使用许多其他部门的材料作为自身输入，因此创造了更多的就业机会和财富价值。如果回收造成了钢铁部门成本上升（因为回收材料成本比使用原材料高），这将会体现在钢铁购买者支付的钢铁费用上。由于更高的钢铁生产成本，钢铁部门的产出和利润预计将下降。依靠钢铁需求的价格弹性等因素可以将成本转移到使用者身上。根据使用的模型参数设置，钢铁部门可以将45%的单位成本转移到消费者身上，然后不得不消化剩余的利润下降。

	产量 (百万欧元)	就业 (全时制)
直接影响		
原材料部门：产量和就业损失	-489.0	-4,092.0
回收材料部门：产量和就业所得	489.0	5,952.0
净直接影响 (1)	0.0	1,860.0
间接影响		
原材料部门：输入需求损失以及由此产生的原材料供应商的输出损失	-83.0	-753.0
回收材料部门：输入需求增加以及由此产生的各个部门需求增加	280.0	2,534.0
净间接影响 (2)	197	1,781.0
总影响 (3)=(1)+(2)	197.0	3,641.0

少同行业人数来提效（除非有增长需求出现，就会反弹回升）。实证显示绿色实践对就业存在一定的积极影响。“绿化”的直接影响可能不大，但是间接影响很可观（Lutz and Giljum 2009）。绿色生产系统将为经济带来收益，特别是在就业方面（专栏一）。必须指出，技术创新一般可以节省人力，因此往往会导致失业。

上世纪的重大重组加上近年来自动化和计算机化的迅速发展，金属制造已经不能算是就业之源了。对欧洲和美国，预测未来二十年钢铁业的“常规经济”失业量为4万-12万。因为亚洲相对较低的生产成本（工资），给美国和欧洲带来的竞争压力越来越大。欧洲公会联盟（ETUC et al. 2007）所做的一个有关气候研究的BAU情景方案指出，到2030年可以实现欧盟以外50到75百万吨钢（相当于现产量的25-37%）的非本土化。

这将造成4.5万到6.7万的直接就业损失，还要加上9千

到1.3万的就业外包，由此在生产方面的就业损失总数达5.4万到8万。另一情景方案中，欧洲政府和工业的低碳战略，预计会令欧洲钢铁减少5万的直接就业（包括国内和外来的）。此战略包括投资研发，应用更多的高效技术和钢铁进口关税（以碳含量计），这样就能促进钢铁生产低碳化。

类似的，资本密集的铝行业不太可能成为绿色就业的主要来源。劳动力不太密集的水泥行业也是如此，主要生产国（如中国和印度）越来越多地引入能源效率工厂，导致当地的工人需求越来越少。这种情况下，“绿化”成为竞争优势（传输低碳产品）和保留就业（而非产生就业）的关键因素。

这种背景下，二级生产（回收循环）成为绿色生产的代表（UNEP et al. 2008）。这需要适宜的工艺设备和回收系统，以及有效的政府法规支持。日本已基本上放弃了国内的主要生产进而转向二级生产和从他国进口。在欧盟，到2006年铝的二级生产占输出总量的

40%。中国作为世界最大的铝制造商也在增加其二级生产，但面临着废料金属难以获取的问题。印度和巴西是世界上铝罐回收率最高的国家，地区贫困是推动其回收利用的一个关键因素。二级生产给确保工业中工作的体面性带来挑战，因为工业生产可能很危险、不健康且收入不多。

消费电子产业的经验显示，越来越短的产品生命周期造成日益严重的电子废弃物问题（废物流向中国、印度、巴基斯坦和孟加拉国等地），这为社会带来环境危害，给劳动者带来健康隐患（因为重金属和有机废物会进入水体及食物链）。回收利用虽然是非常有价值的资源储备措施，但可能带来脏乱、难以叙述的甚至是危险又不健康的工作。

金属产业中，有价值的副产物和金属废料的使用和回收可以衍生大量的就业机会。2005年，美国钢铁厂回收约2.1千万吨的含铁炉渣（van Oss 2006），为2600多人提供了就业岗位。将美国的数据应用于其他国家（假设其他国家具备同等的生产力），结果显示全球的炉渣回收利用事业可以雇佣2.5万人（UNEP et al. 2008）。钢回收节省了75%的原产钢能源。在汽车和建筑等产业部门，钢回收率可以达到100%。发展中国家的回收系统和相关设施不够完备导致钢回收率较低。联合国工业发展组织（UNIDO 2007）的一份报告指出，印度二级（回收）钢的比例为4%，中国为10%，巴西则达到25%。

在造纸行业，现代化的高效工厂所需工人较少，而回收利用成为急速增长的替代来源，是新的绿色就业机会（UNEP et al. 2008）。回收是劳动力密集型产业，可以比焚化和填埋创造更多的就业机会。这是减少温室气体排放和避免垃圾填埋的主要方法。纸类约占市政固废的1/3。因为持续的人口增长、城市化和消费模式，纸类废物在中国等国家中比其他材料废物增长都要快。研究表明对所有材料来说，回收利用在环境层面比垃圾填埋和焚烧都要好，而且创造了更多的就业机会。一些相关法规（如包装法规）也会在回收产业中促进就业。

钢和铝等行业新市场预期可以带来需求增长，使用清洁技术的新市场（如太阳能技术）将成为重要材料和配件的来源。开发新市场潜能时，要将产业视为广阔价值链（包含了可能隐藏的经济机遇）的一部分，而非孤立的个体。按照这种方法，美国的Gereffi等人（2008）的一项研究阐述了太阳能制造是如何替代汽车制造中的工作损失的。Infinia集团公司已经开发了一种集中式太阳能系统，专门用来为美国Tier1和Tier2汽车制造商进行大量生产。Infinia集团包含众多的美国汽车制造商，从事从最初的产品开发到产品设计等各类工作。产品可以在产能过剩的现有汽车生产线上制造。Infinia预计，每单位的汽车生产力可以重组并生产10个单位的太阳能系统，生产12兆瓦的太阳能和保证50万个制造岗位。像这样的例子，某些岗位被另外一个部门的岗位所替代，称为“公平公正的过渡”，在这样的过渡中，那些因改变而受害的职业将得到足够的帮助，且新创造出的机遇由特定的劳动

团队分享。

美国汽车行业情况显示，新工作机遇很可能来自于新技术的引进，其不仅提升效率且促进分类，能为价值链提供绿色技术（如太阳能技术和风能技术）。IEA估计，每千万美元的绿色能源技术投资可以创造3万个新岗位。Martinez-Fernandez等人（2010）认为必须谨慎对待这些数据，因为转变的最初期伴随的就业损失和社会压力不容被忽视。

再制造和回收稀有金属为制造业提供了良机。工业共生领域（旧工艺出新产品）也可能隐藏着重大机遇，突出了广义系统（跨部门）的重要性（这点本报告下一章中会有所阐述）。公共政策（如加重制造商责任或可回收垃圾等）可以帮助我们促进闭路循环制造并延长产品生命周期，不但节省了资源，而且在保养、维修、再制造和回收利用等部门创造出更多的就业机会。对二手产品的收集和分类（逆向物流）可以提供大量就业机会。将税收对象从劳动力转移到废物排放和/或材料开采，也是增加就业的有效方法，这样减少了劳动者的日常开销及直接的能源或资金成本。

4.4 增长和反弹--发展中国市场的启示

石油峰值的最终来临意味着今后石油天然气的供应价格将不再便宜。由于全世界劳动力数量的增长势头趋缓，未来经济增长将依赖于科技发展和深化资本市场建设。自20世纪60年代起，能源利用率逐渐降低。我们可以实现加速科技发展和提高资源利用效率，但是这必须是在全球共同努力的前提下才能实现。

未来经济的增长将取决于发展中国家，例如中国和印度。然而，由于劳动力和乡城迁移增速的放缓，工资的增长，以及社会保障制度的不断健全完善，这类国家已逐渐从出口导向型经济增长模式转变为内需导向型模式。人民消费和生活水平的提高进一步减轻了全球经济的失衡状况，但他们的GDP增速也会减慢。在经济发展较为薄弱且人口众多的发展中国家，资源稀缺和商品价格波动极为严重，加大力度推动资源利用率将是他们所迫切需要的。

经济增长无疑是减少全球贫困的首要方式，尽管这种方法对于减少贫富差距没有多少贡献。城市人口对于产品、服务以及生产率的增长需求将成为经济增长的主要动力。资源利用率的提升是提高未来生产率的动力之一。这就解释了反弹效应可能发生的原因（通常基于杰文斯矛盾的佐证），也回答了对效率进行多少投资可以减少资源使用的问题。在过去，技术创新（提高效率，减少原材料及能源成本及增加生产力）无疑是经济增长的主要原动力。低成本输入使现有商品或新产品和服务的需求增加。

目前不止存在一种反弹渠道或机制，包括：由于能源的高利用率和较低的成本，导致的耗能设备的大量使用；购买耗能设备/服务或大型设备（例如空调设备等）导致的更多的能源消耗；能源和资源利用效率

的技术在新的部门和公共设施中传播和普及（包括家庭范围的普及），由于单位能源使用效率的提高而引起的节约减少；人们在耗能商品和服务中节省下来的储蓄的再次消费（收入效应）；如果原始能源储备过大，会导致偏低的能源市场价格，从而产生新的需求群体（例如新的能源使用者）；以有效利用能源为目的的科技产品（例如电池或电脑）的传播。这些实例最终都依赖于能源效率提升促成的价格或者成本的减

少。然而，接下来的几十年，一旦降低CO₂含量的成本高到足以使大气中的CO₂稳定并被大众接受，能源价格势必会增长。这时，更加有效的科技产品的出现将有助于减少对经济增长的负面影响（高能源价格造成的）。然而提高能源利用率并不能依靠于提高石油价格或开发像煤一样的可替代能源。事实上，人们最需要的是有效的政策规定。

5 定量分析绿色转型的影响

5.1 常规经济下的发展趋势

依据千年研究所发布的到2050年的T21模型投资情景，我们开始在BAU情景下对制造业进行研究。IEA预测到2050年，所有情景分析中的GDP都将比2010年翻两番，且制造业（本章特指）将为GDP贡献27.6%，为全球就业贡献24.2%⁹。然而，如果石油峰值的出现早于国际能源署的预测，全球经济增长率可能会大大低于国际能源署（IEA 2009）的预测。

制造业是高耗能行业，消耗的能源占全球总消耗量的三分之一，排放的CO₂占全球总排放量的25%（67亿吨），其中30%的排放来自于钢铁行业，27%来自于非金属矿业（主要是水泥），16%来自于化学化工和石油化工行业。2007年工业化石燃料燃烧产生的CO₂排放量总计38亿吨，与1970年相比增长30%。在BAU情景下，预计CO₂的排放量将持续增加，在2030年达到57亿吨，2050年达到73亿吨，这主要是由于煤炭消耗量的增加。

2030年工业用水量预计将从1970年的203km³增加到1,465km³，2050年将增加到2,084km³。2030年工业用水在总用水需求中所占的比例预计将从1970年的9.4%增加至22%，2050年将增加至25.6%。

5.2 绿色投资下的发展趋势

千年研究所的T21模型选择性地使用了IEA的估算数据来模拟绿色投资的经济影响，使用的指标包括工业生产、GDP、就业、资源消耗以及化石燃料产生的CO₂（图8）。本节给出了六个行业的模拟结果，包括：钢铁、纺织、皮革、造纸、化学制品和塑料制品行业。其他隶属于更广泛和综合的宏观工业部门的行业模拟结果，将在模型章节说明。由于缺乏数据，模型没有对能源密集型行业做单独阐述，如水泥、非金属矿业、电气及电子行业。

在T21的绿色经济模式中，工业部门的G2情景假定绿色投资总额的3%将用于改进工业能源利用效率¹⁰，2010年到2050年平均每年的投资将有790亿美元。

9. IEA采用的经济模型是典型的新古典增长模型，该模型假设经济增长以某一固定速率增长，并且不考虑能源的有效性和价格。这种假设一直受到Ayres和War的强烈质疑（Ayres et al. 2004, 2009a），他们认为，GDP增长实际上应与整体经济的“有用功”输出成正比。有用功即耗能以转换效率。

10. G2情景下绿色经济的投资增值占GDP的2%。

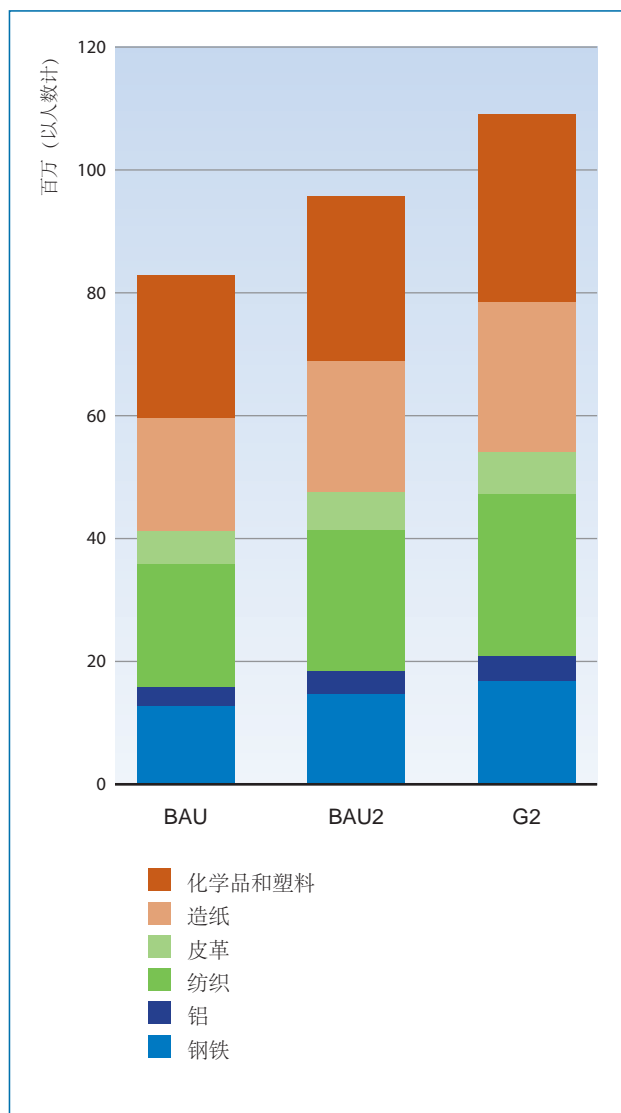
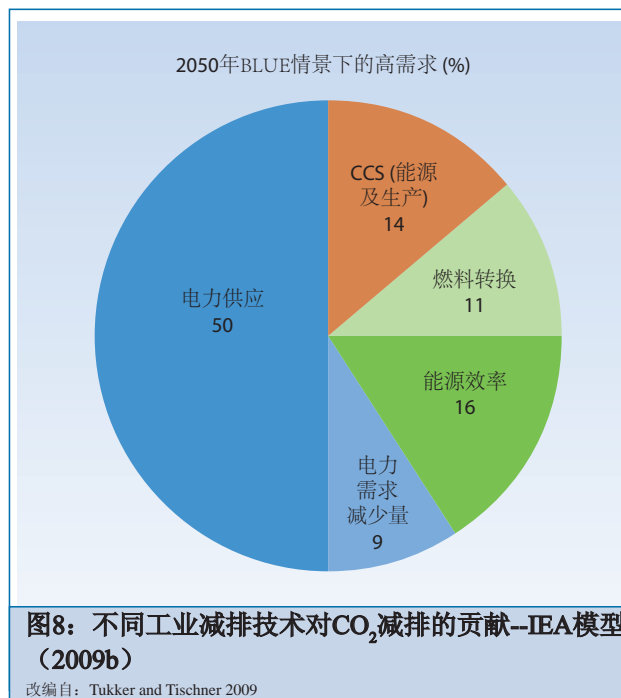


图9：2050年BAU、BAU2和G2情景下不同制造行业的就业情况（年就业人数）

资料来源：IEA 2009

为了获得更高效低碳的发展，普通和特殊工业部门都将获得相应投资¹¹。若一切照旧，经济增长将会导致资源、能源消耗量和CO₂排放量的增加。

模拟结果表明，工业绿色投资减少了能源消耗和CO₂排放。在其他条件相同时，这有利于降低化石燃料价格，提升产品附加价值和提高就业率（包括模拟涉及的工业部门和整个经济体系）。2050年，G2情景下，工业（占整体就业人数的21%）的总就业人数预计约为10.4亿（受聘），比BAU2的就业率少2.4%。若对六个行业进行更详细的分析，2050年G2情景下的工业总工作岗位数为1.09亿，比BAU2的多15%（图9）。总就业人数的变化（净减少值）是由以下几个因素的相互作用所致：（1）模拟涉及行业就业需求的增加（更详细的研究显示这是导致能源密集型行业就业增加的主要因素）；（2）效率和资本集约化程度的提高（与劳动力集约化变化趋势相反，也因为G2情景所需运行资本相对较少，比如能源成本）以及就业机会的减少；（3）生产力的提高（在G2情景下，源于人民日益增长

的物质文化需求）。然而，由于缺乏相关数据，我们的估算不包括由于能源利用效率改善而创造的潜在就业（符合住宅及商业用地的最终使用情况）。

到2050年，绿色投资将使能源利用效率得到相当大的提高，主要是在减少能源消耗和促进经济增长方面，特别是能源密集型行业。预计到2025年，能源利用效率的改善将使总能耗和工业CO₂排放量的增长趋势得到有效遏制，到2050年总能耗和工业CO₂排放量减少51%（G2情景下为3.7亿吨）。六个指定制造行业的总排放量也将从褐色经济时的2.7亿吨（BAU2）下降至绿色经济时的1.3亿吨（图10）。

业界普遍认为，与BAU2情景相比，在G2情景下，到2050年工业的耗能将平均减少52%，这就意味着有52%的耗能与BAU2相关，G2避免了BAU2每年高达1930亿美元的成本¹²。基于上述优势，在G2情景下化学和塑料制品行业将迎来其巨大的发展机遇。钢铁行业紧随其后，平均每年将潜在节约1,150-1,360亿美元。造

11. 该项投资估算考虑了IEA在2009年《世界经济展望》中公布的工业CO₂减排成本，但对于CCS方面的投资则考虑有限。见模型章节。

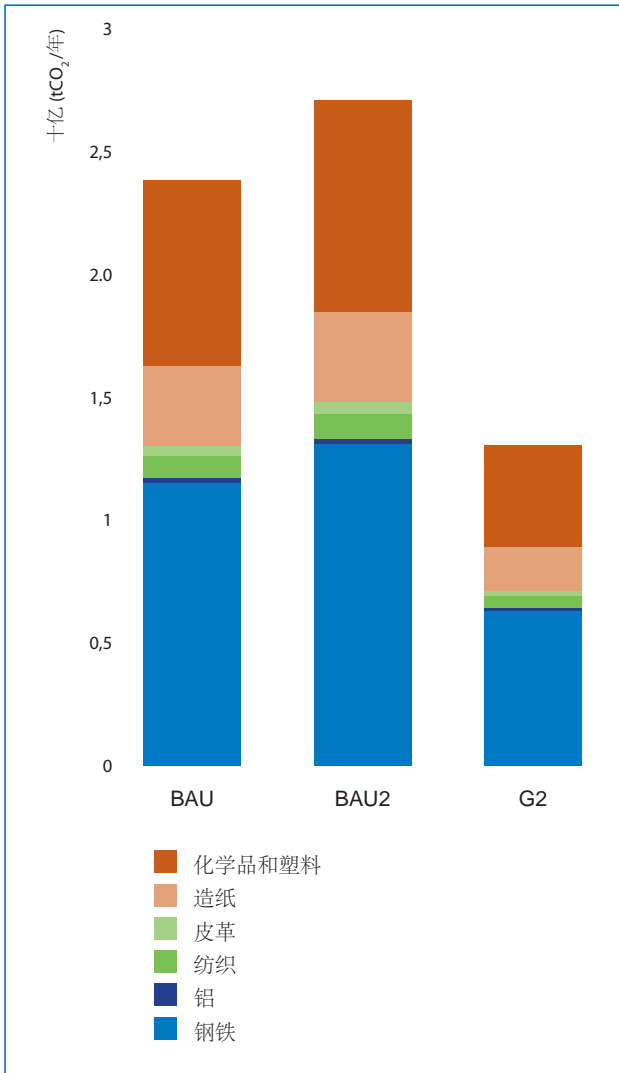


图10：2050年BAU、BAU2和G2情景下不同制造行业的耗能相关CO₂排放量（tCO₂/年）

资料来源：IEA 2009

12. G2耗能较少也可能是因为撤资以及传统能源行业的失业（反弹的倒数），故其节省的费用并不能转化为纯粹的经济利益。

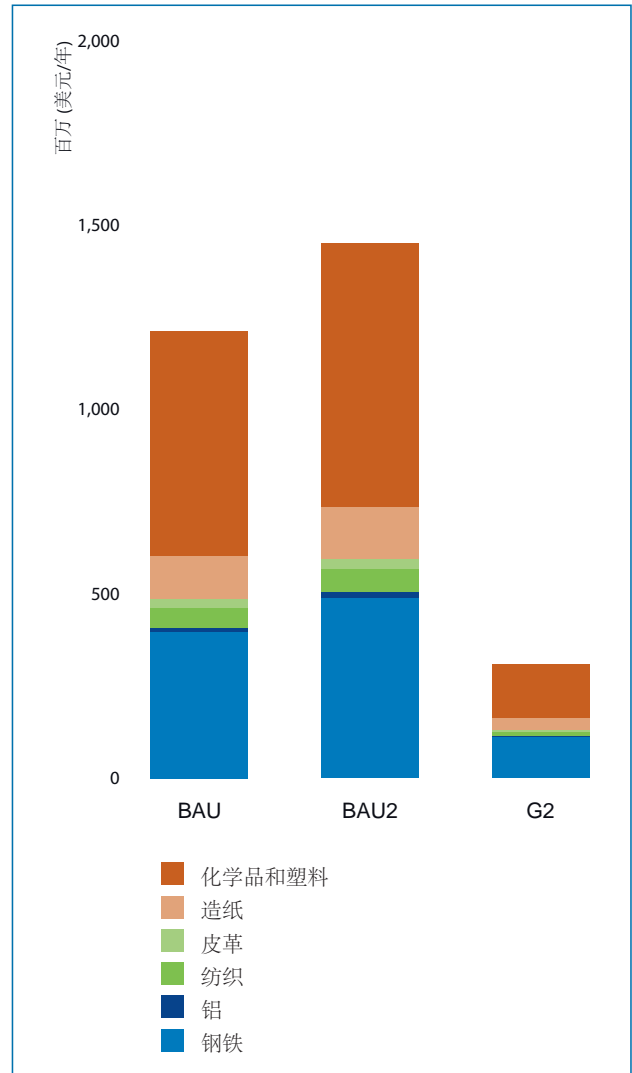


图11：2050年BAU、BAU2和G2情景下不同制造行业的能源成本（美元/年）

资料来源：IEA 2009

纸业为370亿美元，纺织业为170亿美元，皮革业为80亿美元。铝业是最具潜力的，每年能节约能源成本44亿美元。以上例子都是基于2011年到2050年之间年均均有376亿美元投资（见图11）的假定。

尽管不同行业的减排技术不同，G2情景假定所有行业削减单位排放量的成本相同，同时阐述了在低碳技术和提高效率方面潜在的总投资机会成本。

BAU2情景下CO₂排放平均总成本为6,290亿美元，G2的平均总成本为3,800亿美元（IEA统计）。若美国最新国内碳价提案决定实施碳排放总量管制和交易机制，且不再提供补贴，那么与褐色经济相比，2011年到2050年间绿色经济每年将节省成本2,640到2,490亿美元（BAU情况下为2,300到1,950亿美元）。

需要强调的是，模型的简化处理（事实上任何模型都如此）将会导致其结果与实际存在出入，因为模型无法考虑到与设定的投资-增长-雇佣关系无关的各种不同因果链。然而，模拟所得乐观结果至少在数量级上

是符合现实的。现有的全球经济体系中，尤其是工业部分，都低估了化石能源和其他生态系统服务的价值。这使得世界上许多地方的生产和消费存在着严重的浪费现象。因为某些原因，能源价格在未来可能会显著上升。这将促使大家寻求节能的产品和服务。最终将使现有的商品和服务耗能减少。增加的效率能否完全抵消增加的成本（从而使相同或更多数额的经济增长成为可能）有待在实践中观察，但在G1和G2情况下双倍利润是有可能实现的。

最近一份以美国为对象的评估报告阐述了气候能源立法对美国未来经济的影响，指出了与2010年《国际能源展望报告》（能源信息管理局公布）中BAU情景下的相关预测相比，美国在提高能效方面的特点（美国能源部）。涵盖了2013至2030年期间的研究结果，证实了千年研究所报道的，尤其是就业方面的结果。

6 制造业绿色转型的促成条件

通过生产更多资源节约型和环境友好型的产品，制造业能对国家绿色经济作出显著贡献。这尤其适用于资源高度密集的产业链，如金属和汽车制造业。但对于制造业转型，则需要适当的政策和价格信号。在某些情况下还需要政府的支持，特别是要确保在基础设施和教育方面的投资足以支持转型所需的新系统和技术提供支持。

过去的几十年里，全球经济发生了重大重组，全球的制造业向发展中国家和新兴经济体转移，而发达国家则向服务主导型转变。全球化导致了跨境贸易和投资流动的增加，从而推动了这一重组，同时带来了技术和相关组织的变革。这个转型由全球的生产因素而不是本地发展因素驱动，这使得发展中国家和转型经济体难以保障经济结构转变的持续化。上述情况阻碍了小型企业进一步采用资源节约型技术，因为要通过全球供应链出售产品，这些企业就必须满足日益提高的新要求。

基于上述情况，本章在讨论有利条件时把重点放在政府能够采取的行动上，通过增值和转换性的改革，这些行动可以帮助我们向绿色工业生产过渡。过渡期间，我们面临着资源匮乏和不断上涨的能源价格导致的困境，以及低效垄断，过时条例和委托代理方面的冲突等障碍，这些障碍限制了新技术方法的应用。在这期间，面对能源垄断，政府需要分散发电并投资智能电网以减少电力传输损耗。政府也需要从资源综合利用效率的角度考虑，以避免在处理化石燃料开采成本增加、资源效率和经济增长速率低下等问题时，科技政策（例如碳捕获和储存）专注于单一措施（如碳排放）情况的发生。

对于“绿化”制造业，我们推荐了两个关键政策，同时建议推广循环制造体系和建设与生命周期技术相关的回收利用基础设施，以及能源高效利用方面的改革，例如通过引进联合循环发电、热电联产技术和可再生能源发电技术来实现能源的高效利用。后者需要智能电网的相关投资和诸如补贴、多时段定价等政策的支持（见能源章节）。

6.1 优先政策

循环生产和生命周期方法

为了促进产品资源利用效率，工业生产和公司管理需要在产业集群和系统方面进行资源效率改革。公司方面，首先要引进技术，如生态设计方法、生命周期管理和清洁生产。行业 and 系统方面，需要创新，如供应链“绿化”和特定经济区产业集群，这样可以通过优化产业之间的资源流动使之成为资源利用效率优化的展示平台。工业园区未来可能成为生态公园，可以最

大限度地扩大工业共生范围和保障绿色就业。

向循环生产转型需要对消费品和废料进行重新制造加工，这是向绿色经济过渡的一个重要契机。转型期间有两大消费废弃物不可忽视，分别是电子垃圾和材料，如金属、玻璃、塑料、纸制品等。虽然我们处在发展中社会，各个组织水平程度不一，且带有非正式性质，但作为循环再造目标之一的材料类消费废弃物所含产品类别最多。因此，为了获得更多的经济、环境和社会效益，政策将重点促进废物回收和循环利用过程的正式化和结构化。对于电子垃圾来说，意味着需要打造一个高科技价值链，其中电子产品的生产由发达国家和新兴经济体中的跨国公司完成。同时这是一个劳动密集型价值链，需要大量的拆卸工作来回收有用部件。上述特征可以为发达和发展中的市场经济活动主体中的各种共生形式的变革提供参考。

联合循环发电：热电联产

大多数工业生产需要供热，特别是能源密集型工业部门，我们更是可以看到联合循环发电应用的潜力，如钢铁、铝、水泥、化工、纸浆和造纸业。我们可以再利用焦炉、钢铁、水泥、玻璃、砖和陶瓷等工业的高温余热或其他可燃废物，这在技术和经济上是可行的。如此，当地方工业水平足以进行发电和热量再利用时，在政策和监管允许的情况下，便可用当地热力和电力系统补充中央电网。这有利于与智能电网投资相结合，提高资源生产率。

世界在飞速发展，所有地方对电力的需求都在持续增长。对于大部分的工业、商业和住户，化石燃料只是用来做饭、烧水、暖气或生产温度适中的工业蒸汽。小型联合循环发电设施（包括柴油发动机、小型燃气轮机和高温燃料电池甚至屋顶太阳能集热器）无法应用上述大部分低温废热其实并不是技术上的原因。在很大程度上，小型热电联产系统仍然是一个尚未开发的市场（Von Weizsaecker et al. 2009）。此外，对于利用废热发电，相当数量的行业都有很大的发展潜力，如钢厂。

为了有效利用废热，我们有必要将所有电力生产单位连接到电网，使其在出售多余电量的同时，在偶尔缺电期间购买电量。然而，在大多数的国家，电力行业的垄断是合法的，不论公共或私人的垄断者都享有分配特权。这样的垄断不仅会导致整个产业链的生产、分配和使用效率降低，还会在体制方面给不同规模热电联产的发展带来障碍。据国际能源署（IEA，2009b）报告，热电联产投资者面临的主要困难是如何确保电力市场的公平。要克服这些困难，就需要制定政策以鼓励创新技术（如热电联产技术），尤其是工业余热和废弃物生物质能利用方面的技术。

6.2 促进绿色制造的政策

为绿色工业和制造业塑造有利环境，政府机构可以采取以下几类措施：

- 管理和控制机制
- 经济或市场调控手段；
- 财政手段和激励机制；
- 自愿行为，信息和能力建设。

评估优先政策和首选方案需要考虑制造业往往分散在不同的国家和行业，此部分将重点介绍这点。本章所涉行业可能倾向于使用整体解决办法，从而能更好地共享制造价值链的费用、责任、资源和奖励。此外，这需要企业在信息公开和管理方面的进步，推动产品设计和回收改革的财政奖励措施，支持可持续生产标准发展的政策，改善现有流程的奖励措施和培训，使资源更有效利用的工厂改造。这都需要政策之间的相互融合，下面将做具体介绍。

管理和控制机制

制造业大额排放量的主要污染源是以往管理的首要对象。明确规定了技术和/或性能标准的法律可通过引导绿色投资，鼓励产业更有效地利用自然资源创建绿色产品和生产市场。在新的产业化经营下，监管条例可以建立更清洁的技术标准，建立工业处理排放标准，从而尽可能的要求使用最好的技术（Best available technology, BAT; Best possible technology, BPT）。然而，应该注意，建立的监管标准不能妨碍创新，并且应能跟上技术前进的步伐。中国的经验表明，执行太低的排放罚款以及禁止或限制公司之间副产品交换的法规阻碍了生态工业或共生工业的发展（Geng et al. 2006）。

经营许可是激励政策的新思路，例如土地使用规划，鼓励现有工业和园区通过材料回收和方案转换朝更闭合的制造模式发展。政策和规划可确保新工业园和资产的发展和管理按照工业共生的原则进行，能成功改造成生态工业园区。这也要求政府投资废物处理和资源化基础设施的建设。此外，工业园区可以设置资源（例如水）使用配额制度，并要求在正常情况下用户支付使用资源，一旦超过其配额，便要受到惩罚。

管理和控制机制可以促进诸如预防，污染者付费和生产者延伸责任（Extended Producer Responsibility, EPR）等原则的实施，使得复杂供应链的大制造商更加青睐循环生产和再制造回收系统。近年来，废弃电气和电子设备处理条例（Waste Electrical and Electronic Equipment Directive, WEEE），有害物质限制条例（Restriction of Hazardous Substances, RoHS），化学品注册、评估和授权条例（Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, REACH）等欧盟指令已经对全世界制造业和产品使用标准产生了影响。

自20世纪70年代开始，许多国家的传统管理和控制法规开始趋向于以技术或性能为基础。当时他们更青睐终端解决方案，对预防措施考虑不多，通过改善生产过程或产品设计以提高效率。由于反对以经济手段给污水排放量定价或是创建永久激励机制，传统法规打击了制造厂家从根本上提高标准（动态效率）的积极性。基于这些简单介绍，管理和控制法规可能花费巨大但没有大的用处。

回顾汽车制造的历史，我们发现监管和控制的方法可与财政、自愿捐赠相结合，实现科技创新转型。强制性或自愿性标准和税收可以促使创新紧随前沿技术（OECD 2010b）。本章所述制造业的改革也需要前沿技术的更新，包括产品的再设计和新型闭环制造系统的引进。然而，运用前沿技术保障状况持续改善依然重要。以汽车制造业为例，这就需要终端减排、输

	铝	钢	水泥	化学产品
在温室气体排放中所占比例	占全球温室气体排放的0.8%；占制造业排放的4%	占全球温室气体排放的3.2%，约占全球CO ₂ 排放量的4.1%；约占制造业排放的15%；70%源于燃料燃烧的直接排放，30%源于电力和热能的间接排放	占全球排放量的4%（过程排放和能源使用排放），占全球CO ₂ 排放的5%，在未来40年内预期将增加一倍，主要发生在发展中国家；占有制造业排放的18%，包括生产过程中的所有排放点	占全球排放量的5%。占制造业和建筑业排放的23%
主要生产者	12个国家的产量占全球的82%；中国、俄罗斯、欧盟、加拿大和美国的产量占61%；前十企业（主要是跨国公司）占世界铝生产的55%	9个国家或地区排放约占炼钢温室气体排放总量的90%。2006年排名前25位炼钢公司产量约占全球的43%	水泥的生产集中度相对较低，前16位大公司的产量约占全球的25%。约81%的生产发生在12个国家和地区；中国的水泥产量就占世界的一半	地理上高度集中的国家-欧盟、美国、日本和中国的化学品产量占全球的75%。产品的多样性意味着总体上的低集中度；通常为小型和中型企业

表6：制造业主要部门的温室气体排放量与组成

资料来源：UNEP 2009；WRI 2007

入替换（例如燃料）、要素替代（更高效，发动机再设计）和输出替代（再设计有更高燃油效率的汽车）等方面的创新。经合组织（2010b）分析了1965至2005年期间汽车制造方面的发明专利，结果显示汽油税与制度的结合对发动机的再设计产生了巨大的积极影响，同时，要素替代方面的专利申请增长最快。

经济或市场调控

控制和减少环境污染的经济手段包括收费、收缴罚金、责任付费以及排污交易系统，例如，空气污染，水质和土地管理。调控价格对确保减排的边际成本由所有污染者平等承担十分有利。收费可以针对排放物和产品（在制造，使用或处置过程中），同时还可针对副产品，如包装和电池。后者也可通过押金退款系统实现，这对全球诸如电子和汽车制造等行业越来越重要。新法可通过针对可再循环产品实施退回定金措施来鼓励循环再用。而针对排放的法规可通过退还押金条例和产品寿命结束时的处理条例来进行补充。

为在工业用水中促进水资源综合管理，政府可以通过税收、规费、使用费来建立价格体系，或通过交易许可证机制来限制使用量。对于后者，在共享河流的水资源市场，需要高值水的用户可以向只需低值水的用户购买或租赁。类似于空气污染信贷计划，交易许可证机制，目的是使代理商用最低的减排成本实现减排责任的转移。在美国，水资源调度市场已经在干旱的州建立，并取得了相对成功。在工业化国家的电力生产和制造业全部遵守水资源使用原则方面，加拿大是一个典范。传统上，制造业的大部分废水直接排入水体。Renzetti（2005）研究了加拿大水资源综合管理（IWRM）中经济手段的运用情况，结果表明运用经济手段可以降低监测成本，但要恰当制定和运用经济手段，联邦和省级环保部门需要进行一定的经济分析（如成本效益分析）。

在治理酸雨方面，当欧盟还在依据《大型燃烧设备规程》（1989年）出台监管办法时，美国已开始引入排放交易机制以减少SO₂和NO_x排放（1990年清洁空气法案）。2005年，欧盟启动了第一个区域范围内的排放交易计划（一个限额交易体系），以兑现其在“气候变化公约”（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）框架下对“京都议定书”的承诺。计划显示了通过“追溯”（基于现有行业排放量的自由分配）或拍卖措施引入排放交易机制时监管机构面临的并发症。虽然欧盟环境监测机构的初始超额分配导致了零碳价格，分配仍是铝和钢等重工业在直面国际竞争时的首选，而非拍卖。相比于管理和控制机制（如许可证和技术标准），排放交易在成本效益、长期影响和动态效率等方面效果更好，也就是说它可以促进持续改善。气候领域的经验表明，交易系统的成本效益可以由目标和系统的可视性与稳健性、碳价格和约束的有效性确定（Buchner et al. 2009）。

通过产业部门和工程活动，如UNFCCC内的清洁发展机制（Clean Development Mechanism, CDM），发展中国家的制造业可以引入信贷和交易计划。若清

洁发展机制或类似机制下的交易过程能被简化从而减少成本，发展中国家的绿色制造业将拥有似锦前程。到2010年，许多清洁发展机制项目将更多的投资可再生能源技术，只有少数在能效提高和燃料切换方面投资。这是制造业投资转型的重要领域；如果这些领域技术标准的制定不仅参考私人项目，而且还参考全行业的最佳实践，这些领域将获得真正的发展机会。

在应对气候变化的行动中，各行业特别是全球制造业将引进经济手段和政策作为减少温室气体排放的第二最佳选择（相对于全球总量控制与交易制度），这受到了相当大的关注。在发展中国家引入上述方法时应考虑的经济因素如下（UNEP 2009）：

- 与减排相关的调节成本的性质；
- 避免资金锁定的潜力；
- 特殊部门和国家的技术特点；
- 可用数据和技术的有效来源。

人们认为（Bodansky 2007）只有少数行业是气候行动计划的理想执行者，即大型的、均匀分布的、高度集中的和竞争激烈的行业（表6）。这些行业包括铝、钢铁、水泥、运输和发电。相对于铝和钢铁行业，水泥行业虽然在各国分布均匀且集中度高，但也存在生产规模普遍较小和竞争力低的问题。我们可以为给定行业设定排放目标，把排放津贴分配给该行业内的个体排放者，并允许协议参与国之间和/或设立了总体经济或行业目标的国家之间进行交易。在为竞争激烈、高影响行业逐步引入气候政策时，行业措施为发展中国家政府提供了重要经验，即使上述措施并没有在世界范围内引入。这一点对部分工业化国家（有本章讨论的主要污染排放行业）尤为重要，特别是中国、印度、巴西、南非、印尼、泰国、智利、阿根廷和委内瑞拉。对使用了市场手段的行业措施的分析也表明，由于只把目标放在高排放行业，而不是完整的供应和需求价值链上，上述行业措施也存在缺陷。

财政手段和激励机制

财政手段（包括公共开支、补贴和税收）极大地促进了生产者和消费者的基本成本-效益计算变革，从而促进了BAU的改变。由于在某种程度上，税收是政府受益，而纳税人没能获得与付出等同的回报，我们认为税收是不求回报的。部分特殊产品和行业可免税。我们可指定部分税收收入用于特定目的，这不一定要涉及首要征税领域。例如，垃圾填埋场或塑料袋的税收收入可用于废物管理基础设施建设或其他用途。到2009年，南非政府预期的塑料袋税收为220万美元（专栏二），该收入主要用于当地的废物管理行业。2010年，印度政府宣布对煤炭生产收取碳税，预计筹集5.35亿美元，并计划将其投资到清洁能源领域（Pearson 2010）。

经合组织通过对成员国以往税收情况的研究发现，大部分的税收类别都有特定税基，涉及能源、运输和废

专栏二：新兴市场的塑料袋征税：南非案例

众所周知，白色污染会导致路边垃圾丛生，排水渠堵塞，还可能被陆地和海洋生物摄入从而危害其生命。过去十年中，在环境保护方面，白色污染已经引起了越来越多的关注。已有许多国家对使用塑料袋征税或禁止使用塑料袋。在2008年中国全面禁止免费使用塑料袋之前，世界观察研究所指出中国人每天使用塑料袋多达30亿个，每年处理塑料袋超过300万吨的。由此可估计，中国每年需要精炼原油将近500万吨（3,700万桶）用于塑料包装。

2003年，南非成为了将消费者定为塑料袋直接征税对象的首批国家之一。在各个零售店分散处理可提薄塑料袋是南非的代表性措施。该国塑料袋征税条例的制定基于环境保护法，指出由于商业价值低，大量薄塑料被随意丢弃。该条例还指出，由于没有完善的废物收集服务，上述问题在低收入地区尤为严重。自2003年起，该国购物者需自备购物袋或购买较厚的可回收购物袋。如果消费者想要咨询或举报违规零售商，可以拨打环保部的热线电话。消费者也可重复使用较厚的塑料袋，10公升的塑料袋价值25美分，12公升的为31美分，24公升的为49美分。与原计划相比，南非最终确定的塑料袋厚度要薄，这是综合考虑工业发展后的折中。一些零售商同意降低粮食价格，以弥补贫困消费者由于购买新

塑料袋而造成的额外消费。

该条例的提出引起了环保人士、消费者协会、工业界和工会等的广泛讨论。由于农村地区的贫困住户以及制造业、包装业和零售行业的工人尤为喜欢使用免费塑料袋，有人认为需要考虑在上述群体中推广条例可能存在的困难。商业和工会提出了对于就业、收入和设备损失的担忧，同时认为污染物管理需要的是综合处理法而不仅是针对单一产品。对于塑料购物袋污染问题，工业和工会提出了教育、宣传和严厉处罚乱扔垃圾者等措施。国家经济发展及劳工局调查研究了调控对投资、就业（包括损失或创造的工作，所需技能转变）、市场变革（包括同一产品的供需平衡以及不同产品之间的供需差异，由包装行业侧重点不同所致）和工业（例如石化和塑料）可能产生的影响。该研究警告，本地的塑料袋制造业可能破产，随之将带来失业。通过对再制造行业的分析，该研究还认为，本地循环再造行业的发展依赖于某些制约因素，例如为本地聚合物回收市场创造额外需求的必要性。

围绕本地采用何种改良塑料袋的讨论产生了两个备选方案：环保袋和可降解塑料袋。本案例比较了纸质、塑料和布质购物袋对环境的影响，可靠的生命

物管理。在设计不同类型的税收时，政府需要逐案考虑所涉目标行业的性质。经合组织（OECD 2010a）在最新的调查中指出，由于来源分散且多样的污染会引发并发症，与实际污染源相关的税收（如CO₂排放税与机动车辆税）将为创新提供更多的可能。

20世纪90年代末，经合组织（OECD 1999）针对其成员国的调查指出，由于越来越多地使用环境相关污染控制税，GDP提高了3%，税收也获得了整体提高。十年后，经合组织（OECD 2010a）证实了组织内的经济体中与环境相关的税收和许可交易越来越多，同时强调了环保税对促进创新的作用，这一点我们可以从越来越多的研发投资和清洁新技术注册情况中看到。2010年，经合组织同时指出，过去十年中，GDP和总税收中的环境税收正逐渐减少。这主要是由燃油税所引起的，该税仍是主要的环境税。在许多国家，燃油价格已提高到一定程度，大大缓解了对国内汽车燃料的需求。经合组织同时预见到了碳税和许可证拍卖所得额外收入可能会增加政府预算中与环境有关的税收。

全球金融危机后，政府推出的经济刺激计划包括对绿色产业和清洁技术提供补贴。除了5,860亿美元的总体经济刺激计划（其中预计34%用于绿色投资），中国宣布将

为国内太阳能制造商提供一定补贴，以帮助其渡过国际市场需求下降的困难期。全球汽车行业获得了数十亿美元的紧急纾困贷款、报废补贴和消费补贴。中国作为如今世界上最大的汽车市场，其财政部宣布将为绿色汽车的购买和五个城市的电力车充电设施建设提供大量补贴（Waldmeir 2010）。这将为购买插入式混合动力和电动汽车提供高达5万元人民币（7,800美元）的补贴，为上海等城市的纯电动汽车提供6万人民币（9,400美元）的补贴。汽车制造商出售5万辆环保车后，补助将减少。

与公共交通工具和系统相比，绿色汽车补贴的先后顺序仍存在问题。由于燃料价格没有反映外部成本，传统补贴范围有碍于制造业的投资改革，并导致了不合常理的“污染者获得补偿”的情况。因此，绿色工业还需要取消不正当的直接和间接资源利用方面的补贴，这些不正当的补贴使得特殊群体免费使用水资源、为处置废物而免费使用环境或以低于常规市场价格使用电力和化石燃料。对于我们来说，反映资源使用的全部经济和社会成本变得越来越重要，但是在一些地方这在政治上是不可能或不可行的。在这些地方我们的次优选择是允许加速折旧并对可再生能源和资源节约型技术投资收取相对较低的税。作为一项规则，补贴应该只能用于正外部性明确存在以及可能支持新兴产业的情况。

周期数据库十分重要。不同的环境条件可成研究分析的变量，包括初级能源消耗、资源枯竭、土地酸化、富营养化、生态毒性、空气和水的排放状况等。赞成使用纸袋的人认为，尽管纸袋需求量的增加可能会导致更多的森林砍伐，但如今已有许多国家越来越多地使用再生纸购物袋。

环保税可以促使消费者更加关注过度使用塑料袋的危害。问题是，对于会产生污染的产品，我们应对其征收生产税，还是行为相关税（如回收费用），或简单的消费税。爱尔兰的经验表明，塑料袋征费标准设置得越高，成功的可能性越大。在南非，如果征费标准太低，就无法长期有效的促进资源回收利用。价格变化应该足够大，增加应该明显，白色污染才能得到有效控制。博茨瓦纳在向爱尔兰学习过程中发现，若能保持塑料袋高价，将能使其使用量显著下降。

南非案例的结果分析表明，塑料袋的需求相对缺乏价格弹性，这意味着仅仅依赖价格调控的效果有限。虽然标准管制和价格调控的配套实施能在短期内成功遏制塑料的使用，但法律管制的有效性可能会随着时间的推移而下降。当然这并不意味着价格调控比依靠行业自主行动低效。相反，相比于其他

材料，包装行业对塑料袋回收率较低，这是因为塑料袋种类多样、特征不一，并不好回收。单位价值低、回收后用途单一等因素导致塑料袋相对其他废物回收价值较低。因此，在材料固有价值不高、行业缺乏主观积极性的情况下，法规管制能发挥特殊作用。在法规管制下，价格水平以及其他诸如基础设施建设和认识水平等因素则对白色污染控制具有决定作用。

南非政府认为调控是成功的，已经开始实施类似的举措来规范其他产品，如使用过的轮胎、石油和玻璃，也已基本确立对废弃产品的管制模式。南非的成功激励了邻国博茨瓦纳等国家，还引发了关于国家财政使用以及如何将其用于促进废弃物管理行业发展的讨论。此外，南非案例显示了，政府在引入会对各收入阶层产生影响的新税种时将面临的挑战。到2009年，财政部长在预算审查中宣布，将提高塑料袋征税，同时开始对国内生产和进口的白炽灯征税。预计塑料袋征税将达220万美元，而白炽灯将达到300万美元。

资料来源：Dikgang and Visser 2010；工业发展、增长及公平研究基金（2001）；Hasson、Leiman and Visser 2007；Nahman 2010；Nhamo 2005和Yingling Liu 2008。

绿色制造也可由财政手段支持，如周转基金、环保基金、保险基金、优惠贷款和其他形式的绿色补贴。通过奖励而非处罚，绿色补贴和上网电价政策是推动清洁技术、促进绿色产品生产、预防污染和促进回收发展的重要手段。部分特殊手段如绿色补贴可以帮助开发和引进替代技术。这需要与政策配套实施，如碳税。政府还可以制定国家融资机制，为愿意改善资源利用效率但难以从商业银行融资的中小型企业（Small and Medium-sized Enterprise, SME）提供贷款。这种筹资机制可以通过环境税收运行。

自愿行为，信息和能力建设

通过分析环境政策，经合组织（OECD 2007年）认为，面对“多维”环境，政策制定者应补充记录产品整个生命周期的总体污染，包括其使用方式、使用时间、使用地点等。此时，监管和信息手段往往比引入税收或信贷交易系统更适合。信息手段有各种形式，包括产品信息、产品标签和产品报告。

公共部门可以通过实施和协调生态标签计划，开展消费教育活动，引导消费者理性消费并认同新推出的标签和产品信息。贸易道德实况调查组织（Ethical Trade Fact-finding Process, ETFP）的一项最新研究发现，包括国际消费者协会、国际社会与环境认证和标签联盟（International Social and Environmental Accreditation and

Labelling Alliance, ISEAL）等，（环境）市场监管与自我监督已普遍化（Symbeyond Research Group 2010）¹³。近年来，国家生态标签计划已在巴西、中国、印度、南非、印尼、泰国和突尼斯启动¹⁴。除了与私营部门合作引进上述计划，公共部门也可以其他范例作参考，通过长期公共采购方案实施已获普遍认可的绿色标签计划和标准。

政府可以针对特定规模的企业或特定行业引进支持计划，重点关注清洁生产或生态效益。例如，通过为中小企业提供管理和技术援助，帮助其提高资源利用和回收效率¹⁵。另一个例子是，电子垃圾拆卸和收集方面公私合作的模式，这对于发展中国家建设社会和环境友好型社会尤为适用。正规先进的电子垃圾回收利用系统不仅可以创建符合职业健康安全标准的工作，还可以提高电子垃圾回收率。

13. 环保标签的索引数据库跟踪了25个行业和373个生态标签。网址：www.ecolabelindex.com/

14. 到2000年，43个国家（主要是欧洲和亚洲）实施了提高家电效率计划，参与国家数是1980年的7倍。标准要求制造商满足最低标准达到“推动”市场的作用。生态标签计划可以“拉动”市场，是上述计划的良好补充，它通过为消费者提供信息以帮助他们做出适当购买决策，从而鼓励制造商设计和推出更环保的产品（World watch Institute 2004）。

15. 联合国环境规划署和联合国工业发展组织一直建议在发展中国家推广国家清洁生产中心网络。网址：www.unep.fr/scp/cp/network/

公共部门可以通过开展研发工作，修订教育课程和培训计划，促进更清洁生产流程和系统研发、绿色设计、产品和服务改进。为避免可能出现的失业，重型制造业需要一定的培训，包括熟悉生产过程中的相关变化（能源和资源利用效率、回收、危险废物管理）、了解环境影响评估、提升技术人员的相关技能以及其他重工业的再培训(Strietska-Ilina et al. 2010；Martinez-Fernandez et al. OECD 2010)。

自我调控是制造业自主行动的一种形式，包括长期行动方案，例如50多个国家参与的化学工业“责任关怀”。截至2004年，国际化学品协会理事会及其成员开发了一个全球产品战略，以此改善全球化工行业的产品管理。20世纪90年代以来，从最初的完成或超额完成法定标准，到如今制造业的自主行动范围已相当广泛。诸如20世纪80年代，工业事故等恶劣事件是上述活动的导火线。制造业的自主行动可以通过公私合作来实现其与政府机构的对话。最新的范例是国际化学品管理协会制定的战略方针，该政策框架目的在于提高世界的化学品安全。

在过去十年中，越来越多的系统利益相关者通过自主监测和公开信息等方式加入到了行业的自主行动。全球报告倡议组织的报告准则补充了矿业和金属行业、汽车制造、电信、服装和鞋类等行业的具体指导准则。这些行业的战略管理相关报告为投资者和其他利益相关者提供了一个参与讨论绿化行业管理的不

回顾自1992年里约会议以来22个工业组织在可持续发

展实践中所获得的进步，联合国环境规划署（UNEP 2002年）建议致力于有效可信的自主行动方案，将其作为政府措施的补充。在上述回顾的五年之后，联合国环境规划署（UNEP 2006年）收到了包括本章所述制造业在内的30个行业组的报告书。工业部门报告了他们所作的自主行动以及可持续发展相关举措，包括提升意识和把可持续发展概念应用到日常运作。许多行业报道了特定行业标准的发展，其中一些借助于与监管部门的协商（如欧洲汽车行业燃油效率标准）。但很少有行业提到更具体的认证和标识方案，如造纸业。

联合国环境规划署（UNEP 2006）的报告显示，在绿色工业取得进展后，大家表现出越来越大的兴趣。公认的工业指标和报告可以帮助填补国家、宏观层面、公司、微观层面指标之间的差距。例如，钢铁协会关于11项指标使用的协议，最终形成了一个包含44个会员公司数据的综合报告¹⁶。国际铝业研究所在其成员之间达成了一份包含12个可持续发展目标，涵盖22个指标的协议。该研究所开发了一个物流计算模型以确定未来回收物的流动向。该模型预计，到2020年，全球从废料中回收的金属将比2004年的670万吨翻番。国际铝业研究所承诺以后都将报告其全球回收情况。

16. 四个经济指标分别为：新工艺和产品的投资情况、营业利润率、资本回报率和增值。五个环境指标分别为：温室气体排放量、材料利用效率、能源使用强度、钢铁回收和环境管理系统。两个社会指标分别为：员工培训和工伤率（UNEP 2006年）。

7 结论

本章纵览了制造业绿色转型的各种机遇，重点关注了制造业中大量排放温室气体的部门，以及大量使用全球资源并对环境、GDP和就业造成重要影响的部门。本章还指出制造业对发展中国家的重要性越来越高，2009年已占到所有发展中国家GDP总和的22%。

分析指出了制造业面临的挑战，强调了无作为将带来的成本和风险，阐述了2050年的BAU情景。主要经济体中空气污染的外部成本（主要表现形式是健康成本）可能会远远高于全球GDP的3%。未来可能出现部分自然资源短缺（例如水资源），这将对生产、市场、资金、法规和声誉造成威胁。浅层石油资源日渐枯竭。全球对铜、铝等金属的需求不断增加，高品质的金属矿石被逐渐耗尽。资源匮乏将迫使商品价格上涨以及回收利用。

尽管化学品责任管理已取得一定进展，但仍缺乏对人体健康和化学品市场环境影响的全面评估。三种有毒金属汞、铅、镉的污染情况反应了贸易全球化带来的挑战；金属的开采、精炼、加工和处置往往分散在世界各个区域。这促使大型企业及其供应链提高产品的可追溯性和加强安全管理。最近发生的工业事故向人类提出了严重警告，如果不能严格执行危险化学品管理，人类将付出沉重代价。

制造业要获得真正的发展，就要采用生命周期管理实现物尽其用，通过供需方策略实现循环生产。即使是正处于工业化快速发展的经济体，上述方法也可有效促使环境破坏与经济增长解耦，同时提高其长远竞争力。行业绿色转型涉及价值链的改革，从重新设计产品、生产体系和商业模式开始，到延伸生产者责任，其形式包括回收利用或反向供应、扩大再制造和再循环规模。金属股票能为此提供佐证。虽然目前只有少数金属的回收利用率在50%以上，金属制品业在增加回收利用率和二次生产方面仍有极大的发展空间。与初级生产相比，二次生产耗能仅有其五分之一，同时可减少近80%的温室气体排放量。

发展中国家制造业绿色转型的投资策略是以清洁技术和创新为投资重点，同时结合通过高效利用能源和水资源所得的相关利润以及绿色就业和发展中市场资源效率提高的可能前景。随着生产自动化的提高，制造业的工作将相应减少，毕竟制造业的绿色转型不会为所有部门提供新的工作。然而，回收和再制造在创造就业方面有相当大的潜力。能源服务公司对于技能型人才的需求将增加，包括维修、维护和回收利用稀缺材料方面的人才。所有国家都需要制定政府培训计划以提升公众技能，但由于各国产业发展水平不同，所需技能也各不相同。

模型模拟的结果表明，制造业绿色转型的投资将有助于减少能源消耗和污染排放，缓解日益增加的化石燃

料价格上涨带来的压力（通过减少能源成本），从而提高生产力和利润，同时增加GDP及整体就业。本章涉及的部门中，在能源节约方面，化学制品和塑料制品行业显示了巨大潜力。为了跟进绿色投资情况，各国政府需要收集工业资源利用效率改善情况的相关数据。

总体来说，大量证据表明，全球经济在用更少的资源创造财富方面仍有发展空间。重点在于要认识到，尽管所有“绿化”都需资源利用效率的提高，但削减碳或其他温室气体的排放量并不一定会提高效率。例如CCS技术，该技术能源集约程度虽高，但资源效率低。与之形成鲜明对比的是，包括效率激励机制、回收、热电联产与循环生产（维修、翻新、再制造和回收）等措施的大范围推广，可有效提高资源利用效率，并在许多情况下可减少开采和加工成本，从而加快经济增长。

加强环境保护的相关讨论推荐了两项政策，即基于公共设施的循环生产以及管理改革，通过引入更多的CHP等清洁技术提高能源利用效率。各国政府应设法鼓励循环生产，例如，鼓励飞机、汽车、家电、电子产品等制造业的大型跨国公司从整个供需链的角度（从生产到最终处置）综合管理物流。主要目标是通过更加注重重新设计、维修、翻新、再制造和回收以延长产品使用寿命。最易实施的方法是生产者责任延伸法、押金退还计划和二级市场功能改善。

对于制造业的绿色转型，各国都需要综合考量政策与其他经济手段，同时还应遵循基本自然规律，认识到污染与不可再生资源的普遍存在性¹⁷。作为主要的点污染源，制造业一直是调控的目标。在某些情况下，我们需要调整并扩大监管范围。调控相关法规需要更好地与市场手段结合，使市场能够正确反映能源和其他资源的真实价值，使制造业在公平的环境中创新和竞争。最新情况表明，环境税的引入可有效促进技术创新（汽油税和汽车发动机技术）。经济手段还可减少监管成本，但需要企业愿意为合理设计产品而对其可能成本、效益和有效性进行彻底的经济分析。

部分重工业集中在某些国家，且其市场的主导地位由某些核心企业决定，上述情况有利于在工业部门推进减缓气候变化的战略，即使是只建立于国家层面的基础上。这可能是解决竞争问题并避免工业化国家过时技术中的资本锁定方式的一条途径。同时，信贷贸易计划若在所有行业实施很可能带来更大的经济效益。信贷贸易计划还可通过清洁发展机制类型项目应用到

17. 2011年4月11-12日，联合国环境规划署年度商业及工业全球对话中，制造业代表认为可预见的监管框架是企业 and 行业实现超越自主行动的“一步”或大范围跨越的先决条件，该框架包含长期战略思考和投资。同时，对话强调法规需要与本地情况相结合，需考虑本地技术和社会环境。

全球供应链，使得发达国家和发展中国家的市场共享清洁技术及相关应用。

对于制造业的绿色转型，政府还需要考虑体制和软技术方面的支持，例如，针对清洁生产和小型供应商的教育和培训。体制应当依据具体财政和基础设施情况作出相应调整，其中财政用于确保绿色补贴和贷款，基础设施则用于确保押金退还、废物回收、循环利用和分配等相应系统的良好运行。这对于公私合作，扩

大生态工业园方面的投资十分关键。近10年来，制造业的自愿行动显示，衡量和交流相关绩效、与投资者和其他利益相关者讨论过程使用指标的意愿越来越多。国家经济和市场的“绿化”需要可靠的指导方法，以及通过建立绿色产品标签和认证系统进行交流。

参考文献

- ABB Switzerland Ltd., Azucarera Hondurena S.A., (2008). "ACS 1000 variable speed drives help to increase revenues at sugar plant." Available at: [http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/316e45d4d67ae21bc125751a00321e72/\\$file/Sugar+mill+case+study.pdf](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/316e45d4d67ae21bc125751a00321e72/$file/Sugar+mill+case+study.pdf).
- Austin, D. (1999). "Economic Instruments for Pollution Control and Prevention – A Brief Overview." World Resources Institute, Washington, D.C.
- Ayres, R.U. and Ayres, H. (2010). *Crossing the Energy Divide: Moving from Fossil Fuel Dependence to a Clean-Energy Future*. Wharton School of Publishing, Upper Saddle River, NJ.
- Ayres, R. U. and Ayres, L.W. (1996). *Industrial ecology: Closing the materials cycle*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK; Lyme, MA, USA.
- Ayres, R. U. and Warr, B.S. (2005). "Accounting for growth: The role of physical work." *Structural Change & Economic Dynamics*, 16, 2, 181-209.
- Ayres, R.U. and Warr, B.S. (2009a). *The economic growth engine: How energy and work drive material prosperity*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK; Northampton, MA.
- . 2009b. "Energy efficiency and economic growth: The "rebound effect" as a driver." in H. Herring and S. Sorrell (eds.). *Energy Efficiency and Sustainable Consumption*. Palgrave MacMillan, London.
- Ayres, R. U., Ayres, L.W. and Rade, I. (2003). *The Life Cycle of Copper, Its Co-Products, and Byproducts*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Ayres, R.U., Ayres, L.W. and Warr, B.S. (2004). "Is the US economy dematerializing? Main indicators and drivers." in M. A. Janssen and J. C. J. M. v. d. Bergh (eds.). *Economics of industrial ecology: Materials, structural change and spatial scales*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Black, A. (2008). Challenges, "Drivers and Barriers to Eco-Innovation – A UK context." Paper read at Eco-Innovation Workshop, 12 November 2008, Brussels.
- Bleischwitz, R. (2010). "International economics of resource productivity: relevance, measurement, empirical trends, innovation, resource policies." *International Economics and Economic Policy* 7, 2-3, 227-244.
- Bleischwitz, R. and Steger, S. (2010). "Drivers for the use of materials across countries" *Journal of Cleaner Production*, Vol 18 / 10.
- Bleischwitz, R. et al. (2009). "Outline of a resource policy and its economic dimension" in Bringezu, S. and Bleischwitz, R. (eds). *Sustainable resource management: trends, visions and policies for Europe and the World*, 216-296. Greenleaf, Sheffield, UK.
- Bobylev S., Avaliani S., Golub A., Sidorenko V., Safonov G., Strukova E. (2002). "Macroeconomic Assessment of Environment Related Human Health Damage Cost for Russia." A working paper, Moscow.
- Bondansky, D. (2007). *International Sectoral Agreements in a Post-2012 Climate Framework*, A Working Paper. Pew Center on Global Climate Change.
- Braungart, M and McDonough, W. (2008). *Cradle to Cradle. Re-making the way we make things*. Vintage Books, London.
- British Petroleum (BP). (2010). "BP Forms Gulf of Mexico Oil Spill Escrow Trust." 9 August 2010, Available at: <http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=2012968&contentId=7064316>.
- Buchner, B. and Baron, R. (2009). "The cost-effectiveness of climate policy: beyond emissions trading" in *Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 6 (2009) 232006.
- Campbell, Colin J. (2004). *The coming oil crisis*. Multi-Science Publishing Co., Brentwood, UK.
- Campbell, Colin Laherrere, J.H. (1998). *The end of cheap oil*. *Scientific American*, 278, 3, 60-65.
- Cleveland, C. J., Costanza, R., Hall, C. A. S., Kaufmann., R.K. (1984). *Energy and the US economy: A biophysical perspective*. *Science*, 255, 890-897.
- Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES) et al. (2010). *Corporate Reporting on Water Risk*. Ceres, Boston.
- DeSimone, L.D. and Popoff, F. (1997). *Eco-Efficiency: The Business Link to Sustainable Development*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Dikgang, J. and Visser, M. (2010). "Behavioral Response to Plastic Bag Legislation in Botswana." *Environment for Development Discussion Paper Series*. Resources for the Future, May 2010, EFD, DP, 10-13, Washington, D.C.
- EEA, European Environment Agency. (2005). *The European environment: State and outlook*. European Environment Agency, Copenhagen.
- Ehrenfeld, J. R. and Gertler, N. (1997). "Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg." *Journal of Industrial Ecology*, 2, 1, 67-79.
- Energy Foundation Ghana, (1999). "Reducing Energy Cost through Integrated Energy Management: The Ghana Textile Printing Company Ltd." Available at: <http://www.ghanaef.org>.
- European Chemical Industry Council. (2004). "Chemical Industry 2015: Roads to the Future." Cefic, Brussels.
- European Commission (CEC) (2007). "Links between the environment, economy and jobs." GHK, London.
- European Commission DG Environment. (2008). "The use of differential VAT rates to promote changes in consumption and innovation." IVM Free University of Amsterdam et.al. 25 June 2008.
- European Trade Union Confederation (ETUC), ISTAS, SDA, Syndex and Wuppertal Institute. (2007). "Climate Change and Employment. Impact on employment in the EU-25 of climate change and CO₂ emission reduction measures by 2030." ETUC, Brussels.
- Everett, T., Ishwaran, M., Ansaloni, G.P., and Rubin, A. (2010). "Economic growth and the environment." in MPRA Munich Personal Report Archive. University of Munich, Munich.
- Fund for Research into Industrial Development, Growth and Equity (FRIDGE). (2001). "Socio-economic impact of the proposed plastic bag regulations." Report prepared by Bentley West Management Consultants for Nedlac, Johannesburg.
- Geels, F. W. (2002). "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study." *Research Policy*, 31, 8-9, 1257-1274.
- Geng, Y., Haight, M., and Zhu, Q. (2006). "Empirical Analysis of Eco-Industrial Development in China." *Sustainable Development* (in press), Wiley InterScience Online (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/sd.306.
- Gereffi, G., Dubay, K. and Lowe, M. (2008). "Manufacturing Climate Solutions: Carbon- Reducing Technologies and US Jobs." Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University, Durham.
- Giuntini R. (2003) OEM Product-Services Institute (OPI). "Remanufacturing: The next great opportunity for boosting US productivity." Gaudette Kevin, Gaudette, K., November 2003, University of Indiana, Bloomington.
- Graedel, T. (2009). "Defining critical materials" in Bleischwitz, R., Welfens, P. and Zhang, Z. (eds). *Sustainable Growth and Resource Productivity*, 99-109. Greenleaf, Sheffield.
- Grande Paroisse - AZF, (2010). Available at: <http://www.azf.fr/nos-actions-apres-la-catastrophe/indemnisations-800240.html>, Accessed on 25 August 2010.
- Greco Initiative. (2009). "Green competitiveness in the Mediterranean; Finding business opportunities through cleaner production." Greco Initiative for Green Competitiveness, Regional Activity Centre for Cleaner Production, Barcelona.
- Government of Madhya Pradesh, Bhopal Gas Tragedy Relief and Rehabilitation Department, (2010). Available at: <http://www.mp.gov.in/bgtrrdmp/profile.htm>, Accessed on 25 August 2010.
- Havranek, M. (ed.) (2009). *Urban metabolism - measuring the ecological city*. Charles University Environment Center, Prague.

- Hasson, R., Leiman, A. and Visser, M. (2007). "The Economics of Plastic Bag Legislation in South Africa." *South African Journal of Economics*, 75, 1, 66-83.
- Hauser, W. and Lund, R.T. (2003). "The Remanufacturing Industry: Anatomy of a Giant." Boston University, Boston. Available at: <http://www.bu.edu/reman/>
- Heinberg, R. (2004). *Powerdown: Options and actions for a post-carbon world*. Gabriola Island, B.C. Canada: New Society Publishers.
- International Aluminium Institute. (2010). *Global Aluminium Industry Sustainability Scoreboard*, IAI, London.
- International Energy Agency (IEA). *Annual World Energy Outlook*. Paris: OECD/IEA. Available at: <http://www.worldenergyoutlook.org>.
- International Energy Agency (IEA). (2008, 2010). *Energy Technology Perspectives*. OECD/IEA, Paris.
- International Energy Agency (IEA). (2009a). "The impact of the financial and economic crisis on global energy investment." Paper read at G8 Energy Ministers Meeting, Rome.
- International Energy Agency (IEA). (2009b). *Energy technology transitions for industry: Strategies for the next industrial revolution*. OECD/IEA, Paris.
- International Energy Agency (IEA) and International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). (2009). "Emissions of Air Pollutants for the World Energy Outlook 2009 Energy Scenarios," August 2009.
- International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Press Release. (2009). "Current GHG emissions pledges leave climate targets in the red." IIASA, Laxenburg. Available at: <http://www.iiasa.ac.at/Admin/INF/PR/2009/2009-09-21.html>
- Index Mundi Commodity Prices. (2010). Available at: www.indexmundi.com/commodities/?commodity=metals-price-index&months=300
- International Labour Organization (ILO). (2007). "The production of electronic components for the IT industries: Changing labour force requirements in a global economy." Report TMITI/2007. International Labour Organization, Geneva.
- International Labour Organization (ILO). (2009). "General Survey concerning the Occupational Safety and Health Convention, 1981 (No. 155), the Occupational Safety and Health Recommendation, 1981 (No. 164), and the Protocol of 2002 to the Occupational Safety and Health Convention, 1981 - Report of the Committee of Experts on the Application of Conventions and Recommendations." International Labour Organization, Geneva.
- International Labour Organization (ILO). (2010). *Statistical Database*. International Labour Organization, Geneva.
- International Labour Organization (ILO). (2011). *Global Employment Trends 2011: The challenge of a jobs recovery*. International Labour Organization, Geneva.
- Jaffee, A., Peterson, S., Portney, P., Stevens, R. (1995). "Environmental regulations and the competitiveness of US manufacturing." *Journal of Economic Literature*, 33, 1, 132-163.
- Kocabas, A. (2009). "Towards 'Green' Conservation Planning In Istanbul' s Historic Peninsula." Mimar Sinan Fine Arts University, Istanbul.
- Kolm, H., Oberteuffer, J. and Kelland, D. (1975). "High-Gradient. Magnetic Separation," *Scientific American*, 233, 46-54.
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K.H., Haberl, H. Fischer-Kowalski, M. (2009). "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th Century." *Ecological Economics*, 10, 2696-2705.
- Kryzonawski, M., Kuna-Dibbert B. and Schneider J., (2005). *Health Effects of Transport-Related Air Pollution*. World Health Organization, Copenhagen.
- Kuriechan, S.K. (2005). *Causes and impacts of accidents in chemical process industries and a study of the consequence analysis software*, MPhil Thesis, Pondicherry University, India.
- Laitner, J., Gold, R., Nadel, S., Langer, T., Elliott, R.N., Trombley, D. (2010). "The American Power Act and Enhanced Energy Efficiency Provision: Impacts on the US economy." American Council for an Energy Efficiency Economy, Washington, D.C.
- Lund, R. T. (1996). *The remanufacturing industry: Hidden giant*. Boston University, Boston. (www.bu.edu/reman/)
- Lutz, C. and Giljum, S. (2009). "Global resource use in a business-as-usual world up to 2030: updated results from the GINFORS model" in Bleischwitz, R., Welfens, P., and Zhang, ZX (eds) (2009). *Sustainable Growth and Resource Productivity*, 30-42. Greenleaf, Sheffield, UK.
- Mannan, S.P.E. (2009). "Lessons learned from past incidents shed light on present day needs and challenges in process safety." lecture, Available at: http://chen.qatar.tamu.edu/assets/PDFs/Distinguished_Lecture_Series_-_TAMUQ.pdf. Texas A&M University, College Station, TX, USA.
- Markandya and Tamborra, M. (2005). "Estimates of damage costs from air pollution to human health, crops and materials: in Green accounting in Europe: A comparative study, 2, 113-225.
- Martinez-Fernandez, C., Hinojosa, C. and Miranda, G. (2010). "Green Jobs and Skills – Labour market implications of addressing climate change (working paper)." OECD Local Employment and Economic Development (LEED) Programme, Paris.
- Mendelsohn, R. and Muller, N. (2007). "Measuring the Damages of Air Pollution in the United States." *Journal of Environmental Economics and Management*, 54, 1, 1-14.
- Metz, B. et al., (eds.). 2005. *IPCC Special Report on Carbon Capture and Storage*: Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nahman, A. (2010). "Food Packaging in South Africa: Reducing, Re-using and Recycling" in *Government Digest*, February 2010. CSIR Environmental and Resource Economics Group, South Africa.
- Nhamo, G. (2005). *Environmental Policy Processes surrounding South Africa' s Plastic Bags Regulation*. PhD thesis. Rhodes University, Grahamstown, South Africa.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (1999). "Economic Instruments for Pollution Control and Natural Resources Management in OECD Countries. A Survey for the Working Party on Economic and Environmental Policy Integration." OECD, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2007). *Instrument Mixes for Environmental Policy*. OECD, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2008). *Measuring material flows and resource productivity*. OECD, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2008a). *Reconciling Development and Environmental Goals - Measuring the Impact of Policies*. OECD, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2009). *Trends In the Global Steel Market*. OECD, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2010a). *Taxation, Innovation and the Environment*. OECD, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2010b). "Fuels taxes, motor vehicle emission standards and patents related to the fuel-efficiency and emissions of motor vehicles" . Joint Meetings of Tax and Environment Experts. OECD, Paris.
- Pearson, N.O. (2010). "India to raise US\$ 535 million from carbon tax on coal." *Bloomberg Businessweek*, 1 July 2010. Available at: www.businessweek.com
- Perenius, L. (2009). "Global chemical industry: profile and trends." CEFIC presentation of 26 June, UNEP Geneva, Available at: www.chem.unep.ch/unespaicm/mainstreaming/Documents/GCO_SteerComm1/LenaPerenius_Assessment%20of%20Key%20Resources.pdf.
- Portland Cement Association. (2008). *The 2007 Apparent Use of Portland Cement by State and Market Group*, U.S. Summary. PCA, Skokie.
- Raes, Frank. (2006) *Global Change Newsletter No. 65*, March, 2006, International Biosphere Geosphere Programme.
- Renzetti, S. (2005). "Economic Instruments and Canadian Industrial Water Use" in *Canadian Water Resources Journal*, 30, 1, 21-30.
- Shin, D. (2004). "Price Volatility and LDCs. American Gas Association." Available at: <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/04/LNG/Davidper cent20Shinper cent20AGA.pdf>
- Strahan, D. (2007). *The last oil shock: A Survival Guide to the Imminent Extinction of Petroleum Man*. John Murray Ltd., London
- Stietska-Ilna, O., Hofmann, C., Duran Haro, M., Jeon, S. (2010). *Skills for green jobs: Global Synthesis Report*. ILO, Geneva.

- Strukova, E., Golub, A. and Markandya, A. (2006). "Air Pollution Costs in Ukraine." FEEM Fondazione Eni Enrico Mattei Research Paper Series, Working Paper No 120.06, Sept, 2006.
- Sustainable European Research Institute (SERI), (2010). "Trends in global resource extraction, GDP and material intensity 1980-2007." Available at: http://www.materialflows.net/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=48
- Svoboda, J. (2004). *Magnetic Techniques For the Treatment of Materials*. Kluwer Academic Publishing, Dordrecht.
- Symbeyond Research Group. (2010). "Assuring Consumer Confidence in Ethical Standards. Mapping of different initiatives." Report prepared for the Ethical Trade Fact-finding (ETFP) Steering Group. Symbeyond Research, Amsterdam.
- TEEB. (2012). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Business and Enterprise*. Edited by J. Bishop. Earthscan, Abingdon and New York.
- Tilton, J. E. (2002). *On borrowed time: Assessing the threat of mineral depletion*. European Commission, Brussels.
- Tukker, A. and Tischner, U. (2006). *New Business for Old Europe. Product Service Development, Competitiveness and Sustainability*. Greenleaf Publishing, Sheffield, UK.
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (2009). *Economic and Social Survey of Asia and the Pacific 2009*. UNESCAP, Bangkok.
- United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. (2009). *Water Development Report 3*. UNESCO, Paris.
- United Nations Environment Programme. (2002). *Industry as a Partner for Sustainable Development. Ten years after Rio: The UNEP Assessment*. Nairobi: UNEP.
- United Nations Environment Programme. (2006). *Class of 2006. Industry report Cards on Environment and Social Responsibility*. UNEP, Nairobi.
- United Nations Environment Programme. (2009). *Industry Sectoral Approaches and Climate Action: From Global to Local Level in a Post-2012 Climate Framework - A Review of Research, Debates and Positions*. UNEP, Nairobi.
- United Nations Environment Programme, Resource Panel. (2010a). *Metals Stocks in Society - Scientific Synthesis*. UNEP, Nairobi.
- United Nations Environment Programme, Resource Panel. (2010b). *Assessing the environmental impacts of consumption and production: Priority products and materials*. UNEP, Nairobi.
- United Nations Environment Programme (UNEP) Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) and Bloomberg. (2010). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010*. UNEP, Nairobi; Bloomberg New Energy Finance, London.
- United Nations Environment Programme, International Labour Organization (ILO), ICFTU and IOE. (2008). *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. UNEP, Nairobi.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (2007). *Policies for Promoting Industrial Energy Efficiency in Developing Countries and Transition Economies*. UNIDO, Vienna.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (2010). *International Yearbook Of Industrial Statistics 2010*. UNIDO, Vienna.
- United States National Research Council. (2009). *Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use*. The National Academies Press, Washington, D.C.
- United States Energy Information Administration. (2009). *International energy outlook*. Washington DC: United States Department of Energy, Energy Information Administration. <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/>.
- USGS, United States Geological Survey. (2007). *Minerals yearbook: Volume I Metals and Minerals. Vol. I*. US Department of Interior, Washington, D.C.
- Van den Bergh, J.C.J.M. (2008). "Environmental regulation of households? An empirical review of economic and psychological factors." *Ecological Economics*, 66, 559-574.
- Van den Bergh, J.C.J.M. (2011). "Energy conservation more effective with rebound policy." *Environmental and Resource Economics*, 48, 1, 43-58.
- Van Der Voet, E., Moll, S. and De Bruyn, S. (2005). "Policy Review on Decoupling: Development of indicators to assess decoupling of economic development and environmental pressure in the EU- 25 and AC-3 countries." European Commission, Brussels. Available at: http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/fin_rep_natres.pdf.
- Van Oss, H. (2006). "Iron and Steel Slag." US Geological Survey, Reston, VA.
- Von Weizsaecker, E., Lovins, A. and Lovins, L.H. (1997). *Factor Four: Doubling wealth, halving resource use - A report to the Club of Rome*. Earthscan, London.
- Von Weizsaecker, E., Hardgroves, K.C., Smith, M.H., Desha, C., Stasinopoulos, P. (2009). *Factor Five - Transforming the Global Economy through 80 per cent Improvements in Resource Productivity*. Earthscan, London; The Natural Edge Project, Australia.
- Waldmeir, P. (2010). "China offers subsidies to accelerate green car sales" *Financial Times*, 2 June 2010.
- Wan You and Jianguo Qi. (2005). "Long-term Development Trend of China's Economy and Importance of the Circular Economy" *China & World Economy*: 13, 2, 16-25.
- Warr, B.S., Eisenmenger, N., Krausmann, F., Schandl, H., Ayres, R.U. (2010). "Energy Use and Economic Development: A comparative analysis of useful work supply in Austria, Japan, the United Kingdom and the US during 100 years of economic growth" *Ecological Economics*, 69, 10, 1904-1917.
- Water Resources Group. (2009). *Charting Our Water Future*. McKinsey & Company, New York.
- World Bank. (2007). *World Development Report*. World Bank, Washington, D.C.
- World Bank and State Environmental Protection Administration (SEPA), P. R. China. (2007). "Cost of pollution in China economic estimates of physical damages." World Bank, Washington, D.C.; SEPA, Beijing.
- World Bank. (2008). *World Development Indicators 2008*. World Bank for Reconstruction for Development, Washington, D.C.
- World Bank. (2009). *World Development Indicators 2009*. World Bank for Reconstruction for Development, Washington,
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2010). *Vision 2050: The new agenda for business*. WBCSD, Geneva.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press, New York.
- World Health Organization. (2004). *The Global Burden of Disease: 2004 Update*. Available at: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/2004_report_update/en/index.html.
- World Resources Institute. (2005). *Navigating the Numbers*. WRI, Washington, D.C. Available at: http://pdf.wri.org/navigating_numbers.pdf.
- World Resources Institute. (2007). *Slicing the Pie: Sector-based Approaches to International Climate Agreements*. WRI, Washington, D.C.
- World Steel Association. (2009). *World Steel Figures*. WSA, Brussels. Available at: <http://www.worldsteel.org/pictures/publicationfiles/WSIF09.pdf>.
- Worldwatch Institute. (2004). *State of the World 2004*. Worldwatch Institute, Washington, D.C.
- Yingling, L. (2008). "China Watch: Plastic Bag Ban Trumps Market and Consumer Efforts" . Available at: www.worldwatch.org, 30 June 2008.



iStockphoto/Robert Dent



固废处理

为提高能源与资源效率进行投资



致谢

本章统筹协调作者：Prasad Modak博士，印度孟买市环境管理中心（Environmental Management Centre, EMC）执行主席。

联合国环境规划署的Vera Weick和Moustapha Kamal Gueye在该项目初始阶段负责整理本章，包括处理同行评议、与各章撰写者协调校订、进行补充研究并最终成稿。Derek Eaton审阅并编辑了本章中的关于模型的部分。Sheng Fulai（盛馥来）进行了本章的最初编辑。

为确保本章内容在部门、地理和区域方面均具有全球的代表性，世界不同地区知名的废物管理专家均参与了本章的编写。这些作者包括：Toolseeram Ramjeawon（毛里求斯大学，工学院市政工程系环境工程专业教授）、C. Visvanathan（泰国亚洲理工学院AIT，环境资源与发展系环境工程与管理项目教授）、Hardy M. Wong（加拿大多伦多EPM国际有限公司，全球组织环境顾问和主席）、Shailendra Mudgai（法国BIO情报所BIOIS，执行董事）和N.C. Vasuki（美国环境顾问）。另外，联合国环境规划署的Louise Gallagher，以及美国千年研究所的Andrea M. Bassi、John P. Ansah和Tan Zhuohua，也对本章做出了贡献。

Swati Arunprasad，EMC的高级环境专家，在撰写者整理录入参编作者的文稿、准备初稿，以及文稿准确性和一致性的校对过程中，提供了技术和研究上的协助。

以下个人帮助整理了数据和不同小节文字的录入工作，在此表示感谢：协助C. Visvanathan的Prem Ananth（亚洲理工

学院高级研究助理）；协助Shailendra Mudgai.T的Sandeep Pahal（BIOIS顾问）。

在本章编写过程中，责任作者还从很多地区性和国际性的工作组和专家会议里收集到了很有价值的资料。这些会议包括：全球绿色经济论坛（由中华人民共和国环境保护部和联合国环境规划署共同主办，2009年11月6-7日）、发展中国家扩展废物管理服务国际咨询会议（日本东京市，2010年3月18-19日）、亚洲第二届3R（减量化、再使用与再循环）区域论坛（马来西亚吉隆坡市，2010年10月4-6日）和非洲固体废物管理国际咨询会议（摩洛哥拉巴特市，2010年11月25-26日）。除了参与这些会议交流外，责任作者还受益于固体废物管理领域部分权威专家的各种学术报告，非常感谢他们提供了有用的数据和分析案例。

国际商会和世界钢铁协会的一些个人，在公开评议过程中，也为本章提供了进一步的评论意见。

我们也感谢很多同事和个人，在审查文稿时所提出的宝贵意见，包括Rene van Berkel（联合国工业发展组织）、Arlinda César-Matos（巴西文氏环境研究所）、Surya Chandak（联合国环境规划署）、James Curlin（联合国环境规划署臭氧行动组）、Luis F. Diaz（CalRecovery公司）、Ana Lucia Iturriza（国际劳工组织）、Vincent Jugault（国际劳工组织）、Robert McGowan和Matthias Kern（巴塞尔公约秘书长）、Changheum Lee（韩国常驻联合国代表）、Antonios Mavropoulos（国际固体废物协会）、Rajendra Shende（联合国环境规划署臭氧行动组）、Guido Sonnemann（联合国环境规划署）和Henning Wilts（德国伍珀塔尔研究所）。

目录

关键信息	270
1 引言	272
2 固废处理行业面临的挑战和机遇	274
2.1 挑战	274
2.2 机遇	280
3 固废处理行业绿色投资经济分析	283
3.1 固废处理行业绿色发展的目标及评判标准	283
3.2 固废处理行业的支出	283
3.3 投资于固废处理行业绿色发展的益处	285
4 废物管理投资增加带来的影响	293
5 促成条件	295
5.1 融资	295
5.2 采用经济手段引导市场	296
5.3 政策和管理措施	297
5.4 正规和非正规固体废物处理行业之间的体制安排	298
6 总结	300
参考文献	301

图目录

图1: 固体废物管理的金字塔结构	272
图2: 不同国民收入国家的城市生活垃圾组成	274
图3: 人均GDP与人均城市生活垃圾产生量关系图	275
图4: 世界不同地区的城市生活垃圾产生量估计值	276
图5: 经济合作与发展组织成员国个人消费水平和城市生活垃圾产生量之间的关系	277
图6: 欧盟传统15国1998-2007年间GDP增长和包装废物增长情况	279
图7: 1980-2005年间玻璃的循环利用趋势	281
图8: 欧洲用于受污染场址修复的支出中, 公共支出和私人支出情况	285
图9: 西欧再生铝产业能力的增长	287
图10: 利用可再生和不可再生城市固体废物产能情况	291
图11: 几个京都议定书中非附件1国家注册的CDM项目情况	292
图12: 世界银行估计的不同地区固体废物管理领域投资情况	295

表目录

表1: 电子废弃物产生量估值	276
表2: 衡量固体废物处理行业绿色发展进程的指标	284
表3: 根据人均GDP情况分类的垃圾收集状况	286
表4: 因废品回收利用而节约的能耗和温室气体减排通量	287
表5: 固体废物管理领域的社区合作	299

专栏目录

专栏一: 全球的金属库存情况和回收利用率	278
专栏二: 来自消费者的压力推动企业采用生态友好型包装方式	281
专栏三: 英国经济衰退时期的废纸循环利用率	281
专栏四: 通过循环利用节约成本、回收资源	288
专栏五: 固体废物管理和循环利用提供的工作岗位的社会效应—对体面工作和减少贫困的意义 ..	289
专栏六: 将城市粪便转化为有机肥料	290
专栏七: 农村从固体废物获取能量	290
专栏八: 依靠废物管理的碳信用额度	292
专栏九: 鼓励私人投资进行棕地清理和修复	297
专栏十: 英国进入填埋场废物量的减少	297

缩略语表

3Rs	Reduce, Reuse and Recycle	减量化、再使用与再循环
ADB	Asian Development Bank	亚洲开发银行
BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
BIR	Bureau of International Recycling	国际回收局
C&D	Construction and Demolition	建筑（建设与拆毁）
CBO	Community-based organisation	社区组织
CDM	Clean Development Mechanism	清洁发展机制
CE	Circular economy	循环经济
CEIT	Countries with economies in transition	经济转型国家
CER	Certified Emission Reductions	核证减排量
CO ₂	Carbon dioxide	二氧化碳
DBOT	Develop, Build, Operate and Transfer	开发、建设、运行与转让
DfD	Design for Disassembly	拆卸式设计
DfE	Design for Environment	环境设计
EAWAG	Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology	瑞士联邦水质科学和技术研究所
EEA	European Environment Agency	欧洲环境署
EoLV	End-of-life Vehicles	欧盟报废汽车标准
EPA	Environmental Protection Agency	美国环保局
EPR	Extended Producer Responsibility	生产者责任延伸制度
EU	European Union	欧盟
E-waste	Electronic waste	电子废物
FFTC	Food and Fertilizer Technology Center	亚太粮肥技术中心
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GIS	Geographic Information System	地理信息系统
GMS	Greater Mekong sub-region	大湄公河次区域
GPS	Geographic Positioning System	地理定位系统
HDPE	High Density Polyethylene	高密度聚乙烯
HSWA	Federal Hazardous and Solid Waste Amendments (USA)	美国联邦危险和固体废物修正法案
ICC	International Coastal Cleanup	国际海岸清洁运动
IFC	International Finance Corporation	国际金融公司

ILO	International Labour Organization	国际劳工组织
ILSR	Institute of Local Self Reliance	地方自力更生研究所
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会
ISWM	Integrated Solid Waste Management	全过程固体废物管理
LDCs	Least Developed Countries	最不发达国家
LDPE	Low Density Polyethylene	低密度聚乙烯
MBT	Mechanical and biological treatment	机械生物处理
MEA	Multilateral Environmental Agreement	多边环境协定
MIS	Management Information System	管理信息系统
MLF	Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol	实施《蒙特利尔议定书》多边基金
MRF	Material Recycling Facility	废品回收站
MSW	Municipal Solid Waste	城市生活垃圾
NGO	Non-governmental organisation	非政府组织
NIMBY	Not in my back yard	邻避效应（强烈反对在自己住处附近设立任何有危险性事物的设施）
NRDC	Natural Resource Defense Council	美国自然资源保护委员会
ODS	Ozone depleting substance	消耗臭氧层物质
OEA	Organisation of the European Aluminium Recycling Industry	欧洲铝回收行业组织
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development	经济合作与发展组织
OHS	Occupational Health and Safety	职业健康和安全
PAYT	Pay-as-you-throw	垃圾按量收费
PFI	Private Finance Initiative	私人融资倡议
PPP	Public-private partnership	公私合营
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act	资源保护和回收法案
RDF	Refuse Derived Fuel	垃圾衍生燃料
RMB	Renminbi, currency in People's Republic of China	人民币
ROI	Return on investment	投资回报率
SCRAP	School and Community Reuse Action Project	学校与社区回收利用行动项目
STEP	Solving the e-waste Problem	解决电子废物问题
SO ₂	Sulfur dioxide	二氧化硫
TEAP	Technology and Economic Assessment Panel of the Montreal Protocol	《蒙特利尔议定书》技术经济评价委员会

THB	Thai Baht, currency in Thailand	泰铢，泰国法定货币
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	联合国贸易和发展会议
UNDP	United Nations Development Programme	联合国开发计划署
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
UNU	United Nations University	联合国大学
USGS	United States Geological Survey	美国地质调查局
VBWF	Volume Based Waste Fee	按体积计算的垃圾费
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment Directive	废弃电气电子设备指令
WtE	Waste to Energy	垃圾焚烧发电

关键信息

1. 随着经济发展，固体废物体积日益增加，性质日趋复杂，对生态系统和人类健康造成严重威胁。全球固体废物清运量估计为112亿吨/年，这些固体废物中因有机成分的降解所排放的温室气体，约占全球温室气体排放量的5%。在所有固体废物种类中，废旧电子电气设备废物含有各种新的且成分复杂的危险物质，成为发达国家和发展中国家在处理废物时需要面对的最大挑战。

2. 固体废物处理市场需求的扩大，资源稀缺问题的日益严峻和高新技术的出现，为固体废物处理行业绿色发展提供了机遇。据估计，全球固体废物处理（从收集到循环利用）的市场价值为4,100亿美元/年，不包括与此份额相当的发展中国家的非正规化市场。固体废物的循环利用有望稳定发展，成为固体废物绿色管理系统的关键组成，并创造良好的就业机会。虽然目前仅有25%的固体废物被回收利用，但在绿色经济报告所规划的绿色投资情景下，固体废物填埋量将大幅下降，这意味着新的市场机遇将得以发展和扩大：工业废物资源化利用率将成倍增长（从7%上升至15%）；几乎所有的电子废物将被回收利用（目前的回收率估计为15%）；城市生活垃圾（废品回收的主要来源）的资源化利用率将从10%上升到34%，约是现有水平的3.5倍。此外，到2050年，所有有机废物将被有效地堆肥处理或者进行能源回收，而常规经济（business-as-usual, BAU）模式下其比例仅为70%。

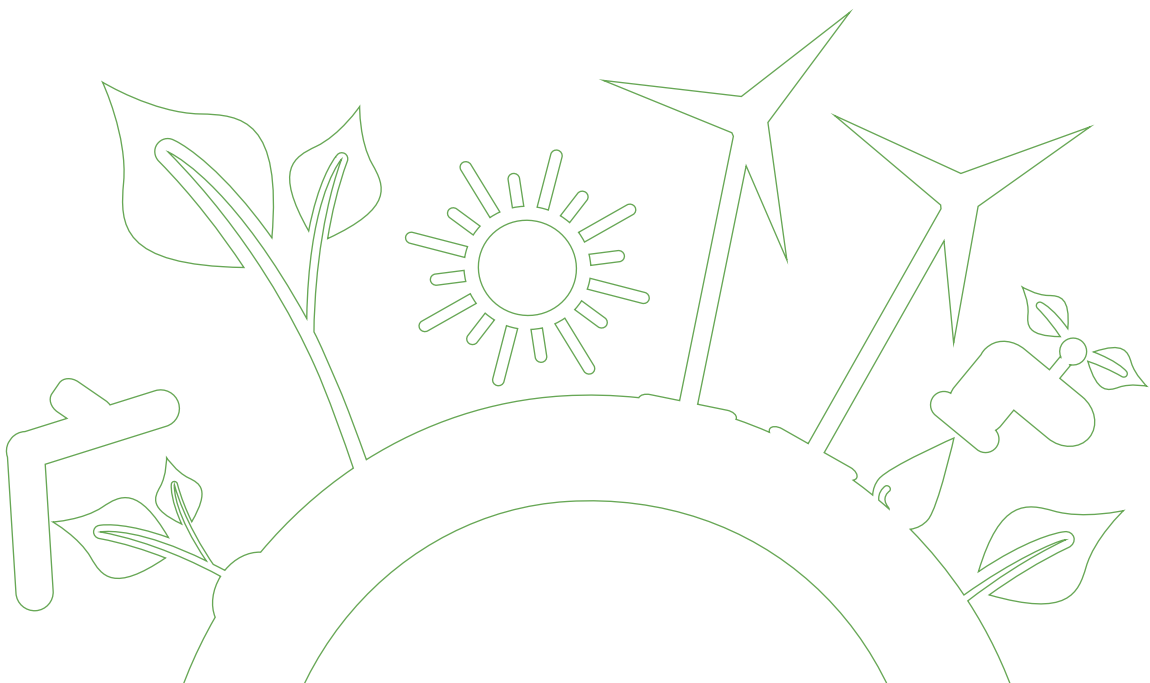
3. 固体废物处理行业绿色发展没有普适性的方法，但是各种做法之间存在共性。大部分国家和地区针对固体废物管理都出台了相关标准。作为固体废物处理行业绿色发展的共同特征，首先是实现废物减量化。当固体废物的产生变得不可避免时，从废物中回收资源和能源，以及将废物重新加工成可用的产品，则是第二选择。固体废物处理行业绿色发展的总体目标是建立一个全球性的循环经济，使原材料消耗量和废物产生量最小化，不可避免产生的废物得以循环利用或再加工，剩余的废物则进行无害化处理，使其对环境和人类健康的危害降至最低，甚至使其产生新价值，如从废物中回收能量。

4. 投资于固体废物处理行业的绿色发展，可产生多重的经济和环境效益。循环利用可节约大量的资源。例如，每回收利用1吨纸张，可少砍伐17棵树、节约50%的用水量。每回收利用1吨铝，可避免产生1.3吨铝土矿渣、节约15m³的冷却水、0.86m³生产用水和37桶石油，另外，还可避免2吨CO₂和11公斤SO₂气体的排放。在新产品方面，2008年垃圾焚烧发电市场估计已达199亿美元，预计到2014年将增长30%。在气候受益方面，至2030年，预计填埋场的甲烷排放量在负成本情况下可下降20-30%，在不到20美元/tCO₂-eq年的成本下可降低30-50%。

5. 循环利用行业与所替代的行业相比，更具创造就业的潜力。循环利用是创造就业岗位的最重要行业之一，仅巴西、中国和美国这3个国家，其提供的工作岗位就有1,200万个。以每吨废物为基准，仅分选和处理回收废品这一工作所提供的就业岗位，就比填埋或焚烧多10倍。本报告正文中的估计结果表明，2011-2050年间，作为总体绿色投资战略的一部分，全球平均将有1,520亿美元投资于废物收集行业；到2050年，在绿色经济情景中，全球废物收集行业的就业岗位将比BAU情景高10%。尽管高循环利用率可能会减少原材料加工以及相关行业的就业机会，但是总体上，净就业机会还是增加的。

6. 改善从事废物处理行业工作人员的劳动条件势在必行。通常，从事废品收集、加工和再分配的工作人员很少有机会从事其它行业。因此，尽管循环利用和固体废物管理能为创造就业岗位做出显著贡献，但并非所有与此相关的工作都称得上是绿色职业。要成为绿色职业，必须满足一些基本要求，如：建立儿童劳动保障制度、职业健康与安全保障制度、社会保障制度和赋予劳动者加入各种组织的自由。

7. 废物处理行业绿色发展需要融资、经济刺激、政策和法规措施的保障以及相关制度的合理安排。改进固体废物管理方式、避免固体废物对环境和人类健康造成危害，将会有助于减轻政府在财政上的压力。私人投资的加入也会显著降低固体废物的环境和健康成本，同时还会提升废物管理的服务水平。此外，微融资、其它创新性的融资方式和国际资金的援助，都有可能为固体废物处理提供运行费用。与此同时，还可以采用一系列经济手段来刺激废物处理行业的绿色发展，例如对固体废物征税或收取一定数额的费用、为循环利用提供贷款或者其它形式的补贴。这些经济手段必须和政策法规相结合，如以初级原材料的减量化、再利用、再循环以及寻找替代品为目标的政策法规，与固体废物管理市场有关的法规，土地利用政策和规划，以及劳动者的基本安全保障法规等。



1 引言

本章旨在通过对投资于固体废物处理行业绿色发展的经济分析，指导决策者如何进行这种投资。它展示了在扶贫和公平的方式下，固体废物处理行业绿色投资是怎样创造就业机会、促进经济增长同时又能兼顾环境问题的。

人们已经长期关注固体废物处理行业绿色发展的环境和社会（包含健康相关的）效益。但是环境和社会效益经常与经济需要相违背，因此其影响一直很有限。本章讨论了固体废物处理行业绿色发展的环境和社会效益，但重点放在根据已有数据进行的经济分析上。

本章首先解释了固体废物处理行业的涉及范围，以及什么叫固体废物处理行业的绿色发展，然后分析了这个行业所面临的挑战和机遇。接着对固体废物处理行业绿色发展的目标和增加绿色投资的潜在经济意义（包括模拟案例中得到的结果）进行了讨论。最后，提出了固体废物处理行业绿色发展获得成功所需要的重要条件。

1.1 固体废物处理行业的范围

固体废物处理行业传统上指的是城市生活垃圾（Municipal Solid Waste, MSW）处理，不包括污水（一般被归类于水处理行业领域）。本章的范围仅限于城市生活垃圾和一些特殊固体废物（如废弃的电子电气设备和车辆，以及车辆零件、建筑垃圾、医疗垃圾、生物质废物或农业残渣）的管理。

1.2 固体废物处理行业绿色发展

固体废物处理行业绿色发展，是指固体废物处理处置从一些不被提倡的方法（如没有能源回收的焚烧，各种类型的填埋）转向3Rs（即减量化、再使用与再循环，Reduce, Reuse and Recycle）方法。该战略是基于国际公认的全过程固体废物管理（ISWM），向固体废物管理金字塔的上层结构倾斜（见图1）。

全过程固体废物管理是对所有来源的固体废物进行管理的一种战略方法。优先从源头避免废物产生，实行分选，促进3Rs，通过综合管理的方式实施安全的废物运输、处理和处置，强调资源利用效率的最大化。这与传统的以末端处理（不包括能源回收）为特征、仅从达标角度考虑的固体废物管理方法有明显的区别。

在全过程固体废物管理体系中，固体废物处理行业绿色发展可包括：

- 资源保护，避免过量的资源浪费；
- 通过资源利用优化的方式减少废物产生量，使资源浪费比例最小化；

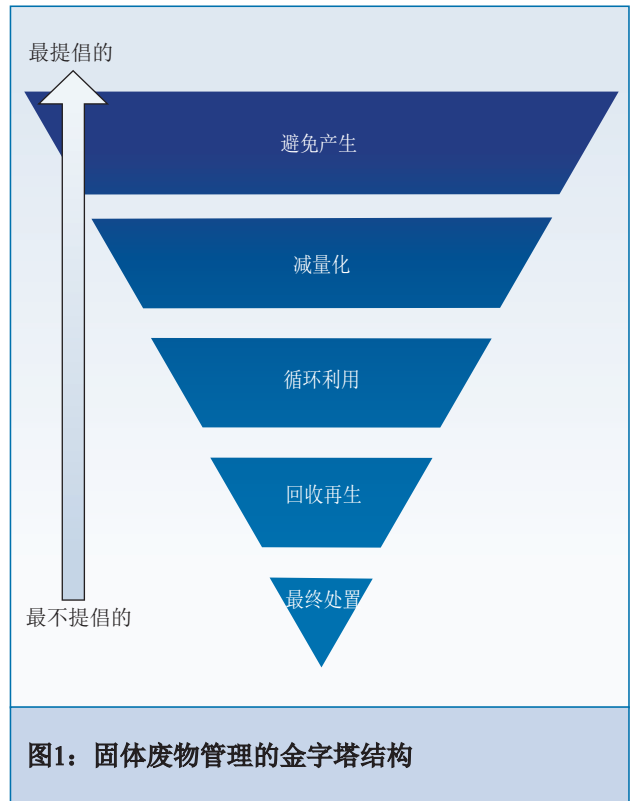


图1：固体废物管理的金字塔结构

- 废物收集和分类，以便进行合理的废物处理；
- 废物再使用，回用废物，避免原始资源的使用；
- 废物循环利用，将废物重新转化为可利用的产品；
- 能源回收，从废物中回收剩余能量；
- 避免填埋，保护土地资源，避免污染风险；
- 废物收集、废品回收（收集和分类）、3R技术和相关行动实施所需设施的建设与维护。

衡量固体废物处理行业绿色发展进程的指标包括：

- 资源消耗率（kg物料消耗/人）；
- 废物产生率（kg/人·年，总体产生率和按各种经济活动分的产生率）；
- 废物清运比例和分流比例；
- 废物流中再使用和循环利用的比例；
- 替换生产过程中原材料使用的比例；
- 用于能源回收的废物比例；

- 从填埋场中转移出的废物流中材料的比例；
- 因避免填埋而减少温室气体（Greenhouse gas, GHG）排放的量；
- 所有废物填埋处置的比例；
- 排放污染物（如渗滤液和填埋气体）捕集、回收和/或处理的程度。

至于整体绿色经济方面，固体废物处理行业绿色发展的评判标准包括其产品（如再加工的产品，回收的能源，和废物收集、分类、处理服务）的价值和相关的就业情况。也包括涉及卫生健康、房产价值、旅游价值，以及直接和间接创造就业机会等方面的经济和社会效益。并非所有这些指标数据都容易得到，在可能的情况下，本

章用了一些替代数据来衡量和评估固体废物处理行业绿色发展的经济意义。

1.3 固体废物处理行业前景展望

固体废物处理行业的长期愿景是建立一个循环的全球经济，在这个体系中，材料的利用和废物的产生都能达到最小化，不可避免产生的废物能够得以循环或再加工，所有剩余的废物能够以对环境 and 人类健康最无害化的方式进行处理，甚至通过从废物中回收能源以创造附加价值。为实现这个愿景，需要彻底地改变供应链管理，特别是供应链的产品和工业设计部分。尤其是，需以3Rs原则指导工业设计，涵盖所有生产阶段的物料，并覆盖整个供应链。反过来，这个要求可促进改革。在“制造业”一章中进一步详述生命周期方法，包括生产过程的闭环系统和循环系统。

2 固废处理行业面临的挑战和机遇

2.1 挑战

固体废物处理行业面临3种挑战：1) 随着人们收入的提高和经济的增长，固体废物数量和复杂性日益增加；2) 固体废物对人类健康和生态系统的危害风险在不断加剧；3) 固体废物处理行业对气候变化会产生影响。

废物数量和复杂性日益增加

地球资源的开采量仍在飞速增长，上世纪原材料消耗量增长了8倍 (Krausmann et al. 2009)。根据德国伍珀塔尔研究所 (Wuppertal Institute) 的调查结果，欧洲人每年人均消耗50吨资源，约是新兴经济体人均消耗量的3倍。而且，欧洲的废物处置量是新兴经济体民众的2倍 (Bleischwitz 2009)。在一些新兴经济体国家，人均资源消耗量也在大幅度增长。而随着收入水平和个人消费品购买力的提高，最不发达国家 (Least Developed Countries, LDCs) 也开始过渡到工业类型的社会代谢。

目前，城市生活垃圾和工业固体废物每年的产生量在34-40亿吨，其中一般工业固体废物为12亿吨 (Chalmin and Gaillochet 2009)。大部分固体废物来自城市居民生活垃圾 (17-19亿吨，占固体废物产生量的46%)，其中7.7亿吨是在25个经济合作与发展组织国家产生的 (UNEP 2010)。

当国家发展并开始变得富裕时，其产生的废物种类往往会增多，组分也越来越复杂。图2表明，在人均国民总收入小于12,196美元的中低收入国家，城市生活垃圾中有机物所占比例很高，而高收入国家的城市生活垃圾中，纸张和塑料的比例较高。

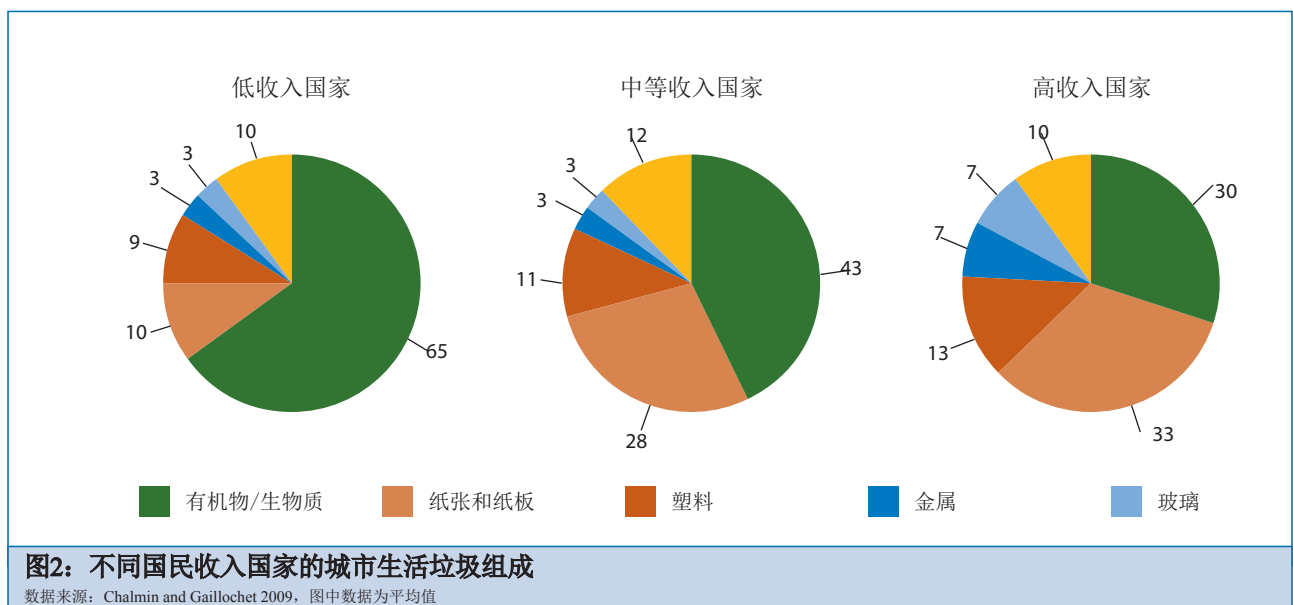
除城市生活垃圾外，其它类型固体废物的产生情况如下：

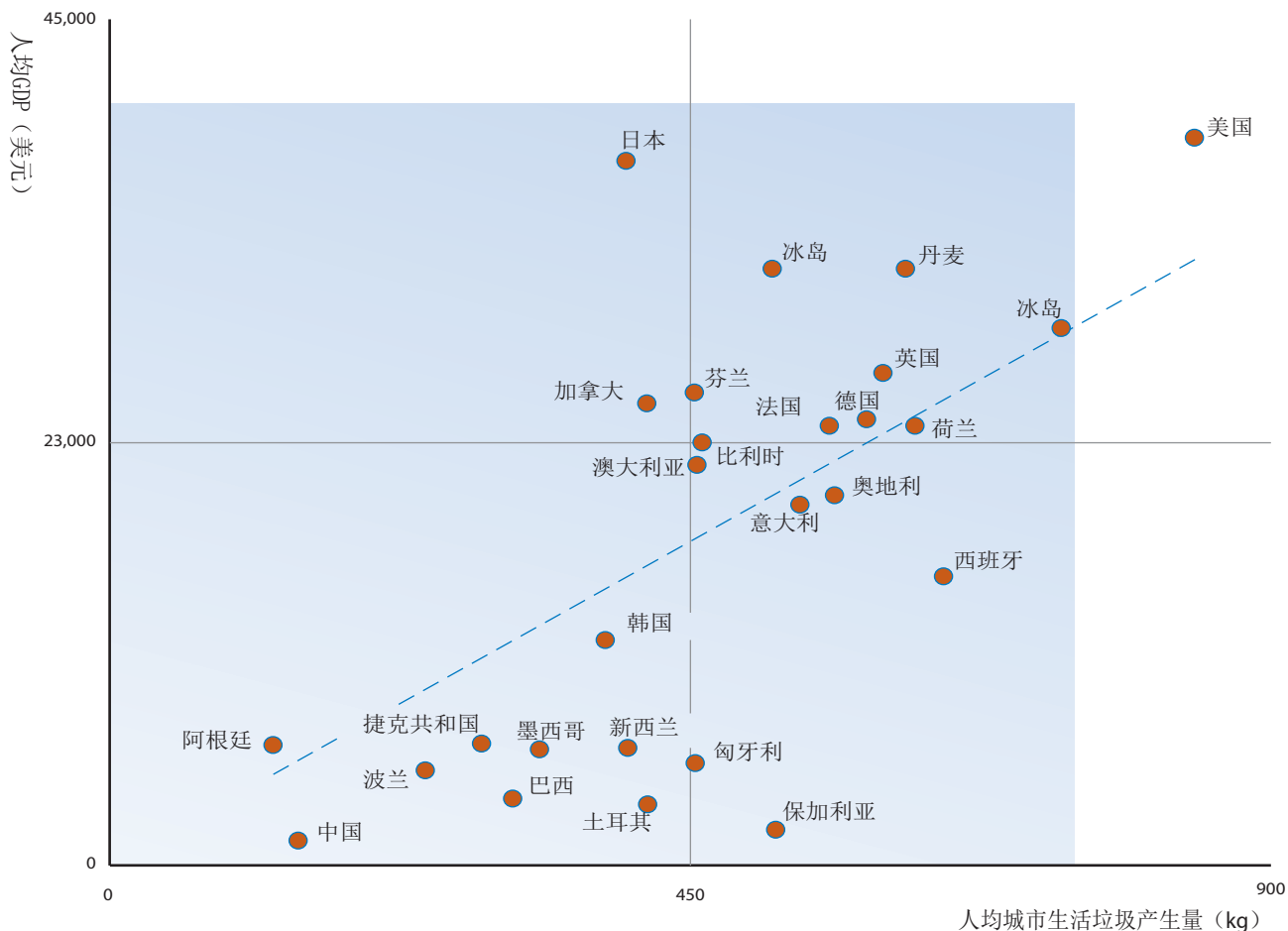
■ 建筑 (Construction and Demolition, C&D) 垃圾。在发达国家，建筑垃圾产生量占固体废物总量的10%-15% (Bournay 2006)，有些国家报道的比例还要更高一些。例如，经合组织 (OECD 2008a) 估计德国建筑垃圾产生量为1.785亿吨，占其固体废物总量的55%。建筑垃圾可归类为大体量垃圾，与其它类型的固体废物比较，其环境影响较小。

■ 报废汽车。在欧盟，报废汽车每年产生的固体废物量约为800-900万吨，德国、英国、法国、西班牙和意大利5国取消注册的汽车数占了欧盟25个成员国的75% (Eurostat 2010a)。日本每年产生70万吨汽车破碎残余物 (Automobile Shredder Residues, ASR)，即去除报废车辆中可再使用部件后的碎屑，例如塑料、橡胶、泡沫、纸张、纤维、玻璃等可再进行循环利用的物质 (Kiyotaka and Itaru 2002)。在美国，汽车破碎残余物的产生量是每年500万吨 (EPA 2010)。

■ 生物质固体废物。包括农业和林业产生的固体废物。据估计，每年全球农业固体废物的产生量可达1,400亿吨 (Nakamura 2009)。和建筑垃圾性质类似，生物质固体废物也具有体积大、环境影响较小的特点。

■ 医疗垃圾。有时被归类于危险废物。目前，还没有全球医疗垃圾产生量的估计数据。不过平均而言，在低收入国家每人每年约产生0.5kg至3kg医疗垃圾 (包括有害和无害的组分)。而高收入国家居民进行医疗活动产生的危险废物是人均每年6kg (WHO 2010)。





四个分区	经济状况与垃圾产生量	数据来源国家和年份
Q1	人均国内生产总值： 高于2.3万美元 人均城市生活垃圾产生量： 大于450kg	USA: 美国 ^a (2006) IRL: 爱尔兰 (2004) DNK: 丹麦 (2005) ISL: 冰岛 (2004) GBR: 英国 (2004) NLD: 挪威 (2004) DEU: 德国 (2004) FRA: 法国 (2004) BEL: 比利时 (2002)
Q2	人均国内生产总值： 高于2.3万美元 人均城市生活垃圾产生量： 小于450kg	FIN: 芬兰 (2004) CAN: 加拿大 (2004) JPN: 日本 ^e (2007)
Q3	人均国内生产总值： 低于2.3万美元 人均城市生活垃圾产生量： 小于450kg	BRA: 巴西 ^b (2002) ARG: 阿根廷 ^c (2002) CHN: 中国 ^d (2004) POL: 波兰 (2005) CZE: 捷克 (2005) MEX: 墨西哥 (2006) KOR: 韩国 (2002) NZL: 新西兰 (1999) TUR: 土耳其 (2004)
Q4	人均国内生产总值： 低于2.3万美元 人均城市生活垃圾产生量： 大于450kg	AUS: 澳大利亚 (2002) HUN: 匈牙利 (2004) BGR: 保加利亚 ^f (2003) ITA: 意大利 (2004) AUT: 奥地利 (2004) ESP: 西班牙 (2004)

注：人均国内生产总值23,000美元代表该国家经济发展处于中等水平

图3：人均GDP与人均城市生活垃圾产生量关系图¹

数据来源：^a: EPA 2007, ^b: Borzino 2002, ^c: Methanemarkets 2005, ^d: World Bank 2005和OECD 2008a, ^e: Yatsu 2010, ^f: GHK 2006; 人口数据来自<http://esa.un.org/unpp/>; 经济数据来自世界银行。<http://esa.un.org/unpp/>; GDP数据来自世界银行。

1. 数据来源于包括发达和发展中国家在内的27个国家的最新可靠数据（经济数据和人口数据年份与最新固体废物数据年份相同）

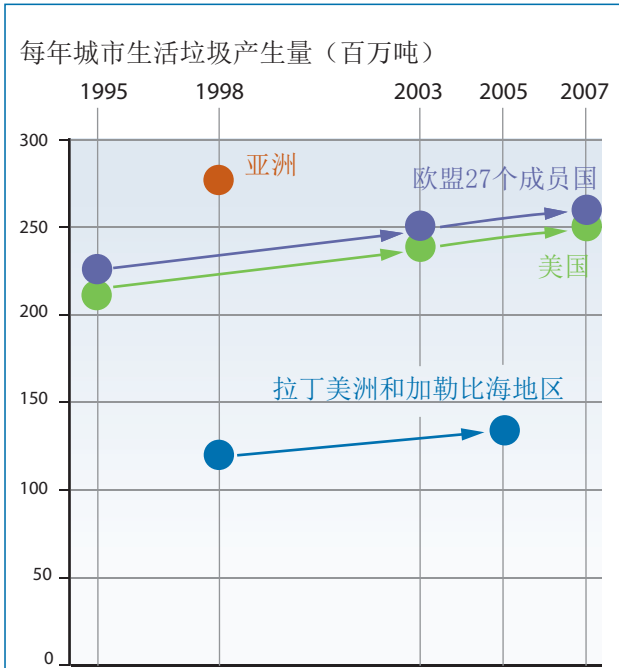


图4: 世界不同地区的城市生活垃圾产生量估计值

数据来源: Acurio et al. 1998, World Bank 1999, EPA 1999 and 2009, Hoornweg and Gianneli 2007, Eurostat 2010b

■ 电子废物 (e-waste)。由于全球对电子和电气类产品需求的一再增长, 电子废物的数量正持续激增。据估计, 仅在2004年这一年中, 全球就有约3.15亿台个人电脑遭到淘汰; 2005年, 约有1.3亿部移动电话报废 (UNEP 2005)。美国是电子废物的头号生产国, 据报道, 2008年美国的电子废物产生量达到了316万吨 (EPA 2009)。全球电子废物的总产生量已经由1998年的600万吨上升至2005年的2,000-5,000万吨 (UNEP 2005)。Yu Jinglei等人 (Yu Jinglei et al. 2010) 预测, 在2016年至2018年间, 发展中国家废弃的个人电脑数量将会超过发达国家, 到2030年其废弃电脑数可能会达到4-7亿台, 而同期发达国家废弃的数量为2-3亿台。

■ 危险废物。即使产生量很少, 危险废物也需要进行专门的处理和处置。危险废物有时会混入城市生活

垃圾或农业废物流, 例如废旧电池、使用过的颜料、剩余化学杀虫剂, 以及诸如冰箱、空调、灭火设备、清洁剂、电子设备和农业熏蒸剂等“消耗臭氧层物质 (Ozone depleting substance, ODS)”。《巴塞尔公约》上提交的报告显示, 每年至少有850万吨危险废物被越境转移 (Baker et al. 2004)。

■ 包装废物。包装废物及其管理已经成为高收入国家面临的主要问题。例如, 1997年欧盟15个传统成员国的包装废物产生量为160kg/人, 而在2004年, 增长到了179kg/人。根据欧洲环境署的调查 (EEA 2009), 无论是欧盟的传统成员国还是新加入的成员国家, 其包装废物的产生量都在增加。

■ 海洋废物。沿海的娱乐活动, 流入海洋的河道, 吸烟相关行为, 向海洋倾倒垃圾, 以及与医疗和个人护理相关的活动和来源, 都会直接或间接地向海洋中排放废物 (UNEP 2009a)。1989年至2007年间, 国际海岸清洁行动 (International Coastal Cleanup, ICC) 在全球的海洋中一共捡拾了103,247,609份垃圾, 其中有近四分之一 (25,407,457个) 是香烟或香烟滤嘴 (UNEP 2009a)。报告显示, 海洋废物对沿海地带的野生生物、敏感的生态系统、人类健康安全以及经济发展都造成了严重的不良影响 (Ocean Conservancy 2010)。

固体废物的产生量与人口数和收入状况密切相关, 其中, 收入水平是更主要的影响因素。图3显示了城市生活垃圾产生量与国内生产总值之间的关系。高收入国家城市人口仅有3亿, 产生大约24万吨的城市生活垃圾 (每人每天0.8kg), 而低收入国家城市人口达13亿, 但其垃圾产生量 (每人每天0.2kg) 却与高收入国家相近 (26万吨), 人均垃圾产生量仅为高收入国家的四分之一。

图4显示了世界不同地区的城市生活垃圾产生量。从1995年至2007年间, 美国和欧盟国家的城市生活垃圾量分别增长了21%和14%。但是, 随着人们环境意识的提高以及固体废物管理相关政策的干预 (例如, 欧盟于2000年颁布了规范以促进报废汽车的回收利用, 在2002年对电子

国家	评估年份	个人电脑	打印机	移动电话	电视机	冰箱	总计
南非	2007	19,400	4,300	850	23,700	11,400	59,650
肯尼亚	2007	2,500	500	150	2,800	1,400	7,350
乌干达	2007	1,300	250	40	1,900	900	4,390
摩洛哥	2007	13,500	2,700	1,700	15,100	5,200	38,200
塞内加尔	2007	900	180	100	1,900	650	3,730
秘鲁	2006	6,000	1,200	220	11,500	5,500	24,420
哥伦比亚	2006	6,500	1,300	1,200	18,300	8,800	36,100
墨西哥	2006	47,500	9,500	1,100	166,500	44,700	269,300
巴西	2005	96,800	17,200	2,200	137,000	115,100	368,300
印度	2007	56,300	4,700	1,700	275,000	101,300	439,000
中国	2007	300,000	60,000	7,000	1,350,000	495,000	2,212,000

表1: 电子废弃物产生量估值 (吨/年)

资料来源: 改编于UNEP和UNU 2009

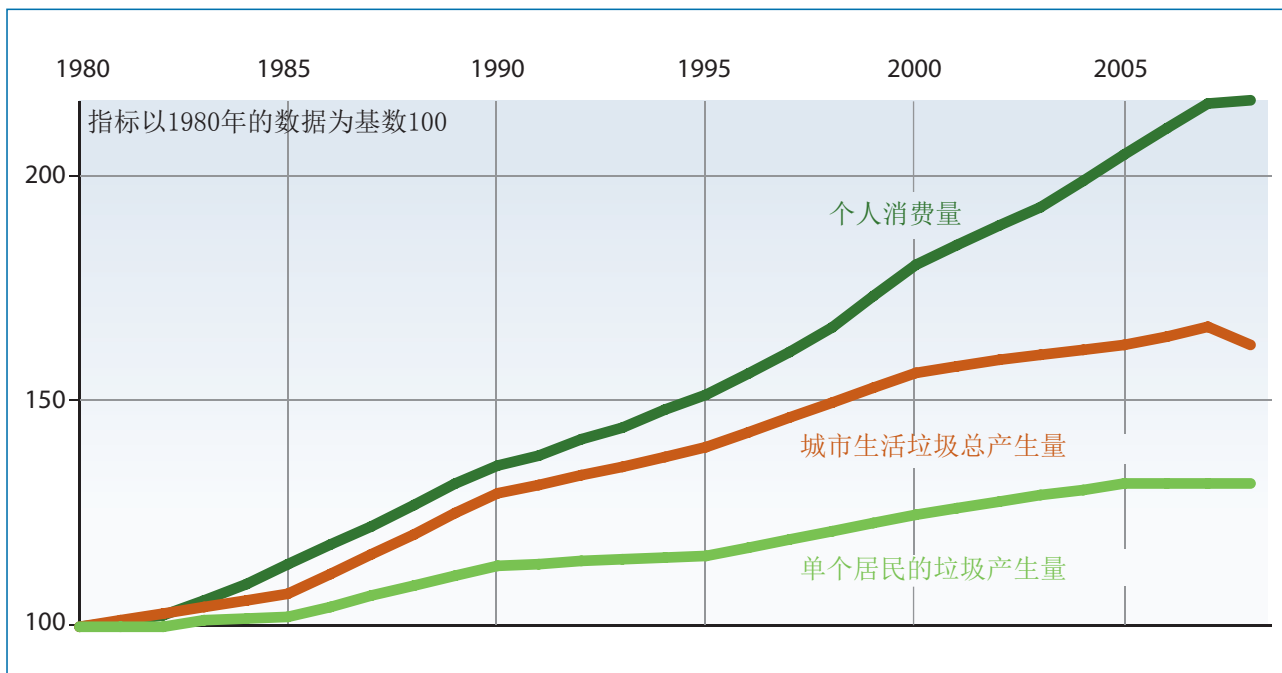


图5: 经济合作与发展组织成员国个人消费水平和城市生活垃圾产生量之间的关系

注: 图中的这些指标与城市生活垃圾产生量相关。它们显示了2006年以单位居民和单位个人消费支出(不包括教育、医疗和类似用途的消费)表示的废物产生强度,以及自1980年以来的变化情况。

数据来源: OECD 2008b

及电气类废物也出台了类似政策), 欧盟和美国(程度低于欧盟地区)的垃圾产生速率在2003年至2007年期间已经开始放缓。尽管情况已有所改善, 但财富拥有量与垃圾产生量之间的关系依然相当紧密。因此, 随着发展中国家尤其是亚洲地区的逐渐富裕, 他们的固体废物管理会面临巨大的挑战(World Bank 1999)。不过令人欣慰的是, 在经合组织国家里, 两者之间的相关性已经开始减弱, 如图5所示, 在近10年里, 这些国家的人均垃圾产生量已基本保持稳定。近期人们对废物减量化益处认识的逐步加深以及高产废物的产业向发展中国家以及新兴经济体的转移, 可能是造成上述结果的原因。在这些国家, 填埋依然是处理固体废物的最主要方式(OECD 2008b)。

日益增长的固体废物量不一定是我们今后面临的最大挑战。但是, 混合后的城市生活垃圾、有害医疗废物和工业废物, 如果不能得到有效收集, 或者收集后堆放在没有管理措施或没有相应安全保护措施的填埋场, 它们会给人类健康和生态环境带来严重威胁。在一些低收入国家, 固体废物收集率不到70%, 而在这些被收集起来的废物中, 有50%以上进入没有安全管理措施的填埋场处置, 有15%以不安全和非正规的方式被循环利用(Chalmin and Gaillochet 2009)。考虑到城市生活垃圾中含有一些有用的组分, 这些废物的混合将会使我们失去回收这些有用组分而进行资源利用的机会。专栏一概述了提高全球金属制品循环利用率所面临的挑战和问题。

电子废物已经成为发达国家和发展中国家共同面临的严峻挑战。电子废物是极不均匀的废弃物, 是目前城市生活垃圾中增长速率最快的一类组分, 尤其在发达国家和一些新兴经济体更是如此。表1中给出的是11个国家电子废物产生量的估计值。从表中可以看出, 全球64%的电子废物产生于中国, 其次是印度(13%)和

巴西(11%)。预计到2020年, 塞内加尔、乌干达、印度、中国和南非等几个国家的电子废物数量可能会增长2-8倍(UNEP and the UNU 2009)。电子废物是城市生活垃圾中新增的复杂危险废物的主要来源。

据联合国环境规划署(United Nations Environment Programme, UNEP)和联合国大学(United Nations University, UNU)估计, 全球每年电子废物的产生量在2,000万吨到5,000万吨之间, 约占全部城市生活垃圾总量的5%。电子废物在发展中国家的废品回收利用行业中占有重要地位, 即便这些废物可能不是在这些国家产生的。随着越来越多的电子产品销往中国、印度、非洲和拉丁美洲, 在未来的十年里, 这些地区的电子废物数量将急剧增长, 挑战将更为严峻(UNEP and UNU 2009)。

不断增长的贸易也增加了废物物流的复杂性。废弃产品成分信息(如有价值的原材料或者有毒的污染物)的缺乏, 为它们的交易带来了挑战和风险。为了使商品在运输过程中受到的损害降到最低, 人们对产品包装的要求越来越高。同时, 对产品包装要求的提高也是为了满足日趋严格的食品卫生和安全标准。从图6可以发现, 1998-2007年间, 欧盟传统15个成员国(EU15)的包装废物数量与GDP保持着比较稳定的同步增长。由于这个趋势将持续存在, 所以包装废物的绝对产量必然将增长, 城市生活垃圾的组成将更加复杂。

固体废物的非法交易也使得固体废物处置问题变得更加严峻。一些发达国家在发展中国家非法堆置危险废物, 向其出口大量旧电子和电气产品, 而这些发展中国家通常没有相应的基础设施来管理这些危险废物。这种非法的越境转移已成为全球需加以关注的问题。根据《巴塞尔公约》, 其成员国需要报告他们转移危

专栏一：全球金属库存情况和回收利用率

作为基础设施建设和产品生产的核心原材料，金属的需求量随着工业化进程的加速而不断提高。发展中国家发展经济需要消耗金属，而工业化国家发展现代化科技也需要消耗金属。因此，在未来的一段时间里，人们对金属的巨大需求仍会继续。既然金属是一种有限的资源，其供应量的潜在挑战可通过在其整个生命周期进行循环利用来解决。

在金属生命周期的各个阶段里，人们最关注的是金属的社会库存量，包括所有已使用或正在使用的金属。从全球来看，经济更加发达的国家拥有绝大部分的金属社会库存量。例如，日本和美国金属的社会库存量最高，比中国分别高出9倍和13倍。而且数据显示，经济发达国家人均金属社会库存量，比经济欠发达国家超出5-10倍。

利用人工矿或城市库存金属已经成为解决金属需求量不断增长问题的关键策略。对人工矿或城市库存金属的利用可以减少人们对天然金属资源的依赖，缓解采矿活动造成的环境恶化。但是，在全球金属循环利用过程中，人们发现了很多缺陷。例如，发展中国家的镓、铟等稀有金属在过去三十年间的大规模使用及回收利用设施的缺乏，造成了这些金属资源的耗散损失。

下面列举了不同种类金属的循环利用率（EOL-RR）。

■ **黑色金属**：主要含铁，大部分有磁性。废铁和废钢的回收利用率是所有工业用金属材料中最高的，达到了70%-90%。

■ **有色金属**：不含铁，其使用量仅次于黑色金属。大多数具有较高的循环利用率，尤其是金属铅（回收利用率超过了50%）。

■ **贵金属**：由于贵金属比较稀缺，大部分均得到了有效的回收利用。利用率最高的贵金属有：钯（60%-70%）、铂（60%-70%）和铑（50%-60%）。

■ **稀有金属**：含金属种类最多的一组，一共有37种，而且有很大的市场需求量。在这37种金属中，有32种金属的回收利用率接近0（<1%）。

可持续化发展面临的挑战和解决办法

可以发现，某些金属的回收利用率相当低，特别是稀有金属。

人们已经意识到循环经济是解决未来持续增长的金

属需求的关键。在城市里设置合适的金属回收设施和服务是很有必要的，它们会成为我们未来的金属矿藏，应将其放在优先考虑的位置。

国际资源专家组果断地提出，通过国际循环利用会议、技术应用项目和专门的学术交流项目，来促进发展中国家的能力建设、技术转让和国际合作，这是很重要的。

专家组还强调了3个需要引起迫切注意的关键问题：

■ **研究与发展**。在发展过程中，应优先进行数据采集和分析、循环技术研究及其它研发尝试。实际上，我们还没有同等时空条件下，种类繁多的金属的全球性数据。

■ **禁止非法的固体废物运输**。像联合国环境规划署、经合组织这样的国际性组织应该加强对废品非法出口的监管和控制。

■ **持之以恒地改善法规体系**。为了充分利用社会中的库存金属，发达国家应该努力尝试帮助欠发达国家建立合理的法规体系，并确保其能得到有序地执行。

资料来源：UNEP 2011

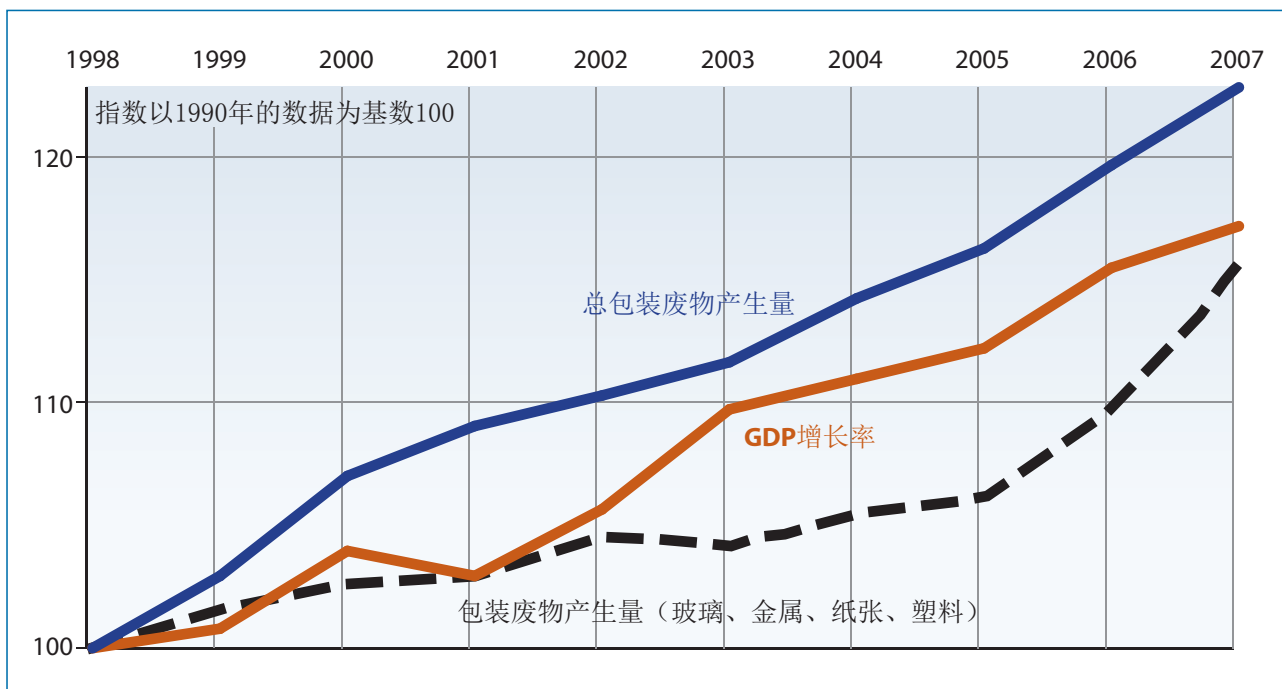


图6: 欧盟传统15国1998-2007年间GDP增长和包装废物增长情况

资料来源: EEA 2009

险废物的总数,但是目前关于危险废弃物运输转移还没有可靠的统计数据,要想统计那些非法的运输量就更加困难了。除此之外,旧电子和电气类产品到底是该划分为二手产品还是危险废弃物,目前还很难定义。上述的这些问题都加剧了危险废弃物对环境和人体健康的危害风险²。

健康和环境风险

固体废物数量和复杂程度的增加带来了极其严重的健康和环境风险。在那些缺乏垃圾收集和处理系统的地方,这些问题显得尤为突出;而即使在已建立了垃圾收集和处理系统的地方,废物带来的风险依然存在。在一些工业化国家,尽管安全填埋和焚烧技术已经有了很大进步,也有防护措施防止人们与废物处理设施的直接接触,但是,与垃圾处置相关的综合效应依然引起人们的担心。虽然目前相关的研究还不是很多,但在一些流行病学研究中,已经加入了很多可以反映填埋场和旧焚烧厂对健康影响的指标,包括癌症发病率、死亡率、新生儿出生缺陷以及新生儿体重过轻(WHO 2007)。在发达国家,对废物处理设施的抵制已经不仅仅是一种简单的“邻避”(Not in my back yard, NIMBY, 别在我的后院)反应。当地居民反对修建填埋场和焚烧厂,因为他们担忧会有健康和安全问题,而且他们不信任相关部门,认为他们执行的是最低的安全和环保标准。此外,还有一个问题就是建了填埋场后,其周边土地财产会贬值,周边的人们可能会失去生计(如与农业、旅游业相关的生计)。

在发展中国家,由于固体废物收集率低或收集方式不合理、废物处理和处置设施不完善、财政支持有限、加之相关法律的执行力度薄弱,露天的、无控制措施的、不

安全的堆放成为固体废物管理的最常用方式。在这些堆放场地里,各种废物混合堆放,会出现露天焚烧、流浪动物觅食、渗滤液和气体等危险物质泄露等情况。无控制措施的堆放还会堵塞排水系统,引发水灾,从而引起疾病暴发和水体污染等额外的健康和环境问题。

无控制措施的垃圾堆场会引起很多健康危害。例如,引起皮肤和眼部的感染、呼吸系统疾病、病媒传染病的爆发,如腹泻、痢疾、伤寒症、肝炎、霍乱、疟疾和黄热病等。啮齿动物和其它流浪动物也会传播诸如鼠疫和蚤传斑疹伤寒等一系列疾病。但是,目前对于固体废物引发的医疗费用和经济损失还没有一个全球范围内的评估,只有几个国家在这方面进行了研究。例如在帕劳共和国(太平洋中的一个岛国),每年与固体废物相关的健康问题造成的损失达到了69.7万美元(人均约32美元)(Hajkowicz et al. 2005)。在汤加群岛,固体废物带来的经济损失至少是560万潘加(约合280万美元),其中45万美元是用于固体废物引起的个人健康卫生医疗(Lal and Takau 2006)。

在中低收入国家,由于缺乏其它生计,而垃圾中的废品可以卖钱,很多穷人甚至小孩加入了垃圾堆场拾荒者的行列。这些拾荒者很容易感染肠胃疾病、寄生虫病以及皮肤病。联合国环境规划署曾在肯尼亚的一个占地30英亩的叫做Dandora的垃圾堆场做了一项研究,研究发现(UNEP 2007)居住在附近近一半的被调查儿童和成年人(总计328人)患有呼吸系统疾病,同时血铅含量超过国际标准限值(100mg每升血)。30%的人被进一步证实因高暴露于重金属污染而导致血红细胞异常。在印度,拾荒儿童还检查出了其它一些很严重的健康问题,包括寄生虫肠道疾病、疥疮、干眼症和淋巴结疾病(Hunt 1996)。

对于控制固体废物对人类健康及生态系统造成的影响,

2.但是,如果进口国家有足够的循环利用基础设施处理废物,那么这些旧电子产品的出口就是合法的。

数量问题固然重要，但各种废物流中日益增长的危险组分，才是最需要引起人们警觉的。在发展中国家，由于缺少完善的废物收集和分选环节，现有的固体废物管理基础设施在处理混合和数量巨大的废物时显得力不从心。为了避免对环境和公共健康造成严重的不良后果，进而引起经济上长远的负面影响，这些国家有必要开始投资建设能合理收集和分选废物的相关部门与废物处理基础设施。

温室气体排放

温室气体排放引起了全球气候的变化。城市生活垃圾中有机物的温室气体排放量，占全球温室气体排放量的5%。根据政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据（Bogner et al. 2007），2005年固体废物产生的温室气体排放量大约是1300MtCO₂-eq。在所有的固体废物处理方式中，填埋场和露天堆场中有机物厌氧降解释放的甲烷气体是最大的温室气体来源。在欧盟27个成员国总的温室气体排放量中，有2.8%来自废物的降解，包括处置场、填埋场以及水处理设施（Eurostat 2010c）。填埋场气体的释放量与填埋垃圾的性质（组成、密度、颗粒粒径）和填埋场的环境条件（湿度、营养物质、微生物、温度和pH）有关。在填埋气体中，甲烷占了50%-60%，剩余成分包括二氧化碳以及少量非甲烷类挥发性有机物、卤代有机物和其它物质。此外，一些废弃设备（例如空调、冰箱等）、建筑材料（泡沫塑料）和工业废物也会释放消耗臭氧层物质，引起臭氧层空洞。很多消耗臭氧层物质也是强效的温室气体，会导致气候变化。

2.2 机遇

固体废物处理行业绿色发展带来的机遇主要源自以下3个相互关联的方面：1）对废物管理和循环利用产品的需求促使固体废物市场蓬勃发展；2）自然资源的稀缺导致商品价格的一再攀升，进而影响到人们对可循环利用产品以及实现垃圾焚烧发电（Waste to Energy, WtE）的需求；3）固体废物管理新技术的出现。这些为固体废物处理行业的绿色发展带来了重要的机遇。

固体废物处理市场的发展

尽管数据有限，但是可以清晰地发现，固体废物管理市场正在发展中。全球的固体废物处理市场价值，从收集到循环使用，估计在4,100亿美元/年（Chalmin and Gailochet 2009）。这个数据只能是一个大概的估计值，因为目前掌握的可靠数据有限，人们很难正确评价固体废物市场的准确规模。特别是在发展中国家，能得到的有效信息就更少了，而且现有数据主要来自正规化的固体废物管理行业。

以下4个因素推动了固体废物市场的发展：1）固体废物数量和种类在增加；2）改善固体废物管理可以降低生态环境和人类健康风险，并减少对气候变化的影响，人们在这方面的政治意识在提高；3）在新兴经济体国家，伴随着城市化的脚步，人们更希望拥有一个更佳的居住环境，这其中就包括更加完善的固体废物

管理体系；4）从垃圾中回收废品生产二次原材料的正规和非正规贸易在发展。

消费者需求的变化是推动固体废物处理行业绿色发展的决定性因素。随着环保意识的不断提高，越来越多的消费者开始要求购买可回收利用的产品和固体废物衍生肥料。专栏二介绍了企业为了迎合消费者的需求而采用生态友好型的产品包装方式的例子。为了能从回收资源中获取更大的利益，人们开始重视生物产沼气和垃圾焚烧发电等资源化技术。

当然，今天的固体废物处理市场还很难称得上绿色环保，而且废物收集和循环利用的方式也没有完全达到环保方面的相关标准和规定。除了循环利用率，目前可以用来评价固体废物处理市场绿色发展程度的数据少之又少。而事实上，由于发展中国家有20%-50%的循环利用采用的是非正规的处理方式，现有的固体废物管理行动的环境标准也比较低，因此，不对循环利用率数据进行确认核实就加以采用的话，是很不明智的（Wilson et al. 2009）。此外，在废物的收集和循环使用过程中，有些雇佣童工，有些工作环境十分恶劣、而且很不安全，这种固体废物处理市场也不能被认为是绿色环保的。

尽管如此，固体废物处理市场的发展还是为其向绿色化方向发展提供了机遇。随着市场的发展和逐渐成熟，消费者们会对固体废物管理提出更加严格的标准要求，来避免任何的健康和环境风险。现行的标准主要将注意力放在了保护环境和人体健康方面，而在将来，有关工作环境和可循环利用产品品质的相关标准将会得到更多的关注，固体废物处理市场在这些方面的发展，为在固体废物管理体系中系统地引进绿色环保标准提供了很好的平台。

资源的匮乏

人口的高速增长和经济发展导致了人们对能源、基础工业产品和消费品的需求也在不断增加。40年后当世界人口数再增加23亿的时候，估计人们的能源消费量将急剧增长，绝大部分会集中在亚洲、拉丁美洲和非洲的一些城市（Pareto and Pareto 2008）。而根据Leggett（Leggett 2005）的报导，2008年到2012年期间，世界石油储备已经不能应对消耗持续增加而需求进一步上升的状况。根据能源观察小组（Energy Watch Group 2007）的调查，中国是世界上煤炭储量下降最快的国家，而美国早已过了煤炭生产高峰期。全球煤炭产量预计在2025年左右达到峰值，比现在增加30%。能源供应量的减少将会对能源密集型的制造行业（如采矿和金属加工业等）造成立竿见影的影响，使材料的产量下降，而制造成本会随之上升。

除了石油及其相关产品外，金属对于全球经济也起着至关重要的作用。无论是建筑业、汽车制造业，还是迅速扩张的移动电话、空调、冰箱以及其它电子消费

品生产行业，世界上所有人口都和工业化国家的居民拥有同样数量的金属制品，那么金属制品的需求量将会是现在水平的3-9倍。

专栏二：来自消费者的压力推动企业采用生态友好型包装方式

消费者对可循环利用产品需求的增长，促使很多企业开始改变产品包装方式，以降低对环境的不良影响。北美的惠普公司（HP）、EnviroPAK公司（圣路易斯市）和Oxobioplast有限公司（多伦多市）就是这类企业的典型代表。惠普公司声称该公司所有产品的外包装均可以循环利用，并且为他们打上了可循环使用的标签。EnviroPAK公司热衷于使用复合再生纸浆包装电子产品、小型家用电器、医药品、

日用品、CD和DVD光盘、汽车零部件、食品和瓶装商品，该公司宣称，通过使用这种纸浆替代发泡聚苯乙烯，可节约70%的包装和运输成本。Oxobioplast有限公司通过向塑料制品中添加一种叫“Revert”的添加剂，可使塑料制品在超过使用年限之后，高分子链断裂而被生物降解。

资料来源：改编自 MachineDesign（2008）

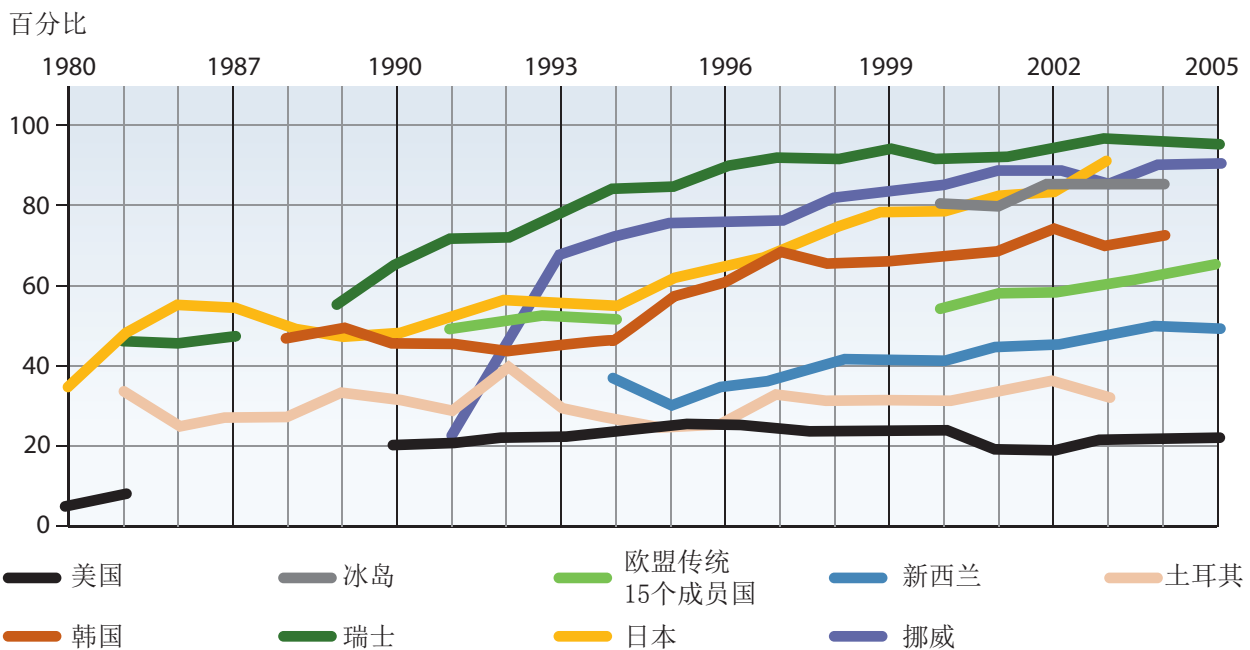


图7：1980-2005年间玻璃的循环利用趋势（表观消费量的百分比）

资料来源：OECD 2008b

鉴于迅速增加的地球资源消耗量，循环利用和重复使用现有的金属、矿物、塑料、木材和其它材料将有望开拓出一个全新的市场。但目前，每年产生的40亿吨城市固体废物中只有四分之一进行了回收和循环利用（Chalmin and Gaillochot 2009）。金属碎片、纸张和纸板、堆肥和塑料都是具有回收价值并容易从废物中回收的材料，可以替代那些越来越难以获得的原材料。例如，1吨个人电脑产生的电子垃圾中含有的黄金量比从17吨金矿中提取的黄金还多，其中金属铜的富集程度更是铜矿的40倍（USGS 2001）。

资源的日渐匮乏以及原材料提炼费用的增加直接导致了产品价格的升高，这些都促使固体废物成为资源开采的新来源。金属废物的重新加工、堆肥处理、垃圾热处理产能以及电子废物和建筑垃圾循环利用等，都是从固体废物中获取有用资源的例子。图7表明，在经合组织的一些成员国中，玻璃的循环利用呈现逐渐上升的趋势。在经济困难时期，正如2009年和2010年很多国家所经历的那样，人们对于可循环利用产品的需求量会进一步增加。专栏三中描述的就是经济衰退是

如何对英国纸制品回收率的提高起到积极作用的。但是，在中国和印度等国家，情况却不一定是这样。在经济下滑期，这些国家的废品平均价格下降了45%，这可能是由于总体需求量的缩减造成的。类似的，当

专栏三：英国经济衰退时期的废纸循环利用率

2009年，英国的造纸业一共生产了430万吨的纸张和纸板，比前一年产量减少了14%。由于经济衰退，纸制品的消费量和2008年相比，减少了10%，出口量下降了8%。但是同年，纸制品循环利用率却上升了90%，达到了历史最高值，收集率以每年2%的速率增长。随着一些新的私人企业开始投资建设废纸循环利用设施，英国的纸制品循环利用率在未来有望达到100%。

资料来源：改编自 Packagingeurope（2010）

中国和印度的纸制品需求量下降时，德国废纸的价格也大幅度降低了。

新技术的出现

一些科学技术上的突破也使得固体废物处理行业绿色发展的进程变得更加顺利。例如，废物收集、再加工和循环利用、从有机质废物中提取能量和有效收集填埋场气体等。压缩式垃圾车、纵向自卸式垃圾车、垃圾集装箱吊装机和开放式或密封式的垃圾车等设备在废物收集和运输过程中得到了有效的应用。大量的科技突破使从固体废物中回收能源和其它有用产品成为可能，在经合组

织的很多成员国，垃圾焚烧发电技术已经替代了传统的焚烧技术。在发展中国家，机械生物处理（Mechanical and biological treatment, MBT）和生物发酵技术被认为是处理有机湿垃圾的有效方法。但是，不充分的有机质废物干湿分离成为限制这些技术推广的主要障碍。相比于传统的自然堆肥过程，蚯蚓分解处理和快速堆肥等技术加快了有机废物转化为可利用的农业肥料的过程。同样，新技术使废物中富含能量的组分转变成有用产品。垃圾衍生燃料（Refuse Derived Fuel, RDF）就是基于这一概念的典型例子，它是利用高热值废物制取的畅销产品。

3 固废处理行业绿色投资经济分析

为什么要投资“绿化”固体废物处理行业，人们可以有不同的理由。过去主要是出于保护环境和人类健康的考虑，合理地收集和处置垃圾能避免其对环境和健康造成危害。这些理由（特别是与人体健康相关的）现在依然是推动政府采取必要行动的重要因素。

但是，为了促进固体废物处理行业的绿色发展，仅仅考虑环境保护和人类健康是不够的，甚至有时候它还会和经济规则发生冲突。对决策者而言，当他们为“绿化”固体废物处理行业分配重要资源的时候，需要关注的是相比于常规经济，这些行为能带来怎样的经济效益，创造多少工作岗位。因此，对固体废物管理进行根本性的变革时，需要充分地考虑经济方面的问题。

要想对固体废物处理行业的绿色投资做一个主要的经济情况分析，需要经历3个步骤。在本章节中，将会对这3个步骤进行详细的描述。首先，我们需要了解固体废物处理行业可以绿色环保到什么程度。其次，我们要了解优先领域的融资缺口。最后，在确定了固体废物处理行业绿色发展的优先领域后，我们需要论述在这些领域进行绿色投资能获得的潜在收益。

3.1 固体废物处理行业绿色发展的目标及评判标准

一些特殊的危险废物已通过国际公约制定了全球性的控制目标，除此之外，目前固体废物处理行业绿色发展还没有建立国际性的目标。大部分的发展目标还停留在国家层面或甚至是地区层面。例如，在欧洲北部、韩国和新加坡，50%以上的固体废物需经过材料回收利用环节（Chalmin and Gailloch 2009）。日本建立了包含输入、循环和输出3大类的物流指标体系，以与之前的废物循环回收情况相比较，这些指标包括：每消耗1吨资源的生产能力（以日元计，从1990年的21万日元上升至2010年的39万日元）、循环利用率（从1990年的8%上升至2010年的14%）和最终处置的废物数量（1990年为1.1亿吨，2010年降至2,800万吨）（Ministry of Environment, the Government of Japan 2008）。

作为“十一五”计划的一部分，中国采用了循环经济（Circular Economy, CE）方法以实现更加平衡的经济发展。Pintér (2006) 选择用两个输入指标（直接原材料投入量和总原材料需求量）、一个输出指标（国内产品加工产出量）、两个消耗量指标（国内原材料消耗量和总原材料消耗量）以及两个平衡指标（实物贸易平衡和库存净增值），来获得实现循环经济目标进展情况的可靠信息。

2007年韩国的城市生活垃圾资源化利用率为56.3%，韩国政府计划在2012年将这一数字提高至61%（Ministry of

Environment, Republic of Korea 2008）。在欧盟产品包装和包装废物指令中，将其整体的循环利用目标从1994年的最低25%、最高45%提高至2004年的最低55%、最高80%（EC 2009）。作为减量化、再使用与再循环政策示范城市，伦敦在其起草的2011年固体废物管理规划中制定了如下目标：2015年，城市生活垃圾循环利用或堆肥率达到45%；2020年，商业业和工业废物循环利用或堆肥率达到70%，建筑垃圾再使用或回收利用率达到95%（Mayor of London 2010）。表2中列举了一些可以用来评估固体废物处理行业绿色发展进程的目标和指标。

在南非“国家固体废物管理战略草案”（Draft National Waste Management Strategy, NWMS）中，南非环境事务部（Department of Environmental Affairs 2010）为各省市的固体废物管理制定了最低的目标参数。这些目标参数包括：享受固体废物管理服务的家庭数（百分比，随时间的变化情况）、财政支持的预算经费（预算增长率，随时间的变化情况）、提供的相关设施和设备、训练有素或有能力提高服务质量的工作人员数量、了解固体废物管理服务的社区比例、进入填埋场的废物减少量以及成本回收的改进措施。各市政当局要在这些参数基础上制定出相应的目标值。

综上所述，很难对固体废物处理行业绿色发展制定一个统一的目标。但是一般来说，在固体废物处理行业尝试绿色发展的过程中，所有的国家都应努力做到以下几点：1) 首要的是，通过各种可持续的社会实践，从源头上避免废物的产生；2) 最大限度的减少废物产生量；3) 当固体废物不可避免地产生时，应从废物中回收材料和能量，通过二次加工和循环利用，将其变成有价值的产品；4) 剩余没用的固体废物，应采用环境友好的方式进行无害化处理，或使其对环境的损害降到最低。对于发展中国家而言，一个重要的目标应该是采取环保指导和劳动防护措施，然后使固体废物处理行业向正规化发展。

如果不增加投资，固体废物处理行业绿色发展的目标就很难实现。就减少废物产生量而言，要想做到这一点，就必须改变上游的产品设计和生产工艺（一些与此相关的问题将在工业那一章节中有详细说明），下游的废品回收、再加工、循环利用以及最终处置都需要新的设备或者对现有设备进行改造。同时，对劳动者进行培训以及非规范固体废物处理行业向正规化发展也需要有一定的资金支持。

3.2 固体废物处理行业的支出

不同国家的政府在固体废物管理上的支出相差很大。尽管近年来一些私人投资也开始参与到固体废物管理中，但是作为一项市政服务，政府财政支出是固体废物管理的主要资金来源。5.1节主要描述了固体废物处理行业各种不同的投资渠道。发展中国家和发达国家用于固

指标	举例
资源效率或生产能力	<p>1.日本“健全的资源循环型社会”目标 用GDP除以自然资源质量计算资源生产能力（日元/吨）计，由1990年的21万上升至2010年的39万。</p> <p>2. 伦敦固体废物管理规划草案中的目标（伦敦市长公布） 2020年实现85%资源的自给自足（意味着仅依赖当地的自然资源或再生资源）。</p>
固体废物循环利用率	<p>1.韩国固体废物绿色发展目标 城市生活垃圾资源化利用率从2007年的56.3%上升至2012年的61%。</p> <p>2.日本“健全的资源循环型社会”目标 循环使用率=[循环使用量÷（循环使用量+自然资源输入量）]由1990年的8%上升至2010年的14%，2000年实际的循环利用率为10%。</p> <p>3.伦敦固体废物管理规划草案中的目标（伦敦市长公布） 2015年，城市生活垃圾循环利用或堆肥率达到45%； 2020年，商服业和工业废物循环利用或堆肥率达到70%； 2020年，建筑垃圾再使用或回收利用率达到95%。</p>
固体废物填埋处置量	<p>1.欧盟填埋指导委员会1993/31/EC号指令 2016年7月16日之前，进入填埋场的可生物降解城市生活垃圾量必须降低至1995年水平的35%。如果缺乏1995年的相关数据，那么就以1995年之前有欧盟统计局标准数据的最近一年数据为基准值。</p> <p>2.日本“健全的资源循环型社会”目标 固体废物填埋处置量要从1990年的1.1亿吨降低至2010年的0.28亿吨，2000年时实际的填埋处置量为0.56亿吨。</p> <p>3.比利时佛莱芒市固体废物管理政策 每个居民一年产生的废物（主要指进行填埋或焚烧处置的废物）总量不得超过150公斤。</p>

表2：衡量固体废物处理行业绿色发展进程的指标

资料来源：EC 1999；Ministry of the Environment, Government of Japan 2008；Ministry of Environment, Republic of Korea 2008；EEA 2010；Lee 2010；Mayor of London 2010

固体废物管理方面的支出占GDP的比重可能差不多（详见具体案例），但是如果用固体废物管理耗费的人均支出来表示，则有显著的差别。例如，孟加拉首都达卡市（Dhaka）每年人均用于固体废物管理方面的支出是0.9美元（占该市GDP的0.2%），而维也纳（Vienna）每年的人均支出则是137美元（占该市GDP的0.4%）（Fellner 2007）。

需要注意的另一个重要现象是：发展中国家在固体废物上的财政预算基本上有超过一半用于废物收集（主要用于支付工人工资和燃料费用），尽管如此，其废物收集率依然很低，且废物运输的效率也不高。而用于固体废物管理其它环节的投入（如处理、资源化利用和处置方面的技术和设备投入）仍相当少。

对于这些国家，固体废物处理行业的绿色发展，可以从增加垃圾收集、运输以及垃圾站清理的投入开始做起。有针对性地投资废物收运路线优化、中转站之类的技术，从而降低固体废物管理的投资和运行成本。

随着经济的发展和城市化进程的加快，新兴经济体国家对固体废物处理行业绿色发展的投资需求变得极为迫切。据世界银行估计，到2020年中国用于固体废物

管理方面财政预算将至少是1999年的8倍，这意味着用于城市生活垃圾管理设施建设的费用将会高达2,300亿人民币（约合365亿美元）（World Bank 2005）。

欧洲国家在受污染场址修复方面投入了大量资金，修复后的土地重新恢复其价值后可以用于工业区和商业区的建设（见图8）。比利时、法国、荷兰和瑞士在这方面的支出占GDP的0.4%-0.5%，匈牙利为1%，而捷克共和国的支出占了GDP的1.8%。大部分国家受污染场址修复的费用是由私营企业投资的，但在捷克共和国、前南斯拉夫的马其顿共和国和西班牙，支出全部由国营企业买单。

由于城市人口密度、可利用土地面积以及政府执行能力等因素的影响，不同地区适合的固体废物处理方式有所不同。在人口密集、土地资源紧张的地方（如日本和北欧的一些城市）固体废物大都采用焚烧的方式进行处理。而在一些人口稀少、幅员辽阔的地区，比如澳大利亚，则更普遍以卫生填埋方式处置。英国、爱尔兰、美国、希腊、西班牙和意大利目前也采用现代化的卫生填埋处置固体废物。在一些发展中国家、新兴经济体国家甚至是发达国家的一些地区，由于法律政策的执行力度不够，露天填埋场以及不进行热量回收的焚烧厂仍是常

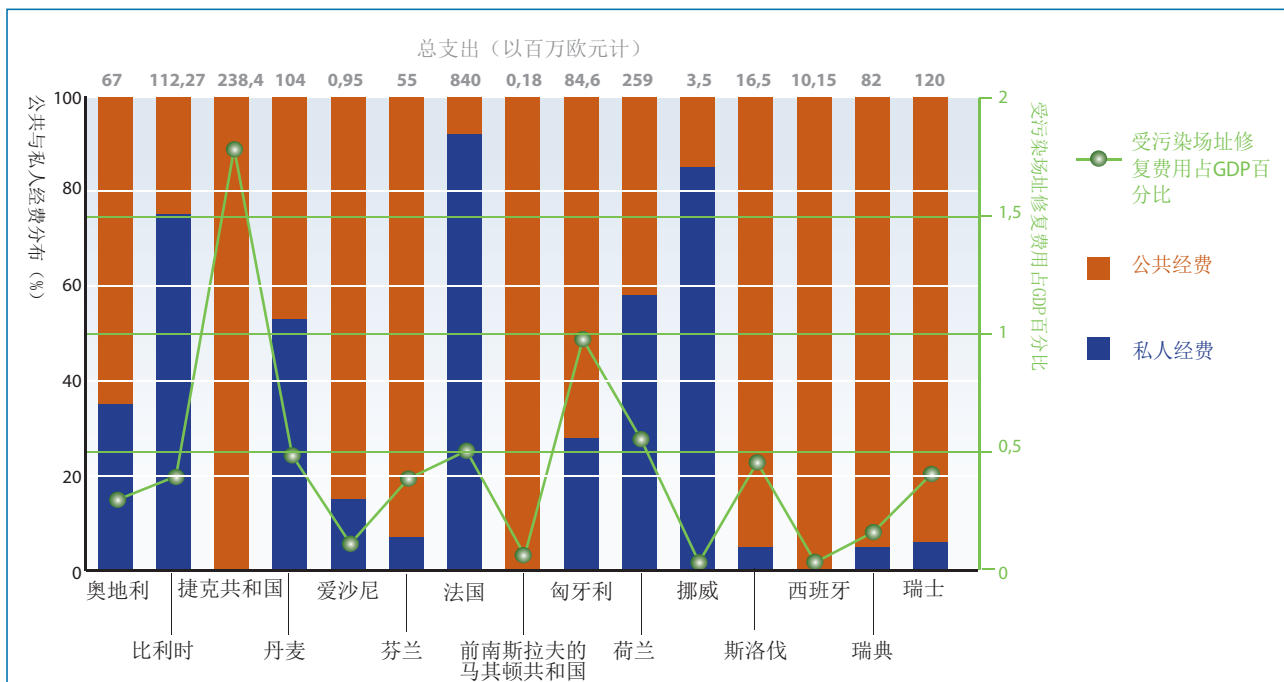


图8: 欧洲用于受污染场址修复的支出中，公共支出和私人支出情况

资料来源: 改编自EEA (2007)

见的垃圾处理措施。

但是，固体废物处理方式的选择基本上建立在成本效益分析的基础上。例如，如果我们只考虑技术的成本，那么填埋看起来和堆肥具有同等的吸引力。但是根据Porter (2002) 年提供的数据可以发现，因填埋导致的环保和社会成本为45-75美元/吨。这样一来，堆肥就成为了更佳选择。完整的成本效益分析涵盖了经济、环境和社会因素，对于帮助人们做出正确决定是必不可少的。

考虑到那些不受欢迎的固体废物处理方式会产生的负面影响，很多国家和地方政府机构制定了固体废物管理的控制目标，以改善填埋场和焚烧厂的管理，并从这些设施分流掉一部分固体废物。例如，美国于1984年修订了《资源保护和回收法案》(Resource Conservation and Recovery Act, RCRA, 1976年颁布)——美国联邦危险和固体废物修正法案(HSWA)，要求逐步淘汰危险固体废物的土地处置方式。1996年颁布的《填埋处置规划柔性法案》(The Landfill Disposal Programme Flexibility Act)中，也制定了土地处置的相关环境管理标准。1999年4月26日，欧洲颁布了欧盟填埋指导委员会1993/31/EC号指令(The European Union Landfill Council Directive 99/31/EC)，力争通过引进严格的技术要求，避免或最大程度上减少垃圾填埋对环境的不利影响。该填埋指令还要求其成员国减少进入填埋场的可生物降解废物量，使2016年进入填埋场中可生物降解废物量降低至1995年水平的35%。垃圾焚烧指令2000/76/EC(The Directive on the Incineration of Waste 2000/76/EC)对热处理设施也提出了类似的规定。日本的“健全的资源循环型社会”目标中，计划将垃圾填埋处置量从1990年的1.1亿吨降低到2010年的2,800万吨。由于固体废物处理的规模经济可通过立法措施来实现，从而可确保充足的废弃物供应量，因此这些控制方法发挥了一

定的效果。但是，这些控制方法的执行成本很高，并且需要强有力的执行力度以保证其效果。

在低收入国家，回收利用主要由非正规化的行业进行，他们受原材料价格以及廉价劳动成本所驱动，通常未经政府认证。由于相比于产生量，废物的收集量过低，同时废品主要通过非正规化的方式回收利用，这提高了估算发展中国家垃圾总体循环利用率的难度。表3中给出了按人均GDP情况分类的垃圾收集状况，从表中可以看出，非正规的行业已经成为了固体废物管理系统的重要力量。

目前，尚没有全球范围的数据可以说明固体废物处理行业现状与预期状态之间投资金额的差距，因此，我们仍很难估计实现固体废物处理行业绿色还需投入多少资金。

3.3 投资于固体废物处理行业绿色发展的益处

固体废物处理行业绿色发展有望产生巨大的经济、环境和社会效益。1) 节约自然资源和能源；2) 提供新的商机和更多的工作岗位；3) 生产堆肥制品支持有机农业的发展；4) 从废物中可以获得能量；5) 减少温室气体排放；6) 消除贫困，使财富分配更加平等。另外，提升人类健康水平、避免产生医疗卫生费用、避免水体污染及因寻求替代水源而产生的费用，也都是很重要的优势。固体废物处理行业绿色发展所能带来的收益远不止这些。但是，由于能获得的量化信息有限，本章还不能充分证明这些益处，尚需要对这些方面作进一步的研究。

资源保护和节能

减量化、再使用与再循环的实施减少了对原材料

具体项目	低收入国家	中等收入国家	高收入国家
GDP, 美元/人·年	< 5,000美元	5,000 – 15,000美元	>15,000美元
人均纸张和纸板消耗量, kg/人·年	20	20 – 70	130 – 300
城市生活垃圾产生量, kg/人·年	150 – 250	250 – 550	350 – 750
正规化城市生活垃圾收集率	< 70%	70% – 95%	> 95%
全过程固体废物管理框架	没有或者只有很不完善的国家环境保护战略规划, 对已经制定的管理框架几乎没有执行, 统计资料缺乏	有相应的国家环境保护战略规划、环保部门和固体废物管理框架, 但对已制定的管理框架执行不彻底, 统计资料很少	有相应的国家环境保护战略规划、环保部门, 建立了完善的固体废物管理框架并按照框架的相关规定执行, 统计资料充足
非正规化的固体废物收集	发展成熟, 收集了大量的废物、有以合作社或各种协会组织发展的趋势	非正规收集现象依然存在, 但是正在向制度化发展	基本不存在
城市生活垃圾组成 (重量百分比)			
有机物/可发酵废物	50 – 80	20 – 65	20 – 40
纸张和纸板	4 – 15	15 – 40	15 – 50
塑料	5 – 12	7 – 15	10 – 15
金属	1 – 5	1 – 5	5 – 8
玻璃	1 – 5	1 – 5	5 – 8
含水率	50% – 80%	40% – 60%	20% – 30%
热值 (kcal/kg干基热值)	800 – 1,100	1,100 – 1,300	1,500 – 2,700
废物处理方式	无环境管理措施的填埋场处置>50%, 非正规化的循环利用15%	填埋处置>90%, 已经开始进行选择收集, 有组织的循环利用5%, 同时还存在非正规的循环利用	选择性收集, 焚烧, 循环利用>20%

*在一些国家, 环境保护战略规划比较薄弱, 不够完整

表3: 根据人均GDP情况分类的垃圾收集状况

数据来源: 改编自Chalmin and Gaillochet 2009

的需求, 这就叫做资源节约效果 (Ferrer and Ayres 2000)。例如, 美国能源信息管理局指出, 循环使用纸张可以减少使用17棵树和50%的用水量。垃圾中可回收废品的市场价值也是资源节约效果的一种。例如, 2003年美国华盛顿州处置的垃圾中没有被回收的纸张、纸板、金属、塑料、玻璃和电子产品等废品的市场价值为1.824亿美元, 而2008年增长到了3.2亿美元 (State of Washington 2010)。另一个正面的例子, 是英国固体废物管理企业的领头羊Viridor公司, 该公司在2008年9月的营业额达到了5.28亿英镑, 利润自2000年1月以来以每年22%的速度增长, 这其中有40%得益于废品回收 (Drummond 2010)。

金属铝是人们重点进行回收的资源。根据欧洲金属铝协会和欧洲金属铝提炼与回融组织的统计, 运输和建筑设备中金属铝的回收率高达90%, 饮料罐中的铝回收率也达60%。由于通过循环利用方式提取金属铝的能耗要远远小于从铝土矿中提炼铝, 金属铝回收利用的成本就变得很低。回收的金属铝可以用于制造各种产品, 从汽车磨具、发动机零部件到缸体内的挤压棒坯, 从钢铁工业的转动操作平台到除氧设备。

图9显示了欧洲西部地区再生铝制造业生产能力的增长情况。从图中可以看出, 2003年其金属铝产量达370万

吨, 约是1980年 (120万吨) 的3倍, 这主要是因为在这段时期里, 铝的冶炼熔炉循环利用增长了94%。通过循环利用, 欧洲节省了大约1640万吨的铝矿石, 20万吨的硅、铜、铁、镁、锰、锌等用于提高铝制品强度或其它性能的合金元素。另外, 还节约了150万m³的填埋空间。

欧洲环境署 (European Environment Agency, EEA) 报导, 每循环利用1吨的铝, 可避免产生1.3吨铝土矿渣、15m³冷却水和0.86m³生产用水。同时, 减排2吨CO₂和11kg SO₂。

除了保护资源, 用从废物中回收的资源替代原材料还可以节约能源。美国自然资源保护委员会 (Natural Resource Defense Council, NRDC) 认为, 在固体废物管理的所有策略中, 循环利用是最节能的。他们强调物质若进入焚烧炉, 就只能释放一次能量, 但是如果回收利用, 则可通过多次的生产循环不断地节省能量的消耗 (NRDC 1997)。例如, 每循环使用1吨的金属铝和钢材, 可分别节约相当于37桶和2.7桶石油的能量。相反, 如果采用焚烧的方式进行处理, 这些材料不仅不会节能, 反而会吸收热量, 降低产生的能量净额。

能源的节约进而又减少了温室气体的排放。例如，用回收利用的高炉矿渣生产水泥，可以减少因生产混凝土及其组分所需的内涵CO₂和内涵能量，分别可节省59%和42%（World Steel Association 2010）。在英国，每年由于循环利用而实现的CO₂减排当量达1000-1500万吨（WRAP 2006）。表4给出了废物循环利用节约的能耗情况，以及因避免填埋而减少的温室气体通量（指一项活动考虑了相应的气体排放、吸收和其它抵消因素后，温室气体的净产生量）。

但是，在向资源回收型经济转变的过程中，那些已有的原材料开采行业起初可能会面临规模经济缩减的损失，进而对制造业产生不良的影响，引发中短期内产品价格的升高。因此，人们需要在短期利益和长期利益中做出权衡。这方面还有待量化的研究。但不管怎样，随着减量化、再使用与再循环体系成为主流工艺流程，以及整个市场的逐渐成熟，产品价格最终将有望稳中有降。专栏四举例说明了循环利用最终可以使企业降低成本，同时还能回收贵重金属。

创造就业机会

废物循环利用行业的劳动者们为解决一个或多个全球性的环境问题做出了很大的贡献（例如减缓气候变化和阻止环境污染）。这些劳动者，无论是正规的受雇员工还是个体经营者，都促成了环境领域的一些变化，而这些变化正是一些环境和经济政策制定的依据。因此，人们应该更充分地更清晰地认识到他们对气候政策的制定以及社会价值的增加所做出的贡献。

从增加就业机会的角度来看，循环利用是最重要的一个行业。但是，很多循环回收或其它固体废物管理相关的工作还称不上是绿色的，因为他们没有达到体面工作所需具备的基本要求。工作是否体面，其评判标准包括：是否雇佣童工、职业健康和安全保障、社保以及加入各种组织（指工会、地方性协会和合作社等工人组织）的自由。另一方面，因为参与循环利用工作的主要是一些文化程度比较低或者来自贫困家庭的人群，这些工作对于帮助他们脱离贫困显得十分重要。专栏五中详细介绍了循环利用在社会层面的作用。

最近一项估计显示，在发展中国家，大约有1,500万人为生计而从事垃圾收集（Medina 2008）。2007年美国废物循环行业的收入估计为2,360亿美元，并且雇佣了超过100万人口，创造了全国GDP中的2%（EPN 2009）。在巴西，大约有超过的拾荒者，接近2,400家企业和合作社参与到废物的循环利用以及与此相关的贸易活动中（UNEP 2008）。

在布宜诺斯艾利斯，估计共有4万的拾荒者，他们每年创造的经济价值达到了178万美元，约等于该城市GDP的0.05%（Medina 2008）。根据其它估算数据，印度的拾荒者至少有100万，而在中国参与废物回收利用的工人已经达到了1,000万（UNEP 2008）。Scheinberg等人（Scheinberg et al. 2010）调查了埃及的开罗市（Cairo）、罗马尼亚的克鲁日市（Cluj-Napoca）、秘鲁的利马市（Lima）、赞比亚的卢萨卡市（Lusaka）、印度的普

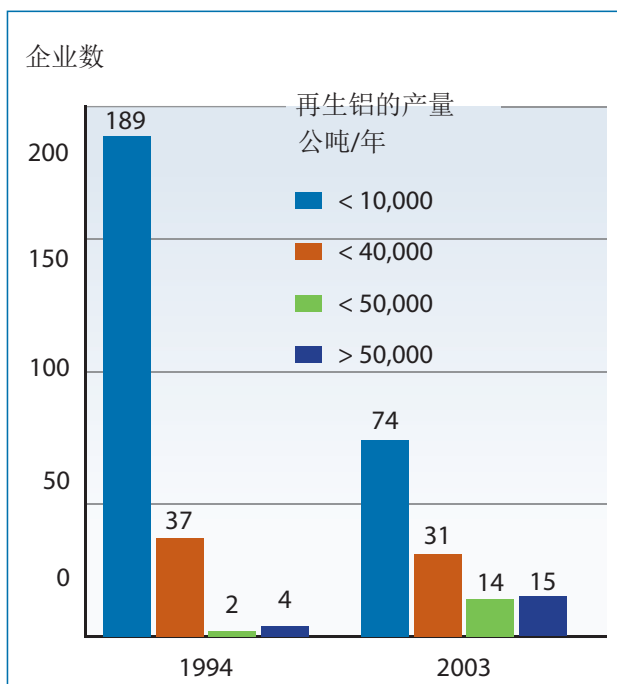


图9: 西欧再生铝产业能力的增长

资料来源: 改编自EEA and OEA 2006

纳市（Pune）和菲律宾的奎松市（Quezon City）（马尼拉市的一部分）这6个城市的非正规循环利用活动，发现有超过7.5万人和他们的家庭参与其中，他们每年可以回收300万吨的废物，为社会带来了1.2亿美元的经济价值。

在发展中国家，循环回收作业主要由一些非正规化的机构控制，往往是有害的不安全的工作。发展中国家一般有1%的城市人口加入到非正规拾荒者的行列，其中大部分是妇女和儿童。因此，为了确保健康和安

材料种类	能源节约率 ^{1,2} (%)	通过回收利用实现的GHG减排量 (kgCO ₂ 当量/吨回收材料)	每1000吨回收材料节省的碳排放价格 (13.4美元/吨CO ₂ 当量)
铝	90-95	95	1,273
铁	74	63	844
纺织品	NA	60	804
钢铁	62 - 74	1,512	20,260
铜	35 - 85	NA	-
铅	60 - 65	NA	-
纸制品	40	177	2,372
锌	60	NA	-
塑料	80 - 90	41 (HDPE)	549
玻璃	20	30	402

NA: 无数据

表4: 因废品回收利用而节约的能耗和温室气体减排通量

资料来源: BIR 2008, BMRA 2010, Glass Packaging Institute 2010, World Steel Association 2011 and European Communities 2001

专栏四：通过循环利用节约成本、回收资源

■ 泰国清迈市的假肢基金会进行了一项影响深远的循环材料使用项目--利用从易拉罐拉环中回收的金属铝制造假肢。除了金属铝，拉环中还含有金属钛，一种质轻、强度高、有金属光泽、抗腐蚀性好的贵金属。这些拉环从全国各地收集而得，部分来自一些大型企业。大约3.5万个拉环可以生产出1kg的有用金属，这些金属可以加工制成两个假肢。该基金会已经回收了大约5千吨的拉环，为整个社会经济带来了积极的影响。利用回收再生的铝制作的假肢价格（一般5,500泰铢一个，约合160美元）要比进口的（9万泰铢（THB），约合2,650美元）便宜很多。除此之外，采用循环材料制成的假肢仅重6kg，而类似的

进口假肢重量达11kg。

资料来源：Prosthetic Foundation 2007

■ 2009年11月，日本发起了一项回收旧手机的活动，有1,886家零售店和超市参与其中。顾客可以用旧手机换购新的手机，同时根据新购买的手机价格，顾客还可以参加抽奖活动，赢取价值1,000-50,000日元的优惠券（相当于12-600美元）。在短短4个月的时间里，活动一共回收了569,464部手机，回收到的贵金属包括金22kg、银140mg、铜10g和钯4mg。

资料来源：Mohanty 2010

问题能得到足够的重视，人们应努力加强对这些工作人员的理解和尊重，并采取适当的保护措施。

根据美国地方自力更生研究所（Institute of Local Self Reliance, ILSR）提供的数据，以处理每吨固体废物为基准，废品分类回收环节能提供的工作岗位数量比填埋或焚烧多10倍。1967年，美国的循环利用行业只有8千家企业，一共雇佣了7.9万名员工，销售额为46亿美元。而截至2000年，循环利用行业急速发展，已经有110万人受雇于5.6万家公营或私营公司，总销售额达2,360亿美元（ILSR 2002）。电子电气设备废物的回收和循环使用，还提供了一些服务性和技术性的工作岗位。由于废旧产品的维修和技术服务需要满足相关的要求，对工作人员进行培训和国家认证来提高他们的相关技能也是必不可少的。

随着固体废物处理业务的日益复杂，一些新兴的，与信息技术的应用（例如，利用地理信息系统（Geographic Information System, GIS）和/或地理定位系统（Geographic Positioning System, GPS）的废物追踪和定位技术、利用管理信息系统（Management Information System, MIS）进行固体废物收费核算的会计软件）、大众意识的传播以及相关技能发展的培训等相关的职业应运而生。但是，要获得相关的最新数据资料并不容易。

尽管固体废物的收集、分选和处理都属于劳动密集型工作，但是他们对就业问题的整体影响却不能一概而论。集中式的能源回收技术以及堆肥和填埋等固体废物处理处置技术的采用，会导致工作岗位减少。Porter警告说（Porter 2002），循环利用增加的工作岗位使其它经济领域的工作岗位减少，而且这些工作岗位的薪水大都都很低。循环利用在固体废物处理行业绿色发展的进程中为经济发展带来了诸多好处，但是可循环材料的大量使用也降低了开采原材料的需求，与之相关的行业不得不面临工作岗位减少的局面。不过，就总体而言，绿色发展对整个就业形势的影响还是积极有利的。例如，美国北卡罗莱纳州的一项调查发现，循

环利用环节每增加100个工作岗位，只有13个从事固体废物和初级原材料开采工作的工人会失去工作（CEQ 1997）。

现在，人们提出了创意资源化利用的概念，这一概念的应用也能带来很多新的工作机会，同时产生的高附加值产品也能带来可观的利润。联合国贸易和发展会议（UNCTAD）中指出，2000年到2005年期间，创意商品及服务产业在国际贸易领域以极快的速度发展，每年的平均增速达到了8.7%，而中国是其中最大的外贸出口国（UNCTAD 2008）。通过一些研讨会，美国的学校与社区回收利用行动项目（School and Community Reuse Action Project, SCRAP）组织和英国的废钢艺术工程有限公司等组织，通过工作组培训的方式，大大促进了废物的创意回收利用。利用从非洲收集的固体废物或半成品的回收产品，中国的循环利用产品加工业近几年蓬勃发展（见专栏五，废物循环利用环节也可以提供体面工作和帮助扶贫的例子）。

生产堆肥产品

使用有机废物堆肥产品作为土壤肥料和调理剂，可以为从事小规模农业生产的农民带来经济上的收益，减少土壤中营养物质的流失和氮元素的浸出（Nyamangara et al. 2003）。堆肥产品还可以增加土壤的碳元素管理能力、提高农作物的产量。但是，很难量化估计这些收益的经济价值。专栏六用一个例子说明了如何将有机废物转变成可以在市政方面带来诸多益处的商品。农业一章详述了利用废物来提高农作物产量的商业化案例。

通过避免化肥的滥用，使用堆肥产品还间接地降低了一些商业损失。亚太粮肥技术中心（Food and Fertilizer Technology Center, FFTC）将农产品海外市场需求和出口量的减少归因于其高含量的化肥残留物。如果在农产品种植过程中使用有机堆肥，类似的经济损失就可以得以避免。

专栏五：固体废物管理和循环利用提供的工作岗位的社会效应——对体面工作和减少贫困的意义³

近几年来，在解决环境问题的同时提升地方和社区创收的需求，驱动发展中国家开展了一系列材料循环利用的项目。因为从事可循环物料收集、加工和分配工作的工人通常很难在其它领域找到工作，因此循环利用链提供的工作岗位承担了帮助贫困人员的重要作用。

在非洲布基纳法索的首都瓦加杜古（Ouagadougou, Burkina Faso），塑料废物收集和再生利用项目的实施，改善了当地的环境状况，为当地居民创造了就业机会，增加了收入。该项目建立了全国第一个废物循环回收中心，中心由当地的30名妇女及两名技术人员管理。这些人每天工作8小时，每周工作5天，每月工资大约可以折合成50美元，与当地的其它工作相比，这份工作的收入是比较可观的。收集人员大约有2,000名，他们每天的工资为0.8美元。自从该中心运行以来，瓦加杜古市及其周边的环境洁净了很多。很多人通过从事废弃塑料收集工作或是在循环回收中心工作全职职员而有了稳定的收入，他们当中的很多人曾是该市最贫困的人群（ILO 2007）。

在孟加拉首都达卡，开展了一项有机废物堆肥处理的工程，该工程的废物收集和堆肥处理工艺为该市分别新增了400个和800个就业岗位。工作人员每天收集700吨有机废物进行堆肥，每年生产出5万吨堆肥产物。这些工作为就业人员提供了医疗保险、儿童日托中心和免费午餐的福利。此外，这项工程带来的好处还有：堆肥产品价格低、施用后会减少灌溉需求并能改善土壤质量（Sinha and Enayetullah 2010）。

从就业/社会角度来看，在追求环境和经济目标的同时，关键要使固体废物处理行业逐步正规化。这可以通过创造新类型的工作、重组经济体系来解决。典型的做法包括：城市生活垃圾点对

点收集、生活垃圾和工业废物在源头进行分类、不同行业之间进行废物交换、废物分类收集和回收利用服务（例如废旧的铅酸电池、油脂废物）、承包服务、进行有组织的废物回收、根据工人和企业处理物料类型的不同开展不同的技能培训项目、使用环境友好型的废物管理技术、有目标地引进职业健康和安全管理（Occupational Health and Safety, OHS）的相关项目。

在非正规化经济行为中实施国家劳动保护法以及职业健康和安全管理的相关规范，是很多国家面临的重要难题。职业健康和安全管理提供的可能是最基本的劳动保护措施和职业健康与安全措施。要想使固体废物管理行业（包括工作人员的技能、职业健康和安全管理状况以及其它相关的操作等）更加正规化，可以参考国际劳工组织针对非正规经济行为的一些做法和建议（ILO 2010）。

社会革新通过使相关人员受益来保持其可持续发展。就这点而言，我们首先应该考虑通过借助社会及环保企业和/或工会的力量，帮助改善非正式的垃圾处理工作人员的工作和居住条件。例如，由“Solving the e-waste Problem (StEP)”（解决电子废物问题组织）和“Umicore a precious metal refining group”（优美科贵金属精炼工作组）合作完成的项目“the Best of 2 Worlds project”，研究了在控制各项环境因素的情况下，中国手工拆解电子废物的生态影响。

从绿色经济的角度考虑，提高工作的体面程度和劳动标准，与创造就业机会、合理利用固体废物管理过程中产生的经济机遇同等重要。科学技术上的进步可以从一定程度上带来体面的工作和良好的工作环境。但是，当引进的科学技术不能适应当地的具体情况时，也经常会出现失败的情形。

量将分别达到910万吨和4,482万吨。通过修建74个垃圾衍生燃料和沼气制备工厂、24个垃圾焚烧发电厂、25个配备填埋气体收集利用装置的填埋场，韩国计划使其全部的固体废物处理设施均具有能量回收的装置（Ministry of Environment, Republic of Korea, 2009）。

这些能量回收工程大都分散建在边远地区，那些地区原来也许连电网都没有，因此这些工程为当地发电和供电带来了可能。例如，全球农村地区大约能产生1,400亿吨农业废弃物，这些物质的产能潜力相当于500亿吨的石油（UNEP 2009c）。在专栏七中，介绍了亚洲一些农村地区利用垃圾产能满足其能源需求并成功

垃圾产能

大量科学技术上的突破使得从废物中回收能量和其它有用副产品成为可能，因此很多垃圾焚烧发电项目开始付诸实践。2008年，垃圾焚烧发电带来的市场价值在199亿美元左右，预计到2014年，整个市场的产值将比2008年增长30%（Argus Research Company, Independent International Investment Research Plc and Pipal Research Group 2010）。韩国已经制定垃圾和生物质产能目标，2013年要达到其国家能源的3.17%，到2020年则进一步提高到4.16%（Ministry of Environment, Republic of Korea, 2009）。如果一切按计划进行，那么2013年和2020年韩国的温室气体减排

3. 补充阅读根据ILO中的相关内容编写

专栏六：将城市粪便转化为有机肥料

昆明东燃科技开发有限公司是中国一家采用厌氧消化技术将居民粪便转化为有机肥料的公司。该公司成立于2003年，注册资金为1,000万人民币（约合150万美元）。随着其科研水平的提高，云南省发展改革委员会批准由该公司以“建设-运营-转让”的方式负责昆明市五华区的粪便处理。这使得东燃公司在资助、设计、建设和运行粪便处理设施，以及收回其投资、运行和维护成本过程中，获得了政府财政支持。在大部分城市地区，人类粪便是与污水混合处理的，但东燃公司将其单独作为处理对象，因此减少了疾病传播的

可能。此外，由于东燃公司将粪便从污水处理过程中分离出来，大大减轻了五华区环卫处的固体废物管理负担。虽然东燃公司用五华区政府的拨款来处理废物，但其实公司的主要收入来自粪便发酵后制得的有机肥料商品。其生产的固体有机肥料已在烟草种植业（云南省的主要产业和财政收入来源），以及蔬菜、鲜花、水果和茶叶等种植业中应用。此外，该公司生产的液态有机肥料也常被用作育种的培养液。

资料来源：Greening China. Available at: <http://greeningchina.wordpress.com/2010/08/25/turning-urban-manure-into-organic-fertilizer/>

市场化的例子。

在发达国家，能量回收项目也开始成为政府投资的焦点。尤其在欧洲，为了达到欧盟可再生能源指令（OECD 2009）的既定目标，欧盟国家对于能量回收项目表现出了很大的兴趣。由图10可以发现，由可再生（生物质残余物）或不可再生（垃圾衍生燃料颗粒）的城市固体废物产生的能量在欧洲呈现出上升的趋势。

在欧洲，由于固体废物源分类收集做得很好，生物产沼工艺得到成功的应用。但是，在亚洲的很多城市，分类收集效率很低或者甚至根本没有分类收集系统，这使得该项技术无法达到理想的效果。大型沼气发电厂的经济可行性已经得到证实，其投资回报率（ROI）在7%-15%的水平（Singh 2006）。小型的分散式沼气发电厂具有投资回收周期短的优势，由于省去了处置成本，使其投资回报周期在2-4年左右。

采用先进的技术，固体废物就可以转变成有用的能源产品。2003年，仅仅欧洲就生产了估计300万吨的垃圾衍生燃料（EC 2003）。热处理技术占据了能量回收市场

的大部分份额，达到了93%（产值为185亿美元），剩下的7%（产值为14亿美元）则为生物技术。在日本、加拿大和英国，人们正在研究更加先进的热处理技术，例如等离子体气化技术。

温室气体减排

固体废物处理行业的绿色发展，为减缓气候变化带来了希望。根据联合国气候变化框架公约最新的估计，固体废物处理以及废水处理过程排放的温室气体，占全球GHG排放总量的2.8%（IPCC 2007a）。根据《蒙特利尔议定书》技术经济评价委员会（Technology and Economic Assessment Panel of the Montreal Protocol, TEAP）的估计，2002年全球的消耗臭氧层物质存量大约是378万吨（是2007年全球消耗臭氧层物质消费量的55倍），有可能释放出超过200亿吨CO₂-eq的温室效应气体（UNEP 2009b）。

而可以产能的垃圾焚烧装置和工业混燃装置能从以下两方面为减缓气候变化带来积极影响。

首先，这些技术有助于减少温室气体排放。根据IPCC（IPCC 2007b）估计，如果减排成本低于100美

专栏七：农村从固体废物获取能量

■ 将富含有机物的生物质废物转化为沼气的农商企业，具有巨大的供电潜力。亚洲开发银行（Asian Development Bank, ADB）资助了140多个中国村庄安装了7,500多个沼气池，并提出了适合大湄公河次区域（Greater Mekong sub-region, GMS）的，社区规模的、小规模、小到中型规模的，以及大规模的农商企业的建议模式。

资料来源：Owens 2009

■ 地处热带地区国家（例如印度）的一些小村镇，利用有机固体废物厌氧消化产生的甲烷作为燃料进行生火做饭有良好的发展前景。在印度和斯里兰卡，已有2,000多个小型的厨余和菜市场垃圾厌氧

消化厂，以及几个中等规模的厌氧消化厂成功运行。

资料来源：EAWAG 2007

■ 自2008年以来，印度比哈尔州（the Indian state of Bihar）约有500户农村家庭通过利用稻壳离网产电。每天，发电厂利用3公担（300kg）的稻壳产生32kw电。每公担稻壳的售价是60卢比（1.3美元），发电厂每月的发电成本是2万卢比（426美元）。因此，一个家庭每月花费2美元，就能获得足以维持两个房间的照明，以及一部手机的充电所需要的电量

资料来源：IFC 2010

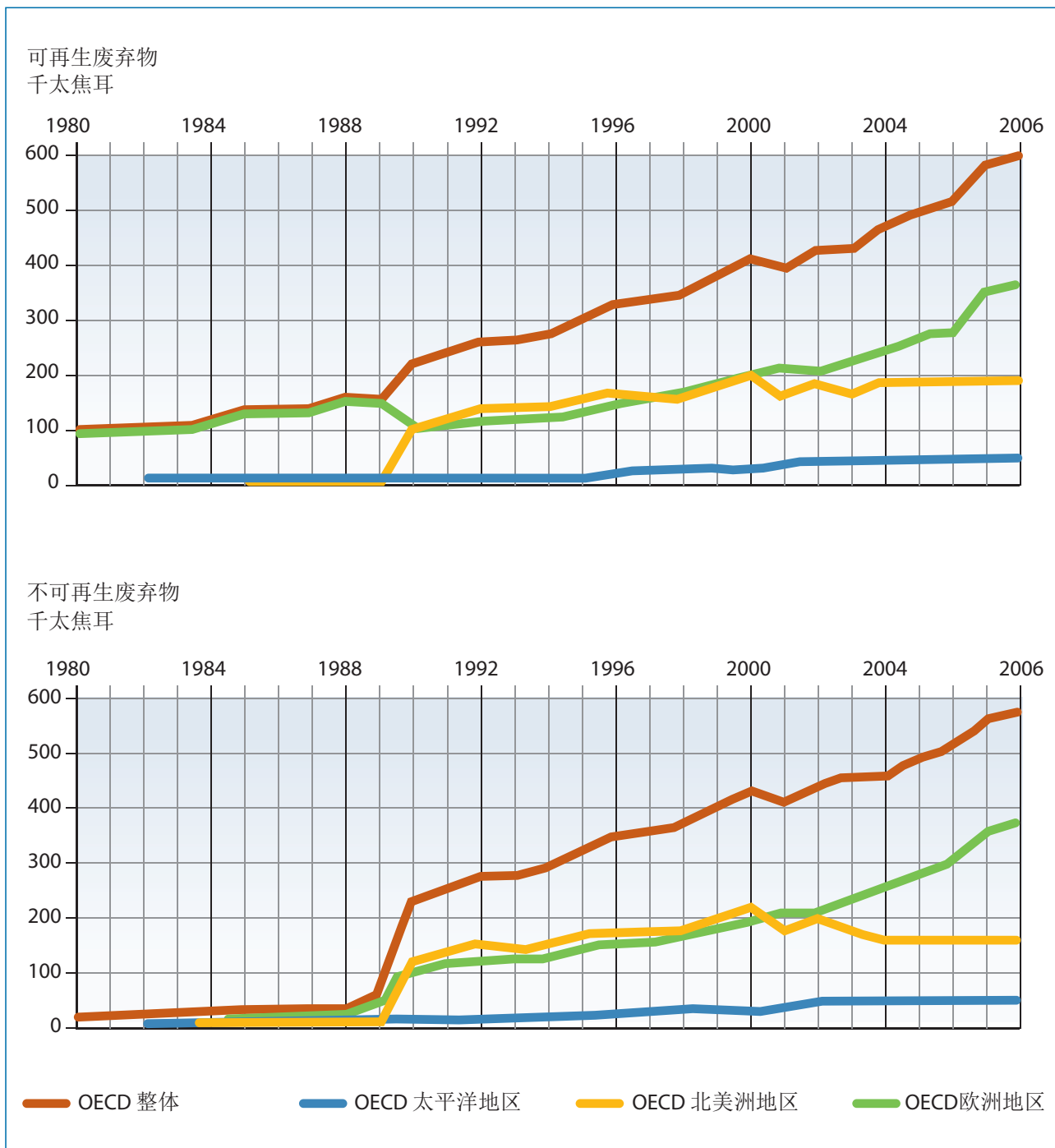


图10: 利用可再生和不可再生城市固体废物产能情况

资料来源: UN 2010a

元 / tCO₂-eq.年, 预计2030年全球填埋场甲烷气体排放量可减少1000 MtCO₂-eq (或是预计值的70%); 如果减排成本为负值, 填埋场甲烷气体的减排量将为预计值20%-30%; 如果减排成本低于20美元 / tCO₂-eq.年, 则可达到30%-50%的减排量。减排成本越高, 温室气体减排量就越多, 在垃圾向能源转化的热处理技术过程中, 应充分开发其减排潜力。

其次, 这些技术可以赚取碳信用额度。在《京都议定书》的框架下, 清洁发展机制引 (Clean Development Mechanism, CDM) 引入了碳信用额度来控制废物的温室气体排放, 它适用于所有垃圾焚烧发电、填埋气体收集后发电以及堆肥项目。图11中给出的是2010年2月一些非附件1国家注册的CDM项目总数, 以及与垃

圾处理相关的项目所占的比例。据世界银行估算, 每年每百万居民的碳交易收入如下: 填埋气体回收258万美元, 堆肥132.7万美元, 循环利用350万美元, 转运站11.5万美元 (包括燃料的节约) (Hoorweg and Giannelli 2007)。如果将填埋气回收注册为一个清洁发展生产机制项目, 每年从100万吨废物中回收的填埋气体可减少CO₂排放当量为3.15万吨, 并带来14万美元的收入 (CO₂的交易价格为每吨4.5美元) (Greiner 2005)。

在中国和印度, 大多数填埋场占地面积不大而且不符合卫生填埋场的要求, 仅在最近的10年中才修建了一些大型的填埋场。因此, 其固体废物处理行业的清洁发展机制项目数量很少 (只占全部注册项目的9%)。

预计再过10年，情况可能会有所好转。

在所有发展中国家中，巴西在开发固体废物处理行业中的清洁发展机制项目方面做的最好，已有72个清洁发展机制注册项目，超过1,000万的核证减排量（Certificated Emission Reduction, CER）。据世界银行估计，4个国家的11个填埋场：巴西3个、哥伦比亚6个、秘鲁1个、乌拉圭1个，其填埋气体发电项目（LFGTE）的核证减排量为1,698万吨CO₂排放当量。由于废物循环利用而产生的核证减排量在专栏八中有详细解释。

支持平等和减少贫困

在废物管理领域，平等和贫困的问题显得尤为尖锐。很多低标准的废物处理设施和堆置场所对环境造成的污染直接影响到了生活在周边的居民。无论是在发达国家还是发展中国家，危险废物弃置的场所和焚烧设施都建在贫困人口生活的地区（Wapner 2002）。在美国，很多文学作品中描绘了一些废物处理设施来讨论种族和贫困问题（Jenkins et al. 2002）。在中低收入国家，由于没有其它生存方式的选择，回收物料的价值吸引包括儿童在内的很多贫困人口在没有健康保护的条件下从事着垃圾捡拾的工作。

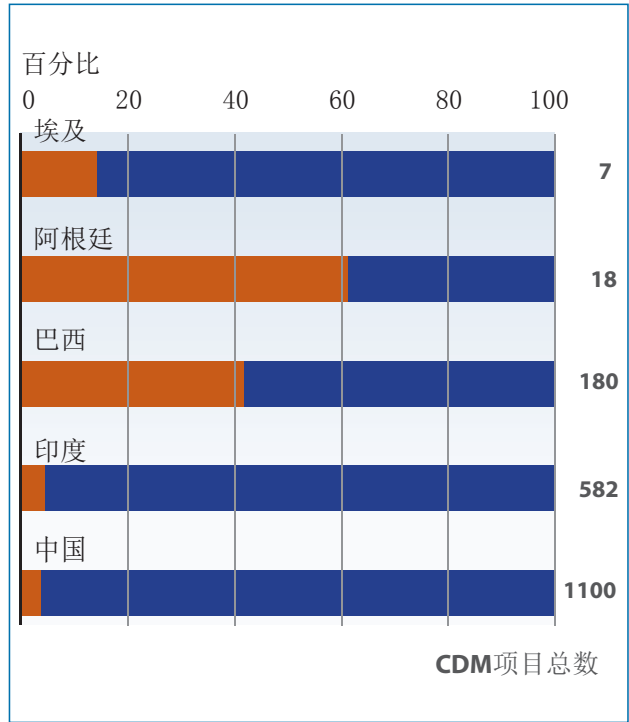


图11：几个京都议定书中非附件1国家注册的CDM项目情况（2010年12月）

数据来源：UNFCCC 2010

专栏八：依靠废物管理的碳信用额度

■ 飞灰重新利用换取碳信用额度

在印度，大约有2.6万公顷的土地被灰池覆盖，这些土地每年会产生将近9,000万吨的飞灰。据估算，利用1吨飞灰加工生产混凝土将会减少1吨的温室效应气体（以CO₂为排放当量）排放。在印度恰蒂斯加尔邦（Chattisgarh），拉法基集团（Lafarge India Pvt. Ltd.）申请了一个清洁发展机制项目，利用飞灰来替代Arasmat水泥窑中的熟料。通过提高混入水泥中飞灰（从火力发电厂获得）的比例（替代熟料），该项目每年成功减排约69,359吨CO₂排放当量，赚取了价值90万美元的核证减排量。

资料来源：UNFCCC 2006

■ 固体废物物料循环换取碳信用额度

2010年3月26日，清洁发展机制执行体批准了一个小规模的新计划—“AMS-3 AJ从固体废物中回收和循环利用材料”。这一项目计划从城市生活垃圾中回收高密度聚乙烯（HDPE）和低密度聚乙烯（LDPE），经过循环使用制成中间和最终产品，例如树脂。这一生产过程省略了制造高密度聚乙烯

和低密度聚乙烯的专用设备，降低了能源消耗、减少了碳排放，因此可以换取碳信用额度。但是，进行回收和循环利用的废物必须可以在附近获得，距离循环利用处理设备的距离应该小于200km，已经从废物中分离的塑料或者运输距离超过200km的废物都是不适用的。

资料来源：CDM EB 2010

■ 孟加拉国达卡市的清洁发展机制项目

“废物关注（Waste Concern）”是一个非营利性组织，已经在达卡市注册了两个与废物管理相关的CDM项目。其中一个项目计划在2006年-2012年的第一个阶段内，采用堆肥的方式处理城市内一天产生的700吨有机废物，实现62.4万吨以CO₂计算的碳交易量。通过将高有机物含量的废物由填埋的方式向好氧堆肥的处理方式转变，该项目可以减少温室气体的排放。另一个项目是在Matuail填埋场修建填埋气体净化和利用装置，计划在相同的时间内减排56.6万吨的CO₂排放当量。

资料来源：UNFCCC 2005

因此，废物管理的“绿化”也应该考虑这两方面的问题。废物管理领域的投资一方面应该用于设施的建设，而另一方面，也应该用于促进整个行业正规化。只有这样，工人才可以接受正规的培训、得到健康保障，使他们的劳动得到公平的补偿。此外，为了给当

地创造更多的就业机会，“绿化”更倾向于分散的、地方性的和劳动密集型的废物处理系统，而反对建设集中式、大规模、高密度的处理设备。

4 废物管理投资增加带来的影响

人们采用系统动力学模型来识别全球（即全球平均水平）固体废物处理行业的投资增加（尤其是废物管理和循环利用环节投资增加）所带来的影响。在一个理想模型中，对优化固体废物管理的投资分析应该包括废物的产生和整个废物管理的全过程，从废物收集、分选、运输、回收利用到处理处置。但是，由于数据的缺乏，目前的分析还不能囊括所有环节。因此，下文的评估主要是说明固体废物产生的特性与规模，强调在废物收集和处理过程中可能进行的投资。无论是废物的产生还是处理费用，不同国家之间有着很大的差别，这些并不能从全球的数据中得到有效地反应。

总体经济模型假设在2011-2050年间，每年全球GDP的2%将用于“绿化”10个领域的投资（简称G2）。然后，将其与不增加投资的BAU模式，以及在BAU的经济走势下进行相同数额投资的模式进行比较。

在这一多部门模型下，2011年固体废物处理行业分配到全球GDP的0.16%，约合1,080亿美元。到2050年，随着全球GDP的增长，投资额也会相应地增加到3,100亿美元，2011-2050年间，每年的平均投资额是1,980亿美元。建立这个模型就是为了说明，如果每年向固体废物处理行业绿色发展方面（和其它行业绿色发展一起）增加一定数额的投资，将会发生什么变化。但是，这种方法得到的结果并不能说明要想达到一个具体的目标实际需要的投资额。由于数据有限，该模型并不能从再生材料和制品、回收的能量和堆肥产品等的市场价值来评价投资增加所带来的影响。对整个固体废物处理行业绿色投资的评价模型，将在其它章节详细叙述。

在该模型中，废物的产生量（在被回收利用前）主要由人口数量和GDP共同决定。2010年，全球一共收集了112亿吨固体废物⁴，其中84亿吨为农林业有机废物，18亿吨为城市生活垃圾⁵，其余的是工业废物、电子废物和建筑垃圾。在BAU发展模式下（无额外投资），固体废物年均产生量到2050年将会达到131亿吨，增加了17%。

所有收集的固体废物通常通过六种方式进行处理：填埋、能量回收、物料回收、焚烧、堆肥和循环利用，将来还有可能出现新的处理方式。2010年，通过焚烧1.92亿吨的城市生活垃圾，人们一共回收了大约7.16万GWh的电，主要来自具有54GW发电能力的焚烧炉。如果按照BAU模式（没有额外投资）发展，那么废物发电能力的增长会很平稳，如果每年焚烧5亿吨的废物，那么2050年的发电能力将刚刚超过200GW。填埋场的规模也将会有所扩大，特别是没有大力发展垃圾焚烧发电设备的情况下。在该模式下，进入填埋场的废物总量将从目前的80亿吨增长至120亿吨，增长约50%。现代化的城市生活垃圾填埋场可以产生甲烷气体，现在占的比例还不多，但随着科技的进步以及经济的发

展，未来我们还可以期待更多的进步。由于进行了物料回收，在BAU模式下，城市生活垃圾中可回收物质的总量将会由2010年的1.8亿吨上升至2050年的2.8亿吨。

在绿色投资模式下，每年全球GDP的0.16%将投资于固体废物管理的3个环节：废物循环利用、农林业有机废物的堆肥处理以及废物的收集。在这三方面中，为了支持物料循环和农业活动，投资的重点是废物循环利用和堆肥处理，其中包括能量回收，剩下的资金则用于改善废物的收集系统。若全球废物循环利用的平均成本为100美元/吨，则在G2模式下，平均每年用于循环利用和堆肥方面的资金大约是460亿美元，用于废物收集方面的投资是1,520亿美元。G2模式下废物收集环节的投资分配反映了在未来几十年内，人们需处理废物产生量净增长的需求。

在G2模式下，投资将导致城市生活垃圾、工业废物和电子废物循环利用率增加，从2010年的9.9%增加到2050年的33.4%，比BAU模式多增长了6.6%。

我们可以按不同类别分析增长情况：1）工业废物的循环利用率增长了一倍（从7%增至15%）；2）电子废物几乎全被循环利用（现在估计是15%）⁶；3）城市生活垃圾（再生材料的主要来源）循环利用率将从10%增长到34%，是目前的3.5倍。

此外，截至2050年，所有的有机废物都将用于堆肥或者类似的能量回收，而BAU模式下比例只有70%。堆肥比例的提高将会使有机肥料的供应增长，对土壤肥力和农业产量的增加都有积极的影响⁷。

目前，收集的废物中有22%最终进入了填埋场。如果按照现在的BAU模式，到2050年这一比例将会提高至28%。而如果在G2模式下，废物管理方面的投资将会增加，该比例将下降至小于5%。造成填埋比例下降的主要原因是进入填埋场的城市生活垃圾数量将从60%下降至20%。除此之外，有机废物、建筑垃圾和电子废物循环利用量的增加也是填埋数量减少的一个原因。在G2模式下，进入填埋场的废物数量在2014年前将会稳定在80亿吨，随后急剧减少，到2048年会再次回到1970年的水平（大约是35亿吨）。

简单估算一下废物循环利用、堆肥和收集环节所需的

4. 是指收集量，不是指产生量，因为统计数据中通常只有收集的数据。

5. 这两个废物类别有相互重叠的地方：城市生活垃圾可包含一部分有机废物。在Chalmin 和Gaillochet（Chalmin and Gaillochet 2009）的报告里，每年城市和危险废物的产生量是34-40亿吨。

6. 在该模型分析的40年时间里，电子废物循环利用数量的快速增长是可能的，但是达到100%的循环利用率几乎是不现实的。

7. 在农业一章中详细介绍。

劳动密度，可以发现增加废物管理方面的绿色投资有望增加就业机会。仅就废物收集活动来说，按照BAU2模式，到2050年全球废物收集需2,300-2,400万个工作岗位，而G2模式则能多增加10%的工作岗位⁸。不过应该注意的是，这些数据是全球的平均数据，并不能显示地区性的差异。在那些发展迅速的新型经济体国家，现有的废物收集和循环利用率都不高，因此我们可以合理的推断出，在这些地方会有更多的新增工作。同时，也要注意以上的结论并没有考虑减少废物产生量

方面的投资，这部分投资会减少上游废物的产生量，进而引起下游工作岗位数量的减少。

综上所述，虽然涉及的范围有限，也不够详细，上述模拟对比还是明晰地说明了通过对废物收集、循环利用、堆肥和有机废物产能的资金投入，进入填埋场的固体废物比例可减少4/5。

8.根据1,760人/百万吨废物收集量的劳动密度计算。

5 促成条件

大规模地增加投资以促进固体废物处理行业的绿色发展，并不会自动发生。一个国家要想向该方向发展，必须满足一些基本条件。这一节中将会描述其中的4个方面：1) 融资；2) 激励措施；3) 政策和管理措施；4) 制度上的安排。

5.1 融资

固体废物处理行业绿色发展需要有大量的资金用于设施的投资和运行。资金主要有以下4个来源：（1）私人投资；（2）国际基金支持；（3）通过使用回收成本；（4）其它新型的融资方式。通过银行系统和资本市场进行的资金融资，将在“财政”一章中介绍。

私人投资

私营企业通常以公私合营的方式（Public-private partnership, PPPs）参与投资，如果满足各项条件，私人投资的方式是很有效的，同时还能减轻政府的财政压力。例如，由于私人投资的加入，英国、美国和加拿大的与废物管理相关的服务成本降低了至少25%，马来西亚降低了23%（Bartone 1999）。在印度的拉杰科德市，其废物管理成本也因垃圾运输服务的私有化而节约了23%（USAID 1999）。

在爱尔兰的研究还发现，私人投资参与竞标可以显著降低当地政府在废物收集服务上的开支。粗略地比较竞标前后的服务成本，以及当地政府与私人承包商的支出，可以得出结论：私人投资竞标可节省34%-45%的费用。这主要是因为服务外包后资金利用效率得到提高（Reeves and Barrow 2000）。

公私合营方式可以有多种。如果双方签订的是服务合同，私营合作方必须向公营合作方提供已明确定义的服务项目。如果双方签署的是管理合同，那么私营合作方需要负责一些管理的核心环节，例如运行和日常维护工作。还有一些类型的合作是以租用的方式：私营企业全权负责运行和日常维护，而公营合作方则主要负责吸引更多新的投资。根据固体废物管理方式的不同，私人投资方可以是一个也可以是多个。

发展中国家现在也已经开始注意公私合营带来的种种好处（Ahmed and Ali 2004）。在哥伦比亚的很多城市，以及中国、印度的少数大城市，由政府负责投资提供废物收集相关的设施和设备，而私营企业则负责提供劳动力。在印度新德里，有一个特许经营25年的好氧条垛式堆肥厂和一个租用期为10年的废物管理项目，都是通过开发-建设-运行-转让（DBOT）的方式进行融资的（Babu 2010）。

在菲律宾，私人投资者建成了以高危险性医疗废物为处理对象的高温焚烧厂，该厂具有监控系统，可

处理来自200多个医疗中心和医院的医疗废物。塞内加尔的达喀尔市也开始进行公私合营的尝试，通过多层次服务合同，一些最初由政府垄断的项目开始引进更多有竞争力的私营企业参与其中。上面的一些例子都说明了通过公私合营的方式这种新型融资方式，服务质量得到了提高，同时资金的使用也变得更加有效。

国际基金

核证减排量（Certified Emission Reductions, CERs）有可能成为不同国家政府之间资金的来源。但是，现在签发给固体废物处理项目的核证减排量，比项目倡议者提交给联合国气候变化框架公约文件中所声称的要低得多。现在还不能很清楚地估算出甲烷的产生量和减排量，因此经常会高估了核证减排量，进而又导致了一些项目在申请时被拒。在发展中国家，一些技术上的问题没有解决，如高浓度渗滤液抑制了气体收集，监控和核查存在问题等，这些都成为限制核证减排量项目发展的主要障碍。只有克服这些障碍，发展中国家才能利用核证减排量的创收来发展绿色固体废物处理行业。

除了核证减排量，固体废物处理行业绿色发展的另一个主要的国际基金来源是多边发展银行。2009年，世界银行向不同地区一共提供了价值157亿美元的资金，用于建设约199个与废物管理相关的项目。从图12中可以看出，2009年，东亚和太平洋地区获得的援助资金占了大部分（37%），达到了31亿美元。

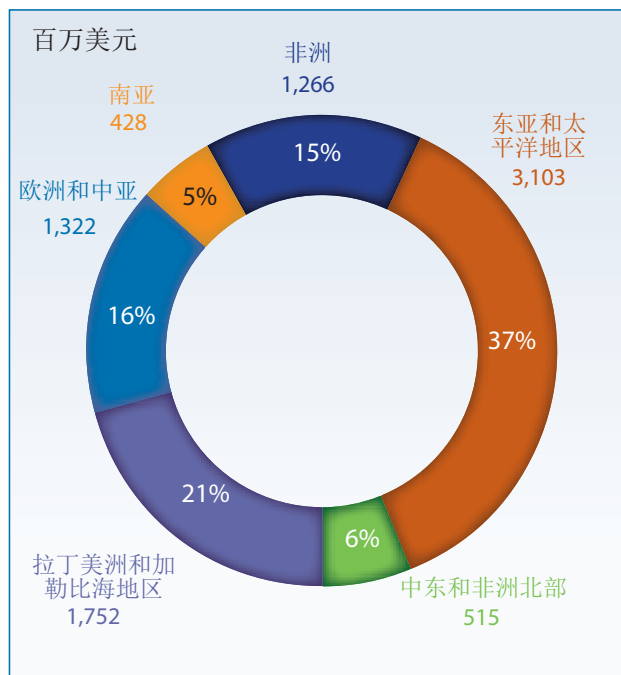


图12：世界银行估计的不同地区固体废物管理领域投资情况

数据来源：World Bank 2009

多边环境协定（Multilateral Environmental Agreement, MEA）创立了一些专项基金，用来资助废物处理行业绿色发展的一些新型项目。例如，《蒙特利尔议定书》实施多边基金（Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol, MLF）、全球环境设备协会和一些双边赞助人为联合国开发计划署（United Nations Development Programme, UNDP）提供资金援助，用来帮助发展中国家和经济转型国（Countries with economies in transition, CEIT）完成蒙特利尔公约中的相关承诺，逐步淘汰臭氧消耗物质的使用。在各种资助项目中，关于废旧产品处理和废物管理的项目得到了更多的关注。ICF（2008）建议，不按第五条第一款行事的国家可以通过征收臭氧消耗物质附加税（例如，每进口或生产1kg制冷剂的税）、市政税收以及对新增加的设备征收税费等方式获得资金来源。而按第五条第一款行事的国家则可以直接从多边基金获得援助，和/或者通过适当的碳交易方式（如使用认证的消耗臭氧层物质消减技术的清洁发展机制项目）获得相应的收入。多边基金可以考虑的合作出资方向包括：从各种设备中去除、破坏、和/或回收利用消耗臭氧层物质制冷剂和泡沫塑料，以及旧设备的处理处置。

通过使用者回收成本

在很多国家，固体废物的相关服务属于公共服务。居民、企业和大型的工业设施需要为废物收集和运输服务支付一定的费用，这笔费用可帮助回收投资成本，支付日常运行的相关开销。

事实上，成本回收也是固体废物处理行业绿色投资的一个重要资金来源。通过更加合理的垃圾按量收费原则，向使用者收费，将环境和公共健康管理费用（包括管理费用、投资费用和运行费用）分摊给了每个家庭。成本回收的方式包括：建立和维护登记、授权或许可制度所需的行政事业型收费，为公众提供废物收集、处理和处置服务的用户收费。此外，还可以通过一些环境责任措施或者相应的环境罚款，来保障废物处理和清理费用以及环境卫生费用由相关污染责任人承担，而不是由全体公众的财政预算买单。

其它新型融资模式

微融资和混合融资模式是支持小型项目的新型、有效融资方法。例如，2006年巴西提出可持续废物管理参与计划，向捐助者募集微信用基金（micro-credit funds）（Hogarth 2009），募得的资金主要用作废物运输和废物应急管理相关的流动资金。该基金还用于向拾荒者提供贷款，拾荒者将废品卖给循环回收站后再偿还贷款。

另一个例子是菲律宾马尼拉市，采用微融资的方式向微型企业提供资金，用来管理一个已有40年历史，堆有200万吨垃圾的“雾山”垃圾堆场。微型企业通过废品回收站（Material Recycling Facility, MRF），参与到

废物收集、分类和销售的环节。微融资方式向这些微型企业提供贷款、帮助他们提高企业盈利能力。公司在邻近的21座建筑物中分类收集有机废物，利用捐赠的生物反应器每日可处理1吨垃圾（UN 2010b）。

对于那些实施起来在经济上有一定困难的废物管理项目，人们越来越多地使用混合融资的方法（将债务和股本结合）。在21世纪初期，英国率先尝试引进预借贷的形式，给市政委员会更多借款上的自由，取消了他们关于最大借款额度的限制（UN 2010b）⁹。

还有一种新型的融资方式是允许两个或两个以上的地方政府共同投资，以优化投资、促进现代化技术（例如垃圾焚烧发电）的使用，而规模太小时这些技术缺乏竞争力（OECD 2007）。

5.2 采用经济手段引导市场

可以采用一些经济手段促使消费者和企业减少废物产生量、负责任地处置废物，最终促使固体废物处理行业绿色发展的需求增长。固体废物处理行业常用的一些经济刺激手段包括：1）对固体废物征税或收取一定数额的费用；2）为循环利用提供贷款或者其它形式的补贴；3）投资本金偿还；4）各种标准和履约保证金或环境保障基金。

对进入填埋场的垃圾按体积征税可以有效减少废物量，而且很容易实施。但是，该方法是否有效，取决于每吨垃圾的征税额度，以及是否有足够的监管和执行措施。同时，还必须确保征税这一做法会鼓励人们遵循减量化、再使用与再循环原则，而并非增加了非法弃置的废物数量。

垃圾按量收费（Pay-as-you-throw, PAYT）是另一种减少废物产生的方法。同样，人们也需要采取相应的措施防止非法弃置垃圾或者误用循环回收设备。固体废物管理基础设施必须得到充分的财政支持，同时，提高公众的固体废物管理意识也是十分必要的。PAYT对提高废物回收利用率有着十分积极的影响。仅一年时间，PAYT的实施就使美国俄勒冈州波特兰市的废物循环利用率由7%上升至35%，缅因州法尔茅斯市由21%上升至50%（Shawnee Kansas 2009）。

通过限制使用一些商品，如塑料袋等，也可达到避免废物产生的目标。经过和广大零售企业的协商以及两年的试点操作，日本的名古屋市从2009年4月起开始对塑料购物袋实行收费，其中有90%的购物中心参与了该项计划。由于该项计划的实施，到2009年12月，该市塑料购物袋的使用量降低了90%。从2007年10月到2009年10月，估计一共减少使用塑料袋3.2亿个，总重达2,233吨（Environmental Affairs Bureau 2010）。

为了保障地方经济市场以及正规中小型废物循环利用企业的正常发展，采取经济激励的方式支持非正规企业向正规化发展显得十分重要。通过提高利润率，一些为循环利用提供贷款的计划可以鼓励政府或者个人

9. 地方政府可以自行决定是否借款或者在多大程度上依赖借款，以满足他们合理管理财政事务的要求（Asenova et al. 2007）。英国政府环境、粮食和城镇事务部推荐在进行低风险投资时借贷。例如，有一个MBT项目大约60%的资金是通过West Sussex Council借贷筹措的。

专栏九：鼓励私人投资进行棕地清理和修复

2010年8月，纽约市市长和纽约州环保局局长宣布了一项协议，将着手清理棕地（指城中旧房被清除后可盖新房的区域），以及那些不符合联邦或州政府超级基金修复项目要求的轻度或中度污染区域。在该计划中，纽约市周边7,000英亩未使用的空地将迎来新的发展。

早在2008年，纽约市就成立了环境修复办公室来筹备该项计划，在布朗克斯行政区选了一个小棕地作为试点。这样的棕地纽约市周边估计有

1,500-2,000个，选择的这个棕地被用于建造佩勒姆百汇轩（Pelham Parkway Towers），建成后将作为价格合理的住宅区。

由于实施了棕地修复计划，政府将为建设者提供财政支持，补偿他们在进行清理工作时的一部分费用。这样就有可能加快整个清理过程，还可以避免那些不受政府监管的私人土地清理项目。

资料来源：New York Times 2010

参与循环利用的相关活动。但是，截至目前，这些计划在应用方面还受限。另外，通过财政补贴抵消废物清理的开支，也是一种积极的经济激励方法。专栏九中列举了纽约市的例子。

根据棕色垃圾（焚烧或填埋处置的垃圾）的重量或体积向家庭征收垃圾收集费，与免费收集可回收利用垃圾（包括有机废物）相结合，该政策被广泛作为激励减量化、再使用与再循环的行为。这一政策往往还伴随着对路边垃圾收集点和社区垃圾收集站的投资建造。1995年，韩国用按垃圾体积收费（Volume Based Waste Fee, VBWF）的方式，代替了传统的固定收费制度。每个家庭产生的可循环利用垃圾得以免费收集，剩余的垃圾则装入事先购买的垃圾袋中，以袋为单位进行收费。1994年至2009年期间，按垃圾体积收费的系统使城市生活垃圾产生量减少了21.5%，循环利用率从15.4%提高到61.1%（Ministry of Environment, Republic of Korea 2010）。

5.3 政策和管理措施

最常见的政策和管理措施有：

■ 废物减量化、再使用和循环利用的管理目标；替代生产投入原材料的需求目标；

■ 固体废物管理市场的相关规范包括：废物收集、储存、处理和最终处置的许可要求；物料循环利用的标准；设施标准，包括污染控制技术要求；

■ 土地利用政策和规划。

在大多数情况下，一项政策或者法规会包括各种规范。因此，下面的讨论将不区分这些不同类型的规范。

10.RCRA是美国基本联邦法律，用以管理城市生活垃圾和危险废物的处置，涵盖了危险废物和一般废物的很多管理要求。其中最著名的部分是C计划，对危险废物从产生地、运输、处理和最终处置进行全过程控制。超级基金场址，指的是在《综合环境反应、赔偿与责任法案》（CERCLA）管理下的各种废物管理设施。

20世纪70年代中期，由于一些发达国家制定了更加严格的固体废物处置法案，固体废物管理领域的相关规范也不得不变得更加严格。欧盟指导委员会制定的关于废物的处置规范（1975），以及美国RCRA（1976）制定的固体废物和危险废物处置规范，将固体废物管理作为城市市政管理的一部分，已成为最重要的管理措施¹⁰。专栏十介绍了在英国，欧盟指令如何影响其削减进入填埋场的可降解废物量的例子。

1989年，《控制危险废物越境转移及其处置的巴塞尔公约》被采纳，并于1992年开始实施。《巴塞尔公约》在很多问题上做出了很严格的规定，例如：从数量上和危险性上降低危险废物的产生、在废物产生处就近处置、减少危险废物的运输、增加对环境无害的重复使用和循环利用、对废物进行无害化的处理和处置、扩大废物管理服务的覆盖范围。

从20世纪90年代初期开始，欧盟就积极地制定一系列与固体废物相关的政策措施。以下欧盟指令和战略计划已经在固体废物管理行业的绿色发展中起到了重大作用：包装指令（1994），废物通讯战略（1996），填埋指令（1999），报废车辆指令（EoLV 2000），废旧电子电气设备指

专栏十：英国进入填埋场废物量的减少

欧盟填埋指令是推动英国寻求私人投资者进行固体废物管理的主要推动力。根据欧盟指令的要求，其成员国在2020年前要将进入填埋场的可生物降解废物量降低至1995年水平的35%以下。对于英国这样的国家，每年固体废物的产生量还在不断增加，要达到这一要求就更是难上加难了。因此，在政府的私人融资计划（Private Finance Initiative, PFI）基金的支持下，英国环境、食品和农村事务部着手进行了一系列投资额达128亿美元的项目。同时，英国还计划由一些私人承包商修建更多的焚烧厂。

资料来源：改编自 Reuters (2010)

令（WEEE 2002），废物减量化、循环利用和自然资源可持续使用相关战略（2005），欧盟修编的固体废物框架指令（2008），原材料使用倡议（2008）。如果在2006年前完成废车辆指令目标的85%，那么每年欧盟的废物填埋费用将减少8,000万欧元，比不执行该项法案节省了40%的支出。如果在2015年顺利实现95%的目标要求，则成本将进一步减少80%（GHK and Bio Intelligence Serviv 2006）。废旧电子电气设备指令迫使全世界的电子电气产品生产厂商采纳有效的产品生命周期政策，例如：回收利用政策。总体来看，采取积极措施满足废车辆指令和废旧电子电气设备指令的相关要求，对企业来说是有利的，通过零件和物料的重复使用，企业可以节约40%-65%的制造成本（Ali and Chan 2008）。

个别国家也相应地制定了很多与固体废物管理相关的规范，并开始逐步执行这些规范。1991颁布的《德国包装法令》，通过第三方组织进行包装废物的收集，从而鼓励人们进行包装废物的循环利用。2004年制定的《英属哥伦比亚循环利用规范》（British Columbia Recycling Regulation）使加拿大的废物循环利用率有了很大的提高。

同时，一些发展中国家也制定了相应的法律法规：1995年中国颁布的《中华人民共和国固体废物污染防治法》，1999年南非颁布的《全国固体废物管理战略计划》，2000年印度颁布的《城市固体废物管理和处置条例》，2000年菲律宾出台的《生态型固体废物管理法案》，2007年马来西亚的《固体废物和公共清洁管理法案》，2008年印度尼西亚的《固体废物管理法案》。尽管这些法律的实际效果要取决于其执行情况，但是他们的颁布提供了政府承诺固体废物处理行业绿色发展的信号。

除宏观的国家政策和法规之外，还有一些专项规范。在欧洲实行的生产者责任延伸制（Extended Producer Responsibility, EPR）或者生产者回收责任制项目，如“绿点行动计划”，激励了欧洲的生产企业简化产品包装。这些项目促进了一些创新性设计理念的产生，例如环境设计（Design for Disassembly, DfE）和拆卸式设计（Design for Environment, DfD）。清洁生产和生产过程中持续地改善质量等强制性的企业管理理念，可以帮助获得高质量、易于重复使用和循环利用的废物。上述这些理念都有助于提高人们在产品生产环节和消费环节对绿色环保理念的认识。韩国自2003年起，开始对产品包装物（纸、玻璃、铁、铝和塑料）和一些其它商品（电池、轮胎、润滑油和荧光灯管）强制执行生产者责任延伸制。根据韩国环保部提供的数据，2003-2008年间，该计划共循环利用770万吨废物，循环利用率与未实行生产者责任延伸制之前相比提高了13.5%。循环利用率的提高为韩国带来了1.7万亿韩元的经济收益，约合16亿美元（Ministry of Environment, Republic of Korea, 2010）。

工业企业也可以自愿制定一些相关的行业标准。例如，日立公司（Hitachi）设计了一种便于拆卸的洗衣机，因此节约了33%的生产时间。该产品由于需要更少的维修服务，因而受到了很多消费者的青睐，同时还降低了废

旧产品的处置费用。类似的，富士施乐公司从亚太地区的9个国家回收旧的复印机、打印机和墨盒，将回收后的产品拆卸、按不同部件分成64类后，再重新用于新机器的生产中。飞利浦公司生产了一系列行业领先的绿色产品，例如可以节约52%包装物的超高效灯泡、少使用40%汞的25瓦T8灯管、减少17%包装物的平板电视、重量分别减轻26%和28%的DVD播放器和除颤仪。

为了给废弃材料重复使用提供新的机遇和应用机会，同时使废物真正成为放错地方的资源，还需要进一步发展政策定义强调废物的资源价值。此外，政策上的引导还应该着眼于提高公众意识和教育水平，促进科研发展、进行相关培训，提高工作人员的能力，这样才能满足固体废物管理相关的技能、工作要求，同时带来人们行为上的转变。

5.4 正规和非正规固体废物处理行业之间的体制安排

由于体制的关系，在很多发展中国家，管理和控制等政治手段并不像经济手段那样有效。同样，由于薄弱的管理能力，废物处理技术方面的投入回报也常常不理想¹⁰。因为管理有缺陷或缺乏市场，固体废物处理行业的投资经常受阻。此外，发展中国家往往没有能力抑制发达国家向其输入废旧物品或者垃圾，即使有相应的管理条例，这些办法也常常起不到应有的作用。

在制度上，如何解决正规和非正规固体废物处理行业之间的关系是一个主要问题。非正规化的固体废物处理市场在发展中国家之所以蓬勃发展，是因为现有非正规化的回收利用环节的难以实现规模化地正规发展。Porter（Porter 2002）提出了循环利用市场没能正规化发展的5大原因：1）未能给居民提供正确的回收利用市场信号；2）政府拥有的或者控制的循环利用企业处理数量与处理能力不符，没有选择合适的技术（主要由于他们过分看重经济利益）；3）由于性质不稳定，循环利用市场无法保持稳定的增长；4）原始产品替代缺乏优化的税收和补偿政策；5）未能给生产者提供处置和循环利用其产品以及产品包装方面的正确市场信号。

非正规化部门，尤其是非正规的废物收集和循环利用部门，在固体废物管理过程中起到了十分重要的作用。通过微融资鼓励正规循环利用行为进入市场，可以帮助非正规的循环利用活动逐渐走向正规化。此外，应该使更多的人意识到管理的正规化可以给社会和人体健康带来切身的益处，这样人们就可以更好地理解那些无形好处的重要性。

非正规废物管理企业的运行会为人类健康带来风险，同时往往还伴随着比较恶劣的工作环境。在使用循环和回收产品时，强调健康和安全风险是十分必要的；同时，应该对循环和回收产品制定合理的政策、规范和标准。发展中国家应该修订他们的一些管理框架，以确保参与非正规化废物管理的工人以及购买循环利用产品的消费者的健康和安全。

Suchada等人（Suchada et al. 2003）强调，当废物循环

地区	社区合作的具体描述
孟加拉国达卡市	<p>在达卡，分散式的堆肥处理在社区的配合下已经有效地开展起来，一个叫达卡固体废物关注点的组织为该尝试建立了一个商业模式。每个社区通过向使用者收费的方式为项目带来了30%的收入，使得计划在财政上更加可行。同时，该项计划为社区居民创造了新的工作岗位，提高了社区的生活质量。</p> <p>资料来源：Zurbrugg et al. 2005</p>
印度那格浦尔市	<p>在社区的配合下，挨家挨户（D2D）的固体废物收集方式为城市固体废物服务节省了5000万卢比（约合100万美元）的成本。此外，一个非政府性组织还为吸引更多社区的加入而做出努力。这项计划为1,600个社会最贫困居民提供了生计。参与该项计划的组织也因此得到了更多的信任和资助，其财政预算增加了至少30倍。</p> <p>资料来源：Agarwal 2005</p>
埃及开罗市	<p>从20世纪30年代开始，埃及开罗的扎巴里少数民族社区（Zabbaleen minority community）就已经开始进行非正规的废物收集活动。大约有2万名扎巴里人从事拾荒工作（占每天一共捡拾的9,000吨废物中的30%-40%），同时将80%收集的废物进行循环利用。20世纪70年代陆续成立了一些协会，加上1981年由福特基金会、世界银行和乐施会等组织支持的扎巴里族环境和发展计划，使废物收集与分选工作的工作条件和基础设施都有了很大程度的改善。在20世纪90年代，扎巴里人以特许经营的方式，通过向开罗和吉萨环境清洁和美化委员会支付许可证费用，获得向特定数目的家庭收取废物的授权，这样他们就可以直接向每个家庭收取服务费（平均为0.3-0.6美元）。为了改善这些拾荒者的生活，政府还修建了一所小学、一个废纸回收厂、一个纺织学校、一个医疗中心，以及一个支持小型工业企业的项目。此外，用驴车来收集废物的方式已经被禁止了。</p> <p>资料来源：Aziz 2004 and Wilson et al 2006</p>

表5：固体废物管理领域的社区合作

利用行业中的正规部门和非正规部门之间建立起紧密的联系，那么整个行业的运行状况将会更好，可以使整个废物管理流程中的循环利用率达到38%。但是，通常情况下，政府权威部门和进行非正规活动工人之间的合作由于缺乏信任而变得很薄弱。

要想实现人们所追求的拾荒者管理正规化，需要政府的支持和必要的改革。但是，正规化并不是实现公营单位、正规的私营单位和非正规的私营单位之间进行有效合作的唯一方式。通过扩大小额贷款和安排额外的基金投入，社区组织（Community-based organisation, CBO）和非政府组织（Non-governmental

organisation, NGO）可以为非正规的固体废物工作人员提供帮助。

在以社区为基础的固体废物管理项目中，社区领导的任务是挑选一个服务提供商，计划并管理所有服务。除了社区组织和非政府组织，在巴西等发展中国家还有一些微型和小型企业也参与到以盈利为目的的拾荒活动中（Ahmed and Ali 2004）。社区合作帮助很多发展中国家在固体废物管理中取得了成功。社区组织建立的合作社和微型企业所进行的废物收集工作，对城市废物管理都起到了十分重要的作用。在表5中列举了全球几个通过社区合作建立公司管理固体废物的例子。

6 总结

固体废物产量和组分复杂程度的增加给生态系统和人体健康带来了严重的威胁，但是“绿化”固体废物处理行业仍是有机遇的。这些机会主要来自于改善固体废物管理，以及从废物中回收资源和能源的迫切需求。对成本降低的愿望、环保意识的提高和不断加剧的自然资源稀缺，是推动这些需求变化的主要原因。新的固体废物减量化、再使用与再循环技术，以及像机械生物处理和先进生物产甲烷等技术的发展，促进了固体废物处理行业的绿色发展。固体废物市场的成长反映了当下人们对于行业绿色发展的需求，尤其是在整个产品生命周期内进行废物资源利用新模式的需求。

尽管不同国家面临的与固体废物相关的挑战各不相同，但是通往绿色前景的道路有很多共同之处。从源头上避免和减少固体废物的产生对所有国家来说都是至关重要的，对于人口猛增、各种材料和资源消耗日益增长的发展中国家，就更为重要了。人口数量的增加和居民收入的提高，意味着废物产生量很难会下降。因此，固体废物处理行业的绿色发展是降低废物数量的唯一方法。避免有利用价值的材料成为城市废物对于废物的减量化十分重要。对于发展中国家来说，绿色发展的必要过程包括：合理的废物收集、分选、运输、循环利用，以及相关基础设施的建设。在这些国家，大部分情况下人们还需要同时进行被污染区域的清理工作，因为这些地方会污染环境，危害拾荒者（绝大部分是穷人，甚至还有小孩）健康。因此，确保有严格的规章制度、强调循环利用和减少填埋的环境综合保护政策，显得十分关键。

在废物处理的各项环节中，废物回收和循环利用具有最大的发展潜力，因为他们能对整个绿色经济做出最大的贡献。随着自然资源变得稀缺，以及石油开采高峰的到来，从废物中回收资源和能源具有重要的商业价值。因此，所有类型废物的循环利用率都有可能增长。一些发达国家和新兴经济体在这方面制定了比较

高的标准，因此这些国家在产品再加工和循环利用的活动中有更大的优势。而发展中国家在进行废物处理设施建设的同时，也不应该忘记作为一个高速发展的行业，资源和能源的回收有很大的发展潜力。在选择废物处理方式的时候，不应该仅仅考虑技术成本，而是应该考虑包括减少环境和社会影响在内的综合效益。

虽然现在还不能获得确切的定量数据，但是人们还是发现固体废物处理行业的绿色发展可以带来多重好处。这些益处包括：从废物中回收资源从而避免原材料的开采、从废物中得到堆肥产品和衍生燃料等产品、以更低的成本减少温室气体的排放、赚取碳信用额度、避免对健康的负面影响、创造更多的工作岗位。在很多发展中国家，固体废物处理行业的绿色发展应该包括非正规活动的正规化，包括提供合适的培训机会、健康保障、提高公众对从事与固体废物相关工作的劳动者的尊重等措施，这样还可以使整个社会更加平等、减缓贫困差距。另外，人们还需要收集大量数据，在国家层面上（从总成本的角度）对数据进行定量分析，从而使决策者在制定相应政策时有一个更合理的依据。

对固体废物相关领域进行投资需要一系列的条件。首先，政府应该增加分配到该方向上的财政预算。其次，为了减少财政压力、提高资金利用效率，政府也应该加强与私人投资者的合作。对于发展中国家，政府和私人投资者成功的合作从某种程度来说需要依赖合理、完善的组织框架以及足够的能力以确保合作的透明度。微融资、国际发展援助以及其它融资方式，都可以用于支持当地固体废物处理系统的发展，为当地提供更多的就业机会、减少长距离运输废物的需要。此外，发展中国家还必须采取措施建立固体废物领域规范行为和非规范行为之间的信任。在非规范行为正规化的过程中，必须为那些贫穷的拾荒者提供特殊考虑。

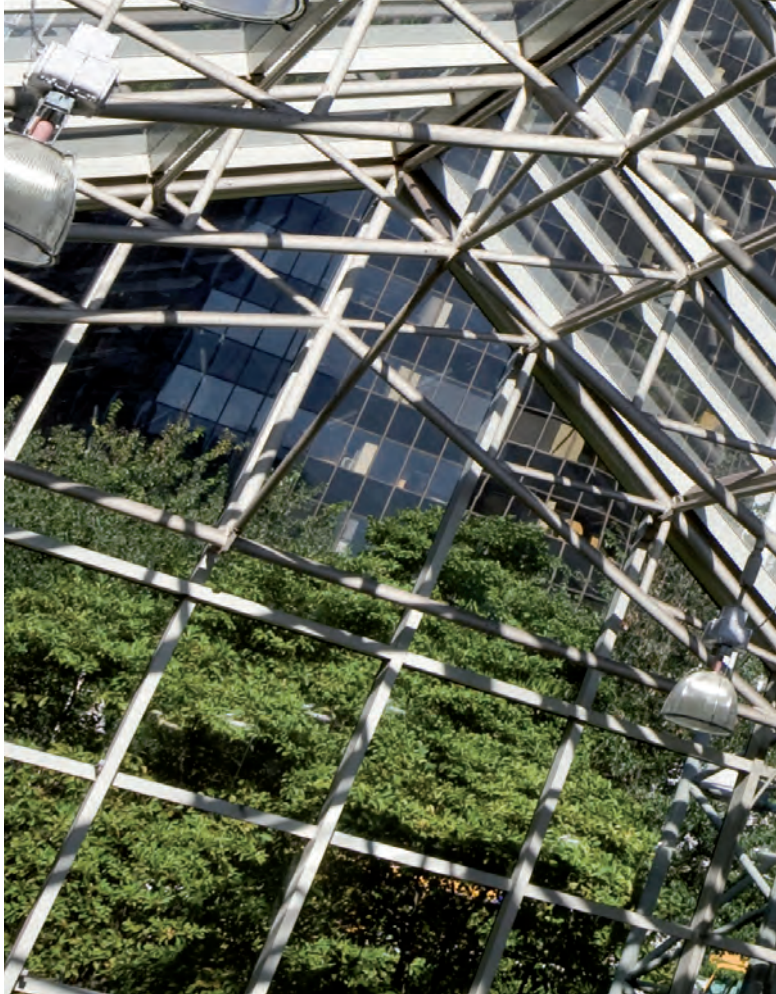
参考文献

- Acurio G., Rossin A., Teixeira P.F. and Zepeda F. (1998). "Diagnosis of Municipal Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean, Joint publication of the Inter-American Development Bank and the Pan American Health Organization," Available at: <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/diagnos.pdf>.
- Agarwal, V.S., (2005). "Sustainable Waste Management; Case study of Nagpur India: Asian Development Bank," Papers on Sanitation and Solid Waste Management.
- Ahmed SA. and Ali M. (2004). "Partnerships for solid waste management in developing countries: linking theories to realities," *Habitat International* Vol 28, pp. 467-479, Available at: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd43/ali.pdf>.
- Ali L. and Chan Y.C. (2008). "Impact of RoHS/WEEE- On Effective Recycling- Electronics System Integration." IEEE, 2nd Electronics System Integration Technology Conference 521 Greenwich, UK. Available at: <http://www.ee.cityu.edu.hk/~epa/publications-ychan/ConferencePublications/ConferencePublications-81.pdf>.
- Asenova D., Hood J., Fraser I. and Bailey S.J. (2007). "From the private finance initiative to the new prudential borrowing framework: A critical accounting perspective," Available at: <http://www.st-andrews.ac.uk/business/ecas/7/papers/ECAS-Asenova.pdf>.
- Ayres R.U. and Simonis U. (1994). *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. United Nations University Press, Tokyo.
- Aziz H. (2004). "Improving the livelihood of child waste pickers: experiences with 'Zabbaleen' in Cairo, Egypt." *Waste, The Netherlands*.
- Babu M. (2010). "PPP in waste management in India: Opportunities, barriers and way ahead." IL&FS Waste Management and Urban Services Ltd., IWMUSL, Available at: http://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/meetings2010/icm0310/2g_Manesh_Babu.pdf
- Baker E., Bournay E., Harayama A. and Rekeawicz P. (2004). "Vital Waste Graphics," Basel Convention, GRID Arendal, UNEP, DEWA Europe, Available at: http://www.grida.no/_res/site/file/publications/vital-waste/wastereport-full.pdf.
- BIR (2008). "Report on environmental benefits of recycling." October 2008, Available at: http://www.bir.org/assets/Documents/publications/brochures/BIR_CO2_report.pdf.
- Bleischwitz R., Giljum S., Kuhndt M. and Schmidt-Bleek F. (2009). *Eco-innovation – putting the EU on the path to a resource and energy efficient economy*. Wuppertal Institute, Sustainable Europe Research Institute, CSCP and Factor Ten Institute. Available at: http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/ws38.pdf.
- BMRA (2010). "About Metal Recycling." Available at: http://www.recyclemetals.org/about_metal_recycling.
- Bogner J., Abdelrafie Ahmed M., Diaz C., Faaij A., Gao Q., Hashimoto S., Mareckova K., Pipatti R. and Zhang T., "Waste Management." in *Climate Change Mitigation*. (2007), Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz B., Davidson O.R., Bosch P.R., Dave R., Meyer L.A. (eds)], Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- Borzino M.A. (2002). "Promotion of 3Rs." at the Promotion National Level Working Group 1, Senior Officials Meeting on the 3R Initiative, Ministry of the Environment, Brazil. Available at: <http://www.env.gov.jp> and follow the document links.
- Bournay E. (2006). *Vital waste graphic 2, Volume 2, Basel Convention, UNEP and GRID-Arendal, Edition 2*. Available at: http://www.grida.no/_res/site/File/publications/vital-waste2/VWG2_p32and33.pdf.
- Brunner P.H. and Fellner J. (2007). "Setting priorities for waste management strategies in developing countries." *Waste Management and Research* 25(3), 234-240.
- Calcott P. and Walls M. (2005). "Waste, recycling and design for environment: Roles for markets and policy instruments." *Resource and Energy Economics*, Vol 27, Issue 4, pp. 287-305.
- Campbell C. J. (2005). *The coming oil crisis*. Multiscience publishing company and Petroconsultants SA.
- CEQ (Council on Environmental Quality). (1997). *Environmental Quality: 25th Anniversary Report*. US Government Printing Office, Washington, D.C.
- CDM EB. (2010). "Recovery and recycling of materials from solid wastes, AMS III AJ./Version 01, Sectoral Scope: 13, EB 53, Available at: <http://cdm.unfccc.int>, 26 March 2010.
- Chalmin P. and Gaillochet C. (2009). "From waste to resource, An abstract of world waste survey." *Cyclope*, Veolia Environmental Services, Edition Economica, France.
- Chinese Government's Official Web Portal. Available at: www.gov.cn
- Cohen N., Hertz M. and Ruston J. (1988). *Coming Full Circle*., Environmental Defence Fund, New York.
- Cointreau-Levine, S. (1994). *Private Sector Participation in Municipal Solid Waste Services in Developing Countries*. Vol. 1: The Formal Sector. Urban Management Programme Discussion Paper No. 13. UNDP/UNCHS/World Bank, Urban Management Programme.
- Department of Environmental Affairs. (2010). "National Waste Management Strategy." First draft for public comment, March 2010. Available at: www.wastepolicy.co.za/nwms/sites/default/files/NWMS%20first%20draft.pdf.
- Drummond, Colon (2010), "Presentation at Bank of America Merrill Lynch Utilities & Renewables Conference." 14-15 April 2010. Available at: www.pennon-group.co.uk/.../BankofAmericaMerrillLynchUtilities&RenewablesConference14-04-10.pdf (accessed 29 December 2010).
- Duan H., Huang Q., Wang Q., Zhou B. and Li J. (2008). "Hazardous waste generation and management in China: a review." *Journal of Hazardous Materials*, October 30, Vol. 158 (2-3), 221-227.
- EAWAG (2007). "Anaerobic Digestion of Biodegradable Solid Waste in Low- and Middle Income Countries." Christian Muller, May 2007. Available at: http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/swm/dl/Anaerobic_Digestion_high_resolution.pdf
- EC (1999). "Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste." Available at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0019:EN:PDF>.
- EC. (2003). "Refuse derived fuel, Current practice and perspectives." (B4-3040/2000/306517/MAR/E3), Final Report, WRc Ref: CO5087-4, July 2003. Available at: <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/rdf.pdf>
- EC (2009). "European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste." Available at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1994L0062:20090420:EN:PDF>
- EAA and OEA (2006). "Aluminium recycling in Europe – The road to high quality products." Available at: <http://www.world-aluminium.org/cache/fl0000217.pdf>.
- EEA (2007). "Progress in management of contaminated sites – Assessment" Aug 2007, Available at: <http://themes.eea.europa.eu>.
- EEA (2009). "Generation of packaging waste and GDP in the EU-15." 18 Dec 2009. Available at: <http://www.eea.europa.eu>.
- EEA (2010). "Why Belgium cares about waste." Available at: http://www.eea.europa.eu/soer/countries/be/soertopic_view?topic=waste.
- Energy Watch Group (2007). "Coal: Resources and future production." Final version 28032007, EWG-paper no. 1/07, Available at: http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG_Report_Coal_10-07-2007ms.pdf.
- Environmental Affairs Bureau (2010). "Waste reduction efforts in Nagoya, Challenge towards a circular society." Available at: <http://www.hls-esc.org/Documents/Session%20A%20PDF/AP2.pdf>.
- EPA (1999). "Characterization of municipal solid wastes in the United States: 1998 update." prepared for U.S. EPA Municipal and Industrial Solid Waste Division, Office of Solid Waste Report No. EPA 530- by Franklin Associates, July 1999. Available at: <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/99tables.pdf>.
- EPA (2007). "Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2006." United States Environment Protection Agency, Available at: <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw06.pdf>.

- EPA (2009). "Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States, Detailed Tables and Figures for 2008." USEPA Office for Resource Conservation and Recovery, November 2009. Available at: <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw2008data.pdf>.
- EPA (2010). "Materials Characterization Paper, In Support of the Proposed Rulemaking: Identification of Nonhazardous Secondary Materials That Are Solid Waste Auto Shredder Residue." Available at: <http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/define/pdfs/auto-shred.pdf>.
- EPN (Environment Paper Network). (2009). "Opportunities for Economic Growth and Carbon Emissions Reduction in the U.S. Pulp and Paper Industry." Available at: <http://www.environmentalpaper.org/documents/Green%20Economy%20and%20Paper%20Industry%20%281%29%282%29.pdf>.
- Eurostat (2010a). "End-of-life vehicles (ELVs), Reuse and Recovery rate." last updated on 16.04.2010. Available at: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/wastestreams/elvs>.
- Eurostat (2010b). "Municipal waste generated, 1000 tonnes, 1995-2008." (update 11/03/2010). <http://www.environmentalpaper.org/repaper-docs/green-economy-and-paper-industry-1.pdf>
- Eurostat (2010c). Europe in figures – Eurostat yearbook 2010. Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/TTY_OFFPUB/CH_11_2010/EN/CH_11_2010-EN.PDF.
- European Communities (2001). Waste management options and climate change, Final Report to European Commission. DG Environment, AEA Technology.
- Fellner (2007). "Responsible material flow management, The case of waste management in developing countries." Available at: <http://www.ianus.tu-darmstadt.de/Termine/Fellner.pdf>.
- Ferrer G. and Ayres R.U. (2000). "The impact of remanufacturing in the economy." *Ecological Economics*, Vol 32, No. 3, March 2000, pp. 413-429.
- Fuji Xerox (2009). "Corporate Profile, Japan." Available at: http://www.fujixerox.com/eng/company/company_profile/pdf/t01_eall.pdf.
- GHG and Bio Intelligence Service (2006). "In the framework of the contract to provide economic analysis in the context of environmental policies and of sustainable development, Final Report to DG Environment." Available at: http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/study/final_report.pdf.
- GHK (2006). "Strategic Evaluation on Environment and Risk Prevention under Structural and Cohesion Funds for the Period 2007-2013 – National Evaluation Report for Bulgaria." Available at: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/evaluation/pdf/evalstrat_env/bu_main.pdf.
- Glass Packaging Institute (2010). "Recycling and the Environment, Environmental Facts." Available at: <http://www.gpi.org/recycle-glass/environment/environmental-facts-1.html>.
- "Greening China." Available at: <http://greeningchina.wordpress.com/2010/08/25/turning-urban-manure-into-organic-fertilizer/>.
- Greiner S. (2005). "Municipal solid waste and carbon finance." *Urban Week*, 07 March 2005. Available at: <http://siteresources.worldbank.org>.
- Hajkovic SA, Tellames K, Aitaro J. (2005). "Economic cost scenarios for solid waste-related pollution in Palau, IWP-Pacific Technical Report." *International Waters Project*, No. 28. Available at: http://www.sprep.org/att/publication/000519_IWP_PTR28.pdf.
- Hogarth, R. (2009). "Microcapital story: Participatory Sustainable Waste Management Project Extends Microfinance to Informal Recyclers in Brazil." Available at: www.microcapital.org.
- Hoorweg D. and Giannelli N. (2007). "Managing municipal solid waste in Latin America and the Caribbean Integrating the private sector, harnessing incentives", Note No. 28, October 2007, GRIDlines, Public private Infrastructure Advisory Facility, World Bank, Washington. Available at: www.ppiaf.org/documents/gridlines/28lacs.pdf.
- Hunt C. (1996). "Child waste pickers in India: the occupation and its health risks", *Environment and Urbanization*, Vol. 8, No. 2, October 1996.
- ICF (2008). "Study on the Collection and Treatment of Unwanted Ozone-Depleting Substances in Article 5 and Non-Article 5 Countries", Available at: http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/mop/20mop/E-ICF%20Study%20on%20Unwanted%20ODS.pdf.
- IFC (2010). "IFC Helps Light Remote Indian Villages with Rice Husk Waste", 15 September 2010, Available at: <http://www.ifc.org/ifcext/southasia.nsf/Content/huskfeature>.
- ILO (2007). "Green jobs initiative in Burkina Faso: From waste to wages", Available at: http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/press-and-mediacentre/insight/WCMS_084547/lang-en/index.htm.
- ILO (2010). "Ouagadougou Process and the ILO Jobs Pact: A Roadmap for Africa", Available at: http://www.ilo.org/jobspact/news/lang-en/WCMS_123196/index.htm.
- ILSR (2002). "Recycling means big money in the Big Apple." Seldman N., and Lease, K. Washington, D.C. Available at: [http://www.ilsr.org/recycling/wrrs/Big\\$BigApple.pdf](http://www.ilsr.org/recycling/wrrs/Big$BigApple.pdf).
- Indian Environmental Portal. (2000). "Surat: Banking on money." *Down to Earth Vol: 8 Issue: 20000131*, Available at: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/node/25936>.
- IPCC (2007a). Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 AR4, Available at: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf.
- IPCC (2007b). "Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change AR4." Chapter 10 Waste Management. Available at: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter10.pdf>.
- Jenkins R.R., Maguire K.B. and Morgan C. (2002). "Host Community Compensation and Municipal Solid Waste Landfills" *National Centre for Environmental Economics*. Available at: [http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/WPNumber/2002-04/\\$File/2002-04.PDF](http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/WPNumber/2002-04/$File/2002-04.PDF).
- Jinglei Yu, Eric, Williams, Meiting Ju and Yan Yang (2010). "Forecasting Global Generation of Obsolete Personal Computers." *Environmental Science & Technology*. Available at: <http://pubs.acs.org/stoken/presspac/presspac/full/10.1021/es903350q>.
- Kiyotaka K. and Itaru N. (2002). "Present state of end of life vehicle recycling rates and recycling of automobile shredder residue." *Proceedings of Japan Society of Automotive Engineers (JSAE) Annual Congress*, Vol 53-02, pp. 5-8.
- Krausmann F, Gingrich S, Eisenmenger N, Erb K-H, Haberl H, and Fischer-Kowalski M. (2009). "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century." *Ecological Economics*, 68 (10), pp. 2696-2705.
- Lacoste E. and Chalmin P. (2007). "From Waste to Resource: 2006 World Waste Survey." *Economica*, April 2007.
- Lee J.S.(2010), "Green growth strategy and energy policy in Korea." *March 29, 2010, UN Governance*, Available at: <http://www.greengrowth.org/download/2010/korea/Green.Strategies.and.Korea%27s.Energy.PoliciesJaeseung.Lee.pdf>.
- Leggett J. (2005). *Half Gone: Oil, Gas, Hot Air and the Global Energy Crisis*. London: Portobello Books.
- MachineDesign dated 25 October 2008, Available at: <http://machinedesign.com/article/packaging-goes-back-to-nature-1023>
- Mayor of London (2010). "The Mayor's vision for London's waste." January 2010. Available at: <http://legacy.london.gov.uk/mayor/environment/waste/docs/vision-jan2010.pdf>.
- Medina M. 9 (2008). "The informal recycling sector in developing countries Organizing waste pickers to enhance their impact." *Note No. 44, October 2008, GRIDlines*.
- Methanetomarkets (2005). "Methane to Markets Partnership Landfill Subcommittee, Country Profile for Argentina." Available at: http://www.globalmethane.org/documents/landfills_cap_argentina.pdf.
- Ministry of the Environment, Government of Japan (2008). "The world in transition, and Japan's efforts to establish a sound material-cycle society." Available at: http://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/arep/2008gs_full.pdf.
- Ministry of Environment, Republic of Korea, (2008), "4th Framework Plan for Resource Recycling."
- Ministry of Environment, Republic of Korea. (2009), "Comprehensive Masterplan for Waste-to-Energy." Available at: http://eng.me.go.kr/board.do?met_hod=view&docSeq=194&bbsCode=res_mat_policy.
- Ministry of Environment, Republic of Korea. (2009). "Low-carbon green growth of Republic of Korea, Progress in 2008-2009." December 2009. Available at: http://www.greengrowth.go.kr/english/en_informations/en_report/userBbs/bbsView.do.
- Ministry of Environment, Republic of Korea, (2010), *Annual Report of Volume Based Waste Fee*.
- Mohanty CRC. (2010), "Mainstreaming the 3Rs: Global, Regional and National Perspectives." *United Nations Centre for Regional Development (UNCRD)*, Available at: http://www.iges.or.jp/en/wmr/pdf/activity100728/1_Mohanty_Day1_Session1.pdf.

- Mountford H. (2010). "Green Growth: OECD Work, IMG on a Green Economy." 23-24 March, 2010, OECD, Available at: <http://www.unemg.org/LinkClick.aspx?fileticket=GBiXQWB8NkM%3D&tabid=3563&language=en-US>.
- Nakamura T. (2009). "Waste Agriculture Biomass Convention." The 6th Biomass Asia Workshop in Hiroshima, 18-20 November 2009, IETC Osaka, Available at: http://www.biomass-asia-workshop.jp/biomassws/06workshop/presentation/25_Nakamura.pdf.
- New York Times (2010). "New York Tackles 'Brownfields' Cleanup", 'Green: A Blog about Energy and the Environment', 5 August 2010. Available at: <http://green.blogs.nytimes.com/2010/08/05/new-york-tackles-brownfields-cleanup/> (accessed 6 August 2010).
- NRDC (1997). "Too good to throw away, Recycling's proven record." Available at: <http://www.nrdc.org/cities/recycling/recyclinginx.asp>.
- Nyamangara J., Bergstrom L.F., Piha M.I., and Giller K.E. (2003). "Fertilizer use efficiency and Nitrate Leaching in a Tropical Sandy Soil." *Journal of Environmental Quality*, 32, 599-606.
- Ocean Conservancy (2010). *Trash Travels, From our hands to the sea, around the globe, and through the time, 2010 Report*. International Coastal Cleanup. Available at: http://www.oceanconservancy.org/images/2010ICCRReportRelease_photos/2010_ICC_Report.pdf.
- OECD (2004). *Addressing the economics of waste*. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- OECD (2007). "Lessons learnt from financing strategies for the municipal waste management sector in selected eecca countries." *Environmental Finance, EAP Task Force*. Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/62/39177573.pdf>.
- OECD (2008a). *Environmental Data Compendium 2006-2008*, Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/22/58/41878186.pdf>.
- OECD (2008b). "Key environmental indicators." OECD Environmental Directorate, Paris, France. Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/20/40/37551205.pdf>.
- OECD (2009). *Sustainable Manufacturing and Eco-innovation: Framework, Practices and Measurement Synthesis Report*. Directorate for Science, Technology and Industry, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.
- The official magazine of the classic and historic automobile club of Australia, (2007). Volume 41, No. 12, June. Available at: <http://www.chaca.com.au/Journals/web%20june2007.pdf>.
- Owens G.M. (2009). "Analyzing impacts of bioenergy expansion in China using strategic environmental assessment." *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 18, Issue 4, 396-412.
- Packaging Europe, dated 25 January 2010, Available at: <http://www.packagingeurope.com/NewsDetails.aspx?nNewsID=34203>.
- Lal P. and Takau L. (2006), "Economic costs of waste in Tonga, Apia." Samoa : SPREP, 2006. Available at: http://www.sprep.org/att/publication/000521_IWP_PTR33.pdf (accessed 29 December 2010).
- Pareto V.E. and Pareto M.P. (2008). "The Urban Component of the Energy Crisis." *Social Science Research Network*.
- Pintér L. (2006). *International Experience in Establishing Indicators for the Circular Economy and Considerations for China*. Report for the Environment and Social Development Sector Unit, East Asia and Pacific Region, The World Bank.
- Porter R.C. (2002). *The economics of waste. Resources for the Future*, Washington, D.C.. ISBN 1-891853-43-0, pp. 72-74.
- Prosthetic Foundation (2007). Available at: www.prosthesefoundation.org.th/RecyclingInternational (2010). Available at: <http://www.recyclingbizz.com/glass/LA945887.html>.
- Reeves E. and Barrow M. (2000). "The impact of contracting out on the costs of refuse collection services: The case of Ireland." *The Economic and Social Review*. Vol. 31(2), 129-150.
- Reuters (2010). 13 August 2010. Available at: <http://www.reuters.com/article/idUSTRE67B0BT20100812>
- Reuters (2010). 16 April 2010 Available at: <http://www.reuters.com/article/idUKTRE63F25D20100416?type=companyNews>, (accessed 13 August 2010).
- SAAEA (2010). "Waste to Energy – The crises South Africa faces." Available at: <http://saaea.blogspot.com/2010/03/waste-to-energythe-crises-south-africa.html>.
- Scheinberg A., Simpson M.H., Gupta Y., Anschutz J., Haenen I., Tasheva E., Hecke J., Soos R., Chaturvedi B., Garcia-Cortes S. and Gunsilius E. (2010). *Economic Aspects of the Informal Sector in Solid Waste Management Main Report*. 29 October 2010, Volume 1, Research Report, 2010, prepared under contract to GTZ and the CWG, WASTE, advisers on urban environment and development, Gouda, the Netherlands, and Skat, Swiss Resource Centre and Consultancies for Development, St. Gallen, Switzerland. Available at: <http://www.gtz.de/de/dokumente/gtz2010-en-economic-aspects-waste.pdf>.
- Schwarzer S., De Bono A., Giuliani G., Kluser S. and Peduzzi P. (2005). "E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use." *UNEP GRID Europe*. Available at: http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.en.pdf.
- Shawnee K. (2009). *Solid waste report*. September 2, 2009. Available at: http://gsh.cit.yof.shawnee.or.gov/pdf/cityclerk/solid_waste_report09082009.pdf.
- Singh, M.P. (2006). "Application of CDM to waste management projects in Punjab." Presentation made to the CM Punjab on 29 June 2006. Available at: <http://www.earthizenz.org/papers/cdm-waste-management-punjab.pdf>.
- Sinha A.H. and Enayetullah I. (2010). "Innovative ways to promote decentralized composting by Waste Concern in Bangladesh, A toolbox for building sustainable solid waste system." C40 Cities Climate Leadership Group Waste Workshop, March 22-24, 2010, London, UK. Available at: http://www.c40cities.org/londonwasteworkshop/downloads/after-the-evening-session%20-%20Technologies/01%20-%20C40%20Presentation_UK_WC.pdf.
- State of Washington, Department of Ecology. (2010). "Economic Value of Solid Waste Recyclables." Available at: http://198.239.150.195/beyonwastebwpr/og_economic_value_recyclables.html (accessed 29 December 2010).
- Suchada, P., Trankler, J., Cholada, K. and Scholl, W. (2003). "The role of formal and informal sectors in solid waste management of developing countries." *Proceedings Sardinia 2003, Ninth International Waste Management and Landfill Symposium*, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy. 6-10 October 2003, CISA, Environmental Sanitary Engineering Centre, Italy.
- UNCTAD (2008). "Creative industries emerge as key driver of economic growth with trade nearly doubling in decade." Press release, UNCTAD/PRESS/PR/2008/003. Available at: <http://www.unctad.org/templates/Webflyer.asp?docID=9467&intItemID=1634&lang=1>.
- UNEP (2005). "E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use." *Environmental Alert Bulletin*. Available at: http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.en.pdf.
- UNEP (2009a). "Marine litter: A global challenge, Ocean Conservancy, Regional Seas." GPA. Available at: http://www.unep.org/pdf/unep_marine_litter-a_global_challenge.pdf.
- UNEP (2009b). "Report by the Secretariat on funding opportunities for the management and destruction of banks of ozone-depleting substances." Workshop on management and destruction of ozone-depleting substance banks and implications for climate change. UNEP/OzL.Pro/Workshop.3/2/Add.1. July 13, 2009. Available at: http://ozone.unep.org/Mooting_Documentation/Workshop_on_ODS_banks/WORKSHOP-3-2-Add1E.pdf.
- UNEP (2009c). "Converting waste agricultural biomass into a resource, Compendium of technologies." Available at: <http://www.unep.org/jp/Ietc/Publications/spc/WasteAgriculturalBiomassESTCompendium.pdf>.
- UNEP (2010). "Framework of global partnership on waste management." Note by Secretariat. Available at: http://www.unep.org/jp/Ietc/SPC/news-nov10/3_FrameworkOfGPWM.pdf.
- UNEP and UNU (2009). "Recycling- from e-waste to resources, Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies." July 2009.
- UNEP (2011). *Assessing Mineral Resources in Society: Metal Stocks & Recycling Rates*. International Resource Panel. UNEP, Nairobi.
- UNEP (2007). "Environmental Pollution and impacts on public health: Implications of the Dandora Municipal dumping site in Nairobi, Kenya, Report Summary." Available at: http://www.unep.org/urban_environment/pdfs/dandorawastedump-reportsummary.pdf

- UNEP (2008). *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*, UNEP, Nairobi.
- UNESCAP (2009). "Review of progress, constraints and policy challenges with regard to the implementation of international, regional and national commitments: waste management (hazardous and solid wastes), Regional Implementation Meeting for Asia and the Pacific ahead of the eighteenth session of the Commission on Sustainable Development." 30 November-1 December 2009, Bangkok. Available at: <http://www.unescap.or.g/esd/r im/18/documents/new/WASTE%20MANAGEMENT.pdf>.
- UNFCCC (2005). "Project 0169, Composting of Organic Waste in Dhaka." Version 17_0, 9 December 2005, Project Design Document. Available at: www.cd.unfccc.int.
- UNFCCC (2006). "Substitution of clinker with fly ash in Portland Pozzolana Cement (Blended Cement) at Lafarge India Pvt. Ltd. – Arameta Cement Plant." Project Design Document – Version 02, Project 0746, 19th September 2006. Available at: www.cdm.unfccc.in. UN (2010a). Trends in sustainable development – Chemicals, mining, transport and waste management. Department of Economic and Social Affairs, Division of Sustainable Development. Available at: http://huwu.org/esa/dsd/resources/res_pdfs/publications/trends/tr ends_Chemicals_mining_tr ansport_w ast e/ch4_w ast e_ management.pdf.
- UN (2010b). "Policy options and actions for expediting progress in implementation: Waste Management." Report of the Secretary- General, Economic and Social Council, 20 December 2010. Available at: http://www.pfmc.com/esa/dsd/csd/csd_pdfs/csd-19/sg-reports/CSD-19- SG-report-waste-management-final-single-spaced.pdf.
- UNFCCC (2010). Project Search. Available at: <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>.
- UN-Habitat (2010). "Women in Informal Employment Globalizing and Organizing (WIEGO)." Available at: www.wiego.org/publications/R efusing%20to%20be%20C ast%20A side - Wastepickers- Wiego%20publication-App.pdf.
- USAID (1999). "Innovative Approaches to Solid Waste Management in India, Focus on Private Sector Participation." Note No. 15, February 1999, Indo-US Financial Institutions Reformed Expansion Project – Debt Market Component FIRE (D). Available at: <http://www.niua.org/indiaurbaninfo/fire-D/ ProjectNo.15.pdf>.
- USGS (2001). "Fact Sheet, FS-060-01." July 2001. Available at: <http://pubs.usgs.gov/fs/fs060-01/fs060-01.pdf>.
- Van der Zee D.J., Achterkamp M.C. and de Visser B.J. (2004). "Assessing the market opportunities of landfill mining." *Waste Management*, Vol. 24, 795-804.
- Wapner P. (2002). "Ecological Displacement and Transnational Environmental Justice." *Global Dialogue*, Vol 4, No. 1, Winter 2002, The Fragile Biosphere. Available at: <http://www.worlddialogue.org/content.php?id=178>.
- WHO. (2007). "Population health and waste management, Scientific data and policy options." Report of WHO workshop, Rome, Italy, 29-30 March 2007. Available at: http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0012/91101/E91021.pdf.
- WHO (2010). "Wastes from health-care activities, Fact sheet N° 253." Reviewed November 2007. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/en/>.
- Wilson D., Velis, C., and Cheeseman C. (2006). "Role of informal sector recycling in waste management in developing countries," *Habitat International*, 30, 797-808.
- Wilson D.C., Araba A.O., Chinwah K. and Cheeseman C.R. (2009). "Building recycling rates through the informal sector." *Waste Management*, Vol. 29, Issue 2, 629-635.
- World Bank (1999). "What a Waste: Solid Waste Management in Asia." Urban Development Sector Unit, East Asia and Pacific Region. Available at: www.worldbank.org/urban/solid_wm/erm/CWG%20folder.uwp1.pdf.
- World Bank (2005). "East Asia infrastructure department. Waste management in China: issues and recommendations." Urban development working Paper No. 9. Available at: <http://piteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPURBDEV/Resources/China-Waste-Management1.pdf>.
- World Steel Association (2010). "Factsheet, Steel industry by-products, Achieving the goal of zero waste." Available at: http://www.worldsteel.org/pictures/programfiles/Fact%20sheet_By-products.pdf.
- World Steel Association (2011). "LCI Data for Steel Products" , Data provided by Clare Broadbent, 9 June 2011.
- WRAP. (2006). "Environmental benefits of recycling: An international review of life cycle comparisons for key materials in the UK recycling sector." Waste & Resources Action Programme, Available at: http://www.wrap.org.uk/downloads/LCA_report_Executive_Summary_May_2006.598516be.pdf
- WWF International. (2008). *Living Planet Report*. Switzerland. Available at: www.footprintnetwork.org/download.php?id=505.
- Yatsu R. (2010). "Comprehensive Policies and Programs towards a Sound Material Cycle Society, International Consultative Meeting on Expanding Waste Management Services in Developing Countries,." 18 March 2010, Tokyo.
- Zurbrugg C., Drescher S., Rytz I., Sinha AHM, Enayetullah I. (2005). "Decentralized composting in Bangladesh, a win-win situation for all stakeholders." *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 43, pp. 281–292.



iStockphoto/Arpad Benedek



建筑

为提高能源与资源效率进行投资



致谢

本章统筹协调作者：Philipp Rode，英国伦敦政治经济学院城市中心高级研究员和执行主任；Ricky Burdett，英国伦敦政治经济学院城市中心城市研究教授和主任；Joana Carla Soares Gonçalves，巴西圣保罗大学建筑技术系教授。

联合国环境规划署的Vera Weick和Moustapha Kamal Gueye在项目的初始阶段对本章进行全面管理对本章进行了总体策划与协调，包括处理同行评审，组织合作者修改，展开补充研究，使得本章最终得以完成。Derek Eaton审阅并编辑了本章的建模部分。Sheng Fulai指导了本章的初步编辑。

有贡献的作者：Ludger Eltrop，德国斯图加特大学能源经济学和能源合理利用研究所SEE室主任、南非约翰内斯堡大学访问教授；Duygu Erten，土耳其伊斯坦布尔克林顿气候促进会（CCI）伊斯坦布尔市主管；Jose Goldemberg，巴西圣保罗大学教授；Andreas Koch，德国卡尔斯鲁厄欧洲能源研究所（EIFER）研究员；Tom Paladino，LEED认证专家，工程师，Paladino and Company公司主席；Brinda Viswanathan，印度陈奈马德拉斯经济学院副教授；Gavin Blyth，英国伦敦经济政治科学学院城市中心。

其他作者：Sebastien Girard，德国卡尔斯鲁厄欧洲能源研究会（EIFER）；Barbara Erwine，美国西雅图Paladino and Company公司高级顾问；Klaus Bode，英国伦敦环境工程师BDSP合伙公司的创始合伙人；Sandro Tubertini，英国伦敦BDSP合伙公司；Ishwarya Balasubramanian，印度陈奈马德拉斯经济学院；Marlies Härdtlein，德国斯图加特大学能源经济学和能源合理利用研究所SEE室；Till Jenssen，德国斯图加特大学能源经济学和能源合理利用研究所SEE室；Leonardo Marques Monteiro，巴西圣保罗大学建筑技术系博士研究员；Roberta Consentino Kronca Mulfarth，巴西圣保罗大学建筑技术系教授；Renata Sandoli，巴西圣保罗大学建筑技术系研究员；Etienne Cadesti、James Schofeld，英国伦敦经济政治科学学院；Cornis van der Lugt（联合国环境规划署）；Jacob Halcomb（联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会）；Peter Graham（联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会）；Andrea M. Bassi，John P. Ansah和Zhuohua Tan（千年研究所）；Edmundo Werna（国际劳工组织）；Abdul Saboor（国际劳工组织）；以及Ana Lucía Iturriza（国际劳工组织）。

项目协调：Daniela Tanner和Gesine Kippenberg，英国伦敦经济政治科学学院城市中心。

我们想要感谢许多对送审稿提出意见的同事及个人，包括：Laura Alttinge（联合国欧洲经济委员会），Christopher Beaton（国际可持续发展研究会），Karin Buhren（联合国人居署），Chia-Chin Cheng（联合国环境规划署里索中心），Matthew French（联合国人居署），Greg Kats（Capital e），Robert Kehew（联合国人居署），Kian Seng Ang（新加坡建筑和建造管理局），Christophe Lalande（联合国人居署），Robert McGowan，Donna McIntire（联合国环境规划署），Kevin Mo（能源基金会），Jeffery Kwei Sung Neng（新加坡建筑和建造管理局），Synnove Lyssand Sandberg，Niclas Svenningsen（联合国环境规划署），Mark Swilling（南非斯泰伦博斯大学），Tan Tian Chong（新加坡建筑和建造管理局），Kaarin Taipale（马拉喀什可持续建筑和建造特别工作组），Oesha Thakoerdin（新加坡建筑和建造管理局），Benjamin Henry Towell（新加坡建筑和建造管理局），以及下述联合国环境规划署金融地产工作组（FI Working Group）和联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会的成员。他们根据各自的经验提供了建议：联合国环境规划署金融地产工作组的成员：Paul McNamara（PRUPIM），Blaise Debordes（存款办公室）和Preston R. Sargent（肯尼迪联合公司）；以及联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会的成员：Maria Atkinson（澳大利亚出租租赁公司Lend Lease Corporation），Robert Beauregard（加拿大木材公司），Caroline Frenette（加拿大木材公司），Paravasthu Jagannathan（阿联酋环境健康安全委员会EHS，UAE），Sylvain Labbé（加拿大木材公司），Rodney Milford（南非建筑业发展局CIDB），Dominik Oetiker（瑞士SIKA公司）和Sarah Turner（澳大利亚出租租赁公司）。

我们同时想感谢在研究及或编辑过程中对我们提供帮助的个人，包括：Omer Cavusoglu（伦敦政治经济科学学院），Miranda Iossifdis（伦敦政治经济科学学院），Hanif Kara（AKT），Irina Kraicheva（伦敦政治经济科学学院），Emma Rees（伦敦政治经济科学学院），Guido Robazza（伦敦政治经济科学学院），Liz Rusbridger（伦敦政治经济科学学院）以及Natza Tesfay（伦敦政治经济科学学院）。

目录

关键信息	314
1 引言	316
1.1 本章目标	316
1.2 范围和定义	316
1.3 本章结构	316
2 挑战与机遇	317
2.1 挑战	317
2.2 机遇	319
3 投资绿色建筑案例	323
3.1 投资需求	323
3.2 计算成本和回报	324
3.3 经济、环境和社会的影响	326
3.4 建筑领域提升能源效率的投资情景	332
4 促成条件和政策支撑	334
4.1 绿色建筑的障碍	334
4.2 政策手段和工具	335
5 结论	340
参考文献	342

图目录

图1: 中国、欧盟、日本 和美国商用及住宅建筑面积.....	318
图2: IPCC预测2030年二氧化碳减排潜能.....	320
图3: 代表性国家在目前可持续性水平下的新建结构或旧建筑改造的投资潜力.....	321
图4: 建筑业燃料消耗和温室气体排放: 当前情况、对照模式及减排模式.....	327
图5: 2010到2050年建筑领域年电力需求总量.....	331
图6: 2010到2050年建筑领域年二氧化碳排放总量.....	331

表目录

表1: 至2030年建筑物CO ₂ 排放预测.....	319
表2: 不同区域绿色建筑的主要机遇.....	322
表3: 全球建筑转型经济分析.....	323
表4: 绿色建筑的经济收益.....	329
表5: 对绿色建筑改进投资100万美元产生的20年净经济影响: 举例说明.....	331
表6: GER模型模拟碳排放强度.....	333

专栏目录

专栏一: 热带气候下商业办公用房的生命周期成本.....	324
专栏二: 中国住宅建筑.....	325
专栏三: 美国现有办公楼的改造.....	326
专栏四: 独栋4人家庭的节水.....	328
专栏五: 绿色建筑的社会层面: 对体面工作和减少贫困的意义.....	330
专栏六: 反弹效应.....	333
专栏七: 可靠的计量和会计.....	336
专栏八: 促进建筑绿色化的工具.....	339

缩略语表

ADB	Asia Development Bank	亚洲发展银行
ADEME	French Environment and Management Agency	法国环境和能源利用署
BAU	Business-as-usual	常态（经济）
BCA	Building and Construction Authority (Singapore)	新加坡建设和建造管理局
CDM	Clean Development Mechanism	清洁发展机制
CEDEFOP	European Centre for the Development of Vocational Training	欧洲职业培训发展中心
CEU	Central European University	中欧大学
CFL	Compact fluorescent lamp	紧凑型荧光灯
CHP	Combined heat and power	热电联产
CO ₂	Carbon dioxide	二氧化碳
CRC	Carbon Reduction Commitment	减碳承诺
CSIR	Council of Scientific and Industrial Research	科学与工业研究理事会
DVD	Digital versatile disc	数字多功能光盘
EC	European Commission	欧委会
EEFS	Energy Efficiency Co-Financing Scheme	能效共同融资计划
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive (EU)	（欧盟）建筑能效指令
EPC	Energy performance contracting	合同能源管理
ESCO	Energy service company	节能服务公司
EU	European Union	欧盟
FIDE	Fund for Electric Energy Savings (Mexico)	墨西哥电能节约基金
G2	Green Scenario 2	绿色投资情景2
GBC	Green Building Council	绿色建筑委员会
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GER	Green Economy Report	绿色经济报告
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GRIHA	Green Rating for Integrated Habitat Assessment	综合居住环境绿色评估
HVAC	Heating ventilation and air conditioning	暖通
ICT	Information & Communication Technology	信息与通讯技术
IEA	International Energy Agency	国际能源署
ILO	International Labour Organization	国际劳工组织
INFONAVIT	National Workers' Housing Fund Institute (Mexico)	墨西哥劳动者全国住房基金委员会
IOE	International Organisation of Employers	国际雇主组织
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会
IUC	International Trade Union Confederation	国际工会联盟

KfW	German Development Bank	德国发展银行
LCA	Life-cycle assessment	生命周期评估
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design	能源与环境设计先锋奖
LPG	Liquefied Petroleum gas	液化石油气
LTCR	Lost time case rates	损失工时件数率
MEPS	Minimum efficiency performance standards 最	低能源性能标准
MURE	Mesures d' Utilisation Rationnelle de I' Energie	能源合理利用法案
NPV	Net Present Value	净现值
O&M	Operation and management	运行与管理
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	经济合作发展组织
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)	美国职业安全与健康管理局
PV	Photovoltaic	光电的
PwC	PricewaterhouseCoopers	普华永道会计事务所
RIRs	Recordable incident rates	意外事故率
SB	Sustainable Buildings	可持续建筑
SEEP	Serbian Energy Efficiency Programme	塞尔维亚能源效率署
TBL	Triple bottom line	经济社会环境三底线
TCO	Total cost of ownership	总所有成本
UN DESA	United Nations Department of Economic and Social Affairs	联合国经济和社会事务部
UN Habitat	United Nations Human Settlements Programme	联合国人居署
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
UNEP SBCI	United Nations Environment Programme Sustainable Buildings and Climate Initiative	联合国环境规划署可持续 建筑和气候促进会
UNFCCC	United Nations Framework convention on Climate change	联合国气候变化框架公约
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development	世界可持续发展工商理事会
WHO	World Health Organization	世界卫生组织

关键信息

1. 当今的建筑业已经产生庞大的生态足迹。建筑部门是全球最重要的温室气体排放源，全球约三分之一的终端能耗发生在建筑物内。此外，建筑行业消耗了高于三分之一的全球资源，包括12%全球淡水，并产生了数量可观的固体废物，约占固废总量的40%。因此，建筑是提高资源利用效率的核心部门。

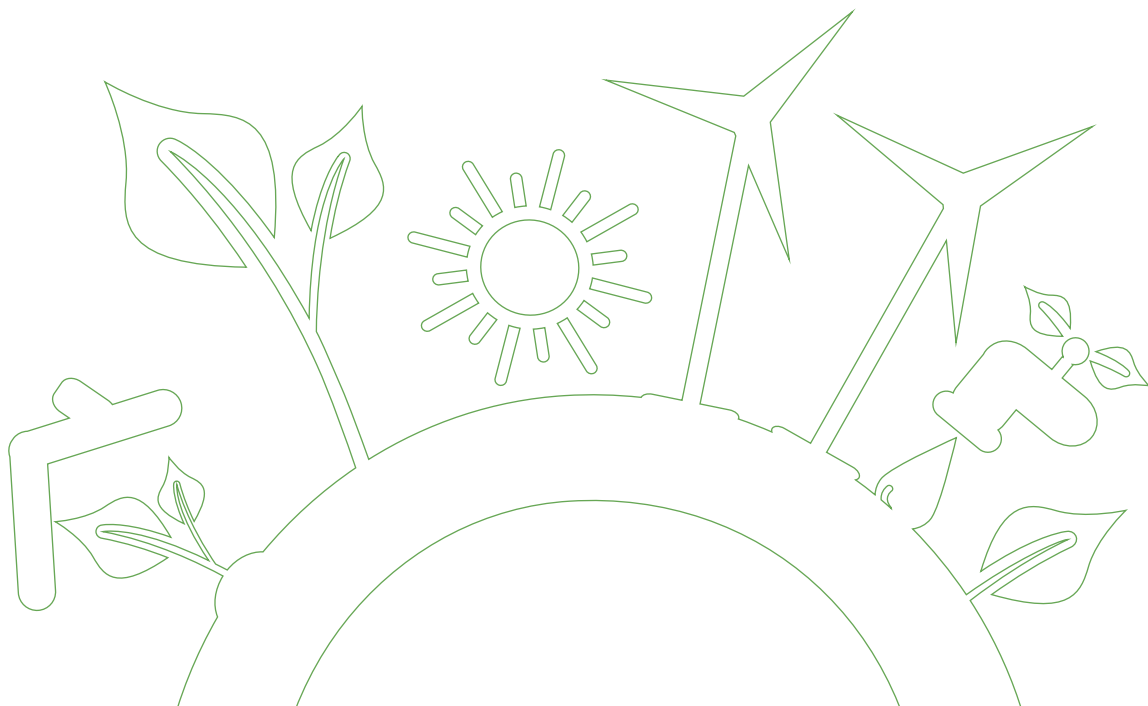
2. 建造新的绿色建筑，改造高能耗低资源利用效率的现有建筑群，能够节约可观的费用。改善建筑物的能源利用效率拥有诸多良机，与本报告中讨论的其它部门相比，建筑领域对于减少全球温室气体排放具有最大的潜力。各种预测表明，每年投资3,000亿美元到1万亿美元（基于不同的假设），2050年可以实现世界范围内的建筑物能耗降低约三分之一。另外，这些投资将明显减少CO₂的排放，将温室气体浓度控制在450ppm的标准以内。通过提高建筑物能源利用效率从而降低能耗和温室气体排放，减排成本为每吨-35美元（负值是由于节省了能源消耗），与之相比，运输业的温室气体减排成本为每吨-10美元，而能源业的减排成本为正数值，为每吨20美元。

3. 绿色建筑有益于健康，同时有助于提高劳动生产率。绿色建筑更适宜居住，可显著提高人们的健康水平和劳动生产率。绿色建筑中由于劳动者工作效率提高而节省的成本，比提高能源利用效率更为显著。在很多发展中国家的住宅建筑中，因固态燃料（例如煤、生物质等）未充分燃烧、通风条件差而造成的室内污染，是造成严重疾病和过早死亡的主要原因。由室内污染引起的下呼吸道感染（如肺炎和肺结核）而造成的死亡，约占全球每年死亡总人数的11%。妇女和儿童受到的健康威胁更为严重，因为他们每天都暴露在污染空气中。此外，绿色建筑的优势还在于清洁水和卫生设施的提供。

4. 建筑业的绿色化将带动就业增长。发达国家中建筑存量的增长较小，在提高建筑物能效方面进行投资，可产生额外的就业机会。据估计，在建筑能效改造中每投入100万美元的投资，可产生10-14个直接就业岗位和3-4个间接就业岗位。若考虑发展中国家对新建筑物的需求，该行业增加绿色就业机会的潜力还会更高。各种研究表明，通过不同的活动形式可增加新的就业机会，如新建筑或改造工程、高效利用资源的材料或设备的生产、可再生能源及其资源和服务的延伸、回收利用和废物管理等。建筑业绿色化的同时，也通过实施培训项目、推广掌握新技能和提高检查手段等，为融合非正规部门并改善行业工作环境提供了机会。

5. 发展中国家有机会为今后的几十年高能效建筑存量打下基础。发展中国家预计将有数量可观的新建筑建成，以供5亿人的居住，并为150万人提供电力。新兴经济体的城市化趋势和经济增长，也说明了新建筑群的迅速增加。发展中国家在设计、建造时即考虑建筑物可持续性，将有很大的经济意义。相比在设计、建造初期就引入可持续性概念，后期再对建筑物进行绿色改造，将不可避免地在财力和环境上付出很大代价。就拥有现有建筑物绝大部分份额的发达国家而言，其优先考虑的是引入相关措施和激励机制，以鼓励资本对改造项目进行大规模投入。

6. 公共政策和样板工程的示范作用对推进建筑物的绿色化进程极其重要。全生命周期方法必须覆盖到从建筑设计、材料生产、建造过程、建筑物运行维护，到建筑物及结构的拆除、回收、再利用和废弃物销毁的全过程。特别是考虑到建筑行业的隐性成本和市场失调的特点，监管控制措施将是该行业绿色化进程最有效的成本效益手段。考虑当地市场的发展水平和居民收入水平的现状，这些措施需与其他手段如定价工具等共同作用，以期产生更大的影响。另外，政府拥有的建筑物，如公立学校、医院、公用建筑等都是实施绿色建筑政策，包括绿色公共采购的最佳出发点。同时，通过如绿色建筑委员会等机构组织起来的私有机构也将扮演驱动向低碳化及建筑高能效化转变的重要角色。



1 引言

1.1 本章目标

本章以经济方面为主，给出建筑物绿色化的理由，也可作为推进此转变所需的政策和法规的制定的指南。更广义上的目的是让公共部门和私营机构能够抓住环境机会和经济机会，如高效利用能源、水和其他资源，以改善健康水平，提升劳动生产率水平，增加就业机会，提供体面的工作，减少贫困。

1.2 范围和定义

本章围绕新建筑和既有建筑的改造，聚焦于不断扩大的容纳世界一半人口居住的城市区域。本章涵盖了环境和社会经济方面的议题，对气候、健康和就业等方面给予了特别关注。考虑到能源对建筑业的重要性，以及全球范围内其庞大的数据量，对资源利用的分析集中于能源方面。本章虽然也考虑了水和土地资源利用率和回收再利用、废弃物等，但覆盖生命周期影响的全方位的环境议题不在本分析范围。

根据国际能源署的解释（Lausten 2008），绿色建筑的特点是高效能，低水耗，低材料消耗，健康改善，和环境改善。国际标准化组织对可持续建筑物的定义融

合了不同地域经济社会方面对环境的最小不利影响。本章中的绿色建筑概念也同样的宽泛，不仅限于环境层面，而且涉及经济层面（如能源节约、绿色化的成本、回报期限，劳动生产率和就业增长），以及社会层面（如室内污染和健康）。

1.3 本章结构

本章含3大部分。首先对本行业进行了介绍，突出了其当今面临的挑战与机遇。强调了发展、能源和环境方面的挑战。该部分也注意到了人口增长、城市化趋势、工业增长的驱动力及其对资源的消耗和对环境的影响。第二部分给出了投资绿色建筑的依据。首先描述了投资需求、成本收益分析，和可获得的效率；又综览了能源、水、废弃物、材料、劳动生产率、健康和就业等方面的收益。针对国际能源署（IEA）对气候变化减排目标设定的450ppm的标杆，本部分对建筑行业温室气体减排的政策目标给予了特别的关注。由千年研究所（Millennium Institute）建立的模型为本领域提供了绿色投资的模拟情景，进而证实了超出“按常规经营”模式的减排模式的重要意义。最后，本章给出了政策手段和工具的概要，供各政府或监管机构在不同层面上运用，以促进建筑绿色化。

2 挑战与机遇

2.1 挑战

过去的40年进行了许多针对低能耗建筑的设计策略和技术的实践且取得重大进展。但是在很多国家，绿色建筑仍处于初级发展阶段，尽管未来的应用前景光明。零碳排放建筑、被动房、自生能源建筑等实验在世界各地出现。根据对资源的巨大消耗和二氧化碳的排放，绿色建筑所面临的主要挑战被人们广泛关注。这其中既包含既有建筑又包含计划兴建的新建筑。绿色建筑的一个关键要素是建筑的位置，及其如何与城市、地区系统其他要素相互关联，这些将在“城市”一章中讨论。

建筑领域的规模

由于人口增长和城市化的推动，不管是全球范围还是某个国家层面，建筑领域本身对经济增长都有举足轻重的贡献。就全球范围而言，该领域预计每年产值7.5万亿美元，几乎占全球国内生产总值GDP的10%（Betts and Farrell 2009）；且建筑领域提供1.11亿个就业岗位（ILO 2001）。就国家层面而言，该领域提供了5-10%的就业岗位（UNEP SBCI 2007a）。

发达国家和发展中国家在既有建筑存量和拟建建筑数量两方面均不相同。发达国家的人口更加集中于城市，经济上更加依赖服务业，而不是工业或农业。其户均收入比发展中国家高。发达国家对世界大部分的与既有建筑有关的能源需求和二氧化碳排放负有责任。

这种情景目前正在迅速改变。在西欧、俄罗斯和日本，预计的经济增长放缓，预计的人口增长为零或负数。如此，这些国家与建筑有关的能源需求和二氧化碳排放，将在今后的几十年中几乎不再增长。富裕国家中也有例外，如美国正期待着有较高的生育率和移民数量。相反，发展中国家发展迅速，快速城市化，并将在今后的40年中为全球增加23亿人口（UN DESA 2009）。预计2050年全球人口达90亿，其中70%将居住在城市区域（UN-HABITAT 2010）。

印度缺少2,470万套住房（NHHP 2007；Roy et al. 2007），且该国在今后的几十年中将需要新建数以百万计的住宅，以适应预计的收入增长和城市化需求。在中国，商业、居住用的新建筑每年平均以7%的速度增长；印度和南亚国家为5%，而发达国家只有2%（Baumert et al. 2005）。鉴于还没有全球建筑存量的数据，图1给出了中国、欧盟、日本和美国商用及住宅建筑面积的规模。

中国预计在2000到2020年间增加2倍于美国目前的商用建筑面积（WBSCD 2009）。另一项研究表明中国

商用建筑面积存量为35亿平方米，且预计到2020年将增长70%（Zhou et al. 2007）。仅2007年，中国新增建筑面积达8亿平方米，预计到2020年间，每年新增10亿平方米建筑（Cheng 2010）。全球水泥生产到2020年将翻倍，届时，中国和印度将占用全球产量的一半（WBCSD 2007b）。

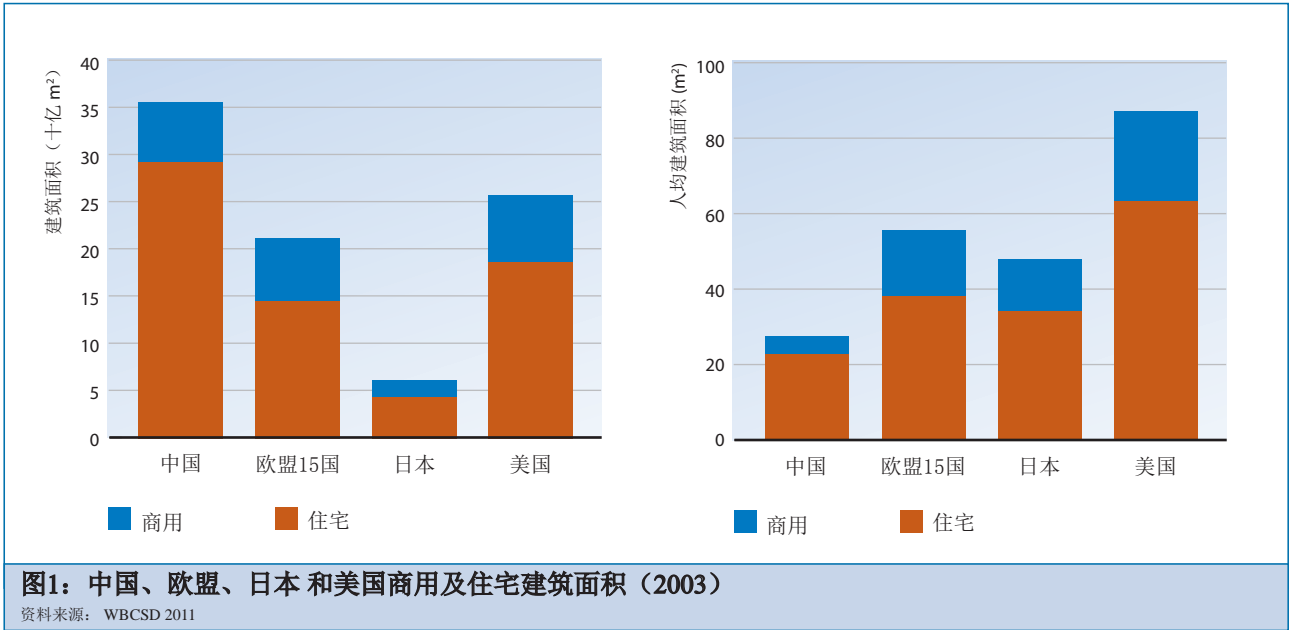
历史发展趋势显示，随着财富的增加，建筑面积随之提高，家用电气设备增加，导致能源消耗增长。发达国家另外一个关键因素是人口和社会组成方面的变化，即单个人口的房屋拥有者的数量增长显著。例如德国，用于室内供暖的能源消耗从1995年到2000年增长了11%，随后因能源价格提升，从2000年到2005年下降了7%，从而使得1995年到2005年的总体增长为2.8%。同期室内热水消耗略有降低（为1.4%），但家电耗能仍就占总能源消耗量的17%，尽管家电产品在节能方面有了很大的改进。虽然在不少领域节能情况有了很大改善，但德国在1995年到2005年间家庭总耗电量增长了3.5%（UBA 2006）。

发展的挑战

发展中国家正以2至3倍于发达国家的速度进行城市化，导致了大量的非正式住房和贫民区（UNEP, ILO, IOE, ITUC 2008）。大部分发展中的国家，其非正式、低造价的住房数量是巨大的。有些城市非正式城区比正式城区还要大。在印度尼西亚，估计有70-80%的房屋属于非正式建筑（Malhotra 2003）。在巴西，一半以上的低造价房屋是由非正规部门建造的（UNEP SBCI 2010b）。

在这种情况下，很多人因经济障碍而无法获得传统房屋，要为贫穷者提供支付得起的绿色住房，将是个相当大的挑战。但对社会住宅项目的分析，并不明确支持绿色社会住宅的造价要比传统住房造价高的结论；考虑环境效益的设计可能但不一定必须比传统设计贵。例如巴西南里约格朗德的轩格里港市（Porto Alegre）的社会住宅项目独立的阿尔沃拉达房（Casa Alvorada，面积48.5平方米），每平方米的造价要比由政府出资建造的住房解困项目中同样面积房屋高出12%，但比其他城市一半面积的小样板房（23平方米）便宜18%（Sattler 2007）。而且，如果建造时考虑环境因素而造价较高，但在房屋使用期间会因节水和节能而获得回报。

贫穷和住房对发展中国家的可持续性建筑议题提出了其他特殊的挑战。贫民窟因其非正式建造，破败不堪、过分拥挤的居住环境，而面对更多的社会挑战和环境挑战，包括缺少电、清洁水、医疗保健和有效的废弃物管理。缺少公共交通的边缘地带给接近就业岗位的



机会设置了另一个障碍（详见“城市”一章）。

建筑绿色化是以改善基础服务、降低脆弱性、为贫困人口提供更好生活条件为目的的一系列策略之一。面对挑战，印度正在从3方面进行实验项目，分别是本地房屋（专注于问题的当地解决办法和传统知识）；绿色建筑（由国际知名的印度综合建筑环境绿色评估资助，TERI开发）；节能建筑（关注于商业用建筑的能源消耗）（UNEP SBCI 2010a）。这些新方法将为发展中国家150万缺电人口带去电能（IEA 2010a），并将1亿人口从贫民窟中解救出来，给他们提供洁净水和卫生保障，这将是一个清晰的世纪发展目标。

更清洁、更高效的能源利用，对防止出现较贫穷人群的自我封闭效应至关重要。能源上节约出来的成本，可以成为向其他基础需求投资的免费资源。最近由科学与工业研究理事会（CSIR）为国际劳工组织（ILO）所做的研究，给出了几个非洲能源项目的实例：在赞比亚进行的在学校、医院、社区中心安装太阳能光电系统；在马拉维进行的由当地太阳能创业者将太阳能照明和电源带入家庭；在莫桑比克进行的60家卫生所的太阳能电力系统；在索马里进行的风力发电和太阳能驱动的供水系统的建设，以及为25万人提供的1万个改良后的炉灶（Van Wyk et al. 2009）。

某些福利改善（如健康状况、洁净水、卫生和能源提供）可以和建筑设计和技术相挂钩。但发展的挑战已经超出了房屋建造本身，存在于更广阔背景下，应考虑社会和经济的包容度以及与城市其他活动的关联性（详见“城市”一章）。该背景下建筑绿色化中涉及的贫困问题与电气化项目（详见“能源”一章）和城市结构以及交通运输系统（详见“交通”和“城市”两章）对贫困人口的影响密切相关。

能源和环境的挑战

不管是既有建筑存量还是拟建建筑数量的增长，该领域早已成为唯一一个全球温室气体排放大户。大约1/3

的全球能源终端消耗在建筑物内（IEA 2010a）。约60%的全球电力消耗在住宅和商业建筑中，虽然该消耗因地理位置、气候、消费结构的不同而大相径庭（IEA 2009b）。对分布在寒冷地区的发达国家，平均来讲室内供暖占据60%的住宅能源消耗，紧接着是热水占18%的消耗（UNEP SBCI 2007a）。

基于政府间气候变化专门委员会（IPCC）的预测，预计到2030年建筑物二氧化碳的排放将仍旧占总排放量的三分之一。表1概述了在两种情景设定下（IPCC 2007）的二氧化碳排放预测。在高速发展情形下，发展中国家是最大的排放源；在低速发展情形下，北美、发展中的亚洲包括中国和印度，成为最大的排放源。若考虑人均二氧化碳排放，两种情形都显示经济合作发展组织成员国仍旧是最大的排放源。

温室气体排放是矿物燃料过度消耗唯一最大的负面外在表象；矿物燃料的燃烧还会带来其他外部表象，如空气污染和健康问题。全球约三百万的人口依赖生物燃料和煤来支持烹饪和其他能源需求（IPCC 2007）。发展中国家因燃烧不充分及通风不畅而造成的住宅建筑室内空气污染，是严重疾病和过早死亡的主要原因。与室内空气污染相关的肺部疾病如肺炎和肺结核，每年导致的死亡量约占全球总死亡量的11%（UNEP SBCI 2010b）。世界卫生组织（WHO 2009）估计每年约130万人（主要是妇女和儿童）因室内空气污染而过早死亡。世界卫生组织（WHO 2009）还进一步认定肺癌死亡中的76%和室内燃烧固体燃料有关。

除能源使用和排放问题外，建筑领域消耗了三分之一的全球资源，包括12%的洁净水消耗。建筑材料的生产消耗了10%的全球能源供给。发达国家中建造和拆除废弃物产生的固体废料占废物总量的40%，其中大部分来自于拆除阶段（UNEP SBCI 2010b）。

数据挑战

其性能情况才能完全体现，此时行为习惯因素（如文

化习惯、环境的期望和生活方式等)和气候变化及建筑物技术系统特征等的影响已经全部体现。定量评价建筑物能效的唯一现实可行的方法是测量一个时间段内,理想状态最好是两年,建筑物的能源消耗。缺乏准确的数据妨碍了我们正确理解居住、设计和技术因素等的影响。

2.2 机遇

建筑绿色化的主要机遇是无论是改造还是新建的相对较低的成本,成熟的技术及能源供给和需求方面的绿色进展。这些趋势鼓励着建筑领域进行绿色转型。

低的净成本

虽然建筑领域是人类活动最大的温室气体排放源,它同时也是最有潜力的排放降低者(IPCC 2007)。根据IPCC跨36个国家的80项研究报告显示,在零投资的情况下到2020年预测排放底线的29%的降低是可以实现的(低于0美元每吨二氧化碳当量),与此同时,相对低水平的投资,可以获得更多的改善。

图2预测了到2030年应用彼时已经成熟的技术和经验,各个行业在不同的每吨二氧化碳当量(tCO₂-eq)美元投资情况下的减排经济潜力。减排经济潜力用每年每千兆吨二氧化碳当量(GtCO₂-eq)来表示,边际成本用每吨二氧化碳当量美元来表示。每个行业的减排潜力用3个向上的柱来表示,分别代表在每吨二氧化碳当量小于20美元、小于50美元和小于100美元¹的投入能够实现的数量。在建筑行业,假设每吨二氧化碳当量的成本低于100美元,全球到2030年每年减排5.3-6.7千兆吨。最重要的是其中90%的减排量可以在小于每吨投入20美元的情况下实现,远远高出其他的行业。该范围在图中建筑行业的第三个柱型(小于100)用线段来表示。这些减排潜力的绝大部分可归因于非经济合作发展组织或转型经济体国家,然后是经济合作发展组织国家及小部分的转型经济体。

调整行为模式

在谈论绿色建筑的技术、金融和调控潜力及其对绿色经济的影响,必须要认识到政策制定者、投资者、

1. 小于50美元/吨二氧化碳当量可以实现的潜力包括低于20美元/吨二氧化碳当量可实现的潜能,100美元/吨二氧化碳当量可实现的潜能与此类似。因此,图中数据条从左到右按量增长。

消费者、居住者都需要进行态度和行为的深层次的改变。人的一生的大部分是在他们的家中、工作场地和其他建筑物内度过的。平均来讲,北美90%的时间是在室内度过的(United States General Services Administration, 2008)。人们对于舒适生活方式和效率已经形成了根深蒂固的态度和习惯。因此,理解个体和各个机构所做决定的经济和心理方面的理由,已越来越被认为是实现提高能效的重要基础。例如,最近一份关于美国能效的报告指出,不同的行为偏差影响着消费者能源消耗的决定(Swim et al. 2009; Granade et al. 2009)。

“热舒适”的核心概念更多的是指心态(不同的文化、阶层或地域条件),而不是指技术的确定性(ASHRAE 2005)。评估一个正确的“热舒适”水平,对设定建筑物的性能标准至关重要(Cena and Clark 1981)。但它要求不仅理解人体能够承受什么样的环境,而是人们对已经习惯舒适环境的行为做何种程度的改变。这将影响到建筑物居住人与其环境互动的每一个方面:从选择在适当时候拉下外部窗帘以减少太阳的射入(而不是打开空调);到当室外温度降低时穿上毛衣(而不是打开自动调温器)。总之,绿色建筑需要居住者和环境之间更加积极的互动,也就是下面要讨论的每个建筑中的“积极的”和“被动的”环境设计技术。

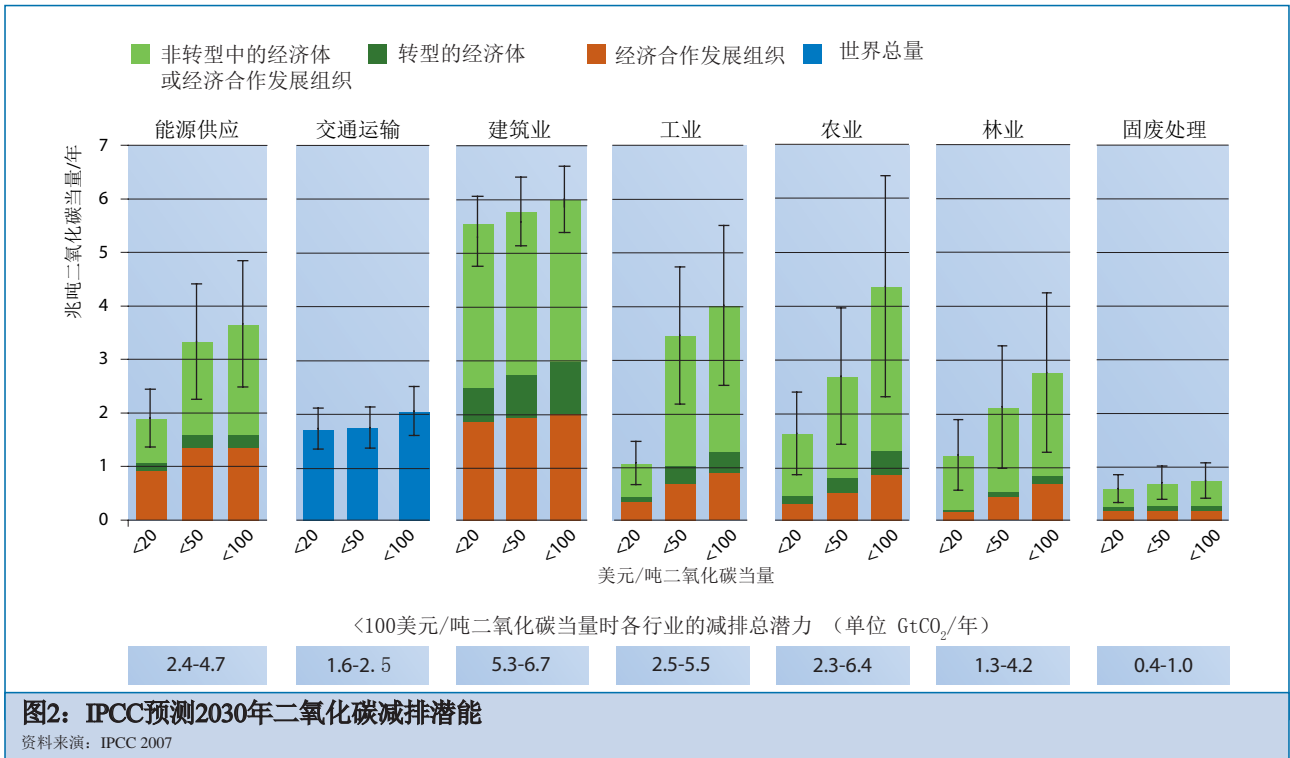
设计和技术

实现建筑物的高环境性能指标的最大机会在建筑设计阶段。绿色建筑的综合设计方法应该在设计各个阶段结合环境要素和技术成果。它要求多学科融合,拓展传统建筑设计范围,且应有符合性能目标为目的的严格的评估程序(Baker and Steemers 1999)。考虑环境的建筑设计意味着不同设计要素之间的不断反馈,如建筑形式、方向、建筑单元和其他建筑特征等,并需要将建筑系统整合成一体考虑。

绿色建筑有两种基本范例。第一种是基于“被动”的设计概念,即建筑物对应于当地的实际情况,利用自然元素(如空气流动、太阳光等)来限制外部条件对内部环境的影响。热带气候地区很多传统建筑的厚实的砖墙、较小的窗户;或在潮湿地区利用庭院或露台进行对流通风,都属于这个概念。“被动”设计的目的是在根除或减少室内供暖、制冷、通风和人工光照的需求情况下提供舒适的环境。第二种基本范例是

	高速发展情景(A1)	低速发展情景(B2)
CO ₂ 排放(千兆吨)	8.6 → 15.6 (2004) (2030)	8.6 → 11.4 (2004) (2030)
最大份额来自	发展中的亚洲、中东、北非、拉美	北美及发展中的亚洲
2004-2030年CO ₂ 排放平均年增长率	2.4%	1.5%

表1: 至2030年建筑物CO₂排放预测
资料来源: IPCC 2007



运用最新技术、代表科学技术水平的建筑物管理系统的“主动”方法，以降低建筑物的能源负荷。许多最先进的高技术建筑都有太阳能屏幕、照明设备、环境烟道、光伏电池、风力涡轮机及其他设备。这两种范例都可以运用于新建和改造项目。

许多被动设计技术在发达国家的建筑设计中已经进入了一个新时代；而新一代绿色能源也正融入发展中国家的建设项目（Baker and Steemers 1999; Hawkes 1996; Herzog 1996）。运用被动设计和新技术以减少建筑业留下的能源脚印，这样的实例随处可见。最近对美国5375个商用建筑的研究报告显示，新建筑中，使用高效率的照明灯、供热、通风、空调和遮光物，可以降低64%的能耗（Griffith et al.2006）。英国能源消耗指南指出，与全空调和全玻璃办公楼相比，引入自然通风的办公楼可以降低55%-60%的能耗（CIBSE 2004）。

现在更加需要关注的是可持续环境设计方案对建筑运行成本的影响，以及建筑材料和建造过程中固化了多少能源。因此，生命周期评估（LCA）²得到了越来越多的应用。它不仅包括运行和维护，而且涉及建筑材料的制造（McDonough and Braungart 2002）。此外，新一代的建筑指南更专注于建筑物从设计阶段到建造完工的总能源消耗，以及对他们的回收再利用可能性的考虑（Anderson et al. 2009; Hammond and Jones 2008）。

除了建筑物的装配和建造，对历史负责责任的建筑设计及使用需要考虑所有和能源相关的各个部件，包括建筑物内的电器及设备。因气候和文化的差异，他们的能源消耗情况在各个国家差别较大。下表列出了住宅和公共或商业建筑中的电器和设备，展示了相关供应商的行业范围。

住宅建筑	办公及商业建筑
• 供暖及制冷	• 供暖、制冷、通风及空调
• 机械通风	• 室内照明
• 热水系统	• 室外照明
• 电器（烹饪电器、洗衣机、电冰箱、娱乐设施和清洁设备）	• 办公设备
• 室内照明	• 服务器和数据中心

商业建筑中，能源消耗增长最快的是办公设备。全球范围而言，住宅耗能持续增长的部分是家用电器，包括电视机、DVD播放机、家用电脑等。当然，实施最好的现有技术可以降低50%的能源消耗。住宅家用电器的能源消耗份额在各个国家也不尽相同：中国2000年为21%；欧盟在2004年为25%；美国在2005年为27%（VON Weizsacker et al. 2009）。

能源供应与需求管理

能源使用和排放的格局受建筑物的环境性能、（需求方的）能源负荷或（供应方的）绿色能源利用程度等的影响。最近的设计和技术方面的进展，为改变建筑物能源需求和供应管理提供了巨大的可能性。

需求方面，越来越多的证据表明，除了对建筑形式进行更加可持续性的设计外，通过改变建筑内电器设备

2. 生命周期评估是为评价一个产品、过程或服务在其生命周期中对环境产生的影响而设计工具，也被称作“环境脚印”。在整个产品生命周期中输入和输出的所有材料、能源、水、废弃物，及其影响，包括原材料的汲取、处理、生产、运输、使用和丢弃。生命周期评估的主要目的是比较几种不同处理方式对环境的影响，以选择损害最小的方式。

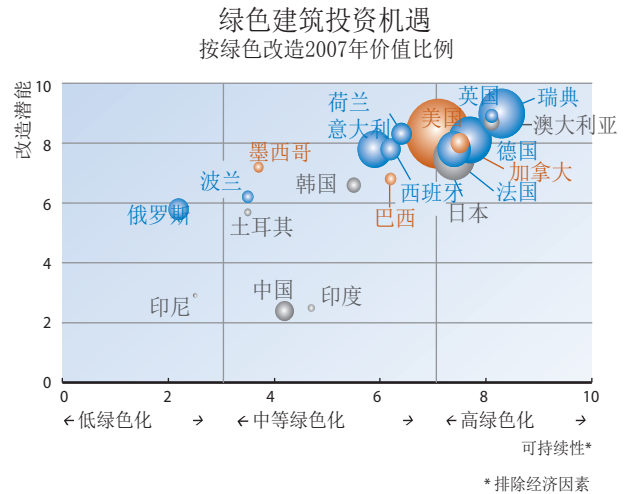
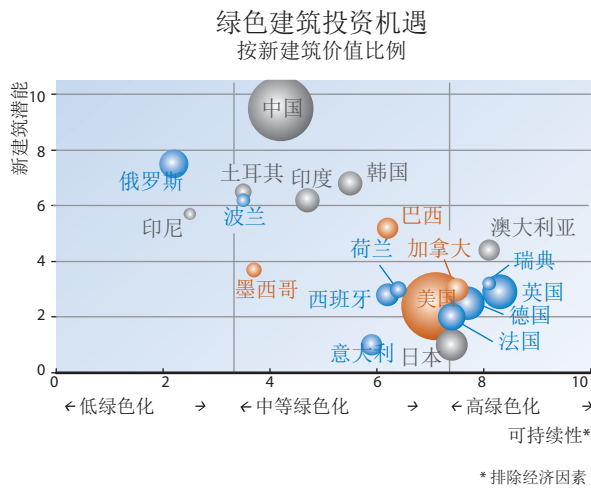


图3: 代表性国家在目前可持续性水平下的新建结构或旧建筑改造的投资潜力

资料来源: Nelson 2008

等的技术规格参数,可以降低能源消耗。先导信息与通讯技术基础设施公司为控制中心生产的软件,能够通过监控和控制建筑物的从供热、制冷到照明、打印等的每个耗能单元,积极地降低建筑物碳足迹。

但因地理位置、气候、消费习惯及发展程度和城市化进程等的不同,建筑物能源使用格局也因地区和国家而差异很大(IPCC 2007)。室内供热是欧洲和中国北方能源消耗的占绝对主力的构成要素;而热水系统是日本最重要的能耗因素(WBSCD 2009)。在这些地区,控制能源需求和排放的部分措施包括:热回收系统的改进;较低矮的建筑以优化太阳光的渗透;用节能的紧凑型荧光灯CFL或发光二极管LED灯替代白炽灯;引入遮阳系统以减少过度加热³。除了设计方面的解决方案,向公用事业消费者提供实时的家庭能耗信息的智能读表,也被证明能够有效地降低总的家庭电力消耗,如德国和英国私人住宅有能耗降低5-10%的记录(Luhmann 2007);相反地,在相对较热地区的建筑中,一般没有供热的要求,热水需求也较小。低收入农村地区的能源需求主要来自烹饪(占70%)和其他家庭活动(占15%)(Nekhaev 2004)。对这些地区而言,引入更绿色的清洁能源和更节能的家用电器,比引入绿色建筑技术对节能更有效。

从能源供应方面,生物燃料和太阳能加热技术已经能够和传统能源相竞争,一些国家已显著地转变到可再生能(European Renewable Energy Council, 2008)。光电技术(PV)仍旧相对较贵,但随着装机容量的不断提高及生产过程的不断改进,其价格也在稳定地下降⁴。连接各个建筑的区域供暖和制冷系统⁵也被证实可有地效降低能耗。在冰岛,94%的热能供应是由这些技术所提供(Euro Heat & Power 2009)。

改造和新建

在发达国家,建筑绿色化的主要机遇在既有建筑物的更新改造上,使用可再生能源,赋予建筑物更好的环境效率以降低能源需求。欧洲北部及北美已城市化的地区中,建筑存量已经不再快速增长。例如,在英

国,既有建筑中的75%将会继续使用到2050年。在这种情形下,既有建筑的改造成为干预降低能源需求,进而降低温室气体排放的至关重要的领域(Ravetz 2008)。

对住房缺口可观的大多数非经合组织成员国家,减少能源需求的巨大潜力来自按照高性能标准设计的新一代建筑(WBCSD 2007a)。因此,经合组织国家住宅和商业建筑领域的能源和商业问题将主要依靠既有建筑的改造,而非经合组织国家将必须大量投资于可持续建筑的设计新形式,而非仅限于考虑单个建筑的性能(参见“城市”一章的讨论)。不过,发展中国家中较大的城市仍有巨大机遇,通过应用高效的设计方法,如太阳能技术、洁净水供应、进行技术改进降低对空调的依赖等,来改造既有的建筑⁶。例如在印度,通过对既有商用建筑的节能改造,预计将有25%的节能潜力(UNEP SBCI 2010a)。

建造新建筑、改造既有建筑的利弊关系,需要就具体对象进行检验和比较。有些情况下,旧房改造可以通过保留建筑材料而进一步降低能源负荷。建筑材料往往因在资源萃取、材料生产和运输等过程中消耗了能源而固化了高水平的内含能⁷。新建和改造两者对催化绿色建筑改革都至关重要。旧建筑在设计、建筑和技术等方面通常比目前最好的常规手段效率低,发达国家的旧房改造能产生可观的能源节约。另外,涉

3. 作为塞尔维亚能源效率署(SEEPI)的一部分,贝尔格莱德的28所学校和医院进行了重新整修后(IDA credit and IRBD loan),平均节约能源39%。

4. 由德国的数据可以预测,到2013-2014年,可以实现由光电板产生电力的平价电网与网络电力供应价格相同。

5. 区域供暖和制冷系统是指分别输送分配由中央供热或热电联产产生的热或冷的系统。区域供热提供室内供热和热水。而且,工业用热可向商业、工业建筑及公共建筑供热。热通常来自热电联产发电厂(CHP),所以比单独产热或产电,能够实现更高效能和低排放。历史来讲,区域供热依赖于矿物燃料,但最近几年,可再生资源已被引入其中。

6. 如在巴西,电冰箱占所有家庭用电量的33%,而电淋浴、照明和空调分别占20%,11%,10%(Ghisi, Gosch和Lamberts 2007)。

	房屋改造	新建房屋
发达国家	(首要考虑因素) <ul style="list-style-type: none"> • 不符合节能规范的独幢房屋 (如欧盟) • 需要延长寿命的房屋 (如日本) • 相对较新的大房子内的家用电器 (如美国) • 旧的多户型建筑 (如欧洲) 	(次要考虑因素) <ul style="list-style-type: none"> • 预计美国和日本的新建房屋的高速增长; 达到绿色标准: 如零碳排放、零浪费和日本3R的巨大潜力。
新兴经济体	(次要考虑因素) <ul style="list-style-type: none"> • 非正式部门建造的独幢房屋, 需符合基本的能效标准 (如巴西) • 多户型建筑 (如中国、巴西、俄罗斯) • 占绝对多数的独幢房屋 (如印度), 需改造到可持续水准 (基本供电, 更好的炊事燃料, 持久耐用) 	(首要考虑因素) <ul style="list-style-type: none"> • 巨大的住房缺口--通过政府补贴和私人融资建房, 增加建筑绿色化机会。 • 巨大的办公楼需要, 公司的需求带来建筑绿色化机遇。

表2: 不同区域绿色建筑的主要机遇

资料来源: 基于WBCSD 2007a中的分析

及到日照采光或请求式通风系统以提高空气质量的旧房改造, 还可在降低健康保健支出及提高生产率等方面贡献效益。

虽与新建相比在数量上没有那么可观, 但旧房改造在解决发展中国家能源贫困问题中扮演着重要角色。世界至少20%的人口缺少电源, 而且预计到2030年仍有12亿人口得不到电源供应, 其中的87%居住在农村地区 (IEA 2010a)。为家庭住宅提供家用电器、供热制冷系统, 配备现场可再生能源发电的设备 (如屋顶太阳能板) 或接入电网, 都有可能增加总的能源需求, 但这比现在许多家庭用煤、粪便或木材来照明、取暖或烹饪要更加清洁。替换这些传统的燃料, 对环境和公共健康都有巨大的益处。

表2列出了发达国家和新兴经济体在绿色建筑领域中改造或新建潜力的各个要素。显然, 强有力的证据说明发达国家更需要的是对既有建筑的改造; 新兴经济体国家中, 虽然新建的潜力比改造大得多, 但改造和

新建都具有同样迫切的理由。图3将预测的新建潜力和改造潜力与可持续性水平挂钩 (从绿色建筑比例的低到高)。可以看到, 新兴经济体如中国和印度, 新建潜力巨大, 但不是特别绿色。发达国家的改造潜力大, 可持续性水平高, 而新建项目的潜力较低。

考虑到建筑物通常可存续几十年甚至几百年, 而一个国家的全部汽车可以在最短12年里淘汰一轮, 发展中国家和新兴经济体国家的新建筑绿色化需要有意识的努力。如果建筑物按照较低的能效标准建造, 日后对其改造就多了不必要的复杂性。但和新建项目相比, 建筑物的改造因其减少了钢材、玻璃、水泥等建筑材料的使用, 降低了能源需求, 而这些建筑材料在生产过程中消耗了大量的能源。

7. 内含能是指在材料生产加工、运输、拆除等过程中, 以及家具生产、家电生产和提供基础设施服务 (如水和卫生) 等所需要的能源; 内含能高度依赖与建筑的设计和建造。

3 投资绿色建筑案例

3.1 投资需求

本章的分析是基于气候变化和温室气体排放使建筑业面临的压倒性问题的预测。与此有关的是缺水、土地使用、废弃物和卫生等关键性的环境挑战。气候变化影响这些因素，同时也被这些因素所影响。本章从经济和社会层面讨论了建筑行业的资源有效利用及降低其温室气体排放，对节能、健康和提高生产率以及提供就业岗位等方面的贡献。总体而言，绿色建筑投资需求主要由气候变化、资源匮乏及能效的迫切性需要所驱动。

在多数国家，建筑物占据40%的能源使用量（IEA 2010b），而预测到2050年，该行业的能源需求将增加60%（IEA and OECD 2010）。该数据比交通运输业或工业都高。国际能源署和经济合作发展组织估计，建筑业的碳排放需要从目前预测2050年的每年15.2千兆吨，降到每年2.6千兆吨，以成功应对气候变化⁸（IEA and OECD 2010）。

全球建筑物的绿色化，要求在新技术和可持续建筑材料、设计和工程的专业技术等方面进行可观的投资。与继续按常规经营相比，这将增加建造的初期成本。国际能源署和经济合作发展组织（2010）估计，若从2010年到2050年间每年持续投入平均3,080亿美元的投资，到2050年可以实现12.6千兆吨的减排⁹。由皮德森国际经济研究所（Perterson Institute for International Economics）（Houser 2009）单独做的研究给出了更高的估计：2010-2050年间每年平均投资1万亿美元，以达到建筑行业到

2050年每年8.2千兆吨的减排（见表3）¹¹。

发达国家的房屋改造将占据这部分投资增量的重要的份额，特别是在绿色建筑的前几年。但大部分的投资增量产生于新建建筑物的绿色化，很多机构和家庭都已经开始抓住这个机会。

对美国而言，一项最近的研究预测，到2013年非住宅建筑物改造市场将发展成66亿美元规模，目标指向可以得益于这种改造的美国商业建筑存量的1/3--这一市场达4,000亿美元（Pike Research 2009）。对新的商业建筑和住宅建筑，预测绿色化比例分别为10%-12%和6%-10%，分别代表着240-290亿美元市场和120-200亿美元市场。到2013年，绿色商业建筑市场将发展到每

8. 由能源技术展望（Energy Technology Perspectives 2010）（IEA and OECD 2010）发表的。到2050年二氧化碳的12.6千兆吨的减排量，是对先前预测的2050年建筑业二氧化碳排放从20.1千兆吨降到11.9千兆吨的8.2千兆吨减排量（国际能源组织2008年）所进行的修改。先前的估计给其他研究提供了参考，包括皮德森国际经济研究所（Houser 2009）。2010的预测数据包括了燃料转型、降低煤炭发电等方面产生的减排量；而先前的预测只仅限于能效改进措施。

9. 国际能源组织和经济合作组织(2010)建立的模型测算出在40年的时间跨度内，需要12.3万亿美元的总投资，其中7.9万亿用于民用住宅；4.4万亿用于服务业。国际能源署IEA预测都以2007年美元计算。

10. 净现值是从能效投资期限内产生的能源成本节约中，减去因能效投资而增加的先期运营和维护成本。能源成本的节约，以每年6%进行折减。净现值然后就被在投资生命周期内所产生的减排累计变化量所除，这就是所说的减排成本，用每吨二氧化碳多少美元来表示（Houser 2009）。

11. Houser 2009 的分析用了不同的方法来测算实现每年减排8.2千兆吨的成本，与早先的国际能源署IEA 2008预测的减排量相符 - 见前面脚注（8）。Houser的预测运用了WBSCD 2009的数据和投资成本模型，包括了太阳能光电技术成本和未来能源价格的预测等假设。

国家/地区	2005-2050 年增加投资 (10亿美元/年)	年净现值 2005-50 ¹⁰	CO ₂ 减量* (2050年百万吨)	2005-2050 平均减排成本 (美元/吨)
北美经合组织	244	-46	1,699	30
美国	209	-40	1,555	28
欧洲经合组织	170	-26	915	30
太平洋经合组织	67	-17	353	48
日本	37	-9	168	52
转型中经济体	78	-12	548	24
亚洲发展中国家	188	-26	2,343	14
中国	114	-15	1,427	14
印度	19	-2	221	12
拉丁美洲	31	-5	148	39
中东	80	-17	663	32
非洲	29	-3	298	10
全球	1,042	-180	8,200	25

*相对按常规经营

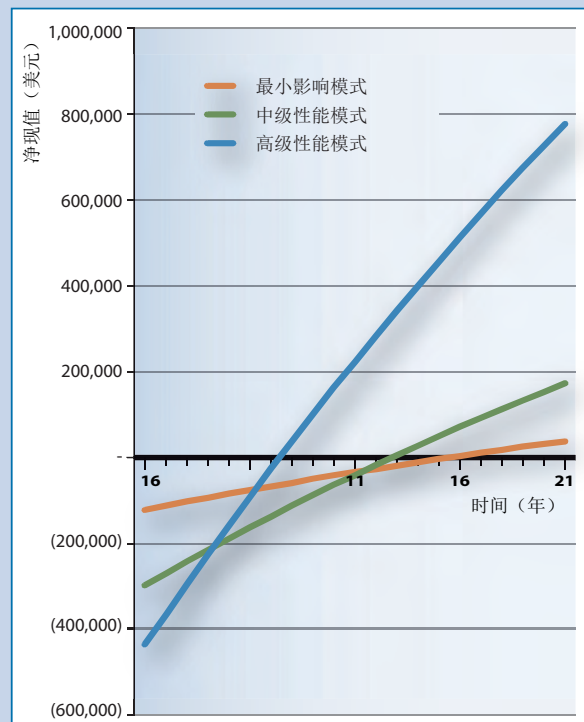
表3: 全球建筑转型经济分析

资料来源: 改编自Houser 2009

专栏一：热带气候下商业办公用房的生命周期成本¹²

本例为热带气候设计了一幢100,000平方米的商业建筑。根据业主的建筑大纲，有几项绿色技术可以加入到基础造价中，以改善建筑物整体性能。新技术或是比它要取代的基础造价所含的技术成本高，或是它带来新技术并增加新成本。与基础造价所含技术相比，新技术带来更高的性能并产生更多的节约，故对于技术的投资也应被考虑。节约用正的现金流来表示，并标出技术应用生命周期内的累计节约（净现值NPV），则可以看出总的投资（增加的成本和累计节约）随着时间的推移的到了回报。

本例中的建筑是一个商业中心，住户要穿西式衣服，故空调是必须的。考虑到大量的制冷负荷，能减少太阳光照、并能高效满足负荷需求的技术都考虑了进来，包括：窗膜，外遮阳，更宽的自动调温器上的舒适控制带；定值控制通风，隔热墙等。用三个外墙项目包与一个按照当地习惯标准建造的建筑进行了比较。用标准建筑价格技术对成本的各个指标进行了估算。运用能源模拟软件对能源节约进行了测算。黄色线条显示最小影响模式（只包含窗膜和优化的隔热强），也是最便宜的实施技术。但项目中的深色窗膜抵消了可能的日光照明的节约，在其使用生命周期内并没有产生很多收益（黄色线条走势平坦）。中级和高级性能模式初期成本高，但被建筑生命周期中更多的能源节约所弥补。高级性能模式的蓝色线条(包括外窗遮阳、定值控制通风)，其陡峭走势代表着业主将在建筑生命周期内节约大量的拥有成本，在所研究的时间段内约80万美金。



类似对建筑物组件的选取进行权衡的研究显示，绿色手段可以带来初始成本的净节约。对某个“被动建筑”作的总所有成本评估得到的结论是，综合设计可以立即产生初始成本的净节约，因为应用了高级别的隔热技术后，不再需要传统的加热系统（Laustsen 2008）。

年560-700亿美元；绿色住宅市场将达到400-700亿美元（McGraw Hill 2009）。

上述数字虽可观，但这由市场而驱动的变化，对达到单美国而言平均每年2,090亿美元投资需求以降低建筑业碳排放从而达到国际能源署IEA低碳途径要求还是不够的（Houser 2009）；增加绿色建筑的投资，需要政策支持；而有力的政策来自于对绿色建筑投资的成本效益的精确评估。

3.2 计算成本和回报

对绿色建筑经济的正确评价要求运用总所有成本（TCO），将初期投资成本（也称作先期投资成本）的差异与长期成本和收益并排考虑。虽然有些绿色建筑的建造成本要比传统建筑高，但通过较低的能源账单、避免了气候变化带来的影响、健康水平提高及劳动生产率的提高等，多出的初期投资成本将得到补偿。专栏一描述了绿色建筑技术的经济效益，

以及如何随着时间的推移而抵消了其投资。

单看绿色建筑和传统建筑的成本差异，最近由Greg Kats（2010）所做的研究显示该成本差异比通常认为的要小。170座美国绿色建筑的数据显示，他们比传统建筑的成本平均只多出了1.5%，而公众普遍认为绿色化成本要多出17%。按每平方米计算，绿色投资成本的增加从0美元每平方米到764.2美元每平方米不等，其中位数为36.6美元每平方米¹³。虽然Kats发现较高绿色标准的建筑成本差异较大，但许多项目显示，用很少的或者零增加成本，可以实现同样的高绿色建筑标准。这表明绿色成本的增加，很大程度上依赖于设计师、建造师的技能，而不是绿色本身的水平高低。该研究还指出改造的平均绿色额外费用比新建筑要稍微多一些。

12. 本节的模拟和文本由Tom Paladino贡献。

13. 原始文本显示每平方英尺的绿色额外费用范围从0美元每平方英尺到71美元每平方英尺，且中位数为3.40美元每平方英尺。

按行业和地区的相对效率

绿色建筑投资的经济效益由较低的或负数的成本来支持。一项研究估计用平均-35美元每吨的减排成本投资绿色建筑，到2030年可以减少3.5千兆吨的二氧化碳排放¹⁴。相比此数字，交通运输业为-10美元每吨；钢铁业为17美元每吨；能源业为20美元每吨（McKinsey 2009）。皮德森研究所的研究Houser（2009）发现，2030年之后建筑业要实现8.2千兆吨（例如以445ppm为目标）的减排，其成本为25美元每吨，但仍然是最便宜的减排领域。不进行建筑业的绿色改革，依靠交通运输业、能源业、工业等其他行业的高成本减排，与气候变化做斗争的经济成本，从2010年到2050年全球将至少每年多花5,000亿美金。

专栏二（中国）和专栏三（美国）显示了权衡短期和长期投资的成本收益挑战，及不断增长的能源消耗逐渐蚕食了效益回报的趋势。专栏二代表了对中国住宅建筑的案例研究，显示了由设计、管理干预而带来的能源节约。由此及其他研究可以清晰地看到绿色建筑对投资有可观的经济回报，应占据以改变生产模式和消费行为为目的的长期政策的主要舞台。

虽然能源效率的财富尺度及与其伴随的碳排放的降低可以在零成本或负成本情况下实现，但有必要进行政策干预，将全球建筑存量按照国际能源署认为必需进入的低碳路径来转型。同时也显示了有必要用不同的方法以针

对不同地区的当地建筑业和经济实际现状，并注意到绿色建筑的城市挑战在不同地域有许多的共性。

新政策和管理干预的一个例子就是欧盟的建筑能效指令（EPBD）¹⁵，引出了对达到要求的时间表、各个国家之间的协调一致和可能的管理负荷等的辩论（如强制的认证专家的检查）。最近有人对2002年实施的该指令的影响进行了评估（Haydock and Arbon 2009）。研究结论是欧盟节约5-6%的最终能源需求即每年节约60-80百万吨能源是可能的，这数量是欧盟二氧化碳排放量的4-5%。研究显示到2020年可以实现每年160-210百万吨二氧化碳的节约，同时可以产生28万-45万新就业岗位。这证明了相对于中长期的回报，绿色投资成本是相对较低的。而且，废除欧盟建筑能效指令的1,000平方米的指令门槛，到2020年，每年可以增加250亿欧元的能源节约，其所需增加的投资成本是每年80亿欧元，所以总体二氧化碳减排成本为负数（EC 2008）。

14. 建筑业的3.5千兆吨的二氧化碳减排，是11个行业总共38千兆吨的减排目标的一部分，目的是到2030年将二氧化碳排放接近于450ppm的目标。

15. 欧盟的建筑能效指令（EPBD）结合了监管措施（如能源性能要求）和以信息为基础的措施（如认证和检查），提出了减排的全面的方法，涉及了供暖、热水、制冷、通风和照明等方面的能源需求。

专栏二：中国住宅建筑

中国多户型新建筑

	基本情况	绿色发展	节约（或成本）差异
2005-2050年能源使用增加	约530亿千瓦时/年	约305亿千瓦时/年	约225亿千瓦时/年
每年成本增量	-	约120美元	（约120亿美元）
室内供热节能	-	76%	76%
每年节能价值	-	约等于每年基础成本	约120亿美元

在中国，因城市化进程和不断上升的收入，对多户型居住的要求将继续增长。世界可持续发展工商理事会预测，从2010年到2050年间，多户型建筑中照明用电的需求将增长200%，家用电器的用电需求将增长350%。目前建筑行业的特点是设计及隔热都很差的外墙，低效的供热系统，不管消耗多少而供热能源的价格不变。世界可持续发展工商理事会的分析（WBCSD 2009）考察了一个多户型建筑（一幢36户的6层楼房），在其砖墙性能提高后，在跨越45年的时间（2005年到2050年）内的影响。

本表格显示了在一系列的设计和管理干预后，包括设计、隔热更好的外墙，室内温度控制和电表分表计量等，楼房的能源效率提高了76%。若将此案例复制到全中国各地，则这些措施将可以每年节能2,250亿千瓦时或按目前的电价，节约120亿美元。虽然可观的建筑节能可以实现，但是中国全国的建筑存量的增长将超过能效改进速度，结果是在给定的时间段内，每年的能源需求净增加3050亿千瓦时。

资料来源：WBCSD 2009

专栏三：美国现有办公楼的改造¹⁶

美国商用建筑	节能10%	节能40%
现有商用建筑面积 (EIA 2003)	720亿平方英尺	720亿平方英尺
现有办公楼面积 (EIA 2003)	122亿平方英尺	122亿平方英尺
办公楼数量 (EIA 2003)	824,000	824,000
办公楼每平方英尺能耗 (EIA 1998)	97.2 千英热单位/平方英尺/年	97.2千英热单位/平方英尺/年
每年设定改造办公面积	1亿美元	1亿美元
设定节能 (%)	10%	40%
设定节能 (换算成千瓦时)	2.85 千瓦时/平方英尺/年	11.4 千瓦时/平方英尺/年
节能总值 (0.105美元/千瓦时)	29,925,000美元	119,700,000美元
设定改造成本 (Pike Research 2009)	1美元/平方英尺	25美元/平方英尺
总改造成本	1亿美元	25亿美元
设定劳动生产率增长1%	2.5美元/平方英尺/年	2.5/平方英尺/年
总劳动生产率价值	2.5亿美元	2.5亿美元
设定折扣率	5%	5%
设定改造寿命	15年	15年
净现值 (直接能源收益)	2.1亿美元	12.6亿美元
净现值 (直接能源收益+间接劳动生产率收益)	28.1亿美元	13.4亿美元

美国现有办公楼的改造市场规模约为122亿平方英尺 (EIA 2003)，而在1995年，美国办公楼的平均年龄为23.5年。各种建筑形式中，办公楼的能源消耗最大，高达每平方英尺耗能97,200英热单位 (EIA 1998)。单在今后的4年中，美国非住宅类的改造市场预计将从2010年的21亿-37亿美元增长到2014年的101亿-151亿美元 (McGraw Hill 2009)。每平方英尺投资不到1美元，就可节能10%。为实现更高的40%的节能，需要每平方英尺投资

10-30美元 (Pike Research 2009)。表中显示，投资可以很容易收回，光10%的节能措施，就可以在节能15年周期内产生2.1亿美元净现值正值。如果假设有1%的劳动生产率增长，该净现值将增长到28.1亿美元。但是，在更激进的40%节能设定下，15年后的净现值将是负数，除非将生产率的提高也考虑进去。该研究虽然确认了投资绿色改造的收益，它也提出了因重大资本支出无法很容易地转换成短期获益而带来的复杂性。

3.3 经济、环境和社会的影响

能源收益

建筑绿色的主要收益是通过提高能效，降低住户的能源费用。McKinsey预测，从2009年到2020年间对美国住宅能效投资2,290亿美元，可以节约3,950亿美元能源费用，并使住宅能源需求总量下降28%。对用建筑1,250亿美元的投资将使能源需求量降低29%，并产生2,900亿美元的能源节约 (Granade et al. 2009)。在发展中国家，预计900亿美元的能效投资，能减少能源开支6,000亿美元 (McKinsey 2010)。

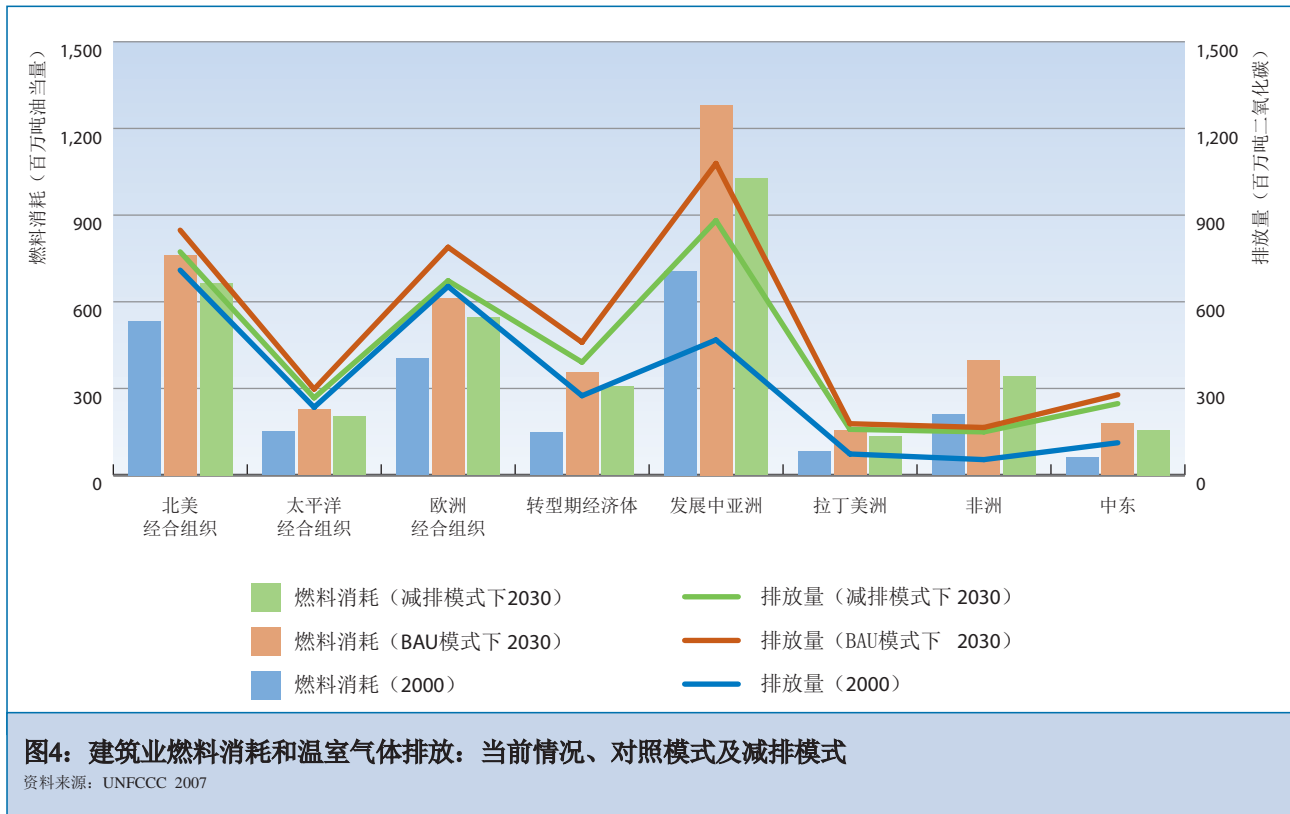
在其2009世界能源展望 (World Energy Outlook) 中，国际能源署IEA预计在2010年至2030年间全球增加2.5万亿美元绿色建筑投资，可以在投资期间内产生5万亿美元的能源节省 (未做折减)。由世界可持续发展工商理事会 (WBCSD) 做的研究表明，在美国、

欧盟、日本、中国、印度和巴西投资1,500亿美元于绿色建筑，在少于5年的时间内就可以将增加的前期投入收回。每年1,500亿美元的增加投资，可以在5-10年间收回 (WBCSD 2009)。由Kats的研究结果得知，通过能源节省，绿色建筑投资的平均回报时间是6年，而20年间通过能源节省而产生的经济收益超出了绿色额外费用 (每平方米43.1美元-172.2美元Kates 2010)¹⁷的4-6倍。

但就全球而言，建筑业的节能机遇并不是平均分布的。在图4所示的联合国气候变化框架公约

16. 原来文本显示绿色额外费用为每平方英尺4-16美元。

17. 本案例来自美国，用的单位是平方英尺。表中现有商用建筑面积相当于67亿平方米，办公耗能110万英热单位/平方米/年；设定节能30.7千瓦时/平方米/年 (10%) 和122.7千瓦时/平方米/年 (40%)；设定改造成本10.8美元/平方米 (10%) 和269.1美元/平方米 (40%)，且设定生产率提高1%的获益为26.9美元/平方米/年。



(UNFCCC) 的最新研究中，可以看到在发展中亚洲（包括印度和中国），当前的排放量和预测减排的排放量之间有着巨大的差额，显示着这些国家的经济增速发展及与之相伴的能源需求。反差明显的是经合组织国家到2030年的减排可以降低到与2000年相同的量，证明发达经济体有潜力在关键领域如建筑业中在降低能源需求方面迈出重大步伐。

水收益

绿色建筑中水利用率的概念转换成提供饮用水的成本的节约。很多地方特别是供水紧张或缺水国家，都在追求各种水利用率的策略。印度的因地制宜的绿色建筑措施包括地表水和屋顶水分开的雨水收集，使用透水性铺路技术最大限度地补充地下水，及引入无水小便池 (UNEP SBCI 2009b)。在澳大利亚的新南威尔士，国有土地和地产开发商蓝德康 (Landcom) 制订了一系列的原则，如水敏感设计，要求供应商必须达标。通过州政府的规章，推广了建筑物可持续性指标，要求所有新建筑的温室气体排放和水管理提高40% (Martinez-Fernandez et al. 2010)。墨尔本的第二市议会大厦通过提高水利用率、雨水采集、水回收再利用和下水道挖掘等综合措施，实现了72%的用水节约 (von Weizsacker et al. 2009)。

此外，家庭用水的需求方管理涉及坐便器、小便池、淋浴头、水龙头、洗衣机、洗碗机等设备。在家庭推广使用节水设备，可以节约可观的水。例如相比老式的不节水的设备，现代的节水洗碗机和坐便器可以节约50%以上的水，而无水坐便器和小便池更是100%节水 (Waterwise 2011a及2011b)。

根据Kats (2010)，一幢美国典型的绿色建筑，其20年节水净现值从5.4到21.5美元/平方米¹⁸。他还指出，绿色建筑的这些直接的节省，已经超过了水利用率策略的初期投资，如雨水收集、无水小便池及所有建筑类型都使用灰水。专栏四列出了一个具体的例子。减少热水用量，节约用水和用电，给家庭、商业、机构和自来水公司也带来益处。

废弃物和材料收益

建筑业可以被称作“三分之一”工业：三分之一以上的二氧化碳排放来自于建筑物的建造和运行；三分之一以上能源和材料用于建筑物的建造和运行；三分之一以上的废弃物来自于建造和拆毁活动。考虑土地和材料使用的有效性，绿色建筑让人们有机会解决很多国家面临的由于非持续性地使用生态系统而日益严峻的资源匮乏问题。让人们有机会处理其他环境和健康问题，如噪音污染；化学品污染和有害物质如石棉及油漆中的铅含量 (UNEP SBCI 2010b)。

在建筑物的生命周期中，除了尽可能降低能源、水的使用，避免废弃物的产生是建筑物可持续性的关键点。生命周期管理引入了“从摇篮到摇篮”的观念，覆盖了从材料的生产、建造过程、楼宇运行和维护、以及拆毁、回收再利用；或楼宇再使用、再运行、再建造和拆卸废物等的建筑物价值链。

18. 原始文本显示数字区域0.50美元/平方英尺到2.00美元/平方英尺。

专栏四：独幢4人家庭的节水

通过用更加节水的设备替代传统的坐便器、淋浴头、水龙头、洗碗机和洗衣机等，一个标准的4人独幢房屋可以节水57%，从每天500公升降到218公升（van Wyk 2009）。节水设备如雨水采集系统，灰水再利用系统都要求增加投资成本，但成本节约主要来自于与饮用水的节约，这是由饮用水的平均价格决定的。以此4人独幢房屋为例，水价定得高（如德国每立方米1.91美元），每年可以节省202美元；而水价定得低，如加拿大的每立方米0.40美元，则每年节省42美元。

UNESCO 2001

建筑物消耗大量的材料、能源和其他资源，其消耗起始于规划、设计、一直到最终销毁。这种对资源的消耗在全球层面和地区层面都对环境产生了巨大的影响。在确保不受欢迎的影响被限制到最小，建筑师和设计专业人员在节约能源和负责任地使用资源上扮演了很重要的角色。当今对建筑物能耗的研究，已经朝（使用期限内）楼宇运行所需能源、建筑物构件内含能、从原材料到建筑材料的提取、生产过程所需能源、及建造过程所需能源等方向进行。鉴于运行的能源消耗已在改善，内含能按比例来讲就更加重要了。建筑材料内含能的多少是其对生态系统影响和使用生态系统服务的一个度量，它同时对原材料和处理材料的获取提出了疑问。

度量建筑构件材料的内含能或整个建筑物的内含能，是一项非常巨大的挑战，除非能系统性地获取从设计阶段到建造完成的各种信息，且所有制造商都能够提供这些信息。

为降低建筑物对环境的影响，完成对建筑及建筑材料的全生命周期的分析，必须要在设计阶段、建造、运行维护、销毁再利用等阶段建立起低影响标准。以下这些规范可以考虑：原材料的可供应性、土地和水的可供应性、最小环境影响；内含能的能效（生产和加工过程中的能源需求）；运输；产品生命跨度；易维护性；产品再利用的可能性；及材料的耐久性和可回收再利用性。根据材料的全生命周期分析其对环境的影响，建筑材料被分成3大类：有机的、陶土的和金属的。有机建筑材料包括木料。陶土建筑材料是非有机、非金属材料，主要有混凝土、砖石及玻璃等组成。金属建筑材料包括钢、铝、铜和铅。这些都是自然资源。人造材料的日益使用也带来了问题，如塑料制品大多是复合材料，对回收和再利用造成困难。减少产品中的材料种类，并且将天然材料和人造材料分开，可以产生高的回收率和再利用率（McDonough and Braungart 2002）。

用上述规范（Lawson 1996）对材料进行比较研究，

发现像木材这样来源可持续的材料，是确保低内含能和最小环境影响的一个最佳选择。虽然金属材料具有最高的内含能，但在生命周期跨度、维护、再回收、再利用等方面性能良好。在澳大利亚进行的Lawson的研究显示，通过建筑材料的再利用，原先要变成废弃物的内含能中的95%可以被节约下来。铝可以节约95%，而玻璃只能有20%。

建筑材料的回收再利用相对来说是个新概念，只有有限的几项研究对其进行了评估。在瑞典进行的研究比较了两个案例：（a）大比例使用回收再利用的建筑材料和建筑部件的一幢建筑；（b）用新材料和部件建造的同样建筑。结果显示，用回收再利用的材料建造的建筑，对环境影响是用新材料建造的55%（Thormark 2000 and 2006）。其他研究显示，使用回收再利用材料，可以节约12%至40%的材料生产能耗。各项研究之间的结果有些混杂，其原因包括回收再利用材料使用比例不同及建筑的材料组成不同。

虽然建筑材料的循环再利用需要消耗能源，但研究表明，材料的回收再利用仍然产生净的排放节约。按照生命周期方法（Sara 2001），对建筑物进行选择性的拆解和分类，其回收再利用生产的黏土沙石的二氧化碳排放，与不进行选择性拆解与分类的情况进行比较，发现每吨黏土沙石的生产，二氧化碳排放从107.7公斤降到6公斤。对建筑和废物拆卸影响重大的建筑材料，它们的回收比例将是可持续性的重要指标。在发展中国家，再利用的建筑部件通常比传统材料更加便宜，质量更高，为城市平民带来更多的益处（UNEP SBCI 2010a）。

劳动生产率和健康收益

绿色建筑用很少或负的成本就能取得环境收益及其他好处，包括劳动者劳动生产率和工作质量的提高，以及室内空气污染降低后的公共健康的改善（发展中国家用电或清洁燃烧生物质取代传统生物质）；噪音污染的降低和总体空气污染的改善（归结于发达国家和新兴经济体的矿石燃料使用的减少）。

这些收益即便不能替代前述的能源成本和气候方面的收益，也可与之抗衡。例如，最近一项美国绿色建筑委员会（US Green Building Council）的研究预测，美国一般的商用建筑绿色化后，可以每平方米节约能耗5.6美元（Booz Allen Hamilton 2009）¹⁹。虽然绝对数很可观，但与劳动力成本相比，特别是在发达国家，这些就显得相形见绌。绿色建筑投资即便只将劳动生产率提高1%，其节约的劳动力成本要比前述的能源成本节约高出很多倍。对工作场所环境因素的一系列研究表明，劳动生产率方面的节约可能比1%还要高很多：

■ 室内空气质量：劳动生产率得益6%-9%（Wyon 2004）

■ 自然通风：劳动生产率得益3-18%（NSF/IUCRC

19. 原始文本显示每年能源节约0.52美元/平方英尺。

2004)

■ 本地温度控制：劳动生产率得益3.5-37% (Loftness et al. 2003)

■ 日光照明：劳动生产率和销售得益3-40% (Loftness et al. 2003)

■ 租金溢价：36%的增加 (Baker et al. 2008)

除了商业的工作环境，医院和学校中增加日光照明、景色和与大自然的接触，都对健康和劳动生产率有着正面的影响。学校环境的改善可以提高学生的成绩 (Aumann et al. 2004)，在医院中则加快了病人的康复 (Ulrich 1984)。在13项研究因环境更好地接近自然而产生个人及组织的劳动生产率收益中，7项研究确认，工作场所的日光照明，将个人的劳动生产率（包括学生测试成绩）提高了3-18%，销售增长40%（作为组织的劳动生产率指标） (Loftness et al. 2003)。

发表最早、引用最多的一个对绿色建筑经济的研究报告，记录了加利福尼亚州33幢有绿色证书的商用建筑楼 (Kates 2003)。报告发现绿色建筑的平均成本额外增加是每平方米32.3-53.8美元²⁰。投资总收益在表4中列出，并显示20年时间段的净现值 (NPV)，则净收益在每516.7-721.2美元之间，与证书等级相关²¹。

发展中国家中，绿色建筑投资，特别是对供热、烹饪技术和设备的投资所获得的健康收益直接改善了人类的福利。室内污染是发展中国家严重疾病和过早死亡的主要原因。因此，建筑物绿色化降低了室内污染，改善了穷人特别是妇女儿童的健康，是绿色建筑的主要收益。Ezzati和Kannen (2002) 所做的研究表明，成本效益好的方法，如分发灶具，比全球很多公共健康项目更有效。

世界卫生组织对中低收入国家做的分析显示，2005年仍在使用的燃烧生化能和煤炭的传统灶具中，如有一半数量到2015年改成了改进后的灶具，则“能够产生负的干预投资，每年340亿美元的投资可产出每年1,050亿美元的回报” (Hutton et al. 2006)。研究给出的结论是：“经济收益包括因疾病减少而节约的健康方面的花费；因疾病减少、死亡率降低、在燃料采集和烹饪方面时间上的节约而产生的劳动生产率的收益。”到2030年取代生化能明火燃烧灶具，全球的液化气灶具和电子热板灶的需求潜力是6.1亿，在销售、运输、维护和生产环节创造了就业机会 (Keivani et al. 2010)。

就业收益

T国家级层面上建筑业（包括建筑）占总就业的比例为5-10%，全球直接雇佣人数总计1.11亿 (UNEP SBCI 2007a; ILO 2001)。四分之三的建设工作来自发展中国家，90%在少于10人的公司或微型企业 (Keivani et al. 2010)。真实的数据可能还要高，这是源于许多建筑工人非正式被雇佣，所以并不在官方的统计中。

类别	20年净现值
能源价值	62.3
排放价值	12.7
水价值	5.5
一年废弃物价值 (仅建筑)	0.3
委托运行和管理	91.2
劳动生产率和健康价值 (认证和银牌)	397.1
劳动生产率和健康价值 (金牌和白金)	595.6
减去绿色成本	(43.1)
20年总现值 (认证和银牌)	526
20年总现值 (金牌和白金)	724.5

表4：绿色建筑的经济收益 (美元/平方米)²²

资料来源：Kats 2003

通过就业工种的创造、取代、废除和转型，全球建筑的绿色化将给全球就业市场带来影响。绿色建筑通过许多渠道产生就业，包括：新建筑和现有房屋改造；增长中的绿色材料、产品、设备和部件的生产；节能运行和管理的工作机会、可再生能源种类的扩大、发电组合及回收再利用和废弃物管理等外围活动。

有几项研究评估了不同形式的绿色建筑投资所创造的就业数量。在介绍相关证据之前，有必要先介绍这些研究的两个关键方面。首先，绿色投资创造的就业不一定是绿色工作。根据国际劳工组织的定义，满足体面工作的标准，才能称作绿色工作。建筑业的一些指标表明其工作离体面工作标准差得很远。专栏五对此进行了更为详细的讨论。

第二，案例研究通常分析投资对劳动力市场的总体影响，但精确的劳动力市场评价，需要评估净影响效果。当投资转向绿色建筑，如绿色材料替代棕色材料等等，有些工作就会丢失。在现实操作中，取代、预算和外部效应等不能很好地被形容出来。

考虑新建筑，Booz Allen和Hamilton (2009) 测算出美国的绿色建筑在2000-2008年间提供了240万个就业岗位，并预测该数字在2009-2013年间将增长到790万个。另一个对巴西的研究显示，与绿色建筑及其商业化、维修、使用所相关的就业数量从2006年的全部正式岗位中的6.3%增长到2008年的7.3% (ILO 2009)。

就改造活动而言，通常认为对提高建筑物能效的改造

20. 原始文本显示平均绿色建筑成本额外增加3-5美元/平方英尺。

21. 原始文本显示净收益为48-67美元/平方英尺。

22. 原始文本是用每平方英尺美元为单位来表示：能源价值5.79美元；排放价值1.18美元；水价值0.51美元；一年废弃物(仅限建筑)价值0.03美元 (原文有误，原文的water value与前一个内容重复，且根据表4内容应指waste value—译者)；委托运行和管理8.47美元；生产率和健康价值 (认证和银牌) 36.89美元；生产率和健康价值 (金牌和白金) 55.33美元；减去绿色成本4.00美元；20年净现值 (认证和银牌) 48.87美元；20年净现值 (金牌和白金) 67.31美元。

专栏五：绿色建筑的社会层面：对体面工作和减少贫困的意义²³

发展中国家中，建筑业因其高劳动力的密集性，对推动贫穷倾向的经济发展有着很大的潜力。该行业雇佣的工人其受教育水平高低不等，且有能力吸纳被排外的人员(de Souza 2000)。这对产生收入和降低贫穷有着强大的意义。以南非约翰内斯堡住房项目为例(Keivani et al. 2010)，项目涉及了高效灯泡、光照感应器、太阳能热水系统和隔热锅炉等的推广。项目为1,000多家承包商在维护、清洁、保安服务甚至专业的如管道和电工服务等方面提供了就业机会。管道设备修复的沃特吉-索韦托项目(Watergy Soweto)提供了1,500个临时岗位。

虽然有这些机遇，建筑业工人的工作环境通常是非常差的。非正式性、低工资、不稳定、性别歧视、事故多发及职业病，这些都是全球建筑业大多数工人工作环境的特性，因其更不稳定更不正式，发展中经济体的建筑业尤其如此。

当承包商、分包商和工人之间的雇佣关系比较随意或非正式，工人的权益常常含混不清，他们得到法律的保护少于那些直接雇佣的正式员工。近年来短期工的现象成了常态，工作的不稳定性成了建筑业面对的主要问题之一。

建筑业也是最具危险性的工种之一。建筑工人死于工作事故的概率是其他领域的3-4倍。还有很多其他人因工作环境中的有害物质如石棉而身患疾病甚至死亡。在社会保护方面，有证据表明雇主们没有为短期工购买社会保障基金，剥夺了他们

的健康保险、国定假日工资、失业救济、疾病救济、意外事故救济和老年保障。

很长一段时间来，与雇主及政府的对话一直在进行当中，成为工人为争取更好的工资和工作环境的有效谈判渠道。但是，目前很大块的短期工、非正式工、非雇佣工人，觉得很难自我组织起来参与这类的对话。绿色建筑可能为社会对话提供一个新的机会。很多雇主和政府显示出了对绿色建筑的热情。这为与工人的对话打开一扇新的门，让工人参与绿色管理、资源效率和改善安全，在行业绿色化的背景下讨论劳工问题。

有关工作环境方面，绿色建筑将对健康和安全生产产生影响。如美国土木工程师协会(the American Society of Civil Engineers)的研究指出，绿色的建造工作本身并不是更加安全的。通过结构化问卷表的调查数据，该研究对绿色和非绿色项目之间在职业安全与健康管理局(OSHA)的意外事故率(RIRS)和损失工时件数率(LTCRS)的差异进行比较。被调查的绿色和非绿色项目间的意外事故率提示了数据上有很大差异，但不足以导出结论。而且，两者之间的损失工时件数率数据也没有明显的差别。

这些考虑回答了一个问题，即为什么要将劳工督察的角色转变成教育和防范的角色，而不仅仅是督察和诉讼。建筑业的绿色化给环境监测与建筑业的健康安全要素间的协同作用提供了机会。

投资1百万美元，能够创造10-14个直接的岗位和3-4个间接岗位。取每百万美元投资创造的就业数为12.5个，最近的报告(Hendricks et al. 2009)计算了若到2020年目前美国现有建筑物存量(5,000万幢)的40%的建筑数量，按照平均投资1万美金进行改造，所能创造的就业数量。这是一个5,000亿美元的市场，能够在10年间提供625万就业岗位。表5进一步阐明了绿色建筑投资100万美元的经济受益，且如何在20年间每年产生16.4个就业岗位。

环境无害的材料、产品和再生能源等的设计，也产生了重要的就业机会。由法国环境和能源利用署ADEME(2008)在法国主持的研究展示了安装不导热墙的隔热项目所涉及的直接就业岗位的数量。该隔热项目包括安装室内隔热墙、天花板、地板及使用相关材料。2006年有9,700个岗位与这些活动有关；7,150个岗位与相关材料的生产、使用有关。这些数字预测在2012年分别增长到21,000个和15,000个。同一项研究结果显示，屋顶的隔热改造2006年带来3,050个就业岗位，到2012年这个数字将翻一番。

绿色设备和部件的使用也为新就业创造了机会。美国能源部所做的研究预测，仅仅是将新标准运用于洗衣机、水供暖和日光灯等，即能在2020年在美国创造12万个岗位。在印度，向900万个家庭推广替代传统炉灶的热效率高、生物质炉灶，可以产生15万个就业岗位，还不说该项目带来的健康收益(UNEP, ILO, IOE, ITUC 2008)。

近期政府对绿色投资的激励计划，已经促进了投资转向绿色建筑方面。预计德国整体激励计划(约1050亿美元)中的13%将在建筑物改造领域中制造和建筑方面创造25,000个就业岗位(UNEP 2009a)。改造业的培训机会也在不断增加，特别是对发展中国家，缺乏有经验的经过认证的专业人员是绿色建筑转型的主要障碍。

聚焦于现有建筑和公共建筑，由Urge-Vorsatz等人

23. 本框内容是根据国际劳工组织提供的材料准备的。

费用分类	影响	金额 (百万)	岗位倍数	岗位影响 (年岗位)
建筑业	建筑绿色化增加了建筑成本	1.0	12	12.00
消费者消费	因绿色投资成本增加, 消费者短期消费减少	-0.6	11	-6.60
消费者节约	因能源节约, 消费者长期消费增加	1.0	11	11.00
公用事业收入减少	因能源节约, 公用事业收入减少	-0.8	3	-2.40
贷款利息	银行因建筑业贷款而取得的利息	0.3	8	2.40
净工作岗位: 20年 总计				16.40

表5: 对绿色建筑改进投资100万美元产生的20年净经济影响: 举例说明

资料来源: Kats 2010

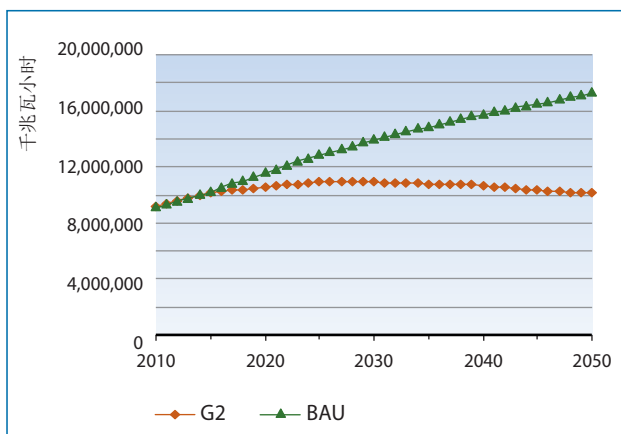


图5: 2010到2050年建筑领域年电力需求总量

资料来源: 绿色经济报告模型模拟

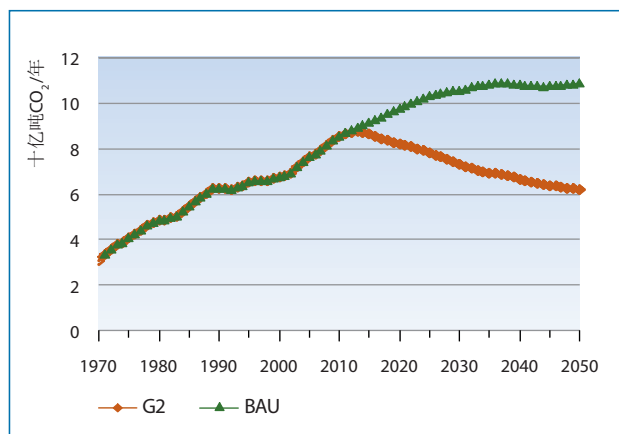


图6: 2010到2050年建筑领域年二氧化碳排放总量

资料来源: 绿色经济报告模型模拟

(2010)做的研究对匈牙利规模较大的高能源效率改造项目中的净就业影响做了调查。研究通过两个要素的变化, 即改造的类型或深度及设定的改造速度, 模拟了5中不同的情景。照常经营模式(BAU)是指没有任何干预, 每年按照总建筑面积的1.3%进行改造。相反地, “深度改造快速实施”情景设定每年改造总建筑面积的5.7%。该研究证明这种规模的改造项目可以在匈牙利产生13.1万个净新岗位, 而相对不激进的情景设定可以产生仅4.3万个新岗位。在“深度改造”情景下, 新岗位的出现于2015年达到峰值, 达18.4万个新就业岗位, 虽然能源供应领域的岗位减少了。有必要重申一点, 这些新增岗位中约38%来自于如供应建筑业的其他行业以及就业率提高后高涨的消费能力等的间接效应。

一系列的研究显示投资绿色建筑产生的就业机会, 比他们在能源供应业替代的岗位更多。由Wei, Patadia和Kammen(2010)做的研究发现, 通常用于绿色建筑的太阳能板, 每产1千兆瓦特小时(GWh)的电, 可创造0.87个年就业岗位, 能效投资每节约1千兆瓦特小时, 创造0.38个年就业岗位。这组数据比其他发电行业都要高出很多。每1千兆瓦特小时煤炭业创造的年就业岗位是0.11个、天然气是0.11个, 核电为0.11

个。David Roland-Holst(2008)的研究发现, 在1976年到2006年间, 加利福尼亚州的能效改进项目创造了扣除能源生产业失去的岗位后净增加150万个就业机会。然而, 国际劳工组织(CEDEFOP 2010)报告说因工作转移, 水泥工业的就业岗位减少了。这就强调了再培训和提升技能的重要性。

这里提到的研究都确认了绿色建筑创造新就业的潜力。如果考虑发展中国家的新建建筑的巨大需求(社会建筑、医院、学校等), 该潜力还要更大。进一步而言, 建筑业的绿色化将提供一个机会, 以解决非正式生产并确保创造绿色体面的工作, 将正式和非正式的劳动人口都纳入并提高其工作技能。另一方面, 很多研究并没有扣除因投资转移到绿色建筑而产生的岗位丢失。同时, 还存在一系列的障碍, 阻碍了建筑投资创造就业的全部潜力的发挥。

通过运用适当的政策手段等方式排除这些障碍, 将通过提高资本经济的平均回报率来提升整个经济的产出并增加净就业岗位。政策干预(下节更多讨论), 也需要解决建筑项目在规划、采购方面的约束, 及地方工业产能缺乏等问题。

3.4 建筑领域提升能源效率的投资情景

一个对建筑领域绿色化投资的分析调查了上文讨论过的一系列措施的执行效果，包括新的建筑、建造方法、设计以及对现有建筑的改造。然而，由于缺乏全球性的数据，尤其是关于建筑存量和其近年发展的数据，这一分析的进行受到了限制。

这份报告中绿色投资情景的模型构建，包括了对建筑中提升的能源效率的效果分析²⁴。通过使用供给建筑领域能源的现有数据，这一分析得以实现。尽管对能源效率的投资只是实现向绿色建筑转型所需一系列投资中的一部分，它却是一个重要的组成部分。

经济范围的模型假定：在2011-2050年期间，全球国内生产总值的2%将作为附加投资每年分配于10个绿色领域（G2情景）。这项投资的结果随后被拿来分别与无附加投资的BAU以及按BAU2投资情景进行比较。在按BAU2情景，跟随按BAU情景的预计趋势，同样大的附加投资被投入其中²⁵。在这个多领域模型中，建筑领域分配有全球国内生产总值的0.2%的投资，以提升能源效率。由于模型预测（在所有模式下）都指向国内生产总值的增长，这一在G2模式下的年度投资持续增加：从2011年的1340亿美元到2050年的3,890亿美元（年平均2,480亿美元）²⁶。这些数额比国际能源署和经济合作发展组织（IEA and OECD, 2010）的最新预测略低一些，但是总体来说在规模上是相近的²⁷。

通过运用国际能源署所估计的在建筑领域推行这些措施的平均减排成本（IEA 2009a），这些针对能源效率的投资的有效性在模型中被模拟了出来。从2015年的18美元/单元/吨二氧化碳到2030年的58美元/单元/吨，再到2050年的166美元/单元/吨，反映出一个预期--即为达到更高能源效率改进而采取的措施，其相应成本会与时俱增。

在BAU情景下，建筑领域的电力需求从2010年的940万千瓦兆瓦小时到2050年的1,700万千瓦兆瓦小时，几乎翻了一番（图5）。与之相对，G2的结果则提示了建筑电力需求与经济增长分离的可能性。在模拟中，电力消耗在2025-2030年期间达到1,090万千瓦兆瓦小时的峰值，随后在2050年略降到1,010万千瓦兆瓦小时，而此期间国内生产总值在持续增长。

就建筑业每单元国内生产总值的电力需求强度的减少量而言，模拟结果显示在G2情景下，到2020年，能源需求强度会在2010年的基线上减少17%，相比之下，在BAU情景下则会减少5%。到2030年，G2情境中的

24. 为了对建筑领域的预计排放减少量保持谨慎态度，此处的G2的结果只与BAU作比较。如将绿色纲要2(G2)结果与BAU2结果作比较，则排放减少程度会更为显著，因为BAU2的预测排放要比BAU的排放高很多。

26. 所有货币数字的美元价格以2010年为基准年，保持不变。

27. 见下文，此处模型构建得略低的投资数额也导致排放减少量较国际能源署(2010)的结论更低，尽管如上文所分析的，绿色纲要2中的部分排放减少量来源于对可再生能源的投资，而这并不包括在对能源效率的投资成本中。

需求强度将减少36%，而按常规经营则是9%。在2050年，绿色纲要2模式下的电力需求强度比按常规经营模式减少64%。然而，电力需求仅占了2010年所有建筑能源使用量的约30%（其中住宅建筑占21%，商业建筑占51%）。由于缺乏数据，建筑领域其他能源的使用效率改进没有被模拟。因此，在模拟的这些部分结果中，建筑领域的能源使用总量持续上升，这一总量在模型中主要受到经济增长的影响。结果显示，受绿色投资情景的额外经济增长驱动，更多的非电力能源使用，如为加热而使用的燃料，大致抵消了电力需求的节约量。这样，能源使用总量在所有模式下的增加值都相近。这在某种程度上可视为反弹效应（见专栏六）的一个例子。应该要强调的是，非电力能源使用的效率改进，虽未在模型及其模拟中涉及，也应该在任何可能的绿色投资情景中都必须降低能源使用量。

如上文提及的，绿色投资情景的模型，包含整合成一体的多个领域的投资。不同领域之间相互影响，有时是以间接方式通过领域间的联系或经济范围内的影响而相互关联。基于这个原因，某一个领域如建筑领域的结果，需要被同时看作在这一领域特定投资的直接结果--在此例中是节能--以及间接影响，如影响国内生产总值增长。

多领域G2情景也要求对可再生能源供应的大量投资。在G2情景中，0.5%的国内生产总值将投入于可再生能源，以期达到国际能源署在蓝图情景（Blue Map scenario）中设置的目标（IEA 2008）。尽管由于持续的经济增长，建筑的能源使用总量在任何情景下都可能持续上升，但若增加可再生能源的份额，排放水平仍可大大降低。

模拟（见图6）显示到2050年绿色情境中导向的排放水平要比按常规经营模式低47亿吨二氧化碳，同时比目前排放量约低27%。在G2情景中，预测前几年间二氧化碳排放的绝对水平略微增长。在2015年，二氧化碳排放又跌回了2010年的水平，相比按常规经营模式减少5.5%。在2050年，全世界建筑领域的二氧化碳排放量略低于1990年水平，较按常规经营模式低43%。

这些预测最为重要的结果是：虽然对建筑领域以及整个经济领域的附加投资导致了国内生产总值和能源需求的增长，但建筑领域的绿色投资情景与按常规经营模式相比，实现了相当大的减排量。这显示了整合为一体的投资可以通过将经济增长与二氧化碳排放减少相分离，来实现碳强度降低的潜力。

表6说明了建筑领域中排放浓度与国内生产总值相关的整体趋势，以及这一领域绿色化附加投资带来非常可观的每单元能源消耗的碳强度降低。在G2情景中，绿色投资带来相对2005年的45%的碳强度降低，反映了提升能源效率后的能源的稳定需求。

在实施总量管制交易机制（Cap and Trade mechanism）时，按照2009年美国国内提案中的碳价格（到2030年达到每吨二氧化碳77美元，到2050年每吨二氧化碳221美元，以2010年美元价格为基准保持不变），则绿

情景	排放强度--单位国内生产总值（美元）的二氧化碳排放		碳强度--单位能源消耗的二氧化碳排放	
	2005-2050减少	2050年相对BAU减少	2005-2050减少	2050年相对BAU减少
BAU	-45%	-	-3.2%	-
G2	-76%	-57.0%	-45.0%	-42.8%

表6:GER模型模拟碳排放强度

专栏六：反弹效应

被称为“反弹效应”的现象描述了通过某一特定技术提高能源效率而产生的能源节约被限制的情况。高效率带来的财政节省可能导致同一产品的更频繁使用，或是导向其他能源消耗商品和服务的消费。这使我们注意到Jevons�论，即从一项新技术得到的效率会被相关资源消耗的增加所削弱。例如，因为灯泡节能而让灯一直开着；因为汽车节能而行驶更远的距离，或是用汽油费上省下的钱买另一辆车。它强调了伴随着新技术必须有行为和制度上改变的重要性。这一反弹效应广为人知，但是根据活动不同，其估计的数值会相应变化，估计值如下所示（WBCSD 2007a）：

- 室内供热：10-30%
- 制冷：0-50%
- 照明：5-20%
- 水加热：10-40%
- 汽车：10-30%。

在低收入国家中，反弹效应需要被区别对待。这些国家的消耗从一个较低的现状开始增加。在这里，节能有助于发展，因为在能源上减少的花费使贫穷的家庭得以投资其他日常生活的必需品。

色投资带来的建筑领域排放减少将转化为从2012年与2050年间平均每年约3300亿美元的数额。

最后，能源效率会对就业机会的产生和就业状况产生影响。节能投资预计每节约1千兆瓦小时能源，将每年产生0.38个工作（Wei et al. 2010）。绿色经济报告模型的模拟由此估计，在G2情景中，这些投资到2030年将产生超过120万个工作机会，到2050年产生总共260万个工作机会。建筑领域绿色化的其他附加投资方式，如更可持续的建筑材料，也有产生就业机会的潜力。虽然在模型

的模拟中不可能包括这些，但重要的一点是，达到这种变化，除其他过渡性措施外，也需要对工人的教育和培训进行投资。

总之，绿色投资情景就针对建筑领域的投资而言只限于能源效率，没有涉及更广范围的其他可用措施。然而，即使这些有限的模拟结果也显示了建筑电力需求的可能的节约量。将不断增长的可再生能源的使用影响考虑在内，温室气体排放量预计可以大大减少。

4 促成条件和政策支撑

建筑领域面临的气候和资源使用的挑战已很清楚。利用现有技术手段可以实现用低的甚至是负的平均成本来实现绿色化。支持建筑领域绿色化的社会经济方面的论据十分有力，然而目前不论是发达国家还是发展中国家，都没有大范围开展建筑的绿色化。

在推进绿色建筑的政策和规章这一问题上，除了像管理方法和能力这样更为笼统的制约外，两个主要的障碍涉及（a）财政制约以及（b）市场和产业结构。下文将讨论这些问题，并于其后概述现有的手段与工具。后者建立在中欧大学（CEU）为联合国环境规划署可持续建筑与建设计划（UNEP SBCI 2007b）所做研究的基础上，考察了世界各国政策手段的实施情况并进行评估研究。考察的重点是手段和工具在实现高节能和减少温室气体排放方面的相对有效性以及它们的成本效益。

4.1 绿色建筑的障碍

建筑在环境和能源效率方面改善的障碍可能会是经济或财政问题，源于隐性的成本和利益、市场失灵，或是特定的市场和产业结构。这些障碍也可能是政治的或结构性的，与习惯或组织约束相关，又或者与信息能力和水平相关（UNEP SCBI 2007b）。在讨论发展中国家的情况时，认识到后两个障碍尤其重要。隐性成本包括保障能源效率解决方案的执行成本，以及与替代技术有关的风险（Westling 2003; Vine 2005）。由于建筑领域分散着许多的小房主与经纪人，执行成本通常会比较高。市场失灵可能体现为错位的激励，比如说房屋的租户（作为付账单的人）有意改善环境，但是房屋业主却无同感。较低的能源价格使得发达国家的富裕家庭和企业缺乏动力来改变他们的行为，而在发展中国家，经济补贴人为降低了能源价格，同样使人们失去了改变的动力。

财政制约

主要的财政制约涉及前期成本和回收期、投资者和受益者间的不一致、家庭支付能力，以及投资者关于其投资组合内容的政策。

前期投资成本和回收期：尽管在整个投资有效期内建筑的绿色化净成本很低甚至为零，最初的额外资本支出，即所谓的“原始成本”，可能使那些需要财政支持来绿色化建筑的群体（房屋业主，建筑公司，和小企业）望而却步。在住房严重短缺的发展中国家，实际上或观念上的高前期成本通常是一个主要障碍。此外，建造节能的多户型住房仍然被广泛地认为是十分昂贵的，实际情况中的费用却比人们想象的低得多。在新建筑中，适中的财政支出可以达到能源消耗上20%的改善（Brown and Wolfe 2007）。

另外，尽管绿色建筑上的投资具有相对较短的回收期（大约5到10年），许多私人投资者除非能看到在若干年内有净收益流进账，否则不会进行投资。对于大规模的绿色建筑项目，政府一般需要募集相当多的资金。

分裂的激励手段：一个有关的障碍是节能的收益并不直接回馈给投资的那个人。比如说，可能是房屋的业主负责来做能源效率上的投资，然而却是房屋的实际居住者获得了低能源账单的利益（虽然如果法规允许，房东可以从更高的房租中获利）。另一方面，如果是房东负责支付能源账单，租户就没有了节能投资的直接动力。

家庭支付能力：财力障碍在多户型住房中尤为凸显，因为其中的住户通常收入较低。这个群体倾向于将收入中尽可能大的比例的钱存起来，花钱做有效投资对他们来说可能最为困难，尤其是要得到最好的效果需要全面的改型翻新，包括建筑外围（隔热和窗户）的现代化改造，以及供热和空调系统的更换。这种方法的好处十分明显，据文件称能达到50%到75%的效率改善，通常能节省30%的开支。

机构投资者的贡献：对于金融机构来说，建筑的能源效率项目通常涉及以下几个主要障碍：低金融收益，信贷风险，不确定性，以及很难评估绿色建筑所增加的金融价值。如果项目是小规模的，那么它们就不适于传统的金融工具箱。但是这个情况也在改变。在最近的金融危机后，一些长期机构投资者如养老基金，开始搜寻新的资产类别来重新平衡他们的投资组合。绿色建筑--改造或新建造的，以及相关材料、设备的制造--可能成为一个使投资组合多样化并产生稳定收益增长的资产类别。关于这个问题的更多讨论可见这份报告的《金融》章节，其中包括案例研究：“新兴的资产类别：责任财产”。

市场和产业结构

建筑市场结构零散，有许多小房东、在当地或区域内管理着多幢楼宇的公司业主，和同样主要是地方性的公共住房管理局。这些同在建筑建造价值链中的利益相关者之间的协调非常少。比如说，可行性评估和设计阶段做出的决定对于建筑在使用和运作阶段的排放水平有很大的影响，但是可行性评估一般不考虑整个建筑使用期的运转成本，因为地产开发商并不支付这些成本（UNEP SBCI 2009b）。

由于建筑市场的零散结构，清洁发展机制（CDM）的运用十分困难，因为建筑工程通常不会提供足够的减少碳排放量的回报或利益相关人的承诺。此外，这种零散结构也使其难以符合基线或额外性要求。其他障碍包括清洁发展机制的方法和程序（见下文）。

零散结构的另一方面反映在个体家庭和公用事业公司的利益分歧上。房主们可能对家庭绿色化并获得能源节约和健康益处的前景十分感兴趣，而公用事业单位则面临着销售收入可能减少的问题，因此他们对支持绿色建筑投资的兴趣寥寥。

4.2 政策手段和工具

在分析了联合国环境规划署可持续建筑与建设计划（UNEP SBCI 2007b）之后，对于绿色建筑的政策手段和工具可作如下分类：

■ 监管和控制机制，包括

- 管理-指定标准机制，如标准以及
- 管理-提供信息机制，最终用户被告知但并非必须听从建议（例如标签分类）；

■ 经济或基于市场的工具；

■ 财政工具和刺激；

■ 信息发布和志愿行动。

下文从运用、效率和在不同背景下的可能效果等方面对这些手段和工具类别进行了分析。

监管和控制机制

监管和控制机制必须被监控、评估并定期更新，以保持与技术发展和市场趋势同步。对于新建的而非现存的建筑，它们更易被执行。这种手段的例子包括设备标准、建筑规范、采购法规、节能义务或配额、强制性审计体系、公用事业需求方管理体系。大多数情况下它们的成本效益实例如下（UNEP SBCI 2007b），用美元/吨二氧化碳表示：

■ 设备标准：-65美元/吨二氧化碳 2020年（美国），-194美元/吨二氧化碳 2020年（欧洲）；

■ 建筑规范：对最终用户从-189美元/吨二氧化碳到-5美元/吨二氧化碳（荷兰）；

■ 采购法规：100万美元的采购额中每年节省726,000美元（墨西哥）；

■ 节能义务：-139美元/吨二氧化碳（英国）；

■ 强制性认证和标签分类：-30美元/吨二氧化碳（澳大利亚）；

■ 公用事业需求方管理体系：-35美元/吨二氧化碳（美国），-255美元/吨二氧化碳（欧洲）。

运用这些监管手段的复杂性主要涉及执行力的缺失以及反弹效应，即最终用户比以前更多购买或更广泛地使用更高效的技术，使得减少排放的效果被增加的消费量抵消了。后者提供了一个例子，说明政策手段需

要与其他手段结合，以指导用户更加有效地使用技术。

更好的执行力需要对建筑监督和采购官员等的充分的教育和培训。在墨西哥、中国、泰国、南非、肯尼亚和加纳等国家的公共部门进行的节能改进措施，研究证实了这一点。墨西哥的案例显示了在全国推行项目前，先在城市层面推行公共采购法规可能是一个更为有效的出发点。

就发展中国家应用于新建筑的建造规范而言，为更好的执行力打基础可以从自主计划、激励机制的运用和更完善的监督开始。中国展示了绿色建筑中建筑规范以及自发的自我管理市场体系如何成为重要的驱动器，确保更高水准的节能建造和环保响应技术的部署。由Anderson, Lyer和Huang（2004）为发展中国家提出一个高度组织化的执行模式，包括必要的建筑规范管理和执行实施体系的条款，培训项目的发展和传导，以及多个示范建筑的建造。

控制和监管机制，尤其是规范和标准，可以作为一个快速的方法来实施有效的技术和最佳的行动，并吸引不愿承担风险的投资者（Granade et al. 2009）。在对建筑规范的能源效率的总体评估中，可以区分出两种主要的能源法规类型：“事先规定的”和“基于性能的”（Hitchin 2008；Laustsen 2008）。尽管基于性能的法规在应用中更为复杂，它们却产生了许多的好处，如Hitchin（2008）指出的，其益处如灵活性，使得政策制定者即便在法规开始实施后仍然能权衡建筑能源平衡的方方面面；而能够使用计算程序来整合能源性能标签分类体系和能源审计系统，也是其益处之一。

强制性能源审计是建筑规范和委托程序的延伸（UNEP SBCI 2009b），同时也强调了可靠的计量与会计的重要性（专栏七）。在许多欧洲国家，政府规定公共建筑和其他主要的能源消耗部门必须进行能源审计。欧盟的建筑能效指令（EPBD）要求在房屋的任何销售或租借交易中必须向顾客出示能源性能证书。欧盟还要求一定大小的公共建筑公开展示其能源证书，尽管批评者指出这并不能说明构成总体能源性能一大部分的建筑内住户的能源使用情况（Ries et al. 2009）。

经济和基于市场的工具

这些工具包括合同能源管理、合作采购、效率认证体系和信贷体系，如《联合国气候变化框架公约》框架下引入的弹性机制²⁸和最新的总量管制交易计划。它们的成本效益实例如下（UNEP SBCI 2007b）：

■ 合作采购：节约-118美元/吨二氧化碳（美国）；

■ 能源效率/白色证书体系：预计0.013美元/千瓦小时（法国）；

28. 在所有在《京都议定书》下引入的弹性机制（有时被称为弹性或京都机制）--排放额交易，联合执行和清洁发展机制中，在建筑领域只需考虑后两者。

专栏七: 可靠的计量和会计

为确保信息准确, 需要收集大量的有关绿色建筑性能表现和相应费用的可靠数据。现有的会计方法主要包括能源审计和标签分类、三底线²⁹指标和可持续性认证。这些工具可能是有效的, 但必须针对不同群体的需要进行调整。能源审计和标签分类可发现提升已建成环境的机会并跟踪现有能源效率投资的进展。在最新的有关认证体系(能源与环境先导设计, LEED)中的表现差距方面的证据, 强调了此类措施的重要性(Murphy 2009), 并引发了关于它们效率的新一轮讨论。

建筑认证体系可能是静态的, 即建立在工程设计推测和估计的基础上, 或是动态的, 随着建筑

使用模式的变化而更新。现有的审计体系种类很多, 其中许多是自发的, 尽管政府越来越倾向于强制性审计, 将其作为收集数据和实行干预的机会。能源审计提出的一个重要挑战是实施审计时产生的很大一笔管理费用, 包括能源顾问、监控, 以及加于业主身上的时间和资源负担。与审计相对的能源的标杆管理, 可以作为一个负担较低的替代品来识别节约能源的潜力。在标杆管理过程中, 用相关价值来计量和比较能源的使用。

■ 京都弹性机制: -10美元/吨二氧化碳(拉脱维亚)。

合同能源管理需要一个节能服务公司(ESCO)作为一个执行代理, 保证一段时间内一定的能源节约量, 实施改进, 并通过能源节约量获得报酬。美国、德国、中国和巴西已经有这样的公司在运作。他们的确需要支持性的法律、财政和商业环境, 同时需要去除传递能源价格错误信号的补贴机制。对荷兰经验的分析(Keivani et al. 2010)显示了制度支持对节能服务公司的重要性, 节能服务公司让所有的利益相关者尤其是家庭节省能源消费支出的措施更易实行。

效率证书计划的运转同样需要先进的制度化组织结构。墨西哥的电能节约基金(FIDE)提供一个“质量印章”来认证节能的仪器、材料和技术。电能节约基金会是由国有电力公司、墨西哥电力工人联合会和商界成员联合发起的(Martinez-Fernandez et al. 2010)。

英国减碳承诺(CRC)项目是一个总量管制交易计划, 目标是到2050年实现与1990年的基线相比至少减少80%的温室气体排放(DECC 2010)。此项目现被称为减碳承诺节能计划, 适用于通过半小时计量测算用电量每年超过6,000兆瓦小时的机构(相当于每年电费账单约400,000-500,000英镑)。这覆盖了欧盟排放额交易计划下限以下的, 但构成了英国10%的碳排放量的机构, 一般是像宾馆、超市、银行、全国或地方政府这样的机构。这些机构在2011年购买他们最初的限额, 然后每年消耗电量超过6,000兆瓦小时的部分越多, 他们就不得不支付得越多。参与的机构将每年汇报进展, 并为违反规定的行为支付罚金。

碳信用交易计划对计量和基线有严格要求。《京都议定书》下的清洁发展机制只能吸引极少建筑节能项目的原因之一就是建筑市场的零散结构, 且缺少能用来决定超额部分的基线和参考案例。高交易成本和针对此领域的研究方法缺失是发展中国家少有清洁发展机制项目涉及建筑领域的另一个原因。在许多小单元层面的变化累积起的影响是又一个复杂因素。建筑的节

能项目通常规模较小并使用各种各样的措施来减少总体消耗。对每种措施必须进行合法化、审计、监控以及核实, 会产生巨大的人力需求和额外支出, 严重影响了项目的可行性。其他限制因素包括对软性的或非技术的措施(如建筑设计, 住户行为)及其影响的评估方法。最后, 清洁发展机制对于低收入住房区块有局限性, 那里的能源贫乏造成了低能源消耗和低碳排放量(Cheng et al. 2008; Schneider 2007; Ellis and Kamel 2007)。

综合考虑了在建筑领域更好地使用国际信贷体系的方法后, 联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会(2007a)为后京都协议提出了六个建议。这些建议强调了使用基于性能的指标(例如每平方米能源消耗量)和基于技术的指标的重要性, 以及制定通用基线和全国建筑节能标准的重要性。此外, 该项目还呼吁对低收入群体节能住房的特别关注, 为贫困人群有效率地提供能源, 即便当绝对能源消耗水平增长时也应如此(Ellis and Kamel 2007)。

2010年4月东京都政府推进全球首个针对城市建筑的总量管制交易计划, 覆盖了1,400座建筑, 包括商业办公楼和工业设施(World Bank and Padeco Co. LTD. 2010)³⁰。同时, 首尔市政府开始一项为期3年的碳交易体系的试运行, 涉及47个国营的公共机构, 目标是减少10%的温室气体排放(Hee-sung 2010)。

通用的碳度量制是最近国际建筑领域可持续性的行动倡议。它由联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会、世界绿色建筑委员会(World GBC³¹)和可持续

29.三底线(TBL)的概念, 也以“人, 行星, 利益”或“三大支柱”的形式为人所知, 代表评估组织和社会发展的全面评价体系——从经济、生态、社会三方面来评价。

30.它设定了2020年减少25%碳排放量的目标(低于2000年水平), 其上限低于第一个遵守期限(2010-14年)的基本排放量6个百分点, 然后低于2014年到2020年的基本排放量大约17个百分点。

31.世界绿色建筑委员会是国家绿色建筑委员会的世界联合会: 网址为<http://www.worldgbc.org/>

建筑联盟 (SB Alliance³²) 开发。焦点是能源温室气体排放, 但度量制会涉及废物、水、室内空气质量和财政表现等问题 (UNEP SBCI and WRI 2009; UNEP SBCI 2009a)。

财政工具和激励手段

这些工具包括能源或碳税、税的减免、公共福利费以及资金补助、津贴、补助贷款和部分退款。更多细节和例子见专栏八。它们针对能源消耗和前期投资成本, 其成本效益实例包括 (UNEP SBCI 2007b) :

■ 免税: 新房子的收益/成本比1:6 (美国);

■ 公共福利费: -53美元/吨二氧化碳到-17美元/吨二氧化碳 (美国); 以及

■ 补贴: 收益/成本比 12:1 (巴西), -20美元/吨二氧化碳 (丹麦)。

税收可以加强其他工具如标准和补贴的作用力, 影响整个建筑生命周期并使节能投资更有利可图。它们也让政府能够将税收收入投入到绿色建筑的改进中。它们在具体实施中的挑战仍然是需求的低价格弹性, 取决于家庭如何使用他们的可支配收入以及可用的替代技术是否现成。

津贴和补助十分适合低收入家庭, 他们即便有资金也一般不会将其投入到节能方面。通过无条件发放津贴和补助, 政府可以提供直接的资金而不是提供获取资金的途径 (UNEP 2009b)。津贴也最适合鼓励有意投资研发、但在市场上融资困难的创新者和小企业。例如, 丹麦能源管理局与玻璃工业界签订协议来开发高效率的双层玻璃 (de T' Serclaes 2007)。在能源溢价体系下, 荷兰能源部门为通过评估的采用节能措施的建筑提供津贴 (Keivani et al. 2010)。

对于中等和高收入家庭而言, 优惠贷款对想要实施节能改进的人来说更为合适。这些优惠贷款可通过国营-私营部门合作来提供, 即政府给予银行一定的财政激励, 使银行反过来让顾客享受较低的贷款利率。比如说, 德国复兴信贷银行KfW, 一家德国发展银行, 使用双重机制来推出优惠贷款, 即通过投资节能项目免除公共税务并直接接受政府津贴来发放贷款 (de T' Serclaes 2007)。

对规模较大的商业建筑的绿色化努力, 减免费用的推行可以极大程度上帮助绿色建筑的措施被接受。一般来说, 建筑和许可费用是新开发项目 (绿色或非绿色) 的一大障碍, 因为它们并非微不足道且必须预先支付。如果一栋建筑符合一定的绿色标准后可减少或免除这些费用, 则有助于激励绿色建筑的开发。

另一个对开发者有效的措施是根据建筑的能源性能, 减少或暂时冻结地产税。这些资金回报可以被用于覆盖绿色建筑措施带来的额外费用, 使得绿色建筑只需要花费和传统建筑一样的建造成本。比如说, 俄勒冈州能源部门推出能源税收抵免, 提供给在改造和新

建造项目中能源节约、回收再利用、可再生能源资源和减少与交通相关的能源使用的等方面进行投资的企业。商业能源税收抵免是项目合格成本中的35%, 即在工业标准之上增加的项目成本。自从该计划推行以来, 部门授予了超过7,400的能源税收抵免 (Oregon Department of Energy 2010)。税务减免对于刺激替代技术的初始销售非常有效。重要的一点是税收抵免额需要足够高才能产生真正的激励作用。

公共福利费是一种特殊的能源税, 其收入被用于效率改进。例如在巴西, 所有的配电公司被要求将至少1%的收入用于能源效率改进。政府也可以要求公用事业公司采用基于能源服务传送 (包括效率改进) 而非只是能源本身传送的商业模式。

最后, 综观以上的几个类别, 政府运营的金融机构在解决信贷障碍上扮演十分重要的角色。它们在政府的支持下也帮助地方金融机构分担与能源效率项目相关的风险。比如说, 亚洲开发银行 (ADB) 通过部分信贷担保计划支持绿色建筑和其他能源效率项目 (UNEP 2009b)。在担保贷款的支持下针对新能源效率绿色建筑和建筑改造的总计投资预计到2012年将超过1.5亿美元 (ADB 2009)。

能力支持、信息发布和自愿行动

这一类工具包括自愿认证和标签分类项目、自愿的或经过协商的协议、公共领导行动、意识提升和教育, 以及详细的计费 and 披露体系。它们的成本效益实例如下 (UNEP SBCI 2007b) :

■ 自愿标签分类: 从0.01至0.06美元/千瓦小时 (美国);

■ 领袖项目: 到2020年节省135亿美元 (欧洲) -125美元/吨二氧化碳 (巴西); 以及

■ 信息发布和意识提升行动: 8美元/吨二氧化碳于能源信任项目 (英国)。

国际建筑标签分类方面的进展十分鼓舞人心。Passivhaus和Minergie成功地在发达世界内推广不同措施和工具的组合来实现绿色建筑的全国性目标和政策目的。然而当在发展中国家应用标签时, 他们显然需要调整以适应当地的地理和文化情况。

设备效率标准和标签分类对于建筑领域绿色化也十分重要 (Meyers, McMahan and Atkinson 2008)。其中历时最久和最为全面的当属美国联邦最低能源性能标准 (MEPS) 体系, 欧盟实施的比较标签分类体系 (欧洲议会和理事会指令European Parliament and Council Directive 2010/30/EU) 以及美国“能源之星”认证标签体系。发展中国家自愿标签分类体系的一个例子是泰国推行的空调和冰箱能源效率标准。

30. 可持续建筑联盟是一个国际性组织, 重新组合了地产和建筑业的重要参与者、制定标准的有机体和全国建筑研究中心; 网址为<http://www.sballiance.org/>

国营部门可以包括住宅以及机构建筑，它的独特之处在于可作为环境目标的样板。公共领导体系可以减少国营部门的成本，同时为私营部门运用新技术提供示范。在德国，15年来国营部门节约了25%的能源。在巴西，政府机构国家电力节能计划为政府大楼的改造提供资金，每年节省140千兆瓦小时的电能（UNEP SBCI 2007b）。

许多发达国家率先采取绿色公共采购来推动建筑领域的绿色转化。最近普华永道会计事务所对7个欧洲国家的一份调查总结，每个接受调查的国家中至少三分之二的采购机构采用了减少能源使用目标，其中在英国和德国达到了100%。最常见的要求是双层玻璃和隔热标准。这项研究进一步指出，应用绿色采购的机构可以减少每功能单元70%的二氧化碳排放，而生命周期成本可以减少10%（PricewaterhouseCoopers, Signifcant and Ecofys 2009）。

计费 and 披露体系的一个例子是预付电费的智能卡仪表。与信息工具类似，这些工具针对家庭用户尤其有效。最近在南非进行的智能卡仪表在家庭中的使用项目，证明了它们的价值。电力供应短缺使得政府和电力公司更加注重需求方管理。此外，智能仪表为用户提供实时信息，有助于减少5-10%的能源需求。

关于教育和培训，显然建筑领域的绿色转化需要大量有技能的专业人士。发达国家已经有了一大批这样的专业人士，而发展中国家仍然缺乏必需的专家来开发及执行建筑法规和标准、装置标准、绿色建筑设计、能源审计、标签分类和认证，以及节能运行和管理。欧洲职业培训发展中心（2010）列出了以下建筑业要求的新技能：

- 对新材料、新技术和适应节能要求的技术解决方案的知识的掌握；
- 对于能源问题的跨领域的知识掌握；
- 了解与建筑修复相关的其他职业；
- 以及提供客户咨询/建议来满足新的市场需求。

一份为英国政府准备的绿色技能一览表（DEFRA, UK and Pro Enviro Ltd 2009）指出了建筑领域的以下专业需求：建筑能源管理，可再生能源整合，节能建造，设施管理（包括水和废物管理），以及建筑能源审计和碳评估。在其减少建筑能源消耗的战略基础上，丹麦正在展开一个基于建筑及建造价值链的战略性技能发展响应计划（CEDEFOP 2010）。泰国能源部发起了一项培训行动，在能源管理、技术及建筑或企业的用户终端系统等对技工进行培训。布鲁塞尔首都区创立了一个建筑参考资源中心，预防可能的技能短缺并发起培训项目来增加受过生态建筑业训练的劳动力的供应（Martinez-Fernandez et al. 2010）。该中心提供如绝缘和防水，能源效率和材料处理等这样的课程。作为第二个绿色建筑总体规划的一部分，新加坡建筑和建造管理局（Singapore BCA 2009）提出了一个全面培训框架，目标

是在未来10年教育出大约18,000名绿色建筑设计和、建造和维护的专业人士³³。

政策工具评估

根据联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会（UNEP SBCI 2007b）对世界范围内80个案例研究的分析总结，监管和控制措施可能是最有效，同时也是性价比最高的类别，至少在发达国家是如此。津贴和退税在发展中国家尤其需要，因为最初的成本障碍通常完全阻止了那里的能源效率改进。在财政工具的分类中，税务免除似乎是最行之有效的工具。补助、津贴和退税也可以达成高节约量，不过对于社会来说代价不菲。总结又称金融工具通常在与其他工具一起应用时最为有效，例如标签分类与税务免除相结合。

联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会的研究以及能源合理使用法案数据库³⁴的结果似乎与一般预期相左，即监管工具比经济工具有效性更高、成本效益更好。这些发现可能只针对建筑领域，因该领域的某些障碍需要特定政策工具来解决。监管和控制工具在解决建筑领域的两个主要障碍--即隐性成本（交易成本）和市场失灵时特别有效。

政府在选择政策工具的组合时需谨慎考虑，这种方法很可能带来协同作用的影响以及更多的节约量。比如说装置标准通常与标签分类和退税相结合，来激励对超出节能标准要求的装置进行投资。同样地，节能产品的标签分类，对像贷款、补贴和税收抵免这样的金融刺激能否发挥更大作用有着至关重要的影响。在美国，对制造商和消费者而言，强制性法规与自愿标签分类和税收抵免结合而行。这种组合排除了效率最低的产品，并通过税收抵免和“能源之星”设计收取的保险金来补偿制造商一些额外增加的生产成本。

在发展中国家尤为突出的障碍是“受补贴的非成本反映的能源价格，缺乏对能源效率改进重要性和潜力的认识，缺乏合格的人员以及能源服务水平不足”（UNEP SBCI 2007b）。几个发展中国家已经制定了关于建筑能源效率的法律。在发展中国家支持绿色建筑措施的特殊实施因素是对如下事项的需求：

- 能源价格合理化，使更多的能效投资有利可图；
- 技术帮助和培训；
- 项目展示和信息发布以建立民众的信任；
- 财政支持或资助机制；
- 监管措施，如强制性审计，与补助或回报等激励手段相结合；

33.如需更多信息和进行案例研究请见第二个绿色建筑总体规划和可持续发展部际委员会（2009）；生动并适于居住的新加坡：可持续发展战略。新加坡环境与水资源部（MEWR）和全国发展部（MND）。

34.MURE(能源合理使用法案)数据库由欧洲专家开发，在线提供对欧盟成员国能源效率方面政策措施的描述和简要评估。网址为<http://www.isisrome.com/mure/>

专栏八：促进建筑绿色化的工具

碳信用额	在2005年，大规模可再生能源项目占清洁发展机制项目总数的60%。尽管理论而言建筑领域有极大的潜力，只有大约1%的认证是通过需求方能源效率措施产生的（Fenhann and Staun 2010）。因此，绿色建筑合于碳信用额的潜力仍然需要进一步的挖掘。
白色证书	在澳大利亚、法国和意大利使用。这些证书使房屋业主甚至居住的房东能够交易他们的排放限额（Ries et al. 2009）。原则上，各种各样的交易方案会以最低的成本提升理想的效果，比如减少温室气体的排放（Bürger and Wiegmann 2007）。
第三方资助协议	节能服务公司（ESCOs）通过和房屋业主一起参与合同能源管理--有时被称为合同能源节约管理--对改进能源效率的工程进行开发、安装并监控。节能服务公司的服务报酬以及通常来说需要的初始投资都和与工程项目的能源节约直接相关联。因此，预付成本的主要障碍可以通过允许用未来能源的节约量来支付投资费用，以解决问题（Bleyle-Androschin and Schinnerl 2008）。
退税	这些可以被纳入税收体系，给予采用特定能源节约措施的房主税收抵免，而非根据整座建筑的能源性能来判定。德克萨斯州奥斯汀的电力节约者项目目前支持超过1,000家个人太阳能供电系统以及大约70个商业的和几十个市政运行系统。这些总共提供超过400万千瓦特的发电量（Austin Energy 2010）。
费用减免	这种新形式的信用激励手段目前正在测试当中。它基于碳税收或一栋建筑的碳足迹征收的税收或是销售认证费。这一工具对保持节能家庭或在出售前先行升级的房主进行回报。他们支付较少的费用，或者其费用被免除、部分退税或税收抵免。在这个系统中，税收没有失去，因为费用减免工具可以自己内部支付，以较高的费用抵消较低的费用。费用减免的水平也可以调整到适应更高的效率标准，在更多房屋业主超过最低要求时可以随时应对。
绿色抵押	家庭的能源效率可以当作信用额度计入抵押贷款，允许用房产的抵押给节能改进进行融资（Hendricks et al. 2009）。
权益融资或外部资金	这用于资助有高风险的工程。工程开发商出售他们的大部分工程所有权给有充足资源来的实体，以提供工程资金。缺点是开发商要放弃一部分的工程控制权。
循环基金	贷款可以用能源节约产生的现金流来偿还。偿还的贷款可以接着资助新的能源效率工程。比如说，在匈牙利，援助波兰和匈牙利经济改革方案（PHARE）中的能效共同融资计划（EEFS）提供来自一个循环基金的无息贷款，该循环基金给能源效率目标的资金总额达500万欧元（EuroACE 2005）。

■ 监控和评估（要求基线数据）；

■ 机构化（例如，建立独立于公共事业公司外的能源机构）；以及

■ 符合当地实情，包括气候和文化方面。

显然，根据不同背景调整实施工具的优先顺序十分关键。在发展中国家，第一步可能是引入作为教育平台的非强制性标准。下一步可以包含强制性标准，以排除市场上较低效率的产品。以补助或退税作为激励，用新的、更高效的产品替代旧的仪器可能是更进一步的行动。同时，公共领导和合同能源管理可以在公共住房项目中扮演重要的角色。在发达国家，强制性标准和监管行动是开端，接下来可以推行针对改造和绿色抵押的退税。

一个一体化的政策框架结合了监管工具如标准或对特定建筑的强制性审计、能力构建、培训和宣传活动、项目示范，连同（财政或其他）激励手段，在发展中国家更有可能有效减少温室气体排放。例如下面的政策工具可以有效地相结合（UNEP SBCI 2007b）：

■ 标准、标签分类和金融激励手段；

■ 监管工具和信息宣传；

■ 在国营部门的公共领导体系和合同能源管（EPC）。

在评估发展中国家的政策工具效果时，重要的是要注意到解决有限能源问题的动议，其目的不在于减少能源消耗，而在于确保以现有的资源可以提供和支付更多的能源服务。

5 结论

建筑领域应该是所有致力于提高资源利用率的努力的中心。建筑消耗了全球很大一块的能源供应，但提高能源利用率的机遇也是巨大的。建筑领域在降低全球温室气体排放方面，比其他本报告中提及的领域有着更大的潜能。通过一个更加广泛更加全面的方法，即覆盖从建筑的设计到汲取资源来建造，到建筑物的使用、到不再使用、到最后的拆毁，以及回收再利用、丢弃建筑材料等各个阶段的全生命周期方法，可以获得巨大的收益。建筑对环境的最大的影响，是在其几十年甚至几百年的使用过程中对能源的需求。因而，设计和使用高效建筑就成了减缓气候变化和全球绿色经济转型的关键角色。

无论是新建筑的建造还是改造翻新既有建筑，两者都具有以低成本获得降低温室气体排放的巨大潜力并获得环境效益。

能源消耗和排放的形式及今后的预计趋势，在发达国家和发展中国家之间差别巨大。世界主要地区需要追求和他们自身情况相适应的绿色建筑策略。对于拥有既有建筑存量的大部分的发达国家而言，首要任务是推出各种措施和激励机制，鼓励大规模的资金投资到翻新改造项目中。这些将不仅能够带来能源节约收益，还有净就业岗位增长的巨大潜力。对于发展中国家，特别是那些正经历蓬勃建设的高速增长的经济体，其首要任务是通过投资最合适的技术（不管是传统的还是高科技的）和设计方案，以确保新造建筑是绿色建筑，并避免任何可能的低能效建筑群自我封闭的现象，及其可能产生的长期后果。

无论改造还是新建，其对能效的投资回报期相对较短，并在中、长期内可能有很大的投资回报。在全球规模上，建筑能源效率的总计投资，可以在20年间产生两倍的能源节约回报。在多数情况下，这些节约已足够抵消绿色投资，更何况还有与减缓气候变化有关的正面的外部影响。绿色化也提供了提高水、材料、土地利用效率的机会，避免与气候变化和危险物质有关的危险。

绿色建筑的建造过程和其随后的使用，带来了许多方面的直接社会效益，包括健康的改善、劳动生产率的提高，生活或工作在其中的人们的福利的提高，并且在建筑、维护、能源供应、水供应和卫生等方面创造了就业岗位。

由在绿色建筑中工作的劳动者劳动生产率的提高而产生的劳动力成本的节约比能源费用的节约还要多出许多，而能源费用的节约本身就已经很可观了。新绿色建筑的建造及旧房改造翻新、使用高资源效率的建筑材料、产品和能源供应及维护等可以保证净就业岗位

的增长和体面工作。虽然很多国家的建筑业在满足工人权益方面的形象非常差，绿色建筑提供了一个提高培训和技能管理、改善督察以提高雇佣质量的机会。

绿色建筑带来的健康水平提高和生活质量提高等收益同样也是可观的。发展中国家中，家庭的能源主要消耗在烹饪上，高效设备（如清洁炉灶等）能带来多方面的经济益处：如因疾病减少而降低的健康花费，与劳动生产率相关的收益和时间节约。一些简单的措施，如在非正式低造价住宅中用电器替代固体燃料，其效益是非常引人注目的，特别是当考虑到室内空气污染对妇女儿童的毁灭性的影响。

相关的规定和控制措施需要加以改进，能源价格需要调整以符合其内在成本，同时需运用其他政策工具如税收免除和补助金等，以克服持久性的障碍，特别如市场失调和未体现成本的能源价格等。

除了这些机遇之外，对绿色建筑的投资因各种原因受到牵制，如预测的绿色成本增加往往被夸大化，及财力限制、产业结构的零碎性等各方面的障碍。虽然有些障碍与隐藏成本或收益及市场失调有关，而另一些障碍则与行为习惯有关、与缺乏认识和能力有关。

寻找解决这些问题的办法，创造实施环境，政府需要起领头作用，决定最合适的政策工具组合，考虑监管和控制机制，制定以经济或市场为导向的工具、财政手段和刺激措施，以及信息发布和自愿行动。特别是考虑到建筑行业面临的隐藏成本和市场失调这些障碍，基于全球的案例研究分析表明，当政策被充分实施时，这些监管和控制工具会是最有效果的，且成本效益最好的。在发达国家尤其如此。

监管和控制工具可与其他工具联合使用，考虑当地的具体情况如经济发展水平和居民家庭收入等，以达到更大的效果。在财政工具中，免税政策显然是最有效的，而在发展中国家中，可以用补贴、补助金、退税等工具帮助机构或着家庭克服先期投资或首期成本的困难，实现高能源节约。巴西和泰国的实例表明，运用补贴补助金的方式支持能效改进，结合强制性的审计、提高公众意识、培训和展示推广等措施，培养对新技术的掌握和信任，其结果取得了高比例的成本收益。与此同时，发展中国家的一个特别挑战是如何摆脱补贴的、非成本定价的能源价格。

面对全球性的对更多更好的住宅和设施的需求，各层面的政府可以通过公共采购和绿色住宅项目等样板，起领导作用。

最后，政府可以在建造和管理自己的设施时运用公共

采购标准，树立领导示范榜样，带动整个建筑业的绿色化进程。墨西哥和中国的经验表明，公共部门的能效改进项目如何在能源短缺和高能价的压力下被推动而蓬勃发展起来。各种形式的公共资产，如政府建筑、医院或学校，给绿色措施的实施提供了很宽广的

机会，更有效地利用资源，减少温室气体排放，提高劳动生产率，减少因室内空气污染而导致的疾病。另外，政府支持的社会住宅项目也提供了一个机会，将社会经济和环境收益结合到建筑设计过程中，建造单户或多户型住房。

参考文献

- ADB. (2009). Investing in sustainable infrastructure: Improving lives in Asia and the Pacific. Asian Development Bank, Manila. Available at: <http://www.adb.org/Documents/Reports/Sustainable-Infrastructure/pdf>.
- ADEME. (2008). "Activities related to renewable energy and energy efficiency. Markets, employment and energy stakes 2006-2007. Projections 2012."
- Anderson, J., Iyer, M. and Huang, Y.J. (2004). "Transferred just on paper? Why doesn't the reality of transferring/adapting energy efficiency codes and standards come close to the potential?" Proceedings of the 2000 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. USA.
- Anderson, J., Shiers, D. and Steele, K. (2009). The green guide to specification: an environmental profiling system for building materials and components. IHS BRE Press; Wiley-Blackwell, UK; USA.
- ASHRAE. (2005). Handbook of fundamentals. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- Aumann, D., Hescong, L., Wright, R. and Peet, R. (2004). "Windows and classrooms: Student performance and the indoor environment." Proceedings of the 2004 ACEEE Summer Study. 7-1.
- Austin Energy. (2010). "Energy Efficiency." [Online] Available at: <http://www.austinenergy.com/Energypercent20Efficiency/index.htm>. (Accessed 9 January 2011).
- Baker, N., Spivey, J., and Florance, A. (2008). "Does green pay off?" *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 14, 4, 385-400.
- Baker, N. and Steemers, K. (1999). Energy and environment in architecture: A technical design guide. E&FN Spon, New York.
- Ball, M. and Wood, A. (1995). "How many jobs does construction expenditure generate?" *Construction Management and Economics*, 13, 4, 307-318.
- Baumert, K., Herzog, T., and Pershing, J. (2005). "Navigating the numbers: Greenhouse gas data and international climate policy." World Resources Institute, Washington, D.C.
- Betts, M. and Farrell, S. (2009). "Global construction 2020: A global forecast for the construction industry over the next decade." Global Construction Perspectives and Oxford Economics, London.
- Bhandari, R. and Stadler, I. (2009). "Grid parity analysis of solar photovoltaic systems in Germany using experience curves." *Solar Energy*, 83, 9, 1634-1644.
- Bleil-Androschin, J.W. and Schinnerl, D. (2008). Comprehensive refurbishment of buildings through energy performance contracting: A guide for building owners and ESCos. Grazer Energieagentur, Graz.
- Booz Allen Hamilton (2009). "Green jobs study." U.S. Green Building Council, Washington, D.C. Available at: <http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=6435>. [Accessed 10 January 2011].
- Brown, M. and Wolfe, M. (2007). "Energy efficiency in multi-family housing: A profile and analysis." Energy Programs Consortium, Washington, D.C.
- Bürger, V. and Wiegmann, K. (2007). "Energieeinsparquote und Weiße Zertifikate. Potenziale und Grenzen einer Quotenregelung als marktorientiertes und budgetunabhängiges Lenkungsinstrument zur verstärkten Durchdringung von nach-frageseitigen." Energieeinsparmaßnahmen. Öko Institut, Freiburg/Darmstadt.
- CEDEFOP. (2010). "Skills for green jobs: European synthesis report". European Centre for the Development of Vocational Training. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Cena, K. and Clark, J.A. (1981). Bioengineering, thermal physiology and comfort. Elsevier, Amsterdam; New York.
- Cheng, C. (2010). "A new NAMA framework for dispersed energy end-use sectors." *Energy Policy*, 38, 10, 5614-5624.
- Cheng, C., Pouffary, S., Svenningsen, N. and Callaway, M. (2008). "The Kyoto protocol, the clean development mechanism, and the building and construction sector." A report for the UNEP Sustainable Buildings and Construction Initiative. United Nations Environment Programme, Paris.
- CIBSE. (2004). Energy efficiency in buildings. 2nd Edn. Chartered Institution of Building Services Engineers, London.
- DECC. (2010). The Carbon Reduction Commitment Order 2010: Summary of main points. Available at: http://www.decc.gov.uk/publications/basket.aspx?FilePath=188_20090312092018_e_percent40per cent40_crdraftordersummary.pdf&filetype=4.
- DEFRA, UK and Pro Enviro Ltd. (2009). "Skills for a low carbon and resource efficient economy." Available at: <http://skills4lowcarboneconomy.co.uk/Skills-Checklist.aspx>.
- EC. (2008). "Summary of the impact assessment." Accompanying document to the proposal for a recast of the energy performance of buildings directive (2002/091/EC). Commission staff working document, Commission of the European Communities. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/SECMonth.do?year=2008&month=11>.
- EIA. (1998). A look at commercial buildings in 1995: characteristics, energy consumption, and energy expenditures. Energy Information Administration, Office of Energy Markets and End Use, U.S. Dept. of Energy, Washington, D.C.
- EIA. (2003). "Households, Buildings, Industry & Vehicles end-use energy consumption data & analyses." [Online]. U.S. Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, U.S. Dept. of Energy, Washington, D.C. Available at: <http://www.eia.doe.gov/emeu/consumption/index.html>. [Accessed 11 January 2011].
- EIA. (2010). "International Energy Outlook - Highlights". U.S. Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Dept. of Energy, Washington, D.C. Available at: <http://www.eia.doe.gov/oiarf/ieo/highlights.html>
- Ellis, J. and Kamel, S. (2007). "Overcoming Barriers to Clean Development Mechanism Projects." Organisation for Economic Cooperation and Development and the International Energy Agency, Paris.
- EuroACE. (2005). "Investing in building energy efficiency in the enlarged European Union." Klinckenberg Consultants for European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Buildings. Available at: <http://www.euroace.org/MediaPublications/News/tabid/69/currentpage/10/Default.aspx>.
- Euro Heat & Power. (2009). "District heating and cooling. Country by country 2009 survey." Euro Heat & Power, Brussels.
- European Renewable Energy Council (2008). Renewable energy technology roadmap: 20 per cent by 2020. Available at: http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Documents/Publications/Renewable_Energy_Technology_Roadmap.pdf.
- Ezzati, M. and Kammen, D.M. (2002). "Evaluating the health benefits of transitions in household energy technologies in Kenya." *Energy Policy*, 30, 10, 815-826.
- Fenhann, J. and Staun, F. (2010). "An analysis of key issues in the Clean Development Mechanism based on the UNEP Risoe Clean Development Mechanism pipeline." *Carbon Management*, 1, 1, 65-77.
- Ghisi, E., Gosch, S. and Lamberts, R. (2007). "Electricity end-uses in the residential sector of Brazil." *Energy Policy*, 35, 8, 4107-4120.
- Granade, H.C., Creyts, J., Derkach, A., Farese, P., Nyquist, S., and Ostrowski, K. (2009). "Unlocking energy efficiency in the U.S. economy". McKinsey. Available at: <http://www.mckinsey.com/mgi/publications/>.
- Griffith B., Torcellini P., Long N., Crawley D., and Ryan J. (2006) "Assessment of the technical potential for achieving zero-energy commercial buildings." National Renewable Energy Laboratory. Conference Paper NREL/CP-550-39830, June 2006 Available at: <http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39830.pdf>.
- Hammond, G.P. and Jones, C.I. (2008). "Embodied energy and carbon in construction materials." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Energy*, 161, 2, 87-98.
- Hawkes, D. (1996). Environmental tradition: Studies in the architecture of environment. 1st Edn. E & FN Spon, London; New York.

- Haydock, H. and Arbon, J. (2009). "Study on energy performance of buildings." European Parliament, Policy Department: Economic and Scientific Policy, Brussels.
- Hee-sung, K. (2010). "Seoul hosts carbon emission trade." Korea.net. [Online]. Available at: <http://www.korea.net/detail.do?guid=50220>. (Accessed 9 January 2011).
- Hendricks, B., Goldstein, B., Detchon, R. and Shickman, K. (2009). "Rebuilding America: A national policy framework for investment in energy efficiency retrofits." Center for American Progress and Energy Future Coalition, USA.
- Herzog, T. (1996). *Solar energy in architecture and urban planning*. Prestel, Munich; New York.
- Hitchin, R. (2008). *Can building codes deliver energy efficiency? Defining a best practice approach. A report for the Royal Institution of Chartered Surveyors by the Building Research Establishment, UK.*
- Houser, T. (2009). "The economics of energy efficiency in buildings." Peterson Institute for International Economics, Washington, D.C. Available at: <http://www.piie.com/publications/pb/pb09-17.pdf>.
- Hutton, G., Rehfuess, E., Tediosi, F. and Weiss, S. (2006). "Evaluation of the costs and benefits of household energy and health interventions at global and regional levels." World Health Organization, Geneva.
- IEA. (2001). *Dealing with climate change: Policies and measures in IEA member countries*. International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2008). *Energy technology perspectives 2008: Scenarios and strategies to 2050*. International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2009a). *World energy outlook 2009*. International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2009b). *Key World Energy Statistics*. International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2010a). *World energy outlook 2010*. International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2010b). *Policy pathways: Energy performance certification of buildings*. International Energy Agency, Paris. Available at: http://www.iea.org/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=2295.
- IEA and OECD. (2010). *Energy technology perspectives 2010: scenarios and strategies to 2050*. International Energy Agency and the Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- ILO. (2001). "The construction industry in the twenty-first century: Its image, employment prospects and skill requirements." TMIC, ILO, Geneva.
- ILO. (2009). "Empregos Verdes no Brasil: Quantos são, onde estão e como evoluirão nos próximos anos." Organização Internacional do Trabalho, Escritório no Brasil.
- IPCC. (2007). "Climate change 2007: Mitigation of climate change." Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge; New York.
- Jones Lang Lasalle and CoreNet (2009). "Results of the 2009 CoreNet Global and Jones Lang LaSalle global survey on corporate real estate and sustainability." Available at: http://www.joneslanglasalle.com/ResearchLevel1/JLL_Perspectives_on_Sustainability_CRE_2009_Final.pdf.
- Kats, G.H. (2003). "Green building costs and financial benefits." Massachusetts Technology Collaborative, USA. Available at: <http://www.nhphps.org/docs/documents/GreenBuildingspaper.pdf>.
- Kats, G. (2010). *Greening our built world: Costs, benefits, and strategies*. Island Press, Washington, D.C. Available at: http://www.cap-e.com/Capital-E/Resources_per cent26_Publications.html.
- Keivani, R., Tah, J.H.M., Kurul, E., and Abanda, F.H. (2010). "Green jobs creation through sustainable refurbishment in the developing countries. A literature review and analysis conducted for the International Labour Organization (ILO)." International Labour Office, Geneva. Available at: <http://www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/papers/construction/wp275.pdf>.
- Laustsen, J. (2008). *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings*. International Energy Agency, Paris. Available at: http://www.iea.org/g8/2008/Building_Codes.pdf.
- Lawson, B. (1996). "Building materials energy and the environment: Towards ecologically sustainable development." Royal Australian Institute of Architects.
- Loftness, V., Hartkopf, V. and Gurtekin, B. (2003). "Linking energy to health and productivity in the built environment." Available at: http://www.usgbc.org/Docs/Archive/MediaArchive/207_Loftness_PA876.pdf.
- Luhmann, H.J. (2007). "Smart metering als neue Energieeffizienz quelle." *Energie & Management*, 6.
- Malhotra, M. (2003). "Financing her home, one wall at a time." *Environment and urbanization*, 15, 2, 217.
- Martinez-Fernandez, C., Hinojosa, C. and Miranda, G. (2010). *Greening jobs and skills labour market implications of addressing climate change*. OECD Publishing, Paris.
- McDonough, W. and Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. 1st Ed. North Point Press, New York.
- McGraw Hill (2009). "Green building retrofit and renovation: rapidly expanding market opportunities through existing building." Smart market report. McGraw Hill Construction, Bedford. Available at: http://construction.ecnext.com/coms2/summary_0249-323452_ITM_analytics.
- McKinsey (2009). "Pathways to a Low-Carbon Economy: Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve." McKinsey & Company. Available at: <https://solutions.mckinsey.com/ClimateDesk/default.aspx>.
- McKinsey (2010). "Energy efficiency: A compelling global resource." McKinsey & Company. Available at: <http://www.mckinsey.com/clientservice/sustainability/>.
- Meyers, S., McMahon, J. and Atkinson, B. (2008). "Realized and projected impacts of U.S. energy efficiency standards for residential and commercial appliances." Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, Berkeley. Murphy, P. (2009). *The green tragedy: LEED's lost decade*. 1st Ed. Arthur
- Morgan Institute for Community Solutions, Yellow Springs, Ohio. Nekhaev, E.V. (2004). "The energy access situation: The nature of the problems ahead." Presented at the World Energy Technologies Summit, Paris, February 10, 2004.
- Nelson, A.J. (2008). "Globalization and global trends in Green real estate investment." RREEF Research. [Online] Available at: <http://www.capitalmarketspartnership.com/> (accessed 5 Jan 2011).
- NHHP. (2007). "National urban housing and habitat policy 2007." Government of India Ministry of Housing & Urban Poverty Alleviation, New Delhi, India. Available at: <http://mhupa.gov.in/policies/owingpa/HousingPolicy2007.pdf>.
- NSF/IUCRC. (2004). "Guidelines for high performance buildings." Available at: <http://cbpd.arc.cmu.edu/ebids/pages/home.aspx>.
- Oregon Department of Energy. (2010). "Business energy tax credits." Oregon Department of Energy – Conservation Division. [Online] Available at: <http://www.oregon.gov/ENERGY/CONS/BUS/BETC.shtml>. (Accessed 9 January 2011).
- Pike Research. (2009). "Energy efficiency retrofits for commercial and public buildings." Pike Research, Cleantech Market Intelligence. Available at: <http://www.pikeresearch.com/research/energy-efficiency-retrofits-for-commercial-and-public-buildings>.
- PricewaterhouseCoopers, Significant and Ecofys. (2009). "Collection of statistical information on green public procurement in the EU. PwC Netherlands." Available at: http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/statistical_information.pdf.
- Ravetz, J. (2008). "State of the stock – What do we know about existing buildings and their future prospects?" *Energy Policy*, 36, 12, 4462-4470.
- Ries, C., Jenkins, J. and Wise, O. (2009). "Improving the energy performance of buildings: Learning from the European Union and Australia." RAND Corporation, Santa Monica CA.
- Roland-Holst, D. (2008). "Energy efficiency, innovation, and job creation in California." University of California, Berkeley.
- Roy, A.U.K., Ahadzi, M., and Saha, S. (2007). "Mass-industrialized housing to combat consistent housing shortage in developing countries: Towards an appropriate system for India." World Congress on Housing. Available at: <http://atiwb.gov.in/U4.pdf>.
- Sára, B. (2001). "Application of life-cycle assessment (LCA) methodology for valorization of building demolition materials and products." *Proceedings of SPIE: Environmentally conscious manufacturing*. Boston, 382-390. Available at: <http://link.aip.org/link/?PSI/4193/382/1&Agg=doi>.

- Sattler, M.A. (2007). "Habitagões de baixo custo mais sustentáveis: A casa alvorada e o centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis." Coleção HABITARE / FINEP, volume 8. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), Porto Alegre.
- Schneider, L. (2007). "Is the CDM fulfilling its environmental and sustainable development objectives? An evaluation of the CDM and options for improvement." Prepared for the World Wildlife Fund, Berlin.
- Singapore BCA (2009). "2nd green building masterplan". Building and Construction Authority, Singapore.
- de Souza, U. (2000). "Managing workers in production: Overview of labour in the building industry." Translation of a presentation (TG-007), University of Sao Paolo.
- Swim, J., Clayton, S., Doherty, T., Gifford, L.L.C.R., Howard, G., Reser, J., Stern, P., and Weber, E. (2009). "Psychology and global climate change: Addressing a multi-faceted phenomenon and set of challenges." A report by the American Psychological Association's Task Force on the interface between psychology and global climate change. Available at: <http://www.apa.org/science/about/publications/climate-change.pdf>.
- de T' Serclaes, P. (2007). "Financing energy efficient homes: Existing policy responses to financial barriers." International Energy Agency, Paris.
- Thormark, C. (2000). "Environmental analysis of a building with reused building materials." International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings, 1.
- Thormark, C. (2006). "The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building." Building and Environment, 41, 8, 1019-1026.
- UBA. (2006). "Wie private Haushalte die Umwelt nutzen – höherer Energieeffizienz trotz Effizienzsteigerung." Umweltbundesamt, Germany. Available at: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2006/UGR/UBA-Hintergrundpapier,property=file.pdf>.
- Ulrich, R.S. (1984). "View through a window may influence recovery from surgery." Science, 224, 4647, 420.
- UN DESA. (2009). "World Population Prospects: The 2008 revision." United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York. Available at: http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/wpp2008_highlights.pdf.
- UNEP. (2009a). "Global green new deal: An update for the G20 Pittsburgh Summit." United Nations Environment Programme, Pittsburgh. Available at: <http://www.unep.org/greeneconomy/LinkClick.aspx?fileticket=ciH9RD7XHwpcpercent3d&tabid=1394&language=en-US>.
- UNEP (2009b). "Energy Efficiency in the Finance Sector: A survey on lending activities and policy issues." United Nations Environment Programme, Finance Initiative, Geneva. Available at: www.unepfi.org/fileadmin/documents/Energy_Efficiency.pdf.
- UNEP, ILO, IOE, ITUC. (2008). "Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low carbon world." United Nations Office at Nairobi (UNON), Nairobi.
- UNEP SBCI. (2007a). Buildings and climate change: Status, challenges, and opportunities. United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Construction Initiative, Paris.
- UNEP SBCI (2007b). "Assessment of policy instruments for reducing greenhouse gas emissions from buildings." United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Construction Initiative and the Central European University, Budapest. Available at: http://www.unepsbci.org/SBCIResources/Brochures/documents/Assessment_of_Policy_Instruments_for_Reducing_Greenhouse_Gas_Emissions_from_Buil/SBCI_CEU_Policy_Tool_Report.pdf.
- UNEP SBCI. (2009a). "Common carbon metric for measuring energy use and reporting greenhouse gas emissions from building operations." United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris. Available at: http://www.unep.org/sbci/pdfs/UNEP_SBCI_CarbonMetric.pdf.
- UNEP SBCI. (2009b). "Greenhouse gas emission baselines and reduction potentials from buildings in Mexico. A discussion document." United Nations Environment Programme Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris. Available at: <http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCI-Mexicoreport.pdf>.
- UNEP SBCI. (2010a). "The 'State of Play' of sustainable buildings in India." United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris. Available at: http://www.unep.org/sbci/pdfs/State_of_play_India.pdf
- UNEP SBCI. (2010b). "Draft briefing on the sustainable building index." United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris. Available at: http://www.unep.org/sbci/pdfs/SYM2010-UNEP-SBCI_SB_Index_Briefing.pdf
- UNEP SBCI and WRI. (2009). "Common carbon metric: Protocol for measuring energy use and reporting greenhouse gas emissions from building operations." United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative and the World Resources Institute, Paris. Available at: http://www.unep.org/sbci/pdfs/Common-Carbon-Metric-for_Pilot_Testing_220410.pdf.
- UNESCO. (2001). Prices of water in various countries 2001. Go to <http://www.unesco.org/water/> and follow the document links.
- UNFCCC. (2007). "Investment and financial flows to address climate change." United Nations Framework Convention on Climate Change, Germany. Available at: www.unfccc.int.
- UN-HABITAT. (2010). State of the world's cities 2010/2011: Bridging the urban divide. Earthscan, London and Washington DC. Available at: <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2917>.
- Ürge-Vorsatz, D., Arena, D., Herrero, S.T., and Butcher, A. (2010). "Employment impacts of a large-scale deep building energy retrofit programme in Hungary." Central European University and the European Climate Foundation, Hungary. Available at: <https://www.ceu.hu/node/6234>.
- Van Wyk, L., Kolev, M., Osburn, L., de Villiers, A., and Kimmie, Z. (2009). "Employment aspects of energy-related improvements in construction in South Africa." Council for Scientific and Industrial Research for the ILO. Joint SECTOR-ENTERPRISE publication. Van Wyk (ed.) (2009). The green building handbook South Africa. Volume 1. Green Building Media, South Africa.
- Vine, E. (2005). "An international survey of the energy service company (ESCO) industry." Energy Policy, 33, 5, 691-704.
- Waterwise. (2011a). "Toilet flushing (at home)." [online] (Updated 4 Feb 2011) Available at: http://www.waterwise.org.uk/reducing_water_wastage_in_the_uk/house_and_garden/toilet_flushing_at_home.html (Accessed 4 February 2011).
- Waterwise. (2011b). "Choosing a dishwasher." [online] (Updated 4 Feb 2011) Available at: http://www.waterwise.org.uk/reducing_water_wastage_in_the_uk/house_and_garden/choosing_a_dishwasher.html (Accessed 4 February 2011).
- WBCSD. (2007a). "Energy efficiency in buildings: Business realities and opportunities. Summary report." World Business Council for Sustainable Development, Geneva. Available at: <http://www.wbcsd.org/DocRoot/1QaHhV1bw56la9U0Bgrt/EEB-Facts-and-trends.pdf>.
- WBCSD. (2007b). "The cement sustainability initiative." World Business Council for Sustainable Development, Switzerland.
- WBCSD. (2009). "Energy efficiency in buildings: Transforming the market." World Business Council for Sustainable Development, Geneva. Available at: <http://www.wbcsd.org/Plugins/DocSearch/details.asp?DocTypeId=25&ObjectId=MzQyMDQ>
- WBCSD. (2011). "Energy efficiency in buildings. Business Realities and Opportunities." World Business Council for Sustainable Development, Geneva. Available at: http://www.wbcsd.org/DocRoot/JNHhGVcWoRiIP4p2NaKl/WBCSD_EEB_final.pdf
- Wei, M., Patadia, S., and Kammen, D.M. (2010). "Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?" Energy Policy, 38, 2, 919-931.
- von Weizsäcker, E., Hargroves, K.C., Smith, M.H., Desha, C., and Stasinopoulos, P. (2009). Factor five: Transforming the global economy through 80per cent improvements in resource productivity. A report to the Club of Rome. Earthscan/James & James, UK; USA.
- Westling, H. (2003). "Performance contracting. Summary report from the IEA DSM Task X within the IEA DSM implementing agreement." International Energy Agency, Paris.
- WHO. (2009). Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. World Health Organization, Geneva.

World Bank and Padeco Co. LTD. (2010). "Cities and climate change mitigation: Case study on Tokyo's emissions trading system." World Bank Urban Development Unit. Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1226422021646/Tokyo_ETS_Padeco.pdf.

Wyon, D.P. (2004). "The effects of indoor air quality on performance and productivity." *Indoor Air*, 14, 7, 92-101.

Zhou, N., McNeil, M.A., Fridley, D., Lin, J., Price, L., de la Rue du Can, S., Sathaye, J., and Levine, M. (2007). "Energy use in China: Sectoral trends and future outlook." Lawrence Berkeley National Laboratory, Environmental Energy Technologies Division. Available at: <http://china.lbl.gov/publications/energy-use-china-sectoral-trends-and-future-outlook>.



iStockphoto/backhanding



交通

为提高能源和资源效率进行投资



致谢

本章统筹作者为英国交通研究实验室的 **Holger Dalkmann** 和 **Ko Sakamoto**。

感谢本章的责任编辑，联合国环境规划署的 Fatma Ben Fadhl，负责文本审阅，协助撰写者进行文稿修订，并做了补充性研究并形成报告终稿。

报告得益于以下专家的研究成果：Dario Hidalgo、Aileen Carrigan、Prajna Rao、Madhav Pai 和 Clayton Lane（Embarq，世界资源研究所可持续交通中心）；Andea M. Bassi、John P. Ansah 和 Zhou Hua Tan（千年研究所）；Yoshitsugu Hayashi（名古屋大学）；Juan Carlos Dextre Quijandria 和 Feilx Israel Cabrera Vega（秘鲁天主教大学）；Sanjivi Sundar、Chhavi Dhingra、Divya Sharma 和 Ahshima Ghate（能源与资源研究所）；Anne Binsted、Kate Avery、Chatherine Ferris 和 Ellie Gould（交通研究实验室）；Marianne Vanderschuren 和 Tanya Lane（开普敦大学），以及 Ana Lucla Iturriza（国际劳工组织）。

感谢对本报告做出贡献的所有人员，感谢他们投入大量的时间和精力收集相关资料，使得报告得以顺利完成。

本章撰写过程中得到联合国环境规划署的 Rob De Jong 的指导及 Elisa Dumitrescu、Kamala Ernest、Patricia Kim 和 Martina Otto 的帮助，在此表示感谢。

同时我们也要感谢对本章报告提出宝贵意见的评审者，包括 Brinda Wachs 和 Romain Hubert（联合国欧洲经济委员会）；ATM Nurul Amin（孟加拉南北大学）；顾问 Carmen Polo；Hernan Blanco（可持续发展资源研究所）；Ian Parry（国际货币基金组织的，IMF）；Justin Perretson（诺维信公司）以及 Arvid Strand（奥斯陆交通研究所）。此外，特别感谢交通政策研究中心的 Yuki Tanaka Iwao Matsuoka 和国际能源署的 Lew Fulton 和 Fancois，他们为数据获取提供了很大帮助。

目录

关键信息	354
1 引言	356
2 挑战和机遇并存的交通领域	357
2.1 挑战	357
2.2 机遇	360
3 绿色经济环境下的交通	362
3.1 支持绿色增长	362
3.2 创造就业机会	363
3.3 支持公平和降低贫困	365
4 量化绿色交通的经济含义	366
4.1 现有交通模式的发展趋势	366
4.2 限制、转型、改进相应策略以引导投资方向	366
4.3 对绿色交通运输的投资	367
5 促成条件	370
5.1 有效的立法、规划和信息宣传	370
5.2 建立资金扶持和经济调控体制	371
5.3 确保技术的可转移性和可获取性	375
5.4 加强执行力度	376
6 结论	377
参考文献	378

图目录

图1: 实现绿色交通的措施及投资方式	356
图2: 主要地区的小型车保有量及拥有率对比	357
图3: 不同行业及地区的能源消耗量对比	358
图4: 不同用户类型、地区和收入的交通事故死亡数	360
图5: 绿色交通趋势变化线	362
图6: 苏拉巴亚不同收入人群的出行方式划分	363
图7: 不同交通方式的碳减排成本对比来源	367
图8: 欧盟实施限制、转型和改进策略的CO ₂ 减排效果分析	368
图9: BAU情景和绿色情景的车辆周转量对比	369
图10: 绿色情景和BAU情景的CO ₂ 排放量对比	369
图11: 城市扩张模式分类图	371

表目录

表1: 不同地区的事故成本对比	359
表2: 限制、转型及改进措施	361
表3: 不同领域每百万美元支出的经济影响分析	363
表4: 交通领域中的限制、转型及改进措施	364
表5: 绿色交通的成本收益分析	367
表6: 实施限制、转型及改进措施的技术手段概述	372
表7: 常用评判指标	372
表8: 绿色交通的经济效益评价	373
表9: 支持绿色交通发展的各类技术汇总表	375

专栏目录

专栏一: 外部性	358
专栏二: 海运和空运排放	359
专栏三: 撒哈拉以南非洲清洁燃料的收益分析	360
专栏四: 重新定位航空对就业的影响	363
专栏五: 绿色交通作为一种商业	363
专栏六: 交通对于减轻农村贫困的意义	364
专栏七: 绿色交通的净收益	368
专栏八: 在限制、转型和改进方面投资的减排效果分析	368
专栏九: 共享路权	373
专栏十: 气候基金对未来绿色交通的作用	374
专栏十一: 燃油补贴-过渡性策略	374
专栏十二: 拥堵收费	374
专栏十三: 全球燃料经济计划	376

缩略语表

BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
BRT	Bus Rapid Transit	快速公交系统
CAFE	Corporate Average Fuel Economy	公司平均燃油经济性
CBD	Central Business District	中央商务区
CDM	Clean Development Mechanism	清洁发展机制
CIF	Climate Investment Fund	气候投资基金
CO ₂	Carbon dioxide	二氧化碳
CTF	Clean Technology Fund	清洁技术基金
ECMT	European Conference of Ministers of Transport	欧洲交通部长会议
ETS	Emission Trading Scheme	排放交易方案
FIA	federation International del Automobile	国际汽车联合会
G2	Green Scenario 2	绿色情景2
GEF	Global Environment Facility	全球环境基金
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GFEI	Global Fuel Economy Initiative	全球燃料经济计划
GHG	Greenhouse gas	温室气体
HC	Hydro Carbon	碳氢化合物
ICC	International Chamber of Commerce	国际商会
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IET	International Emission Trading	国际排放交易
ILO	International Labor Organization	国际劳工组织
IMF	International Monetary Fund	国际货币基金组织的
IMO	International Maritime Organization	国际海事组织
IQ	Intelligence quotient	智商
ITF	International Transport Forum	国际交通论坛
JI	Joint Implementation	联合履约
LDVs	Light-duty vehicles	轻型车辆
Mtoe	Million tonnes of oil equivalent	百万吨油当量
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Action	国家适当减缓行动
NAFTA	North American Free Trade Agreement	北美自由贸易协定
NMT	Non-Motorized Transport	非机动车
NO _x	Nitrogen oxide	氮氧化物
ODA	Official Development Assistance	官方发展援助
OECD	Organization for Economic Co-operation and development	经济合作与发展组织
PKM	Passenger per kilometers	每公里乘客密度
PPP	Public-private partnership	公私合营
PT	Public transport	公共交通
R&D	Research and development	研发
SLoCaT	Partnership on Sustainable Low Carbon Transport	可持续低碳运输伙伴关系
SO _x	Sulphur oxide	硫氧化物
SSA	Sub-Saharan Africa	撒哈拉以南非洲地区
T21	Threshold 21 model	T21模型

TDM	Transport Development Management	交通发展管理
TKM	Tonnes per kilometer	每公里耗油（吨）
TNA	Technology Needs Assessment	技术需求评估
TPK	Tonnes per kilometer	每公里耗油量（吨）
TRL	Transport Research Laboratory(UK)	交通研究实验室（英国）
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
VKM	Vehicle kilometers	机动车公里数
VOC	Volatile Organic Compounds	挥发性有机化合物
VTPI	Victoria Transport Planning Institute	维多利亚交通规划设计院
WHO	World Health Organization	世界卫生组织

关键信息

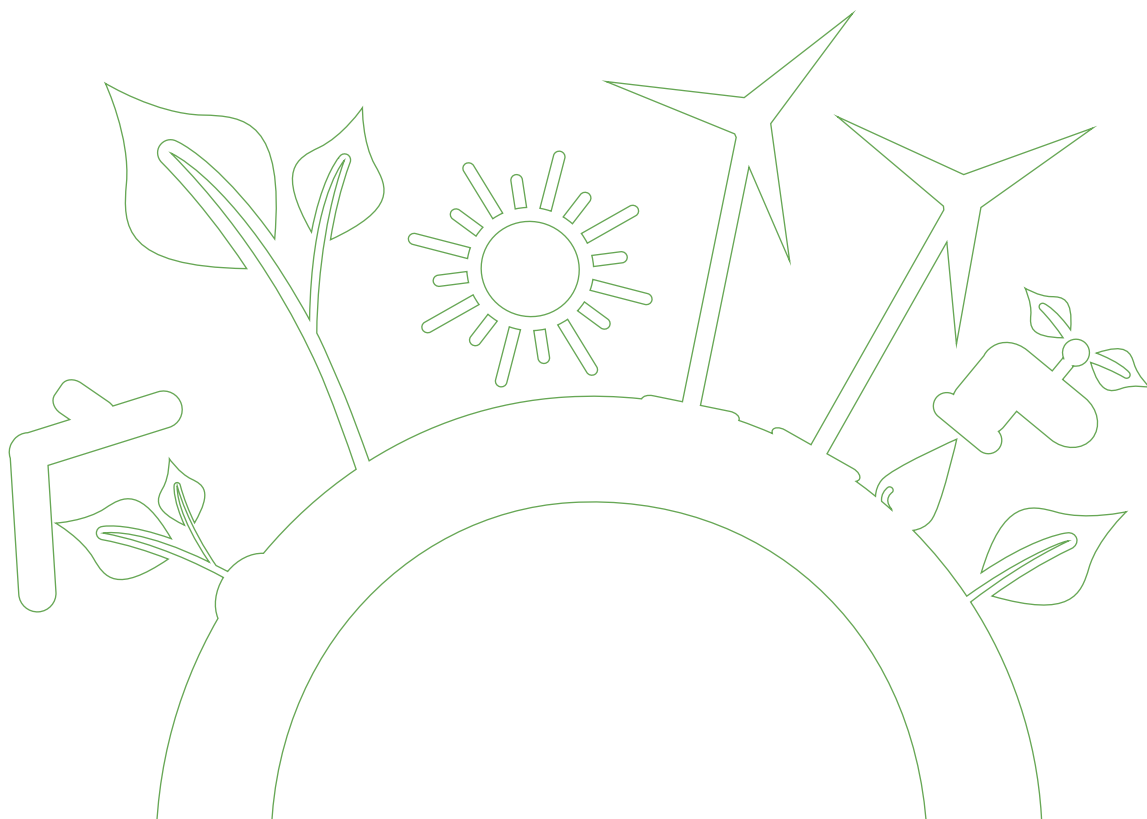
1. 现有交通模式主要使用汽油和柴油车辆，对社会、环境及经济造成严重损失，是一种不可持续的发展模式。目前，交通运输系统消耗全球一半以上的液态燃料；占能源相关碳排放的近四分之一；在发展中国家的城市中产生超过80%的空气污染物；每年引发超过127万起重大交通事故；并且在全球多个城市产生严重的交通拥堵。以上成本相当于一个国家10%的国内生产总值（GDP）损失，随着全球车辆数量飞速增长，这一数字还在持续上升。

2. 常规经济（BAU）模式会显著刺激车辆拥有量的增长并加剧其社会成本。如果这一模式持续下去，到2050年，全球车辆拥有量将由现在的8亿增至20-30亿。大部分增长发生在发展中国家。未来几十年间，由于发展中国家收入水平的提高，航空运输业也呈指数增长。此外，海运产生的碳排放也会比目前增加2.5倍。

3. 为改变交通行业的现状需要从三个方面入手：增加可达性，控制机动化；鼓励友好的交通出行模式；开发低碳和环保的交通工具。我们需要根本改变投资模式，有效整合土地利用和交通规划的关系，促进产品生产和消费本地化，减少出行。发展更加环保的出行方式，例如客运的公共交通和非机动交通、货运的铁路运输及水运。投资发展公共交通设施可以鼓励步行和自行车出行，并且可以产生就业岗位、改善福利，对地区及国家的经济产生积极影响。开发新型环保车辆和新型燃料可以降低城市空气污染及温室气体（GHG）的排放。此外，通过改善基础设施状况，绿色交通可以减少交通事故，带来市场机遇，降低贫困。

4. 对公共交通以及高效车辆的投资可获取额外的经济收益。实践证明，在不需大额投资的前提下，一个绿色、低碳的运输系统可以减少70%的温室气体排放。只需将全球GDP的0.34%投资于公共交通设施和车辆的改善，到2050年预期交通增量可降低1/3，同时也会减少1/3的石油燃料消耗，并促进交通行业就业市场强劲而可持续地发展。

5. 实现绿色交通需要广泛的促成条件。制定相应的政策确保投资及其他措施的实施，如有效进行土地规划以生成紧凑或大容量公交体系的城市形态；制定燃油及车辆标准细则；为消费者及生产厂商提供相应信息以供决策。此外，将投资方向转向公共交通和非机动化交通，并利用强有力的经济手段进行引导和调控，如税收、收费和补贴等。最后，开发并推广绿色交通技术，积极与其他行业合作，建立更加“绿色”的交通系统。



1 引言

交通对全球城镇居民的生活极为重要。目前的交通模式主要依赖以矿物燃料为动力的机动车，这带来一系列环境、社会和经济影响。据估计，交通系统产生了全球近四分之一的能源类CO₂排放。

大家已经就发展可持续交通模式达成共识，但是目前投资还是更倾向于机动化发展模式。尤其是最近的经济衰退导致了多种经济刺激计划，这些计划（除了个别例外情况）着重保留现有的工业和交通模式，例如汽车制造和道路建设。

本章研究了交通在绿色经济中的作用，并通过案例说明对绿色交通的投资如何实现良性循环。文章提出并强调了限制或者减少出行、转向更为环保的交通出行方式以及改进各种出行方式效率的策略。文章探索了转型期间可能遇到的机遇和挑战，研究了确保可持续

交通计划和投资顺利进行的促成条件¹。本章以陆上交通为重点，分析了包含客运和货运的各类交通运输方式，考虑了发达国家和发展中国家、不同区域以及城乡差异的各种情形。

考虑到交通运输在全球经济中的关键地位，本章联合其他篇章（主要是城市、能源、制造业和旅游业等）深入分析了绿色交通的潜在收益。本章内容是世界各国专家共同努力与合作的结晶，他们的背景资料详见完整技术报告。

1. 绿色交通在此定义为一种能够支持环境可持续发展的交通模式，例如保护全球气候、生态系统、公共卫生和自然资源。该模式同时也促进其他方面的可持续发展，即经济（例如能够支持良性竞争的经济体系、平衡区域发展水平以及创造更多的就业岗位）及社会的可持续发展（例如在维护人类和生态系统平衡的前提下构建个人、公司和社会实现自我价值的平台，同时消除贫困，促进公平）。这一定义由联合国机构交通专家广泛讨论共同确定，并且借鉴了现有权威部门认可的定义如欧洲交通部长会议（2004）。

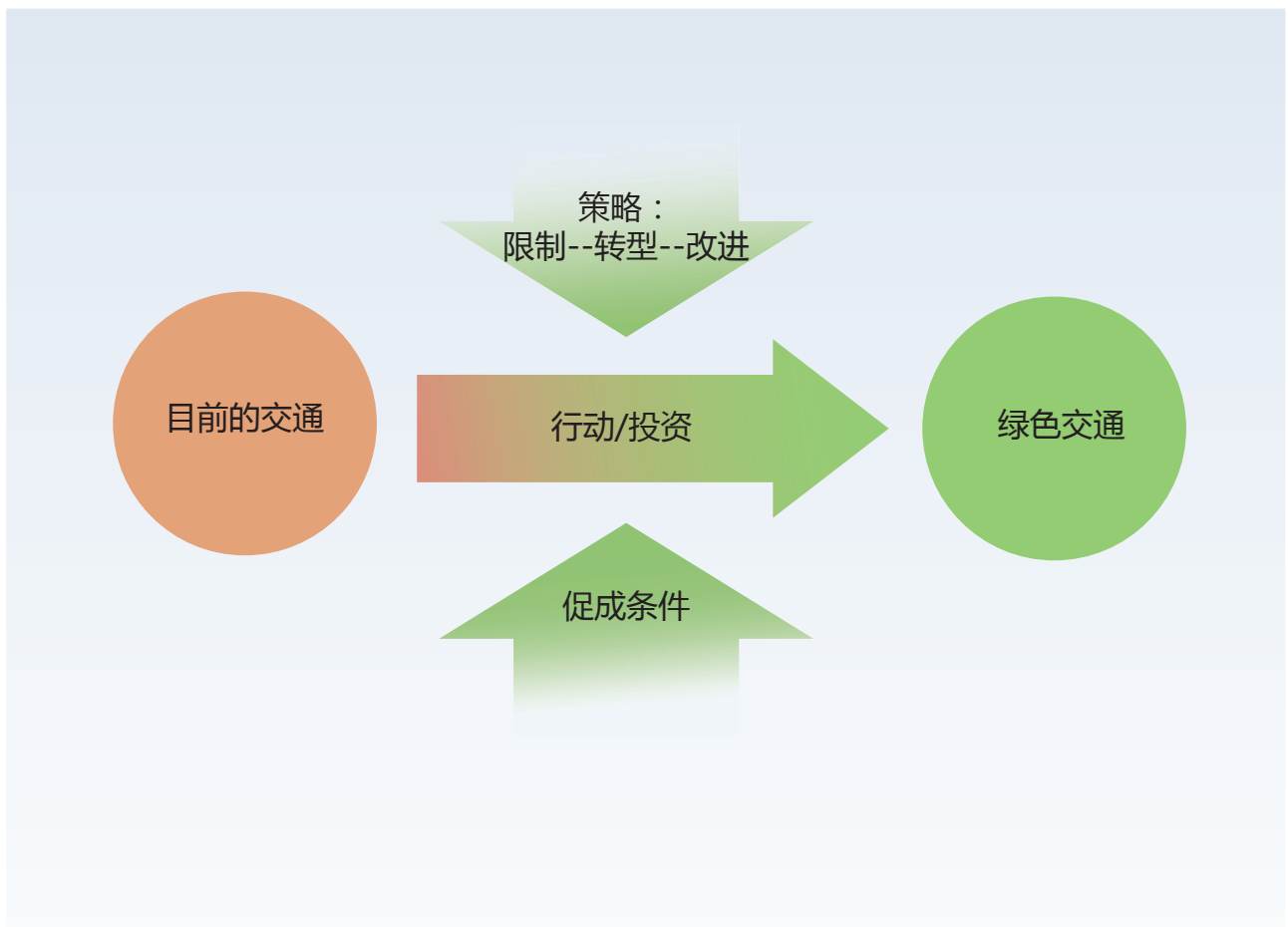


图1：实现绿色交通的措施及投资方式

2 挑战和机遇并存的交通领域

2.1 挑战

不可持续发展

不可持续发展趋势愈演愈烈，“绿化”交通部门面临的挑战主要体现为以下发展趋势：

■ 交通活动（客运和货运）需求总量迅速增长，据估计，2050年年交通需求将达到2005的两倍左右（IEA 2009b）；

■ 交通活动趋于机动化（客运的私人小汽车，货运的卡车，均属于内燃机驱动）；

■ 在今后的数十年中，全球车辆总数能够达到现在的3到4倍之多，这一增长主要发生在发展中国家。到2050年，非经合组织成员国将拥有全球三分之二的车辆；

■ 节能高效车辆以及替代能源技术的开发无法赶上车辆增长速度。

这些趋势可直接转变为各种环境、社会和经济成本，包括：

■ 能源消耗和温室气体的排放；

■ 拥堵（从而导致城市生产力的损失）；

■ 资源枯竭和用地紧张；

■ 人类健康受到威胁（空气污染、噪声污染、震动等）；

■ 安全性降低（交通事故）；

■ 可达性降低和社区分离；

■ 生物多样性的丧失。

值得注意的是，以上各类成本由于区域不同而存在差别，问题的严重程度也因城市发展水平而异。

燃料和自然资源

交通行业对自然资源有广泛影响，例如汽车和铁路车辆制造业（金属和塑料产品的消耗）以及基础设施建设²（钢筋混凝土的消耗），车辆在制造和维护过程中消耗的石油燃料、机器润滑油、橡胶和其他资源（生物燃料在一定条件下可能会侵占农业用地）。

交通行业消耗了超过全球一半的液态燃料（IEA 2008），并且预计在2007年至2030年期间将占世界原油增长使用量的97%（见图3）。

温室气体

交通行业消耗的化石燃料产生了占全球此类CO₂排放量³的1/4，预计在2004-2030年期间，该数字仍以每年1.7%的速度不断升高⁴。其中，陆上交通占据了交通行业CO₂的排放总量的73%，其次为空运和海运，分别为11%和9%。客运占据了所有排放的最大份额，货运交通（主要是货车）占能源消耗和排放的27%。预测增长的交通排放量中超过80%是来源于发展中国家的道路交通（IEA 2009b）。

此外，从产品的生产周期角度分析，车辆制造和回收过程还会产生约15%的CO₂（King 2007）。

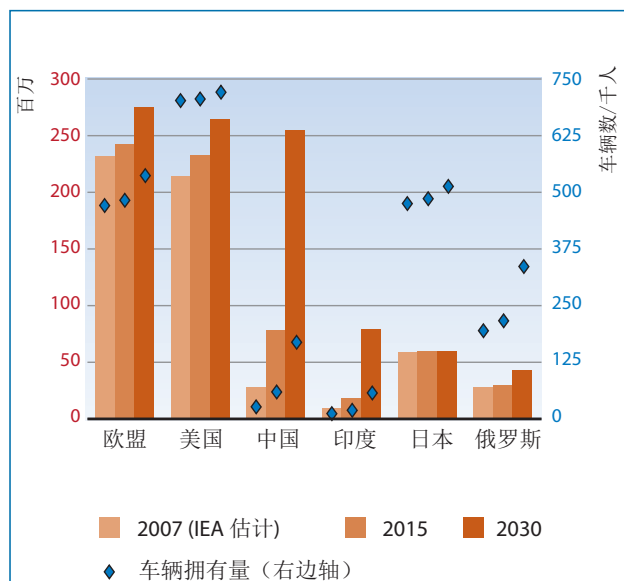


图2：主要地区的小型车保有量及拥有率对比

资料来源：IEA (2009a)

2. 基础设施不仅包括道路、桥梁以及铁路，也包括辅助性设施的建设，例如停车设施、加油站等。

3. 资料来源：OECD (2005) CO₂ Emissions from Combustion 1971-2003.

4. 资料来源：IEA (2006) World Energy Outlook 2006，下载地址：

<http://www.worldenergyoutlook.org/2006.asp>

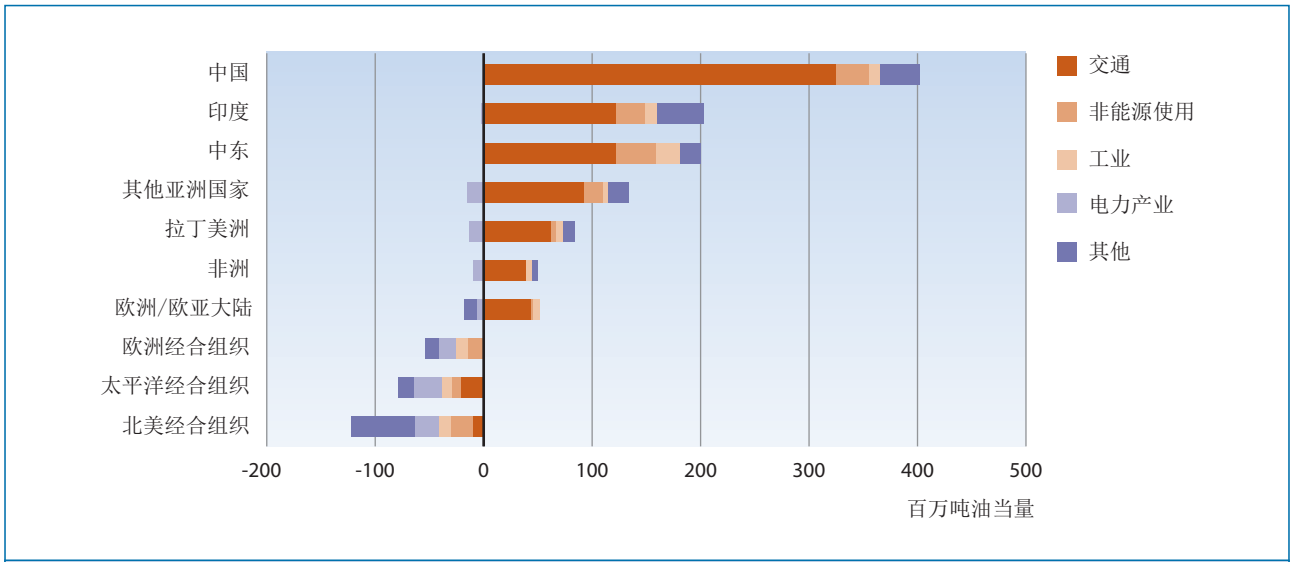


图3：不同行业及地区的能源消耗量对比（2007-2030年）

资料来源：IEA (2009a)

污染和健康

交通相关的污染、噪声和振动对人们的健康造成了严重威胁⁵。空气污染主要由交通排放的废气引起，气体包括硫氧化物(SO_x)、氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、挥发性有机化合物(VOC)、有毒金属(TM)、铅颗粒⁶、悬浮颗粒(PM)（包括黑碳⁷）等。这些排放物是重要的城市污染

5. 联合国欧洲经济委员会的交通、卫生和环境泛欧洲署公布了指引加强可持续交通与各种行业合作关系的准则(UNECE 2009)。建立了一套监管和汇报机制，用于评估成员国实施该准则的效果，衡量阿姆斯特丹宣言中目标的完成情况，尤其是阿姆斯特丹宣言目标1：通过投资环境保护和健康友好的交通模式以推动经济的可持续发展和增加就业。

6. 尽管现在几乎所有国家都禁止加铅汽油，然而还有七个国家尚未采取有效措施。

7. 黑碳是PM2.5的主要组成部分，它可以吸收大量太阳光，并将其转化为热能(ICCT 2009)。黑碳不仅威胁公众健康，还会导致气候变化。因此需要和重视CO₂一样重视黑碳。下载地址：http://www.theicct.org/pubs/BCsummary_dec09.pdf。

专栏一：外部性

经济效益要求某一产品或行为的价格与包括其所有外部成本在内的社会边际成本匹配。交通运输服务业的定价需要综合考虑到以下社会成本：拥挤、事故、基础设施磨损、空气污染、噪声和气候变化等。这样参与交通者在决策出行时也会考虑这些成本(World Bank 2001; Button 1993)。

拥堵、事故和污染等外部成本对经济起着越来越重要的影响，在某些国家和地区甚至超过GDP的10%。最近Creutzig and He (2009)的研究表明，在中国北京，通过自动化交通产生的成本相当于城市GDP的7.5%-15%。

物，特别是在发展中国家。

这些空气污染物是心血管或肺部和呼吸疾病的诱发因素。例如，长期暴露在铅环境中可以导致血压升高、肝肾破坏、生育能力受损、昏迷、抽搐、甚至死亡。儿童由于尚未发育完善，更易受到影响；可能引发的后果包括IQ受损、注意力不集中、学习能力下降、精神亢奋、影响发育以及听觉下降(Rapuano et al. 1997)。Hatfield等(2010)认为去除车辆燃油中的铅成分每年至少可以避免100万的天折案例，折合2.4万亿美元。

Sanchez-Triana等(2007)提出在哥伦比亚，城市空气污染的健康成本约占国家GDP的0.8%，即1.5万亿哥伦比亚比索(6.98亿美元)⁸。交通产生的噪声污染可以损害健康，尤其是影响睡眠，可能会导致血压升高以及心脏病发作(WHO2009b)。Lambert(2002)和Martinez(2005)的研究表明在欧盟，噪声污染引起的损失占其GDP的近0.5%。

人类安全和事故

世界卫生组织(WHO)最新的报告强调道路交通事故仍然是一个威胁公众健康的严重问题。每年有超过127万的人死于道路交通事故，91%的事故发生于低收入或者中等收入国家。并且半数的道路交通事故死者是行人、自行车使用者和摩托车驾驶员，导致这一现象的主要原因是道路设施对非机动化出行者的保护不够。在欧洲，交通事故是导致15至25岁青年人死亡的主要原因(WHO 2008)。

据估计，交通事故造成的资金损失约为5,180亿美元，在低收入或中等收入国家需要投入其GDP的1%-1.5%、高收入国家则需高达2%，详见下表(Jacobs et al. 2000)。减少事故需要从整体和根源出发，综合考虑改善基础设施建设和采取车辆年检制度以及限制超

8. 计算基于汇率：2,150哥伦比亚比索(Pesos)=1美元

地区*	GNP, 1997 (百万美元)	年交通事故成本	
		占GNP比值	成本 (百万美元)
非洲	370	1	3.7
亚洲	2,454	1	24.5
拉丁美洲和加勒比海地区	1,890	1	18.9
中东	495	1.5	7.4
中欧和东欧	659	1.5	9.9
分类汇总	5,615		64.5
高机动化国家	22,665	2	453.3
总计			517.8

GNP: 国民生产总值

* 以上数据采用英国交通研究实验室的地区分类标准。

表1: 不同地区的事故成本对比

资料来源: Jacobs et al. (2000)

速行驶和酒后驾车等方法。

拥堵

当交通需求超过设施的通行能力时,就会产生拥堵。拥堵现象在城市中更为常见,从而抵消了聚居带来的积极作用(见“城市”章)。如果缺乏专用设施,公交、行人和自行车使用者的出行时间将无法得到保障。此外,由于堵车时仍在消耗燃料,这也会导致燃料消耗的增加和污染加剧。

德克萨斯州交通协会的研究结果表明,拥堵成本在不断增加。美国439个城市在1982年的拥堵成本为240亿美元,2000年为850亿美元,到2009年则高达1,150亿美元。进一步分析表明,在美国,拥堵造成了39亿加仑的石油燃料消耗及48亿小时的时间浪费。根据经合组织2009年数据,在加拿大多伦多,拥堵造成每年大约33亿加元的损失(相当于多伦多GDP的1.2%);英国交通运输上损失的时间成本每年约为200亿英镑,相当于其GDP的1.2%(The telegraph of business club et al. 2009)。

在发展中国家,由于缺乏相应的数据导致拥堵成本的估算较为困难。在秘鲁利马,城市居民在日常出行中平均每天浪费4个小时,导致了近62亿美元的损失,约等于每年10%的GDP(UNESCAP et al. 2010)。传统治理拥堵的方法是修建更多的道路,但是这种方法往往事与愿违,因为新增的供给会诱发更多的交通需求(SACTRA 1997)。

可达性和分割性

拥堵的道路可以变成阻隔社区和整座城市联系的物理或者心理障碍(详见“城市”章)。现有多种量化和折算这一障碍的计算方法。VTPI(2007)和Slensminde(2002)认为尽管不同地区可能有所差异,当交通由非机动化出行转为机动化时,其成本约为0.54-0.62美元/英里。机动车辆占主导的交通系统已呈现出阻断工作、市场和基本设施间联系的弊端,这一现象在低收入人群和弱势群体间更为严重和明显。

土地和生物多样性的丧失

道路、铁路、机场、港口和其他交通基础设施在开工建设时会对植被产生破坏,进而影响动物栖息地的自

专栏二: 海运和空运排放

路上交通是温室气体的重要排放源,但海运和空运的排放量也在迅速增长,应该引起重视。

随着世界贸易的发展,海上货运的运量需求和运输距离也不断提高。国际海协(2009)预计,到2050年,如果不制定限制措施,船运造成的排放量将激增至2007年的150%到250%。

尽管由于经济衰退导致空运需求暂时有所下降,但可以预见的是空运需求将持续坚挺。同时由于收入增加和空运价格的下降,在未来数十年,预计空运出行量的增加将导致航空运输的排放量以指数方式增长。

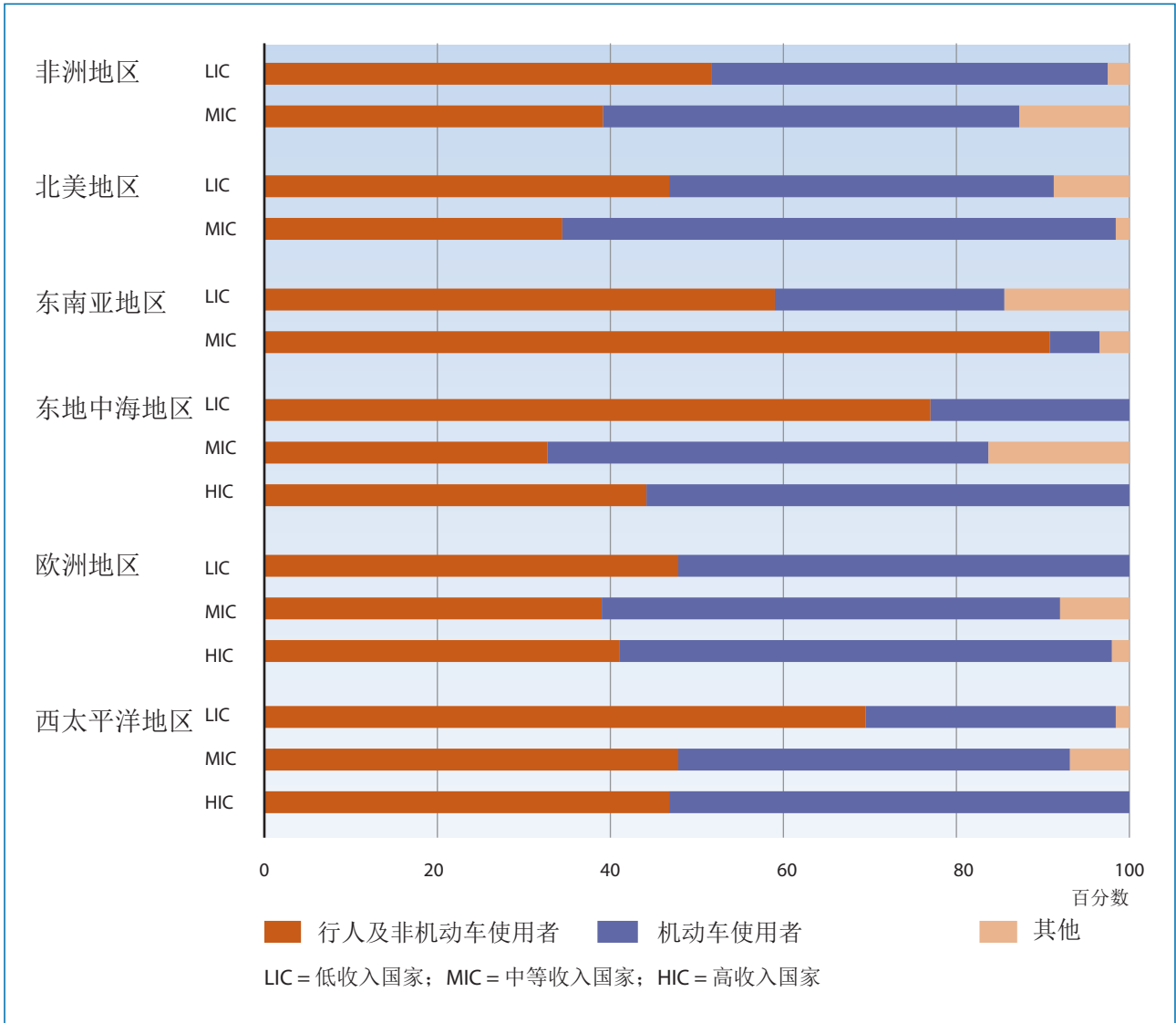


图4：不同用户类型、地区和收入的交通事故死亡率

资料来源：WHO (2009a)

专栏三：撒哈拉以南非洲清洁燃料的收益分析

国际内城基金最近为世界银行和非洲精炼协会进行了该地区精炼厂改善燃料质量的投资成本和收益分析。研究发现降低交通石油燃料的含硫量，可以节约大量的健康成本（在撒哈拉以南非洲西部地区每年节约6.4亿美元，东部地区可节约3.4亿美元）。若同时执行其他相关排放政策，该收益会显著提高。

资料来源：ICF International 2009

然环境（CEU 2002; Kaczynska 2009）。如果没有适当的生态规划，这将最终导致野生动物的物种灭绝。

2.2 机遇

向绿色交通迈进

在接下来的数十年，为应对上述挑战，交通领域需要进行转型。各国都需要采取有效行动，尤其是发展模式尚未定型的发展中国，如果能做出正确的投资和规划决策，则不会重蹈覆辙，还可以建立一种健康的可持续发展模式（Dalkmann 2009）。

限制、转型以及改进策略

向绿色交通模式发展需要制定宏观全面的策略，主要包括以下三个方面⁹：

9. 更多信息详见 Dalkmann and Brannigan in GTZ 2007 以及《交通运输和气候变化的公共纲领》，该纲领代表了交通专家和决策者的共识。下载地址：<http://www.sutp.org/slocat/bellagio-process/common-policy-framework-cpf-on-transport-and-climate-change-in-developing-countries/>，上述三项策略确保了行为和技术转型。

策略	发达国家	发展中国家
限制	通过交通发展管理（TDM）、土地利用规划、生产本地化和缩短供应链来减少车辆周转量（VKM）。	通过土地利用和交通规划减少不必要的VKM。
转型	客运方面，从私人小汽车转向为非机动交通（NMT）和公交（PT），将空运转向铁路或公交；货运则由道路运输转向铁路运输和水运。	支持客、货运的低碳出行模式。提高非机动车和公交的吸引力，防止向私人交通方式的转移。
改进	提高现有车辆效率。减少车辆引擎尺寸。提高电动车辆和清洁燃料的市场比例。开发面向客运和货运的电气化铁路技术。	确保未来使用清洁型的车辆和燃料，鼓励小型、高效车辆的使用。改革传统的非机动车,如人力车。

表2：限制、转型及改进措施

资料来源：Dalkmann 2009

1. 限制或减少出行的次数

通过整合土地利用和交通规划，设计更加密集、紧凑的居民区，利用通讯技术例如电话会议，和生产、消费的本地化¹⁰减少客运需求。同时本地化的生产和消费还可以降低货运需求，另外也可以通过优化物流规划以降低空车行驶和保证货车满载率。

2. 转向更为环保的交通方式

这一措施包括促进公共交通、慢行和非机动车的发展，它通常需要大量的专用设施投资。为了可以与私人小汽车竞争，公交需要能够提供高频、可靠、经济和舒适的服务。货运可以考虑转移到铁路运输以及水运，从而释放出更多的道路空间。

3. 改进更为环保的车辆和燃料技术

减少传统内燃机的耗油，降低车重，或开发电力和混合动力汽车、生物燃料技术和氢燃料技术等¹¹。其他有效手段还包括鼓励合乘或环保驾驶等。

10. 这些技术本身不一定减少交通需求，还需要综合使用其他方式如经济调控（过路费、停车收费、车辆税和燃油税等）以减少私人交通出行方式。

11. 保证电力、氢燃料和生物燃料的生产过程以一种可持续的方式进行具有很重要的意义。

考虑到交通系统的复杂性和多样性，每个地区都要全面考虑当地情况，因地制宜，制定和采用适合自身特征的发展策略。很多发展中国家更依赖非机动车化运输方式，因此与发达国家相比，他们在发展可持续交通方面拥有更多的机遇（见表2）。

实施限制、转型和改进策略时，需要在研究、发展、生产和运行管理方面进行适当的投资：

■ **设施**：例如公交专用道和轨道、自行车专用道和停车换乘设施等¹²；

■ **绿色的交通工具和出行方式**（包括自行车、公共交通和低排放汽车，见5.3的技术部分）；

■ **清洁燃料**；

■ **通信技术取代商务交通出行**，例如远程办公/电话会议；

■ **绿色交通技术**，例如GPS导航系统、智能交通系统、现代物流等。

以上的措施都需要一系列促成条件的支持，具体见第五部分。

12. 这些基础设施应该有效连接，保证出行的无缝衔接。

3 绿色经济环境下的交通

本节探讨了绿色交通在促进经济增长、增加就业机会和降低贫困中的作用。

3.1 支持绿色增长

对交通领域的投资往往通过货物的运输和提供的服务来衡量，同时人员也是经济发展的驱动力。通常认为货运量代表了经济增长的供给情况，客运量代表了其需求情况。但是有证据表明，高GDP水平并不意味着私人汽车的高需求量，如图5所示。

图5表示的城市和区域中，在一定条件下，随着GDP增长私人小汽车出行量反而减少，同时对环境的压力也相应减弱。在绿色经济中，好的城市设计和规划可以降低机动化进程：通过提供高质量和低碳的交通方式，尤其是公共交通、非机动车设施（NMT）以及更为清洁

高效的汽车，能够削弱经济增长带来的压力和影响。对于个体而言，缓解拥堵和缩短出行时间，尤其是拥有一种更为高频、可靠以及经济的公交服务系统时，可以使其有更多的时间投入生产活动。对于企业，通过减少燃料消耗和减少出行时间可以提升其竞争力和利润。文献Mckinnon (2008) 和UNEP (2008c) 表明提高货物运输效率在降低碳排放的同时还能够节约运营成本。

在发展绿色交通的各种融资渠道中，基础设施投资对拉动经济增长的影响最为明显，它可以鼓励政府投资，催生新的商机。此外，对于绿色交通技术的投资也有利于整个经济的发展，特别是它可以吸引政府投入资金（见表3）。

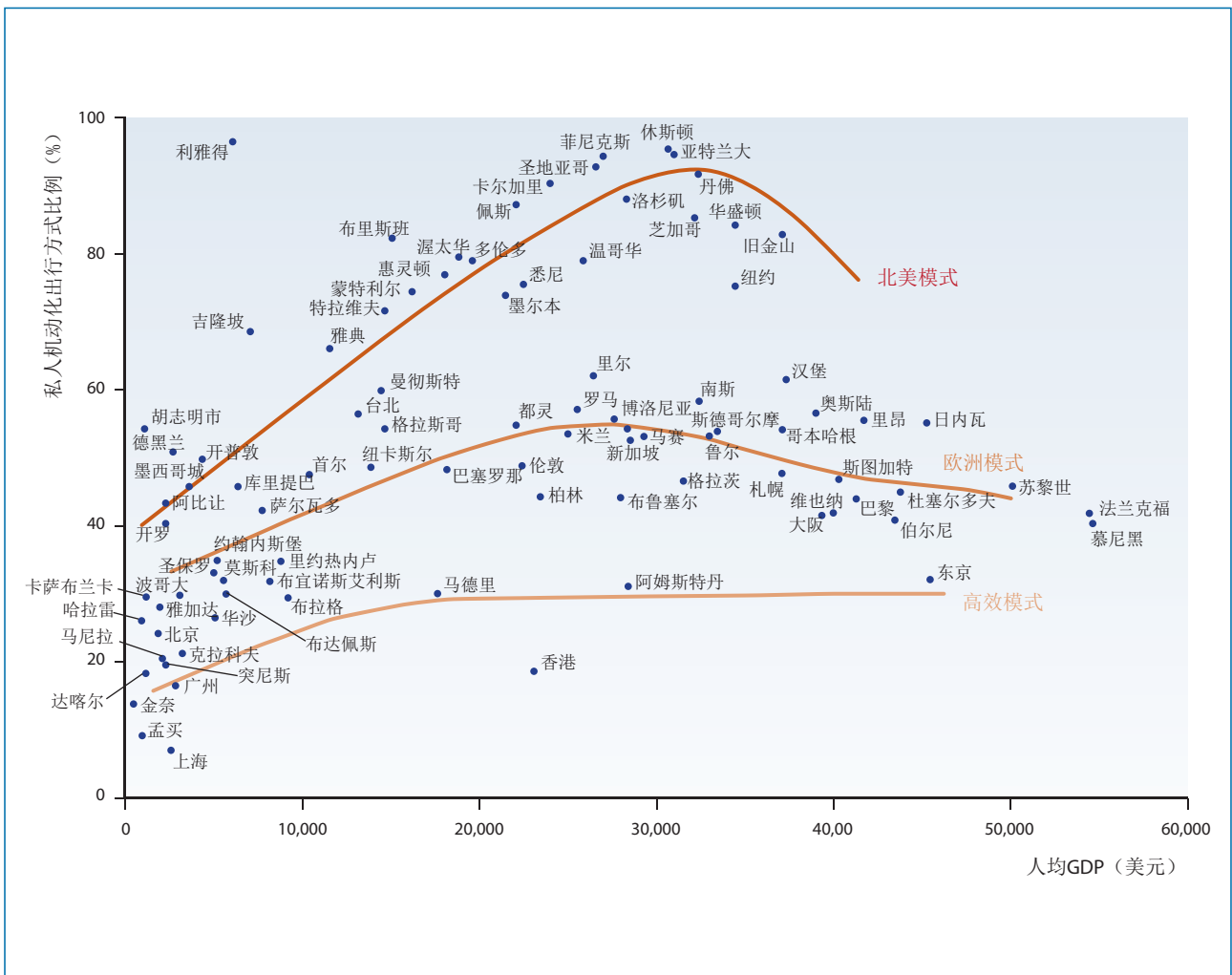


图5：绿色交通趋势变化线

资料来源：UITP database 2005

3.2 创造就业机会

交通是经济活动的基础，也是产生大量就业机会的重要行业，涉及范围广泛，包括车辆制造、石油炼制、交通管理、设施维护等¹³。

在绿色经济环境下，交通行业的工作机会主要来自于对绿色交通基础设施和车辆、可替代燃料、无线通信等技术方面的投资和建设（见2.2部分）。

尽管目前尚未开展广泛的案例研究，但仍有一些研究表明绿色就业和交通行业之间存在较强的关联。经济发展研究所（Economic Development Research Group, EDRG）（2009）和路上交通运输政策项目（the Surface Transportation Policy Project, STPG）（2004）基于美国的实际数据提出，对公共交通系统每10亿美元投资能够带来大约36,000个工作岗位（介于作业运行项目和投资项目之间¹⁴），在相同投资的情况下分别比道路维护和新路修建产生就业机会的能力高出9%和19%。Chmelynski（2008）认为在美国，如果将一百万美元的车辆燃料费用投资于公共交通系统，能够创造18.5个工作岗位¹⁵。

此外，Weibrod and Reno（2009）对13个欧洲公共交通系统的投资项目进行研究，结果表明，对公共交通系

13. 而且，通过建立工作岗位和工人的联系，交通行业可以增加就业。

14. 经济发展研究所采取的方法包括了直接效应（公交系统制造、施工和运营产生的工作），间接效应（服务部门相关的工作）以及诱发效用（薪水消费所支撑的工作岗位）。下载地址：http://www.apta.com/gap/policyresearch/Documents/jobs_impact.pdf

15. 当地就业形势主要取决于本地环境，如货物/服务的国内供应情况和进口情况。所以该数字仅起示意作用。

专栏四：重新定位航空对就业的影响

通常认为航空对于经济发展起着重要作用，因为它可以直接或者间接地增加就业；间接影响包括促进旅游业和商业的发展（OEF 2006）。这也成为了免除航空燃油税和其他税费的一个主要借口，但是这样不仅导致出行方式间的不公平竞争，而且导致航空行业的外部性不能得到正确评估与核实。Sewill等人（2005）认为航空领域的投资数额巨大的主要原因在于该部门带来的大量外部效应。该项研究建议可以通过对诸如航空等高污染的行业征收高额税收，并将此收入转投其他行业，创造新的就业机会。例如，欧盟碳排放交易机制提出将空运收入投资于发展中国家的减缓气候变化行动，这一行动还可产生一些新的绿色工作岗位。

费用类别	附加值 (美元)	全职 (全时工 作当量)	补偿 (美元)
汽车燃油费用	1,139,110	12.8	516,438
其他汽车费用	1,088,845	13.7	600,082
家庭支出			
包括汽车费用	1,278,440	17.0	625,533
重分配汽车费用	1,292,362	17.3	627,465
公共交通费用	1,815,823	31.3	1,591,993

表3：不同领域每百万美元支出的经济影响分析

资料来源：Chmelynski 2008

统的投资可以对当地经济产生2-2.5倍的收益回报¹⁶。

16. 这些数据依赖于绿色交通的定义及假定的绿色车辆的市场份额。更加精确的数字有待开展进一步研究。

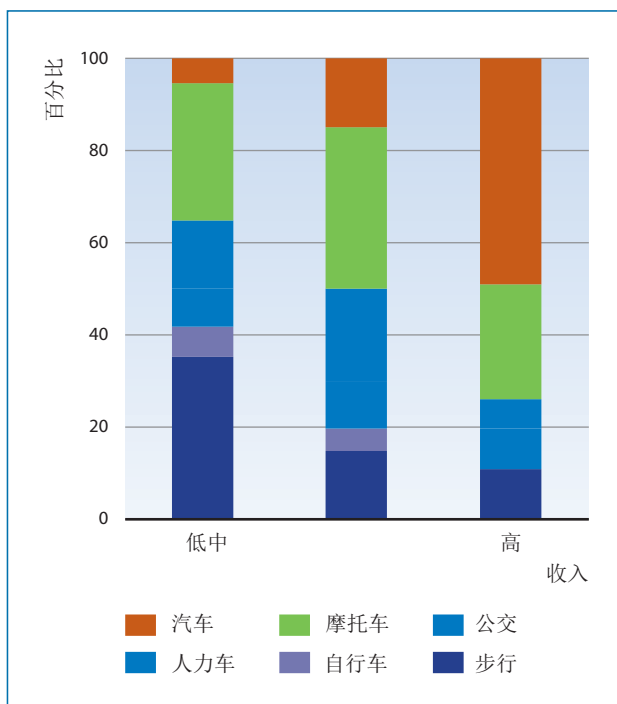


图6：苏拉巴亚不同收入人群的出行方式划分

资料来源：GTZ 2002

专栏五：绿色交通作为一种商业

现在私人企业有多种扶持可持续交通系统发展和运行的回报型投资机会。其形式多样，如公共机构和私人企业间的公私合作、特许经营、直接面向用户的盈利性商业活动等。表4列出了可持续交通中限制、转型和改进策略的商业活动形式。

限制、转型、改进	可持续产业	减排效果	案例
限制	远程工作和服务	中 - 为出行提供替代方案	欧洲、美国等地采用的电话会议和电子办公
限制和转型	停车供给	高 - 提供正规的停车空间	东京的私人停车运营商
	合乘车系统	高 - 鼓励减少车辆使用	瑞士有机整合了合乘车、铁路和公交系统；自行车共享系统有：巴黎的JCDecaux/Cyclocity，巴塞罗那的Clear Channel/SmartBike等
转型	公交（票制，调度和车辆管理，车站管理，安全）	高 - 提高服务水平，从而提高公交系统的吸引力	波哥大、佩雷拉、库里提巴、艾哈迈达巴德、厄瓜多尔、墨西哥、里昂、瓜达拉哈拉、危地马拉的快速公交系统； 圣地亚哥、圣保罗（及大多数的巴西城市）的公交系统； 新加坡等的地铁系统
	出租车和接驳车	中 - 提供门到门服务（需要考虑燃油类型和运行效率）	印度和巴基斯坦的人力车
	非机动车化交通服务	高 - 尤其是结合土地利用规划，使步行和自行车可以完成短途出行	印度、纽约和旧金山的人力自行车； 德国的自行车站； 阿姆斯特丹的自行车租赁； 波士顿的步行观光
	智能交通系统	中 - 优化交通系统，减少车辆延误，提高公交吸引力	圣地亚哥、瓜亚基尔的信息发布
	公共空间的广告和宣传	中 - 改善用户对公交/非机动车化交通导向城市的体验	巴塞罗那、布宜诺斯艾利斯、和瓜亚基尔
改进	低碳车辆	高 - 提高燃油效率	小型、轻型车辆，低排放发动机、混合动力车辆、混合电力汽车及电动汽车
	可替代燃料	高 - 降低燃油的CO ₂ 排放	严格符合可持续性标准的生物燃料
	车辆维护	中 - 车辆保养可以减少温室气体排放	车辆年检制度，如印度尼西亚

表4：交通领域中的限制、转型及改进措施

专栏六：交通对于减轻农村贫困的意义

大量实验数据表明：交通运输投资和经济增长之间存在着正相关关系（Liu 2005）。Binswanger et al.（1993）和亚洲交通发展研究所（AITD 2003）认为，在印度对农村道路的投资可直接拉动农业产值的增长、增加化肥的使用、壮大商业银行，并可以从整体上改善农村地区的社会经济状况。Khandker et al.（2009）在向世界银行提交的报告中提出，在孟加拉国对农村道路的投资可以提高农产品产量，提高其出售价格，减少投入和运输成本，获得更高的报酬，从而显著改善了贫困现状。

农村公路的建设还可以改善贫困家庭男女儿童的入学率和扶贫力度。但是，除农村道路设施修建之外，也要重视公交系统、非机动车和多模式交通设施的建设。这样可以为没有私人小汽车的居民提供机动化出行服务，对增强城乡间联系尤

为重要。Van de Walle（2002）在世界银行的工作报告中认为，若公平和效率方面有失偏颇，很可能会导致投资者忽视贫困地区和贫困人口的现象愈演愈烈。在亚洲地区转轨经济的进程中，道路是经济发展的重要制约因素，其道路建设情况和交通服务水平决定了经济、社会和环境的收益，因此更应该考虑投资的公平性。

据联合国环境规划署估计，目前在绿色车辆和相关零部件的车辆制造领域约有250,000个工作岗位（UNEP 2008a）。

3.3 支持公平和降低贫困

现有的交通系统主要是为私人小汽车服务，这是一种不公平的机制，使得机动出行者和非机动出行者两类人群分隔的现象继续保持，不利于消除贫困。在很多发展中国家，在道路使用权和经济安全的交通方式方面，不同收入阶层存在着巨大的差异。

对绿色交通的投资方式包括建立可达、可靠、经济和缓解贫困的公交系统；并为人们提供获取就业机会、教育和医疗的可能。在闭塞地区也可以产生大量新的就业岗位，如：道路维护依靠当地公司并招聘当地工人¹⁷。

17. 公交和非机动化交通设施的建设和维护同等重要。

大力发展当地经济还可以降低货物运输的时间和成本，减少对外贸易，降低基本生活资料和服务价格。同时，安全和环保的交通系统可以保护弱势群体的利益，减少交通事故，降低空气污染。

4 量化绿色交通的经济含义

为量化评估绿色交通收益的宏观经济指标，本研究利用千年研究所的T21模型进行分析¹⁸。在设置的绿色投资情景中，将全球GDP的2%用于“绿化”各个行业领域，其中交通领域占总投资金额的17%。

本节介绍了2050年宏观经济的含义，描述了投资绿色交通和投资常规经济（BAU）的区别。由于缺乏类似的模型分析，该模型的输出结果仅能用来说明绿色交通的发展变化趋势，因此还需要进一步的工作进行验证。为使结论更加客观，本文将国际能源署（IEA）的机动化模型结论与T21模型进行比较，以供参考。

4.1 现有交通模式的发展趋势

按照BAU模式，机动车数量尤其是轻型车辆（LDVs）会快速增长¹⁹。据估计，2050年，轻型汽车数量将由现有的8亿辆增加至22亿辆²⁰。客运和货运需求也会相应急剧增长。其中，客运交通需求将会达到103万人每公里，货运交通需求则会达到近38万亿吨每公里。这一预测结果明显高出IEA模型的结果，尤其是货运，同年IEA预测数据仅有13万亿吨每公里。

若不改变发展模式，未来的交通方式仍将会是轻型车辆占主导，2050年其比例将由2010年的47%增加到62%，而公共汽车的比例将从25%下降到15%²¹。约有6-7%的客运出行将会继续依靠轨道交通，10%左右的出行会采用航空运输。与道路货运量的增长相反，铁路货运比例将会从55%下降至52%²²。

这样发展下去，到2030年能源消耗和碳排放量将会增长30%，到2050年增长率将超过80%。届时按照排放量排序，依次为轻型车辆占56%、航空18%和卡车16%。而交通行业排放的CO₂将会占全球能源相关碳排放量的1/4。

18. 本节的数据主要来源于千年研究所（MI）。尽管他们开展了大量相关研究以提高模型精度，但是由于建模过程过于复杂，并且模型结果受到其他行业发展的影响，因此某些参数需进一步改进和校正。此外，由于缺乏实际数据和相关规范的支撑，建模受到一定限制，例如交通领域就业岗位数的假定；城市、地区和国家范围内的信息共享、交通外部效益的量化标准、以及出行方式和不同领域的内在关联性等因素。

19. 城乡的客、货运车辆的总和。

20. 某些模型的预测增长率更高。例如，国际能源署预计，至2050年轻型车辆的总量将会达到27亿。

21. 对于客运交通，国际能源署使用了年客运周转量（Passenger-km per year）作为衡量指标。预测结果认为至2050年，轨道客运分担率将由2010年的7%下降到6%；空运则由10%增长至15%；其余的均由道路交通承担，其中轻型车辆占45-56%。对于道路客运，国际能源署同样采用了平均每年每公里的出行人次作为评价指标，结果表明2010至2050年间，轻型车辆将承担67-78%的客运需求。

22. 国际能源署预测2000年至2050年道路货运（单位：吨·公里/年）的分担率将由55%增加至59%。

在BAU模式下，交通行业的就业岗位总数也会以1.3%的平均年增长率递增，2009年到2050年岗位将由6,790万增加到11,600万²³。

4.2 限制、转型、改进相应策略以引导投资方向

在接下来的数十年里，交通行业将会得到来自城市规划、基础设施建设、公交系统和车辆采购等多个领域的投资。据国际能源署（IEA 2010）预计，到2050年将会有150万亿美元的资金用于小汽车²⁴。同时会有100万亿美元用于其他类型交通工具（卡车、船舶、飞机等）的购置，150万亿美元用于燃料消耗。

如果决策得当，将这些资金有计划地投资于绿色交通，则会抑制排放量的增长。大力发展绿色交通可以在满足同等出行需求的情况下，减少交通对社会和环境的影响，并且降低对资金投入的要求。McKinsy（2010）的全球碳减排曲线描述了降低碳排放的可行投资方案，表明对绿色交通的投资最为有效。例如，改善车辆燃料效率后，每减少一吨的碳排放，可以获得65欧元净收益。图7为全球交通减排成本曲线（ClimateWorks 2010），表明投入成本和燃料效率密切相关。

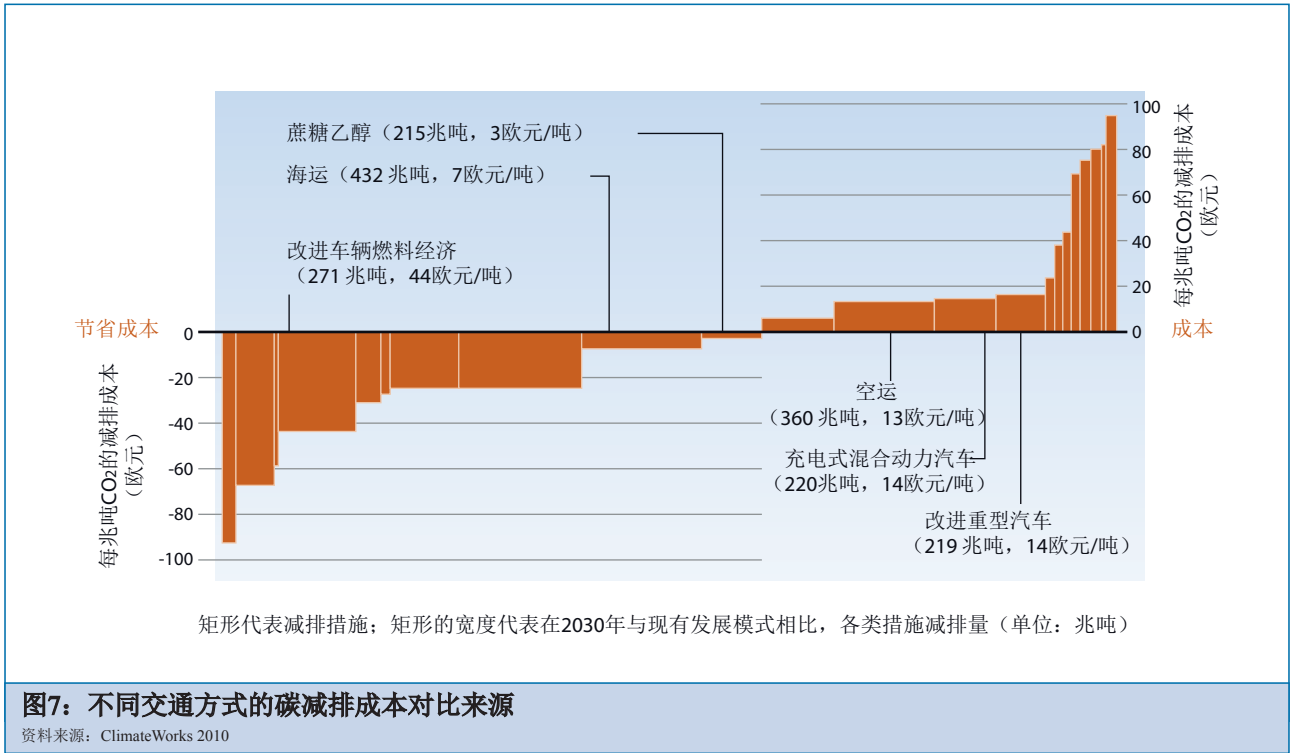
在关注碳减排效益的同时，也要综合考虑其他的各种影响（详见本报告第一章）。在进行成本效益分析的同时，还要对比各类干预措施带来的附加影响。例如某些措施可以影响财政税收。表5中列出了各项措施对于降低排放、增加可达性或缓解交通拥堵等方面的意义。

尽管对生物燃料能否有效减少交通产生的温室气体仍存在不同观点，但不可否认的是在过去数年里，生物燃料得到迅猛发展和广泛应用。主要表现为至少有41个州/地区和24个国家制定了相关政策以促进车辆燃料的生物燃料融合技术。玉米和甘蔗发酵而成的酒精和以油菜籽和棕榈油为原料的生物柴油构成了交通领域常见的生物燃料。混合燃料的成分通常是含10-15%酒精的汽油和含2-5%生物柴油的柴油，但生物燃料的生产过程需要进一步规范和完善，以更好地保证社会和环境的可持续发展。

为了构建一个绿色交通系统，实现提高城市空气质量、减少碳排放和降低交通事故的目标，需要实施一种限制、转型和改进并行的措施。国际能源署（IEA 2009b）和欧洲环境署（EEA 2010）的研究结论表明

23. 这一数字尚未包括交通领域中大量非正式劳动力（如车辆维修、发展中国家的中巴车的运营等），这一部分岗位数据较难预测。但他们也会从模式转型中获益。

24. 按照美元在接下来的40年内不发生贬值而折算得到的结果。



这些措施的必要性（见专栏七）。联合国环境规划署也得到了相同结论（见专栏八）。

■ 提高道路车辆效率。

关于公共交通设施，投资应该用于提高公共汽车和轨道运输的吸引力，降低小汽车和航空出行量，鼓励向低碳出行方式的转变。在这40年间，平均每年应有约240亿美元用于交通基础设施的改善。

4.3 对绿色交通运输的投资

投入与假设

绿色投资情景（G2）假定从2010年开始，连续四十年每年投入4,190亿美元的资金用于交通部门的下述领域：

在改进能源效率方面，2011至2050年间平均每年应有约3,840亿美元的资金投入高效车辆的研发。值得注意的是，在这点上，限制、转型和改进策略与之前讨论的国际能源署和欧洲环境署的结论不谋而合。

■ 扩建公共交通设施（增强公共汽车和轨道运输的分担率）；

	投资		收益				
	直接投资	长期成本/投资	空气质量	GHG排放	拥堵	交通可达性	道路安全
快速公交 (BRT)	++	+	++	++	++++	++++	++
轻轨	+++	++	++	++	++++	+++	++
铁路	++++	++	+	++	+++	++	+
清洁能源车辆	++	+	++++	+++	+/-	+/-	+/-
非机动车设施	++	+	++	+	+++	+++	+++
城市规划/设计	++	++	+++	++	++++	++++	+++

表5：绿色交通的成本收益分析

资料来源：联合国环境规划署和作者们的预测。加号越多表示投资越高或干预的积极效果越显著。

此外，与国际能源署的观点相同，假设有25%的交通需求可以通过绿色交通模式消除。这一变化可完全通过优化的城市规划、更多的电子工作平台、严格的限制措施等改变出行者习惯和行为而产生，并不需要额外投入成本²⁵。这与2.2节中的限制、转型和改进策略有异曲同工之妙。下文主要分析在交通方式划分、能源消耗、能源相关的排放及就业方面的影响。

与现有模式相比，大力发展绿色交通的主要目的是鼓励（至少保持）私人小汽车出行向公交或者非机动车化交通方式的转移。道路上的车辆周转量在2009年的21万亿车公里，预计在2050年将控制在39万亿车公里之内，同比BAU2情景（与G2情景中的投资总额相同）减少35%。图10对比了不同情景中的车辆周转量情况。

对于方式划分，绿色投资情景假定小汽车分担比例会有所下降，在2050年会由62%（BAU2）降为33%²⁶。对于货运，铁路运输将继续维持其主导地位，约占52%。

在绿色投资情景下，交通领域在2050年的总能源消耗将会控制在220亿吨石油当量。其中有874万吨油当量为生物燃料²⁷，这样石油燃料就会控制在1,251万吨油

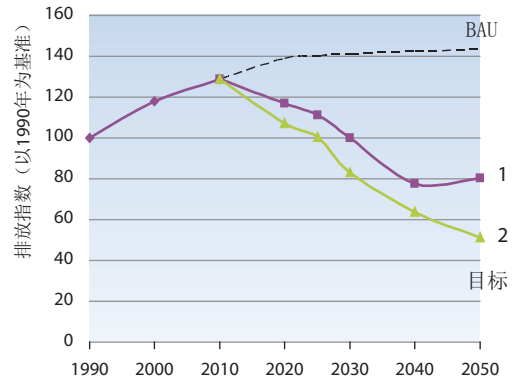
25. 首先假定以公交导向的发展模式为主，电子工作较为普遍，短途出行频繁（见国际能源署的交通、能源和CO₂研究）。但另一方面，绿色交通会带动经济良性发展，从而产生更多的交通需求，反过来会一定程度的削弱这一假设前提。

26. 这些数据主要依赖于降低交通需求措施的有效性，以及出行方式转移至公交或者非机动车化交通的程度。

27. 生物燃料的使用必须严格遵守环境和社会可持续原则规则，并且保证物价稳定。

专栏七：绿色交通的净收益

缓解气候变化需要新技术的支撑，交通领域通常被认作是一项高投入的行业。大量研究结果表明，多数交通干预措施，特别是基于限制、转型和改进的综合性措施最终均可以产生一定的经济效益，如 Cambridge Systematics公司的“Moving Cooler”研究（Cambridge Systematics 2009），或是 McKinsey公司和 Climate Work公司的减排成本曲线（见前文）均支持这一结论。对交通行为和交通新技术的投资最终所节省的成本会远远高出其投入。世界银行对墨西哥的研究报告（World Bank 2009）表明提高公交网络和货运效率、改善车辆检查机制，产生了高额的净收益。



曲线代表不同措施带来的额外收益。

1. 改进策略：改进发动机和车辆设计，电卡，低碳燃料和技术以促进出行行为的改变。这些措施可以降低44%的CO₂排放量。

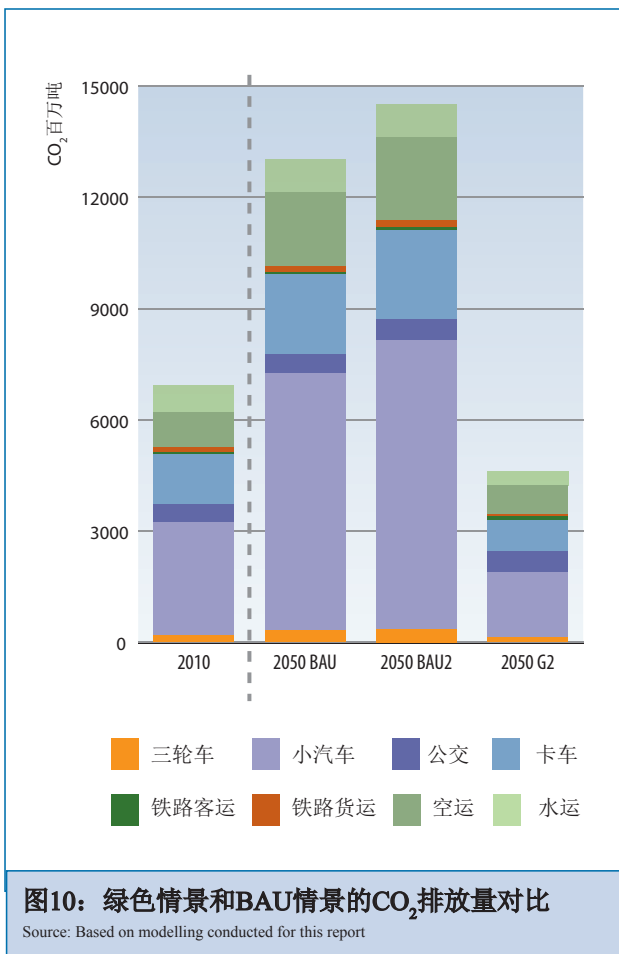
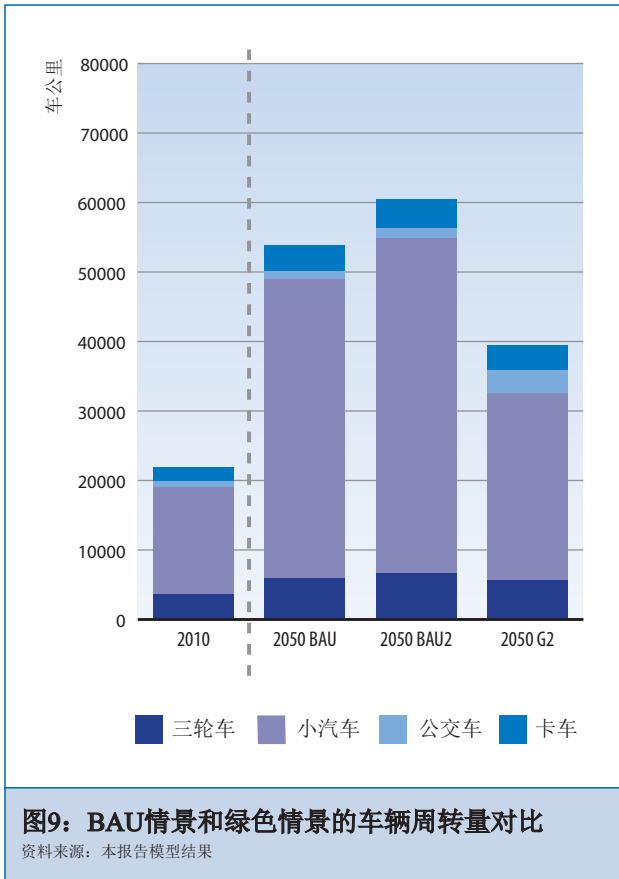
2. 限制和转型措施：道路收费、成立车友会、提高城市内人口密度和合理的交通规划可以降低20%的交通CO₂排放量。

图8：欧盟实施限制、转型和改进策略的CO₂减排效果分析

资料来源：EEA 2010

专栏八：在限制、转型和改进方面投资的减排效果分析

联合国环境规划署一直与国际能源署以及其他组织机构在推广清洁汽车方面保持着密切合作。大量工作发现，清洁燃料和车辆可以显著降低碳排放量。但是，联合国环境规划署还发现为了有效实现这一目标，必须从限制、转型和改进三个方面同时入手。国际能源署和欧洲环境署的模型表明如果政策实施得当，碳排放可以降低70%甚至更多，其中有三分之二的收益来自于改进措施、三分之一来自于限制和转型措施。



当量，同BAU2相比，下降了81%。尽管公交车和电气化铁路的排放会有所增长，但是由于避免了大量小汽车出行，这一增长可以忽略不计，并且还可以节约大量能源。

结论

总之，至2050年，对绿色交通的投资可以降低8.4Gt CO₂的排放量，这与BAU2模式相比降低了68%。该绿色投资情景与国际能源署的低碳情景（BLUE Map）基本一致，都包括对传统内燃机的燃料效率改进，生物燃料约20倍的提升，以及燃料电池及混合动力车辆的开发和应用。在低碳情景中，国际能源署（IEA 2009b）认为，假设投入20万亿美元于新型车辆的开发，最终燃料效率提高也会带来20万亿的成本节约²⁸。如此看来，全球节能减排行动并不需要任何成本，但是需要对清洁和高效汽车投资的政策保障。

随着公交系统的发展，交通领域可以提供大量的工作岗位。模型估计结果表明，至2050年，绿色情景可产生高出BAU2情景10%的岗位数。尽管由于对私人小汽车的限制，绿色情景下的车辆（车辆生产和维修）相关的工作岗位可能较BAU2稍低，但仍会有所增长²⁹。在降低碳排放的同时，就业岗位数持续增加，而与BAU2情景相比，绿色交通平均每个工作岗位的碳排放强度可以下降70%左右，说明绿色交通投资在满足环保需求的同时，又可以拉动经济增长，并“绿化”³⁰ 就业市场。

28. 以2008年为基准年。

29. 注意：由于车辆维修所需的工作岗位维护无法精确估计，因此模型中并未完全将其纳入考虑。至于公共交通管理和运营相关的工作岗位数估计，模型利用欧盟的数据（剔除了拥有发达公交系统的法国和英国）作为世界平均水平。

30. 本章用到的量化环保型工作的方法可以帮助明确该工作的具体定义，如国际劳工组织（ILO）的工作人员。并且该方法的修正和完善将有利于向绿色经济的转型。

5 促成条件

促成条件是指保障向绿色经济顺利转型的投资环境和政策环境。统筹考虑全球最佳政策和相关技术的和谐环境有助于保障对绿色交通的投资。下文列出了发展绿色交通几个关键的促成条件，即：

- 制定有效的法律、规划和信息宣传；
- 建立健康的金融体系和经济调控模式；
- 推广技术应用；
- 加强制度执行力度。

经过漫长的时间，交通发展成为一个复杂的系统，并且受到多个其他行业的影响和制约（EEA 2008）。为实现绿色交通，我们需要综合考虑战略规划和政策落实。经合组织报告中详细列举了某些国家的实施案例并进行了扩展讨论（OECD 2002）。

5.1 有效的立法、规划和信息宣传

为有效实施限制、转型和改进策略，可以从多个方面入手，包括：

- 规划——通过合理规划城市用地和交通，减少出行需求和出行距离。合理规划可以提高绿色出行方式如公交、自行车和步行的吸引力以促进绿色交通的发展；
- 立法——可以限制某些机动车辆的使用，也可以影响车辆类别的选择及相关标准（通过对车辆状况和道路管理的双重约束）；
- 信息宣传——能够引导出行者的选择行为，使其向绿色、环保的方式转移；还可以改变驾驶员理念，降低燃料消耗；
- 经济手段——经济杠杆可以调控车辆类型、燃料、出行方式和出发时刻的选择等（详见5.2）。

表6提供了一些具体案例。综合使用多项政策可以提高其实施的有效性。例如，在限制停车或是收取高额停车费的同时，大力推动公交的发展，可以有效促使出行者由小汽车向绿色公共交通的转移。

对这些策略的进一步阐述见下文。

规划手段

良好的规划是实现可持续发展的基础。城市、区域和国家各个层面的统筹规划是绿色交通的先决条件，例如土地利用可以决定较长时期内的交通模式（见城市

篇）。

规划师通过调研将城市的生长模式归为几类。图11概括了6个最为典型的城市发展和现有增长模式。其中“紧凑型城市”（增加城市中心开发密度以适应人口增长的发展模式）和“走廊城市”（即公共交通为导向的发展模式）是最有利于可持续发展的两类模式。德国中等规模城市费莱堡是紧凑型城市的代表；而日本的东京是走廊城市的代表。许多发展中国家致力于建造公交和非机动化出行方式为导向的新城市³¹，墨西哥的阿瓜斯卡连特斯就是一个好的案例（Embarq no date）。另一方面，郊区蔓延导致的“边缘城市”模式必然会依赖于小汽车为主导的交通发展模式，这是行业隔离的传统规划方式的结果。

立法手段

由于交通需求的弹性较小，单单依赖经济调控手段（如调整燃油价格）无法有效改变消费者和生产厂商的理念。因此需要通过立法手段促进转型。Timilsina和Dulal（2009）认为在交通领域中与保护环境相关的法案主要包括：（1）燃料经济；（2）车辆排放程度；（3）燃料质量；（4）车辆检验制度以及（5）限制汽车使用或鼓励高占有率车辆。目前在许多国家尤其是发展中国家，尚未建立涵盖以上五个方面的完善的法律机制。表7列举了一些实施案例以供参考。

立法手段必须与经济手段相互协调，共同实现经济效率，避免政府失灵。立法必须具备可行性。否则，实施结果可能会与法案的初衷相悖。例如雅加达颁布了鼓励高占有率车辆的立法（市中心一辆车要三人共坐），但竟然滋生了专门提供陪乘服务以帮助驾驶员逃避罚单的非工作。

信息宣传手段

信息宣传手段可以引发出行者行为模式更深层的改变，使其选择环保的交通方式。具体形式包括：改变公众意识的绿色运动、出行管理、新车辆标记以及驾驶员培训等。

通过监督、解释和宣传机动化交通的经济、环境和社会影响，出行者可能会更加主动的选择与“限制、转型和改进策略”相一致的模式。在进行绿色交通宣传时，重点应该放在与居民息息相关的方面，如增进健康³²、降低出行成本、减少通勤时间和缓解压力等。

31. 发展中国家更易通过土地利用和城市规划来引导形成未来的交通模式，这是因为这些城市尚未定型，而且还没有形成小汽车为主导的社会形态。为了考虑到城市化进程中人口总量的增长，发展中国家的城市可以在城市规划阶段预先设定城市外缘边界，促进混合土地利用模式，在必要的情况下开发交通走廊的沿线用地。

32. 世界卫生组织提出了一种评价人力驱动出行方式的成本效益分析方法，题为：Methodological guidance on the economic appraisal of health effects related to walking and cycling. 下载地址：http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0007/87478/E90944sum.pdf.



图11：城市扩张模式分类图

资料来源: Newman et al. 1997

驾驶员教育和培训应重点关注“经济驾驶”技术，从而可以节省5-10%的燃料（ecodrive.org 2010）。这对于商业车辆业主来说特别有吸引力。

5.2 建立资金扶持和经济调控体制

为实现绿色交通投资的所有目标，应该改进现有的金融框架，并且创造适于绿色交通发展的市场条件。这个问题以及绿色交通与全球贸易的关系将在下文进行讨论。

绿色交通投资方向

交通是吸引政府和私人的投资热点（Sakamoto, in Leather et al. 2009），主要特征体现为：

- 交通基础设施主要来源于政府投资；
- 国际援助机构和国内政府机构偏好投资道路建设（尤其是州际高速公路）；
- 交通服务业中，非正规的私人小企业现象普遍；
- 对绿色交通的投资尚未受到重视。

为实现绿色交通，必须转变经济投资模式，如：

- 为绿色交通的各个层面提供充足的资金，包括技术开发、能力建设、运营、设施等，以便涵盖与绿

色交通相关的所有成本；

- 资源投入从不可持续模式逐步转移至绿色交通模式，多余的资金则调配到需要的领域；

- 各个级别的政府资金（国际级别：包括如政府开发援助和气候相关资金；国内和地方级别）协调用于发展绿色交通运输³³；

- 通过适当的市场操纵和经济激励机制可以使私人资金流向绿色交通，其实现形式多样，如公私合作模式用于项目投资和运营（例如快速公交系统）等；

- 不同来源的资金应相互协调，互为补充，而非相互独立，各自为政。

对绿色交通的投资体现在很多方面，不仅仅包括以上几个资金来源，还包括现有其他资源的利用。表8概括了其他途径并评估了其“限制、转型和改进策略”的贡献程度。

政府部门的资金通常是交通基础设施投资的主体，在发展中国家平均占52.9%（UNCTAD 2008）。首先会对交通投资按照可持续标准进行筛选，以便确定资金流向（SaKamoto 2009）。可以考虑成立一个国家绿色

33. 决策支持（例如项目评估）需要以实现绿色交通为目标。在交通项目投入实施之前，需要对其进行独立的环境影响分析。不同交通方式和部门之间也应该充分协商，相互协调。鼓励联合多个部门的横向项目可以有效整合土地利用、交通系统和社会服务等。

类型	限制	转型	改进
规划	高密度的土地开发 停车标准	整合公交规划、土地利用规划	优化网络规划 低碳化的电力资源规划
立法	交通法规和守则（如城市中心）	对停车和车辆类型的限制，重新分配道路空间	车辆标准（排放标准）、限速、生产过程的规范
信息宣传	重视交通出行的真实成本、机动化和市场的管理	意识到替代选择出行方式、机动化和市场的管理、合作机制	经济驾驶 公众意识协会 环保车辆标识化
经济	国家对低碳城市设计和规划的补贴	公私合营的公交系统（如快速公交系统和轻轨）、取消燃油补贴和燃油税、在道路建设时考虑非机动车交通	对清洁能源和车辆的财政激励、“旧车回收”项目（旧车/高污染车辆）

表6：实施限制、转型及改进措施的技术手段概述

资料来源：作者的估计

交通基金³⁴（类似于日本的道路基金，收入来源于燃料和车辆税）用于保证绿色交通的资金需求，同时还可以回收投入成本。

对交通的投资通常需要巨额资金，因此开始兴起公私合作模式。在发展中国家这种投资方式较为普遍，例如快速公交系统的运营。

可以通过建设-运营-移交（Build-Operate-Transfer）的方式吸纳私人资金，这一形式已经在发展中国家的大型建设项目中得到成功应用³⁵。

此外，大量的气候改善基金也可以用于绿色交通的投资。例如，全球环境基金（Global Environment Facility, GEF）在过去的20年里为交通筹集了26.75亿美元³⁶。气候投资基金（Climate Investment Fund, CIF）以及其清洁能源基金（Clean Technology Fund, CTF）也开始将交通列为工作重点。

对绿色交通部门的上述领域进行投资需要考虑以下几个问题（Sakamoto et al. 2009）：

- 确保投资目标是实现可持续交通；
- 资金的稳定性——确保项目长期、持续的实施；

34. 另外一种基金设立的方式为，在更大范围的“国家绿色投资基金”背景下调配所有行业（包括交通）的环保资源。

35. 关于交通领域中吸纳私人资金的实践指南，详见World Bank/ICA/PPIAF（2009）中的案例。

36. 截至2009年5月，总投资包括2.015亿美元的直接投资和24.7亿美元的共同融资。

立法措施	应用案例	效果	成功关键
燃油经济（限定每公里的耗油量）	美国公司平均燃油经济性（Corporate Average Fuel Economy, CAFE）标准	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1975-1995年燃油经济增长了50%（Greene 1998） ■ 至1985年增加就业数14万个（Dacy et al. 1980） ■ 节约燃油费用5,400万美元（1999年）（Geller et al. 1992） 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 不断提高标准的严谨性
车辆排放程度（规定排气管标准）	欧洲的EURO标准，对CO、HC、HC+NO _x 和PM值有严格限制	<ul style="list-style-type: none"> ■ 在1990-2007年，降低30%的交通PM排放，34%的酸化物排放，48%的臭氧破坏（EEA 2010） ■ 多个发展中国家也先后采用了类似标准 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 结合燃料经济标准、燃料质量标准和燃油税以提高能源使用率
燃油质量	在巴西等地逐步去除燃料中的铅和硫，逐渐使用生物燃料	<ul style="list-style-type: none"> ■ 减少由于吸入铅和硫造成的健康问题； ■ 降低燃料的碳浓度 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 政策导向 ■ 来自社会的压力
车辆检查	北京车辆检查和保养体系	<ul style="list-style-type: none"> ■ 降低了当地28%-40%的排放（Kebin and Chang 1999） 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 适时的强制执行并抵制腐败
限制车辆使用，鼓励车辆高占有率	德国的无车区，墨西哥的局部交通管制区、限速区等	<ul style="list-style-type: none"> ■ 提高生活质量，重建市中心的经济活动； ■ 减缓交通拥堵和空气污染 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 与当地企业和居民充分沟通

表7：常用评判指标

改编自Timilsina and Dulal 2009

基金来源	限制	转型	改进
交通行业			
燃油税	+++	++	+++
车辆税	++	++	++
停车收费	++	++	
道路收费	+++	+++	+
公共机构			
票价收入*		+	
公交补贴		+	+
营业税（如法国Versement Transport）		+	
土地税费	+++	++	
捐赠、贷款、退税	++	++	++
广告费		+	
私人投资	+	+	+++
绿色基金			
环境征税和补贴	+	++	++
清洁发展机制（CDM）	P	P	P
联合实施（JI）	P	P	P
国际排放贸易协会（IET）	P	P	+ / P
全球环境基金（GEF）	P	+	+
多边/双边基金	PPP	+ / PPP	+ / PP
绿色气候基金、快速启动资金	PP	PP	PP
+++：重要贡献；++：中等贡献；+：一般贡献； P：未来潜力较小；PP：未来潜力中等；PPP：未来潜力巨大 * 若运营企业为私人所有，则票价收入也归私人所有。 ** NAMAs与限制、转型和改进策略模式相互关联。			

表8：绿色交通的经济效益评价

改编于：Sakamoto 2009

专栏九：共享路权

联合国环境规划署的共享路权行动呼吁政府及捐助者对非机动车化交通设施进行投资，从而促进非机动车化交通的发展（道路项目中至少10%的经费用于非机动车化投资）。其重点放在思考模式的转变：要使使用者受益，就必须重新分配行人、自行车者、公交和机动车用户共享的道路空间和资源。对非机动车化交通设施的投资有利于环境（空气质量、温室气体排放）、发展（可及性、可购性）和安全（弱势群体的保护设施），同时还是构建资源节约和宜居城市的前提。共享路权行动与其他措施一起，为实现一个安全、低碳、可达、便捷的交通系统而努力（联合国环境规划署和国际汽车联合会基金，下载地址（即将上线）：www.unep.org/transport/sharetheroad）。

■ 有效性--确保资源最优化配置，减少交易成本；

■ 公平性--横向（即公平对待所有交通系统的用户）和纵向（即考虑不同收入的人群的需求，尤其是社会底层的弱势群体）；

■ 实践性--不仅在政策层面可操作，在技术层面也必需可操作，并且在具体实施时考虑当地实际情况和需求；

■ 可衡量性和透明度--监控减排资金分配使用情况，并评估项目效益。

价格制定及改革（能源成本、税收、补贴）

目前交通市场的价格被严重扭曲，主要表现在以下方面。首先，在计算交通成本时并未计入其外部成本（见第二节）。其次，许多国家对道路、燃料甚至车辆进行了补贴，且数额巨大。以欧盟为例，每年约4%的GDP用于此类补贴，相当于交通相关的总体税收收入。这就进一步鼓励了不可持续的交通模式，并严重阻碍了绿色交通的发展。另一方面，也有对大流量客运系统进行补贴的经济学论证。例如，Parry和Small（2007）研究表明发展公共交通可以减缓城市拥堵，形成规模经济效益（当火车和巴士的发车间隔缩短，则乘客在站台的等待时间也会缩短），这类情形

专栏十：气候基金对未来绿色交通的作用

在现有对气候变化存在争执的背景下，财政机构应当考虑到某些措施不一定适用于交通行业的发展，如清洁发展机制（Clean Development Mechanism, CDM）³⁷。在2012年发展规划框架下，国家减量行动计划（Nationally Appropriate Mitigation Actions, NAMAs）中提出了适用于发展中国家的一些应对措施，包括：

- 与交通有关的减量基金项目，如绿色气候基金；
- 一个扩大规模的、纲领性的清洁发展机制；
- 一个专门的交通机构（见2010年关于交通部门机构设置方法的提议 Bridging the Gap）；
- 其他潜在的能力建设或技术项目专项资金。

在发达国家，国家减量行动计划主要由财政部门支持，但是在具体实施时，需要通过信用机制（如CDM）的认可³⁸。

37. 自2010年10月起，已注册的2,400多个清洁发展机制项目中只有3个交通项目；正在进行的5,529个项目中仅有32个与交通相关。因此，交通领域只占不到预期核证减排量（Certificated Emission Reductions, CERs）的0.1%。资料来源：UNEP-Risoe Centre。

38. 根据联合国气候变化框架公约在墨西哥坎昆召开的第16届缔约国大会达成的协议，即发达国家应该为发展中国家国家减量行动计划的准备和实施提供援助，并且大会成立了为国家适当减缓行动（National Appropriate Mitigation Action, NAMAs）寻求经济、技术和能力建设支持的注册机构，NAMAs的框架也随之发生变动。国家减量行动计划原则上是为发展中国家而设。如Binsted et al. (2010)所指出的，许多发展中国家（截至2010年9月，43个发展中国家有26个签署了联合国气候变化纲要公约（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）纷纷加入了NAMAs的交通项目。下载地址：http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/913,828,NAMA_submissions_Summary_030810.pdf

是财政补贴的正面典型，应当继续进行。

为打破这一僵局，应该使用收费和税收等经济手段使用户承担一部分的外部成本。Hayshi 和 Kato (2000) 提出交通税收可以从三个层面实施，即车辆购买、车辆拥有和车辆使用（如燃料/里程数征税、道路使用费用和停车收费）。需要注意的是，车辆拥有和车辆使用不同。在许多发达国家，尤其在欧洲，车辆的高拥有量和限制使用并不冲突。例如，维也纳是欧洲车辆拥有率最高的城市之一，但是其公共交通的承担率也是最高的。欧洲的许多城市，在提供高质量公交服

专栏十一：燃油补贴-过渡性策略

新政策的实施和经济体制的转型必然会损害部分群体的利益，至少在短期内的影响是负面的。消除燃油补贴可能会更多地增加低收入群体的负担，因为他们无力支付高价的新型替代能源。联合国环境规划署（UNEP 2008b）认为针对低收入群体的补贴可以减轻这一影响。以印度尼西亚为例，在削减燃油补贴的同时，对社会弱势群体予以现金补贴，增加社会福利，诸如调整粮食价格和教育费用，从而收到较好的效果（Bank of Indonesia 2008）。

务和完善的非机动车交通设施的同时，对车辆使用（而非车辆拥有）进行征税，可以有效限制私人小汽车的使用。

价格变动可以促进绿色交通的发展。完全成本核算（Full-cost-priced）交通系统³⁹的收入可以用于绿色交通的投资。这种变动不一定通过增加税收来实现；改革现有的税收机制也可以有效降低拥堵并减少碳排放量。例如伦敦拥堵收费机制将此项收入用于提高城市公交服务的质量（见专栏十二）。对私人交通方式收费也可以促进公交系统的发展。

贸易额和环境可持续发展程度的关系较为复杂，需要从整体的角度进行评估。在某些情况下，从其他国家进口商品可能会减少碳排放量，例如自然生长会比温室培育更加环保。对于季节性的产品则建议生产和消费的本地化。

专栏十二：拥堵收费

拥堵收费，是指对进入严重拥堵区域的车收取一定的费用。从长远的角度来看尤其在发达国家，它是复杂的能源价格机制的重要组成部分。伦敦实行拥堵收费后，在2003-2004年间，交通量降低了15%左右（Green Fiscal Commission 2009）。《爱丁顿评论》（The Eddington Review 2006）强调在英国控制急剧增长的拥堵成本的重要性。这可能促进燃油税的改革（有时甚至降低燃油税），使其工作重点集中在特定方面，如减缓气候变化。

		重要程度*		
绿色交通目标	技术	2010	2020	2030
■ 改进能源效率； ■ 减少空气污染和温室气体排放； ■ 提高可再生能源的使用； ■ 减少不可再生能源的使用	■ 改进内燃机（ICEs）	+++	++	+
	■ 改进车辆技术（如置换材料，空气动力性能）	++	+++	+++
	■ 翻新技术	+++	+++	+
	■ 混合动力或电动车辆	+++	+++	++
	■ 纯电动汽车	++	+++	++
	■ 太阳能电动车	+	+	+
	■ 燃料电池汽车	+	+	+++
	■ 灵活燃料汽车	++	+++	+++
	■ 可替代能源技术：生物燃料，CNG，LNG，LPG1和氢燃料	+	+++	+++
	■ 非机动车辆	+++	+++	+++
	■ 公交系统	+++	+++	+++
	■ 智能交通系统	++	+++	+++
	■ 交通管理中的信息技术（智能设施）	++	+++	+++
	■ 电子/远程技术以减少交通需求	++	+++	+++
	■ 集中售票	+++	+++	+++
■ 废物减量； ■ 降低土地污染	■ 经济驾驶和速度控制	++	+++	+++
	■ 使用复合材料进行替代	++	+++	+++
■ 降低噪声污染	■ 回收技术	++	+++	+++
	■ 电动汽车，混合动力车辆	++	+++	+++
■ 安全	■ 消声器	+	++	++
	■ 车辆安全技术如轮胎压力监控，自适应巡航控制/碰撞减缓，紧急煞车辅助系统等	++	+++	+++

+++：核心；++：高度相关；+：一般
 1 Compressed natural gas (CNG)：压缩天然气；Liquefied natural gas (LNG)：液化天然气；Liquefied petroleum gas (LPG)：液化石油气

表9：支持绿色交通发展的各类技术汇总表
 作者基于IEA 2009的预测：Petersen et al. 2009

一个相关的问题就是交通车辆的交易。一方面，市场国际化有助于新技术的传播，包括绿色车辆。但另一方面，Davis和kahn（2009年）指出自由贸易协议，例如北美自由贸易协定（North American Free Trade Agreement, NAFTA）允许富裕国家向发展中国家输送二手车辆（这些车辆通常没有满足环境标准的要求），进而对环境产生不利影响。在这种情况下，需要制定统一的环境标准，消除由于标准的不同带来的环境危害⁴⁰。

5.3 确保技术的可转移性和可获取性

很多科技都与绿色交通紧密相关，如表9所示。传统的技术包括使用石油燃料作为车辆动力，但这却成为空气污染和温室气体排放的主要来源。先进的技术以提高能源效率为目标，将现有的石油燃料逐步转为使用可再生能源和清洁能源，改善公共交通和非机动化交通系统设施和服务，实行交通需求管理，从而减少传统技术带来的消极外部效应。

为了应对未来可持续交通发展的挑战，应继续大力开发新技术。国际商会（International Chamber of Commerce 2007）认为交通行业的技术开发应集中在以下几个方面：

1. 促进已有成熟技术的应用；
2. 逐步取缔低效技术的使用；
3. 支持高新技术的研究开发。

同时，需要及时将已经成熟的技术尽快投入商业化应用并广泛推广。车辆轻量化、停止-启动技术、低阻力技术、混合动力汽车等技术的推广可以使燃料经济的效益加倍。另外还可引进先进技术如电力和氢燃料汽车等（见专栏十三）。

40. 联合国环境规划署目前与清洁能源和车辆合作企业（Partnership for Clean Fuels and Vehicles, PCFV）致力于向发展中国家及转型国家输出二手车的行为规范研究。详见：www.unep.org/PCFV

技术可移植性/可获取性的要求

一般来说，发达国家的某些技术不能简单照搬到发展中国家。联合国环境规划署认为实现交通领域高新技术的可移植性需要（UNEP 2009）：

- 加速技术的开发和传播力度；
- 向已经成功完成技术移植的国家学习相关经验；
- 构建恰当的经济机制、知识体系和供应能力等进行有效支撑。

技术发展程度、经济机制、政治体制、意识形态和社会壁垒均可能成为阻止技术移植的障碍。联合国环境规划署（UNEP 2009）强调了经济和市场壁垒是其中最大的两项影响因素。未来交通领域的技术交流更多的应该发生在发展中国家之间，他们具有更加相似的经济背景，其经验更具备借鉴意义，如快速公交系统的发展经验。

为了促进技术移植程度的增长，需要在国家和州/地区层面上制定更加详细的技术发展计划。这类似于很多发展中国家的技术需求评估项目，在细化需求的同时也可以发现关键问题所在。

5.4 加强执行力度

为了转变投资理念和有效实施上述政策，必须加强国家层面及州/区域层面的立法和执法力度，具体包括：

- 国家层面的机构，如交通部（与财政部、环境部、能源部、城市发展部、卫生部密切合作）可以引导和促进投资模式向低碳环保的可持续交通转变，并且可以采用如税收和补贴等经济手段或限制机动车使用等法律手段打击或严格控制能源密集型的交通模式。
- 州/地区级别的机构，如市政交通机构在土地使用规划部门和其他地方性机构的协调配合下，能够协调城市土地利用与交通设施规划之间的关系、整合公共交通系统，同时配合使用拥堵收费、停车收费等交通需求管理措施（见5.1部分）。相互协调的城市交通机构系统发展可以借鉴新加坡的成功经验。

专栏十三：全球燃料经济计划

改进传统发动机效率（至少在短期内）是减少环境影响最为经济有效的方法之一（Mckinsey and Company 2009）。在此背景下，联合国环境规划署与国际能源署、国际运输高峰论坛（International Transport Forum, ITF）、国际汽车联合会共同成立全球燃料经济倡议组织（Global Fuel Economy Initiative, GFEI）⁴¹，致力于促进全球车辆的高效运行。GFEI提出，到2050年全球车辆燃油效率至少提高一倍以上，从而可以为改善气候状况和实现气候目标做出重要贡献。GFEI为各界代表包括汽车生产厂商、政府机构、国际组织及非政府组织提供了探讨小汽车燃料经济的空间和平台，同时也为制定清洁高效车辆的政策做出了努力。

能力建设有助于调整现有机构的职能，及时消除现存弊端，并可以构建新的机构填补空白。为促进绿色交通的发展，能力建设应加强以下几方面的工作：

- 提高国家和州/地区行政机构的管理能力，有效实施绿色交通措施，同时构建以可持续交通系统为目标的投资机制；
- 推出具体措施，实现公众理念转向环保高效的交通出行方式；
- 调动私人企业的积极性，实行公私合作管理模式，同时支持本地化的技术发展，提升技术研发能力；
- 采集和监控可以反映绿色交通进程的数据。

41. 见：<http://www.globalfuelconomy.org/>

6 结论

本报告着重讨论了当今以私人机动车为主导的交通出行模式所引发的许多社会、环境以及经济问题，主要体现在以下方面：

- 消耗全球一半以上的液态石油燃料；
- 排放近全球四分之一能源相关的CO₂；
- 是超过80%发展中国家城市的主要空气污染源；
- 每年超过127万起的交通死亡事故，主要发生在发展中国家；
- 严重的交通拥堵造成时间和生产力的浪费。

随着机动化进程的发展，这些总计超过地区或国家10% GDP的损失还将进一步增长。可见这是一种不可持续的发展模式。

因此，需要从根本上转变投资模式，主要原则如下：

- 限制或减少出行量，这可以通过整合土地利用和交通规划，以及生产和消费的本地化来实现；
- 转型为更为环保、高效的交通方式，例如公共交通、非机动化交通以及铁路或水运（针对货运）；
- 改进现有的燃料和车辆技术，使之更加清洁和高效。

模型和情景分析表明在全球范围内进行范式转移具有可行性；对绿色交通的投资能够有效降低全球交通领域70%的排放。但是，只有协调实施限制、转型和改进策略的三个方面，才能实现这一目标。

结合宏观经济模型的定量分析表明，即使对公共交通设施和车辆效率的改善只投入少量资金（约0.16-0.34%GDP），却可以降低27%-35%道路交通量（至2050年，与BAU场景相比），降低约30%私人小汽车的比例，减少16%-31%的油耗，降低5-8.1亿吨的碳排放（与BAU情景相比降低了38%-63%），并且提供的就业岗位数还会有所增长。大部分的绿色交通指标均证明其经济有效性--例如只需少量或不需任何额外投资就可以显著降低碳排放。

作为绿色经济战略的重要组成部分，绿色交通可以带来的收益包括：

- 绿色增长，降低城市拥堵、空气污染及其他成本；
- 创造就业，主要通过公交设施的建设和运营；
- 减少贫困，增加交通的可承受性，改善市场和其他基本设施的可达性。

此外，文章还提出了实现这些投资的必要条件：

- 政策，结合土地利用规划形成紧凑型城市或大运输量快速公交为主导的城市发展模式，立法（如燃油标准和车辆标准）及信息宣传教育可以促使出行者的理念（有益于健康和安全的出行活动，如自行车和步行）和出行方式转变。
- 财政投资的方向转向公交和非机动化交通，同时辅以强烈的经济刺激手段（如税收和收费），以促进可持续的消费模式和行为培育，从而保证绿色模式的商业可行性和经济吸引力；
- 绿色交通技术的开发和应用。

参考文献

- ADB. (2009). Transport Operations, Asian Development Bank, Manila. Available at: <http://www.adb.org/Transport/operations.asp>
- AITD. (2003). Socioeconomic Impact of National Highway Four-Laning Project. Asian Institute of Transport Development.
- Bank of Indonesia. (2008). Press release – Government explanation on government of Indonesia decree regarding the reduction of fuel subsidy and other related policies. Available at: <http://www.bi.go.id/web/en/Publikasi/Investor+Relation+Unit/Government+Press+Release/Fuel+Subsidy.htm>
- Binsted, A., Bongardt, D., Dalkmann, H. and Wemaere, M. (2010). What's next? The outcome of the climate conference in Copenhagen and its implications for the land transport sector. Available at: http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/611,556,Copenhagen_report_FINAL_Bridging.pdf
- Binsted, A., Davies, A. and Dalkmann, H. (2010). Copenhagen Accord NAMA Submissions Implications for the Transport Sector. Available at: http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/913,828,NAMA_submissions_Summary_030810.pdf
- Binswanger, H., Khandker, S. and Rosenzweig, M. (1993). "How Infrastructure and Financial Institutions Affect Agricultural Output and Investment in India." *Journal of Development Economics*, Vol. 41, pp. 337-336. Elsevier.
- Bongardt, D. and Schmid, D. (2009). Towards Technology Transfer in the Transport Sector: An Analysis of Technology Needs Assessments. Available at: <http://www.transport2012.org/bridging/ressources/documents/1/449,TechnoTransf.pdf>
- Bridging the Gap. (2010). Reducing Emissions through Sustainable Transport (REST). Available at: http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/817,Transport_sectoral_approach_18-08-20.pdf
- Button, K. (1993). *Transport Economics 2ED*. Edward Elgar, Cheltenham.
- CABE. (2007). "Paved with gold: The real value of good street design." Commission for Architecture and Built Environment. Available at: <http://www.cabe.org.uk/files/paved-with-gold.pdf>
- Cambridge Systematics. (2009). "Economic Impact of public transportation investment." Prepared for the American Public Transportation Association.
- CEU. (2002). "Environmental Impacts of Transport." Prepared by the Department of Environmental Sciences and Policy, Central European University. Available at: <http://web.ceu.hu/envsci/sun/EnvImpactsOfTransport.pdf>
- Chmelynski, H. (2008). National Economic Impacts per \$1 Million Household Expenditures (2006); Spreadsheet Based On IMPLAN Input-Output Model, Jack Faucett Associates. Available at: <http://www.jfaucett.com>.
- ClimateWorks. (2010). Global Transport Carbon Abatement Cost Curve. Available at: <http://www.climateworks.org/network/sectors/sector/?id=94067c68-ee84-8275-c566-f97a2f59b590>
- Commission of the European Communities. (2009). "Cost Estimate for S.1733 Clean Energy Jobs and American Power Act Clean Energy and Security Act." December 16, Washington, DC.
- Creutzig, F. and He, D. (2009). "Climate change mitigation and co-benefits of feasible transport demand policies in Beijing. Transportation Research Part D." *Transport and Environment*, Vol. 14, No. 2, March, pp. 120-131.
- Dacy, D.C., Kuenne, R.E. and McCoy, P. (1980). Employment impacts of achieving automobile efficiency standards in the United States. *Applied Economics* 12, 295-312.
- Dalkmann, H. (2009). "Policies for Low Carbon Transport" in Leather, J. and the Clean Air Initiative for Asian Cities Center Team. *Rethinking Transport and Climate Change – New Approaches to Mitigate CO₂ Emissions from Land Transport in Developing Asia*. Asian Development Bank, Manila. Available at: <http://www.adb.org/documents/papers/adb-working-paper-series/ADB-WP10-Rethinking-Transport-Climate-Change.pdf>
- Dalkmann, H., Bongardt, D., Sakamoto, K., Neuweg, I. and Avery, K. (2010). Formulating NAMAs in the Transport Sector: Kick-starting action. Available at: http://www.transport2012.org/bridging/ressources/documents/1/567,Guidance_on_Transport_NAMA.pdf
- Dalkmann, H. and Brannigan, C. in GTZ (2007). *Transport and Climate Change. Module 5e: Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities*. Available at: <http://siteresources.worldbank.org/EXTAFRSubsahtra/Resources/gtz-transport-and-climate-change-2007.pdf>
- Davis, L. and Kahn, M. (2009). *International Trade in Used Vehicles: The Environmental Consequences of NAFTA*.
- Dextre, J.C. (2009). *De la circulación a la movilidad*. Documento de trabajo, Área de Transporte de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- European Commission (EC). (2011). *Reducing emissions from the aviation sector*. Available at: http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/index_en.htm
- ECMT. (2004). *Assessment and decision making for sustainable transport*. European Conference of Ministers of Transport.
- Ecodrive.org. (2010). What is ecodriving? Available at: <http://ecodrive.org/What-is-ecodriving.228.0.html>
- The Eddington Review. (2006). "Transport's role in sustaining UK's Productivity and Competitiveness: The Case for Action". London.
- EDRG. (2009). *Job Impacts of Spending on Public Transportation: An Update*. Prepared for the American Public Transportation Association. Economic Development Research Group. Available at: http://www.apta.com/gap/policyresearch/Documents/jobs_impact.pdf
- EEA. (2000). *European Environment Agency Says Transport Sector Falling Short of Goals*, by Walsh, M. P in *Car Lines*, Issue 2000-3.
- EEA. (2008). *Beyond transport policy – exploring and managing the external drivers of transport demand*. European Environment Agency, Copenhagen. Available at: http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_12
- EEA. (2010). *Towards a resource efficient transport system, TERM 2009: Indicators tracking transport and environment in the European Union*. Copenhagen. Available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/towards-a-resource-efficient-transport-system>
- Embarq. (no date). *Aguascalientes – Housing. A New Urban Paradigm*. Available at: <http://www.embarq.org/en/project/aguascalientes-housing>
- Embarq. (2011). *Latin America – SIBRT*. Available at: <http://www.embarq.org/en/project/latin-americas-sibrt>
- FHWA. (2000). *Operations Story*. Federal Highway Administration, Washington, DC. Available at: <http://www.ops.fhwa.dot.gov/aboutus/opstory.htm>
- FIA Foundation, UNEP, IEA and ITF. (2009). *50by50: Global Fuel Economy Initiative*. Available at: <http://www.fiafoundation.org/50by50/pages/homepage.aspx>
- Foster, V. and Briceño-Garmendia, C. (2010). *Africa's Infrastructure – A time for Transformation*. Available at: <https://www.infrastructureafrica.org/aicd/flagship-report>
- Frazila, B. (2009). Unpublished report on transport and climate change.
- GEF. (2009). *Investing in Sustainable Urban Transport: The GEF Experience*. Global Environment Facility, Washington, DC. Available at: http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/Investing-Urban-Transportation_0.pdf
- Geller, H., DeCicco, J. and Laitner, S. (1992). *Energy efficiency and job creation: the employment and income benefits from investing in energy conservation technologies*. Report No. ED922, American Council for an Energy-Efficient Economy; Washington, DC.
- Greene, D. L. (1991). *Short-run Pricing Strategies to Increase Corporate Average Fuel Economy*. *Economic Inquiry*, 29, 101-114.
- Green Fiscal Commission. (2009). *The Case for Green Fiscal Reform: Final Report of the UK Green Fiscal Commission*. London.

- GTZ. (2002). Transport and Poverty in Developing Countries. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn. Available at: <http://www.gtkp.com/uploads/20091127-182046-6236-en-urban-transport-and-poverty.pdf>
- Hatfield, T. and Tsai, P. (2010). The Global Benefits of Phasing Out Leaded Fuel. California State University, Northridge, California.
- Hayashi, Y. (1989). Issues in Financing Urban Rail Transit Projects and Value Captures. Department of Civil Engineering, Nagoya University, Nagoya.
- Hayashi, Y. and Kato, H. (2000). A Model System for the Assessment of the Effects of Car and Fuel Green Taxes on CO₂ Emissions. Department of Geotechnical and Environmental Engineering, Nagoya University, Nagoya.
- ICC. (2007). Business perspectives on a long-term international policy approach to address global climate change. Department of Policy and Business Practices, International Chamber of Commerce, Paris. Available at: http://www.iccwbo.org/uploadedFiles/ICC/policy/Environment/ICC_Longer_term_paper_FINAL.pdf
- ICCT. (2009). A policy-relevant summary of black carbon climate science and appropriate emission control strategies, International Council on Clean Transportation, Washington, DC. Available at: http://www.theicct.org/pubs/BCsummary_dec09.pdf
- ICF International. (2009). Sub-Saharan Africa Refinery Project – Final Report. Available at: http://www.unep.org/pcfv/PDF/Final_Executive_Summary_6-08-09.pdf
- IEA. (2005). CO₂ Emissions from Fuel Combustion 1971-2004, International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2006). World Energy Outlook 2006, International Energy Agency, Paris. Available at: <http://www.worldenergyoutlook.org/2006.asp>
- IEA. (2008). Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies up to 2050. Part 1, Technology and the Global Energy Economy to 2050, International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2009a). World Energy Outlook 2009, International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2009b). Transport, Energy and CO₂: Moving towards Sustainability, International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2010). Energy Technology Perspectives, International Energy Agency, Paris.
- IMO. (2009). Prevention of Air Pollution from Ships. Marine Environment Protection Committee: 59th session. International Maritime Organization, London.
- Jacobs, G. and Aeron-Thomas, A. (2000). A review of global road accident fatalities. RoSPA Road Safety Congress, Plymouth, UK, 3 - 7 March 2000.
- Jacobs, G., Aeron-Thomas, A. and Astrop, A. (2005). Estimating global mortality and burden of disease, 2002-2030: data sources, methods and results. World Health Organization, Geneva.
- Kaczynska, M. (2009). Impact of transport on biodiversity and nature protection legislation. European Investment Bank Workshop May 2009. Available at: http://www.eib.org/attachments/general/events/brussels_15052009_impact-on-biodiversity.pdf
- Kebin, H. and Chang, C. (1999). Present and Future Pollution from Urban Transport in China. China Environment Series, 3, 38-50. Available at: <http://www.wics.si.edu/topics/pubs/ACF4BA.pdf>
- Khandler, S. Baakht, H. and Koolwal, G. (2009). "The poverty impact of rural roads: evidence from Bangladesh." Economic Development and Cultural Change, Vol. 57, Issue 4, pp. 685-722.
- King, J. (2007). The King Review of low carbon cars. Part I: the potential for CO₂ reduction, HM Treasury, Norwich. Available at: http://www.hm-treasury.gov.uk/d/pbr_csr07_king840.pdf
- Lambert, J. (2002). International Meeting on Acoustic Pollution in Cities. Madrid. Inrets-Lte, Cedex. Available at: <http://www.inrets.fr/ur/ite/publications/publications-pdf/Lambert-publi/Madrid-2002.pdf>
- Litman, T. (2009). Smart Transportation Economic Stimulation: Infrastructure Investments That Support Economic Development. VTPI. Available at: http://www.vtpi.org/econ_stim.pdf
- Litman, T. (2010). Win-Win Transportation Emission Reduction Strategies: Good News for Copenhagen.
- Liu, Z. (2005). "Transport Investment, Economic Growth and Poverty Reduction." Journal of Transport and Infrastructure, The Asian Journal, Vol. 12, No. 1, August. Available at: <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/340136-1152550025185/TransportGrowth&Poverty-ZL.pdf>
- Martínez Sandoval, A. (2005). Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica, (Urban traffic noise: Concepts, descriptive measures and economic value). La Revista Económica y Administración – Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia. Available at: http://dali.uao.edu.co:7777/pls/portal/docs/PAGE/UNIAUTONOMA_INVESTIGACIONES/REVISTA_ECONOMIK/NUMEROS/ECONOMIA2/RUIDO_0.PDF
- McKinnon, A. (2008). "The Potential of Economic Incentives to Reduce CO₂ Emissions from Goods Transport." Paper prepared for the 1st International Transport Forum on Transport and Energy: the Challenge of Climate Change. Leipzig, 28-30 May. Available at: <http://www.internationaltransportforum.org/Topics/Workshops/WS3McKinnon.pdf>
- McKinsey & Company. (2009). Roads toward a low-carbon future: Reducing CO₂ emissions from passenger vehicles in the global road transportation system. Available at: http://www.mckinsey.com/clientservice/ccsi/pdf/roads_toward_low_carbon_future.pdf
- McKinsey & Company. (2010). Impact of the financial crisis on carbon economics.
- Motor Trader. (2009). Scrappage schemes boost European Car Sales by 11.2 per cent in October. Available at: <http://www.motortrader.com/industry-news/car-dealer-news/29492-scrappage-schemes-boost-european-car-sales-rise-112-per-cent-in-october.html>
- Newman, P., Manins, P.C.L., Simpson, R., and Smith, N. (1997). Reshaping cities for a more sustainable future: exploring the link between urban form, air quality, energy and greenhouse gas emissions. Australian Housing and Urban Research Institute.
- North, D. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge University Press.
- OECD. (2002). Policy Instruments for Achieving Environmentally Sustainable Transport. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- OECD. (2009). Territorial Reviews: Toronto, Canada. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. Available at: <http://www.oecd.org/gov/regional/toronto>. Retrieved 12-10-2009.
- OEF. (2006). The Economic Contribution of the Aviation Industry in the UK. Oxford Economic Forecasting, Oxford. Available at: www.oef.com/Free/pdfs/Aviation2006Final.pdf
- Parry, I. and Small, K. (2007). Should Urban Transit Subsidies Be Reduced? Available at: <http://www.rff.org/documents/RFF-DP-07-38.pdf>
- Petersen, M., Sessa, C., Enei, R., Ulied, A., Larrea, E., Obisco, O., Timms, P. and Hansen, C. (2009) Report on Transport Scenarios with a 20 and 40 Year Horizon, Final report. Available at: http://ec.europa.eu/transport/strategies/studies/doc/future_of_transport/2009_02_transvisions_report.pdf
- Rapuano, K.W, Rochow, J., and Garcia-Costas, A. (1997). Myths and Realities of Phasing Out Leaded Gasoline. Alliance To End Childhood Lead Poisoning. Washington, DC. Available at: <http://www.unep.org/pcfv/PDF/Pub-AECLP-Myths.pdf>
- Reitveld, P. and Stough, R. (2004). "Institutions, regulations and sustainable transport: A cross national perspective". Transport Review, Vol. 24, No. 6, pp.707-719, November.
- SACTRA. (1997). Transport and the economy: summary report. The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment. Available at: <http://www.cipra.org/alpknowhow/publications/sactra/sactra1>
- Sælensminde, K. (2002). Walking and Cycling Track Networks in Norwegian Cities: Cost-Benefit Analysis Including Health Effects and External Costs of Road Traffic. Institute of Transport Economics, Oslo. Available at: www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%D81%20rapporter/2002/567-2002/sum-567-02.pdf
- Sakamoto, K. (2009). in Leather, J. and the Clean Air Initiative for Asian Cities Center Team. Rethinking Transport and Climate Change – New Approaches to Mitigate CO₂ Emissions from Land Transport in Developing Asia, Asian Development Bank, Manila. Available at: <http://www.adb.org/documents/papers/adb-working-paper-series/ADB-WP10-Rethinking-Transport-Climate-Change.pdf>

- Sanchez-Triana, E., Ahmed, K., and Awe, Y. (2007). "Environmental Priorities and Poverty Reduction – A Country Environmental Analysis for Colombia." World Bank, Washington, DC. Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/08/13/000020953_20070813145440/Rendered/PDF/405210Env0prio101OFFICIALOUSE0ONLY1.pdf
- Sewill, B. (2005). Fly now, grieve later: How to reduce the impact of air travel on climate change. Aviation Environment Federation, London. Available at: <http://www.aef.org.uk/downloads/FlyNowFull.pdf>
- STPP. (2004). Setting the Record Straight: Transit, Fixing Roads and Bridges Offer Greatest Job Gains. Surface Transportation Policy Project. Available at: www.transact.org/library/decoder/jobs_decoder.pdf
- The Telegraph Business Club and IBM. (2009). "Future Focus: Travel." The Telegraph Business Club and IBM, June. Available at: https://www-304.ibm.com/businesscenter/cpe/download0/177501/IBM_White_Paper_3.pdf
- Texas Transportation Institute. (2010). Urban Mobility Report 2010. Available at: http://tti.tamu.edu/documents/mobility_report_2010.pdf
- Timilsina, G. and Dulal, B. (2009). A Review of Regulatory Instruments to Control Environmental Externalities from the Transport Sector. Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2009/03/17/000158349_20090317095252/Rendered/PDF/WPS4867.pdf
- UITP (International Association of Public Transport) database (2005). A Panorama of Urban Mobility Strategies in Developing Countries, presentation at the World Bank on 5 September 2006 by Hubert Metge and Aurélie Jehanno of Systra. Available at: <http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1122908670104/1504838-1157987224249/2SYSTRA1.pdf>
- UNCTAD. (2008). World Investment Report 2008. United Nations Conference on Trade and Development, Geneva. Available at: www.unctad.org/en/docs/wir2008_en.pdf
- UNECE. (2009). Working together for Sustainable and Healthy Transport: Guidance on Supportive Institutional Conditions for Policy Integration of Transport, Health and Environment, United Nations Economic Commission for Europe, Geneva. Available at: <http://www.unece.org/thepep/en/publications/WorkingTogether.Guidance.en.pdf>
- UNEP. (2008a). Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world Part II – Employment Impacts: Transportation. United Nations Environment Programme, Nairobi. Available at: http://www.unep.org/labour_environment/PDFs/GreenJobs/UNEP-GreenJobs-E-Bookp148-171-Part2section3.pdf
- UNEP. (2008b). Reforming Energy Subsidies – Opportunities to Contribute to the Climate Change Agenda. United Nations Environment Programme, Nairobi. Available at: http://www.unep.org/pdf/pressreleases/reforming_energy_subsidies.pdf
- UNEP. (2008c). Toolkit for Clean Vehicles Fleet Strategy Development, United Nations Environment Programme, Nairobi. Available at: <http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit>
- UNEP. (2009). Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009. Analysis of trends and Issues in the financing of renewable energy and energy efficiency. United Nations Environment Programme, Nairobi. Available at: <http://www.sefi.unep.org>
- UNEP. (2010). Driving a Green Economy Through Public Finance and Fiscal Policy Reform. United Nations Environment Programme, Nairobi. Available at <http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/30/docs/DrivingGreenEconomy.pdf>
- UNEP and FIA Foundation (Forthcoming). Share the Road Initiative Report. Will be available at: <http://www.unep.org/transport/sharetheroad>.
- UNEP Risoe Centre. (2010). CDM Pipeline overview. Copenhagen. Available at: <http://cdmpipeline.org/publications/CDMpipeline.xlsx>
- UNESCAP, UN-ECLAC, and Urban Design Lab. (2010). "Are We Building Competitive and Liveable Cities? Guidelines on Developing Eco-efficient and Sustainable Urban Infrastructure in Asia and Latin America." United Nations Economic and Social Commission for Asia and Pacific, United Nations Economic Commission for Latin America and Caribbean, and Urban Design Lab. Available at: http://www.unescap.org/esd/environment/infra/documents/UN_Sustainable_Infrastructure_Guidelines_Preview.pdf
- U.S. Department of Transportation. (2009). Car allowance rebate system. Washington, DC. Available at: <http://www.cars.gov/faq>
- Vanderschuren, M. (2003). Optimising Settlement Location Planning in Cape Town. University of Cape Town, Cape Town.
- Van de Walle, D. (2002). "Choosing Rural Road Investments to Help Reduce Poverty". World Development, Vol. 30, No.4, pp.575-589.
- Veolia Transport, International Association of Public Transport (UITP) and UNEP. (2009) Strategies to bring land transport into the climate change negotiations: Discussion Paper.
- VTPI. (2007). Transportation Cost and Benefit Analysis II – Barrier Effect. Victoria Transport Policy Institute, British Columbia. Available at: <http://www.vtpi.org/tca/tca0513.pdf>
- VTPI. (2010). Economic Development Impacts: Evaluating Impacts On Productivity, Employment, Business Activity and Wealth. TDM Encyclopaedia. 13 December. Victoria Transport Policy Institute, British Columbia. Available at: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm54.htm>
- WBCSD. (2004). Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability. World Business Council for Sustainable Development, Geneva. Available at: <http://www.wbcsd.org/web/publications/mobility/mobility-full.pdf>
- Weisbrod, G. and Reno, A. (2009). Economic Impact of Public Transportation Investment. Prepared for American Public Transportation Association. Available at: http://www.apta.com/resources/reportsandpublications/Documents/economic_impact_of_public_transportation_investment.pdf
- Weisbrod, G., Vary, D. and Treyz, G. (2003). Measuring the Economic Costs of Urban Traffic Congestion to Business. Available at: <http://www.edrgroup.com/pdf/weisbrod-congestion-trr2003.pdf>.
- WHO. (2008). Economic valuation of transport-related health effects. Review of methods and development of practical approaches, with a special focus on children. World Health Organization, Geneva. Available at: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/53864/E92127.pdf
- WHO. (2009a). Global status report on road safety. World Health Organization, Geneva. Available at: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/en/
- WHO. (2009b). Night noise guidelines for Europe. World Health Organization, Geneva. Available at: <http://www.euro.who.int/document/e92845.pdf>
- World Bank. (2001). Cities on the move: a World Bank urban transport strategy review. Washington, DC. Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/cities_on_the_move.pdf
- World Bank. (2007). A decade of action in transport – an evaluation of World Bank assistance to the transport sector, 1995-2005. Washington, DC. Available at: <http://go.worldbank.org/FQPZR5DCN0>
- World Bank. (2009). Low-Carbon Development for Mexico. Washington, DC. Available at: <http://siteresources.worldbank.org/INTMEXICO/Resources/MEDECEExecutiveSummaryEng.pdf>
- World Bank/ICA/PPIAF. (2009). Attracting Investors to African Public-Private Partnerships: A Project Preparation Guide. World Bank, The Infrastructure Consortium for Africa, and Public-Private Infrastructure Advisory Facility.





旅游

为提高能源与资源效率进行投资

本章与世界旅游组织合著



致谢

本章统筹协调作者：**Lawrence Pratt**，哥斯达黎加阿拉胡埃拉 INCAE 商学院拉美竞争力与可持续发展中心（CLACDS）主任。

主要作者还包括：**Luis Rivera**，经济学顾问；**Amos Bien**，可持续旅游顾问。

感谢联合国环境署 **Nicolas Bertrand** 对本章的撰写进行统筹管理，包括组织同行评审、与合著作者商定修改事宜、材料补充，以及完成最后的定稿工作。**Derek Eaton** 对本章的模型部分进行了审阅与校订。本章与世界旅游组织合作完成。该组织的项目经理 **Luigi Cabrini** 是可持续旅游项目的执行主任。

为本章提供技术背景文件和其他材料的主要作者包括：马来西亚沙巴大学的 **James Alin**；印度喜马偕尔邦政府的 **Ravinder Batta**；英国斯特拉斯克莱德大学的 **Tom Baum**；美国犹他大学国际生态旅游协会美国董事会的 **Kelly Bricker**；加拿大可持续旅游研究中心的 **Rachel Dodds**；毛里求斯科技大学的 **Ramesh Durbarry**；希腊克里特教育技术学院的 **Ioanna Farsari**；英国 TEAM 旅游咨询公司的 **Carolyn George**；瑞典隆德大学的 **Stefan Gössling**；澳大利亚南十字星大学的 **Gui Lohmann**；巴西圣保罗州政府的 **Anna Karla Moura**；马来西亚沙巴大学的 **Awangku Hassanah Bahar Bin Pengiran Bagul**；荷兰布雷达大学的 **Paul Peeters**；美国犹他大学的 **Philip Sarnoff** 和 **Jeremy R. Schultz**；

加拿大滑铁卢大学的 **Daniel Scott**；南非 **Spenceley** 旅游和发展咨询公司的 **Anna Spenceley**；英国 TEAM 旅游咨询公司的 **Davina Stanford**；自由职业顾问 **Louise Twining-Ward**；加拿大 WILD 国际旅游业咨询公司的 **Carolyn Wild**。技术背景材料的准备工作是由英国 TEAM 旅游咨询公司的 **Carolyn George** 和 **Davina Stanford** 合作完成。附加材料是由千年研究所的 **Andrea M. Bassi**，**John P. Ansah** 和 **Zhuohua Tan** 以及国际劳工组织的 **Wolfgang Weinz** 和 **Ana Lucía Iturriza** 提供。

同时，也感谢对本书稿提出宝贵意见和建议的个人和同行，他们是联合国环境规划署的 **Stefanos Fotiou**；隆德大学 **Stefan Gössling**；联合国世界旅游组织的 **Sofia Gutierrez**；乔治·华盛顿大学的 **Donald E. Hawkins**；联合国世界旅游组织的 **Marcel Leijzer**；可持续发展旅游国际组织的 **Brian T. Mullis**；联合国环境规划署的 **David Owen**；联合国环境规划署的 **Helena Rey de Assis**；热带雨林保护联盟的 **Ronald Sanabria Perera**；世界自然保护联盟的 **Andrew Seid**；滑铁卢大学的 **Daniel Scott**；世界自然保护联盟的 **Deirdre Shurland**；环境商业和发展集团的 **Richard Tapper**；联合国世界旅游组织的 **Zoritsa Urosevic**。同时也感谢联合国环境规划署技术、工业和经济处（DTIE），可持续消费和生产处，商品服务司（主管 **Charles Arden Clarke**）对本章撰写工作给予的指导和帮助。

目录

关键信息	390
1 引言	392
1.1 绿色经济中的旅游业	392
2 绿色经济中旅游业的机遇和挑战	393
2.1 挑战	393
2.2 机遇	395
3 绿色旅游业的投资案例	397
3.1 旅游业的消费比例	397
3.2 雇佣劳工的利益	397
3.3 当地经济发展和消除贫困	397
3.4 环境效益	400
3.5 文化遗产	402
3.6 建立旅游模型	402
4 克服阻碍：促成条件	404
4.1 私营导向	404
4.2 旅游景点的规划和发展	405
4.3 财政政策和经济手段	406
4.4 对绿色旅游投资的融资	407
4.5 地方投资	408
5 结论	409
附录1：行业经济状况	410
附录2：可持续发展旅游业战略领域中的驱动力和相关问题	411
附录3：模型假设	413
参考文献	415

图目录

图1：世界国际旅行者人数 395
图2：马来西亚丹戎彭尤鲁住宿与旅游收入的贡献关系 399

表目录

表1 旅游业就业收益增值率 398
表2：2008年旅游业对哥斯达黎加贫困率影响程度 399
表3：马来西亚旅游业收入（PPI）的崩溃以及有利于穷人收入的贡献 399
表A1-1：根据国家旅游业的经济相关性 410
表A2-1：可持续发展旅游业战略领域中的驱动力和相关问题 411
表A2-1：可持续发展旅游业战略领域中的驱动力和相关问题 412

专栏目录

专栏一：旅游业及本土社区的水资源消费 394
专栏二：对促进能源效率和节约能源的投资 400
专栏三：加强保护区网络建设 401
专栏四：绿色旅游项目所带来的财政成本回报 402
专栏五：文化地区不同的经济贡献值 402

缩略语表

ACIF	Amazon Carbon and Biodiversity Investment Fund	亚马逊碳与生态多样性投资基金
BAU	Business-as-usual	常规（情景）
CBD	Convention on Biological Diversity	生物多样性公约
ECLAC	Economic Commission for Latin America and the Caribbean	拉丁美洲与加勒比海经济委员会
CESD	Center on Ecotourism and Sustainable Development	生态旅游与可持续发展中心
CO ₂	Carbon dioxide	二氧化碳
CSR	Corporate social responsibility	企业的社会责任
DFI	Development Finance Institutions	发展金融机构
DMO	Destination Management Organization	目的地管理机构
ERT	Environment-related tourism	环境相关旅游业
EU	European Union	欧盟
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	联合国粮食农业组织
FDI	Foreign Direct Investment	外国直接投资
FONAFIFO	Costa Rica's National Forestry Financing Fund	哥斯达黎加国家林业融资基金
G2	Green Scenario 2	绿色情景
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GEF	Global Environment Facility	全球环境基金
GER	Green Economy Report	绿色经济报告
GFANC	German Federal Agency for Nature Conservation	德国联邦自然保护署
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GSTC	Global Sustainable Tourism Criteria	全球可持续旅游业标准
IEA	International Energy Agency	国际能源署
ILO	International Labour Organization	国际劳工组织
IPA	Investment Promotion Agency	投资促进局
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
ITF-STD	International Task Force on Sustainable Tourism Development	国际可持续旅游发展行动小组
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国际自然保护联盟
LDCs	Least Developed Countries	最不发达国家
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development	经济合作与发展组织
PES	Payment for Ecosystem Services	生态系统服务付费
PPI	Pro-poor income	扶贫收入
RM	Ringgit Malaysia, currency of Malaysia	林吉特（马来西亚货币单位）
ROI	Return on investment	投资回报率

SIFT	Sustainable Investment and Finance in Tourism	旅游业可持续发展投资与金融
SME	Small and medium-sized enterprise	中小型企业
SNV	Netherlands Development Organization	荷兰发展组织
SPAN	Strengthening the Protected Area Network	加强自然保护区网络
ST-EP	Sustainable Tourism for Eliminating Poverty Initiative	推动消除贫困的可持续旅游业计划
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity	生态系统与生物多样性经济学
TIES	The International Ecotourism Society	国际生态旅游协会
TPRG	Tourism Planning Research Group	旅游规划研究小组
TSA	Tourism Satellite Account	旅游卫星账户
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification	联合国防治荒漠化大会
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	联合国贸易和发展会议
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
UNEP FI	United Nations Environment Programme Finance Initiative	联合国环境规划署金融行动机构
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	联合国科教文组织
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
UNWTO	World Tourism Organization	联合国世界旅游组织
VFR	Visiting Friends and Relatives	走亲访友计划
WEF	World Economic Forum	世界经济论坛
WTP	Willingness to Pay	支付意愿
WTTC	World Travel and Tourism Council	世界旅行及旅游业理事会
WWF	World Wide Fund for Nature	世界自然基金会

关键信息

1. 旅游业作为世界经济增长驱动因素的潜力显著。旅游经济占世界国内生产总值（Gross Domestic Product, GDP）的5%，旅游业的从业人数约占世界总就业人数的8%。国际旅游业以每年1万亿美元产值在全球出口总值排名中位列第四（仅次于燃料、化学品以及汽车产品），占世界商业服务出口的30%，全球出口总额的6%。据估算，每年约有40亿人次的国内游客。而2010年全球约有9.4亿人次的旅游客流量。在全球超过150多个国家中，旅游业是五个主要收入来源之一。其中，在60个国家中，它是首要收入来源。旅游业也是三分之一的发展中国家和一半的最不发达国家（Least Development Country, LDC）外汇收入的主要来源。

2. 旅游业发展面临的重大挑战。国际和国内旅游业正快速增长，距离远、周期短的旅行趋势，以及能源密集型交通方式的偏好，都增加了旅游业对不可再生能源的依赖，使得旅游业温室气体（Greenhouse gas, GHG）的排放量占全球排放量的5%，并将在常规经济（Business-as-usual, BAU）情景下仍会保持增长。除此之外，旅游业发展还面临其他方面的挑战，包括水资源的过度消耗（与居民生活用水的使用量相比）；未经处理的污水排放；废物的产生；当地的陆地和海洋生物多样性的破坏以及对文化、建筑文物和传统的威胁。

3. 绿色旅游业具有创造新的绿色就业机会的潜力。旅行和旅游业是人力资源密集型的行业，这一行业直接和间接地雇用了全球8%的劳动力。据估计，在旅游业相关的经济行业中，核心旅游业中的一个工作可以创造1.5个额外的、与旅游业相关的其他工作。涉及到能源、水和废物处理系统效率改善的绿色旅游业，将会增加当地劳动就业率和资源采购，并且给以旅游业为导向的当地文化和自然环境带来重大机遇。

4. 旅游业的发展可以支持地方经济和减少贫困。旅游对当地经济的影响力由旅游消费在当地经济中的份额，以及在当地经济中所产生的间接经济活动量所决定。增加地方社区在旅游业价值链中的参与，尤其是穷人的参与，能够促进当地经济的发展和减贫。例如，在巴拿马，当地家庭可以得到旅游总收入的56%。社区受益和减贫的效果将在很大程度上取决于对旅游需求中“本地提供”所占的比例，如产品、劳务、旅游服务以及越来越多的能源、用水效率和废物处理等“绿色服务”。越来越多的证据表明，在农村地区实施更为可持续发展的旅游业可以对减贫产生更为积极的影响。

5. 投资绿色旅游业可以减少能源、水资源和废物产生和处理的成本，提高生物多样性、生态系统和文化遗产的价值。已经证明，对能源效率的投资可在较短的投资期内获得巨大的回报。优化废物管理可为旅游业节省开支，创造就业机会并提高旅游景点的吸引力。相对于为人类提供生存所必要的生态服务系统和经济活动基础的森林、红树林、湿地以及珊瑚礁所在的沿海地区的价值，人类在环境保护和恢复方面的投资需求是较小的；在许多情况下生态系统对于游客的价值依然被低估。对于文化遗产（可持续性旅游业中最大的消费需求单体）的投资是其中最重要并且通常是有利可图的投资项目。与BAU模式相比，旅游业在绿色经济投资的情况下对GDP增长的贡献更大，而且具有显著的环境效益，包括用水量减少18%，能源使用减少44%和CO₂排放量减少52%。

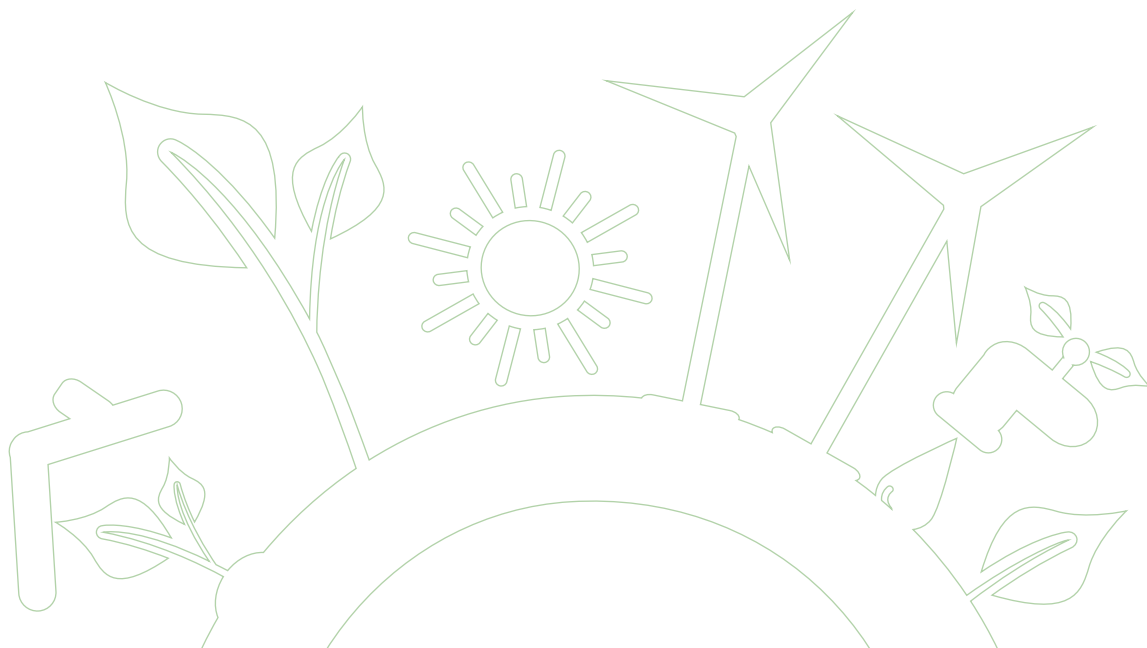
6. 游客对绿色旅游业的需求。今天，三分之一以上的旅客更倾向于选择有利于环保的旅游方式，并且愿意为此支付2%-40%的额外费用。传统的大众旅游已经达到了稳定增长的阶段。相比之下，生态旅游、自然、文化遗产、文化和“软探险”旅游转而引领未来二十年内本行业的迅速发展。据估计，全球生态旅游支出的增长率将高于全行业平均增长率。

7. 私营企业，特别是小企业，有必要动员起来支持绿色旅游。旅游行业涉及到各种不同的部门。绿色旅游的理念主要存在于大型企业中。规模较小的企业大多处于这一领域之外，不同的企业群体之间相互联系甚少。那些用于改善中小型旅游企业的具体机制和措施只有在可行性项目的支持下才能更有效的发挥作用。诸如全球可持续旅游标准（GSTC）等可持续性旅游业认可标准的推广和广泛使用，可以帮助企业提高可持续发展能力，包括资源利用效率，帮助吸引更多的投资和客户。

8. 绿色旅游的主要经济潜力在中小型企业（Small and medium-sized enterprises, SMEs），需要为绿色旅游业提供更好的融资渠道。旅游企业大部分是中小型企业，它们有望从绿色战略中获得更多收入和机会。然而，对于这些企业来说，限制发展的最大也是唯一的因素就是缺乏融资渠道。各国政府和国际组织可以通过对当地经济和减贫投入的重视为这些重要的企业提供资金流动的便利。公私合作伙伴关系可以分散大型绿色旅游投资的成本和风险。除了减少行政事业性收费，为绿色旅游项目提供优惠利率等实物支持以外，诸如技术、市场营销或工商管理方面的支持等，对绿色旅游业的发展也能起到一定作用。

9. 目标规划和发展战略是实施绿色旅游业的第一步。在发展旅游业战略上，当地政府、社区和企业需要与负责环境、劳工、农业、交通、卫生、金融、能源、安全以及其他相关领域的部门建立协调机制。对于区域划分，保护区建立，环境规则和法规，劳动法规，农业标准和卫生要求的制定，特别是涉及到能源，排放，水，废物和卫生的这些部门必须提出清晰明确的要求。

10. 政府投资和政策可以影响私营企业在绿色旅游业方面的行动。政府在公共物品，如保护区、文化资产、节约用水、废物管理、环境卫生、公共交通和可再生能源基础设施方面的开支，可以减少私营企业对绿色旅游的投资成本。政府还可以采用税收优惠和补贴等方式鼓励对绿色旅游业的私人投资。例如，可以对于那些“绿色”设备购置或“绿色”技术给出有时限的补贴，这些设备和技术主要用以减少浪费、鼓励提高能源和用水效率，保护生物多样性和加强与地区商业及社区组织之间的联系。与此同时，资源和能源的使用以及废物的产生，需要正确的定价，以反映其真实的社会成本。



1 引言

本章从经济角度为绿色旅游业投资提供参考案例，为如何调动此类投资提供指南。本章写作的目的是鼓励决策者支持增加对绿色旅游业的投资。本章介绍了对绿色旅游业的投资如何在促进经济繁荣和强劲增长、提供体面的就业机会、扶贫、提高资源使用效率以及减少环境退化等方面所做的贡献。

越来越多的证据表明，绿色旅游业可以为所在国及其国内社区的经济、社会和环境等方面带来诸多利益（Mill and Morrison 2006, Rainforest Alliance 2010, World Economic Forum 2009a, Klytchnikova and Dorosh 2009）。旅游业在创造就业机会，改善民生和推动可持续发展等方面的潜力是巨大的。根据2010联合国贸易暨发展会议（UNCTAD 2010）报告提出，旅游业收入占发展中国家外汇收入的三分之一，占最不发达国家外汇收入的二分之一。

本章从解释何谓绿色旅游业开始，论述绿色旅游业面临的挑战和机遇。随后讨论了绿色旅游业的发展目标以及对于区域绿色旅游投资的经济增长潜力，包括依据建模工作所得到的结果。最后，本章介绍了实现绿色旅游业的重要条件。

1.1 绿色经济中的旅游业

绿色经济中的旅游业是指在社会，经济，文化和环境背景中可以不受限制地保持或可持续的旅游活动，即“可持续旅游”。可持续的旅游并不是一种特殊的旅游形式，而是所有形式的旅游都可能争取实现更大程度的可持续发展（UNEP and UNWTO, 2005）。这里应明确区分生态旅游和可持续旅游两个不同的概念：“生态旅游本身是指旅游业的一部分活动注重环境的可持续性；而可持续发展的原则应适用于所有类型的旅游活动、机构和项目等，包括各种常规和替代形式”¹。

可持续旅游业涉及到诸多政策、实践形式和项目内容。这些方面除了要考虑到游客对于自然资源管理的期望或

需求，还要考虑到那些支持或者受到旅游业项目或相关环境影响的社区的需要²。因此，可持续的旅游应该拥有更高效的能源利用率和环境友好的特点（例如，使用环境可再生能源）。此外，可持续的旅游还应该努力减少水资源消耗，减少废物产生量，保护生物多样性、文化遗产以及传统价值观，支持不同文化之间的理解和宽容，为地方创造收入以改善生计和减少贫困，构建一体化的地方社区。通过旅游业的“可持续化”可为当地社区带来收益并强化人们对于自然资源可持续利用的意识和支持力度。本章中，旅游业的可持续性概念和运作框架是建立在全球可持续旅游业标准（Global Sustainable Tourism Criteria, GSTC）基础上。GSTC是国际旅游企业形成的最低评估标准。旅游企业应遵循该标准实现旅游业的可持续发展³。本章中采用一组基于GSTC的关键变量评价旅游业的“绿化”效果。

旅游业的可持续性发展极大地促进了传统旅游业的繁荣，同时也促进了一些自然、文化和社会资源相对较集中的小范围地区自然、文化和区域资源的改善和优化。而后者，作为全行业的一部分，其效果的不断显现和扩大，可以对生物多样性的保护和农村减贫工作带来特别积极的影响。然而，对传统和大众绿色旅游业进程影响最大的因素是资源的利用和管理方式，以及经济增长的外溢现象和弱势群体等。

1. 国际生态旅游年2002，请见http://www.unep.fr/scp/tourism/events/iey/pdf/iey_leaflet_text.pdf。

2. 国际劳工组织认为可持续性旅游业由三大支柱组成：社会正义、经济发展和环境完整性。旅游业应致力于使旅游业对当地经济的贡献作用最大化从而促进地方经济的不断繁荣，其中包括本地可支配的游客支出。旅游业应该在不影响当地环境和文化的前提下，努力提高地方旅游业的灵活性和竞争力，以保持旅游业长期获利。

3. 全球可持续旅游标准是由超过40个GSTC的组织成员倡议制定而成的广泛准则的一部分，凝聚40多个组织通力协作，以培养提升对于可持续发展旅游业的实践理解和可持续旅游业准则的实际应用。这是由雨林联盟（Rainforest Alliance），联合国环境规划署（United Nations Environment Programme, UNEP），联合国基金会和联合国世界旅游组织（United Nations Foundation and the United Nations World Tourism Organization, UNWTO）发起的。详见www.gstcouncil.org/resource-center/gstc-criteria.htm。

2 绿色经济中旅游业的机遇和挑战

2.1 挑战

旅游业正面临大量与可持续发展相关的重大挑战。这些挑战需要通过旅游业的绿色革新来解决，主要包括：一，能源以及温室气体的排放；二，水资源的消耗；三，废物处理；四，生物多样性缺失；五，文化遗产的有效管理和经营。

能源以及温室气体排放

旅游行业不断增长的能源消耗量，特别是在旅行和住宿等部门，以及对化石燃料的过分依赖所导致的全球温室气体排放量上升，这些都对气候变化以及经济增长产生了重大影响。以下几个因素导致了旅游业能源消耗量的增加，包括：国际、国内旅游者人数的增加；人们趋向于在短时间内进行长途旅行；更偏爱耗能量的交通方式（例如更多乘坐飞机和私人汽车而非火车和公交车，并且倾向于乘坐头等舱和商务舱而非经济舱（Peeters et al. 2010）。旅游业的可持续性和竞争力，部分取决于能源效率（即减少能源使用总量），更广泛地使用可再生性资源。

除交通外，住宿是旅游业最密集的能源消耗部分，它包括供热、制冷、照明、烹饪（在餐馆里）、清洁、游泳，以及在热带和干旱地区海水淡化等对能源的需求。简而言之就是住宿条件越奢侈，能源消耗量就越大。大量研究表明，在旅馆中旅客的人均能源消耗量为每人每天25-284 MJ（Peeters et al. 2010）。与旅游相关的交通能源消耗量和旅游方式有关。例如，长途汽车、铁路、私家车、公交车、飞机、游艇的能源消耗强度是各不相同的⁴。

目前，世界各国还没有关于旅游活动中的能源消耗的系统资料。根据联合国世界旅游组织和联合国环境规划署2008年估算，平均每人一般的国际旅行中的能源消耗量为250MJ（不涉及旅游目的地和食宿），短途的非商业导向的旅游人均能源消耗量是50MJ，走亲访友则是人均100MJ。除交通和住宿外，国际旅游者活动的全球平均能源消耗为170MJ。而世界人均能源消耗量为135MJ（这个估算包括能源发电和能源产业）⁵。

鉴于旅游全球化趋势的不断上升以及旅行能源消耗强度的不断增长，考虑到目前旅游业中交通运输（空中和地面方面）和食宿方面的技术性能效率的提升趋势，可以预见未来旅游行业温室气体排放将大幅

地增加。估计旅游业制造的温室气体排放占总量的5%（1302MtCO₂），主要来自旅游交通（75%）和食宿（21%，来自空调和供暖系统）。据估计，全球平均每人每次旅游行程可产生0.25吨CO₂（UNWTO and UNEP, 2008）。世界经济论坛（WEF 2009b），使用不同的计算方法，得出旅游业的全球温室气体排放量较前者高13%（2005年的1476MtCO₂）。报告中区分了直接排放和间接排放：直接从事旅游或与旅游部门相关的经济活动的碳排放量，这些都纳入了世界经济论坛的估算结果中。而间接排放，如航空公司或者旅行社办公室用电造成的排放，酒店消耗品运输所造成的排放，比如食物和卫生间用品（Peeters et al. 2010）等，这些都没有纳入到计算中。Scott等（2010）估计：旅游行业在2005年的人为辐射强度占全年总量5.2%至12.5%。

在未来30-50年里，旅游产业排放的温室气体总量在BAU模式下仍会大幅增长，主要是来自航空业的排放，这也是旅游行业的核心部门，这项增长的原因至少有2-3个因素（UNWTO and UNEP 2008, WEF 2009b）。除非航空排放轨道发生重大改变，否则航空和旅游业仍将在温室气体排放总量方面上占有很大份额（Peeters et al. 2010）。

水资源消费

虽然在全球大背景下，旅游业的水资源消耗量远不及农业、工业以及居民生活用水。但是在一些国家和地区，旅游业的发展也对水资源的消耗产生重大的影响。在一些地区，旅游业的发展对已经不足的水资源分配产生更大的压力，并且对一些其他领域的水资源需求和居民基本生活用水需求形成竞争（见专栏一）。旅游业的发展还可通过如排放未经处理的污水或者对净水的直接抽取，会对水质产生直接影响（Gössling 2010）。

全球用于国际旅游业的直接水资源消费，仅住宿一项估计每年就达13km³（Gössling 2005）。现有的数据表明：用于旅游业的直接用水达到每人每晚100至2,000升）。从发展趋势看，相对较大的度假型酒店比相对较小的、养老院形式的或者露营性质的旅馆消耗更多的水资源。高尔夫球场、灌溉植物园、泳池、温泉洗浴、健身中心以及客房等部门是水资源消费的主体。

据联合国环境规划署2003年估计，在美国旅游业和娱乐业每年消耗946,000,000m³的水资源，其中60%用于住宿消费（大部分消耗在客房、景观和不动产的维护以及衣物洗涤等活动）。另外13%的水资源消费在了餐饮行业。在欧洲，全年的旅游业水资源消费估计在843,000,000m³左右。平均每个游客每天消费300升净

4. 例如，在新西兰，旅游交通和住宿的总能量消耗分布具体为：道路交通占43%，空中旅行占42%，海上运输占2%，铁路交通占1%，而住宿则占12%。对于地方旅游而言，客车旅游业每天能耗最大，之后是露营旅客、舒适自由行旅客（Becken et al. 2003）。

5. 自身评估所根据的数据来源于国际能源机构，详见<http://data.iea.org/ieastore/default.asp>。

水，而有些奢侈的消费者更可达到每天880升的消费量。相比之下，欧洲的居民日常用水量大约为平均每人每天241升⁶。

废物管理

废物管理是旅游业需面临的另一个挑战，正受到日益广泛的重视。每一个在欧洲旅行的国际游客每天至少要产生1kg的固体废弃物。在美国这一数字则是每人每天2kg（UNEP 2003）。相比而言，CalRecovery 和联合国环境规划署（UNEP 2005）报告指出，包括工业和其他垃圾在内，澳大利亚全国垃圾的产生量仅为每人每天1.18kg，墨西哥为每人每天0.68kg，印度为每人每天0.4kg，而美国则是2.3kg。

污水管理也同时面临挑战，甚至对于那些高收入国家也未可回避。举例来说，在地中海地区，旅馆将未处理的废水直接排入海中是相当普遍的情况（WWF 2004），而其中60%是必须经过处理才能排放的污水（GFANC 1997）。在欧洲地中海区域的沿海城镇，只有30%的市政污水在排放之前经过有效处理。非官方证据显示，这样的情况在其他非欧盟国家也普遍存在（Gössling 2010）。

生物多样性的丧失

有许多例子可以证明大型旅游业的发展会对包括珊瑚礁、海岸湿地、热带雨林、半干旱地带生态系统、高山地区等地区的生物多样性带来破坏（UNWTO

2010d）。大量的珊瑚被用作酒店的建筑材料而被采收。在珊瑚礁附近的过度捕捞、污水的排放、以及由于不合理的建筑、停车场和高尔夫球场的建造导致的地面沉降使得珊瑚礁生态系统长久以来遭受着很大的负面影响。而沿海的湿地，尤其是红树林因为海滩度假村的建设正遭受破坏甚至是毁灭。在干旱或半干旱的生态系统中，高尔夫球场及其他一些用水量很大的旅游项目导致了地下水位的下降，严重威胁到了当地动植物的生存。联合国环境规划署2010年报告指出：旅游业的发展，尤其在发展中国家，将会对生物多样性产生巨大的影响。此外，未将生物多样性纳入考虑的建设和投资将会对自然环境产生负面影响，增加与当地的摩擦，从而导致当地以及投资者创造产值的潜力下降。值得注意的是，世界范围内以自然景观为主的旅游业正在快速发展，尤其是发展中国家，维持生物多样性的环境正成为国家发展战略的论据。

文化遗产的管理

大量游客对文化遗产的造访可能会带来不利的影响并对当地产生干扰。有证据表明大量的游客造访，对传统工艺的商业化，以及无组织无序的旅游业会对文化的留存产生威胁。经常有一些旅游目的地虽然是经政府许可的外国人所建，但当地人和传统社区却视它们为已有。因此，发展旅游业既不是当地人的迫切需求，也得不到他们的认可。这些情况引发的冲突使得双方几乎无法实现合作和互利，而且不断导致当地社区产生厌恶感，从而对当地旅游产业负面影响。在过去的20年，随着生态旅游和其他种类旅游的增长，旅游业对文化的影响已经引起旅游业部门、政府、非政府组织和相关文化团体的高度重视（Wild 2010）。

6.作者的评估基于AQUASTAT-FAO的数据，详见<http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agl/aglw/aquastat/dbase/index.stm>。

专栏一：旅游业及本土社区的水资源消费

旅游业的发展往往相对集中于饮用水资源缺乏的沿海地带和海岛之上。这种资源的匮乏一方面源于先天的地理位置上的净水缺乏；二来是因为缺乏必要的基础设施和资源。但是，对于渴望发展旅游业的地区来说，他们会克服重重困难采取适当措施确保水资源需求。尽管这可能会导致当地社区出现水资源分配不公平的情况。由于旅游业水资源的失衡需求而导致的储水层和水库存水的过度开采以及地下水位的降低，甚至可能对当地人民生活 and 农业造成损害。

举例来说，在南亚某国的一个著名度假胜地，私人所有的装水货船会从当地村民那里购买水，然后再运往度假区附近的旅馆。这使得附近村庄里的公共水塔每天只能保证很少的几个小时供水（Tourism Concern 2009 and 2010）。在东非某个岛屿上的豪华度假村，每人每天大约可以用掉

2,000升的水，大概是正常情况下当地居民每天用水量的70倍。

高尔夫球旅游业正在全球迅速扩张，每天大约95亿升的水用于全球高尔夫球场的灌溉，相当于全球80%人口一天的用水量。一个水资源很匮乏，有时甚至需要外界补给水源的地中海小岛在旅游业的驱动下，正计划把岛上的高尔夫球场从3个增加到17个，这显然需要占用更多的农业耕地和建造许多海水净化设施来确保水源供给（Tourism Concern 2009）。

资料来源：Tourism Concern 2010

2.2 机遇

以下发展趋势和为绿色旅游业提供了光明的发展空间：（一）旅游产业的规模和增长；（二）消费者消费模式的转变；（三）本地发展潜力的最大化和促进减贫。

旅游产业的规模和增长

旅游产业是世界上最能拉动经济发展的产业之一。从全球资源的角度来看，旅游业规模庞大，其发展潜力举足轻重。即使是一小步的绿色变革都将产生重要影响。再者，旅游业与数量众多的其他产业在当地或者是国际上的联系意味着旅游业经营方式的转型。

旅游经济贡献了全世界GDP的5%和就业率的8%。国际旅游业在国际出口排行榜上位列第四（仅次于石油、化学品和汽车产品之后），每年产生的总价值达到了10,000亿美元，占商业服务出口量30%或总出口量的6%。旅客到达量连续60年保持增长，在2009和2010年度达到了年均4%的增长率。尽管有时因受流行病、经济危机、恐怖主义等国际危机影响，出行人数会有所下滑，但出行人数总体上却始终能够保持增长趋势。现在，每年大约有40亿的国内出游者（UNWTO and UNEP 2008），国际旅游业出游量在2008年达到922,000,000人次。这一数字虽然在2009年下降到880,000,000，但在2010年又迅速恢复到940,000,000（UNWTO 2011）（图1）。旅游产业既对于经济、政治和全球社会形势的变化比较敏感，但也拥有很强的适应能力。据预测旅行的人数在未来十年内仍将持续增长。到2020年，国际旅游人数有望达到16亿人次（UNWTO 2001）。

但是，不同国家中旅游业在经济中的重要性也各不相同。例如，在日本和秘鲁，旅游业分别只占两国各自GDP的1.9%和3.3%。而在南非和西班牙，这个数据分别是7.7%和10.9%（UNWTO 2010c; WTTC 2010b）。关于就业率，旅游业为上述国家分别提供了总就业率的2.8%、3.1%、6.9%和11.8%（UNWTO 2010c; WTTC 2010b）。在投资方面，旅游业分别占到上述国家总投资额的5.8%，9.9%，13%和13.8%（WTTC 2010 and 2010b）⁷。

相对而言，发展中国家旅游业的发展比发达国家快。新兴经济体国家的旅游景点吸引了全球47%的旅客并获得3,060亿美元的外汇收入。此外，2000年以来的十年中，旅游业的增长大部分来自于新兴经济体，旅游业在新兴市场中的份额也得到了快速增长（从2000年的38.1%增加到2009年的46.9%）。最近的趋势预测表明：新兴的旅游景点有着巨大的发展潜力。环境及文化因素对可持续性旅游的发展作出了重要贡献（UNWTO 2010b）。

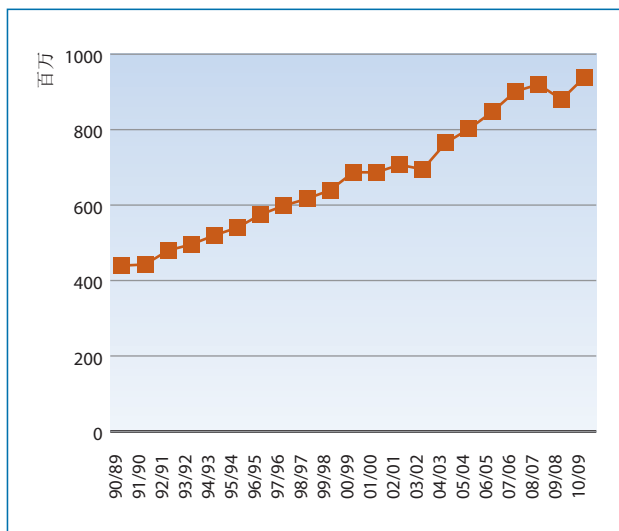


图1：世界国际旅行者人数

资料来源：UNWTO 2008, 2010b and 2011

消费者消费模式的改变

旅游者的选择正越来越受到可持续考量的影响。比如，在2007年，旅游从业者做了一个世界范围内的调查，结果显示：38%的消费者表示如何更加环保是他们在出行时考虑的一个因素。38%的消费者曾经住过环保型的酒店，9%的消费者会首选环保型酒店，而34%的消费者愿意为住环保型酒店而多买单（Pollok 2007）。生态旅行和可持续发展中心（Center on Ecotourism and Sustainable Development, CESD）和国际生态旅游协会（The International Ecotourism Society, TIES）2005年的发现表明大部分国际旅行者对他们所去旅行目的地的社会、文化和环境问题感兴趣，同时也更喜欢那些对环境做出保护承诺的旅店。越来越多的旅游者认为当地的环境和社区管理工作是他们的一种责任。在乌干达做的选择研究得出结论：当其余因素不变时，生物多样性增加了当地的旅游吸引力（Naidoo and Adamowicz 2005）。这个研究还同时指出，消费者会关注当地的环境，而且当他们确信当地的劳工受到体面对待后，他们愿意在当地旅行更久（ILO 2010b）。在另一方面，Rheem（2009）表示，只有不足三分之一的美国旅行者表达了愿意为绿色旅行多支付费用的意愿，有67%的消费者认为过高的费用会阻碍需求。

传统的大规模旅游业，诸如“阳光和沙滩型”的度假村已经发展到了一个平稳增长的阶段。相反，目前生态旅游、自然、遗迹、文化和初级的探险旅游，以及乡村和社区旅游正处于旅游市场的主导地位。这些旅游项目预计将在下个二十年里成为最快的增长点。预计生态旅游在全世界的发展速度会高于旅游行业平均的增长速度。以自然景观为主的旅游项目相对于整个旅游业是一个很重要的组成部分。2000年它占到了澳大利亚75%的国际旅游量和欧洲42%的国际旅游量。在2006年，自然旅行者为美国的旅游市场贡献了1,223 亿美元（UNWTO 2010d）。在1997年，大约14%去南非旅行的国际旅行者参加了“探险活动”（Travel to South Africa n.d.）。1993年，在肯尼亚旅行的826,000人中有23%参观了国家公园并且报名参加了野生动物的游览（Sindiga 1995）。1993

7. 见附录1：以一个国家为例阐述旅游业在经济层面的指示作用。

年，仅亚太地区就有百分之十的旅游收入来自于生态旅游（Dalem 2002）。

有证据显示，一些旅行者为了感受各种环境和文化的差异，愿意多花钱来获得这种体验。Inman等（2002）估计，这些人在旅行者中占25%-40%之间。世界经济论坛（WEF 2009）估计：6%的国际旅行者愿意为可持续旅游而多花钱，34%的人有意愿为此而多花钱。在一份可持续发展中心和国际生态旅游协会的研究中，在美国，三分之一到一半的国际旅行者为了给当地社区做贡献以及出于环境保护的原因而愿意多花钱给公司。2009年，荷兰发展组织（Netherlands Development Organization, SNV）的两份研究报告指出：在英国52%的问卷回答者更愿意在那些可以保证对当地员工提供良好环境、保护当地环境、并且支持当地慈善行业的旅行公司预定度假日程。在美国，5,800万的旅行者愿意为那些参与保护环境的公司多出钱。

Wells（1997）进行的一项对自然旅行愿意程度的调查显示，在几乎所有的情况下，消费者从自然旅行中得到的自我利益价值要超过他们所缴纳的费用。换句话说，在很多情况下，对于旅行者来说生态系统的价值是被低估的。举例来说，Adamson（2001）估计，在哥斯达黎加的 Manuel Antonio 国家公园，50%以上的经济价值并不是来自于门票的收入。对于国际旅行者，他们愿意支付的门票价格估计为12美元（实际门票价格为6美元）；对于本地旅行者，他们愿意支付的门票价格为6美元（实际门票价格为2美元）。此外，据估计，2007年每公顷用于休闲旅游的珊瑚价值为68,500美元。2010年份可能攀升至100万美元以上（TEEB 2010）。服务于旅游业的生态系统的最大货币价值（美元每公顷每年），海岸系统（41,416美元），海岸湿地（2,904美元），内陆湿地（3,700美元），河流和湖泊（2,733美元），以及热带雨

林（1,426，美元）（TEEB 2010）。

当地发展和减少贫困的潜力

旅游业的可持续发展进一步增强了与当地经济的联系，增强了当地经济的发展潜力。其中特别需要重视的是：直接在本地企业进行采购，聘用和培训当地的工人进入参与邻里社区工作，使得当地社会环境更加适宜居住、工作、观光，在该地区直接或者间接地影响下，有能力改善当地的自然环境（Ashley et al. 2006）。许多旅游目的地可持续发展行动表明通过以下几个图形可以增强当地发展的潜力：

1. 利用发展中国家特有的生物多样性、风景区、文化遗产的潜力在增加收入、提高就业机会方面发挥重要作用。
2. 旅游业是一个相对劳动密集型产业，传统上讲，都是一些小型的更加适应于女性和弱势群体的工作。
3. 旅游业的产品是多个部门的多种生产活动和投入相结合的产物：旅游者增加投入可以有利于农业，手工业，运输业，水资源管理，以及节能等领域。
4. 由于旅游业的发展需要在旅游目的地的道路，水源提供，能源等方面大量投入，这使得它改善了其他部门发展需要的基础设施，同时也改善了人们的生活质量。
5. 旅游业聘用了比其他行业更多的女性和年轻人，为他们提供了经济利益，同时女性的独立对支持儿童的发展是非常重要的，并且也打破了贫困的恶性循环。

3 绿色旅游业的投资案例

3.1 旅游业的消费比例

旅游业驱动重大的投资。即使对绿色旅游业部门的投资增加很小百分比，也会导致投资流的巨大增长。此外，大量投资流开始被定向引入那些资金增加对绿色旅游业产出大有裨益的发展中国家。据统计，2009年旅游及其相关产业的投资已高达13,980亿美元，占全球总投资9.4%。在过去的十年里，这些投资以平均3%的比率增长，除了2009年的投资有12%的显著收缩。过去二十年里，旅游业投资在全球总投资的8%到10%之间波动。在发展中国家，这个指数更高达50%，例如加勒比地区（WTTC 2010）⁸。许多经济合作与发展组织的国家对酒店、旅行社、餐厅的投资不等，从德国的投入占国民生产总值6%，到葡萄牙的投入占国民生产总值32%（OECD 2010）。

外国的直接投资是世界旅游投资中的重要组成部分。根据2009年的联合国贸发会议得知，旅店餐饮业的外国直接投资额大约占了总额的1%。然而这个数据还不包含与旅游业相关的其他方面的投资，比如建筑，运输，以及商业活动等。在发展中国家，旅游业吸引外国直接投资正受到越来越多的关注，这也常常成为“投资促进局”（Investment Promotion Agencies, IPAs）优先发展的投资。在这方面，哥斯达黎加的相关旅游业状况可以充分说明上述问题--其旅游业吸引的外国直接投资2009年占总投资17%，2000-2009年平均占总投资13%⁹。

3.2 雇佣劳工的利益

由行业的服务性质来看，旅游业实际上是人力资源密集型产业。旅游业是世界上创造就业机会最多的行业之一，它给予了年轻人、女性和移民快速就业的机会。旅游经济直接或间接地提供了2.3亿多个就业机会，占全球就业率的8%。旅游业中的劳动力60%-70%为女性，其中一半人年龄在25岁及以下（ILO 2008）。在发展中国家，持续性的旅游投资能够提供更多的就业机会，对低收入群体尤甚。

旅游产业的可持续性发展趋势会创造更多的就业机会。能源、水利、废物回收方面的就业机会的增多以及当地就业和采购的扩大，有望通过绿色旅游业的主要部门来实现。此外，大量证据表明：旅游业广泛

8. 值得一提的是，世界旅游业理事会将旅游服务供应商、政府机构设施、所有固定投资支出、资本设备和供游人游览使用的基础设施都纳入评估。从这个概念上看，不属于旅游业但影响整个经济的基础设施投资被高估（例如，道路改善或机场建设）。但这也是唯一能提供旅游业投资数据的跨国数据源。

9. 作者计算所用数据来自哥斯达黎加中央银行，详见2010年9月12日www.bccr.fi.cr。

增长的间接就业机会主要与本土文化和自然环境有关（Cooper et al.2008；Moreno et al.2010；Mitchell et al.2009）。

旅游直接创造就业机会，并促进间接就业。据估计，一个核心旅游产业的工作岗位可以创造一个半与旅游经济相关的额外工作岗位（ILO 2008）。酒店工作人员与其他行业的工作人员密切相关，如旅游机构的工作人员、导游、出租车和公交车司机、食品和饮料供应商、洗衣工、纺织工、园丁、商店纪念品销售员和其他店员，以及机场员工（ILO 2008）。他们之间的关系影响其他各种各样的职场关系，包括全职、兼职、临时、休闲以及季节性就业。南非的一项研究显示，2008年在旅游业的支出，仅核心旅游部门的直接就业就占社会总就业的21%（Pan African Research & Investment Services 2010）。现有数据表明，旅游业每增加一个新的就业岗位，就能在整个经济中带来成倍的效益。参见表1。

2007年GHK针对欧盟27国情况进行估计，自然风光旅游业可以带来1.69至2.13倍的和间接的就业岗位。这意味着该部门每创造100个就业岗位，就能间接地带来69个以上其他的就业岗位，最高达113个。所谓的自然风光旅游（Environment-related tourism, ERT），是指以旅游区的自然环境（非建筑环境）为旅游的主要对象，包括丘陵、山区、沿海、农场、树林、森林、温泉、湖泊、野生动物、钓鱼活动以及散步、爬山、打高尔夫球、滑雪、骑自行车、游泳等休闲健身活动。

据估计，注重文化和自然环境特点的尼加拉瓜旅游业创造了两倍的就业岗位。也就是说，旅游业的工作不仅带动了其他行业的就业机会的增加，而且员工收入也高于全国平均水平（Rainforest Alliance 2009）。

3.3 当地经济发展和消除贫困

当地经济发展

旅游业是当地经济发展重要且高效的驱动器。旅游消费对地方经济影响程度的大小，不同程度的取决于旅游业的结构和其目的地的供应链。旅游经济对地方经济的贡献，一般是根据每个游客的平均消费及其在当当地的全部旅游消费中所占的比重来衡量的。那些没有留在当地经济中的部分称为“漏洞”。“漏洞”也限制了“乘数效应”，削减了旅游效益。Wells的报告（1997）显示这一漏洞值在旅游总产值中的比例，从11%（Philippines）到56%（Fiji）不等。

收入乘数用来描述由于当地贡献值引发的间接经济活动量。旅游业发展潜力最直接的作用是给当地带来更大的经济贡献和“乘数效应”，而更大的地方贡献

和“乘数效应”又都会促成更多的经济活动，这样他们之间形成了协同效应。纵观全球，Mill 和 Morrison 回顾了2006年的收入“乘数效应”的文献并且罗列了来自不同国家和地区的评估报告。收入的“乘数效应”由于特殊的目的在某些地方相对较低，如温彻斯特市只有0.19，而土耳其整个国家均高于1.96。据Cooper等人2008年的研究发现，不同的国家或地区旅游业对收入的影响方式不同，游客每一美元的消费将给当地经济带来1.12至3.40倍的效益。如此大的变化表明，当地经济发展的影响将取决于旅游商业模式的特殊性，尤其是来自当地经济的产品和服务的数量和类型。

在旅游景点，游客的需求在很大比例上都是来自当地供应，如床和床单、食品和饮料、设备和供应品、劳务、观光和运输服务、纪念品等等。因此，当地的贡献值和乘数效应越大，对经济的影响也相应地增大。而那些没能很好开发这巨大收入的旅游市场的地方，旅游业对当地经济的贡献就小得多。这种差别在不同地方表现十分明显：

■ Rainforest Alliance (2009) 发表的关于尼加拉瓜格拉纳达的旅游业可持续性发展研究报告显示，当地的采购只占到总采购额的16%；

■ 加那利群岛的调查显示，旅游总消费的43%来自那些通过直接或间接的诱导输入的当地经济以外的部分 (Hernández 2004) ；

■ 据估计，在新西兰，24%的旅游消费为零售商直接向游客出售的商品和服务 (Hernández 2004) 。

仅从考察旅游目的地就能说明可持续旅游经济影响的重要性。如，Klytchnikova 和 Dorosh (2009) 对巴拿马三个不同地区的旅游业进行了对当地经济影响的详细评估。旅游业（旅馆和餐馆）的收入增量是所有经济部门中最大的，增加1美元的价值可以创造2.87美元的总收入。这个大的增量得益于当地食品需求的强大“后向联系”和家庭旅游收入消费的“前向联系”两方面。这些收益主要来自于国内经济中各行业的消费开支。相比较而言，增值最小（1.30-1.64）的是产品带动量很小的巴拿马运河、采矿业和纺织业（因为输入多是进口的）。与之相反，水果、贝类和其他出口农产品的增量甚大，因为农村家庭大部分收入花费在那些当地经济的非贸易品和服务上。

越来越多的证据表明，旅游业的可持续发展既能增加当地的贡献也能提高“增量效应”。在一个特定的（或相似的）旅游目的地，当地的贡献和增量越多，当地社区就越融入旅游价值链中。这个旅游价值链由产品、劳动、旅游服务以及快速增长的“绿色服务”提供。少数可行的后期研究表明以自然和文化为导向的目的地有相当高的增值效应 (Chang 2001)。如哥斯达黎加 Brenes (2007) 的研究表明了类似的效应：在当地参与者成为利益链带动的受益者时，当地采购越多（替代

	旅游部门就业占总就业比率	每个旅行者开支10,000美元就业率
牙买加	4.61	1.28
毛里求斯	3.76	无统计
百慕大	3.02	0.44
直布罗陀	2.62	无统计
所罗门群岛	2.58	无统计
马其他	1.99	1.59
西萨摩亚	1.96	无统计
帕劳共和国	1.67	无统计
斐济	无统计	0.79
英国（爱丁堡）	无统计	0.37

表1 旅游业就业收益增值率
资料来源：Cooper et al. 2008

进口），对当地的贡献就越大，而且能使收入的影响最大化。这个逻辑证明是合理的。

减少贫困

当与旅游业相关的收入朝着有利于穷人的方向大幅度增长时，贫困能够减少。因此，2002年联合国世界旅游组织推出可持续性旅游消除贫困的倡议 (ST-EP)，旨在通过发展和促进可持续旅游业减少贫困¹⁰。增加旅游、地方贡献和增量效应，可以保证富裕、中等以及贫困群体的收入。因此，有助于帮助穷人融入到推动产业发展进程中来的相关干预行为是必须的 (ILO 2010a)。投资者和开发商，以及地方和国家政府在帮助贫困人群在旅游业中发挥作用方面扮演着重要角色。同时，地方旅游产业也能通过提供交通、服务和食物来提高地方收入，提供就业岗位，并且有助于减少地方贫困。

■ 以马来西亚为例，旅游业规划调研工作组 (TPRG 2009) 汇报了相关住宿行业及行业链上各部分收入份额的产生和分配。对当地社区的最终影响主要源于行业结构以及与旅游业相关的经济活动。以住宿部门为例，大部分收入归于酒店业主。但是，收入中的很大部分比例是由小生意经营者以及一些参与非正式经营活动的当地民众获得（见图2）。旅游业的所有支出，旅馆获得28%，手工业者获得5%，而小生意经营者获得11%。

■ 2010年，坦桑尼亚的Zanzibar, Steck等估计仅有

10. ST-EP已经确定能通过七个不同机制使穷人直接或间接地从旅游业中收益：（1）采取相关措施，以提高穷人在旅游企业中的工作条件；（2）最大化地保留旅客在当地社区的消费以及涉及穷人的物资供应流程；（3）通过穷人推动面向旅游的直接商品销售和服务。（4）建立由穷人个人或社区管理的、更正规的旅游企业；（5）通过旅游收入、利润税收或征费造福穷人；（6）游客或旅游企业以提供金钱或相关实物来支持穷人；（7）基础设施投资可为地方社区带来新的可用资源途径 (UNWTO)。

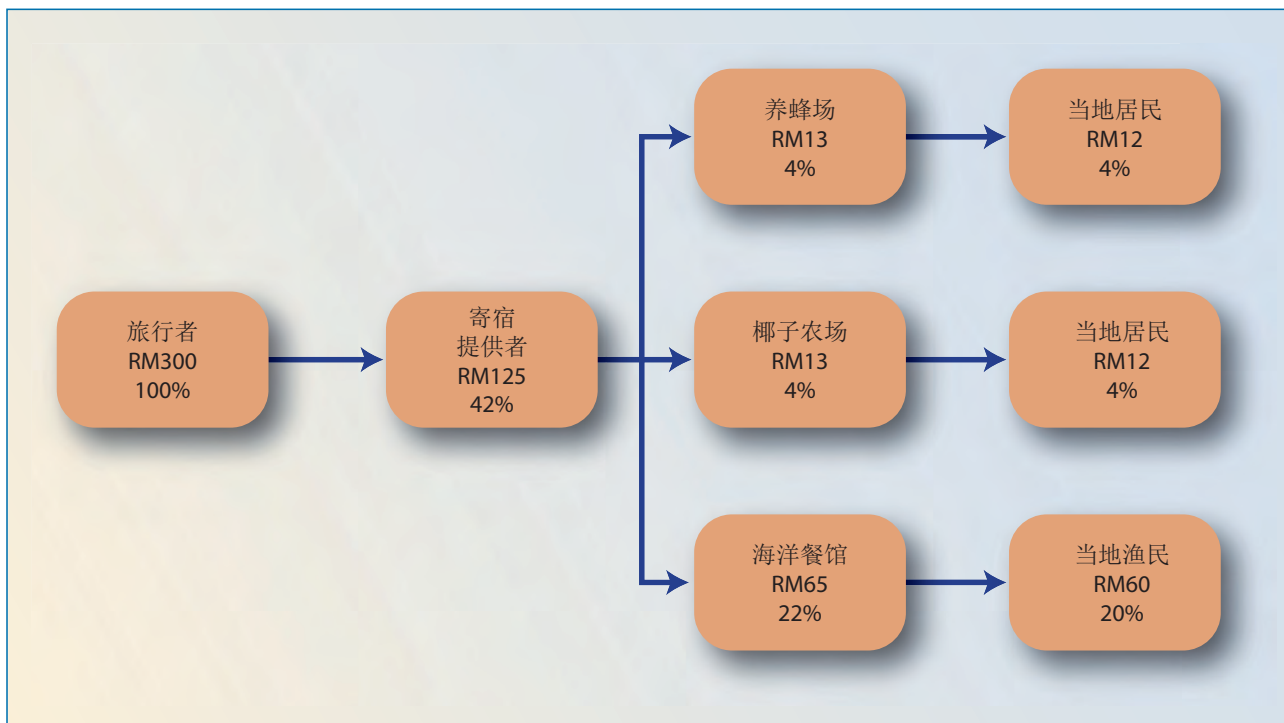


图2：马来西亚丹戎彭尤鲁住宿与旅游收入的贡献关系

资料来源：TPRG 2009。注：RM-马来西亚货币林吉特（1RM = 0.30美元）

10.2%的总旅游业收入由当地贫困人口获得。这项研究发现，行业所需的主要供给以及符合质量要求的物资都极大地依赖于进口，而通常上述两项恰恰却是当地人民可以参与进来的渠道。

■ 在巴拿马，家庭从当地旅游业中获得的收入占56%（Klytchnikova and Dorosh 2009）。显然，家庭受益最大，但是，但它取决于该地区的旅游收入多少。在科隆区，63%的家庭收入流入城市非贫困居民家庭，仅有20%由贫困家庭获得。相比之下，在 Bocas del Toro，贫困家庭作为劳动力中主要群体，有43%的收入由贫困家庭获得，并且不同收入水平的家庭其收入涨幅近似一致。奇里基省的相关报道称，贫困家庭收入所占总份额只有19%，虽然农村家庭占有46%的高份额。

实践研究表明，即便是在最好的情况下，贫困家庭从直接收益以及供应链上所能获得的总的收益，也只能在1/5到1/3之间（Mitchell and Ashley 2007）。旅游业对于贫困人口的影响程度取决于各种因素，包括就业、劳动力技能水平、价格变化（商品、服务和生产要素）、微型或小型企业所有权以及劳动力市场的组成。而就收入的影响效应而言，越来越多的证据表明，旅游业（特别是在农村地区）越能可持续发展，对于减少贫困程度的作用则越有效。

■ 在哥斯达黎加，Rojas（2009）在评估了旅游业对贫困水平的影响时发现，如果没有旅游业的收入，城市和农村的贫困率将会更高（见表2）。这个结果与其他国家的研究结论相一致。例如，拉丁美洲和加勒比经济委员会（ECLAC 2007）估计，旅游业使哥斯达黎加的贫困程度降低了3%（尼加拉瓜为1%）。从地区对比角度来看，2007年 Brenes 等对 Tamarindo（大众旅游热点）和 La Fortuna（自然和冒险型旅游景点）进行对

比评估，发现 La Fortuna的月平均工资（437美元）比 Tamarindo（392美元）要高。此外，他们估计，在 La Fortuna从事旅游业的居民的收入还能有0.64%的提升空间。这一证据表明，旅游业对于哥斯达黎加的贫困程度有改善作用，而且是以可持续发展的方式作为当地居民生活水平改善的驱动力。

■ 在马来西亚，用价值链分析，TPRG（2009）发现，旅游业为当地居民带来的人均收入占总人均收入的34%。相对高于贫困人口收入份额，特别是餐饮业（见表3），可以反映出各种公共和私人机构聘用或涉及当地居民参与旅游业经营的程度。

	包括旅游收入	不包括旅游收入
国家	17.69%	19.06%
城市	16.93%	18.40%
乡村	18.73%	20.0%

表2：2008年旅游业对哥斯达黎加贫困率影响程度

资料来源：Rojas 2009。

	旅游业回报份额	有利于穷人收入（PPI）份额
住宿和酒店就餐	88.4%	7.3%
旅馆	4.4%	47.0%
零售业	3.7%	27.0%
旅行和远足	3.0%	18.8%
其他	0.5%	n.a

表3：马来西亚旅游业收入（PPI）的崩溃以及有利于穷人收入的贡献

资料来源：TPRG 2009

3.4 环境效益

个人和公众持续增长的投资积极性使得旅游业朝着更加可持续化的方向发展。虽然有关全球可持续旅游投资的统计数据还不足以得出任何有力的结论，但对保护旅游目的地独特的自然、社会和文化遗产的需求和价值的意识不断增强。

私人 and 公共的旅游投资包括基础设施（公路、机场、国家公园、私人自然保护区和其他的设施）；环境保护（国家级风景、海滩、高山、河流、生物多样性、濒危物种和本土物种）；教育（工作技能，包括绿化基础技能）；能力塑造，技术提高（清洁生产和可持续性管理）。可持续性旅游投资提供了大量的工作机会，尤其在能产生丰厚回报的水利，能源，废物处理和生物多样性方面。

旅游业的可持续性投资正在出现不断增长趋势。比如，雅高连锁酒店一直检测环境技术例如光伏发电，废水净化，雨水收集技术等。能源效率方面的可持续化建设和修复工程上的额外支出，保守估计占建设总支出的6%（对于一个有106个房间的酒店），并附有超值的回报（WTTC 2009）。索菲亚酒店及度假村重新修订了可持续项目并为公司成立了独立认证系统，包括酒店和全体办公室的国际化水平，并成立了一项可持续发展战略项目的特别预算，由公司基金会全额资助该项目（WTTC 2010）。

能源

酒店和其他住宿场所，正在对节能设施进行大规模的投资，包括视频系统，空调和加热系统（尤其是那些通过设计改善可消除或减少的系统）以及洗衣店。不断增长的能源消费有可能驱使在碳附加税、

增加消费者期望值（尤其是来自欧洲和北美）、先进的低碳技术方面的投资，以及某些情况下政府的激励措施。许多大型航空公司正在积极探索可再生能源战略，以及飞行航线、飞机本身和飞行实践的改变。铁路产业，尤其是在欧洲，将自己定位为替代航空旅行的绿色亲民方案。旅游产业能源效率的提高意味着实际开销的减少，消费者满意度的增加，以及通过改造和改进方案提高能源效率方面的投资的增加。

证据表明，一个能源使用效率高的部门，其投资产生的回报也较高（见专栏二）。2006年Hamele和Eckardt报道了欧洲的酒店，民宿和露营地等能源消耗方面采取环保措施的结果。酒店的平均能源费用约占年度营业额的6%，而在最佳实践场所，这笔花费通常占到1.5%-2.8%。最近的研究表明，在节能设计及设备方面增加6%的投资可以降低电耗10%（Six Senses 2009），低成本的节水设计和操作可以减少30%的花费（Newsom et al. 2008, Hagler Bily 1998），旅游目的地实施的绿色战略产生总投资的成本回报（目前节省的价值与资本支出的比值）在117%和174%之间，主要归功于酒店运作效率的投资回报效益（Ringbeck et al. 2010）。

Rainforest Alliance（2010）对基于GSTC指标的拉丁美洲（伯利兹，哥斯达黎加，厄瓜多尔，危地马拉和尼加拉瓜）的14个旅游企业可持续能源管理措施的成本和效益作了估计。64%的公司减少了能源开支，平均每年可以节省5,255美元（最高达17,300美元）。所需的投资是年度运营成本的1%到10%。平均投资12,278美元（最高56530美元），平均投资回报期为2.3年。

专栏二：对促进能源效率和节约能源的投资

Six Senses是豪华酒店集团，它报告了六个月到十年间应用了各种能源节约措施泰国度假村的投资回报：

■ 能源监控系统的成本是4,500美元，使度假村节约了10%的能源，并将确定进一步节约的领域；

■ 微型冷却系统的投资是13万美元，从而每年节省45,000美元，投资回收期为两年；

■ 热回收系统的成本是9,000美元，每年节省7,500美元，相应的回收期为1.2年；

■ 洗衣热水系统的成本是27,000美元，每年节省17,000美元，回收期为1.6年；

■ 高效照明系统的成本是8,500美元，每年节省成

本16,000美元，即6个月内回收成本（不考虑灯具的使用年限）；

■ 水库投资的成本是6,000美元，每年可节省330,000美元，回收期不到一个月；

■ 生物质能吸收式制冷机的成本是12万美元，每年节省43,000美元，即投资回收期为2.8年；

■ 中等电压6.6kV的地下电铜电缆的成本是300,000美元。在低能量损失情况下回收期约10年，但其他优势还包括更少的辐射，减少电源波动，减少火灾风险和保证度假村不使用老化、低压电线电缆。

资料来源：Six Senses 2009

专栏三：加强保护区网络建设

全球环境基金（Global Environment Facility, GEF）希望通过加强管理并建立合作伙伴关系，最大限度挖掘纳米比亚保护区系统的潜力。一项六年计划由全球环境基金资助，金额为850万美元，并通过融资渠道投资了额外的3370万美元。全球环境基金的分析报告认为，纳米比亚保护区所带来的旅游收入占全国GDP的3.1%-6.3%。纳米比亚政府在过去20年所进行的对保护区的投资，也获得了23%的回报率。在过去四年里，保护区公园管理和发展方面的投资每年递增300%。入园门票收入的四分之一通过委托某信托基金进

行融资，每年融资获得的200万美元用于公园和野生动物管理的再投资。该计划在2007年时第一次实施，纳米比亚政府协调并重新制定了某些地区的旅游和野生动物保护政策，批准了20多个新的旅游和狩猎优惠政策。经过两年的运行，相关政策和投资就已获得逾100万美元的回报。而当地保护区也被授予了特许的经营权，为当地民众创造了收入和就业岗位。

资料来源：GEF 2009

水资源

内部用水效率和管理计划，以及在客房、基础设施和节水技术的投资有利于降低成本。效率的提高以及管理的改善使得在水资源缺乏的景点，住房与旅客人数的比例增加。浇灌是最根本的耗水原因，我们以通过选择园艺（景观美化和种植品种的选择）和废水回用来大大减少耗水。高尔夫球场可以被设计得更节水，运营商可以测量土壤水分来更好地控制和优化水的使用。配备水疗和健康中心的酒店可以从事一系列节水措施，而新酒店的建设可以设法避免水池景观和其他用水密集型设施的使用（Gössling 2010）。

考虑到游客的直接用水，Fortuny等人（2008）研究证明，与酒店和其他企业相关的许多节水技术投资回收期较短（0.1-9.6年之间），这使得它们更具有经济上的吸引力。投资节水系统、废水回用以及雨水的收集和管理系统可以帮助减少1,045m³/年的耗水量，或使每位旅客每晚用水量降低27%。

Rainforest Alliance（2010）的研究中，公司的水费开支了31%，每年平均可节省2,718美元（最长达7,900美元）。这些国家水费很低，导致用水量很大。所需要的投资是年度运营成本的1%-3%之间。平均投资2,884亿美元（最高10,000美元）。如果投资回收期为1.1年，平均每年可节省2,718美元。

废物管理

改善废物管理为企业和社会提供了机会。低水平的废物产生量可以改善私营部门经营者财政回报，而且较好地废物管理可以创造就业机会并增强目的地的吸引力。2006年，Hamele和Eckardt德国和奥地利36家2到4星级的酒店的分析结果显示，平均每晚旅客停留产生的1.98公斤固体废物和6.03升废水。管理这两个废物流的平均成本是每房每晚0.28欧元。Rainforest Alliance（2010）研究显示，71%公司的固体废物有所减少，平均每年可节省3,600美元。

生物多样性

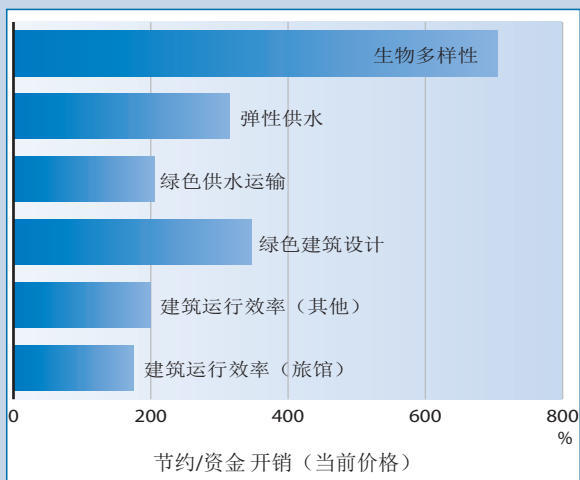
2010年联合国环境署认为，生物多样性保护将大大影响旅游业增长和发展的方式，尤其是在那些举办生物多样性的热点讨论的旅游业日益重要的发展中国家。涉及野生和原始生态系统（或接近原始）的接触以及来自游客对旅游经营者的尊重和保护自然资源基础的期望的经验需求的增长，正在不断地推动旅游业的发展变化。受到市场需求和大型运营方案的驱动（例如，邮轮业对沿海生态系统的指导），旅游业的主导政策有可能更有效地保护敏感的生态系统。此外，以自然为基础的旅游业日益增加的趋势将鼓励环境保护和旅游收入（包括保护区费用）的同步增长。自然和生态旅游的当前趋势有可能继续或加速增长，因为原生态地区越来越少，反过来导致在旅游业发展过程中自然区域的合并以及更多的利益转移到自然区域内。

为了保持生态系统的服务，保护和恢复提供高利润、低成本的投资（见专栏三）。特别是森林，红树林，湿地和沿海地带（包括珊瑚礁）的保护从成本效益分析是避免生态系统丧失的一个良好的投资。这既是从社会投资的角度，也从私人投资的角度分析。世界各地几十个恢复项目的审查得出结论，与生物多样性的丧失相比，恢复提供的投资回报效益与内部回报率成本比，分别在3%-75%和7%-79%之间（Nellemann and Corcoran 2010）。

Rainforest Alliance（2010）的调查显示，70%以上的拉丁美洲的酒店支持生物多样性保护，其中83%的人表示通过节约运营成本、改善公司形象和改进工艺的环境保护的行为，存在竞争优势。Ringbeck等人（2010）报告了西班牙主要的阳光和海滩景点的绿色旅游业的显著投资回报（见专栏四）。作者估计，目前在水和能源效率、减排以及保护生物多样性上的投资现值（资本支出）为10亿美元和较高的现值储蓄2.5亿美元，其中生物多样性的投资回收最大。

专栏四：绿色旅游项目所带来的财政成本回报

博斯公司立足于其自身世界领先的“阳光--沙滩”旅游地绿色改造经验，其报告表明，在能源效率、



温室气体排放、降低水消耗、废物管理等方面的投资都已经获得显著回报。通过对大多数旅游胜地进行充分的基础分析，人们发现这些旅游地区都不同程度地存在不可持续的水和能源消耗、废物管理、主要天然资源（如珊瑚礁和海洋动物枯竭问题），并开始着手制订绿色改造战略。绿色旅游的财政开支可以迅速通过运营成本的节省而获得抵消。其中相关成本不仅包括绿色计划的成本，还包括旅游收入损失所带来的社会经济效应。通过实施绿色改造项目实现降低运营成本、节省资金，如果将其与对应的资本花费相比较，其比例甚至可达到174%（旅馆建筑物运营效率）至707%（保留生物多样性）。将私人投资和公共投资相结合，可以确保足够的运营资金。绿色改造需要遵循三个步骤，包括：评价当地环境现状、制定绿色发展战略以及相关战略项目的执行。

资料来源：Ringbeck et al. 2010

3.5 文化遗产

实现更具有可持续性旅游发展、符合旅游消费需求的一个重要因素就是当地旅游文化遗产的真实性（CESD and TIES 2005）。文化遗产包括当地主流和少数民族的生活文化、历史、宗教以及考古遗址等。旅游业的存在，可以为人们提供延续、复兴和增强当地传统以及生活方式的机会。

文化资源的存在并不是静态的，它与旅游以及文化保留所可能带来的对当地社区的效益、变化和挑战等息息相关。对于弱势文化来说旅游所带来的可能的社会文化成本和效益，很难量化。旅游项目需要包括监管经济

和文化效益，以便弱势文化群体能够对旅游业对他们所处的社区的影响进行评估和管理（Wild 2010）。排除无形利益，多数评论家认为，社会部门或者旅游部门能够承担文化遗产方面的巨大投资，并通常可获得回报（见专栏五）。

3.6 建立旅游模型¹¹

为了量化持续增长的旅游业投资所带来的相关效益，绿色投资方案（Green Scenario 2, G2）建立了一个模型，将2011-2050年每年平均为0.2%的全球GDP产值（可折合为2010年水平的248亿美元）¹²用来投资旅游业，这些投资可以进一步细分为能源、水源和废物管理、人员培训和生物多样性保留等方面的投资¹³。绿色投资占旅游业GDP的4%。投资11可同时包括私人及公共投资两个不同部分。相关模型的其他假设可见附录3，以下是模型模拟的详细结果。

模型模拟结果

绿色投资方案模拟结果表明，到2030年止，国际游客入境数量每年将增加2.8%，之后的增长率在较长时间将维持在较低水平上，并在2050年达到26亿人次的总量¹⁴。这比常规情景（BAU2）相应地低了30%，这是

专栏五：文化地区不同的经济贡献值

在澳大利亚西部，人们通过参考直接的旅游地点消费额来评估文化遗产带来的经济效益，采用的三个旅游地分别为：Freemantle, Albany和New Norcia。为了确定由于文化遗产所带来总的过夜旅客支出所占的比例，人们根据调查游客和其他资料得出一个归属的因素。相关研究表明，有63%至75%游客的开支是直接归属于当地文化遗产作用，这相当于每位游客每天都为该地区贡献40-80美元。

资料来源：澳大利亚西部地区旅游，参见2010年9月10日网址 <http://www.westernaustralia.com>, accessed on September 10, 2010

11. 本节（包括有关国际旅游业增长的预测和模拟）是以千年研究所的“绿色经济报告”为基础进行阐述的。

12. 整个旅游业占全球GDP的5%。

13. 通过G2的绿色投资，全球GDP有额外的2%是属于一系列重要的绿色转型板块，其中旅游业是其中一个（更多模拟情景和结果详见“模型”一章）。

14. BAU2是指涉及BAU计划中基于当前发展模式 and 趋势所估计的额外2%全球每年GDP投资（见“模型”一章）。

因为绿色改造计划周期长，转变速率慢。受国内外旅游业的影响，绿色投资计划（例如，旅馆投资、旅馆工作人员工资和福利、税务和相关服务以及物资供应等）在2010年至2050年间每年直接的旅游支出为11.3万亿美元。这些直接支出经过在其他几轮不同途径的消费之后，重新回归并对国民经济产生巨大影响（例如，面向旅馆行业的工业产品和服务）。经过直接和间接的绿色改造方案之后旅游业总花费将在接下来超过40年的时间里面达到年均21.5万亿美元。这样高的经济增长速率将驱使GDP从现在的每年3万亿增长至2050年的每年10.2万亿，超过相关BAU情景预计总额的7%。到2050年在这一绿色改造板块的直接就业人数在将增至580万，而相应BAU的人数为540万。之后40年里，新员工的培训费用平均每年为310亿美元。

尽管客流量在增加，绿色投资可以通过高效改进措施和减少浪费等方式对资源产生巨大保护作用：

■ 在绿色计划框架下，预计旅游用水量将在2050年时达到6.7km³，相较于BAU方案下降18%。与此同时，增加水量的供给将需要额外的投资，而这对于许多以旅游业为支撑的水资源压力较大的国家是必须的。与BAU2情景相比，从海水淡化获取的水量年均均为0.02 km³，从经过过去四十多年治理的常规资源（处理污水、表面水体和地下水体中）获得的水量年均均为0.6 km³。

■ 在绿色旅游发展框架下，旅游业的能源供需提高，要关注涉及所有旅游活动的可再生能源的扩张和效率。旅游业可再生能源供给的增量将达到平均每年43 Mtoe，这其中包括引进和推广可再生能源发电及生物燃料。从需求角度出发，在绿色框架下的旅游业所涉及的各项活动的总能源消耗在2050年时将达到954Mtoe，占BAU2中避免能源使用的44%。这种节省得益于采取综合性的有效措施：向着低碳交通模式转变（如电气化火车和大巴）；为实现旅行总体距离的缩短，更加有效的管理能源（如对于旅馆的运营目标和基准水平的设置）的行为方式的转变（如更短的长途车程），这也贯穿于旅游业各个板块；燃油效率技术性的提升以及由于应用更好的设备或环保意识的提

高使得低效使用减少。具体而言，由于交通的投资，旅游业的交通将会实现最大的节约（比相应的BAU模式低604Mtoe）。旅游住宿方面，则可在2050年时节省150Mtoe。

■ 相比于BAU方案，由于能源节约可大大减少CO₂排放量（至2050年可实现52%的削减），在2050年时重新回归当前的1.44Gt的排放水平或者全球排放水平的7%。旅游业占全球排放份额的提升是由旅游业GDP的增长高于全球GDP计划增长的平均值。与其他板块相比旅游业已被公认为是增长最快的产业；而且，如果没有相关绿色投资要求，其环境影响将更为显著。到2050年为止，交通业仍然是主要的碳排放源（0.7Gt），其中航空和汽车业分别将有74%和24%的削减。旅游住宿则被视为是第二大排放源，2050年预计总排放为0.58Gt。其他CO₂排放（0.98Mt）则是由于其他旅游业的的活动产生的。考虑到气候作为旅游资源的一个重要部分且人们对于气候变化尤为敏感，为了进一步实现绿色经济框架下的CO₂排放量的削减，相关的可持续发展实践必须得到更好地强化，以适应不利的气候条件。

■ 此外，在旅游业废物管理投资方面，需要提高废物收集和回用率（循环回用和再生）。2050年，相对于BAU模式的180Mt，绿色计划框架下的旅游业将预计产生207亿吨废物垃圾（可归因于绿色旅游发展计划下可能产生的更高GDP和更多的客流量）。而另一方面，相比于BAU模式，绿色投资预计可实现57亿吨的废物回用，因此相对于BAU2，到2050年可实现减少30Mt的废物净处理处置量（当中包括废物回用部分）。

■ 这些资源节约可避免潜在的成本支出，而转向投资那些为社会和环境负责的本地行为（例如保护区、当地交通或者工作人员能力和技能培训等方面的投资），以增加发展地方旅游业带来的间接和诱发性效应。特别是通过富裕地区游客在发展中国家的消费，有利于创造当地急需的就业和发展机会，减少经济差距和贫困。

4 克服阻碍：促成条件

旅游业影响的好坏取决于如何规划、发展和管理。一系列必要的促成条件能够让旅游业可持续发展，在生态系统承载力和社会文化的可接受范围内对社会经济的发展做出贡献。这一章提出了一些如何促进旅游业可持续发展投资的建议，用以克服以下领域内存在的阻碍：1. 私营导向；2. 旅游景点的规划和发展；3. 财政和政府政策；4. 金融和投资；5. 地方融资。这些建议建立在国际可持续性旅游发展特别行动小组（International Task Force on Sustainable Tourism Development, ITF-STD）¹⁵所给出的政策性建议的基础上。

国际旅游市场的趋势表明消费者需求的改变，削减运营成本和增加商业竞争力，连续的环境保护政策及法规，科技进步，基于环境和社会责任的个人努力以及自然资源的保护是可持续性旅游投资的最大动力。以上这些因素引领着整个产业的转变并决定着投资回报率¹⁶。一个可持续旅游业的特点强调对以下方面的投资：能源和水资源的有效利用，缓解气候变化，减少浪费，保护生物多样性，减少贫困，文化遗产保护以及促进与当地经济的联系。以上获得的节省成本以及高回报同时可以用来引进绿色计划投资项目，创造一个能够提高竞争力以及加强可持续发展能力的绿化动态体系。

对于更加绿色和更加可持续的旅游业投资的跨领域障碍，来自于公司、社区缺乏对于绿色旅游业以及当地所能创造出的价值的理解和认知。公众、私人以及公民社会群体对于知识、信息和经验的分享是克服这些困难必要的第一步。

4.1 私营导向

旅游业是一个异构的产业¹⁷，经常是成千甚至上万的从业者在不同市场领域里竞争，甚至在一个的国家和地区里这种情况也经常出现。这些市场包括传统的大众旅游以及那些如：生态旅游，探险旅游，乡村旅游，社区旅游以及钓鱼运动，游轮旅行等健康活动的优势领域。旅游行业的主要业务是住宿，旅游经营以及交通（陆地，空中，水中）。另外，旅游业与经济活动，

如房屋出租，娱乐，休闲，运输，专业服务，广告等有着广泛的联系¹⁸。绿色旅游尽管需要不同的商业运作和投资，也没有明确的策略和秘诀可以遵循，但它无论是中期还是长期，确实可以从多个方面为公司提供利益。所以，绿色旅游发展战略需要渗透到所有的市场领域和活动里，以及他们相互互动的方式里。

旅游产业是由中小企业主主导的。尽管网上旅行社和一些大型跨国旅行公司主导了大部分欧洲和北美的国际旅游市场，中小企业现在对旅游业仍占有主导地位。例如，全世界近80%的旅馆都是中小型企业，在欧洲，中小型企业占15到90%¹⁹。另外，旅游业提供货物和服务的商家有变成小型当地企业的趋势。谈及这些拥有多种小企业并跨越多种领域的产业时，地域和语言问题就成了十分艰巨的任务。如果没有足够的信息、知识和工具，绿色旅游将变得近乎不可能。然而，从事这些关键的领域是可持续旅游业不可或缺的条件。在尼泊尔，促使私有企业者参与到行业能力建设和可持续行动执行计划中，帮助他们打进国际可持续旅游业的市場，提高了项目绩效，激发了尼泊尔其他公司在可持续旅游业方面的兴趣，而且正逐步形成整个行业的协同效应（UNEP 2008）。

组织管理是企业可持续化发展的关键。根据 By and Dale（2010）的观点，成功的管理改革（政治，经济，社会和科技），对中小旅游企业的生存和发展至关重要，以下8个关键因素特别重要，即：适应性和灵活性，承诺和支持，交流和合作，不断的学习和提高，明确的战略，激励和报酬，实用主义，知人善用（熟练和充满活力的合作者）。Kyriakidou 和 Gore（2005）认为那些在食宿、旅游以及休闲服务行业表现最好的中小企业的共同文化特征是，他们都有一系列使命与战略合作、团队精神以及组织学习的能力。

在谈及投资与否必须考虑的标准时，旅游业和其他商业并没有什么区别。但是，一些特点会影响旅游的商业成本（Driml et al. 2010）：

■ 相对而言，旅游业是一个劳动密集型的产业，所以，劳动成本常常占到运营成本的大部分。

15. ITF-STD是由包括UNEP, UNWTO, 18个发达国家和发展中国家, 七个其他国际组织, 七个非政府组织和七个国际商业协会会员组成的, 是2002世界可持续发展峰会的产物。峰会宣告: “对于实现全球可持续发展而言, 社会生产和消费方式的根本性转变是必不可少的”。专责工作小组相关工作将由其继任者全球可持续发展旅游伙伴关系组织继续执行, 详见: <http://www.unep.fr/scp/tourism/activities/partnership/index.htm>

16. 旅游业主要战略领域的可持续性投资（能源、气候变化、水、废物、文明、生物多样性、文化遗产以及当地经济）等方面的动力和意义的小结可见附录2。

17. 旅游业不符合“产业”的标准概念，因为它是基于需求概念延伸而

来的。关键在于不是生产者提供显著特征，决定旅游业如何分类，而是购买者如游客本身体现特征（OECD2000）。

18. 旅游卫星账户（Tourism Satellite Account, TSA）表明“包括所有相关机构的旅游产业的主要活动都是旅游特征活动”。旅游特征消费产品和旅游产业可集组为以下12个类别：旅客住宿、饮料和食物供应、铁路客运、公路客运、水上客运、航空客运、运输设备租赁、旅行社以及其他预定服务行为、文化活动、体育和康乐活动、特定国家的旅游特征商品零售贸易、以及其他国家特殊的旅游特色活动（见UNWTO 2010c）。

19. 详见2010年9月30日 www.hotelenergysolutions.net网站。

■ 如果在偏远地区，投入资金和运营成本会相对较高。

■ 如果旅游业投资回报存在不确定因素投资成本将会导致溢价。

■ 理想旅游地点的土地价格受其他的可以获得更高回报的土地利用的竞争制约。

■ 如果项目的规划很复杂，则审批成本会相应增加，评估过程也会很长。

■ 劳工和土地高比例的投入，取决于工资和土地的税收。

问题是如何在制订可持续投资决定时解决这些基本的问题。在这个方面ITF-STD建议，旅游业和监管旅游的政府组织应该采取创新和合适的技术来提高资源利用率（尤其是能源和水源），减少温室气体的排放以及废物的产生，同时保护生物多样性，减少贫困，为当地社会创造可持续发展的条件。旅游业具有良好的商业投资前景。在私营企业的层面上，旅馆业主，旅游运营商，运输服务可以在保护环境和影响游客作出可持续的选择时发挥重大作用。不断增加的公共环保意识以及游客的环保意识正在国家、地区、甚至国际层面上为行业自主倡议和环保绩效作出贡献（UNEP 1998）。很多大型公司正在加强他们的环境和社会的影响力。在很多国家，中小企业占大多数，并且也可以对环境产生很大的影响力。而且，它们在环境问题上表现的越来越活跃。然而为了保持竞争力，来自消费者的压力使得这些中小企业更加重视这些影响。

绿色旅游发展的促成条件

1. 旅游促进组织，资源管理机构以及旅游景点管理部门应该将旅游产品（如：公园，保护区，文化遗迹）等与市场定位更紧密的相连。根据一个密集地区天然文化遗址的宝贵经验，这样能保证在世界旅游市场上的一致和独特的销售地位。
2. 旅游业协会和那些更加广泛定义的行业平台在促进旅游业可持续化和更有力地面对各种常规挑战方面起着关键性作用。与很多领域一样，企业的社会责任逐渐被旅游部门认识到，并推动行业机构向着国内外领先水平发展。但是，包括三方兼顾的报告以及环境管理系统和认证体系的一个正式回应似乎只有大公司会选择。小公司很大一部分都在其外，那些不同的供应商甚至都不会牵涉到。很多国家的经验表明经过合理设计的供应链和工具对于中小企业的指导很重要，尤其是在这些中小企业从事具体的可操作性项目时。
3. 国际发展机构，例如多边或双边合作机构，以及发展金融机构（Development Finance Institutions, DFIs）应该直接参与信息告知、教育以及与旅游业合作，使得可持续发展能融合到他们的管理和政策当中去，同时应该确保那些正在参与可持续发展活动的旅游企业的安全。在国家层面，政府

和公民社会的参与应该成为协调工作中的关键部分。

4. 产业导向型决策支持工具的不断使用可以加快绿色实践。酒店能源解决方案（Hotel Energy Solutions），TourBench 和 SUTOUR是一些对欧洲旅游业公司提供帮助的项目案例，帮助他们认识到制定可持续发展决策潜在的投资和成本节省的机会，以保证盈利能力和竞争力（通过生态建筑措施和低能耗的设备达到节约成本和投资目的），让游客满意（满足他们对高质量环境的要求和期望），更有效的利用资源（最小限度的消耗水资源以及利用再生能源），确保环境的清洁（最大限度的减少CO₂的排放及废物产生），以及保护生物多样性（减少化学物品的大量使用和危险废物的排放）。
5. 有关可持续旅游业的国际公认标准的推广和普及，需要对旅游运营和管理进行监控。明确认识准则、对象和目标，在将这些投资计划纳入到企业运营中去时，私营企业表现最佳。2008年10月发行的全球可持续旅游标准为从根本上统一了解可持续旅游业的实践活动提供了最有前景的平台，并优先考虑了私人投资²⁰。应该采纳可持续性旅游标准以评价企业性能并支持政策建议。在国家甚至次国家层面，支持信息分享以及接触专家和有经验的绿化先锋是GSTC发展的关键性一步。
6. 旅游部门的经济规模可以通过产业集群实现。对于那些以环境管理为基础追求竞争优势的企业来讲，高环境质量是关键切入点。就旅游业而言，保护一个国家的自然资本对许多企业都具有连锁效应以及补充作用。集群效应能够加强旅游价值的前后联系并驱动整个工业可持续发展。自然和文化景点是旅游业发展最宝贵的资产。旅游业集群必须积极从事环境管理和保护。与公共部门和社区组织的积极合作，将会提升整个旅游集群企业的竞争地位。例如，在克罗地亚，Ivanovic et al.（2010）发现，小企业在旅游市场份额中占主导地位，可以实现高就业率和收入。但是，它们也显示出了低的生产率。这种情况部分归因于对旅游业集群效应潜在利益理解的局限性，其中包括：相关的经济规模的因素、科技发展、组织统筹以及更高的市场份额等。

4.2 旅游景点的规划和发展

旅游景点规划和发展战略的制定，是旅游绿化的一个关键性决定因素。每个旅游点都是独一无二的，因而每个发展战略在创造一个有远景的环境可持续发展目

20. 全球可持续旅游标准合作会成立于2007，其组织成员包括：世界旅游组织（UNWTO）、联合国环境规划署（UNEP）、United Nations Foundation, Expedia.com, Travelocity-Sabre, 和其他50多个组织（Bien et al. 2008）。

标的同时，都应该关注这些景点的独特资产和挑战。旅游景点规划人员以及相关政策制定者经常无法把握住绿色旅游业可能带给旅游景点的发展机遇。即便是那些能够把握住发展机遇的，也通常缺乏结合发展现状、构建新的必要的可持续发展模式的技能或经验。

通过旅游业规划和旅游景点发展推进绿化目标，要求具备整合多个政策领域的的能力；要考虑在很长的时间框架内自然、人类和文化遗产的多样性；并且具有制定必要的规则和制度的能力。旅游景点在没有相应合适的法规制度的情况下，或者是没有正确的用于监督的管理结构，是不可能成功实施绿色旅游战略的。需要通过相关立法，实现环境保护、限制潜在危害的发展、控制有害的做法并鼓励健康行为。这些领域里建立在旅游目的地发展战略以及自身特色的基础上的明确法规，决定了政府和企业实行更加可持续性旅游投资的方向、程度和范围。

绿色旅游地规划的促成条件：

1. 更高级别的政府、社区和私人旅游部门需要与当地政府一同建立适当的合作机制，以适应环境、能源、劳动力、农业、交通、公共健康、财政、安全以及其他相关领域的发展要求。区域规划、保护区、环境规范和相关法规、劳动法规、农业标准和健康要求（特别是水、废物和卫生）都需要建立清晰的法规，以更好地适应发展需求，并有助于稳定投资环境。与此密切相关的财政和投资方面的考虑因素，将在下节讨论。
2. 相关从事制定旅游战略的机构需要应用更可靠的科学方法和工具，实现对经济、环境和社会可持续发展方式的评估。这也有助于帮助价值链中的相关利益者了解他们对环境和社会文化的影响。
3. 旅游总体规划或战略为供应方提供了开发旅游目的地的途径。相关规划需要考虑环境和社会问题，以便更好地管理重要资产、创造更多的绿色成果。多个利益相关方共同参与制定规划，同时，地方、国家、地域和国际四个不同层面发展伙伴关系，绿色转型计划将更有效。相关可提供支持的多边环境、社会合约、组织也需纳入到这个过程²¹。公共、私人 and 公民社会的利益相关者应该在考虑对自然资源基础和国家发展机会产生可能影响的同时，从中长期的角度对他们想要巩固的相关旅游业做出决定。因此，这便要求建立起一个健全的体制框架。主要从业者和环境法规执行之间的协调则是其中的关键。此外，对旅游业可持续性进行投资时，主要的短期、中期和长期目标的制定应该以下列各方面为基础：

- 对国家宏观经济平衡的贡献；
- 当地直接或间接就业岗位的创造；
- 当地原材料和进口物品的使用；
- 为其他生产部门创造的效益（旅游业外的效

益）；

- 影响地方发展及消除贫困；
- 现代化、多样化和旅游价值链的可持续性；
- 可持续性旅游业发展的内部和外部需求的增长。

4. 在推动可持续旅游业发展时，一个连贯的旅游目标规划政策是创造良好国际声誉、区分国家品牌以及赢得国家竞争地位所必须的。根据2008年的未来品牌，虽然旅游业是国家品牌看得见的体现，但是国家形象、声誉以及品牌价值也能影响产品、人口、投资机会甚至国际援助和资金支持。因此，为了创立一个构建在可持续性基础上的成功的国家品牌，有必要在国家层面上统一进行公共和私人企业的规划。
5. 对于承载能力和社会结构的评估，应该同时考虑内部和外部对于旅游景点的影响。不同地方之间由于存在很大的差异，很难实现统一的评估标准，因而人们通过设定最大阈值来为规划政策的发展制定提供指导。

4.3 财政政策和经济手段

旅游业绿化要求政府在职权范围内应用更成熟的工具或手段，如财政政策、公共投资和不同公共产品的价格机制等。

政府对旅游业的投资应该把可持续管理的商业动机作为首要目标。相关奖励刺激政策应与环保和效益增值保持一致。市场趋势和竞争优势两方面需要相互促进。从这个角度出发，政策制定的连贯性是必要条件。从国家层面出发，可持续的旅游政策制定应通过统筹方式来应对解决市场失灵（包括外部成本）状况，同时需要避免因政府干预而产生的附加扭曲状况的出现。政府的作用需要区别于市场。政府应采取特定的手段，以实现更有效的产品和资源分配。相关的社会政策则需要解决包括工人的补偿和权益、提供更好的机会、人力资源发展以及价值链整合战略。出于可持续旅游政策方面的考虑，目标（如投资定位，特定区域旅游点的发展和地方、国家的基建投资）、管理（体制上的协调，影响性分析研究）和激励机制（有效性，成本效益和充分性）方面，都需要保持有良好的竞争优势。在可能的情况下，相关激励手段的使用应基于市场手段，而非命令或控制措施。我们对于某些形式的市场手段失灵需要给予特别的关注，尤其是对于那些可能对学习新可持续性旅游业如何对企业创利（自我发现的外部性）产生阻碍的、导致同步和综合性投资

21.例如，全球旅游业环境道德准则中的一些原则的采用来自世界旅游组织和联合国大会，多边环境协定和公约的建议和指南，而作为适当公约的，其中还包括生物多样性公约（Convention on Biological Diversity, CBD），世界遗产公约，联合国气候变化框架公约（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC），联合国防止荒漠化公约（UNCCD）以及在旅游行业中保护儿童免于奴役的行为公约。

不协调且进一步离散市场协同作用的（协调的外部性）以及忽略公众意见（例如立法、鉴定、交通和其他基础设施）方面。

财政和政府投资政策制定所需具备的条件：

1. 从旅游业角度出发，对投资可持续地干预只要能创造积极的外部社会效应、促进资源的可持续利用，就可以认为是合理的。通过减少生产产品时对自然资源的消耗（如不可持续农业模式）或者避免可能造成资源枯竭的行为（如房屋建造），这些能够通过政策手段进行补偿，以提高可持续旅游业的效益并产生积极的社会效应。在有效监督和影响评价机制中，应注意避免“搭便车”（公司故意不遵守）情况的出现。从经济、社会和环境角度出发，有必要对旅游业激励机制进行定期评价和影响分析。
2. 政府确定并承诺在绿色环境改造中进行的 key 投资对决定私人部门投资和方向起着重要作用。政府对于保护区、文化资产、水、废物管理、卫生、交通和能源基础设施的投资对私人部门在考虑对环保成果做出的投资决定起着重要作用。无论是与旅游业相关的公共基础设施的投资还是民营旅游企业的投资，应该对他们的社会环境影响进行评估，采取经济措施补偿和抵消不可避免的影响。
3. 应制定适当的税收和补贴政策，鼓励对可持续旅游活动的投资并限制不可持续性旅游行业的发展。税收的使用往往使发展限制在一定的水平（如，对旅游点资源和服务的收费）并控制特殊的产入和产出（如排污费和废物处理服务费）。
4. 税收优惠和补贴政策可用于鼓励进行绿色旅游点和相关设施的投资。资金补贴可用于购置设备或引进技术，以减少浪费，并鼓励节约能源和水资源，或是保护生物多样性（通过环境服务支付方式），加强地方企业和社区机构的联系。
5. 建立明确的价码来引导投资和消费。水处理和供给以及电力和废物管理等公共物品的价格，对私人部门影响较大。政府经常性地将这些产品价格标低甚至免费，以鼓励投资，才发现低价格催生浪费，造成社区资源流失，而且提升价格无论是财政上还是政策上都耗资巨大。

4.4 对绿色旅游投资的融资

环境和社会方面的投资相对较新，并且仍然处在金融市场的主流之外（特别是在发展中国家）。在很多情况下，主要障碍是知识的缺乏或误解。例如，许多绿色投资的资金回收期以及投资数额都不明确（这是因为缺乏足够的相关案例经验），这使得许多银行或者其他投资商不确定其是否要投资，从而危及了融资。同时，许多绿色投资项目的回报包括可衡量的部分如能源节约，但也有其他很难量化的部分如客户满意度等，这也让投资回报的核算比较棘手²²。

在一些其他情况下，许多旅游国家的框架性条件限制投资。例如，在许多高利率的富裕国家投资是完全可行的，但当地的环境却行不通。另外一个经常被提到的问题是，在许多发展中国家，金融监管系统把环境投资作为非生产性资产，要求银行同时持有更多储蓄，结果导致高利率和低投资的出现。

为融资创造有利条件：

1. 限制中小企业走向绿色旅游的最大的一个因素是缺乏获得这类投资的资本。绿色投资具有既要增值，又不会损害其自身金融和经济的优点。这就要求私人部门对绿色投资价值有更深入的认识，并且还需要与财政和监管部门的政策相协调。
2. 地方旅游发展的区域资金能够协助克服绿色投资时的财政障碍，同时还能生成公共回报（通过积极外部性）。外商直接投资（Foreign Direct Investment, FDI），私有股权投资，证券投资以及其他潜在的资金来源也应符合可持续发展项目和战略。Ringbeck et al. (2010) 认为，并非所有绿色发展项目都能获得地方或国家的财政支持，而旅游点并非总能通过当地资源获得足够的收入。在当地财政资源受到限制时，获得外部资金的支持能够确保长期的可持续性投资。
3. 可持续性发展成为旅游发展投资和融资的主流。在这方面，旅游业的可持续性投资和融资正致力于整合私人投资的预期，促进融资和社会捐助，以及发展旅游景点。建立一个共同的、自愿性标准，以鼓励更具有可持续性的公共、私人和多边的旅游项目投资，加大可持续旅游项目的融资，增加旅游业的可持续性投资，提高正在发展的旅游景点的能力，利用独特知识并实现其他相关目标。旅游业的可持续性投资和融资应努力将其影响力渗透到地区、国家和地方财政组织（对应部分），以及帮助整合全球其他可持续财政计划（如联合国环境规划署金融的赤道原则），从而支持对旅游业的绿色投资。
4. 作伙伴关系能够降低可持续投资成本和风险。除了流动资金和可持续项目的优惠利率项目，以及技术、市场以及商业机构的协助等因素的影响，中小企业能够通过提供低成本服务来帮助公司抵消现金需求。此外，贷款和贷款担保可以包括更有利的宽限期、降低对个人资产担保的要求、或者提供更长的还款期。可持续旅游项目的贷款需要获得援助机构和私人企业的担保，以降低风险和利率。

22. 例如，Frey (2008) 通过调查南非旅游行业发现，有80%受访者认同“负责任的旅游管理可增强员工士气和表现、提高公司声誉，是一种有效的营销方式”这一观点。但是通常来说，企业并不能经常在管理实践上投入足够的时间和金钱。

4.5 地方投资

正如上面所讨论的，可持续发展的旅游业能够创造更多额外机会，以增强旅游业对当地的经济贡献。但是还有一些联系常常被忽视，即它们还创造了吸引投资的机会。旅游价值链中资本化和正规化的企业能够提高当地的经济机会（通过雇佣、地方贡献和乘数效应），同时也在那些要求更大满意度的游客中提升地方竞争力。这种双赢局面正是联合国世界旅游组织所倡导的。特别是，许多有针对性的机制的设立既有利于增强投资，又能提高当地收入。

特定旅游景点大量多样的短途旅行，不仅促进了当地食物和饮料的销售，而且促使专业的小型市场增长。旅游业的经营包括为当地社区创造价值、公共和私人倡议当地工作人员的培训，基建设施和配套产业的发展，创造新的商业发展机会，更合理的行业发展以及更少的废物泄露。这些企业需要投资资金，并且期望在成功旅游点获得实质性发展机会。

增加地方贡献的促成条件：

1. 强化旅游业价值链以支持中小企业的投资。旅游景点往往是稳定的，足以为投资者和银行家提供

充分的保证。旅馆和其他支撑行业间的产品和服务的长期合同为可持续发展创造可行的条件和简单的运营监控机制。

2. 扩大运用团结贷款机制，允许本地供应商获得信贷和建设资金。团结贷款（通过同行企业提供担保）已经证明对于渔业、农业、手工业等所有产业对建立可持续性旅游地点是很重要的。
3. 扩大发展银行对于不够融资资格的个人和小企业信贷业务的支持，或直接参与提供公共服务（如保护区管理、指导、废物管理、基础设施建设等）。
4. 建立种子基金，以允许地方新的绿色产业发展。例如可以整套进口太阳能集热器和光伏发电系统，或者在当地组装进口的零部件。后者有利于鼓励本地投资，促进地方经济发展。同时，它也允许采用适当的技术，以更好地适应地方旅游需求。

5 结论

旅游业是全球领先行业，在全世界生产、贸易、就业和投资中占有巨大比重。在许多发展中国家，它同时是外汇和国外直接投资的最重要的来源。旅游业增长、环境保护和社会福利之间互相加强、共同发展。所有的旅游产业都可以通过投资向绿色经济转变，引导能源和水资源有效利用，减缓气候变化，减少废物排放，保护生物多样性和文化遗产，并加强与当地社区联系。旅游业越是可持续发展，越能促进该行业的增长，越能创造更多更好的就业机会，巩固较高的投资回报，有利于当地发展和减少贫困，同时提高了人们对自然资源可持续利用的意识和支持。

当评估可持续发展的投资成本时，常规发展模式下旅游业中潜在的经济、社会和环境成本总是被忽略。考虑使旅游业更具可持续性的行动和关注旅游业所需的投资和融资的可行性是一致的。然而，经验证据表明，传统的大众旅游业需求已达到一个成熟阶段，而更具环保责任的旅游业形式正蓬勃发展，二十年后有望成为增长最快的旅游市场。旅游市场的发展趋势表明可持续旅游业投资的主要驱动力，涉及到消费者需求的变化，降低运营成本提高竞争力的措施，连贯的政策和法规，技术的改进，环境和社会责任感的进一步加强以及自然资源的保护。这些是行业转型的先导并决定投资回报。

至2050常规发展模式，旅游业的发展意味着增加能源消耗111%，温室气体排放量105%，水资源消耗150%，固体废物处置252%。另一方面，在另一种绿色模式投资下（在能源和用水效率，减排和固体废物管理方面）投资2,480亿美元（占整个国内生产总值的0.2%），旅游部门可以在未来几十年稳步增长（超过常规发展模式下国内生产总值的7%），同时节省大量的资源并强化其可持续性。这样的绿色投资方案预计削减了相应常规发展方案18%的用水量，44%的能源供应和需求，52%的CO₂排放量。由此避免的潜在成本可以再投资到当地旅游业的社会事业和环保事业中（如当地交通和工作人员能力和技能的培训），增加地方发展的间接性和诱发性影响的旅游开支。值得一提的是，来自富裕地区的外国游客在发展中国家的消费，有助于创造急需的就业和发展机会，特别是通过增值效应和减少泄漏，同时达到减少经济差距和贫困的目的。

旅游业通过如何规划、开发和管理产生正面或负面影响。在生态系统的承载能力之内旅游产业转型需要创造条件以促进社会和经济的发展。

为了促进绿色经济下可持续旅游业的发展，国家、区域和地方经济应该首先提供一个良好的投资环境，其中包括安全和稳定、监管、税务、金融、基础设施和劳动保障。各种旅游利益相关方应协作并共享知识和工具，以了解在旅游景点的旅游活动对环境和社会文化总体影响。同时还需政策的连贯性，其中包括奖励

可持续投资和实践行为，以及设法避免无节制旅游扩张导致大量浪费的外部经济效应的经济手段和财政政策。针对旅游产业的特点，政府和民营旅游部门应与负责环境，能源，农业，交通，卫生，金融，安全以及其他相关领域的各部委和地方政府进行协调。

通过政策导向和可持续发展的引领作用，政府部门可以激励和影响其他利益相关者（包括公营和私营）参与到实现可持续性目标的实际行动中。旅游宣传和市场推广活动强调将可持续发展作为首要选项，这一点是十分必要的。打造本地的发展机遇，市场营销应努力确保地方、小型、中等、社区型等规模的旅游供应商（尤其是在发展中国家）进入国内和国际市场。随着中小型企业旅游业中占据主导，帮助他们了解产业导向的决策支持手段、信息、知识以及资本也同样必要的。采用合作方法降低可持续旅游业的成本和风险，并支持中小企业也应受到重视，以利于旅游业的绿色转型。

一个创造有利环境的可持续旅游业的设计和实现，应建立在健全、正规且具有良好记录分析的基础上。对于短期、中期和长期的可持续旅游宣传和市场推广，决策者应该设置底线以及可衡量的目标。需要指出的是旅游景点的成功不仅是根据旅游团人数，还在于广泛的经济、社会 and 环境的驱动能力和影响力。可持续旅游业的决策应该基于健全的定量分析。评估案例（如选择性试验），可以帮助从需求方面鉴定分析可持续发展旅游业的机会。譬如投入产出和一般均衡模型、商业调查、旅游业附属帐户等工具，可以完善政策的设计和经营策略。强烈建议采用国际标准和全球范围内的准则（如全球可持续性旅游理事会标准案例 GSTC），以获取评估结果的可比性，并整合认识从实际层面上私营部门在可持续旅游业投资的优先次序。此外，通过提高环境和劳工性能²³管理标准，将大大协助旅游经营者减少对环境的影响、保护企业劳工、增强与社区利益相关方合作的内部管理能力。

旅游业在不同景点之间的影响也不同。需要进行更多的定量研究，使人们清醒地认识到这种多样性的原因，以从国家和次国家层面上证明旅游业与本地就业、供应链采购流程、减少贫困、提高环境效益，以及其他相关领域的关系。对国内旅游（许多国家旅游收入的最重要来源）应该进一步分析。企业经营绩效和较高绿色投资回报是研究的关键参变量。

本章旨在分析影响旅游业发展的主要变量（因素），为了证明协调统一绿色经济政策是能够引导旅游业朝着可持续方向发展，在加强社会和环境影响的同时创造经济效益。本章的结论和建议可供所有旅游业相关利益者参考。

23. 这些措施包括ISO14000环境管理系列，ISO26000的社会责任管理系列以及S.A.8000工作条件系列。

附录1：行业经济状况

国家	国内旅游业消费/旅游总消费 (%) *	国内旅游业总产值/国民生产总值 (%) *	在旅游产业的工作/总工作数 (%) *	旅游业投资/总投资 (%) **
澳大利亚	73.9	4.1	4.8	12.5
智利	75.0	3.1	2.6	7.5
中国	90.8	4.2	2.3	8.5
捷克共和国	45.3	3.0	3.3	11.0
厄瓜多尔	69.4	4.1	1.8	12.4
洪都拉斯	54.5	5.7	5.3	8.4
以色列	61.0	1.8	2.6	7.6
日本	93.5	1.9	2.8	5.8
拉脱维亚	51.4	1.9	9.0	7.4
立陶宛	56.4	2.6	2.6	9.8
荷兰	80.8	3.0	4.3	7.3
新西兰	56.2	12.0	9.7	15.0
秘鲁	74.4	3.3	3.1	9.9
菲律宾	80.7	6.9	9.7	11.3
波兰	41.0	2.0	4.8	7.1
罗马尼亚	47.7	2.2	8.3	7.3
沙特阿拉伯	61.5	5.0	3.9	3.9
斯洛伐克	44.1	2.9	7.3	11.4
斯洛文尼亚	43.0	4.9	11.5	12.0
西班牙	42.3	10.9	11.8	13.8

* 根据TSA最近一年提供的国家数据（主要是2007年）估计。

**2009年标准。

表A1-1：根据国家旅游业的经济相关性

来源：作者根据相关UNTWO 2010c和 WTTC 2010 数据计算。

附录2：可持续发展旅游业战略领域中的驱动力和相关问题

战略性领域	持续性驱动力	可能的影响
能源	<ul style="list-style-type: none"> ■ 增长的能源成本 ■ 预期性碳附加费 ■ 消费者期望（尤其是来自欧洲和北美的）推动运营商和整个供应链 ■ 低碳技术的可用性 ■ 可能的政府激励措施 ■ 利用可再生能源技术降低成本 ■ 生态标签和/或自愿性标准 ■ 建筑物性能和能源效率规例/立法 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 通过提高能源效率保持或减少旅游经营者的经营成本， ■ 提高客户满意度 ■ 能源效率投资（升级改造，改善） ■ 新的节能投资股票 ■ 能源效率和服务投资功能和服务（如高效制冷，电视和摄像系统，空调暖气和洗衣） ■ 旅游经营者及其价值链的区分 ■ 随着节约能源成本效果的增加，实现长途与短途旅游的适度转变
气候变化	<ul style="list-style-type: none"> ■ 温室气体排放量消费（京都议定书相关规定推动） ■ 有关客户基础碳足迹的关注 ■ 东道国政府的政策和优先事项（气候变化和能源） ■ 承担的企业社会责任（CSR） ■ 旅游景点气候变化影响 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 相同的能源效率 ■ 增加电力替代燃料向，特别是增加车辆的式太阳能集热器，光伏电池和替代燃料的投资 ■ 增加商业战略导向型开发项目数量，实现低碳足迹 ■ 期待实现的利益相关的基础 ■ 碳补偿需求和其他补偿剩余排放机制
水资源	<ul style="list-style-type: none"> ■ 水资源短缺 ■ 水价及其矛盾 ■ 对水资源管理责任的期望 ■ 主要的旅游经营者的期望 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 通过节水，减少用水成本 ■ 投资室内节水技术，设施（如洗衣房和游泳池）和旅游景点（如高尔夫球场，花园和水为基础的旅游景点） ■ 增加景点客房/游客的用水量限制 ■ 按照旅游景点活动和水资源成本的不同，给目的地以比较充足的水供应优势 ■ 在公司/项目层面及旅游景点增加水处理系统的使用
固体废弃物	<ul style="list-style-type: none"> ■ 客户对旅游目的地的洁净需求 ■ 公众舆论 ■ 废物倾倒和废水浪费导致的水资源退化 ■ 来自主要旅游运营者的压力 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 降低污染和自然资源消耗 ■ 增强固体废物管理能力 ■ 减少露天废物倾倒点和管理不善的垃圾填埋场 ■ 对废水管理设备，处理治疗和消毒进行投资 ■ 对卫生填埋场和固体废物回收能力投资 ■ 降低污水排放和清理的费用
生物多样性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 增加涉及与野生动物和原始生态系统（或接近原始）接触的经验旅游偏好 ■ 以顾客的期望作为运营商保护自然资源基础 ■ 政府规章制度关注脆弱的生态系统，如珊瑚礁，滨海湿地和森林等 ■ 国家政策鼓励通过旅游保护重要生物栖息地来吸引资源 ■ 生态系统服务旅游创收的潜力 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 以自然为基础的旅游业需求可能加速原始地区的不断稀少 ■ 增加主流旅游业的相关政策和实践的数量，更有效地保护脆弱的生态系统 ■ 改进个别项目和区域性生物多样性景点通过补偿机制就地保护 ■ 通过对生态服务系统的准入费及付费，增加自然区域旅游业的发展和自然地区的利益更大化

表A2-1：可持续发展旅游业战略领域中的驱动力和相关问题

资料来源：作者编译。

战略性领域	持续性驱动力	可能的影响
文化遗产	<ul style="list-style-type: none"> ■ 游客对正统文化景观旅游偏好 ■ 游客对旅游经营者的尊重和保护传统文化期望 ■ 保护世界遗产意识的增加 ■ 承认和尊重文化多样性 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 尊重和承认传统文化，特别是传统文化同化到主流文化的背景下。帮助社区成员，认可他们的文化，尤其是现代生活的外部影响造年轻人逐步脱离传统生活和实践之时 ■ 保护文明赖以基础的传统文化土壤和自然资源 ■ 在社会或文化群体的帮助下，减少贫困。增加青少年保留在群体内的更多机会，而不是寻求城市和城镇的其他机会。满足的文化团体的需要，如卫生保健，洁净水获取，教育，就业和收入 ■ 降低丧失独特文化属性的风险
地方经济联系	<ul style="list-style-type: none"> ■ 与当地群体多接触的需求 ■ 对特定旅游景点大量和多样化的游览 ■ 食品和饮料的“购在当地” ■ 承担企业社会责任 ■ 公营和私营企业当地劳工培训计划 ■ 特定群体的增长（生态旅游，乡村旅游，探险旅游，钓鱼运动，农业旅游和社区旅游） ■ 基础设施和配套产业的发展 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 旅游主管部门，当地政府官员和公民社会组织的共同努力，增加本地旅游内容 ■ 旅游经营者和增加使用追踪当地贡献的指标反应 ■ 加深地方经济的供应链，创造更多的间接就业 ■ 从雇员直接和间接的消费和购买的收入效应增加地方经济开支 ■ 改善行业利益相关者之间的收入分配 ■ 减少流失（中间产品的进口和外国工人）

表A2-1：可持续发展旅游业战略领域中的驱动力和相关问题

资料来源：作者编译。

附录3：模型假设

1. 旅游能源的管理：

由于效率的提高带来的能源需求的减少和可再生能源供给的提高，25%的旅游部门的绿地投资（平均每年610亿美元）将在今后的2010-2050年间实施。

能源使用的排放量的减少：燃料消费和出行方式有所改变-趋于更长的滞留和更少的出行、更短的出行距离和交通方式的改变（从飞机和私家车到更清洁的交通方式如长途客车和电气火车等），这同旅游业电力效率的提高一起促使了在制定的绿色方案中旅游活动能源排放量的减少。在下一个四十年这个投资将会提高到平均180亿美元一年，换个说法就是在绿地投资方案中，旅游能源绿地投资将占到29%。同有关的绿色经济报告（Green Economy Report, GER）的假设相同，效率的提高和模式的转变具有相同率，滞留比例的提高（每年0.5%）和出行的减少（保持总体的顾客住宿量）的假设，是用CO₂减排成本，包括国际能源署（International Energy Agency, IEA）（2009）作为投资的评估，更明确地说，是旅游业的交通运输：

■ 与UNWTO和UNEP（2008）的方案一致，在BAU情景中，假设滞留时间的长度为每年提高0.5%（到2050年平均3.7天）而不是每年降低0.5%（到2050年平均2.5天）。为了与其他方案中预计的总体游客住宿量一致，在绿地投资方案中的游客光顾的比例是减少的。因此，这些出游行为的改变导致了更少而不是更长的出行，但不会影响整体的游客住宿量。此外，国际能源署的出行减少的假设与绿色旅游的目标是一致的（短的出行和更长的滞留）。

■ 为了确保部门之间的连贯性，交通运输模式的改变和效率的提高在德国运输部门中的假设一样适用于旅游部门。根据国际能源署的报告，假设到2050年的绿地方案中，25%的私人汽车和飞机将被公共汽车和铁轨所取代。绿地投资方案中交通运输效率提高的比例（60%）取决于绿地投资和国际能源署中单位成本减少的数量。

■ 可再生能源的生产：在2010到2050年间，71%的旅游能源绿地投资的额外投资（平均每年430亿美元）将被用于可再生能源和生物燃料产品的引进和推广。这种成本假设见国际能源署汇编（2009）。

2. 旅游用水的管理：

在2011到2050年间，0.1%的旅游部门绿地投资（平均每年244亿美元）将被用于通过效率的提高和水资源供给的增加来减少用水需求²⁴：

24. 用于旅游用水部分的投资的较低水平是由于与旅游业的其他部门相比，水消费是相对较小的部分，因为同样的单位成本和提高百分比用于所有的水资源的消费者。

水资源使用效率的提高：在下一个四十年中，为了减少旅游用水的需求，在提高水资源使用效率方面的投资数量假设每年平均为1.6亿美元（65%的旅游用水管理的投资）。单位成本预计为每立方米0.28美元。

水资源的供应：剩下的（35%）旅游用水投资（在2010到2050年间平均每年投资8.6亿美元）将被用于从海水淡化和普通水资源中增加水的供给：

■ 海水淡化：在今后四十年，30%的水供应的投资（平均每年0.26亿美元）将被用于海水淡化。供应淡化海水的成本为每立方米1.1美元。

■ 常规水资源供给管理：70%的总水资源供给投资（每年平均6,000万美元）用于常规水资源供给管理的措施，包括污水处理，水库、地表和地下水的供给。提高常规水资源供给的成本为每立方米0.11美元。

3. 废物处理：

在2011到2050年间，13%的旅游部门的绿地投资（平均每年320亿美元）将被用于废物的回收和再利用：

■ 废物再利用：根据绿地投资的方案，在今后40年中，8%的旅游废物投资将被用于废物的再利用和重生，总计每年平均24亿美元。循环再利用和混合废物单位成本分别为每公吨138美元和每公吨44.85美元。

■ 废物回收：根据绿地投资的方案，在下一个40年中，旅游废物管理中剩下的92%的绿地投资将被用于提高废物回收率，共计每年约平均300亿美元。根据假设，废物回收的成本将从1970年的每公吨1083美元上升到2050年的每公吨1695.5美元。

4. 雇员的培训：

在绿地投资方案中，12%的旅游投资或者说在2011年到2050年间，平均每年约310亿美元被用于雇员的培训。每一个雇员培训的成本假设为每120个小时117美元，然而所有新雇员在他们事业的进程中会参加一年期的培训（尽可能多的与本地劳动力的假设相同）。总体来说，培训一个新员工的累积成本假设为2854美元。众多的方案都是模拟研究和估计每年每个员工的培训成本的差异，在假设成本低于、高于30%的比例之间波动（或者说在1998美元至3711美元之间变动）。

5. 生物多样性保护：

50%的旅游投资，或者说在2011年到2050年间，平均每年投资1230亿美元用于生物多样性保护。三个方案基于不同的生物多样性保护成本模拟，分别是：（a）哥斯达黎加国家森林基金（Costa Rica's National Forestry

Financing Fund, FONAFIFO)²⁵假设森林保护的平均成本——每公顷119美元；（b）假设在其土地上从事林业和农业的成本为每公顷451美元（基于哥斯达黎加的关于林业的经验）；（c）根据亚马逊碳和生物多样性投

25. 哥斯达黎加国家森林基金：Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, Costa Rica。

资基金会²⁶提供的资料，假设住房和其他相关的商业性用地的成本为每公顷1,380美元。

26. 亚马逊碳和生物多样性投资基金会（Amazon Carbon and Biodiversity Investment Fund, ACIF）提供每公顷276美元到3450美元不等，但对于100,000公顷来说这是一个特殊的例子（每3450公顷似乎高于平均值）。结果，在此分析中，每公顷1,380美元是保护成本的最大值。

参考文献

- Adamson, M. (2001). "El uso del Método de Valoración Contingente para estimar precios de las "Amenities" provistas por el Parque Nacional Manuel Antonio." Serie Documentos de Trabajo, N° 208. Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas, Universidad de Costa Rica.
- Ashley, C., H. Goodwin, D. McNab, Scott, M., and Chaves, L. (2006). Making Tourism Count for the Local Economy in the Caribbean. Guidelines for Good Practice. Pro-Poor Tourism Partnership and the Caribbean Tourism Organization.
- Becken, S. and Hay, J. (2007). Tourism and Climate Change: Risks and Opportunities. Channel View Publications, Cleveland.
- Becken, S., Simmons, D., and Frampton, C. (2003). "Segmenting Tourists by their Travel Pattern for Insights into Achieving Energy Efficiency." *Journal of Travel Research*, 42(1), 48-56.
- Bien, A. et al. (2008). "Sustainable Tourism Baseline Criteria Report (2007):" Global Sustainable Tourism Criteria, version 5.0 (25 Sept08). www.SustainableTourismCriteria.org.
- Bishop, J., Kapila, S., Hicks, F., Mitchell, P., and Vorhies, F. (2008). Building Biodiversity Business. Shell International Limited and the International Union for Conservation of Nature: London, UK, and Gland, Switzerland.
- Brenes, W., Martorell, R., and Venegas, J. (2007). Calidad de vida en las familias y comunidades con proyectos de desarrollo turístico: un estudio de caso en dos tipos "modelos" de turismo: Tamarindo de Santa Cruz y La Fortuna de San Carlos. San José: Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible.
- By, R. and Dale, C. (2008). "The successful management of organisational change in tourism SMEs: initial findings in UK visitor attractions." *The International Journal of Tourism Research*, 10(4).
- CalRecovery and UNEP. (2005). Solid Waste Management. United Nations Environment Programme.
- Center on Ecotourism and Sustainable Development (CESD) and International Ecotourism Society (TIES). (2005). "Consumer Demand and Operator Support for Socially and Environmentally Responsible Tourism." CESD/TIES Working Paper No. 104. April 2005.
- Chang, W. (2001). Variations in multipliers and related economic ratios for recreation and tourism impact analysis. Unpublished Dissertation. Michigan State University. Department of Parks, Recreation and Tourism Resources. 150 pp.
- Cooper, C., Fletcher, J., Fyall, A., Gilbert, D., and Wanhill, S., (2008). *Tourism: Principles and Practice*. Essex: Pearson Education Limited. Fourth Edition.
- Dalem, A.A.G.R. (2002). "Ecotourism in Indonesia." In *Linking Green Productivity to Ecotourism: Experiences in the Asia Pacific Region, 92-94*. Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Driml, S., Robinson, J., Tkaczynski, A., and Dwyer, L. (2010). *Tourism Investment in Australia: A Scoping Study*. Queensland: Sustainable Tourism Cooperative Research Centre.
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC/CEPAL). (2007). *Turismo y Condiciones Sociales en Centroamérica: Las Experiencias en Costa Rica y Nicaragua*. Available in www.eclac.cl/publicaciones/xml/4/28854/L779.pdf.
- "Equator Initiative." www.equatorinitiative.org, retrieved on 27 November 2010.
- Fortuny, M., Soler, R., Cánovas, C., and Sánchez, A. (2008). "Technical approach for a sustainable tourism development. Case study in the Balearic Islands." *Journal of Cleaner Production*, 16, 860-869.
- FutureBrand. (2008). *Country Brand Index 2008: Insights, Findings and Country Rankings*. FutureBrand and Weber Shandwick.
- GEF. (2009). *GEF Annual Report 2009. Global Environment Facility (GEF)*.
- (2010). *Behind the Numbers: A Closer Look at GEF Achievements*. Global Environment Facility (GEF).
- GHK. (2007). *Links between the environment, economy and jobs*. GHK, Cambridge Econometrics and IEEP. London.
- Gössling, S. (2005). "Tourism's contribution to global environmental change: space, energy, disease and water". In *Tourism Recreation and Climate Change: International Perspectives.*, eds C.M. Hall & J Higham, Channel View Publications, Clevedon.
- Gössling, S. (2010). Background Report (Water) prepared for the tourism chapter of the UNEP Green Economy Report.
- Gössling, S. and Hall, C.M. (eds.). (2006). *Tourism and Global Environmental Change: Ecological, Social and Political Interrelationships*. Routledge, London.
- Hagler Bailly, Inc. (1998). "Assessment of Voluntary International Environmental Certification Programs. Report prepared for Jamaican Hotel and Tourist Association, Arlington, VA: Halger Bailly.
- Hall, C.M. and Coles, T. (2008). "Introduction: Tourism and international business." In T. Coles and C.M. Hall (Ed.), *International Business and Tourism: Global Issues, Contemporary Interactions*. (1-25). London: Routledge.
- Hamele, H. and Eckhardt, S. (2006). *Environmental Initiatives by European Tourism Businesses. Instruments, indicators and practical examples. A contribution to the development of sustainable tourism in Europe*. Saarbrücken: SUTOUR, TourBench, DBU, ECOTRANS.
- Hernández, R. (2004). "Impacto Económico del Turismo. El Papel de las Importaciones como Fugas del Modelo." *Sector Exterior Español*, 817.
- Hiltunen, M.J. (2007). "Environmental Impacts of Rural Second Home Tourism – Case Lake District in Finland." *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 7(3), 243-265.
- Honey, M., Vargas, E.; Durham, W.H. (2010). *Impact of Tourism Related Development on the Pacific Coast of Costa Rica*; Center for Responsible Travel; www.responsibletravel.org.
- IEA. (2009): *World Energy Outlook (2009)*. OECD/IEA. Paris.
- ILO. (2008). *Guide for social dialogue in the tourism industry. Sectoral Activities Programme. Working Paper 265* prepared by Dain Bolwell and Wolfgang Weinz.
- (2010a). *Reducing poverty through tourism. Sectoral Activities Programme. Working Paper 266* prepared by Dain Bolwell and Wolfgang Weinz.
- (2010b). *Developments and challenges in the hospitality and tourism sector. Sectoral Activities Programme. Issues paper for discussion at the Global Dialogue Forum for the Hotels, Catering, Tourism Sector (23-24 November 2010)*.
- Inman, C., Segura, G., Ranjeva, J., Mesa, N., and Prado, A. (2002). *Destination: Central America. A Conceptual Framework for Regional Tourism Development*. Latin American Center for Competitiveness and Sustainable Development (CLACDS). Working Paper, CEN 607.
- Ivanovic, S., Katic, A., and Mikinac, K. (2010). "Cluster as a Model of Sustainable Competitiveness of Small and Medium Entrepreneurship in the Tourist Market." *UTMS Journal of Economics*, 1 (2), pp. 45-54.
- Kyriakidou, O. and Gore, J. (2005). "Learning by example: Benchmarking organizational culture in hospitality, tourism and leisure SMEs." *Benchmarking*, 12 (3), pp 192-206.
- Klytchnikova, I. and Dorosh, P. (2009). "How Tourism can (and does) benefit the Poor and the Environment. A Case Study from Panama." In *En Breve*, 146, August, The World Bank.
- Lejárraga, I. and Walkenhorst, P. (2010). "On linkages and leakages: measuring the secondary effects of tourism." *Applied Economics Letters*, 17(5), 417-421.
- Mill, R., and Morrison, A. (2006). *The Tourism System*. Kendall/Hunt Publishing Company. Fifth Edition.
- Mitchell, J. and Ashley, C. (2007). "Can tourism offer pro-poor pathways to prosperity? Examining evidence on the impact of tourism on poverty." *Briefing Paper 22. Overseas Development Institute*.
- Mitchell, N., Rössler, M., and Tricaud, P. (2009). "World Heritage Cultural Landscapes. A Handbook for Conservation and Management." *World Heritage Papers 26*. UNESCO.

- Moreno, M., Salas, F., Otoyá, M., González, S., Cordero, D., and Mora, C. (2010). Análisis de las Contribuciones de los Parques Nacionales y Reservas Biológicas al desarrollo socioeconómico de Costa Rica 2009. UNA, CINPE, SINAC. Heredia: Costa Rica.
- Naidoo, R. and Adamowickz, W. (2005) "Biodiversity and nature-based tourism at forest reserves in Uganda." *Environment and Development Economics*, 10, 159-178.
- Nellemann, C. and Corcoran, E. (eds). (2010). *Dead Planet, Living Planet – Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development. A Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. www.grida.no.
- Newell, G. and Seabrook, S. (2006). "Factors influencing hotel investment decision making." *Journal of Property Investment and Finance*, 24(4), 279-294.
- Newsom, D. and Sierra, C. (2008). *Impacts of Sustainable Tourism Best Management Practices in Sarapiquí, Costa Rica*. Rainforest Alliance.
- OECD. (2000). *Measuring the Role of Tourism in OECD Economies. The OECD Manual on Tourism Satellite Accounts and Employment*. Paris.
- (2010). *OECD Tourism Trends and Policies 2010*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- Pan African Research & Investment Services (PAIRS). (2010). *A Framework/Model to Benchmark Tourism GDP in South Africa: What is the role of tourism in the economy and what drives tourism in South Africa?* PAIRS.
- Peeters, P., Gössling, S., and Scott, A. (2010). *Background Report (Tourism patterns and associated energy consumption)*, prepared for the tourism chapter of the UNEP Green Economy Report.
- Pollock, A. (2007). *The Climate Change Challenge. Implications for the Tourism Industry*. The Icarus Foundation.
- Pratt, L. and Rivera, L. (2004). *Perspectivas sobre la Competitividad del Turismo Costarricense*. In *Revista Fragua*, N° 1, 2004.
- Rainforest Alliance. (2009). *Análisis del impacto económico de las empresas de turismo sostenible en las comunidades locales. Caso Granada, Nicaragua. Proyecto Alianza Internacional para el Mercadeo y Comercialización de Productos y Servicios de Turismo Sostenible*.
- (2010). *Buenas Prácticas de Manejo en las Empresas Turísticas: sus Beneficios e Implicaciones*. San José: Sustainable Tourism Program.
- Rheem, C. (2009). *Going Green: The Business Impact of Environmental Awareness on Travel*. PhoCusWright Inc.
- Ringbeck, J., El-Adawi, A., and Gautarn, A. (2010). *Green Tourism. A Road Map for Transformation*. Booz & Company Inc.
- Rojas, L. (2009). *Evolución e Importancia del Turismo en Costa Rica*. San José: Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible.
- Scott, D., Peeters, P., and Gössling, S. (2010). "Can Tourism 'Seal the Deal' of its Mitigation Commitments? The Challenge of Achieving 'Aspirational' Emission Reduction Targets." *Journal of Sustainable Tourism*, 18(2).
- Sindiga, I. (1995). "Wildlife-based Tourism in Kenya: Land use conflicts and government compensation policies over protected areas." *The Journal of Tourism Studies*, 6(2).
- Six Senses. (2009). *Carbon Inventory Report*. Evason Phuket 2008-2009. Six Senses Resorts & Spas, Bangkok, Thailand.
- SNV. (2009). *The Market for Responsible Tourism Products in Latin America and Nepal*. SNV Netherlands Development Organisation.
- Spenceley, A. (2004). "Tourism Certification in Africa: Marketing, incentives and monitoring." *The International Ecotourism Society*, December.
- Steck, B., Wood, K., and Bishop, J. (2010). *Tourism: More Value for Zanzibar. Value Chain Analysis*. SNV, VSO, ZATI.
- TEEB. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Edited by Kumar, P. London and Washington: Earthscan.
- Toth, B., Russillo, A., Crabtree, A., and Bien, A. (2006). "Implementing Monitoring and Evaluation Systems for Impact: A Guide for Tourism Certifiers and Their Clients". TIES, www.ecotourism.org.
- Tourism Concern. (2009). *Internal trip report (India and Sri Lanka)*. Tourism Concern (2010): Personal communication.
- Travel to South Africa. "Nature-based Tourism." <http://www.satour.co.za/more/articles/naturebasedtourism.html>. Accessed 28 November 2010.
- TPRG. (2009). *The Application of Value Chain Analysis to measure Economic Benefits at Tanjong Piai, Pontian, and Johor*. Tourism Planning Research Group. Universiti Teknologi Malaysia.
- UNCTAD. (2009). *World Investment Report 2009. Transnational Corporations, Agricultural Production and Development*. New York and Geneva.
- (2010). *The Contribution of Tourism to Trade and Development*. Note by the UNCTAD secretariat. TD/B/C.I/8.
- UNEP. (2003). *A Manual for Water and Waste Management: What the Tourism Industry Can Do to Improve Its Performance*. Paris: United Nations Environment Programme.
- (2008). *Building Nepal's private sector capacity for sustainable tourism operations. A collection of best practices and resulting business benefits*. Paris: United Nations Environment Programme.
- (2010). *Are you a green leader? Business and biodiversity: making the case for a lasting solution*. Paris: United Nations Environment Programme.
- UNEP and UNDP. (2001). *Integrating Biodiversity into the Tourism Sector: A Guide to Best Practice*. Prepared for the Biodiversity Planning Support Programme (BPSP).
- UNEP and UNWTO. (2005). *Making Tourism more Sustainable. A Guide for Policy Makers*. United Nations Environment Programme and World Tourism Organization.
- UNWTO. (2001). *Tourism 2020 Vision*. Madrid: World Tourism Organization.
- (2004a). *Indicators of Sustainable Development for Tourism Destinations. A Guidebook*. Madrid: World Tourism Organization.
- (2004b). *Tourism and Poverty Alleviation: Recommendations for Action*. Madrid: World Tourism Organization.
- (2010a). *Tourism and the Millennium Development Goals*. Madrid: World Tourism Organization.
- (2010b). *UNWTO World Tourism Barometer*, 8(2), June.
- (2010c). *TSA Data around the World. Worldwide Summary. Statistics and TSA Programme*. Madrid: World Tourism Organization.
- (2010d). *Tourism and Biodiversity: Achieving common goals towards sustainability*. Madrid: World Tourism Organization.
- (2011). *UNWTO Tourism Highlights. 2011 Edition*. Madrid: World Tourism Organization.
- UNWTO and UNEP. (2008). *Climate Change and Tourism, Responding to Global Challenges*. Madrid: World Tourism Organization and United Nations Environment Programme.
- WEF. (2008). *The Travel and Tourism Competitiveness Report 2008. Balancing Economic Development and Environmental Sustainability*. Blanke, J. and T. Chiesa, (eds). Geneva: World Economic Forum.
- (2009a). *The Travel and Tourism Competitiveness Report 2009. Managing in a Time of Turbulence*. Blanke, J. and T. Chiesa, (eds). Geneva: World Economic Forum.
- (2009b). *Towards a Low Carbon Travel & Tourism Sector*. Chiesa, T. and A. Gautam (eds.). Geneva: World Economic Forum and Booz & Company.
- Wells, M. (1997). "Economic Perspectives on Nature Tourism, Conservation and Development." *Environment Department Papers 55*. The World Bank.
- World Bank. (2010). *World Development Indicators database*. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators/>
- (2006). *Where is the Wealth of Nations? Measuring Capital for the 21st Century*. Washington, D.C.
- WTTC (2010). *The 2010 Travel and Tourism Economic Research. Economic Data Research Tool*. World Travel and Tourism Council. www.wttc.org.
- (2010b). *Travel & Tourism Economic Impact 2010: South Africa. Economic Data Research Tool*. World Travel and Tourism Council.
- WWF. (2004). *Freshwater and Tourism in the Mediterranean*. Available at: http://www.panda.org/downloads/europe/medpotourismreportfinal_ofnc.pdf



绿色经济



城市

为提高能源和资源效率进行投资



致谢

本章节统筹协调作者：**Philipp Rode**，英国伦敦政治经济学院高级研究员兼执行理事；**Ricky Burdett**，英国伦敦政治经济学院城市研究系教授、主任。

联合国环境规划署的Vera Weick和Moustapha Kamal Gueye负责本章节内容审阅、修订校正、指导补充调研及最后章节定稿等方面的工作。Sheng Fulai指导本章节初稿编辑工作。

本章撰稿人有：Edgar Pieterse，南非开普敦大学非洲研究中心城市研究系主任兼城市政策系教授；Brinda Viswanathan，印度钦奈马德拉斯大学经济学系副教授；Geetam Tiwari，印度德里技术中心交通规划系教授；Dimitri Zenghelis，英国伦敦政治经济学院格兰姆中心环境与气候变化系主任；Debra Lam，伦敦和香港ARUP前政策顾问；Xin Lu，中国上海国际建筑组织合伙人。

英国伦敦政治经济学院（LSE）研究团队：Antoine Paccoud；Megha Mukim；Gesine Kippenberg和James Schofield。

其他作者还包括：Max Nathan，伦敦政治经济学院城市研究系研究员，空间经济研究中心博士研究生，英国伦敦政治经济学院；Gavin Blyth，英国伦敦政治经济学院；Michelle Cullen，英国伦敦政治经济学院，城市规划博士研究生；Joerg Spangenberg，巴西圣保罗大学博士研究生。

项目协调：Daniela Tanner，英国伦敦政治经济学院。

我们谨向协助研究和编辑本书书稿的人士表示感谢，包括Andrea Bassi（千年研究所），Karin Buhren（联合国人居署），Maike Christiansen（联合国环境规划署），Marie-Alexandra Coste（联合国环境规划署金融行动机构），Daniel

Hoornweg（世界银行），Ana Lucía Iturriza（国际劳工组织），Ariel Ivanier（联合国欧洲经济委员会），Gulelat Kebede（联合国人居署），Markus Lee（世界银行），Tan Siong Leng（新加坡城市发展研究所），Esteban Leon（联合国人居署），Robert McGowan，Carolina Proano，Alexis Robert（经济合作与发展组织），Susanne Salz（国际地方环境理事会），Synnove Lyssand Sandberg，Sanjeev Sanyal（可持续地球研究所），David Satterthwaite（国际环境与发展学会），Christian Schlosser（联合国人居署），Soraya Smaoun（联合国环境规划署），Niclas Svenningsen（联合国环境规划署），Mark Swilling（南非斯坦林布什大学），Kaarin Taipale（马拉喀什可持续建筑专家组），Raf Tuts（联合国人居署），Edmundo Werna（国际劳工组织），Xing Quan Zhang（联合国人居署）。

在公开审阅过程中，国际货币基金组织、联合国人口基金和国际地方环境理事会的同行也提供了补充意见。

我们同样非常感谢协助调研和编辑过程的工作人员，他们是：Henry Abraham，Ishwarya Balasubramanian（马德拉斯经济学院），Stephen Barrett（RSH+P建筑事务所），Richard Brown，Andrea Colantonio（伦敦政治经济学院），Omer Cavusoglu（伦敦政治经济学院），David Dodman（国际环境与发展学会），Nicky Gavron（格拉斯哥大学），Frederic Gilli（巴黎政治大学），Anjula Gurtoo（IISB），Atakan Guven（伦敦政治经济学院），Miranda Iossifidis（伦敦政治经济学院），Jens Kandt（伦敦政治经济学院），Claire Mookerjee（伦敦政治经济学院），Martin Mulenga（国际环境与发展学会），Alex Payne（伦敦政治经济学院），Emma Rees（伦敦政治经济学院），Peter Schwinger（伦敦政治经济学院），Natza Tesfay（伦敦政治经济学院），Rick Wheal（奥雅纳工程顾问公司）。

目录

关键信息	424
1 引言	426
1.1 城市	426
1.2 绿色城市	426
2 机遇和挑战	427
2.1 挑战	427
2.2 机遇	428
3 绿色城市实例	431
3.1 经济效益	431
3.2 社会效益	434
3.3 环境和健康效益	436
4 绿色城市部门	438
4.1 交通	438
4.2 建筑	438
4.3 能源	438
4.4 植被和景观	438
4.5 水	439
4.6 食品	439
4.7 固废	439
4.8 基础设施和数字技术	440
5 实现城市绿色改造	441
5.1 障碍和局限	441
5.2 相应的战略	441
5.3 管辖	442
5.4 规划和监管	443
5.5 信息、意识与居民参与	444
5.6 激励机制	445
5.7 财政	445
6 结论	448
参考文献	449
附录1-数据来源	454

图目录

图1: 城市环境转变	427
图2: 国家生态足迹, 人类发展指数 (HDI) 以及城市生活水平比较图	428
图3: 特定国家与城市的碳排放及收入	429
图4: 私人交通燃油消耗量与特定城市密度、2008年燃油价格和欧盟燃油价格关系图	432
图5: 适应性条件、机构执行力以及民主成熟程度关系图	442

表目录

表1: 卡里加尔不同发展模式下对应的基础设施建设成本	432
表2: 不同交通系统下的交通容量和基础设施建设成本	432
表3: 特定绿色城市计划对应的投资及运行成本	433
表4: 城市交通雇员一览表	434
表5: 2010年城市默瑟 (Mercer) 生活质量排名	436
表6: 特定规划和制度措施	444
表7: 特定信息支撑工具	445
表8: 选择性激励因素	446
表9: 特定财政工具	446
表10: 低碳工作的顶级培训	447

专栏目录

专栏一: 城市经济中的绿色工作	435
-----------------------	-----

缩略语表

ARPU	Average revenue per user	用户平均收入
BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
BedZED	Beddington Zero Energy Development	贝丁顿零能耗发展项目
BRT	Bus rapid transit	快速公交系统
C40	Cities Climate Leadership Group	城市气候变化领导小组
CDM	Clean Development Mechanism	清洁发展机制
CDS	City Development Strategy	城市发展战略
CO ₂	Carbon dioxide	二氧化碳
CHP	Combined heat and power	热电联产
EU	European Union	欧盟
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	联合国粮农组织
FAR	Floor area ratios	建筑容积率
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GIS	Geographic Information System	地理信息系统
GLA	Greater London Authority	大伦敦政府
GNP	Gross National Product	国民生产总值
HDI	Human Development Index	人类发展指数
ILO	International Labour Organization	国际劳工组织
IOE	International Organisation of Employers	国际雇佣者组织
LSE	London School of Economics and Political Science	伦敦政治经济学院
MTR	Mass Transit Railway	大运力轨道交通
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
PES	Payment for Ecosystem Services	生态系统服务付费
R&D	Research and development	研发
PV	Photovoltaic	光电
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署

关键信息

- 1. 实现绿色经济，需要从根本上改变城市发展模式。** 目前全世界约有一半人口居住在城市里，但消耗的能源及排放的CO₂占全世界总量的60%-80%。城市化的快速发展给供水、排水、生存环境及公众健康等方面都带来巨大压力，这些情况对城市里的贫困人群影响最大。众多案例表明，城市化的特征是城市带的外延和扩张，这不仅带来了社会分化，同时也增加了能源需求和碳排放，并对生态环境造成愈来愈大的压力。
- 2. 引领全球绿色经济，城市有着独特的机遇。** 国家和城市的领导者需要致力于减少CO₂和污染物的排放、改善生态环境并减小环境风险。人口密集、功能多样化的城市往往比同等经济水平的其他城市具有更高的资源利用效率。通过进行综合规划，并采用新技术与政策，可以降低城市交通、建筑、能源、给水排水及废弃物处理等方面的资源与能源消耗，避免产生封闭效应。
- 3. 绿色城市以低成本实现高产出和创新能力的结合，同时减少对环境的影响。** 相关产业的高密度化是绿色城市的重要特征之一，它可以在降低资源和能源消耗的同时，通过经济活动聚集方式，获得更高效产出和技术革新。随着城市密度的增加，城市基础设施建设（包括街道、铁路、给水排水工程等）的单位成本将显著降低。而城市密度增加导致的拥挤堵塞和相应的经济成本问题则可以通过发展高效公交系统和道路收费系统予以解决和补偿。
- 4. 在大多数国家，城市是绿色经济兴起的重要场地。** 这主要归于以下三个原因：第一，城市自身固有的毗邻、密集、多样性的特点有利于企业创造效益并促进技术革新。第二，绿色产业是以服务行业为主导，服务行业包括公共交通、能源的供给、安装和维护等，这些行业更容易集中于城市，因为城市的消费市场最大。第三，一些城市利用大学及研究机构的技术和人才输出，在城市核心或其周边地区发展高新技术绿色产业。
- 5. 推行绿色城市建设相关措施，提高社会公平和生活质量。** 通过提高公共交通系统效率，如：改进公共服务和其他公交设施，以缓解贫困社区的车辆拥堵，能够减少社会的不公平性。交通和发电使用清洁燃料可以减少当地环境污染和公共健康的不公平性。减少私人交通工具，改善行人及自行车的交通条件，将有助于培养社区的凝聚力。社区凝聚力也是生活质量的一个重要方面，它对经济复苏和生产力提高具有积极的影响。有证据表明，生活在靠近绿色区域的儿童对于压力有更大的承受能力，很少会出现行为失常、焦虑、压力过大等问题，并对自己抱有更高的人生价值期望。绿色区域同时也能推动社会互动，并提高人们的幸福感。

6. 各部门联合开展有效的多层次监管，是成功建设绿色城市的前提。最重要的原则是建立国家、地方、社会、私营经济和大学等各部门的联合，它们有义务推动绿色经济及其城市基础设施，将多部门联合置于城市战略规划的首要 and 核心位置。这种联合的核心任务是为城市的长远战略规划提供更好的意见。不仅在地方和城市层面，在地区和国家层面上发展这一战略框架也同样重要，这样可以保障各部门工作的协调，以及各项政策工具的有效运行。

7. 目前已存在多种促进建设绿色城市的手段，但需将其以合理方式应用。在强有力的地方政府管理下，可以制订一系列运用于各个地方政府层面的计划、监管、信息和金融手段，可促进绿色基础设施投资、绿色经济发展和实现城市可持续发展。另外，当地政府如果运用更加高效率的方法，把目光集中于水、废弃物、能源、运输等关键领域，让它们负责实现有限的几项具体目标，这可以成为绿色都市建设的出发点。



1 引言

本章节将设计一张绿色城市的蓝图。它将带您了解绿色都市系统和基础设施条件的一系列环境、社会和经济成果，并为政策制定者们提供如何使城市更加环境化的参考。

关于绿色城市的概念可参见第2节，它描述了城市发展存在的相关机遇和挑战。第3节将对城市绿色化进程的经济、社会和环境效益进行分析。第4节总结许多城市地区绿色化进程的实践。第5节对绿色城市形成的条件提出相关建议。第6节对本章内容进行总结。

1.1 城市

城市是在某一特定地理区域上建立的具有社会性、生态性和经济性的系统集合。它主要表现为具有功能性、或者说行政性的人类聚居区域，其中包含大量且有一定密度的人口、建筑物和人类活动（OECD and China Development Research Foundation 2010）。通常认为，城市区别于其他人类聚居点的主要方面在于人口规模以及功能的多样性（Fellmann et al. 1996）。这种定义因不同国家而异，而且并非都基于人口规模，而是更多地建立在其行政职能或其特殊的历史地位上（Satterthwaite 2008）。城市概念的定义更多考虑的是，是否达到某一最低人口数量以上，而这个数值的差别可能非常大，这主要是因为不同政府对城市的单位规模设定不同，其人口可以从最低200人到最高20,000人（UN Statistics Division 2008）¹。

1.2 绿色城市

绿色城市被定义为具有环境友好性的城市²。环境友好性评价标准包括：污染和碳排放的水平、能源和水的消费、水质、能源构成、垃圾产量及回收利用率、绿色面积比例、原始森林和耕地面积的损失（Meadows 1999; Bruggmann 1999）。其他方面的标准，包括居住区域的共享率、机械化水平以及城市交通所占的比例。人类对自然环境需求的另一重要标准体现在生态足迹上（Ewing et al. 2010）³。对于绿色城市

的环境方面定义并不意味着可以忽略社会公平性。如下文将要描述的是，事实上绿色的生活环境将为城市居住者带来更多的公平性。

目前有一些城市可以归入到绿色城市的概念范畴内，这主要归功于它们宏大的绿色政策、一系列绿色方案以及坚持贯彻环保型发展思路。在西欧、美国以及加拿大的许多城市，已经开展了实施绿色城市战略的探索⁴。弗莱堡（Freiburg）作为德国的一个常住人口为二十万的城市，在可持续性建筑、循环利用技术开发方面具有很长历史，在1992至2003年间，该市的人均碳排放量下降了12个百分点（Duennhoff and Hertle 2005）。而在发展中国家的一些城市，特别是在南美洲，它们也同样可以打上绿色城市的标签。巴西城市库里提巴（Curitiba）的政府当局制订了将土地使用与交通规划整合为一体的政策，并早在20世纪70年代便建成了先进的公共巴士快速交通系统（Economist Intelligence Unit 2010）。新加坡在20世纪80年代建立起世界上第一套系统的道路收费方案，目前该国在废弃物、给排水及绿色环境方面的可持续政策仍走在世界前列（Phang 1993; Suzuki et al. 2010）。

1. Satterthwaite (2008) 估计世界上有四分之一的人口居住在人口总数低于50万的城市里，另外有四分之一的人口居住在人口总数同样低于50万的城镇地区。他认为，大约有三分之二的世界人口居住在农村地区或者是小城镇里。这也相当于间接指出，世界上有三分之一人口是居住在城市里。

2. 绿色城市应满足以下部分或全部标准：（1）控制疾病及其造成的公共健康负担；（2）减少化学及物理性的有害物质；（3）全面发展高质量的都市环境；（4）降低城市外延区域交通的环境成本；（5）确保绿色化进程朝着资源可持续消耗的方向发展（Satterthwaite 1997）。本部分将这些标准分为五个方面，但考虑到城市发展对气候变化的影响，以及这方面在国际环境政策中日益重要的地位，上述标准与气候变化相关的部分将会更加重要。

3. 生态足迹的意义在于通过运用现行技术手段和资源管理措施，确定对于一定数量人口或其活动而言，需要多少繁殖生物的土地及水区域，能够提供人类活动所需的资源，并对产生的废物进行吸收再循环。这些区域将根据生态生产力提供一个可衡量单位，即“全球公顷”。

4. 在减少碳排放方面，相较于以前，许多这样的基本措施已经迈出了一大步，但需要注意的是，即便是这些城市，它们的绿色化进程所对应的生态足迹人均面积依然全部高于4公顷（UN-HABITAT 2008; own calculation by Arup），两倍于2006年世界平均人均生物承载能力以上。这意味着，各国在可持续应用发展方面仍有很长一段路要走。

2 机遇和挑战

城市化作为绿色城市进程同时带来机遇和挑战。其中挑战包括都市化的快速推进、以及按原有方式发展所带来的环境和社会压力（BAU model）。机遇则是指，在绿色化进程中，我们以更有益于环境的方式设计、规划和管理城市的物质结构，通过城市复合系统各项组成要素的相互间协同作用，推进技术创新和盈利。

2.1 挑战

城市化步伐加快

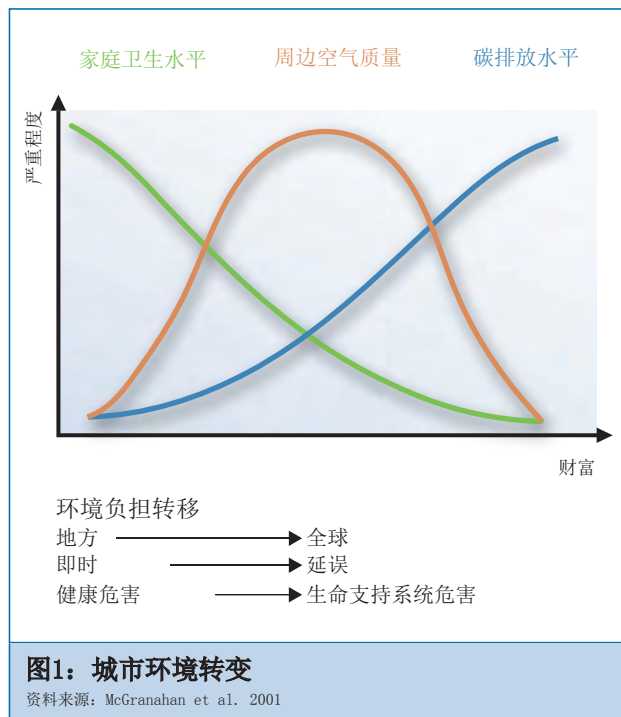
在2007年，人类历史上第一次出现城市常住人口达到全球总人口的50%。而仅仅在一个世纪之前，这个数字还停留在13%。根据联合国人口部门在2006年和2010年的估计，这个数字在2050年甚至将会达到69%。在某些地区，城市迅速扩张，而在其他地区，部分原属于农村的地域也正朝着城市化方面发展。其中以发展中国家的城市化发展最为显著。发展中国家城市化发展主要归因于其城市内部的自然发展以及大量涌入城市寻找工作和发展机遇的原农村居住人口。某些地区已经考虑到平衡城乡经济、维护农村经济的重要性，制定并广泛实施某些防止城市过度扩张的政策（UNFPA 2007），但此类努力仍然无法有效阻止城市化扩张的步伐，人口不可避免的增长使城市来不及应对人口过度密集的风险。城市快速扩张迫使其不顾一切发展基础设施建设、调动和管理资源等，从而对环境造成一系列负面影响。

当我们把目光关注到印度和中国时，这一系列难题变得尤为尖锐。印度城市人口从2001年的2.9亿增至2008年的3.4亿，并预计在2030年达到5.9亿（McKinsey Global Institute 2010）。为满足人口增长的需求，印度需要每年建造7-9亿平方米的住宅区和商业区。并且需要每年投资1.2万亿用于350-400公里的地铁建设及25,000公里的新道路建设。相比之下，中国城市人口预计将从2010年的6.36亿增至2030年地9.05亿（UN Population Division 2010）。中国预计每年需投资相当于2001年总GDP产值的十分之一，约8-9千亿人民币用于改进城市基础设施（Chen et al. 2008）。这些投资将对印度和中国城市绿色化进程产生显著影响。

城市化和环境

不同收入水平的城市对于环境的影响不同。在贫穷的城市当地的环境威胁更为严重，如清洁水源供给、污水排放、公众健康和生活环境质量的下降等问题。随着城市发展日益繁荣，消费和生产模式的影响在深化和扩张，对环境的影响逐步体现在全球水平上。（图1：城市环境变化示意图）。

城市在经济上的繁荣发展带来财富创造的同时，也逐渐成为资源消耗和二氧化碳排放的集中地。从全球来看，城市占地不到2%的陆地面积上却聚集了超过50%

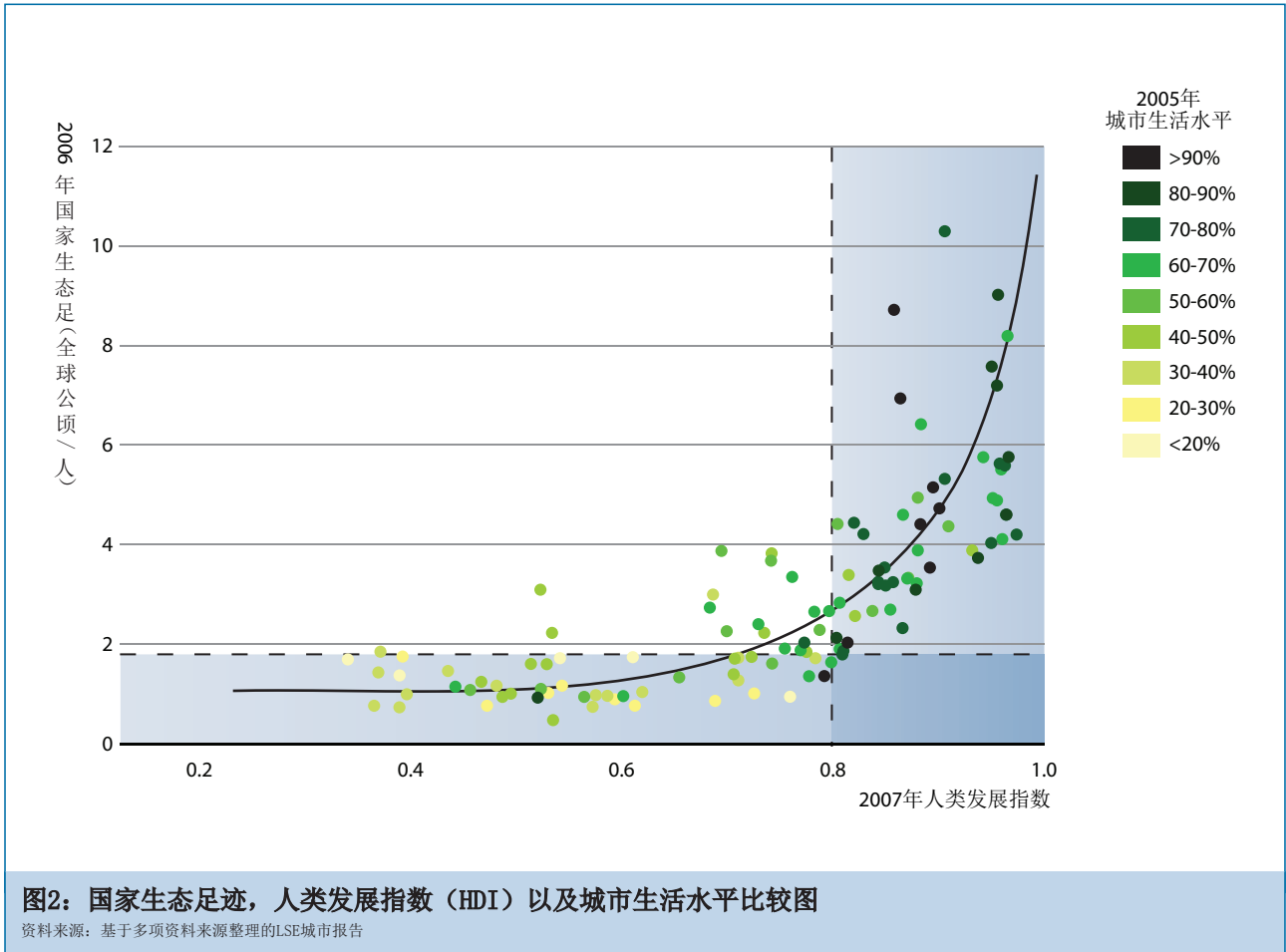


的人口，全球80%的经济产值、60-80%的能源消耗以及将近75%的二氧化碳排放（Kamal-Chaoui and Robert 2009；UN Population Division 2010）。而且，这样的格局在全球范围内并不是均匀分配的，某些特定的社会和经济活动集中在个别城市。作为城市地区组成要素的建筑、交通以及工业对于全球温室气体排放的影响比例分别为25%、22%和22%（Herzog 2009）。在1950年至2005年间，城市人口占全球人口比例由29%上升至49%（UN Population Division-World Urbanisation Prospects 2007），而与此同时，全球化石燃料的碳排放量增长达到惊人的500%（Boden et al. 2010）。

在国家层面上，城市化常伴随着能源消耗增长、更多的能源密集型食品供应以及持续增长的商品流动和人口流动。图2展示了这种总体趋势：不同国家生态足迹、人类发展指数（HDI）以及城市化水平。比较了世界各国的生态足迹和人类发展指数，包括城市化水平。我们可以看到，那些高城市化发展水平的国家趋向于拥有更显著的人均生态足迹指数。这表明，城市的存在或许对环境是有害无益的。但是，相关的论证是更加复杂的。

以巴西为例，尽管城市化水平增长，仍然可以保持相对较低的人均碳排放量水平（World Bank 2009）。而其他国家城市化水平几乎没有增长，但碳排放却增加了（Satterthwaite 2009）⁵。本质上来说，城市既不是气候变化的驱动者，也不是生态环境恶化的源头，

5. 需要说明的是，世界上大多数国家对于“都市”（urban）的定义包括那些常住人口相对较少的定居点（典型的数量范围是200-20,000），因此，并没有很好的体现某些重要城市与上述相关参数关系的特点。



城市的某种特定消费和生产模式；或者是城市内某些特定人口群体才是环境破坏的原因。

关于碳排放和收入水平的关系，也并不简单。图3“碳排放与某些指定国家城市收入水平关系图”显示：碳排放与收入可以说是直接相关的。城市人口人均收入通常比农村人口要高，其对于主要排放源也有更高的人均需求。但是，上述情形只在一定收入水平范围内成立。超过该收入水平时，一些典型城市碳利用效率高于平均水平。例如东京和巴黎都是有着高收入水平但相对较低的碳排放的城市。

最近世界银行的一项关于世界上五十座城市的“能源强度”（通过计算单位GDP所消耗的能源作为单位，用以评价能源利用效率）调查证实，不同城市模式对应不同的环境影响。根据这项研究，巴黎、达卡、圣保罗、伦敦、香港和东京等几座能源利用效率较高的主要城市的能源强度总和仅相当于能源强度最高的五座城市总和的四分之一，并且低于五十座城市平均值的一半（World Bank 2010）。

下面将列出世界上六个不同地区的735座城市并加以分析，以能更清晰地理解这些差别。我们可以得到的结论是，多数巴西、中国、南非、印度、欧洲和美国城市，在人均收入、受教育程度和就业率等方面都要优于它们的全国人均水平的。而考虑到碳排放、能源、电力和水资源消耗、居住条件、交通模式及汽车普及率等问题时，发展中国家和发达国家的城市之间则表

现出明显的差别。欧洲、美国、巴西等国的城市相比于农村对环境危害程度要更低，而印度、中国的城市相比于农村对环境危害程度却高得多，因为印度、中国的这些城市的收入水平远高于全国平均水平。

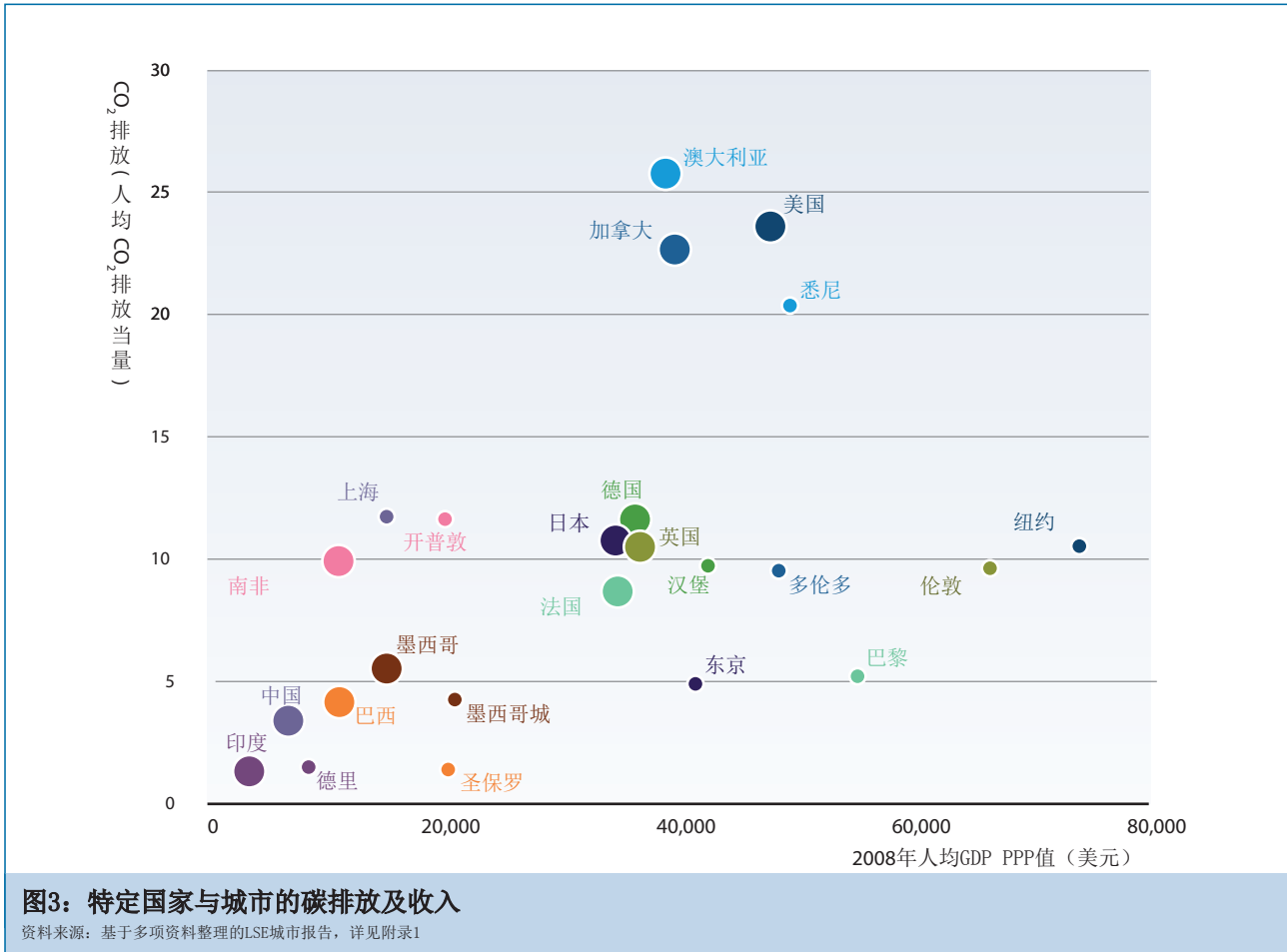
传统城市发展的社会意义

很多地区的城市化模式也引起一些不可忽视的社会问题。城市发展的常规经济情景（BAU）模型，特别是在城市化迅速发展的区域，主要特征是不可控制的、激进且大范围的扩张，具体表现为大量人口涌入所导致城市范围的蔓延、发展密度低、对私家车的依赖的增加，城市周边地区的贫穷的加剧，限制了他们获得城市就业的机会和城市服务以及基础设施所带来的便利。进而导致相邻区域社会功能分化现象的出现，如封闭式社区，购物中心及商业片区以及贫民窟大量积聚的畸形式发展。这些穷人无法享受到基本社会服务、基础设施建设和公共卫生福利。一般而言，许多快速崛起的城市发展过程伴随着的资源欠缺、管理不善的问题，以及不能有效保障清洁用水和电力供给、废物处理、交通和其他基础设施的建设，而这些对城市中贫困人口影响最大。

2.2 机遇

结构承载力

城市环境效益改善依赖于绿色的发展战略和合理的物质结构（包括城市形态、规模、密度和结构）的有效



结合。通过合理的设计、规划和管理，绿色发展战略和物质结构可以降低资源消耗和碳排放。如果不采取适当措施，城市将不可遏制的侵吞大量土地、消耗各类资源并最终破坏全球脆弱的能源平衡。

通过减少交通距离、引进绿色交通模式建立的更紧密的城市形态具有很大的能源利用效率。低表面积的建筑密集形式可以减少更多的供热和制冷负担。多使用高效设备有利于降低城市基础设施的能源消耗。将城市结构调整以利用高效的绿色网格状能源系统，如将热、电和微型能源制造点有机结合起来，好比通过雨水收集可获得更有效的清洁水供给和废物处理效果。总而言之，合理的城市规划和治理（下文将列出相关实例）对城市可持续性生活方式的影响具有重大意义，能够优化城市的关键参数以及居民消费模式。

尽管对城市物质结构与能源利用之间的联系仍有着大量争议，但越来越多的证据表明，与低密度、平铺式发展模式相反，紧凑型城市环境可降低城市的能源足迹指数，具有以下特点：高密度住宅及商业建筑、合理区域功能划分以及基于步行、单车骑行和公共交通的交通系统（Newman and Kenworthy 1989; Owens 1992; Ecotec 1993; Burgess 2000; Bertaud 2004）。相关研究(Hoornweg et al. 2011)表明，我们所称的“紧凑型城市”模式（Jenks et al. 1996）能在大城市中提供高效的公共交通服务，同时具有更低的人均碳排放量。

城市形态和能源利用的关系也在当地社区层面上得以体现。例如在多伦多最近有一项调查发现，汽车及与建筑相关导致的二氧化碳排放量在城市中心地区为每人3.1吨，而在低密度的城市边缘郊区地带则飙升至每人13.1吨（Van de Weghe and Kennedy 2007）。虽然这项调查并没有为绿色城市这一概念设立一个理想的规模或者结构，但它提出集中化的城市系统能有效提高公共交通效率，而且中等规模城市在公共交通和能源利用效率方面要优于大型或小型城市。

目前，世界范围内的许多城市已经认同这种绿色城市结构调整的方式。哥本哈根、奥斯陆、阿姆斯特丹、马德里、斯德哥尔摩（Elu 2009）以及美洲的库里提巴、温哥华、波特兰等城市，已经决定优先发展紧凑型城市模式，在便捷公共交通系统支持下，创建适合步行的城市社区。孟买、香港和纽约都是高密度型城市，城市中的住宅房屋、商业建筑、零售和休闲场所相互毗邻，从而缩短了人们每天从家去上班的距离。另外，他们拥有高效且大范围的公共交通网络。在孟买，这样的格局往往与高度贫困和过度拥挤相关。但是在香港和纽约，这样的格局带来可观的能源利用效率和高水平的生活标准。

显然，城市密度需要有一个上限，在实现环境效能的同时，防止因过度拥挤以及紧张的社会基础设施供应而产生负面的社会效应。这些社会基础设施包括医院及各种教育机构等。但如果设计合理，即便是在低收入条件下（而不是仅仅在服务完善的高收

入社会环境下），城市也能容纳相对较高的居住人口密度。相关研究表明，像卡拉奇、哈桑、萨迪克、艾哈迈德这样的高密度、低收入水平的城市，在不损害环境或社会利益条件下，其居住人口密度可以达到每公顷3,000人。

技术潜力

城市是各种创新的孵化地。在城市里居住和工作的人们，相互之间联系紧密，拥有更多相互沟通、交换创新想法的机会。城市集中了不同专业领域的研究机构、大公司以及各类服务行业，可供城市居民在高度网络化连接环境下试验和测试新技术。根据经济与合作发展组织（OECD）的计算，城市获得的可再生能源技术专利十倍于农村地区获得的专利数。经济与合作发展组织此类可再生能源专利有73%来自于城市地区（Kamal-Chaoui and Robert 2009）。硅谷和英国东北部快速成长的清洁能源企业群体便是以城市为基础孵化技术创新的范例（Duranton and Puga 2001）。硅谷公司高层多年来一直致力于推动硅谷高新技术在绿色经济中的优势（Joint Venture Silicon Valley Network 2009）。在第4节我们将谈到城市系统是如何快速适应新技术并将其应用于绿色城市转型，尤其是在能源领域。

城市协调和整合潜力

绿色城市可以在其各种组成要素的相互协作过程中充分受益。例如在鹿特丹能源进程及规划（Rotterdam Energy Approach and Planning）中提倡的，利用城市能源系统和城市建筑之间的相互关系，可以获得独特的协同作用（Tillie et al. 2009）。纽约市市长引进一套机制，将城市再开发与对轻度污染地区的修复相结合（City of New York 2010）。在美国和澳洲的一些城市，他们通过设计灵活的城市水资源管理方案，加强公共区域、公园对雨水径流的留存，从而提高了城市本身水源供给的稳定性（详见“水资源”章节分析）。

城市其本身设置便是为生产和消费格局多样化和集中化提供支持。这将进一步推进“工业生态”（industrial ecology）概念的发展（Lowe and Evans 1995）。通过选择、整合不同生产部门和资源流，一

个生产部门的产出可以作为另外一个部门的输入，并由此形成一整套循环经济（McDonough and Braungart 2002）。在共生原则（principles of symbioses）的作用下，废物得到循环利用，最大程度减少废物产生，可缩减甚至循环利用生产垃圾。例如在圣保罗的Sao Paulo's Bandeirantes垃圾填埋场，它提供的沼气用于发电，足以满足整个城区的需要（ICLEI Local Governments for Sustainability 2009a）。

在开发新社区和建设生态城市的时候，上述机遇开始引导人们大力开发跨部门的绿色城市战略方案。最近关于建设新绿色社区的例子中就包括有德国弗莱堡沃邦区建造的无车社区以及英国伦敦贝丁顿零能耗发展计划（BedZED）⁶（Beatley 2004；Wheeler and Beatley 2004；C40 Cities 2010a）。在后面这个案例中，新式住宅节省了84%的能耗，汽车相关的生态足迹降低了36%，循环再利用减少的废物率在17%和42%之间（Barrett et al. 2006）⁷。当生态型城市理念在几个城市化快速发展的亚洲国家流行的时候，绿色城市社区已经出现在阿姆斯特丹-李堡格（Amsterdam-IJburg）、哥本哈根-奥雷斯塔（Orestad）和斯德哥尔摩的哈默比斯伊斯德（Hammerby Sjostad）等城市。在近几年，包括中国天津、仁川的松岛、韩国以及阿布扎比的阿马斯达尔在内的几座城市已花费大量投资建设了一些可持续的新型城镇。但是考虑到相关项目超高的资金投入和发展成本，现在对这些城镇长期可持续性发展形势进行全面的分析评估还为时过早。

6. BedZED居民的人均生态足迹指数为4.67公顷（BioRegional 2009），虽然低于英国人均4.89的比值（Ewing et al. 2009），但仍然是两倍多于标准值（2公顷）。这也说明了岛国绿色发展进程的限制性。BedZED能使其居民在其住所减少他们的生态足迹指数，但是无法改变他们在上学、工作及度假期间对环境的影响。可能由于其人均收入水平较高原因，BedZED的居民比当地其他居民平均坐飞机的次数要稍多一些。这些局限性并不能掩盖计划实施发展带来的成果。相比于较高的社会收入水平，能源支出是相对便宜的，这样就会导致大量的不可持续性能源消耗，且其反弹效应将会部分抵消因更大的全面消费水平获得的社会生产效率。这表明建立更广泛的城市职能机构系统内提高能源利用效率标准的重要性（Binswanger 2001）。

7. 近年来，法国政府正努力贯彻“邻里生态”（eco-quartiers）概念，并授权包括格勒诺布尔的Quartier ZAC de Bonne、纳博讷的Quartier Lyon Confluence和Quartier du Théâtre等地在内的一系列建设项目（French Government, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement 2010）。

3 绿色城市实例

以下介绍的关于绿色城市实例，可视为是由经济、社会、环境三方面紧密联系形成的一个有机体。经济方面，包括密集型经济、较低的社会基础设施建设成本和更少的拥挤成本，同时能降低碳排放，缓解其他环境压力。社会方面，其优越性体现在就业岗位增加、贫困人口减少、推动社会公平、改善社会成员生活质量-包括提高道路交通安全、社区内部团结等方面。而环境方面的利益，则与上述经济及社会方面的众多优越性有着密切联系，此外环境效益还包括污染排放减少从而提高公众健康水平；改进城市区域内生态系统。

3.1 经济效益

密集型经济

大而密集的城市可以在降低人均碳排放的同时，实现良好的经济增长。从经济角度出发，城市起着非常重要的作用。城市可以拉近不同人和事物之间的距离，从而克服信息交流障碍，促进思想交流（Glaeser 2008；Krugman 1991）。这就是为什么世界上最主要的150所大型城市在只占有12%世界人口的基础上创造了全球GDP产值46%的经济成果（Berube, Robe et al. 2010）。这些密集型经济体转化为更高的公司收益、工资水平和就业率。而这在服务业中体现得尤为突出：员工具有面对面直接沟通的优势。而这个优势在维持信任、建立关系和促进交流方面至今（或者永远）都是无法以数字化形式来衡量的（Charlot and Duranton 2004；Sassen 2006；Storper and Venables 2004）。企业和经济代理人之间的资讯溢流正趋于高度地方化并在城区中心周围几英里范围内逐渐减弱至消失（Rosenthal and Strange 2003）。

密集型经济在发达国家和发展中国家同样存在。通过对发达国家实证研究，城市地区就业密度翻倍通常可以实现劳动生产率6%左右的上升（详见Melo等2009年发表的相关总结报告）。相类似的模式在发展中国家同样存在，这有力证明了，城市化减低了运输成本，扩展了贸易网络，从而大大促进了生产效率（Duranton 2008；Han 2009）。又如在中国的珠江三角洲地区（Rigg et al. 2009），密集型经济甚至可以实现几座城市间的联接，从而进一步缩减国家内部发达地区与落后地区间的差距（Ghani 2010）。

但是在发展中国家，城市化并不意味着能实现城市与企业两方面同样的经济收益。Brühlhart和Sbergami（2009）发现国家内部密集型经济发展只能将GDP增长提升至国民人均收入10,000美元的水平，这主要是因为相关国家、城市政府提供相适应基础设施和公共服务的能力已赶不上快速的、有时甚至是混乱的城市化发展步伐（Cohen 2006）。从上海、曼谷、马尼拉和孟买等城市可以看到拥挤可以消耗更高的密

度带来的效益（Rigg et al. 2009）。Veneables（2005）对此有相同的意见：“发展中国家的一些城市过分追求规模化带来的效益使得城市结构失调”。

降低基础设施建设和企业运行成本

密集化可以实现基础设施建设资金投入和运行成本的削减。相关研究发现，线状的基础设施，如街道、铁路、给排水系统以及其他公共事业，城市密度越高，越能实现较低的人均成本（Carruthers and Ulfarsson 2003）。将优质增长地区（smart growth areas）与依赖汽车作为发展基础的分散型城市进行比较，Todd Litman认为，以家庭为计算单位，建造公路以及相关设施所节省的直接成本在5,000至75,000美元之间（Litman 2009）。一项在加拿大卡尔加里市的调查表明，不仅线状基础设施，学校、消防站和休闲中心也能因此实现节省运行成本（见表1）。一项在天津的调查也得出类似结论：相对于分散型，紧致、高密度集中型城市格局能节省高达55%的成本（Webster et al. 2010）。

图4：一些城市的个人交通燃油费开支和城市密集度的关系表明，城市密集化是降低长期运行成本的根本方式。严格的说，这种联系在以2008年欧盟燃油为基准价格（1.41美元）（即假设所有样本城市燃油价格均为欧盟标准）的右边的图表中（表1）体现得更为明显。我们能清晰看到，欧盟城市比北美城市密度要更高，而能源利用效率也更高-在北美分散型城市里的居民日常交通路程要更长。即便我们以目前美国燃油价格为准计算，城市的密度优势也能对其发生的进一步费用进行弥补。以纽约市为例，城市主管部门（CEO for Cities, 2010）估计，通过节省汽车和燃油开支，城市密集化节省的成本，可换算成每年高达190亿美元的环境利润。

	总成本 (十亿加元)			
	分散式发展方案	推荐发展方案	差别	百分比率差
道路资金成本	17.6	11.2	6.4	-36
国境资金	6.8	6.2	0.6	-9
供水和废水	5.5	2.5	3.0	-54
消防站	0.5	0.3	0.2	-46
娱乐中心	1.1	0.9	0.2	-19
学校	3.0	2.2	0.9	-27
合计	34.5	23.3	11.2	-33

表1：卡里加尔不同发展模式下对应的基础设施建设成本

分散式发展方案：额外需要46,000公顷土地
推荐发展方案：额外需要21,000公顷土地

资料来源：IBI Group 2009

城市密集化战略在实现更高的能源利用效率和更低的基础设施成本同时，推动交通模式转变可以实现交通系统生命周期服务能力的优化和更低的运营成本（见表2：不同交通系统下基础设施容量及成本关系）。最明显的成本节省来自从以汽车为基础的交通方式向公共交通、步行及单车骑行方式的转变。例如，在同样循环使用容量水平下，巴士快速运输系统（BRT）相比于传统地铁以及市域干线要节约非常可观的成本。在波哥大（Bogotas）Trans Milenio，改进后基础设施建设成本每公里约为580万美元，分摊到三年多来乘客人次上为人均0.34美元。而城市铁路系统在这方面的花费将达到每公里约1.01亿美元，人均2.36美元（Menckhoff 2005）。因此相对于多数

公共交通系统，改建后的TransMilenio（波哥大的公交捷运系统）不仅实现其成本回收，更实现了盈利（Whitelegg and Haq 2003）。

一项关于绿色城市项目的初步研究正在进行，目的是进一步估计这些项目建设的成本及可能节约的资金量，（见表3：相关绿色城市项目投资及运营成本关系）。表3的第三栏同时涵盖项目运营收益（如相关累积费用及能源收益等）和项目实现的资金节省。其中资金节省部分是通过比对改建前后可能发生的不同资源花费进一步计算得出的。例如，东京自来水管网泄漏控制方案，同时实现了电力节省（在输送相同水量到达最终用户时，改建后可以节省的电力花费）和

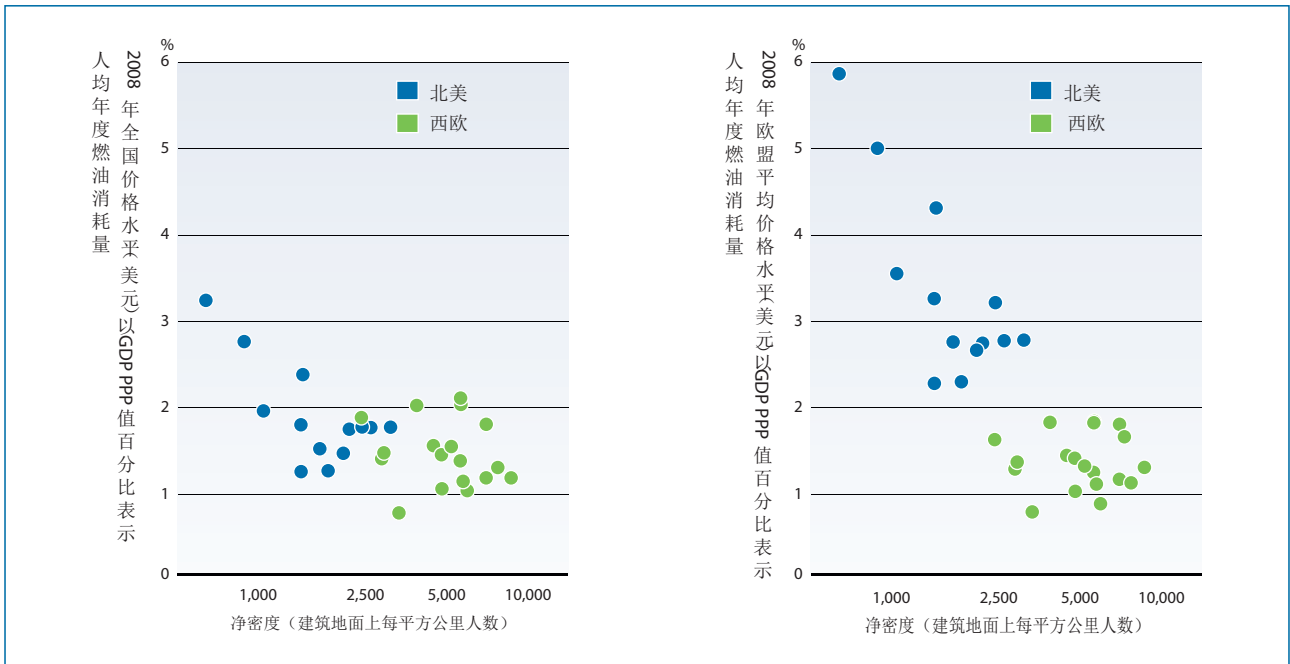


图4：私人交通燃油消耗量与特定城市密度、2008年燃油价格（左图）和欧盟燃油价格（右图）关系图

资料来源：Kenworthy 2003（1995/6 每座城市消费与密度），GTZ 2009（2008年国家燃油价格），PWC 2009 and UN 2010（城市人均GDP PPP值）；详见附录1

交通基础设施	容量 [人/小时/天]	资金成本[美元/公里]	资金成本/容量
双车道高速公路	2,000	10m – 20m	5,000 – 10,000
城市街道（仅作汽车使用）	800	2m – 5m	2,500 – 7,000
自行车道（2m）	3,500	100,000	30
人行道/小道（2m）	4,500	100,000	20
通勤铁路	20,000 – 40,000	40m – 80m	2,000
地铁轨道	20,000 – 70,000	40m – 350m	2,000 – 5,000
轻轨	10,000 – 30,000	10m – 25m	800 – 1,000
快速公交系统	5,000 – 40,000	1m – 10m	200 – 250
公交专用车道	10,000	1m – 5m	300 – 500

表2：不同交通系统下的交通容量和基础设施建设成本

资料来源：Rode and Gipp 2001，VTPI 2009，Wright 2002，Brilon 1994

自来水节省。

减少的拥挤成本

规模大，生产效率高的城市同时也面临更大程度的过度拥挤的问题。企业与居民互相竞争城市的公共空间 (Overman and Rice 2008)。对城市密集型发展的真实案例，如对墨西哥城、曼谷和拉各斯等城市化问题的研究表明密集型经济为城市带来经济优势可能缓解严重的拥挤难题 (Diamond 2005)。但是即便这样，城市及其居民所要支付的财政和福利成本仍然是很高的。在高度城市化的欧盟，其相关成本占GDP的0.75% (World Bank 2002)。以英国为例，城市化所花费的成本每年总额达到20亿英镑 (Confederation of British Industry

2003)。而发展中国家所要支付的相关成本会更高：布宜诺斯艾利斯占GDP总额的3.4%，墨西哥城为2.6%，达喀尔为3.4% (World Bank 2002)。

通过收费手段来管理需求已被证明是控制城市拥挤的有效途径。如伦敦中央城区，在2003年2月至次年2月期间实行收费管理，相较往年其拥挤状况得到30%的改善 (Transport for London 2004a)，并有效减少进入伦敦中心城区的私家车量 (Transport for London 2004b)，其间二氧化碳排放量也下降19.5% (Beevers and Carslaw 2005)。斯德哥尔摩对拥挤征税也减少了三分之一的交通延误及22%的交通需求 (Baradaran and Firth 2008)，估计每年大约有9千万美元的社会盈余收益 (Eliasson

项目	总资金成本 (百万美元)	操作运营成本 (百万美元)	运营回报/节省资金 (百万美元)
伦敦拥挤收费 (2002-2010)	480	692	1,746
波哥大新世纪公交系统 (2000-2010)	1,970 (直至2016)	约20/年	约18.5/年
哥本哈根区域供热 (1984-2010)	525	136.5	184
巴黎自行车 (2007-2010)	96 (私人投资)	4.1 (私人)	3.96/年 (城市)，72/年 (私人)
波哥大创新型自行车道 (1999-2006)	50.25	-	40/年 (燃油节约)
多伦多大气基金 (1991-2010)	19	-	2.2
奥斯丁绿色能源选择计划	-	-	3.9 (2006年消费者能源节约)
奥斯丁绿色建筑计划 (1991-2010)	-	1.2/年	2.2/年 (消费者能源节约)
弗莱堡PV计划 (1986-2010)	58.6	-	-
柏林能源节约协作计划 (1997-2010)	-	-	-
多伦多湖水调节计划 (2002-2010)	170.4	-	9.8/年
东京水系统	-	60.3/年	16.7 (电力节约)，172.4 (预防泄露)
旧金山太阳能系统 (2004-2010)	8	-	0.6
圣保罗废物能源计划 (2004-2010)	68.4	-	32.1 (源于碳信用额度拍卖)
库里提巴BRT计划 (1980-2010)	-	182.5	201
斯德哥尔摩拥挤收费 (2007-2010)	350	-	70
NYC公共广场改造 (2008-2010)	125.8	-	-
斯特拉斯堡53.7km有轨电车 (1994-2010)	-	167.7	168.3
哥本哈根3%固废垃圾填埋 (1990-2010)	-	-	0.67/年
哥本哈根160MW离岸风力发电厂 (2002-2010)	349	-	-
NYC更绿更佳建筑计划 (2009-2010)	80 (城市)，16 (联邦)	-	700/年 (居民能源成本)
香港热电联产电厂 (2006-2010)	0.9	-	0.3/年
波特兰智旅计划 (2003-2010)	-	0.55/年	-
波特兰LED交通照明工程 (2001-2010)	2.2	-	0.335
汉城无车日 (2003-2010)	3	-	50/年 (燃油节约)

表3：特定绿色城市计划对应的投资及运行成本

资料来源：多项资料来源请详见附录1

2008)。

世界范围内,许多公共交通项目有效降低了拥挤成本。尤其是快速公交系统(BRT),其首例在波哥大成功通行之后,拉各斯、阿默达巴德、广州和约翰内斯堡纷纷效仿。库里提巴通过协调城市紧凑形态与高效巴士系统内部协同作用,实现全巴西最高的公共交通使用率(45%)。不仅降低拥挤效应,还避免交通拥堵时大量燃油的浪费:在里约热内卢,改建前燃油浪费折合为1340万美元,改建后仅为93万美元(Suzuki et al. 2010)。

3.2 社会效益

创造就业岗位

城市绿色化改造可以创造多样化的就业岗位:1)城市及其周边的绿色农业;2)公共交通运输业;3)可再生能源;4)废物处理和循环利用;5)绿色建筑。即便在城市中心或其周边可能出现依附于大专院校和科研机构的高新绿色企业集群,总体上讲,与绿色制造业或第一产业相比,绿色服务业更集中在城市。美国最大的100个城市地区人口仅占全国人口的66%,但是在这些城市在低碳领域产生了大量工作岗位,其中全国67%风能和67%太阳能相关工作岗位集中在这些城市,另外还聚集了全国80%能源研究,85%绿色建筑相关工作岗位(Brookings and Battelle 2011)。

与此同时,某些生产部门和企业能将异地甚至海外产品输送至高度城市化的消费/服务/支持市场。这意味着城市具有同时发展绿色贸易(高价值,出口型)和更绿色的非贸易活动(低价值,当地为消费群体的商品和服务)的潜力(Chapple 2008)。总之,从长远来看,我们并不期望绿色经济创造新的或者减少净就业机会;而劳动力的供给和需求则需要与劳动力市场客观条件保持平衡。在一个功能完备的劳动力市场中,在其长期发展过程中,增加其中某一部门的劳动力需求,势必对市场原有的工资水平造成压力,进而使其其他部门劳动力发生转移。低碳领域就业岗位的增加势必抑制其他生产部门可吸纳就业人员能力。因此,即使低碳领域其长期就业总量必然增加,各生产部门总的净就业岗位却不一定增加。但就短期而言,因待业人群的存在,低碳领域还会创造更多净就业岗位。

第一,建设城市及城市周边农业具有相当可观的政策效益(Smit and Nasr 1992; Baumgartner and Belevi 2001)。绿色城市农业可以再利用市政废水和固体废物、降低运输成本、保护湿地、保持生态多样性、充分利用绿化带的生产功能。通过一些国家人口普查、家庭调查及其他一些相关研究,我们发现,“发展中国家有将近三分之二的城市和城市周边家庭从事相关农业活动”(FAO 2001)。

第二,交通运输业占较大城市就业比重(在交通运营和基础设施发展方面)。在许多国家,公共交通运输业的就业岗位占总就业岗位的1%-2%(UNEP, ILO, IOE and ITUC 2008)。纽约当地有将近8万份工作与公共交通运输相关,孟买则超过16万,柏林为12,000(见表4:

城市交通运输就业一览表)。

第三,国际劳工署(International Labor Organization)的研究表明,从传统能源向可再生能源转变将损失小部分净就业岗位,但城市可以从能源结构调整中获得更多新机会。研究实践发现,可再生能源系统分布通常会比较分散,电站常设在城市用户聚集区的周围。严格来讲,相关的设备安装和服务工作均为劳动密集型并集中在城市。向家庭和个人提供类似服务将是城市地区绿色岗位的重要来源。

第四,废物回收也类似于劳动密集型岗位。一份最新评估揭示,在发展中国家有近一千五百万人以废物回收工作为生(Medina 2008)。例如,在孟加拉的达卡,一个有机废物堆肥处理的项目,提供了400个收集垃圾的岗位和800个堆肥过程的操作岗位。工人们每天可收集700吨有机垃圾从而获得每年5万吨的堆肥(见“固废处理”章节)。布基纳法索首都瓦加杜古市,一个收集和循环利用塑料垃圾的项目在改善当地环境质量的同时,也为当地人们提供新的工作岗位、增加收入(ILO Online 2007)。

第五,在许多发达国家,绿色建筑业可能提供最多就业岗位。德国2006年的房屋翻新项目在当年创造了15万个额外的全职类工作岗位(UNEP et al. 2008)。翻新现存建筑将为许多老城市提供大量的就业机会,因为其翻新工作是原地进行的(见“建筑”章节)。对建筑及其配套设施的环境标准提出更严格要求,也可能创造新的就业机会。美国劳工署(U.S. Department of Labor)估计,仅水热和荧光灯新标准的推行,至2020年,就可提供12万个就业岗位(UNEP et al. 2008)。最振奋人心的是,建筑绿色化可以帮助我们传统单纯能源消耗的建筑方式,转变成生产水、能源、食物、材料甚至是绿色空间的绿色建筑模式。

城市	公共交通板块(运营)雇佣人数
纽约	78,393
伦敦	24,975
孟买	164,043
圣保罗	15,326
约翰内斯堡	22,276
东京	15,036
柏林	12,885
伊斯坦布尔	9,500

表4: 城市交通雇员一览表

资料来源:基于多项资料来源整理而得的LSE城市报告,详见附录1

减少贫困,增进社会公平

世界发展报告(2009)把正在增长的经济密度(一项体现绿色城市的主要特征)描述为“摆脱贫困的一条途径”。沿着相同路线--Nadvi和Barrientos(2004)评估了发展中国家几个城市地区密集效应对于贫困水平的影响,发现相关企业很多是劳动力密集型、非正式的,并有大量女性从事家政服务。基于一项在加纳库玛西、秘鲁利马、印度

专栏一:城市经济中的绿色工作⁸

优化城市绿色结构并保持其可持续发展,将为我们带来大量的就业机会。绿色基础设施的升级,无论是改善道路交通、改造建筑、建设公共交通网络、维修和完善排水污水系统还是建立并管理高效废物再利用服务,都会产生大量的就业机会。很多工作如建造、安装和维护当地氢燃料能源供给站、电动车辆充电网络,是需要从业者具备新技术或工作经验的。只有为当地政府和私人企业特别是小企业提供相关的员工培训和支持才能保障工作顺利开展。

创造就业机会将使城市更具绿色化。特别是在发展中国家许多地区,这是一个很好的机遇,可以缓解日益严重的贫困问题(许多地方城市贫困水平增长速度甚至超过农村地区)。在就业情况不佳的地区提供就业机会诚然重要,但要根本解决贫困问题,我们提供的就业岗位就必须能保障员工法律权益,如提供社会保护和保障话语权。国际上迅速发展的“城市权益”运动较为有效地

保障社区和消费者权益,而员工权利也逐渐获得重视。如巴西的城市工人联盟,他们成功地使非正式、临时员工群体获得社会的关注。不合适的工作和生活条件将许多城市工人每天暴露于风险之中,而且当中许多人并没有获得相应的健康医疗保障,没有休假工资,没有失去工作能力后的生活保障。一些国际劳工组织(ILO)的积极行动为改善工人社会保障状况提供了一个良好的基础。还有一些社区也自行发起职业风险防护运动,这些行动应该获得支持。

在菲律宾的马里齐纳、巴西的贝洛奥里藏特和圣保罗实施的其他“体面工作”类似计划中,他们通过建立可行的企业、员工、政府三方对话途径,进而促成员工工作条件的进一步改善。总而言之,绿色城市有能力且应该提供大量“体面”工作的机会。这在带来城市繁荣的同时,通过精心管理,可以进一步增强社会公平公正和缩短城乡差距。

尼西亚爪哇、巴西西诺斯河谷、墨西哥多伦和印度蒂鲁布尔的工业产业集群研究,成熟的产业能吸引农村的贫困人口,从而出现就业需求快速增长。研究表明产业集群内工资水平比其他地区的平均水平要高,但工作时间比一般的长。

即便城市化肯定有助于减少贫困程度,但是被定义为城市贫困人口的数量却在上升(Ravallion et al. 2007)。在1993至2002年间,农村贫困人口下降1.5亿的同时,城市地区的贫困人口却增加了5千万(Ravallion et al. 2007)。城市发展给当地环境质量带来压力。而环境方面的危害又对贫困人口造成比其他人群更大的影响,比如缺乏清洁水和必要卫生条件。由此带来的巨大的疾病负担将进一步影响他们的生活。另外,大部分城市人口可能处于两个尴尬地带: a) 没能获得必要的如健康保险等的社会保障; b) 住所位于灾害可能发生地带。上述两个问题使得这些城市人口在面临危机时更加脆弱。那些城市贫困居民的房屋耐用性差,或住在河堤和排水系统较差的区域,在气候变化等环境威胁产生时,其所受到的潜在影响会更大。一般来说,如果不采取措施或投保自然灾害险以应对这些潜在威胁,在自然灾害真正到来的时候,这些贫困人群所处境地是相当危险的。

将革新技术手段用于城市规划和管理,能帮助贫困居民应对环境质量恶化和全球变暖带来的问题。例如,提高公共交通使用效率,可以减少人们在利用公共服务和其他便利设施中的不公平现象,此外还能有效降低碳排放(Litman 2002)。这也有助于舒缓交通拥挤问题,并带动贫穷社区发展(Pucher 2004)。将厨房、交通和发电能源转变为清洁能源,可以减少当地污染、改善健康不平等的问题(Haines et al. 2007)。在低收入国家,城市贫困家

庭需要支付很多食物和厨务方面的燃料费用(Karekezi and Majoro 2002)。引进更清洁高效的能源,减少直接开支,同时也能减少室内空气污染引发的相关健康成本(Bruce等 2002)。例如,在巴西Bentim市,一项为低收入家庭住宅安装太阳能热水器的计划,直接节约了20%的能源消耗,同时使得3-4口人的家庭平均节约近57%的能源开支(ICLEI 2010b)⁹。

绿色城市建设能够改善贫困、增进社会公平的案例还有很多。改善卫生条件和水源供给条件可以抑制持续性贫困和水传播疾病(Sanctuary et al. 2005)。翻新低收入社区旧房屋可以提高能源效率和弹性,并增强贫困社区对能源价格上涨的承受能力(Jenkins 2010)。贫民区基础设施升级既能保障居民健康,又能减少环境威胁的影响(WHO 2009)。

改善生活质量

社区凝聚力是体现生活质量的一个重要方面,同时影响着所在街道和小区的居民个人、家庭和社会团体。社会关系不仅对居民身心健康起着积极影响,同时也能保持经济弹性和产出(Putnam et al. 1993; Putnam 2004)。对于社会弱势群体,社区凝聚力和社会包容性与他们更是息息相关(O'Connor and Sauer 2006; Litman 2006)。

通过实行交通减速、倡导步行等方式,有助于培养一种社区共识(Frumkin 2003; Litman 2006)。类似的一些方式目的在于抵消因社区隔离产生的一些问题。其有效

8.该材料来自“国际劳工组织”(ILO)相关调查研究,本章基本内容根据该材料编辑整理而成。

9.能源开支的显著下降主要归因于针对低能耗的优惠退税政策。太阳能装置的安装有助于每个家庭实现月消耗低于90千瓦时的退税门槛。

性已被Bradbury等人实践验证(2007):

■ 物理障碍, 相互交流受空间条件限制, 某些活动, 如道路交通也可能导致人们相互疏远;

■ 心理障碍与交通噪音、污染或其他的感知威胁影响到的特定区域的个人认知是息息相关的;

■ 长期社会障碍中, 早期的干扰会改变人们的行为, 通常会逐渐与某些人或附近邻里疏远联系。Putnam的研究表明, 乘公交车上下班缩短10分钟的路程会促使人们多花10%的时间用于社交行为(Putnam 2000)。

Kuo等(1998)观察发现, 城市内部公共区域如果栽种更多的树或其他绿化形式, 那么这些区域将会受到更多居民的光顾。研究同时还发现, 相对于居住在枯燥环境中的居民, 那些居住在绿化环境程度较高地区的居民社会活动更频繁, 拥有更多访客, 对他们的邻居也了解更多, 拥有更强烈的归属感。Wells和Evans(2003)发现, 与自然环境越亲近, 小孩承受压力的能力越大, 出现行为性失常、焦虑、沮丧情绪的几率更低, 自尊心更强(Grahn et al. 1997; Fjortoft and Sageie 2000)。绿色空间也能促进儿童们相互交流(Moore 1986; Bixler et al. 2002)。

下面我们进一步讨论道路交通安全对生活质量的影 响, 根据世界卫生组织(WHO)2007年发表的一份报告, 道路交通事故是15-19岁年轻人死亡的主要原因(Toroyan and Peden 2007; 同时亦可见“交通”章节)。全球在道路车辆碰撞事故中产生的材料、健康和其他支出成本估计约为5,180亿美元。在许多中低收入国家, 车辆碰撞发生的经济损失占该国国民生产总值(GNP)的1%-1.5%, 有些国家该方面的损失甚至超过其接受到的国际发展援助资金总额(Peden et al. 2004)。Mohan(2002)认为, 实际上上述数据是被低估的, 他估计印度该项损失应该占到GDP总额的3.2%。

一些最有效的改善行人和骑自行车者安全的措施包括提供专用设施, 机动车限速。一项调查表明, 平均车速每上升1km/h, 即可导致严重甚至致命伤害的几率上升5%(Finch et al. 1994; Taylor et al. 2000)。特别在交通干线路段, 设置巴士、自行车和行人专用道。由荷兰、波哥大和丹麦的一些实践我们可知, 限制车辆通行区域、限速并为行人、骑自行车者提供安全设备有助于建设绿色交通模式。

绿色城市另一个重要特点体现在生活质量的提高, 包括适合步行的道路、周边绿化、自行车相关基础设施和其他娱乐设施(HM Government, Communities and Local Government 2009)。在发展中国家, 这些都可以一定程度上说明绿色城市和高生活质量城市之间的关系。Mercer在2009年评估出来的20座“最宜居城市”中, 至少有一半具有非常明显的绿色城市特征(见表5)。其中前五名城市, 如维也纳、苏黎世和温哥华, 它们都拥有最佳的绿色城市建设实践。苏黎世高度重视公共交通方面的建设, 使其在Mercer评估中获得很高评价(Ott 2002)。城市里绿色空间和自然元素相互交融, 极大地

提高该市居民生活质量。

至少在发达国家, 一个城市的总体生活质量(或者说地方生活质量)应该与经济发展水平有关, 发达城市对技术工人以及高薪酬企业有很大的吸引力(HM Government, Communities and Local Government 2009; Lee 2005)。在对欧盟国家员工人数超过500名的一些大型企业进行评估时发现, 有将近10%的企业认为生活质量是决定公司选址决策的三大因素之一(Healer and Baker 1993 in Rogerson 1999)。他们认为, 类似的决策越来越注重于所谓的城市“生活设施”水平, 在流动技术工人选择居住和工作地点时常以此作为重要参考(Hasan 2008)。

2010年排名	城市	国家	2010年QoI指数
1	维也纳	奥地利	108.6
2	苏黎世	瑞士	108
3	日内瓦	瑞士	107.9
4	温哥华	加拿大	107.4
4	奥克兰	新西兰	107.4
6	杜塞尔多夫	德国	107.2
7	法兰克福	德国	107
7	慕尼黑	德国	107
9	伯尔尼	瑞士	106.5
10	悉尼	澳大利亚	106.3
11	哥本哈根	丹麦	106.2
12	威灵顿	新西兰	105.9
13	阿姆斯特丹	荷兰	105.7
14	渥太华	加拿大	105.5
15	布鲁塞尔	比利时	105.4
16	多伦多	加拿大	105.3
17	柏林	德国	105
18	墨尔本	澳大利亚	104.8
19	卢森堡	卢森堡	104.6
20	斯德哥尔摩	瑞典	104.5

表5: 2010年城市默瑟(Mercer)生活质量排名

资料来源: Mercer 2010

3.3 环境和健康效益

污染减少与改善公众健康

空气污染仍然是威胁城市公众健康的主要原因之一, 发展中国家更是如此。如达卡这样的极端例子, 污染导致的健康的成本大约要占GDP的5%。而同样在拉丁美洲和亚洲的一些大城市, 这个数字也占到2%-3%(World Bank 2003)。在全球的城市地区, 每年约有80万死亡病例是由空气污染引发的(Dora 2007)。

许多城市已经采取果断行动并取得显著改善。在欧洲和美国以外的城市，相比于 $150\text{mg}/\text{m}^3$ PM10水平的城市，那些PM10水平在 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 的城市死亡率要低10个百分点左右（Dora 2007）。城市绿化在改善城市空气质量中扮演重要角色。在芝加哥，城市树木的空气净化功能，其效益相当于920万美元，就长远来看，其获得的利益是每年投资的两倍多（McPherson et al. 1994）。

城市健康生活方式方面，仍有其他大量相关问题有待解决。全球每年因缺乏运动导致的死亡占总死亡案例的3.3%，并有一千九百万人因此导致行动能力障碍（Bull et al. 2004）。绿色城市交通，鼓励人们步行、骑车，增加人们体育活动的同时，还能节能减排。在欧洲，超过30%的汽车交通旅行路程不到3km，有近50%是在5km以内。这在理论上是可以自行车代替的（European Commission 1999）。

绝非偶然，那些已经长期开展城市用地规划、公共交通战略、注重公共绿化空间开发的城市，同时也是最健康的城市。在美国100个大型城市中，波特兰在实现“健康公民2000目标”（Healthy People 2000 goals）上排名第一（Geller 2003），温哥华则是加拿大城市中的第一名（Johnson 2009）。哥本哈根和慕尼黑名列“最健康和最安全城市”排名前十位，墨尔本则是澳洲最健康最安全的城市之一（Sassen 2009）。

生态系统服务和风险降低

城市绿化和植被能提供一系列生态服务功能，具有广泛福利效应（TEEB 2010）。在一项关于多伦多绿化带生态服务功能价值评估中，绿化带每年提供服务

价值相当于26亿加元，平均每公顷相当约3,500加元（Wilson 2008）。

生态系统服务功能在降低环境风险方面具有重要作用。像雅加达这样的热带城市，由于当地的森林砍伐，他们正面临日益增长的洪水威胁。根据该市最近的洪水记录，2007年的洪水波及了60%的城市区域，80人丧生，超过40多万人被迫迁移（Steinberg 2007）。在孟买，由于缺少对流经城市的米提河的环境保护，2005年的一场洪水夺去1000多人的生命，整个城市系统瘫痪近五天（Revi 2008）。

城市生态系统修复是绿色城市建设的工作之一，它有助于降低天气异常带来的影响。特别在海岸地区，城市生态系统的修复可以改善城市居民生活并能带来经济收益。越南的红树林重栽仅仅花费110万美元，却为每年堤坝修护节约了730万美元（International Federation of the Red Crescent Societies 2002）。总体上说，绿化面积增大不仅可以增强城市吸收二氧化碳的能力，而且可以缓解城市的热岛效应（McPherson et al. 1994）。

保护城市内陆的自然生态系统，对城市风险防护也具有重要意义。而生活用水供给和食品安全又与自然生态系统保护紧密相关。许多城市在扩张过程中，耗尽了当地水源，只能依赖于从其他地区购买水资源。墨西哥城和圣保罗在购买水源方面已花费大量资金。而纽约市的水源保护措施使得城市不需要再额外花费50-70亿美元的资金购买水过滤装置（TEEB 2010）。

4 绿色城市部门

上文已对绿化城市带来的一般经济、社会和环境效益进行阐述，本部分将列举特定的城市部门，如交通、建筑、能源、水、废弃物和技术，在相应的规模下是如何实现绿色城市化建设的。本研究报告提及的多数部门在相关章节中已经被广泛地阐述。以下的一些例子，在本章节其他部分也会引用，以支持绿色城市进程中制定更广泛的、跨部门的战略。

4.1 交通

大多数在“交通”一章中强调的“规避-转化-改进”（avoid-shift-improve）模式的绿色交通政策都可以在城市中见到。其中，“交通避让”（avoiding transport）主要通过上面提及的城市形象的结构调整策略进行，但传统的绿色城市交通策略还是以减少车辆使用或者降低车辆使用的增长率为主。例如在伦敦市中心，拥堵费的收取使得中心城区每天车辆数量减少65,000至70,000辆，每天CO₂每天排放量同时下降19.5%（Beevers and Carslaw 2005）。新加坡的电子道路收费系统和车辆配额系统同样减缓了汽车使用和驾驶人数的上升速度（Goh 2002）。波哥大的快速公交系统（BRT）已经实现减少每位乘客平均14%的碳排放量（Rogat et al. 2009）。这鼓舞了伊斯坦布尔、拉各斯、艾哈迈达巴德、广州和约翰内斯堡等城市纷纷效仿。

在欧洲，苏黎世开创了城市交通中枢电车系统的先例，它优于昂贵的城市地下交通系统，并被其他欧洲城市纷纷效仿（EcoPlan 2000）。因为已经证明设定低排放区和发放限时送货许可证在减少拥堵和污染方面的重要作用（Geroliminis and Daganzo 2005），所以制定排放标准和汽车共享计划（Schmauss 2009; Nobis 2006）能够减少居民对车辆的依赖。

近年来，一些城市在保持原有步行、自行车骑行等绿色交通方式的基础上，致力于发展路面电车交通。哥本哈根、阿姆斯特丹、伦敦和纽约正在投资利于自行车骑行和步行的方案。伦敦和巴黎的自行车出租计划促使人们开始接受自行车交通方式。在南美洲，波哥大、墨西哥城和里约热内卢等城市已纷纷实行定期的无车日或者周末道路禁行制度（Parra et al. 2007）。

4.2 建筑

满足现有城市建筑的能源需求，是目前城市的主要任务，而城市绿色建筑的功能也包括对水和材料等其他资源的更高效使用。就如在“建筑”一章所述，绿色建筑战略主要可分为设计、技术和行为相关三个方面。特别是在世界快速发展的大背景下，根据环境条

件采取针对性的设计方式是目前最具成本效益的途径。例如，在菲律宾Puerto Orincesa市的海岸，通过增加自然采光、改善通风、增设屋顶冷却材料和高效植树等方式对建筑进行规划，有望成功实现能源需求的降低（ICLEI, UNEP and UN-HABITAT 2009）。

对于许多欧洲和美国城市，严格的建筑法规、强制性的能源许可证书、优惠的税收激励政策和贷款规定对能源需求存在一定影响（C40 Cities 2010b）。在大多伦多的循环能源基金和奥斯汀的能源节约计划中，实行了新建筑物的更高效能源标准，促成了对现有建筑的全面改造（C40 Cities 2010c, Austin Energy 2009）。柏林市政府对所有新建筑实施太阳能利用计划，而弗莱堡的家庭高效能源标准使每户家庭用于取暖的能源消费平均降低达80%（von Weizsacker et al. 2009）。作为大量公共财产的所有者，市政当局可以在公共建筑中实施绿色战略案例，从而有力地推动当地现有建筑的绿色化进程。

4.3 能源

城市尤其重视能源需求，对能源的依赖远远超出其自身范围。但城市有能力选择采用分散型能源供给方式，或者通过降低能耗、采用包括微型发电设施、区域供热、建造热能联产厂（CHP）等绿色能源系统，达到优化能源使用效率的目的。中国的日照市已经转型为太阳能城市，在该市的中心城区，99%的家庭已经用上了太阳能热水器（ICLEI, UNEP and UN Habitat 2009）。在弗赖堡，得益于德国宽松的反馈性税收刺激，光伏(PV)系统已能供应1.1%的城市电力需求。生物质热电联产系统和风力发电机则分别可以另外满足城市1.3%和6%的能源需求（IEA 2009）。

奥斯陆和圣保罗利用城市周边水电设施来产生大量的可再生能源。风能和潮汐能发电正成为越来越多城市可再生能源的重要来源，同时可靠、安全、低成本的地热能也正被开发出来作为产能手段。位于吕宋岛的马尼拉，有7%的电能供应来自于地热能发电（ICLEI, UNEP and UN Habitat 2009）。网络化、分散型的能源系统，与区域供热系统结合，可以为大型城市综合设施（如医院、学校或大学等）或社区居民节省空间并提供热水，显著降低总能源需求。这些设施的工作效率可以通过热电联产系统得到进一步的提升。例如哥本哈根的区域供热系统通过处理废热，能满足城市97%的供热需求（C40 Cities 2010d）。

4.4 植被和景观

虽然城市主要由各类建筑和基础设施组成，但其开放空间仍占相当大的比例。同样是持续性的城市扩张，

约翰内斯堡、伦敦和新德里一直能保持高水平的绿色开放空间（如公园、公共或私人花园），而其他城市，如开罗、东京和墨西哥城等，其绿色空间层次则低得多。公园、受保护的绿地和花园、行道树和景观绿化提供重要的生态服务系统，起到自然之肺的作用，吸收并过滤空气污染，如过滤器对污水产生的滤过作用（TEEB 2010）。这些绿色空间同样为野生动物提供了栖息地，并为城市居民提供了休闲娱乐场所¹⁰。一项关于多伦多绿化带的研究将其湿地和森林认定为最宝贵的自然财富之一。湿地和森林提供的生态系统服务包括碳储存、野生动物栖息地、节流和过滤水源、控制洪水、废物处理和景观作用（Wilson 2008）。

此外，绿色景观区域的存在有利于调节自然演化过程，其中包括缓解当地极端气温的作用：树木覆盖面积每增加10%，用于冷却和加热的能耗就可降低5%-10%（McPherson et al. 1994）。植被和柔性开放空间在减少暴雨雨水径流、帮助处理强降雨后发生的市政问题以及帮助沿海城市抗洪等方面同样扮演着重要角色。新的设计方案率先采用了绿化建筑屋顶和立面的方式，从而增加城市表面的“自然”覆盖率，降低用于冷却的能耗。例如东京板桥市正在推行的围绕公共建筑和私人住宅的种植攀援植物的“绿色窗帘”计划，用以防止夏季楼宇建筑过热情况出现，从而减少空调使用（ICLEI 2009b）。

4.5 水

随着水源渗漏成为人们主要关注的问题，城市需要将农村的水资源大量引入城市区域。输水管的升级和更换可为许多工业城市节约20%的纯净水。仅仅在过去的10年里，东京的新供水系统就已减少了50%的水资源浪费（C40 cities 2010e）。按容量计算收费标准已被证明是最有效的节约用水激励手段。许多城市正在广泛运用水表，并正在改进从前简单的水费计算方法。节约使用饮用水的最好方法是小喷量用水，而废水经过处理后再作它用时并不需要较高的质量。

出于进一步降低水源消耗和提供可替代自来水水源的考虑，雨水可以收集起来，经处理后作为饮用水和非饮用水。此类服务只能在城市而非农村实现，因为城市对于生活用水的支付意愿更强（见“水资源”一章）。为了应对严重的缺水状况，新德里的市政公司要求每栋超过100平方米的屋顶和平地面积超过1,000平方米的区域采取相关的雨水收集措施。据估计，每年有765亿升水可以作为地下水的补给（ICLEI, UNEP and UN-HABITAT 2009）。在钦奈，通过城市地下水回灌，在1988年至2002年间，该市地下水水位上升了4米（Sakthivadivel 2007）。最为成功的机制是推行财政激励，典型的案例是奥斯汀市为雨水收集系统建立的退税政策，期间一个家庭每天人均估计可以收集雨水达到8.7加仑（Texas Water

10. 在宏观层面上，绿色战略保护了现有城市绿地，防止其在城市发展过程中遭到破坏。这些措施对于城市周边绿地意义更为重要，因为这些地带是如波特兰、伦敦等城市下一步扩张的目标。在斯德哥尔摩，由于重视对绿地的保护，几乎所有城市居民都能居住在离公园或绿化带300米的范围之内（City of Stockholm 2009）。

Development Board and GDS Associates 2002）。

4.6 食品

一个城市的食品足迹对其绿色发展程度影响显著，特别是考虑到从远方运输食物进入城市所发生的能耗时（Garnett 1996）。例如，欧洲城市的食物供给能耗大约占它们总生态足迹的30%（Steel 2008）。从更广义的角度来看，城市化发展通常伴随着城市周边耕地的丧失以及城市消费者对深加工食物需求的递增。但是，像伦敦和纽约这样高消费食品足迹指数的城市，通过重新建立城市与农产品种植地区的联系，仍然可以实现食品足迹指数的大幅下降。其他一些城市则受益于地处农业生产的核心地带这一优势，从而降低了昂贵的长距离食品运输成本。在意大利米兰市，由于其临近波河河谷和地中海农业平原，有高达40%的日常食品产于距离城市四小时车程的区域内。

世界上大约有15%-20%的食物是产自于城市地区。城市地区生产的粮食作物和肉类一直在城市年度食物需求量上占据很大的比例（Armar-Klemesu and Maxwell 2001）。在许多发展中国家，食物生产作为城市的第二大功能，这是普遍现象。据估计，肯尼亚的纳库鲁市在1998年有35%的城市家庭从事农业劳作，而在乌干达首都坎帕拉，2003年这个数字大约为50%（Foeken 2006; David 2010）。在加纳的阿克拉，90%的蔬菜供应来自于城市周边（Annorbah-Sarpei 1998）。在西方一些城市，成功的城市农业项目同样得到推广。尽管通常是小规模种植，但能充分利用公共花园、屋顶空间和其他未使用的城市空间。在底特律这样的萎缩型城市，城市农场在一些用地压力不是很大的地区纷纷建立起来（Kaufman and Bailkey 2000）。

4.7 固废

作为人口和人类活动集中的地区，城市已成为垃圾经济的中心，而垃圾在城市生态足迹中也扮演着重要角色。但是，城市同样证明，在降低垃圾总量、增加循环回收和开创环境友好型处理方式，以应对必然产生的垃圾这些方面，其相应的绿色解决方案是具有很大灵活性的。在垃圾收集工作未能发展到位的发展中国家城市，其垃圾回收工作多数是由大量非正规的拾荒工人来执行。比如开罗的Zabbaleen组织，已在当地实施起一套先进的再回收系统（Bushra 2000 in Aziz 2004）。然而，尽管这样的工作多数均不符合“体面工作”的要求，但在这样的背景下，绿色垃圾处理策略也常常会忽视工人们可能发挥的重要作用（Medina 2000），转而去实施昂贵的、需要技术支撑的废物循环模式（Wilson et al. 2006）。

在欧洲的许多城市，垃圾回收水平达到50%，而哥本哈根市送往垃圾填埋场的垃圾数量只占其垃圾总量的3%（C40 Cities 2010f）。1991年，库里蒂巴建立了一个绿色交换计划，用以激励人们用可再生废物来交换当地剩余的新鲜水果和蔬菜（Anschutz 1996）。堆肥

是绿色垃圾处理战略的重要组成部分，成功的实例有来自达卡的分散型堆肥方式，和旧金山的市政厨余堆肥计划（Zubugg et al. 2005）。

4.8 基础设施和数字技术

评估数字技术对于绿色城市的作用已经超出了本节所要阐述的内容范围，但越来越多的证据表明，城市本身是投资小型基础设施以实现可持续环境发展的最佳地点。城市提供了各种IT服务的大量潜在应用客户。各类型的IT服务是建立在复杂的物理基础设施（包括道路、铁路、电缆以及配电系统）上的。互联网和数据中心这样的数字化基础设施同时也是一个智能

的基础设施，它将人与人、人与城市系统以及城市系统之间相互联系起来，使城市及其居民有能力在第一时间对不断变化的环境作出反应，并协助其做出明智的决定。

此外，智能交通系统正被应用于处理交通堵塞、道路收费及提供实时交通资讯。例如斯德哥尔摩的交通拥堵税和新加坡的电子道路收费系统。全球范围内许多城市的自行车出租计划的成功实施也正是得益于智能交通系统的运用。在阿姆斯特丹的试验性智能工作中心，工作人员可以使用当地的办公室工作设备，而无须移步至他们的主办公室（Connected Urban Development 2008）。

5 实现城市绿色改造

本章前面部分的论述已经指出了城市绿色化过程的复杂性、多层次性和零散性。城市绿色化改造的过程，在现在和不久的将来都是一个复杂和零散的工程。我们不会有一张绿色改造的进程表，与此相反，我们的绿色改造将是充满灵活性、多样性的重要议程。

本节讨论的重点是绿色城市改造的相关政策在推行时受到的阻碍，以及近年来在全球各大都市的实际应用中获得成功的一些绿色改造方式。因为各地具体条件不同，我们不可能提出一个广泛适用的改造模型，但有部分学者认为，无论是发展中国家还是发达国家的城市，都存在着相同的阻碍和限制绿色发展的的问题。他们进一步提出，将政治体制改革、政策革新、充分激励市场的机制和调动消费者等各个关键因素相结合，才是未来几十年绿色城市改造过程的根本方式。

在确定关键的制约因素之前，我们需要明确城市环境责任的转变，无论是从绿色经济的哪个角度出发，都不仅仅是一个技术问题，还受根深蒂固的城市本土文化和政治因素的影响。因此，在讨论相关革新改造政策的制定、规划和管理时，民管理以及问责制，连同私营部门的积极参与等各项因素，都应给予同等的重视。绿色城市改造的实现不可能通过从前那种自上而下或自下而上的改革方式一蹴而就，而是需要通过国家和具体的不同地区的紧密协作，还需要来自民间社会各个领域、私营部门和大专院校、非盈利机构和利益集团等机构在内的、期望共同推动绿色改造的社会部门的共同帮助。

5.1 障碍和局限

本章已经对绿色经济模式可以在全球各大城市成功实行的原因进行了阐述。第4节已经列出部分分别在发达国家和发展中国家城市获得成功推行的实践案例，但是相比于大量的亚洲、非洲和美洲新兴城市的数量，这一小部分案例可谓沧海一粟。如今，由于下面提到的一些主要因素的障碍和限制，大多数城市正在推行的政策从根本上说是不可持续的。这些政策由于地理地域特点不同和处于经济政治发展周期不同而又有着显著差别：

■ 分散性监管-分散性监管缺乏对政策框架和城市发展水平的综合考虑。其中政策框架主要体现为推进国际、国家、地区和城市等不同水平层次的绿色经济政策；

■ 支付能力-即便是高效的绿色改造措施所产生的费用，也可能超出贫困城市的支付能力，从而使得城市陷入基础设施建设浪费的“泥沼”；

■ 缺乏投资-即便绿色城市改造能带来各方面的福利

和效益，但是私营和公有经济部门并不会优先为城市基建（如绿色规划、公共交通和住房战略等）进行绿色投资；

■ 权衡失策--如果没有有效的干预政策和基建投资（用以促进生产力和资源利用效率），绿色城市战略将会导致城市更加拥挤（如居民密度和交通系统），土地价格和居民生活成本飞涨；

■ 消费偏好--如果可以选择的话，消费者往往不愿接受城市生活的新模式，因为这会要求他们改变个人或集体的消费模式（如高密度公寓居住方式、公共交通工具使用等）；

■ 成本转换--对于从传统经济向绿色经济的转变，由于短期内的成本转换代价高昂，企业往往在没有获得补偿资金时，不会选择投资绿色改造建设；

■ 既得利益--在房屋、道路和基础设施建设方面，企业往往会抗拒对现有运行模式的转变，因为这会造成对短期投资回报的潜在威胁；

■ 风险规避--个人、企业和政府机构对于没有明确依据的、不能对经济发展、居民生活质量和社会地位产生迅速改善的措施，往往持抵制态度；

■ 武断政策--武断政策的实施可能导致过低的商品和服务价格，从而带动了过度消费。这样的政策包括对道路基建进行补贴、不对开发者征收完整的服务费、不征收新开发所需的基础设施费、对城市家庭实行减税政策、鼓励他们以及其他相关公共政策措施促使城市向外延伸，以及把私家车作为主要交通工具；

■ 行为反应以及反弹效应--消费者可能需要通过增加个人能耗或者消耗储蓄，来实现降低总能耗成本的目的，却增加了个人的能耗¹¹。

5.2 可行性战略

要克服上述一系列障碍和限制，要求我们能就社会不同部门采取全方位的适应性措施，从管理、规划到激励、融资，如此周而复始。

图5：有利条件、机制的力量和民主制度的成熟程度是政策手段和工具体现在推进绿色城市改造投资的三个方面。关键在于，在不同城市背景下，其推动作用的时效性都与当地相关机构和民主制度的力量相联系。至于不同发展程度的民主制度，需要制定不同的

11.见Allan等（2006）。但是，von Weizsäcker等（2009）认为，能源成本的节约，可以为家庭提供进一步节约能源所需的资金，为国家节约可再生能源研发所需的投资，甚至可以建立起一个良性循环。

刚性或柔性的机制，从而创造交互式的适应条件。而在这个过程中，我们发现，这种变化的过程更趋向于一种长期性，而且需要有一套预先建立起来、并能够接受实践验证的成熟机制。与此同时，我们还需意识到居民的社会活动和自主绿色改造措施在中短期内的有效性。而且，这种有效性在机构体制不太完善、民主制度不太成熟时，会表现得更加明显。

上述这些过渡因素都表明，我们不仅仅需要在地方和城市的水平上，同时也要重视在区域和国家层面上，制订我们的政策框架。从广义上讲，决策者必须定位好自己城市在全球范围内的角色，从而使其绿色经济模式能够与自身政治体制建设发展水平相协调。

各部门的联合协作是克服现有的改造进程障碍和限制的根本措施。例如，工程方面的解决方案需要运用财政手段来协助完成，如通过财政手段对碳排放进行估价（Birol and Keppler 2000, in Allen et.al. 2006），从而刺激提升技术效率，在实现获利的同时避免可能发生的反弹效应。

城市在创造经济效益、降低资源使用强度和推进社会融合三方面仍然很难保持同步，主要因为获得经济效益是个逐步实现的过程，而政府往往难以正确处理好该过程中出现的环境和社会外部性问题。除非妥善解决这些问题，否则就不具备推动绿色城市发展的必要经济条件。

任何一项有效应对全球气候变化问题的措施都涉及到前期资金和技术支持，从而才能使发展中国家的新兴城市在规划上赶超发达国家的城市，并建立起最新、最具效率的城市基础设施，进而能在未来几十年实现资源使用强度的降低以及资金的节约。但是，摆在我们面前的首要问题是我们需要建立起能为我们带来革新的核心战略原则。

5.3 治理

管辖的概念包括城市系统里不同机构间正式和非正式协同合作的关系。其中城市系统包括：地方、城市、地区、州、社区和私人部门等各种机构团体。管辖的质量取决于各部门在互惠、诚信和合法性三个方面的协作程度，这三个方面需要通过制定有关机制、把握机遇来实现深度的拓展，进而促进社区、企业部门和有关政府形成良好的组织结构，让各方开展有益的交流。交流中涉及权衡绿色城市发展改造的各方面事务，通过辩论达成具有实践意义的共识，将有助于进一步统筹各方关系。

在强大的地方政府存在下，设定一系列规划、监管和财政手段来实现吸引绿色基建投资、绿色经济发展和多途径实现城市可持续性发展等目标，都是有可能的。我们需要强调的是，对于一些能力较为薄弱、不被民众信任、因为自身管理效率低或腐败严重而对绿色城市改造不感兴趣的地方政府，除非当地可以培养起基础广泛的文化运动，来拓宽普通民众的绿色视野，否

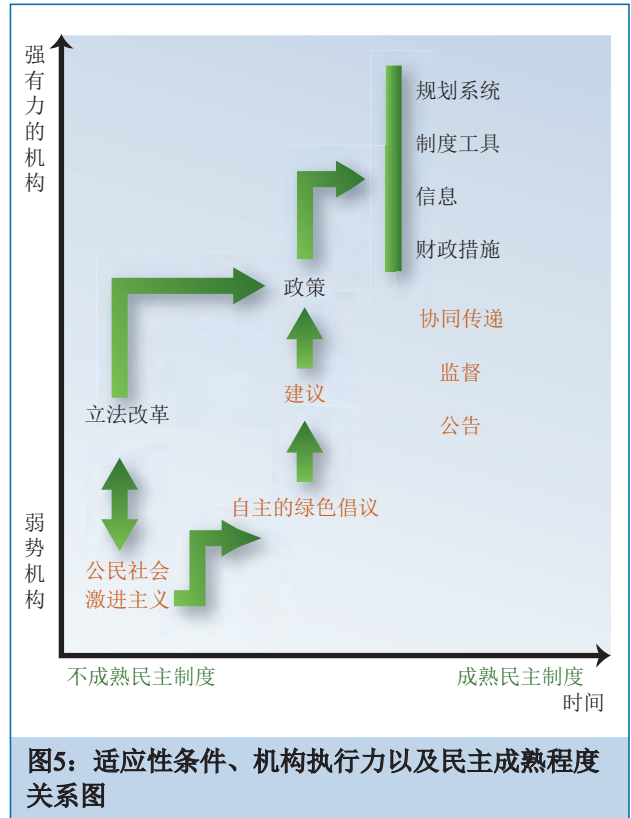


图5: 适应性条件、机构执行力以及民主成熟程度关系图

则很难将本章所提及的众多绿色城市的改革建议制度化。

在比较不富裕的城市，构建起这样的能力十分重要。这是它们在实现绿色城市改造的过程中，获得各个部门投资的重要途径。市政部门也可以通过谨慎采取更加务实和最低限度的措施，将主要改革精力投入到水、垃圾、能源和运输等数量不多但具有战略意义的目标行业，而它们同时也是国家政府和国际组织所要支持的几个重要领域。

为贯彻绿色城市改造原则和实践方式而形成的协作，需要致力于找到切实可行的途径，以策划和执行以群众为基础的改造运动，为普通民众的日常消费方式提供一个可替换且可接受的选择，特别是针对那些中产阶级和工薪阶层，即那些占人口比例较高的低收入劳动群体。在这样的背景下，我们应该重视制定有效的扶贫政策，实现贫困人口减少。这些政策通常包括可以与绿色基建各方面相契合的管理系统，如分散式系统和社区维护系统。

但是，外延（或当地）部门，无论是投资部门还是实际通过地方政府运作的国家机关，都聚焦于城市范围内的基建投资。这些行为主体同样需要确保它们可以意识到技术的跨越式发展和更多以社区为基础的分散式管理系统的潜在价值。但是，这样的设想初听起来似乎很幼稚，因为这种技术手段会对国家中央政府对地方的管理控制造成颇大的影响。从这个意义上讲，推进有效而深刻的民主体制建设才是建立绿色城市所需要的真正必要条件。

高效监管最终还是会通过不同利益所有者对于大量改

革议程或意见的交流而回归到管理本身。这样一种协作能够推进城市开发更多常规活动空间和环境规划工具，从而形成长期战略规划目标。例如，国际城市联盟（the internationally-based Cities Alliance）（2007）提出了所谓的“城市发展战略”（City Development Strategies, CDS），作为将可持续经济增长和生态保护及恢复相结合的适用措施。这些措施假设地方政府缺乏管理能力和资金来推动或发起变革，在此前提下，合作伙伴关系是能够实现绿色改造发展的唯一途径¹²。

合作伙伴关系应该作为高效资源分配和决策制定系统的支撑点，从而保证城市里的每个人都能看到绿色城市改造进程在朝着其长期目标而努力。然而在今天，城市层面的绿色经济措施与国家政策框架大部分却是相互独立的。Glaeser和Kahn（2010）通过对美国城市地区研究，发现人均碳排放量最低的城市通常也具有最严格的规划限制。他们认为“通过限制新的开发，美国最干净的地区会推动那些碳排放较高的地区的新开发。”

为了避免相互之间不协调的预算、目标和计划的颁布推行，并且进一步挖掘成本最优的碳减排潜能，国家和城市的措施必须做到协调一致，就像出自于一个协同制定和应用的政策工具一样。在上述美国的这个例子里，城市层次协作的失败可以通过在国家层面上征收个人碳排放税，将家庭的环境成本内部化，从而得以解决。成本内部化同时也包括地方决策。世界各地的监管结构改革经常伴随着权力下放或权力转移至国际组织的现象。这样的过程促进了城市作为独立决策者的作用。而且，它们对于在地方层面上具体实施国家政策，以及通过制定城市的长期政策手段，来塑造城市的生活环境方面，都起着重要的作用。不过，在大部分发展中国家，这些地方分权的尝试途径需要得到改善，特别是在那些存在严重发展缺陷、发展不平衡和区域化严重的发展中国家（Manor 2004）。

在这个框架下，可以从日常实践归纳并启发出一个在管理三层模式系统中有潜力的功能分配方案，以此更高效地推进绿色城市战略。此外，国际组织和双边网络可通过提供财政支持和技术转让等手段，来协助发展中国家政府推进绿色城市改造。

■ 在国家/州层面上，需要创造经济上可行的通用条件，例如对社会治安给予大力关注、维护国家的水政策、提供重要的国家基础设施、通过推行通用建筑规范来保证设计标准的合理性。在绿色经济的背景下，国家的中央政府可以对碳排放制定一个标准价格（碳排放税），为清洁技术建立市场（通过碳排放价格拟定、管理和减税等手段）、资助或扶持主要基础设施投资（如智能电网）以及设置最低标准等。除财政支持外，在国家层面上，也应该为绿色城市改造制定更

12. “仅仅依靠地方政府并不能实现城市的真正改造。地方政府只能掌握城市建设资金的一小部分，并且通常只拥有相对更少的人才，来实现城市革新。尽管政府起着催化剂以及公共利益的代言人（至少在理论上是）这样的重要作用，地方政府应该与私人利益群体和民间团体建立起合作伙伴关系，才能修正城市发展方向，也就是说，CDS过程是基于私人、公共和民间团体合作关系上才得以推进的。”（Cities Alliance 2006）

多优惠性政策。

■ 在城市/区域层面上，即便城市发展与政治经常关系不大，但在该层面上仍然包括城市地域的全部功能。治理大城市直接涉及到五个主要环境表现因子中的三个（健康、有害物质和高质量城市环境），相应地还涉及到其他更大范围的一些职能，如战略规划、垃圾排放监管和给排水管理、监督区域银行和土地银行、保证相关工作人员的技能培训能与区域经济发展目标相匹配、改善绿色交通设施及其运作、设置特殊建筑标准以适应弹性使用，以及其他绿色发展目标和气候变化应对措施。另外，以转移环境成本和以碳减排为目标的可持续消费也是大城市层面上应关注的问题。在上述事务中，有战略意识的建设参与者，如公有事业单位，若能对长期或综合多种模式的运输企业进行投资，来促进绿色交通改造，这样的情形已经被证明非常有效。

■ 在地方/自治区/市镇层面上，其管辖区域可能包含10万至50万居民，政府有责任实施其他地区制定的积极政策、处理绿色发展目标、落实与居民生活密切相关的食品和资源管理、监督地方治安，以及为其他方面的社会经济提供资源投入等。

5.4 规划和监管

在发展中国家的一些城市，仍然存在较高比例的非正式改造手段，这些手段常常忽略了规划和监管之间的关联，但仍然是最通用的、在渐趋复杂和成熟的政治环境下影响城市发展的主要政策手段，涵盖从发展战略、土地使用规划到建筑法规和环境管理制度等诸多方面。除了为期望的环境效果作出必要调整外，这些措施还可以帮助启动绿色革新和创造满足各个不同层次水平的绿色产品需求。

为了最大限度联合城市不同部门、协调制定城市规划，将土地使用、城市发展与其他政策相结合，并且消除城市功能区域界限，这对于取得更好的环境效益是至关重要的。以最近启动的世界银行Eco2城市项目为例，它表明了为什么必要的规划、财政和基建与构筑低碳型世界有着千丝万缕的关系（Suzuki et al. 2010）。关于一体化系统途径，人们认为：“该途径可以通过规划、设计和管理，实现整个城市系统的协调统一。”从实践层面上讲，这意味着所有城市都必须清楚了解它们自身的类型，以及贯穿整个城市系统的物质资源流的特点和类型。

属于城市形态的基建设施、发展动力、改造灵活性和脆弱性这几大要素的交汇是至关重要的。如前所述，贫困人群经常生活在城市环境最脆弱的区域，他们无法享受到必需的基建设施网络（Moser and Satterthwaite 2008）。绿色改造对城市形态和资源流可能造成的影响，则必须在规划基础设施建设投资的时候就予以考虑，特别是在需要大量资金介入的快速城市化地区。最为关键的一点是，这些资金如何分配将决定城市能否实现可持续发展。

对于城市形态和资源流动的综合认识，有助于突出那些更为绿色的行为，以实现更高的整体资源利用效率。这同样能强有力地建立起一种长远的视野，对认识各方面的发展趋势、最具战略意义的介入点和如何在城市不同区域更好地实现利益权衡，都具有重要意义。如果基于可靠数据，则可以为建立一个互相理解的平台提供机遇，在这里，对城市的理解包括认清城市目前如何运行、它未来的发展动向和我们需要做什么来提升整体系统效率（Crane, Swilling et al. 2010）。只有当这样的分析和政治讨论已经足够深入的时候，对于实现高效的长期战略规划目标，我们才能给予广泛的承诺。

联合国人居署（UN-Habitat）最近发表的《全球人居报告》旨在将合理规划途径重新带回到城市发展辩论的核心议题中（UN Habitat 2009），并强化空间战略规划思想，即关注“直接、长跨度、空间性规划、广泛和概念性空间思想”，而非传统的强调具体空间细节的设计规划。这样的战略计划的核心组成是由空间和基础设施建设规划，以及驱动城市结构紧致化、便捷化的公共交通之间相互连接搭建起来的。这一点特别体现在西欧的许多城市，而其中像约翰内斯堡这样的城市，已经开始在上述战略规划的基础上，提出了更新的规划制度架构。

城市需要坚持规划改革的另一个重要因素在于，这有助于应对全球环境危机，而这也需要政府具备更为有效规划的能力。这样的规划实际上要求规划本身与城市的形态和资源流动相结合，让各种基础设施投资以最佳方式运行和协调，确保城市运行效率的长期性、竞争力和包容性。

如本章以上各节举例所述，最有效的绿色城市规划战略，对于城市以及城市腹地的形态和面积是有着直接影响的。重新利用城市现有土地、限制城市外围化扩展，是实现城市环境可持续化的中心议题，尤其重要

的是对那些工业化发展成熟的地区进行翻新改造。增加并维持城市密度水平，只能在与其它服务措施（如高质量的公共交通和公共区域）相结合的基础上才能得以实现。城市设计和公共区域标准以及城市结构多元化都是上述发展要求所必须的，是推动城市区域职能多样化、改善高峰时段交通密集程度的根本途径。为了确保城市环境可持续化发展，在所有可用城市土地达到适当的发展密度之前，不应出现对成熟化的绿地发展以及近期建立城市的政策偏见。表6总结了一些最有效的、能够实现可持续化改造的措施。

5.5 信息、意识与公民参与

跨部门的高效规划和监管，要求高质量的信息传播，以引起城市居民自觉推进革新的意识。此外，因为在城市里存在对绿色产品和服务的生产者具有潜在价值的巨大消费市场，信息传播也是影响消费者选择的必备条件。但是无论在发达国家还是发展中国家，消费者的偏好往往并不总是符合绿色理念。例如，在英国和欧洲的许多地方，高密度的城市发展方向（Cheshire 2008）往往是不受欢迎的，而别的证据则表明，北美居民更倾向于在郊区居住。

同时，从城市更加绿色的生活方式所带来的潜在效益出发，信息传递和积极交流可以使消费者能够做出更明智的决定。例如，在慕尼黑，新的居民会得到一份关于绿色行动机遇的信息包裹。通过类似手段，同时能对商业行为产生影响，这在印度古吉拉特邦最大的工业中心之一苏拉特市已经得到了验证，即通过信息传递与政策监管手段相结合，在迫使纺织企业减少工业污水排放的同时，为企业节约了排污费用。其中一家大型企业污染减少达90%，能耗减少40%，化学品用量减少85%（Robins and Kumar 1999）。

表7：通过特定的基于信息的手段列出的一系列涵盖

城市扩展边界	建立明确的、限制围绕城市周边任何形式的扩张计划，创造维护现存生态系统的绿色走廊
土地使用制度	实施分区监管，在全市范围内，优先开发城市内部已发展（改扩建）绿色土地计划
奖励密度调控	提供密度标准的下限值；在全市范围内建立明确的密度标准（如楼面面积比率，FAR*），用以支持优先的紧致型城市发展，混合使用结构层次的公共交通
密度福利	提供发展福利，用以推动绿色项目的发展权利（如额外的楼面面积标准规划监管），实现城市以及地方范围内发展的可持续性
特殊规划权力	建立城市开发公司或市区重建公司，以促进和落实绿化工程
交通规章	规范车辆类型、排放标准、速度限制以及有利于绿色交通、特别是绿色公共交通适用的道路空间分配
停车标准	提供最高而非最低的停车标准；最大程度降低私人停车标准（如平均每户少于1辆私家车停车位），特别是高度便利公共交通的地区
无车化发展	在高密度、高便利公共交通地区，制定促进无车化发展模式
最小排放标准	依据当地建筑以及交通水平，制定最小碳排放和能源效率标准

表6：特定规划和制度措施

*FAR是最通用的城市密度测定规划用途。它是通过将地区住宅及商业空间用地面积除以整个地区发展用地所得值得来测定的。

监管、参与和意识三个大类的信息工具。这些选定的措施，或者是对于城市绿色改造有着重要意义，或者是在当前讨论中受到特别关注的话题。

共服务，如劳动力培训、商业用地和绿色基建等，实现降低产业的绿色化转型成本，同时让企业朝着低碳化运行的方向发展。

监督	
环境效益标准	在城市一级引进新的环境效益评估和基准标准
环境效益目标	设定明确的、基于绿色城市发展的重大指标和不同地区的发展目标
碳预算	确保任何城市发展战略在所有各级政策的指定时，均考虑到碳排放的影响
生态预算	引进对自然资源、环境质量预算评估和审核的、新的管理体系
城市生物多样性指标	采用能与生物多样性、相关生态系统服务以及管理相结合的城市生物多样性指标
地理信息系统（GIS）	通过在各不同过程应用地图信息分析工具，以推动城市发展轨迹和规划朝向更好方向发展
参与	
信息网络化	将所有相关信息呈现在网络上，拓展互联网访问途径，特别要注意贫困社区这一方面问题
公众咨询	通过地方社区以及与政治家的公开辩论，保证以及维持发展规划，是基本参与的要求
地方活动	通过制订社区的方案计划，充分利用地方政府的积极性，进而改善群众生活以及环境质量
透明	最大程度地确保信息透明程度，推进信息自由合法化
环境民主	推动环境治理和参与，以提供信息、保证监管和实现可持续发展目标
培养参与意识	
教育	学校课程应向公众和私营组织提供包括“绿色教育”和提供专业的“绿色训练”
公共宣传	提高绿色城市战略优势的认识，特别是在紧致型城市以及绿色交通方面
标签	设定消费者项目生态标签，帮助消费者获得更多选择，为促进绿色产品消费提供额外的激励机制
智能电表	新的智能监控以及电表装置能够为资源利用情况提供实时信息：没有智能电表，便没有精明的消费者
绿色信息包裹	为新居民提供绿色信息包裹，在构建新的日常绿色生活常规时，更好地改变人们的生活行为
最佳实践	传播其他地方获得成功推行的绿色城市计划的信息
示范项目	建设城市内试验性项目，以更好地评估和向公众宣传新措施
表7：特定信息支撑工具	

5.6 激励机制

仅仅依靠信息传播并不能满足行为模式改变的要求，这就要求通过激励机制来带动持续的变革。从某种程度上而言，这可以将企业以及城市居民行为模式改变所需的调整成本最小化。例如，高能耗企业及其行业工人在城市绿色化产业转型的过程中，可能面临着高昂的代价。国家和城市层面的政策制定者需要设法补偿这些经济结构转型过程中短期亏损的行业板块。

激励机制可以包括税收系统（如免税措施或对不利环境的行为征税）、其他费用（如道路交通费）、补贴（专项补贴）措施。在巴伐利亚，补贴措施是从上世纪90年代至今，多样性政策中得以成功应用的一项。在“未来巴伐利亚”、“高科技发展”这样刺激机制的作用下，巴伐利亚州政府花费补贴超过40亿欧元，其中主要用于围绕慕尼黑市的技术研发和技术转让两方面。投资推动了该市环境技术部门的成立，2007年，当地的清洁技术专利在全德国占据最高的比例（Rode et al. 2010）。

除了提供直接经济刺激外，城市政府也可以通过提供公

与此同时，无论是作为税收还是使用者收费等形式，全成本定价（即包括隐性的环境外部成本）的施行是将行为模式组合到绿色城市标准规范中的根本因素。全成本定价方式已经在能源、水和其他资源管理以及在城市中寻找应用的增长点方面获得成功。许多美国城市近期开始引进影响因子收费模式，用以补偿道路、通讯网络或学校等走上新发展模式所必须的额外基础设施成本（Brueckner 2000）。这种方式的实行同样能帮助避免因过度消费，而需要进行财政紧缩所带来的消极反弹效应。进而，类似这样的环境税收方式可以被用以削减劳动力成本，并更好地推动创造新的就业岗位。

城市激励机制中的主要价格手段可见表8：总结了本章前面提到的例子中最有效的、能够带来可持续变化发展的手段。

5.7 财政

对于改变城市原本的碳排放集中型和能源集中型发展模式而言，财政问题可能是主要障碍之一。尽管存在一些资源回报，许多国家的财政政策实际上都妨碍了

燃油税	增加燃油税，将私家车使用的外部成本内部化，调整道路交通负荷
碳标价	确立国际、国内以及地区碳排放上限和贸易计划，最大限度交易限制碳排放量
生态系统服务标价	生态系统服务付费计划（PES）将服务受益者和供给者相互联系起来
减少不当减税或激励措施	鼓励延长乘车上下班的时间（如德国）或者一户一房（如美国）
税收激励	在可再生能源、建筑物改造或其他绿色项目方面，为城市居民或公司提供资金或减税方案
道路交通收费	管理交通需求量，调整车辆排量结构，通过向私人车辆收费，更好地适应或减轻道路负荷
停车收费	基于市场价格，向路边或路外停车收取费用，进而减少停车需求量，释放过渡使用的停车空间
土地发展税	向新开放使用的土地征税，以达到土地的最大使用程度，为绿色建设发展提供财政援助
土地拍卖	通过限制新土地开放，通过土地拍卖，限制过度的土地使用
牌照拍卖	通过限制牌照号码和拍卖相关牌照来限制私家车的增长

表8：选择性激励因素

当地政府从地区和国际金融市场筹集足额资金的能力。由于发展中国家的分权化改革，中央政府职能分散、无法实现向低一级政府机构转移资源和权力。而当务之急则是提供优惠税收政策，吸引潜在的国内外投资。

推动绿色城市财政改革必须以以下三点为核心。第一，深入了解现行财政政策对于潜在回报的立场。此类分析必须基于国内外相同类型城市间的相互对比；第二，城市政府需要推行与地方企业和团体组织的多种伙伴关系改革。如果城市建立形成了合作框架、运行机制透明化、给予私人投资回报，那么城市化就存在足够的空间来吸引私人投资。第三，需要建立多层次、多方向的合作网络。伙伴和联盟关系的建立，有利于进一步实现跨城市合作以及吸引地区、国际间的各种地方政府参与政策讨论。

许多绿色城市投资项目都在地方政府力所能及的范围内，可以通过调用国家或私人资金作为初始资本来进行投资。在香港，主要城市铁路的运营商、地铁（MTR）公司通过将其地铁车站的房地产开发作为潜在的轨道交通开发模式资源的一部分，成功获取了全面覆盖新城区的铁路基建的巨额费用（Cervero and Murakami 2009）。在巴黎和伦敦，城市自行车出租计划允许私人资金投资广告“黄金”空位，来获取运营资金。而在圣保罗的垃圾填埋场，生成的沼气由私人企业转化为能源，并使城市获得了低碳排放的声誉。一旦初始投资资金到位，这些项目将进入一个稳定的收益阶段，并可实现再投资。有些计划甚至不需

要初始投资，而是借由法律法规，比如柏林或奥斯汀的绿色建筑计划。

表9: 选择性的财政手段为对绿色城市战略发展至关重要的财政手段提供普遍的概述。在成功的案例中，许多手段都是直接由城市政府提供的。

任何绿色城市规划所面临的首要问题都是公共交通基础建设的成本效益，特别是在道路建设上面，投资会更加刺激私家车的使用。地面公共交通，如快速巴士运输系统，必须在低收入群体中起到一种主导作用。经过实践，非机动车的交通形式已经被认为是交通系统的基础，所以对其投入需要占总交通预算较高的份额。

无论是在发展中国家还是发达国家，另一个主要问题是城市层面的行业教育和培训投资。向相关工作人员进行绿色科技和工作技术方面的培训，需要首先保证他们能获得绿色工作岗位。表10：在低碳工作全面培训方面，通过“公共政策研究所”（IPPR）在英国的一些实践，可以说明为什么需要通过关一些外延性的额外培训来促进城市向低碳经济转变的特征（IPPR 2009）。

但是对于一些相对贫困的城市，在资金、绿色技术和实践方面可能难以全面符合上述条件，这就需要来自国家政府和国际社会的预先财政支付，在技术和能力方面提供支持。例如在面对气候变化问题时，“哥本

税收	城市需要应该有提高当地税收和服务收费的能力，将所获税收作为推动公共绿色城市战略的主要资金来源
成本覆盖	推行市政服务使用收费制，以辅助相关绿色服务，支持绿色替代品发展
土地利用价值	结合“交通运输-资本”发展模式，制定支持公共交通的财政
微观财政	为参与绿色城市战略的微观企业提供重要的财政资助机遇，如发展中国家城市的废物循环
国有公司的盈利	城市持有盈利公司的部分股份，如用以支持长期绿色投资项目
采购联合	城市可以通过通力协作来购买技术，从而实现成本降低
碳支票信用	发展机制（CDM）已经为波哥大、圣保罗和达卡等一系列绿色城市项目支付相关费用

表9：特定财政工具

哈根协议”建议，到2020年为止，每年需要计划支出1,000亿美元来帮助缓解气候变化并适应世界发展需要（Glemarec, Weissbein and Bayraktar 2010）。这样的财政计划对于发展中国家城市的跨越式发展是很有

必要的。这种跨越式发展包括城市规划、高效的基础设施建设，以实现在未来几十年内降低资源使用并节省资金这样的目标。

目前工作	核心培训要求	额外低碳技能要求	新低碳工作
电气工程师	学徒	在屋顶上工作；安装太阳能PV面板	太阳能PV设备装配工
离岸石油或天然气维护技术人员	学徒	离岸风力发电技术	离岸风力发电维护技术人员
宇航技术人员	学徒	特定技术知识	风力涡轮技术人员
建筑师	学士学位，硕士学位或有相关工作经验	能源效率及低碳知识	低碳建筑师
城市贸易业设施经理	学士学位	碳识字，或了解碳交易规程	碳交易商
	无特定要求	可持续性及能源管理事务	低碳设备管理人员

表10：低碳工作的顶级培训
资料来源：改编于IPPR（2009）

6 结论

当今世界面临的最紧迫挑战集中于城市：资源和能源的不可持续性、碳排放、污染和健康威胁。但城市也是未来希望的所在，如同磁石一般吸引着数亿农村移民入城去追求财富。全球范围内城市化对于减少贫困的作用不可忽视。虽然城市化同时加剧了城市环境压力、刺激城市贫困人口数量的上升，但是这些难题并非不可逾越。

作为探究世界可持续发展进程轨迹的联合国，我们的这份报告体现着这么一个观念：无论是在发达国家还是在发展中国家，城市都是可以并且应该发挥其在发展绿色经济进程中的主导作用。各个国家和地区政府领导人都应把握住机会，努力减少当地的碳排放、控制污染、提高生态系统稳定性，从而减少环境风险。

绿色城市化进程也会产生一些列广泛的经济和社会效益。首先，绿色城市战略的核心—紧凑化城市形态作为在促进生产力、推动创新、减少资本投入和基础设施运营成本的同时，也实现了人均碳排放量的降低。即便紧凑型城市会引发更多的交通堵塞和当地生活成本的提高，但可以通过实施绿色城市发展战略和采取干预性住房补贴来帮助缓解这类问题。

其次，在大多数国家，城市是新兴绿色经济的重要发展依托地。城市为企业提供了近距离、高密度、多样化等实现生产力的基本优势，并有助于促进革新产业和创造新类型就业岗位，例如已经高度发展的城市地区硅谷高科技产业集群。许多绿色经济产业是以服务业为主的，并往往集中在消费市场最大的城市地区。

第三，社会因素完全可以纳入到绿色城市的设计规划中。例如强调公共交通的使用、步行和自行车骑行，不仅有助于提高道路交通安全和社区凝聚力，同时也有利于帮助城市中依赖上述交通方式的低收入群体。就业、教育、医疗设施、清洁能源、安全饮用水和公共卫生条件等方面的改善，是协助城市贫

困人群摆脱贫困的关键所在。

绿色城市改造并非为零成本的，当中必然存在利益权衡和成本转换，必然会产生有得有失的现象。消费者个人偏好也并非总是符合绿色概念的。城市在改造过程也会面临财政、城市结构以及技术上的限制，且如果没有就各方面进行综合考虑，发生分散化治理可能会导致错误政策的颁布。一些节能改革创新竟然导致总能消耗上升，这样的“反弹效应”（rebound effort）充分说明很多的此类问题总是集中出现的。

这些因素都表明，世界不同地区的城市实现过渡到绿色经济模式转变的关键，在于国家和城市政策的杠杆作用以及与城市自身相适宜的改造条件。在具体实践中，绿色城市建设需要公共、私人部门和民间团体联合协作，以及促进各方面高效协作的多层次治理模式。

目前虽然有许多绿色城市改造措施，但仍需根据具体情况再行量身定制。在强有力的当地政府协助的背景下，制定一系列规划、管理、信息和财政措施来促进绿色基础投资、绿色经济发展和多途径可持续发展方案，是可以实现的。城市政府不仅需要与其他各级管理部门就政策和决策问题相互协调，而且更需要具有战略性和综合规划能力，这包括制定法规和经济刺激方案的能力，以实现适合当地发展条件的绿色城市目标。

尤其在比较贫穷的城市，这种施政能力的构建更是非常重要这将决定他们能否充分利用财政资源来构筑绿色城市不同板块。而相对应的，也可谨慎地采取更务实、简约的方法，将改造力度主要集中在如给排水、垃圾、能源和交通等市政板块上，以实现有限的、整体意义深远的战略性目标。这些都是需要国家政府和国际组织给予大力支持的主要领域。

参考文献

- Agudelo, C., Mels, A. and Rovers, R. (2009). "Urban Water Tissue: Analysing the Urban Water Harvest Potential." 3rd CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environments (SASBE), Delft. Available at: <http://www.sasbe2009.com/papers.html>.
- Allan, G., Hanley, N., McGregor, P.G., Swales, J.K. and Turner, K. (2006). *The Macroeconomic Rebound Effect and the UK Economy*. University of Stirling and University of Strathclyde.
- Annorbah-Sarpei, A.J. (1998). *Urban Market Gardens: Accra, Ghana. The Mega-Cities Project, Publication MCP-018C*.
- Anschütz, J. (1996). "Community based solid waste management and water supply projects: Problems and solutions compared, A survey of literature." UWEP Working Document 2.
- Armar-Klimesu, M. and Maxwell, D. (2001). "Accra: Urban Agriculture as an asset strategy, supplementing income and diets, A case study of Accra." in Bakker, N., Dubbeling, M., Guendel, S., Sabel Koschella, U. and de Zeeuw, H. (eds.), *Growing cities, growing food: Urban agriculture on the policy agenda. A reader on urban agriculture*. DSE, Feldafing.
- Austin Energy (2009). *Green building multifamily program guidebook*. [online] Available at: <http://www.austinenenergy.com/energy%20efficiency/Programs/Green%20Building/Participation/aegbMultifamilyGuidebook.pdf> [accessed 10 December 2010].
- Aziz, H. (2004). *Improving the livelihood of child waste pickers: Experiences with the 'Zabbaleen' in Cairo, Egypt*. WASTE, Gouda.
- Barrett, J., Birch, R., Baiocchi, G., Minx, J. and Wiedmann, T. (2006). "Environmental impacts of UK consumption: Exploring links to wealth, inequality and lifestyle." IABSE Henderson Colloquium, Cambridge.
- Baradaran, S. and Firth, D. (2008). "Congestion tax in Stockholm: An analysis of traffic before, during and after the trial and since start of the permanent scheme." *Ecocity World Summit 2008 Proceedings*.
- Baumgartner, B. and Belevi, H. (2001). *A systematic overview of urban agriculture in developing countries*. EAWAG/SANDEC, Dübendorf.
- Beatley, T. (2004). "Planning for sustainability in European cities: A review of practice in leading cities." in Wheeler, S.M. and Beatley, T. (eds.), *The Sustainable Development Reader*. Routledge, London.
- Beevers, S. and Carslaw, D. (2005). "The impact of congestion charging on vehicle emissions in London." *Atmospheric Environment*, 39, 1-5.
- Bertaud, A. (2004). "The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence?" Working Paper 2004-01. Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley.
- Berube, A., Rode, P., Just, T., Friedhoff, A., Paccoud, A., Nadeau, C., Kandt, J., and Schemm-Gregory, R. (2010). *Global Metro Monitor: The path to economic recovery*. Metropolitan Policy Program, The Brookings Institution, Washington, D.C. and LSE Cities, London School of Economics and Political Science, London.
- Binswanger, M. (2001). "Technological progress and sustainable development: What about the rebound effect?" *Ecological Economics*, 36, 1, 119-132.
- BioRegional (2009). *BedZED seven years on. The impact of the UK's best known eco-village and its residents*. BioRegional, Wallington.
- Bixler, R.D., Floyd, M.F. and Hammit, W.E. (2002). "Quantitative tests of the childhood play hypothesis." *Environment and Behavior*, 34, 6, 795-818.
- Boden, T.A., Marland, G. and Andres, R.J. (2010). *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- Bradbury, A., Tomlinson, P. and Millington, A. (2007). "Understanding the evolution of community severance and its consequences on mobility and social cohesion over the past century." Association for European Transport and Contributors. European Transport Conference 2007, *Creating a Livable Environment Seminar*.
- Brilon, W. (1994). "Traffic engineering and the new German highway capacity manual." *Transportation Research A*, f, 469-481.
- Brookings and Battelle (2011) – forthcoming.
- Bruce, N., Perez-Padilla, R. and Albalak, R. (2002). *The health effects of indoor air pollution exposure in developing countries*. World Health Organization, Geneva.
- Bruce, N. (2000). "Urban sprawl: Diagnosis and remedies." *International Regional Science Review* 23 (2), pp. 160-171.
- Brühlhart, M. and Sbergami, F. (2009). "Agglomeration and growth: Cross-country evidence." *Journal of Urban Economics*, 65, 1, 48-63.
- Brugmann, J. (1999). "Is there a method in our measurement? The use of indicators in local sustainable development planning." in Satterthwaite, D. (ed.), *Sustainable Cities. The Earthscan Reader*. Earthscan, London.
- Bull, F., Armstrong T., Dixon T. Ham S., Neiman A. Pratt M. (2004). "Physical inactivity." in Ezzati M., Lopez A., Rodgers A., Murray, C.J.L. eds "Comparative quantification of health risks". World Health Organization, Geneva.
- Burgess, R. (2000). "The compact city debate: A global perspective." in Jenks, M. and Burgess, R., (eds.) *Compact cities: Sustainable urban forms for developing countries*. Spon Press, London.
- Carruthers, J.I. and Ulfarsson, G.F. (2003). "Urban sprawl and the cost of public services." *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 4, 503-522.
- CEO for Cities (2010). *New York City's Green Dividend*. CEO for Cities, Chicago and Washington, D.C. Available at: http://www.ceosforcities.org/work/nycs_green_dividend
- Cervero, R. and Murakami, J. (2009). "Urban sprawl and the cost of public services." *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 4, 503-522.
- CEO for Cities (2010). *New York City's Green Dividend*. CEO for Cities, Chicago and Washington, D.C. Available at: http://www.ceosforcities.org/work/nycs_green_dividend
- Cervero, R. and Murakami, J. (2009). "Urban sprawl and the cost of public services." *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 4, 503-522.
- Chapple, K. (2008) *Defining the Green Economy. A Primer on Green Economic Development*. UC Berkeley, Berkeley. Available at: <http://communityinnovation.berkeley.edu/reports/Chapple%20-%20Defining%20the%20Green%20Economy.pdf>
- Charlot, S. and Duranton, G. (2004). "Communication externalities in cities." *Journal of Urban Economics*, 56, 3, 581-613.
- Chen, H., Jia, B. and Lau, S.S.Y. (2008). "Sustainable urban form for Chinese compact cities: Challenges of a rapid urbanized economy." *Habitat International*, 32, 1, 28-40.
- Cheshire, P. (2008). "Reflections on the nature and policy implications of planning restrictions on housing supply. Discussion of 'Planning policy, planning practice, and housing supply' by Kate Barker." *Oxford Review of Economic Policy*, 24, 1, 50-58.
- Cities Alliance. (2006). *Guide to city development strategies. Improving urban performance*. Cities Alliance, UNEP and ICLEI, Washington D.C.
- Cities Alliance. (2007). *Livable cities: The benefits of urban environmental planning*. Cities Alliance, UNEP and ICLEI, Washington D.C.
- City of New York, Mayor Michael R. Bloomberg. (2010). *PlaNYC progress report 2010: A greener, greater New York*. Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability, New York.
- City of Stockholm. (2009). "The City of Stockholm's Climate Initiatives. Environment Administration, City of Stockholm." Available at: www.stockholm.se/international [accessed 10 December 2010]
- Cohen, B. (2006). "Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability." *Technology in Society*, 28, 63-80.
- Confederation of British Industry (2003). *Is transport holding the UK back? CBI Report*, London.
- Connected Urban Development (CUD). (2008). "Smart work centers: Will they work?" CUD blog [blog] 3 December, Available at: <http://www.connectedurbandevlopment.org/blog/?p=22> [accessed 10 December 2010].
- Crane, W., Swilling, M., Thompson-Smeddle, L. and De Witt, M. (2010). "Towards urban infrastructure sustainability." in Pieterse, E., (ed.) *Counter- Currents: Experiments in sustainability in the Cape Town region*. Jacana Media, Johannesburg.
- C40 Cities. (2010a). "Freiburg, Germany – an inspirational city powered by solar, where a third of all journeys are by bike." [online] Available at: www.c40cities.org/bestpractices/transport/freiburg_ecocity.jsp [accessed 10 December 2010].
- C40 Cities. (2010b). "C40 Cities: Best Practices – Energy." [online] Available at: www.c40cities.org/bestpractices/energy/ [accessed 10 December 2010].

- C40 Cities (2010c). "Toronto, Canada – Toronto's Atmospheric Fund makes sustainability affordable." [online] Available at: www.c40cities.org/bestpractices/energy/toronto_fund.jsp [accessed 10 December 2010].
- C40 Cities (2010d). "Copenhagen, Denmark: 97% of Copenhagen city heating supplied by waste heat." [online] Available at: www.c40cities.org/bestpractices/energy/copenhagen_heat.jsp [accessed 10 December 2010].
- C40 Cities (2010e). "Tokyo, Japan -World leader in stopping water leakage." [online] Available at: www.c40cities.org/bestpractices/water/tokyo_waterworks.jsp [accessed 10 December 2010].
- C40 Cities (2010f). "Copenhagen, Denmark – Copenhagen's waste plan 2008: Copenhagen puts only 3% of waste into landfill." [online] Available at: www.c40cities.org/bestpractices/waste/copenhagen_landfill.jsp [accessed 10 December 2010].
- David, S., Lee-Smith, D., Kyaligonza, J., Mangeni, W., Kimeze, S., Aliguma, L., Lubowa, A. and Nasinyama, G. (2010). "Changing trends in urban agriculture in Kampala." in Prain, G., Karanja, N. and Lee-Smith, D., (eds.) *African urban harvest: Agriculture in the cities of Cameroon, Kenya and Uganda*. Springer and Ottawa IDRC, New York.
- Diamond, J. (2005). *Collapse: How societies choose to fall or survive*. Penguin, London.
- Dora, C. (2007). "Health burden of urban transport: The technical challenge." *Södhanā*, 32, 4, 285–292.
- Dünhoff, E. and Hertle, H. (2005). "Ergebnisse der CO₂-Bilanzierung für die Stadt Freiburg 1992 bis 2002 / 2003." IFEU, Heidelberg.
- Duranton, G. and Puga, D. (2001). "Nursery cities: Urban diversity, process innovation and the life cycle of products." *American Economic Review*, 91, 5, 1454-1477.
- Duranton, G. (2008). "Viewpoint: From cities to productivity and growth in developing countries." *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie*, 41, 3, 689–736.
- EcoPlan (2000). "The famous Zurich U-Bahn." [online] (Updated 20 March 2000) Available at: <http://www.ecoplan.org/politics/general/zurich.htm> [accessed 10 December 2010].
- ECOTEC Research and Consulting Limited. (1993). "Reducing transport emissions through planning." HMSO, London.
- Economist Intelligence Unit. (2009). "European Green City Index: What makes a city a winner?" Study sponsored by Siemens. First presented in Copenhagen.
- Economist Intelligence Unit. (2010). "Latin American Green City Index: Assessing the environmental performance of Latin America's major cities." Study sponsored by Siemens. Siemens AG, Germany.
- Eliasson, J. (2008). "Lessons from the Stockholm congestion charging trial." *Transport Policy*, 15, 6, 395-404.
- European Commission. (1999). "Cycling: the way ahead for towns and cities." Office for Official Publication of the European Communities, Luxembourg.
- Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A. and Wackernagel, M. (2010). *The ecological footprint atlas 2010*. Global Footprint Network, Oakland.
- FAO. (2001). "Urban and peri-urban agriculture: A briefing guide." SPFS/DOC/27.8, Revision 2, Handbook Series Volume III. FAO, The Special Programme for Food Security, Rome. Available at: www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/briefing_guide.pdf [accessed 10 December 2010].
- Fellmann, J.D., Getis, A. and Getis, J. (1996). "Human geography: Landscapes of human activity." Brown and Benchmark.
- Finch D.J., Kompfner P., Lockwood C.R. and Maycock G. (1994). *Speed, speed limits and accidents*. TRL Project Report 58. TRL, Crowthorne.
- Fjørtoft, I. and Sageie, J. (2000). "The natural environment as a playground for children. Landscape description and analyses of a natural playscape." *Landscape and Urban Planning*, 48, 1/2, 83–97.
- Foeken, D. (2006). "To subsidize my income – Urban farming in an East African town." Brill, Leiden and Boston.
- French Government, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. (2010). "Eco Quartiers." Available at: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Eco-quartiers,7162.html>
- Frumkin, H. (2003). "Healthy places: Exploring the evidence." *American Journal of Public Health*, 93, 9, 1451-1456.
- Garnett, T. (1996). *Growing food in cities: A report to highlight and promote the benefits of urban agriculture in the UK*. National Food Alliance and SAFE Alliance, London.
- Geller, A.L. (2003). "Smart growth: A prescription for liveable cities." *American Journal of Public Health*, 93, 9, 1410-1415.
- Geroliminis, N. and Daganzo, C. F. (2005). "A review of green logistics schemes used in cities around the world." UC Berkeley Center for Future Urban Transport: A Volvo Center of Excellence. Institute of Transportation Studies, UC Berkeley.
- Ghani, E. (2010). *The poor half billion in South Asia: What is holding back lagging regions?* OUP, New Delhi.
- Glaeser, E. (2008). *Cities, agglomeration and spatial equilibrium*. OUP, Oxford.
- Glaeser, E.L. and Kahn, M.E. (2010). "The greenness of cities: Carbon dioxide emissions and urban development." *Journal of Urban Economics*, 67, 3, 404-418.
- Glemarec, Y., Waissbein, O. and Bayraktar, H. (2010). *Human development in a changing climate: A framework for climate finance*. UNDP, New York.
- Goh, M. (2002). "Congestion management and electronic road pricing in Singapore." *Journal of Transport Geography*, 10, 1, 29-38.
- Haines, A., Smith, K., Anderson, D., Epstein, P., McMichael, A., Roberts, I., Wilkinson, P., Woodcock, J. and Woods, J. (2007). "Policies for accelerating access to clean energy, improving health, advancing development and mitigating climate change." *The Lancet*, 370, 9594, 1264-1281.
- Han, Z. (2009). "A model of clustering process in low income economies." *International Journal of Business and Management*, 4, 12, 46-51.
- Hasan, L. (2008). "On measuring the complexity of urban living." PIDE Working Paper No.46. Pakistan Institute of Development Economics, Islamabad.
- Hasan, A., Sadiq, A. and Ahmed, S. (2010). "Planning for high density in low-income settlements. Four case studies from Karachi." *Human Settlements Working Paper Series*. Urbanization and Emerging Population Issues 3. IIED, London and UNFPA, New York.
- Healey and Baker (1993). *European Real Estate Monitor*. London: Healey and Baker.
- Herzog, T. (2009). "World Greenhouse Gas Emissions in 2005." WRI Working Paper. World Resources Institute, Washington, D.C. Available at: http://pdf.wri.org/working_papers/world_greenhouse_gas_emissions_2005.pdf [accessed 10 December 2010].
- HM Government, Communities and Local Government. (2009). "World class places: The Government's strategy for improving quality of place." Department for Culture, Media and Sport, and Communities and Local Government, London.
- Hoorweg, D., Ruiz-Nunez, F., Freire, M., Palugyai, N., Villaveces, M. and Herrera, E.W. (2007). "City indicators: Now to Nanjing." *Policy Research Working Paper Series*, 4114. The World Bank, Washington, D.C.
- Hoorweg, D., Sugar, L. and Trejos Gomez, C. L. (forthcoming at date of print). "Cities and Greenhouse Gas Emissions: Moving Forward." *Environment & Urbanization*.
- IBI Group. (2009). "The implications of alternative growth patterns on infrastructure costs." *Plan It Calgary*, Calgary.
- ICLEI. (2009a). "Case Study 97: Turning pollution into profit: the Bandeirantes landfill gas to energy project." *ICLEI Local Governments for Sustainability*, Bonn.
- ICLEI. (2009b). "Itabashi: Leader in green curtain movement." [online] Available at: <http://www.iclei.org/index.php?id=9853>.
- ICLEI. (2010a). "Cities in a post-2012 climate policy framework: ICLEI Global Reports." *ICLEI Local Governments for Sustainability*, Bonn.
- ICLEI (2010b). "Solar heaters in low-income housing: energy and financial savings." Available at: http://www.iclei.org/fileadmin/user_upload/documents/Global/case_studies/ICLEI_Case_Study_Betim_112_August_2010.pdf
- ICLEI, UNEP and UN-HABITAT. (2009). *Sustainable urban energy planning: A handbook for cities and towns in developing countries*. UN-HABITAT.
- IEA. (2009). "Cities, towns and renewable energy: Yes in my front yard." IEA Publications, Paris.
- IFRC – International Federation of the Red Cross and Red Crescent Societies. (2002). *World disasters report 2002*. IFRC, Geneva.
- ILO Online. (2007). "Green jobs initiative in Burkina Faso: From waste to wages." *International Labour Organization*. [online] Available at: www.ilo.org/global/about-the-ilo/press-and-media-centre/insight/

- WCMS_084547/lang--en/index.htm. [accessed 10 December 2010].
- IPPR. (2009). "The future's green: Jobs and the UK low-carbon transition." Global Carbon Network Working Paper. IPPR / GCN, London. Jenkins, D.P. (2010). "The value of retrofitting carbon-saving measures into fuel poor social housing." *Energy Policy*, 38, 2, 832-839.
- Jenks, M., Burton, E. and Williams, K., eds. (1996). "The compact city: a sustainable urban form?" Spon Press, London and New York.
- Johnson, T. (2009). "Canada's healthiest cities 2009." *Best Health Magazine Online*. [online] Available at: www.besthealthmag.ca/get-health/health/canadas-healthiest-cities-2009. [accessed 10 December 2010].
- Joint Venture Silicon Valley Network. (2009). "Climate prosperity. A greenprint for Silicon Valley." TDA, San Jose.
- Kamal-Chaoui, L. and Robert, A. (2009). "Competitive cities and climate change." OECD Regional Development Working Papers 2009/2. OECD, Public Governance and Territorial Development Directorate.
- Karekezi, S. and Majoro, L. (2002). "Improving modern energy services for Africa's urban poor." *Energy Policy* 30, 11-12, 1015-1028.
- Kaufman, J. and Bailkey, M. (2000). "Farming inside cities: Entrepreneurial urban agriculture in the United States." Lincoln Institute of Land Policy Working Paper.
- Kuo, F.E., Sullivan, W.C., Levine Coley, R. and Brunson, L. (1998). "Fertile ground for community: Inner-city neighbourhood common spaces." *American Journal of Community Psychology*, 26, 6, 823-851.
- Krugman, P. (1991). "Increasing returns and economic geography." *Journal of Political Economy*, 99, 3, 483-99.
- Lee, N. (2005). "Ideopolis: Knowledge cities: A review of quality of life measures." The Work Foundation.
- Litman, T. (2002). "Evaluating transportation equity." *World Transport Policy and Practice*, 8, 2, 50-65.
- Litman, T. (2006). "Cities connect: How urbanity helps achieve social inclusion objectives." Paper presented at Metropolis Conference, Toronto, Canada, 14 June 2006. Victoria Transport Policy Institute, Victoria. [online] Available at: <http://www.vtpi.org/citiesconnect.pdf> [accessed 10 December 2010]
- Litman, T. (2009a). "Understanding smart growth savings. What we know about public infrastructure and service cost savings, and how they are misrepresented by critics." Victoria Transport Policy Institute, Victoria. [online] Available at: http://www.vtpi.org/sg_save.pdf [accessed 10 December 2010]
- Litman, T. (2009b). "Community cohesion as a transport planning objective." Victoria Transport Policy Institute, Victoria. [online] Available at: <http://www.vtpi.org/cohesion.pdf> [accessed 10 December 2010]
- Lowe, E.A. and Evans, L.K. (1995). "Industrial ecology and industrial ecosystems." *Journal of Cleaner Production*, 3, 1-2, 47-53.
- Manor, J. (2004). "Democratisation with inclusion: political reforms and people's empowerment at the grassroots." *Journal of Human Development*, 5, 1, 5-29.
- McDonough, W. and Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North Point Press, New York.
- McGranahan, G., Jacobi, P., Songsore, J., Surjadi, C. and Kjellen, M. (2001). *The Citizens at Risk. From Urban Sanitation to Sustainable Cities*. Earthscan, London.
- McPherson, E.G., Nowak, D.J., and Rowntree, R.A., (eds.). (1994). "Chicago's urban forest ecosystem: Results of the Chicago urban forest climate project." Gen. Tech. Rep. NW-186. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Radnor, PA.
- Meadows, D. (1999). "Indicators and information systems for sustainable development." in Satterthwaite, D., (ed.) *The Earthscan reader in sustainable cities*. Earthscan, London.
- Medina, M. (2000). Scavenger cooperatives in Asia and Latin America. Resources, Conservation and Recycling, 31, 1, 51-69.
- Medina, M. (2008). The informal recycling sector in developing countries. Gridlines, Note No. 44. Public-Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF), Washington, D.C.
- McKinsey Global Institute. (2010). *India's urban awakening: Building inclusive cities, sustaining economic growth*. McKinsey Global Institute.
- Melo, P., Graham, D. and Noland, R.B. (2009). "A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies." *Regional Science and Urban Economics*, 39, 3, 332-342.
- Menckhoff, G. (2005). Latin American experience with Bus Rapid Transit. Paper presented at the Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers, Melbourne.
- Mercer (2009). Mercer's 2009 quality of living survey highlights. [online] (Updated 26 May 2010) Available at: www.mercer.com/qualityofliving [accessed 10 December 2010]
- Mohan, D. (2002). Social cost of road traffic crashes in India. Proceedings First Safe Community Conference on Cost of Injury. Viborg, Denmark, October 2002, 33-38.
- Moore, G.T. (1986). Effects of the spatial definition of behaviour settings on children's behaviour: A quasi-experimental field study. *Journal of Environmental Psychology*, 6, 3, 205-231.
- Moser, C. and Satterthwaite, D. (2008). Towards pro-poor adaptation to climate change in the urban centres of low- and middle-income countries. Human Settlements Working Paper Series Climate Change and Cities, 2. IIED, London.
- Nadvi, K. and Barrientos, S. (2004). Industrial clusters and poverty reduction. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Vienna. Available at: <http://www.unido.org/index.php?id=o24736>
- Newman, P. and Kenworthy, J. R. (1989). *Cities and automobile dependence: a sourcebook*. Gower Technical, Aldershot.
- Nobis, C. (2006). "Carsharing as key contribution to multimodal and sustainable mobility behavior: Carsharing in Germany." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1986, 89-97.
- O' Connor, K. M. and Sauer, S. J. (2006). "Recognizing social capital in social networks: Experimental results." *Johnson School Research Paper Series*, 18-06.
- OECD and China Development Research Foundation. (2010). Trends in urbanisation and urban policies in OECD countries: What lessons for China? OECD Publishing, Paris.
- Ott, R. (2002). "The Zurich experience." in Greater London Authority, Alternatives to congestion charging. Proceedings of a seminar held by the Transport Policy Committee. GLA, London.
- Overman, H. and Rice, P. (2008). Resurgent cities and regional economic performance. SERC Policy Papers. London School of Economics, London.
- Owens, S. (1992). "Energy, environmental sustainability and land-use planning." in Breheny, M., (ed.) *Sustainable development and urban form*. Pion, London.
- Parra, D., Gomez, L., Pratt, M., Sarmiento, O.L., Mosquera, J. and Triche, E. (2007). Policy and built environment changes in Bogotá and their importance in health promotion. *Indoor and Built Environment*, 16, 4, 344-348.
- Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A.A., Jarawan, E. and Mathers, C. (eds) (2004). *World report on road traffic injury prevention*. World Health Organization, Geneva.
- Phang, S.-Y. (1993). "Singapore's motor vehicle policy: Review of recent changes and a suggested alternative, transportation research part A." *Policy and Practice*, 27, 4, 329-336.
- Pucher, J. (2004). "Public transportation." in Hanson, S. and Giuliano, G., (eds.) *The geography of urban transportation*. Guilford Press, New York. Putnam, R.D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon & Schuster, New York.
- Putnam, R.D. (2004). "Education, diversity, social cohesion and 'social capital'." Note for discussion submitted at the 'Raising the quality of learning for all' meeting of OECD education ministers, Dublin, 18-19 March 2004. Available at: www.oecd.org/dataoecd/37/55/30671102.doc Putnam, R.D., Leonardi, R. and Nanetti, R. (1993). *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*. Princeton University Press, Princeton.
- Ravallion, M., Chen, S. and Sangraula, P. (2007). "New evidence on the urbanization of global poverty." *Population and Development Review*, 33, 4, 667-701.
- Revi, A. (2008). "Climate change risk: an adaptation and mitigation agenda for Indian cities." *Environment and Urbanization*, 20, 1, 207-229. Rigg, J., Bebbington, A., Gough, K., V., Bryceson, D. F., Agergaard, J., Fold, N. and Tacoli, C. (2009). "The World Development Report 2009 reshapes economic geography: geographical reflections." *Transactions of the Institute of British Geographers*, 34, 2, 128-136.
- Robins, N. and Kumar, R. (1999). "Producing, providing, trading:

- Manufacturing industry and sustainable cities." *Environment and Urbanization*, 11, 2, 75-94.
- Rode, P. and Gipp, C. (2001). *Dynamische Räume: Die Nutzungsflexibilisierung urbaner Mobilitätsräume am Beispiel der Berliner Innenstadt, (Dynamic spaces: Temporary use of urban street space)*. Technical University, Berlin.
- Rode, P., Nathan, M., von Streit, A., Schwinger, P. and Kippenberg, G. (2010). "Munich Metropolitan Region. Staying ahead on innovation." Conference Paper. LSE Cities, London.
- Rogat, J., Hinostroza, M. and Ernest, K. (2009). "Promoting sustainable transport in Latin America through mass transit technologies." *Colloque international Environnement et transports dans des contextes différents, Ghardaïa, Algérie, 16-18 fév. 2009. Actes, ENP (ed.) Alger*, p. 83-92.
- Rogerson, R.J. (1999). "Quality of life and city competitiveness." *Urban Studies* 36, 5-6, 969-985.
- Rosenthal, S. and Strange, W. (2003). "Geography, industrial organisation and agglomeration." *Review of Economics and Statistics*, 85, 2, 377-393.
- Sakthivadivel, R. (2007). "The groundwater recharge movement in India." in Giordano, M. and Villholth, K., (eds.) *The agricultural groundwater revolution: Opportunities and threats to development*. International Water Management Institute, Colombo and CAB International, Wallingford.
- Sanctuary, M., Tropp, H., Berntell, A., Haller, L., Bartram, J. and Bos, R. (2005). *Making water a part of economic development*. Stockholm International Water Institute (SIWI), Stockholm.
- Sassen, S. (2006). "Four dynamics of urban agglomeration." *Cambridge Econometrics Conference: Greater cities in a smaller world, 3-7 July 2006, Cambridge*.
- Sassen, S. (2009). "Cities in today's global age." *SAIS Review*, 29, 1, 3-34.
- Satterthwaite, D. (1997). *Sustainable cities or cities that contribute to sustainable development?* *Urban Studies*, 34, 10, 1667-1691.
- Satterthwaite, D. (2008). "Cities' contribution to global warming: Notes on the allocation of greenhouse gas emissions." *Environment and Urbanization*, 20, 2, 539-549.
- Satterthwaite, D. (2009). "The implications of population growth and urbanization for climate change." *Environment and Urbanization*, 21, 2, 545-567.
- Schmauss, A. (2009). "Car2go in Ulm, Germany, as an advanced form of car-sharing." *European Local Transport Information Service (ELTIS)*. [online] Available at: www.eltis.org/PDF/generate_pdf.php?study_id=2121&lan=en [accessed 10 December 2010].
- Smit, J. and Nasr, J. (1992). "Urban agriculture for sustainable cities: Using wastes and idle land and water bodies as resources." *Environment and Urbanization*, 4, 2, 141-152.
- Stecko, S. and Barber, N. (2007). "Exposing vulnerabilities: Monsoon floods in Mumbai, India." *Case Study prepared for UN-HABITAT (2007) Revisiting Urban Planning: Global Report on Human Settlements 2007*. Earthscan, London. Available at: <http://www.unhabitat.org/grhs/2007>
- Steel, C. (2008). *Hungry city*. Chattoo and Windus, London.
- Steinberg, F. (2007). "Jakarta: Environmental problems and sustainability." *Habitat International*, 31, 354-365.
- Storper, M. and Venables, A. (2004). "Buzz: Face to face contact and the urban economy." *Journal of Economic Geography*, 4, 4, 351-370.
- Suzuki, H., Dastur, A., Moffatt, S., Yabuki, N. and Maruyama, H. (2010). *Eco2 Cities: Ecological cities as economic cities*. The World Bank, Washington D.C.
- Taylor M., Lynam, D. and Baruya, A. (2000). *The Effects of Driver's Speed on the Frequency of Road Accidents*. TRL Report 421. Transport Research Laboratory, Crowthorne, England.
- TEEB (2010). *The economics of ecosystems and biodiversity: Mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*.
- Texas Water Development Board and GDS Associates (2002). *Quantifying the effectiveness of various water conservation techniques in Texas*. GDS Associates. Available at: http://www.twdb.state.tx.us/rwpg/rpgm_rpts/2001483390.pdf
- Tillie, N., van den Dobbelsteen, A., Doepel, D., Joubert, M., de Jager, W. and Mayenburg, D. (2009). "Towards CO2 neutral urban planning: Presenting the Rotterdam Energy Approach and Planning (REAP)." *Journal of Green Building*, 4, 3, 103-112.
- Toroyan, T. and Peden, M. (eds) (2007). *Youth and Road Safety*. World Health Organization, Geneva.
- Transport for London (2004a). *Congestion charging Central London: Impacts monitoring. Second Annual Report*. Transport for London, London.
- Transport for London. (2004b). *TfL Publish C-Charge Annual Report*. Transport for London. [online] Available at: www.tfl.gov.uk/static/corporate/media/newscentre/archive/4339.html [accessed 10 December 2010]
- UNEP, ILO, IOE and ITUC. (2008). *Green jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. UNEP, Kenya.
- UNFPA (2007). *State of World Population 2007: Unleashing the potential of urban growth*. United Nations Population Fund, New York.
- UN-HABITAT. (2008). *State of the World's Cities Report 2008/09, Harmonious Cities*, Earthcan, London.
- UN-HABITAT. (2009). *Planning sustainable cities: Global report on human settlements 2009. Abridged Edition*. Earthscan, London. Available at: <http://www.unhabitat.org/downloads/docs/GRHS2009Abridged.pdf> [accessed 10 December 2010].
- UN Population Division. (2006). *World Urbanisation Prospects: The 2005 Revision. Executive Summary, Fact Sheets, Data Tables*. UN, Department of Economic and Social Affairs, New York.
- UN Population Division (2010). *World urbanisation prospects: The 2009 revision*. UN Department of Economic and Social Affairs, New York.
- UN Population Fund. (2007). *The state of world population 2007: Unleashing the potential of urban growth*. United Nations Population Fund, New York.
- UN Statistics Division (2008). *Demographic Yearbook 2008*, <http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/dyb2008.htm>
- Van de Weghe, J. and Kennedy, C.A. (2007). "A spatial analysis of residential greenhouse gas emissions in the Toronto Census Metropolitan Area." *Industrial Ecology*, 11, 2, 133-144.
- Venables, A. J. (2005). "Spatial disparities in developing countries: cities, regions, and international trade." *Journal of Economic Geography*, 5, 1, 3-21.
- Von Weizsäcker, E., Hargroves, K., Smith, M.H., Desha, C. and Stasinopoulos, P. (2009). *Factor Five*. Earthscan, London. VTPI (2009). *Transportation cost and benefit analysis: Techniques, estimates and implications*. Victoria Transport Policy Institute. www.vtpi.org/tca/
- Webster, D., Bertaud, A., Jianming, C. and Zhenshan, Y. (2010). "Toward efficient urban form in China." *Working Paper No. 2010/97*. World Institute for Development Economics Research (WIDER). UNU-WIDER.
- Wells, N.M. and Evans, G.W. (2003). "Nearby nature: A buffer of life stress among rural children." *Environment and Behavior*, 35, 3, 311-330. Wheeler, S.M. and Beatley, T., (eds.) *The Sustainable Development Reader*. Routledge, London.
- Whitelegg, J. and Haq, G., (eds.). (2003). *The Earthscan reader in world transport policy and practice*. Earthscan, London.
- WHO (2009). *Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. World Health Organization, WHO Press, Geneva.
- Wilson, D., Velis, C. and Cheeseman, C. (2006). "Role of informal sector recycling in waste management in developing countries." *Habitat International*, 30, 797-808.
- Wilson, S.J. (2008). *Ontario's wealth, Canada's future: Appreciating the value of the greenbelt's eco-services*. David Suzuki Foundation, Vancouver.
- Woodcock, J., Banister, D., Edwards, P., Prentice, A.M. and Roberts, I. (2007). "Energy and transport." *The Lancet*, 370, 9592, 1078-1088.
- World Bank (2002). *Cities on the move: A World Bank urban transport strategy review*. The World Bank, Washington.
- World Bank (2009). *The 2009 little green data book*. The World Bank, Washington, D.C.

World Bank (2010). Cities and climate change: An urgent agenda. The World Bank, Washington. D.C.

Wright, L. (2002). Bus Rapid Transit, sustainable transport: A sourcebook for policy-makers in developing cities. Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn.

Zurbrügg, C., Drescher, S., Rytz, I., Sinha, M. and Enayetullah, I. (2005). "Decentralised composting in Bangladesh, a win-win situation for all stakeholders." Resources, Conservation and Recycling, 43, 281-292.

附录1-数据来源

1.1 普通数据

Boden, T.A., Marland G. and Andres, R.J. (2010). Global, regional, and national fossil-fuel CO₂ emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi 10.3334/CDIAC/00001_V2010. http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.html

Mercer (2010). Quality of Living City Rankings. Go to www.mercer.com and follow the document links.

UN Development Programme (2010). Human Development Report database. [online] Available at: <http://hdr.undp.org/en/statistics/data/> [accessed 10 December 2010].

UN Population Division (2006). World Urbanisation Prospects: The 2005 Revision. Executive Summary, Fact Sheets, Data Tables. UN, Department of Economic and Social Affairs, New York. Available at: http://www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005WUP_Highlights_color.pdf.

UN Population Division (2008). World Urbanisation Prospects: The 2007 Revision Population Database. [online] Available at: <http://esa.un.org/unup/index.asp> [accessed 10 December 2010]

UN Population Division (2010). World Urbanisation Prospects: The 2009 Revision Population Database. [online] Available at: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm> [accessed 10 December 2010].

World Bank. World Development Report Database. [online] Available at: <http://wdronline.worldbank.org/> [accessed 10 December 2010].

World Resources Institute (2010). Climate Analysis Indicators Tool. [online] Available at: <http://cait.wri.org/> [accessed 10 December 2010].

World Resources Institute (2007). Earthtrends. [online] Available at: <http://earthtrends.wri.org/> [accessed 10 December 2010].

1.2 地区分析

巴西

Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Demographic Census 2000. [online] Available at: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/default.asp> [accessed 10 December 2010].

Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). National Household Survey 2005 (PNAD). [online] Available at: <http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/default.asp> [accessed 10 December 2010].

Brazilian Ministry of Cities, National Transit Department (DENATRAN). Car ownership database. [online] Available at: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm> [accessed 10 December 2010].

UN Development Programme, Brazil Country Office. Brazilian Atlas of Human Development. Metropolitan Human Development Index. [online] Available at: http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking_RM.xls [accessed 10 December 2010].

南非

South African Cities Network. Sustainable cities report 2009. Go to www.sacities.net and follow the document links.

South African Department of Transport. National Household Travel Survey 2003. Go to <http://transport.dot.gov.za> and follow the document links.

Statistics South Africa. StatsOnline. [online] Available at: www.statssa.gov.za [accessed 10 December 2010].

Sustainable Energy Africa. State of energy in South African cities 2006: Setting a baseline. Sustainable Energy Africa, Westlake. Go to www.cityenergy.org.za and follow the document links.

Sustainable Energy Africa. Sustainable energy: Towards productive cities. Available at: <http://www.cityenergy.org.za/files/resources/energy%20data/00Intro.pdf> [accessed 10 December 2010].

中国

China Statistical Yearbooks (go to <http://chinadataonline.org/>):

National; Provincial: Shanghai, Beijing, Chongqing, Tianjin; City (sub-prefecture level): Shenzhen, Xian, Wuhan, Wenzhou, Guangzhou, Qingdao, Changchun, Shenyang, Hangzhou, Wuxi, Shaoxing, Changzhou, Jiaying, Xinjiang, Pudong, Nantong, Anqing, Baotou, Changsha, Chengdu, Dalian, Danyang, Dongguan, Fuzhous, Guangan, Guilin, Guiyang, Haikou, Handan, Harbin, Hohhot, Huizhou, Jiangyin, Jilinc, Jinan, Jinhua.

印度

Census of India. Census of India 2001. [online] Available at: <http://www.censusindia.net/> [accessed 10 December 2010]

Center for Sustainable Transport India. [online] Available at: <http://www.cstindia.org/> [accessed 10 December 2010].

The India National Council of Applied Economic Research (NCAER) and FCR (2008). The next urban frontier: Twenty cities to watch. Available at: <http://www.ncaer.org/popuppages/EventDetails/E7Aug2008/Presentation.pdf> [accessed 10 December 2010].

Singh, S.K. (2005). Review of Urban Transportation in India. Journal of Public Transportation, 8, 1, 79-97.

欧洲

European Commission, Eurostat. General and regional statistics, Urban Audit. [online] Go to www.epp.eurostat.ec.europa.eu and follow the document links.

Economist Intelligence Unit (2009). European Green City Index. Siemens AG, Munich. Go to www.siemens.com/greencityindex and follow the document links.

International Energy Agency (IEA) (2009). Energy Balances of OECD Countries, 2009 edition. IEA Publications, Paris.

Additional sources: Brussels-Capital Region Health and Social Observatory; Statistical Yearbook of the Czech Republic; Polish Central Statistical Office, Concise Yearbook of Poland 2009; General Secretariat of the National Statistical Service of Greece; Statistics Catalonia

美国

NASA/U.S. Department of Energy/Purdue University (2007). The Vulcan Project database. [online] Available at: <http://www.purdue.edu/eas/carbon/vulcan/research.php> [accessed 10 December 2010].

United States Census Bureau (2010). American Community Survey, 2005-2007 3-Year Estimates. [online] Available at: http://factfinder.census.gov/servlet/DatasetMainPageServlet?_program=ACS&_submenuId=datasets_2&_lang=en [accessed 10 December 2010].

United States Census Bureau. Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing system (TIGER). Metropolitan Statistical Area Cartographic Boundary Files. [online] Available at: http://www.census.gov/geo/www/cob/bdy_files.html [accessed 10 December 2010].

United States Department of Labor. Bureau of Labor Statistics. [online] Available at: www.bls.gov [accessed 10 December 2010].

United States Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis. U.S. Economic Accounts. [online] (Updated 14 December 2010) Available at: www.bea.gov [accessed 10 December 2010].

United States Geological Survey, Land Cover Institute. National Land Cover Dataset 1992. [online] (Updated May 2010) Available at: <http://landcover.usgs.gov/natl/landcover.php> [accessed 10 December 2010].

1.3 图表

I. 国家生态足迹, 人类发展指数以及城市化水平

Global Footprint Network. National Ecological Footprint database. [online] Available at: http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/2009_Data_Tables_hectares.xls [accessed 10 December 2010].

UN Development Programme. Human Development Report database. [online] Available at: <http://hdr.undp.org/en/statistics/data/> [accessed 10

December 2010].

UN Population Division (2010). World Urbanization Prospects: The 2009 Revision Population Database. [online] Available at: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm> [accessed 10 December 2010].

II. 选定国家和城市的碳排放和收入

Hoornweg, D., Sugar, L. and Trejos Gomez, C. L. (forthcoming at date of print). Cities and Greenhouse Gas Emissions: Moving Forward. Environment & Urbanization

International Monetary Fund (IMF) (2010). World Economic Outlook Database, October 2010. [online] Available at: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/02/weodata/index.aspx> [accessed 10 December 2010].

PricewaterhouseCooper (2009). Which are the largest city economies in the world and how might this change by 2025? UK Economic Outlook November 2009. [online] Available at: http://www.pwc.co.uk/pdf/ukeo_largest_city_economies_in_the_world_sectionIII.pdf [accessed 10 December 2010].

UN Population Division (2010). World Urbanization Prospects: The 2009 Revision Population Database. [online] Available at: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm> [accessed 10 December 2010].

III. 燃料支出和城市密度, 2008年燃料价格

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) (2009). International Fuel Prices, 6th Edition – Data Preview. [online] Available at: <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-international-fuel-prices-data-preview-2009.pdf>

Kenworthy, J. (2003). Transport Energy Use and Greenhouse Gases in Urban Passenger Transport Systems: A Study of 84 Global Cities, Presented to the international Third Conference of the Regional Government Network for Sustainable Development, Notre Dame University, Fremantle, Western Australia, September 17-19, 2003

PricewaterhouseCooper (2009). Which are the largest city economies in the world and how might this change by 2025? UK Economic Outlook November 2009. [online] Available at: http://www.pwc.co.uk/pdf/ukeo_largest_city_economies_in_the_world_sectionIII.pdf [accessed 10 December 2010].

UN Population Division (2010). World Urbanization Prospects: The 2009 Revision Population Database. [online] Available at: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm> [accessed 10 December 2010].

IV. 选定绿色城市计划的投资和运作成本

Asia-Pacific Environmental Innovation Strategies (APEIS). Research on Innovative and Strategic Policy Options (RISPO), Good Practices Inventory. TransMilenio Bus Rapid Transit System of

Bogota, Colombia. Available at: http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1211030483752_937220900_6795/Bogota%20Rapid%20Transit%20Good%20Practices%20Inventory.pdf [accessed 10 December 2010].

Bogota Capital District, Transmilenio S.A. Estado de actividad financiera, economica, social y ambiental del 01 de enero al 31 de diciembre de 2009. Transmilenio, Bogota. Available at: http://www.transmilenio.gov.co/AdmContenidoUpload/administrador.contenido/Files/InformacionFinanciera/EstadosFinancieros/ACT_DIC_2009.pdf [accessed 10 December 2010].

Centralkommunernes Transmissionsselskab (CTR) (2007). Annual Report and Financial Statements 2007. CTR, Frederiksberg. Available at: http://www.ctr.dk/Images/Årsberetninger/Aarsberetning_2007_Engelsk.pdf [accessed 10 December 2010].

Compagnie des Transports Strasbourgeois (2008). Rapport d'Activité 2008. CTS, Strasbourg. Available at: <http://www.cts-strasbourg.fr/Portals/0/PDF/entreprise/Rapport%20activite%202008.pdf> [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Austin, U.S.A.: Austin's renewable energy program reduces CO₂ emissions by 370,257 tons a year. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/renewables/austin_renewable.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Austin, U.S.A.: Austin's green building program facilitates the construction of sustainable buildings. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/austin_standards.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Berlin, Germany: Energy Saving Partnership Berlin (ESP) – An effective and innovative model to reduce CO₂ and energy

costs without expenses for building owners. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/berlin_efficiency.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Bogotá, Colombia: Bogotá's CicloRuta is one of the most comprehensive cycling systems in the world. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/bogota_cycling.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Copenhagen, Denmark: 97% of Copenhagen city heating supplied by waste heat. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/copenhagen_heat.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Copenhagen, Denmark. Copenhagen's waste plan 2008: Copenhagen puts only 3% of waste into landfill. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/waste/copenhagen_landfill.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Copenhagen, Denmark. One of the largest offshore wind farms in the world powers 150,000 Danish households. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/renewables/copenhagen_wind.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Freiburg, Germany: an inspirational city powered by solar, where a third of all journeys are by bike. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/freiburg_ecocity.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Paris, France: Velib – a new Paris love affair. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/paris_cycling.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Stockholm, Sweden. Stockholm to introduce congestion charge – trial cut CO₂ by 14%, traffic by 25%. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/stockholm_congestion.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Tokyo, Japan: World leader in stopping water leakage. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/water/tokyo_waterworks.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Toronto, Canada: Lake water air conditioning reduces energy use by 90%. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/toronto_energy.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Toronto, Canada: Toronto's Atmospheric Fund makes sustainability affordable. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/toronto_fund.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). San Francisco, U.S.A.: Largest city-owned solar power system in the United States. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/sanfrancisco_eco.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Sao Paulo, Brazil.: Sao Joao and Bandeirantes Landfills. [online] Available at: <http://www.c40cities.org/docs/casestudies/waste/sao-paulo-landfill.pdf> [accessed 10 December 2010].

C40 Cities (2010). Hong Kong: Combined Heat and Power Generation System. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/hongkong_chp.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities Climate Leadership Group. Portland, USA: SmartTrips Portland. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/smart_trips_portland.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities Climate Leadership Group. Portland, U.S.A.: Portland replaces 1,000 traffic intersection signals with LED lights, saving millions of kilowatt-hours per year. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/portland_led.jsp [accessed 10 December 2010].

C40 Cities Climate Leadership Group. Seoul, South Korea: Seoul car-free days have reduced CO₂ emissions by 10% annually. [online] Available at: http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/seoul_driving.jsp [accessed 10 December 2010].

Demery, J. (2004). Bus Rapid Transit in Curitiba: An Information Summary. Publictransit.us, Special Report No.1. [online] Available at: <http://www.publictransit.us/ptlibrary/specialreports/sr1.curitibaBRT.pdf> [accessed 10 December 2010].

New York City Council – Finance Division (2009). Budget Report: Analysis of the Fiscal 2010 Preliminary Budget and Fiscal 2009 Preliminary Mayor's Management Report for the Department of Transportation. [online] Available at: http://www.council.nyc.gov/html/budget/PDFs/budget_report_dot_3_12_09.pdf [accessed 10 December 2010].

Programme_2006.pdf [accessed 10 December 2010].

V. 城市交通就业

Berlin: Berliner Verkehrsbetriebe (BVG). [online] Available at: <http://www.bvg.de/index.php/de/3901/name/BVG+Zahlenspiegel.html>

Istanbul: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü (İETT). [online] Available at: <http://www.iETT.gov.tr/en/section.php?sid=57>

Johannesburg: Joburg – Vision and Strategy. [online] Available at: http://www.joburg-archive.co.za/city_vision/AnnualReport02Ch2.pdf

London: Transport for London. [online] Available at: <http://www.tfl.gov.uk/microsites/pensions/documents/tfl-pension-fund-review-2009.pdf>

Mumbai, bus: Tata Institute of Fundamental Research. [online] Available at: <http://www.tifr.res.in/~xvincamp/mumbai.htm>

Mumbai, rail: Mumbai Metropolitan Region Development Agency. [online] Available at: <http://www.regionalplan-mmrd.org/N-4.pdf>

New York City: Manhattan Institute for Policy Research. [online] Available at: <http://assembly.state.ny.us/Minority/20090629/report.pdf>

São Paulo, bus: São Paulo Transporte (SPTrans). [online] Available at: www.sptrans.com.br/pdf/empresas_credenciadas/REGULAMENTO_CRED_004_09.pdf

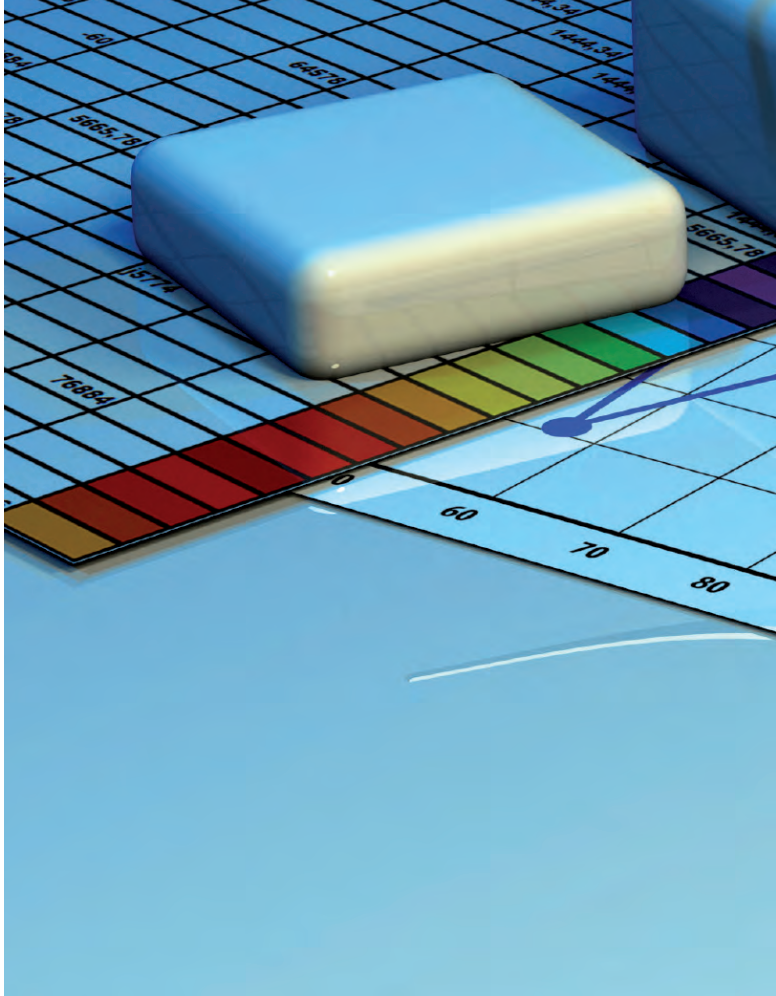
São Paulo, metro: Companhia do Metropolitano de São Paulo (2008). Relatório da administração – 2008. [online] Available at: <http://www.metro.sp.gov.br/empresa/relatorio/2008/raMetro2008.pdf>

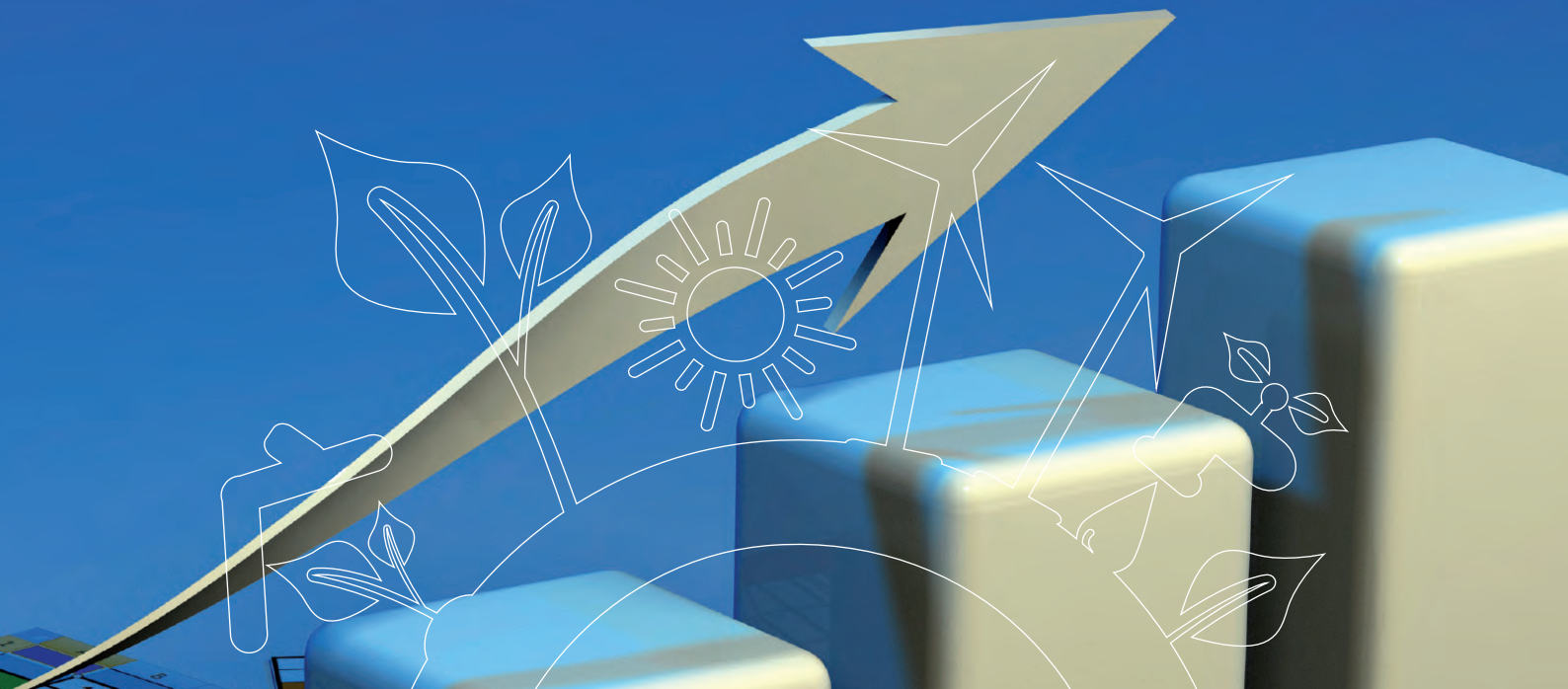
São Paulo, rail: Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). [online] Available at: http://www.cptm.sp.gov.br/e_contabeis/Balanco_Patrimonial_2008.pdf

South Africa: Department of Trade and Industry (1999). Labour Statistics: Survey of total employment and earnings. [online] Available at: <http://www.thedti.gov.za/econdb/P0271.htm>

Tokyo, bus and subway: Tokyo Metropolitan Government, Bureau of Transportation. [online] Available at: <http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/english/images/pdf/organization.pdf>

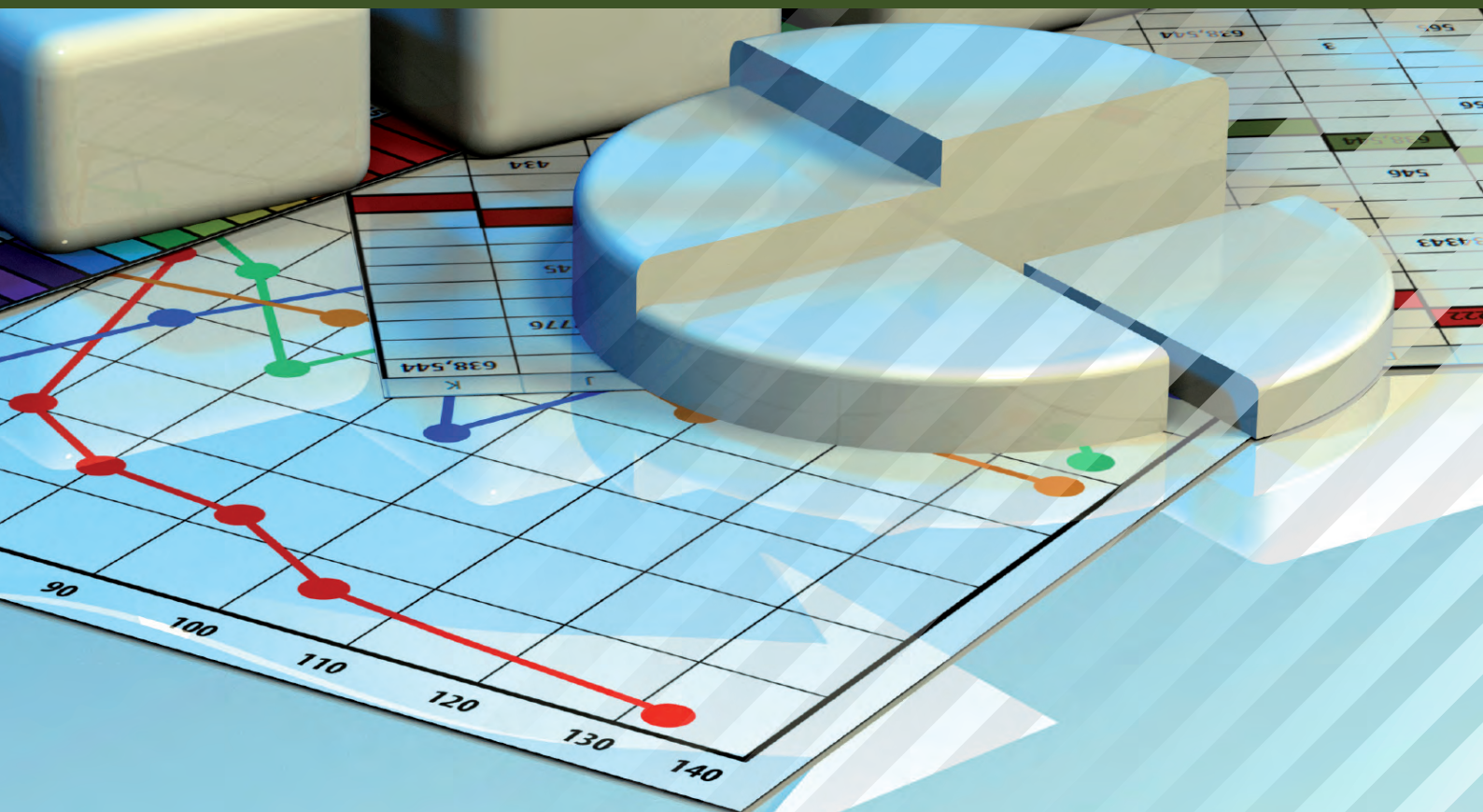
Tokyo, metro: Tokyo Metro. [online] Available at: <http://www.tokyometro.jp/global/en/about/outline.html>





全球绿色投资情景模拟

支持全球层面上的绿色经济转型



致谢

本章协调作者：美国千年研究所项目开发 and 建模院副院长 **Andrea M. Bassi** 博士，**John P. Ansah** 和 **Zhuohua Tan** 给予协助。

千年研究所的 **Matteo Pedercini** 也参与编写。

感谢联合国环境规划署的 **Derek Eaton** 和 **Sheng Fulai**（盛馥来）在最初阶段对本章的全面管理，包括不同情景的模拟，组织同行评审，与合著作者商定修改事宜、材料补充，以及完成最后的定稿工作。

国际劳工组织的 **Peter Poschen** 及其同事，包括 **Ekkehard Ernst** 和 **Mathieu Charpe**，在数据收集和评论，特别是就业相关方面给予了大力支持。**Ana Lucía Iturriza** 协助整理了本章，并协调了国际劳工组织的合作。

以下作者促成了模型的精炼并提供了研究结果反馈，他们是：**Bob Ayres**, **Amos Bien**, **Holger Dalkmann**, **Maryanne Grieg-Gran**, **Hans Herren**, **Andreas Koch**, **Cornis van der Lugt**, **Prasad Modak**, **Lawrence Pratt**, **Luis Rivera**, **Philipp Rode**, **Ko Sakamoto**, **Rashid Sumaila**, **Arnold Tukker**, **Xander van Tilburg**, **Peter Wooders** 以及 **Mike D. Young**。

感谢以下专家在模型分析过程中提供的宝贵建议和支持，他们是瑞典 **AtKisson** 集团的 **Alan AtKisson**；国际能源署的 **Laura Cozzi**；挪威卑尔根大学的 **Paal**

Dauidsen 和 **Erling Moxnes**；**Ecological Living in Action** 组织的 **Prakash (Sanju) Deenapanray**；美国的 **Alan Drake**，美国俄亥俄州立大学的 **Jospeh Fiksel** 以及 **Emrah Cimren**；丹麦国家环境研究所的 **Michael Goodsite**；联合国环境规划署的 **Cornis van der Lugt** 和 **Destá Mebratu**；美国洛斯阿拉莫斯国家实验室的 **Donatella Pasqualini**；联合国环境规划署的 **Mark Radka**；顾问 **Kenneth Ruffing**；联合国环境规划署的 **Guido Sonnemann** 和 **Serban Srieicu**；南非科学产业研究委员会的 **William Stafford**；联合国环境规划署的 **Niclas Svenningsen**；全球生态足迹网络的 **Mathis Wackernagel**，联合国环境规划署全球资源信息数据库的 **Jaap van Woerden**，以及美国坦途策略（**High Road Strategies**）的 **Joel Yudken**。

感谢为书稿提供详细评审的同行，他们是哥伦比亚国立大学的 **Santiago Arango Aramburo**；英国伦敦帝国理工学院格兰瑟姆气候变化研究所的 **Simon Buckle**；经济合作与发展组织的 **Jean Chateau**；法国 **Auvergne** 大学国际发展研究中心的 **Jeanneney Guillaumont**；中国国务院发展研究中心的 **Li Shantong**；国际劳工组织的 **Peter Poschen**；埃及开罗大学的 **Mohamed Saleh**；以及欧洲环境组织的 **Stefan Speck**。

同时感谢在书稿校对检查工作中提供了宝贵意见的个人和组织，他们是英国萨里大学的 **Tim Jackson**；加拿大约克大学的 **Peter Victor**；美国商务部经济分析局；全球生态足迹网络；诺维信公司；以及联合国人口活动基金会。

目录

关键信息	468
1 引言	470
2 理解绿色经济	471
3 绿色经济建模	472
3.1 建模方法描述	472
3.2 T21全球模型	472
4 情景定义与挑战	474
4.1 投资的定义和方法	476
5 模拟结果分析	477
5.1 常规经济情景预测	477
5.2 绿色经济情景预测	479
6 结论	492
附录1 T21全球模型的技术说明	496
参考文献	499

图目录

图1: 经济增长与自然资源关系图	471
图2: T21全球模型概述	472
图3: 绿色情景和BAU情景投资的基本假设	474
图4: BAU情景中人口数量模拟和WPP人口数量对比	477
图5: BAU情景中粮食总产量模拟与FAOSTAT数据对比	477
图6: BAU情景中石油需求量模拟和WEO的数据对比	477
图7: BAU情景下中耕地和林地模拟面积与FAOSTAT数据对比	478
图8: BAU情景中化石燃料的CO2模拟排放量和WEO数据对比	478
图9: BAU情景下生态足迹/生态承载力的模拟比率与全球生态足迹网的数据对比	478
图10: G1情境中2015, 2030和2050年的模拟结果与BAU1情景模拟结果对比	479
图11: G2情境中2015, 2030和2050年的模拟结果与BAU2情景模拟结果对比	479
图12: BAU和G2情景中的GDP的增长率和自然资源变化趋势	481
图13: GDP年增长率的历史趋势与BAU1, BAU2和G2情景中对未来趋势的预测	483
图14: 额外投资的BAU和绿色情景中给定年份的模拟结果与BAU情景模拟结果对比	483
图15: 不同情景中2050年生态足迹的构成	484
图16: 模型中农业部门中影响农作物产量的主要因素的因果环路图	485
图17: BAU和G2情景中2050年的土地分配。分别以土地面积和总面积的比例表示	486
图18: BAU, BAU2和G2情景中的森林蓄积量以及毁林和造林情况	486
图19: BAU, BAU2和G2情景中鱼类资源相对储量和捕捞量	487
图20: 鱼类资源的相对储量和渔获量的灵敏度分析	487
图21: 绿色经济报告的情景分析中全球常规石油生产情况	488
图22: BAU和G2情景中能源消费总量和可再生能源的普及率, 以及发电量和电力部门中可再生能源的普及率	489
图23: 2050年各种情景中在发电厂、电源供应燃料, 能源效率方面电力供应的就业组成	489
图24: G2情景中能源领域的总就业人数	490
图25: BAU基准情景和G2情景中。各部门的水需求和供水情况	491
图A1: T21全球模型的行业和领域	496

表目录

表1: 特定行业和目标的情景对比	475
表2: G1和G2情景中各行业间绿色投资分配	475
表3: GER和IEA在BAU情景下对交通排放的预测	479
表4: BAU和绿色投资情景的主要指标	480
表5: GER和IEA的不同情景中2030年和2050年的能源结构	488
表6: GER和IER的绿色情景中交通部门的能耗	491
表7: BAU以及绿色投资情景中的主要指标	493
表8: G1与BAU1情景（1%情形）、G2与BAU2情景（2%情形）中主要指标的对比（%）	495

专栏目录

专栏一: 自然资本储存的变化	481
专栏A1: T21全球模型中, 农业、工业和服务业等宏观行业的柯布-道格拉斯（CD）生产函数 ...	497

缩略语表

AR4	Fourth Assessment Report of the IPCC	IPCC第四次评估报告
BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
CCS	Carbon capture and storage	碳捕集与封存
CD	Cobb-Douglas	柯布-道格拉斯
CGE	Computable General Equilibrium	可计算一般均衡
CLD	Causal loop diagram	因果环路图
CO ₂ -eq	Carbon dioxide equivalent	二氧化碳当量
DC	Disaggregated Consistency	分类一致性
ETP	Energy Technology Perspectives	能源技术展望
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	联合国粮食与农业组织
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Statistical Database	粮农组织统计数据库
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GER	Green Economy Report	绿色经济报告
GFN	Global Footprint Network	全球生态足迹网络
GGND	Global Green New Deal	全球绿色新政
GHG	Greenhouse gas	温室气体
HDI	Human Development Index	人类发展指数
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis	国际应用系统分析协会
ILO	International Labour Organization	国际劳工组织
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会
Lge	Litres of gasoline equivalent	每升汽油当量
MDGs	Millennium Development Goals	千年发展目标
ME	Macro-Econometric	宏观经济计量学
MoMo	Mobility Model (Transport Model of IEA)	移动模型
Mtoe	Million tonnes of oil equivalent	百万吨石油的能量
NDP	Net Domestic Product	国内净产值
O&M	Operations and maintenance	操作和维护
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
R&D	Research and development	研发
RE	Renewable energy	可再生能源
ROI	Return on investment	投资回报
SD	System Dynamics	系统动力学
T21	Threshold 21 model	阈值21模型（T21模型）

TFP	Total factor productivity	全要素生产率
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
WDI	World Development Indicators	世界发展指标
WEO	World Energy Outlook	世界能源展望
WPP	World Population Prospect	世界人口展望

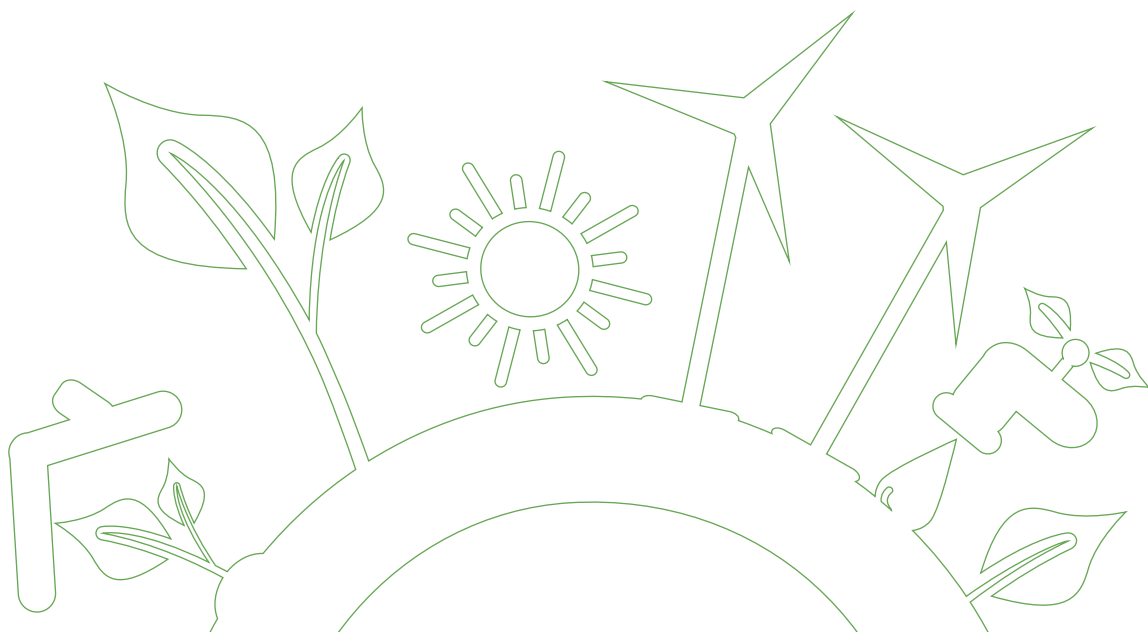
关键信息

- 1. 绿色经济在保持和恢复自然资本的同时，其增长速度已逐渐超过褐色经济。**绿色经济报告的模拟结果显示，经济绿色化不仅能够增加自然资本，还能加快国内生产总值（Gross Domestic Product, GDP）的增长。GDP是衡量经济效益的常规指标，绿色经济对GDP的贡献将在十年内赶超常规经济（Business-as-usual, BAU）。如果考虑有形资本贬值和自然资本损耗，用国内净产值（Net Domestic Product, NDP）作为经济效益的衡量指标，绿色经济将在更短的时间内超越常规经济。这表明绿色经济可以实现对资本进行先进的集成管理。
- 2. 常规模式下经济发展的代价高昂。**BAU发展模式简单地复制了历史的发展趋势，且认为政策或外部条件的改变不会影响这种趋势。从GDP增长和贫困人口减少的角度看，在一定时期内，BAU仍可带来一定的发展收益，但却需要付出高昂的代价。由于BAU持续了当前高强度碳排放的发展方式，因此会对环境造成巨大影响和冲击，尤其是温室气体（Greenhouse gas, GHG）的长期积聚。到2100年，温室气体浓度将达到1,000 ppm CO₂-eq，全球气温将上升4℃左右（参见IPCC报告中的A1B和A2情景）。此外，BAU发展模式还将严重影响自然资产，使全球生态足迹高达地球生物承载力的两倍以上。
- 3. 绿色经济有助于消除贫困，实现能源和资源利用的有效利用。**贫困人口的生存依赖于自然资本，而绿色经济致力于增加自然资本，减少贫困人口。如果将全球GDP的2%投入到能源、制造业、交通运输、建筑、废弃物处理、农业、渔业、水资源和林业等方面，从现在起至2050年，可使全球鱼类资源翻番，林地面积增加20%，能源消耗减少40%，水资源需求减少20%。与BAU发展模式相比，绿色投资能够保护并增加自然资本，缓解资源短缺现象，增加人类福祉，保持经济持续增长，且速度在未来20到40年内至少与BAU发展模式持平，同时大大降低了经济下滑的风险。

4. 从中长期来看，绿色经济能够增加就业机会。向绿色经济转型意味着就业方式的转变。转型后，某些行业中不利于环境可持续的工作，但绿色经济创造的新工作岗位至少可使得转型前后总的就业岗位持平。从短中期来看，某些行业（例如渔业）在绿色投资情景下需减少对资源的过度开采，这样难免会导致失业。2030-2050年，资源和能源的减少以及气候的改变将限制BAU发展模式下的就业增长，绿色投资创造的工作岗位将很可能赶超BAU模式。

5. 大多数经济部门的“绿化”将显著降低温室气体排放。若将全球GDP的1.25%用于提高能效和发展可再生能源（如第二代生物燃料），到2030年，全球能源强度将降低36%。预计到2050年，绿色投资将使与能源相关的CO₂排放量将由2010年的30.6Gt降至20Gt，包括绿色农业的碳汇效应在内的CO₂排放浓度降至450ppm，全球变暖程度有望控制在2℃这个阈值以下。

6. 绿色经济保持并增强了生态系统服务功能。林业和农业部门的绿色投资有助于扭转目前林地面积减少的局面，预计40年后全球林地面积将达到45亿公顷。绿色农业中，农作物和家畜的占地面积减少，产量增加。到2050年农作物和家畜的占地面积预计比BAU发展模式下降低6%，土壤质量提高25%。另外，无论从短期还是长期来看，增加在淡水供应和扩张管网方面的投资同时提高管理水平，都将增加10%的全球水供应，同时促进地表和地下水资源的可持续利用。绿色经济将逐步缓解渔部门产能过剩的现状，到2050年，鱼类资源可恢复至1970年水平的70%，而BAU模式下，将下降至30%。在“生态基础设施”建设方面的投资也有利于恢复地球生态承载力，增加人类福祉。



1 引言

本章对绿色经济报告（Green Economy Report, GER）中的建模分析及结论进行介绍。建模分析是为了验证“对环境投资除改善环境外，还可促进宏观经济发展”这一假设。所使用的T21全球模型，将各分类模型整合为一个整体模型。其中，各分类模型是支持GER报告分析的核心。T21全球模型比较分析了在绿色经济模式与BAU经济模式下，不同比例GDP的投资额在刺激经济发展、提高资源利用效率、降低碳排放强度、创造就业机会等方面所产生的效果。

第二节通过建立模型框架，量化迈向绿色经济所面临的挑战，指出需要解决的关键问题。第三节介绍模型结构的主要特点。第四节介绍不同情景下的基本假设，包括没有额外投资的BAU情景、提高投

资水平但能源和环境政策保持不变的两个BAU情景（BAU1和BAU2）以及提高投资水平的同时改善环境政策的两个绿色情景（G1和G2）。第五节介绍不同情景下模拟得到的结果。最后是结论部分。技术细节见附录及技术背景材料。

需要指出的是，本报告中所有章节都在不同程度上用到了模型分析的结果。尽管模型包含许多情景，但除了描述基本BAU情景的相关方面外，各章节一般只比较绿色情景G2以及相对应的BAU2情景。G2情景是本报告分析的重点，因为它旨在将大气中CO₂浓度降至450ppm，同时实现其他的政策目标，如富营养化、渔业管理、减少毁林、水资源利用和废弃物管理等。

2 理解绿色经济

绿色经济报告提出的全球发展模式指出，绿色经济的核心驱动力是自然资本的储量和流通过，同时包括在其他任何长期经济模式中都至关重要的资金和劳动力的储备和流动。储量是流入和流出累积的结果，如森林面积由造林量和砍伐量决定。此外，在T21全球模型中，为了开发和加工自然资源，需要注入资金和劳动力。因此，自然资源转化为经济价值需要三个主要因素：可用的资金（因投资而累积，随折旧而减少）、劳动力（遵循世界人口的演变，尤其是年龄结构，劳动力参与率）和自然资源储量（因自然积累或再生而增加，随收割或开采而减少）。自然资源直接影响GDP的例子包括：渔业和林业可利用鱼类和森林资源，化石燃料为捕鱼和采伐木材提供所需能量等。在这方面，T21模型以一致且连贯的方式，考虑了代表每个行业的货币和实物变量。其他影响GDP的自然资源和资源效率因素为内生变量，包括水资源短缺压力、废物回收再利用以及能源价格等。

绿色经济的主要特征是高资源效率和低碳排放强度。本报告通过分析对迈向绿色经济过程中的短期转型需求以及长期经济影响进行了评估。自然资源储量是绿色经济研究的重点，它既体现了生态系统的现状，也是衡量可持续发展的重要指标，如生态足迹¹。实际上，经济的可持续增长离不开水资源、土地资源和化石燃料等自然资源的可持续管理。提高此类资源的使用效率并减少浪费，能够减缓这些资源储量的下降速度，甚至可能会增加其储量。因此，了解储量与流量的关系是至关重要的，例如，即使某种气体的年排放量保持不变或降低，其总体浓度仍可能持续上升，只有当年排放量低于森林和陆地的封存能力时，大气中的碳浓度才会下降。

千年生态系统评估报告指出，近几十年来，经济的增长依赖于自然资源的不断消耗。例如，目前仅有25%的商品鱼类处于低产状态，且多数为低价品种（FAO 2008）。截至2003年，世界海洋渔业资源储量已经下降了27%（Warm et al. 2006）。大多数国家的石油产量已达到开采峰值并开始下降（EIA 2009），全球石油开采峰值将出现在当前至2015年间（ASPO-USA 2010）或2030年以后（IEA 2009）。水资源短缺问题严重，预计20年后，全球水资源仅可满足60%人口的需求（McKinsey 2009）。化肥的使用增加了农业产量（FAOSTAT 2009），但同时也降低了土壤质量（Muller and Davis 2009），与1970年的水平相比，土壤质量下降10%。而森林砍伐的趋势并没有得到遏制，1990-

1. 生态足迹是人类对自然需求的一种度量，是维持个人、地区、国家或全球生存所需的，能够持续地提供资源和消纳废物的地域和水域面积（GFN 2010）。

2005年间，平均每年有1,300万公顷林地被砍伐（FAO 2009）。

长期以来，无论是普通民众还是决策者都认为，经济增长、环境保护、国家和能源安全等问题涉及到复杂的权衡利弊（Brown and Huntington 2008；CAN 2007；Howarth and Monahan 1996）。本研究的目的是对全球社会、经济、环境的动态复杂性进行分析，评估绿色投资能否产生协同效应，以实现经济弹性增长、创造就业机会、坚持低碳发展和提高资源效率等绿色经济目标。

本章采用综合集成方法，侧重研究行业间储量和流量的相互作用，检验了合理的自然资源管理不会造成经济增长减速的假设，同时探析了在有效使用和保护自然资源的前提下，可持续、合理与柔性的经济模式能否获得相同或更高的发展速度。这一框架与侧重于减缓能源和气候变化情景的报告相反。绿色经济能够短期内减少排放量，保护自然资源储量，保持健康环境，从而使人类在未来获益。因此，绿色经济能够实现经济增长和低碳发展。

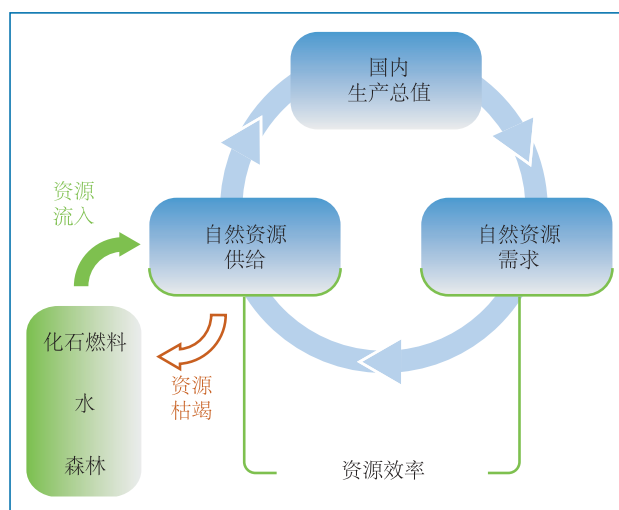


图1：经济增长与自然资源关系图

自然资源既是经济增长的驱动力又可能是其限制因素。高GDP意味着自然资源的高需求，不断增加的需求将导致更高，如此循环，导致资源最终枯竭。另外，自然资源储量的降低将削弱中长期自然资源的产量，限制经济增长。本报告中提出要有效利用资源，降低需求，合理供应，同时考虑反弹效应，因为通常反弹会增加需求，降低资源有效利用的预期效益。

3 绿色经济建模

通常各国政府会在发展规划中提出长期发展目标，并制定相应的战略措施，这也是短期决策的基础，例如，在年度预算中增加支出和收入的计划。为了近似模拟政策措施和发展目标之间的关系开发出了定量模型。

3.1 建模方法描述

过去的40年间，支持国家规划的应用模型和建模方法大量涌现，其中较为常用的有分类一致性模型（Disaggregated Consistency, DC）、可计算一般均衡模型（Computable General Equilibrium, CGE）、宏观计量经济模型（Macro-Econometric, ME）和系统动力学模型（System Dynamics, SD）等²。在不同的政策分析，尤其是在中短期经济规划中，这些方法的作用程度不同。然而，当下全球发展着重强调经济、社会和环境三维共同发展，上述方法不能有效地支撑综合性的长期规划。

具体来讲，CGE模型是基于流概念的矩阵，在特定的规则集和预定的均衡条件下，经济参与人相互作用（Robinson et al. 1999）。最初该模型被用来分析不同的公共政策对经济的影响，例如在税收、补贴和关税等价格机制起作用的领域。最新的CGE模型加入了社会（Bussolo and Medvedev 2007）和环境（OECD 2008）指标。ME模型是宏观经济特性和行为因素相结合，使用计量经济方法进行估算（Fair 1993），多被各国和国际金融组织用来分析财政和货币政策等短中期宏观经济政策。DC模型是由一系列的代表国家

基本宏观经济状况的电子账目的组合，强调各组成间的一致性。为人熟知如世界银行RMSM-X（Evaert et al. 1990）和国际货币基金组织的FPF（Khan et al. 1990）。上述三类模型着眼于经济发展，一般不适用于综合性长期规划。

二十世纪五十年代后期，麻省理工学院的学者创建了系统动力学（SD）方法，此方法可用于分析国家政策（Pedercini and Barney 2009）等各种发展问题（Saeed 1998）。过去25年间，SD方法取得了极大的发展（见1961年Forrester关于此方法应用的早期案例），已用于分析各种案例中复杂动态系统的结构和行为之间的关系。该模型分析验证了各种因果关系，并代入不同的方程进行公式化（Barlas 1996），且通过仿真软件模拟分析它们的行为特征。SD方法利用的储量和流量代表系统，适合统筹考虑发展进程中的经济、社会和环境各个方面。

3.2 T21全球模型

绿色经济报告中的T21全球模型很大程度上借鉴了千年研究所的T21模型3体系（MI 2005, Bassi 2010b et al.），建立在现有的详细区域经济假设（结构和数值）和物理模型基础上。通过经济、社会和环境系统的集成，形成一个能够生成可能发生情景的综合架构（见图2）。

2. 更多国家发展规划模型信息详见Pedercini 2009。

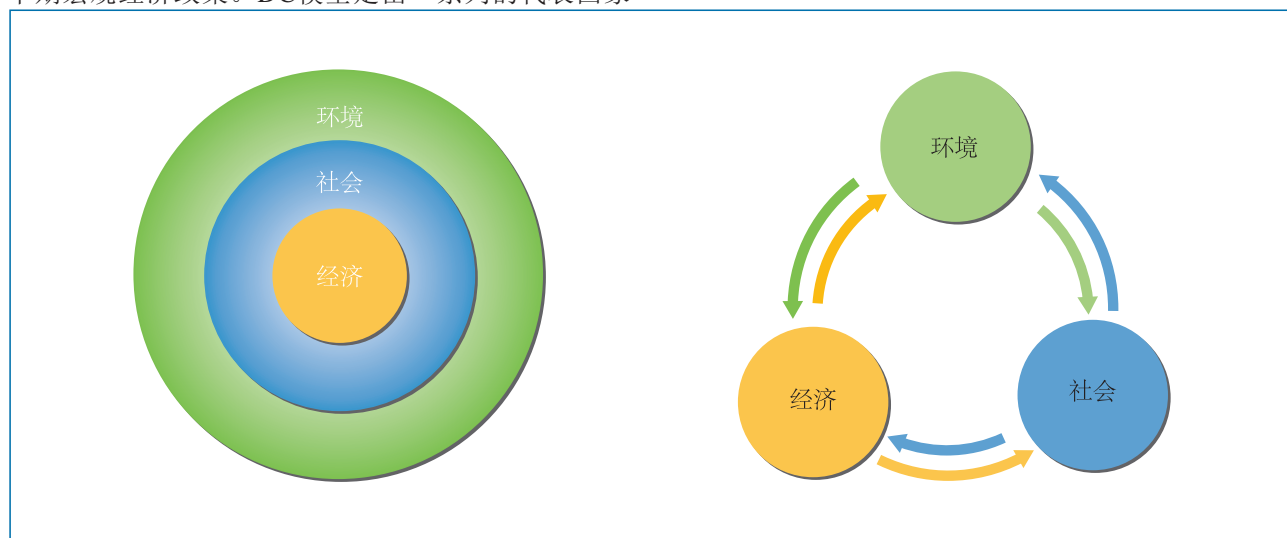


图2: T21全球模型概述

环境、社会和经济代表模型中的最高集合水平（左图）。尽管环境包含社会和经济，但简单起见，本报告单独表述这三个方面以强调它们之间的相互联系（右图）。

通过逐渐建立广泛而系统的跨行业情景，全球模型可以考虑环境、经济和社会问题，模拟投资绿色经济的短期、中期和长期影响。T21全球模型不分区域和国家，不能明确表示经济活动的地理模式变化、社会特性及环境影响等（见附录1），此外，该模型没有明确不同参与者，尤其是政府的职责和反应。T21全球模型最重要的贡献是在于，系统结构包含了经济、社会和环境部门（全球范围内的集合水平）内部和相互之间的内在联系，这种联系由各种反馈回路组成⁴。

而大多数已有模型则侧重于考虑一个或两个部门，对其他影响和受影响的部门进行外在假设。模型中运用内在仿真可以改善时间连续性与跨部门间的模拟，因为系统主要驱动因素的变化可以通过模型中反馈回路予以分析。

3. Threshold 21的名称来自一个观点，就是人类的发展将在21世纪走到地球的极限。

4. 反馈是起因通过因果关系链最终作用于自身的过程（Roberts et al. 1983）。

4 情景定义与挑战

T21全球模型用来模拟提高资源效率和低碳发展两种绿色投资情景，并与BAU或使用传统方式消耗资源和化石燃料的基准情景作对比。

BAU情景复制了1970-2009年的发展模式，并假定直到2050年，政策和外部条件都不发生根本变化。设置BAU情景并进行校准是为了反映现有各行业模型和关于人口、经济、能源、交通运输和水资源等报告的基准预测，其中包括联合国世界人口展望（World Population Prospect, WPP）（UNPD 2009），世界银行的世界发展指标（World Development Indicators, WDI）（World Bank 2010），经合组织的2030年环境展望（OECD 2008），联合国粮农组织的统计数据库（Food and Agriculture Organization Statistical Database, FAOSTAT）（FAO 2010），世界森林状况（FAO 2009），麦肯锡的未来水资源（McKinsey 2009），国际能源署的世界能源展望2010（IEA 2010），第二代生物燃料的可持续生产（IEA 2010），交通、能源和CO₂（IEA 2009），能源技术展望（IEA 2010），以及全球足迹网络（Global Footprint Network, GFN）报告（GFN 2010）等。

两个绿色情景（G1和G2）假定在2010-2050年间进行额外投资，并分别与两个对应的常规情景（BAU1和BAU2）对比。在BAU情景中增加同样的投资额，但按照现有模式进行分配⁵。绿色情景模拟的额外投资可提高资源效率和降低碳排放，同时创造就业岗位，刺激经济增长。投资可通过直接和间接方式驱动能源效率的提高。直接方式包括投资建设更高效的基础设施和采用资源集约型技术；间接方式包括通过相关的研究与开发引领技术进步，例如投资可再生能源（如电力供应）和能效改进技术等。此外，将投资用于减少森林砍伐，增加造林，或减少渔业过度捕捞以及恢复鱼类种群等。

绿色情景以联合国环境规划署的全球绿色新政策纲要（UNEP 2009）为基础扩展形成。该政策呼吁将绿色投资（至少占GDP的1%）作为一揽子经济刺激计划中的重要组成部分。目前全球面临多重危机，绿色投资着眼于低碳、资源集约型的全新发展模式，是复苏全球经济的新途径。尽管韩国和中国做出了表率，在各自的经济刺激计划中将超过5%的GDP投资于绿色行业，但在全球范围内，承诺与目标的差距仍然很大。韩国将这一计划扩展为“五年绿色增长计划”（2009-2013），将GDP的2%投资于气候变化、能源、可持续交通运输和绿色科技的发展。该绿色情景类似于一种将绿色投资和相应政策框架嵌入长期承诺的策略。

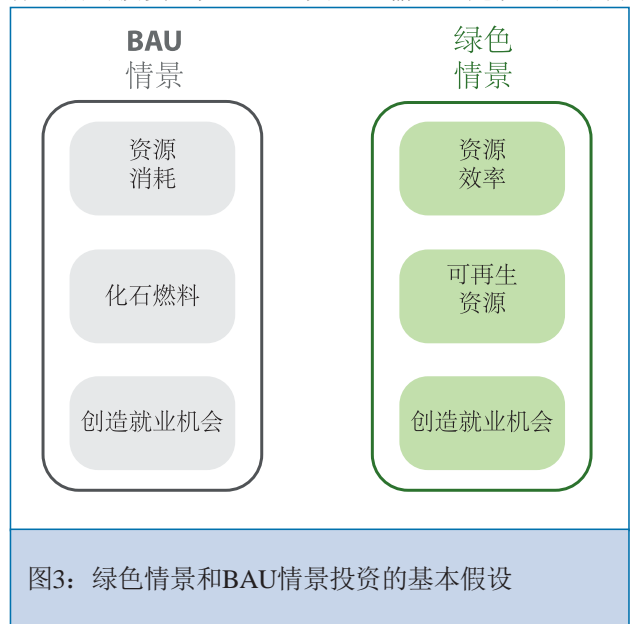
与绿色情景一样，假定BAU1和BAU2情景也进行相同的额外投资，但延续目前包括资源利用和能源消耗等趋势。具体来讲，这两种情景假设不对可再生能源投资。农业将继续依靠化肥增产，森林砍伐也不会受到

遏制⁶。经济增长依然通过资源消耗实现，化石燃料、渔业和林业的储量将继续下降。

绿色情景与BAU情景针对某些行业和措施的对比见图3和表1。

根据绿色投资的不同目标和重点构建了G1和G2两种情景⁷，但这并不意味着在情景的潜在宽度和广度上已达到完美。G1情景是假设将1%的GDP平均分配在所分析的各行业，阐述绿色经济概念的试验性操作。同时将绿色经济执行后的预期影响与国际能源署的450气候情景对比。G2情景假设投资占GDP的2%，是我们更为关注的一种情况。此情景中，目前的气候变化、水资源短缺和食品安全等主要问题决定了行业间的投资分配。作为应对气候变化的核心，在G2情景中优先考虑能源投资，以达到国际能源署的450情景和蓝图情景的减排目标。除特别注明外，GER各章节中绿色投资情景均指G2情景。

具体来讲，这些情景包括在农业、渔业、林业、水资源、废弃物处理和能源等方面的投资，同时包括其他行业间的投资，如工业、交通运输业、建筑业和旅游



5. 应用两种不同的方法模拟绿色经济投资并分析。（1）同时向绿色经济和传统经济的不同部门额外投资。（2）将投资从传统经济转移到绿色经济，这种情况实际上是将投资重新分配给绿色经济的各部门。本章主要介绍前者。两种模拟方式结果的对比在第一部分-技术背景材料已介绍。简言之，分析表明，对大多数变量而言，相同假设条件下，两种方式的模拟结果类似。

6. BAU模式虽已间接地结合了目前的行业投资趋势，但不发生对发生的重大变化进行预测。

7. 不同的投资情景均易被模拟和分析。为方便与其他主流的研究相比得到可靠的分析结果，文中选用分别占GDP1%和2%的投资情景。本报告也对超过GDP的2%的投资情景进行了评估，但是由于缺乏以下信息：（1）降低能源和材料消耗的潜能；（2）同行评审之外的相关成本（例如碳减排成本）和发表估计值，此部分的工作没有完成。例如，若碳减排超过IEA的估计值，作者则需对边际成本进行假设。我们的分析依靠现有的评估，与国家跨部门的研究状态保持一致。

行业和目标	BAU情景 ^a	绿色情景
农业 提高产量	化学肥料的使用更多	扩大保护性农业，使用有机肥料等
能源 扩大装机容量	热发电（化石燃料）	可再生能源发电
渔业 提高产量	增大捕捞规模和短期捕捞强度	减少捕捞，投资储量管理以增加中长期捕捞
林业 提高产量	加速砍伐	限制森林采伐，投资重新造林（扩大人工造林）
水 管理供需	通过大量开采增加供水	投资节水措施、水资源管理（包括生态系统服务和海水淡化）

^a是指额外投资遵循现有投资模式的BAU1和BAU2情景。

表1：特定行业和目标的情景对比

行业	占绿色投资总额的比重		占GDP的比重		行业目标
	G1	G2	G1	G2	
农业	10	8	0.1	0.16	到2030年，营养水平增加到2,800-3,000千卡/人（FAO 2009）
建筑业	10	10	0.1	0.2	能源效率提高到IEA的蓝图情景中制定的能耗和减排目标（IEA 2008）
能源（供应）	15	26	0.15	0.52	发电能源中可再生能源比例和初级能源消费增加到IEA蓝图情景中制定的目标（IEA 2008）
渔业	10	8	0.1	0.16	恢复鱼类储量，到2050年达到FAO制定的最高可持续产量目标
林业	3	2	0.03	0.03	到2030年森林砍伐减少50%，增加人工造林以维持林业生产
工业	6	3	0.06	0.06	能源效率提高到IEA的蓝图情景中制定的能耗和减排目标（IEA 2008）
旅游业	10	10	0.1	0.2	
交通运输	16	17	0.16	0.34	扩大公共交通运输，能源效率提高到IEA的蓝图情景中制定的能耗和减排目标（IEA 2008）
废弃物	10	8	0.1	0.16	合理执行3Rs，垃圾填埋量减少70%
水务	10	8	0.1	0.16	实现水的千年发展目标，减少水强度（减小消耗，增加补给）（McKinsey 2010）
总计	100	100	1%	2%	
燃料和能源效率*	33	35	0.33	0.71	

表2：G1和G2情景中各行业间绿色投资分配，即各行业绿色投资占投资总额和GDP的比重（2011-2050年平均）及绿色情景的行业目标⁸

*此分类囊括了所有行业中实施的能源效率投资（燃料和电力），包括建筑（住宅、商业和农业）、工业、旅游和交通运输等行业的大部分投资。另外，绿色投资情景没有单独列出对集中于能源效率的行业（建筑业和工业）影响，而是包含在能源分类中。

业等，城市也在考虑范围内。情景的具体描述如下。

G1情景：假设每年全球GDP的1%投资于绿色经济，平均分配给各个行业，如表2所示，每个行业得到绿色投资的10%，根据具体行业目标稍有不同。假设国家领导人在面临社会、经济和环境压力的情况下，能够洞察增加绿色投资所带来的潜在影响，这种资金分配方式可用来阐述绿色投资的广泛效益。对城市而言，公共交通运输是城市社会经济以及空间发展的关键。除分析全球投资对城市环境的影响外，我们还模拟了将城市GDP的1%用于扩大公共交通运输的情况。

G2情景：假设每年将全球GDP的2%投资于绿色经济。在该情景中，行业政策目标决定了投资优先权。由于侧重能源和气候变化（根据国际能源署报告，到2030年为使排放量降至450ppm，并将全球气候变暖控制在2°C之内，大约需要GDP的1%），更多的投资份额将分配给能源（同时考虑需求和供应措施），其余的在农业、林业、渔业、废弃物和交通运输基础设施等其他行业平均分配。

8. 由于缺乏各种关键变量数据（如水和能源消费等），对城市的建模工作难以开展，因此本表未列出分配给城市的投资。正如城市这一章中指出的，研究的重点仅侧重于与城市发展相关的交通运输部门。

G1和G2情景假定2010-2050年间的投资以年为基础，这

意味着经济资本储量的变化是一个逐级变化的过程，且降低了过早消退的潜在成本。BAU1和BAU2情景同样假定1%和2%GDP的额外投资，但是这些投资按照BAU情景的分配方式进行分配，不针对特定的行业。通常将G1和G2情景下的影响分别与BAU1和BAU2情景下的预测进行对比。

4.1 投资的定义和方法

我们模拟了一系列政策和绿色行业的投资分配。实际上，本报告情景假定分配的总资金（包括公共和私人投资）在行业间得到了有效的利用。因此，模型中投资包括公共支出和私人支出。前者以通过财政政策刺激购买更高效的资本为代表，如购买低能耗汽车或冰箱的退税等；后者是私人实际用于购买的开支。另外，投资主要是指在经济意义上增加固定资产，包括基础设施⁹。绿色投资情景下，建立最终可监控的相关投资标准和指标至关重要。

由于不同的局限性和背景特征，不同的政府可能依靠不同的政策和计划支持向绿色经济转型。因此建模过程中，绿色投资的资金来源没有明确定义。

此外，与几项只提供“净成本”（或所需的额外投资）信息的研究¹⁰不同，T21-World模型还区分资产投资成本和运行节约成本（或可避免发生的费用）。因为资产投资成本是直接支出，而运行节约成本是运行生命周期中积累的成本，所以这种方式是有效可行的，使T21-World模型能够计算实际的资产构成（对应绿色和BAU1、BAU2情景中模拟的额外投资）。

如上所述，所需资本投资和运行成本包括与各种工艺相关的详细成本评估（资产）及其运行所需要的

投入（如能源）。例如，以每兆瓦计算，风轮机的资本和O&M成本与火力发电厂的成本类似。风能不需要燃料，也不会产生碳排放。但是，与煤炭相比，风能是利用率较低的间歇性能源。我们的分析考虑了所有此类因素，尽可能地降低与绿色投资相关的资产投资成本和运行节约成本。

确定迈向绿色经济的毛成本和净成本具有多重目的。首先，在经济增长和自然资源储量的保存两方面，核心参与者需评估（与分解）当前成本和未来利益。同时，这也为进一步评估政策的机遇和风险提供帮助，例如，如果政府制定环境目标（如减排至1990年水平）和相关的激励政策（如减免赋税），支持向新资本和或可持续消费方式的转变，家庭和私营企业的购买将成为决定政策成败的关键因素。在此情形下，政府将承担达不到减排目标的风险，同时如果私营企业没有按照预期目标进行参与，那么政府和私营行业的经济支出都会减少。这种非强制性的政策减轻了家庭和私营企业的经济负担。另一情形是，政府强制家庭和私营企业购买，经济成本由家庭和私营企业部分（激励机制有效下）或全部承担。此情形强调通过强制措施达到政策目标，经济主体（政府和个人）必须以不同方式完全承担执行政令所产生的相关费用，成本较易评估。

本研究主要用于量化投资影响，识别机会，避免死角。鉴于类似的政策在不同国家会取得不同程度的成功，全球研究集中在资金用于绿色投资的价值，为政府决策者提供更广范的信息。资金选项和启动条件（如必要的政策框架）等其它信息列于各章节中。

9. 对某些行业，包括农业、林业和渔业等基于自然资源的行业，绿色情景下的投资具有更广泛的特征，例如以恢复或维护自然资本为目的的支出计划（包括固定资产和运营成本），在经济意义上这也可认为是间接投资于自然资本。

10. 考虑购买成本时，以电冰箱为例，其净成本等于价格减去冰箱运行中节省的费用（也就是说，节省的费用来自于减少的能源消耗）。这是麦肯锡成本曲线的情形（水资源案例见Mckinsey 2009）。

5 模拟分析结果

5.1 常规情景预测

T21全球模型的基准预测是建立在向绿色经济缓慢转型趋势（如高能量使用和排放，继续不可持续地利用自然资源）的假设上。全世界总人口在2010-2050年间预计将增长29%，达到89亿人，这与世界发展指标历史数据以及WPP的预测（图4）一致。WPP的预测基于持续下降的生育率以及人口政策和计划，包括性与生殖健康教育的普及。当考虑人口金字塔时，我们发现随着五岁以下儿童死亡率的下降和人均寿命的增长，各年龄段的分布将更加平均。预计至2050年由经济增长带动的就业岗位将增至46亿¹¹。与来自WDI的历史数据比较，内源性模拟模型的实际GDP，预计在2010-2050年间平均每年增长2%，达到151.3万亿美元，或人均17,068美元（以2010年的美元为基准）¹²。由于经济增长，2020年生活在贫困线以下的人口比例将下降到16.8%，2050年则下降到11.1%，收入分配将随之改善，越来越多的人将摆脱贫困，进入高收入水平¹³。

2010-2050年间，农业、工业及服务业与整体GDP增长一致，预计每年分别增长0.7%，1.9%和2.1%，占2050年实际GDP的1.4%，23.4%和75.2%。此时，各部门就业占总就业的比例为：农业32.3%，工业23%，服务业39.3%。具体来说，渔业0.3%，林业0.5%，运输2.5%，能源0.4%，废弃物0.5%和水1.1%。在农业部门，根据联合国粮农组织统计数据库，1970-2009年间农作物总产量（图5）将每年增加1.8%，预计未来40年每年以0.8%的速率持续增长。因此，2010-2050年间，农作物产值预计将增长36.0%，模拟期间平均营养水平提高7.0%。渔业部门和林业部门的平均年增长率为-1.6%和0.3%，到2050年，将分别占全球GDP的0.04%和0.6%。

未来几十年，由于人口和GDP的增长，世界一次能源需求将增长57%以上，到2050年达到19,733Mtoe。为了满足不断增长的能源需求，化石燃料、核能和可再生能源的消耗量将分别从2011年的10,174Mtoe、755Mtoe和1,620Mtoe，增加到2050年的16,073Mtoe，1,089Mtoe和2,577 Mtoe，化石燃料所占比例始终维持在81%。

对其他化石燃料（如石油）的需求，在BAU情景下模拟的增长趋势和相应的“世界经济展望（World Energy Outlook, WEO）”数据如图6所示。按照国际能源署的“世界经济展望”的预测，石油价格在2030年后增长更快，并且到2035年常规石油价格将达到峰值。

供水在很大程度上依靠地下水和河流，在相同因素的趋势下，总用水量预计到2050年将达到8,141km³

（高于当前值的70%），远远超出可持续使用范围，这可能会危害含水层，增加沿海地区的咸水渗透，推动人口的大规模转移。

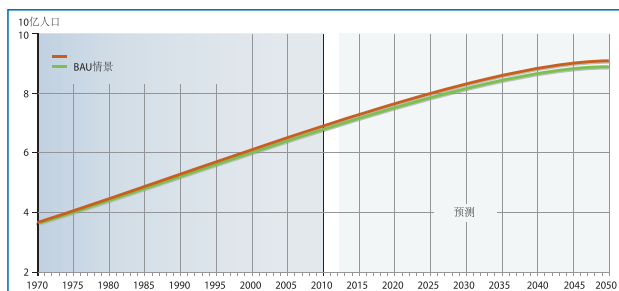


图4: BAU情景中人口数量模拟和WPP人口数量对比

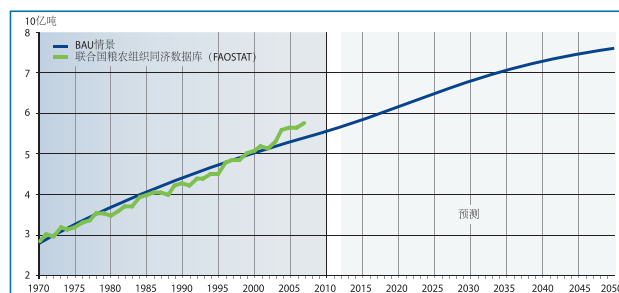


图5: BAU情景中粮食总产量模拟与FAO数据对比

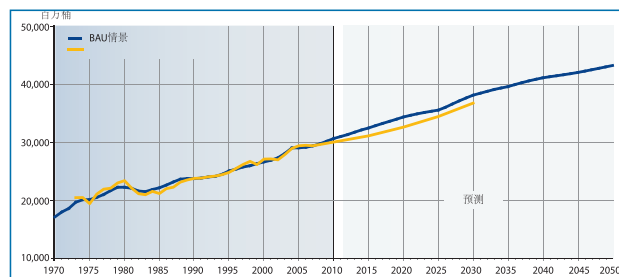


图6: BAU情景中石油需求量模拟和WEO*的数据对比

*对过去和将来的预测，在石油需求方面，该模型和WEO数据吻合（相关系数 $R^2=0.983$ ，点对点平均偏差为0.0069）

11. 注意，T21全球模型没有包含一个明确的劳动力市场，它不是以所有就业为前提的。

12. 本章所有货币价值都以2010年的美元为基准。

13. T21全球模型预测了收入状况，但没有体现收入的不平等性。基尼系数按照历史趋势进行了假设。在本章，收入分配表示生活在每个收入阶层的人数，包括生活在贫困线以下的群体。因此，贫困程度的预期变化主要受模拟的收入水平（由假设投资内生决定并影响）驱动。我们用经济指标（如收入）估计贫困程度，但也考虑获得的基本服务（不计算考虑社会和货币因素的汇总指标）。由于只从货币层面上减少贫困是不公平的，所以我们要考虑社会各方面以及与贫困有关的更广泛的因素。

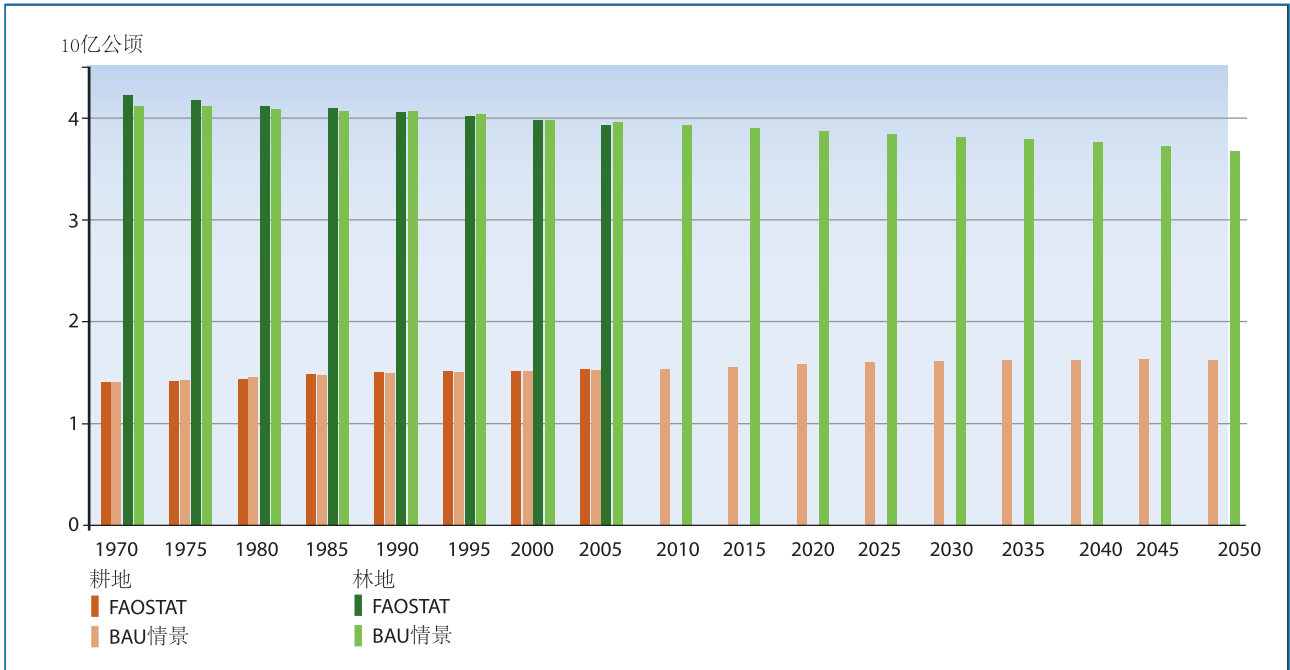


图7: BAU情景下中耕地和林地模拟面积与FAOSTAT数据对比

关于土地利用，到2050年农业总用地面积将扩大到54亿公顷，2010-2050年间牧场和耕地面积将增长11%和6%。到2050年收获面积将达到13亿公顷，相对2010年增加了9%，将满足日益增长的粮食需求。此外，拓荒土地平均每年将增长0.7%，到2050年达到2.26亿公顷。相应地，林地每年将净亏损600万公顷，森林砍伐面积为每年1,500万公顷，到2050年仅余37亿公顷林地。因此，森林的总固碳量在2010-2050年间将下降约7%。渔业部门也将面临挑战，如储量减少。由于产能过剩以及行业 and 自然资源的管理不善，2010-2050年，总捕鱼量预计将下降高达46%。

最后，由于人口和人均收入的增加，预计到2050年，全球将产生超过132亿吨废弃物，比2009年多19%。

基于这些趋势，整个模拟过程预计全球CO₂总排放量将增加，来自化石燃料的排放量到2050年将达到约500亿吨每年，比2009年高71%，比1990年高138%（图8）。这也与2009-2050年间降低26%的全球碳排放强度（按每美元GDP的排放量计算）相符合。交通运输部门作为一个主要的排放体，到2050年，CO₂排放量将是现在的一倍，达到130亿吨（表3，BAU情景下的交通运输排放量和国际能源机构（IEA）的预测排放量）。按照IPCC预测的A1B和A2情景，在此排放水平下，到2100年大气温室气体的长期浓度将达约1,000ppm（CO₂-eq），并有可能保持在855-1,130ppm范围内。此外，在未来40年，生态足迹将达到250亿公顷，是地球生物承载力（即可持续的自然供给）的两倍以上。生态足迹和生态承载力的比例将从1970年

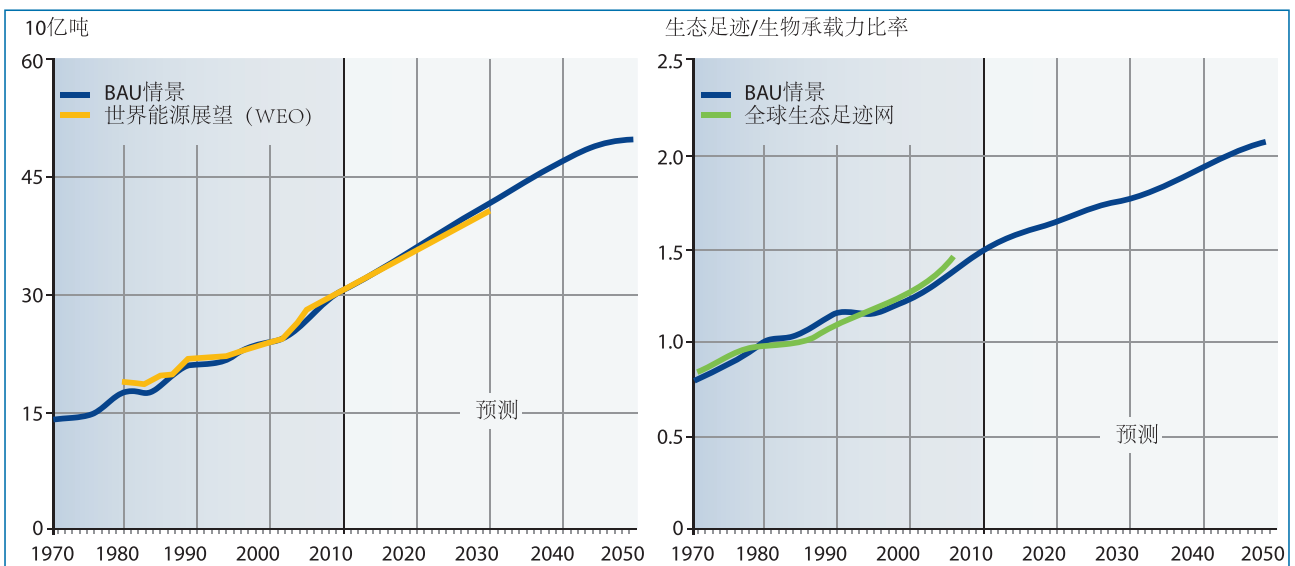


图8: BAU情景中化石燃料的CO₂模拟排放量和WEO数据对比（左）；

图9: BAU情景下生态足迹/生态承载力的模拟比率与全球生态足迹网的数据对比（右）

百万吨/年	2010		2020		2030		2050	
交通运输方式	* MoMo	BAU	* MoMo	BAU	* MoMo	BAU	* MoMo	BAU
总排放量	6,221	6,989	7,573	8,387	9,308	10,175	12,709	12,991
汽车	2,826	3,084	3,557	3,945	4,494	5,129	6,652	6,923
公共汽车	424	485	443	511	453	518	470	505
其他人行道	157	185	180	220	209	248	291	314
卡车	1,211	1,375	1,364	1,513	1,603	1,750	2,143	2,157
铁路客运	29	32	34	39	41	44	57	60
铁路货运	127	138	137	155	143	157	152	168
空运	721	972	1,030	1,229	1,451	1,507	1,864	1,995
水运	727	718	827	776	915	822	1,080	868

表3: GER和IEA在BAU情景下对交通排放的预测

*资料来源, MoMo运输方式 (IEA, 2009)

的0.81和2009年的1.5上升到2050年的2.1 (图9)。

根据目前技术研究现状,除了本研究中估计的影响外,BAU情景下预测的排放和生态足迹的趋势是不可持续的,这将对社会、经济和环境产生严重的负面影响。温室气体浓度长期维持在约1,000ppm将导致实现控制全球变暖程度在2°C以下的目标概率极低 (<5%)。温度很可能升高约4°C,在1.7-5.5°C的范围内变化 (IPCC第四次评估报告的A1B和A2情景分析)。根据IPCC报告,这种情况带来的负面影响范围甚广,包括对供水、粮食生产、人类健康、土地和生态系统使用性等诸多方面产生影响。特别是,到2050年,亿万人口将面临来自水资源短缺日趋严重带来的压力;海平面上升将加剧沿海的风暴潮灾害,导致土地损失和侵蚀以及海水入侵地表水和地下水;温度上升2°C,15%至40%的物种将面临灭绝;作物产量将下降,尤其在非洲,可能将有亿万人口不能生产或购买到足够的粮食。而发展中国家最容易受到气候变化的影响,因为气候变化的影响多取决于人类的适应程度,而这本身将取决于各个国家的收入水平和市场结构。发展中国家的资源较少,在社会、技术和财政上难以适应。在斯特恩的气候变化经济学评论估计 (2006) 中,如果没有采取缓解短中期排放的措施,气候变化的总成本相当于本世纪中叶全球GDP的0.5%至1%。此外,该报告还指出,如果我们现在开始采取强有力的措施,到2050年实现温室气体稳定在710ppm和445ppm之间,温室气体减缓的全球宏观经济成本将占全球GDP的-1%与-5.5%之间,这相当于平均每年全球GDP增长约放缓0.12%。

在GER的BAU情景中,自然资源枯竭的反馈效应是很重要的,世界GDP年增长率逐渐从2010-2020年间的约2.7%下降到2020-2030年间的2.2%,并将进一步下降为2030-2050年间的1.6%。

5.2 绿色经济预测

在绿色情景或BAU情景下,投资额占GDP的百分比不

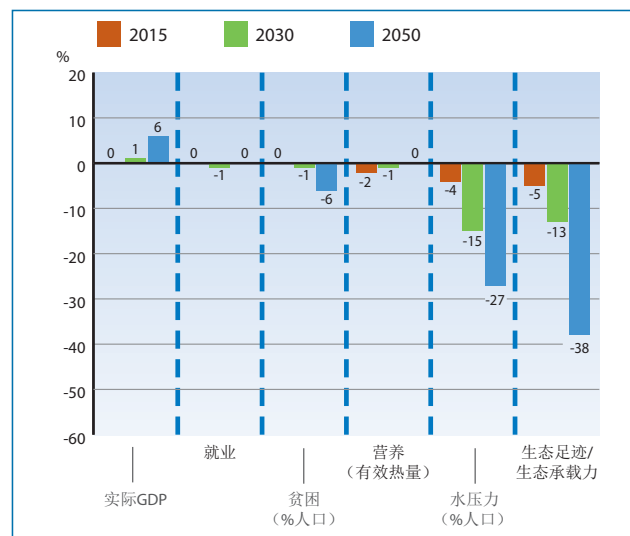


图10: G1情境中2015, 2030和2050年的模拟结果与BAU1情景模拟结果对比*

*生态足迹-生物承载力比率 (或生物承载力比率): 生态足迹对生物容量的比例。生物容量 (或生物承载力) 是一个生态系统产生其所消耗的资源 and 吸收人类产生的废物的能力 (GFN 2010)。

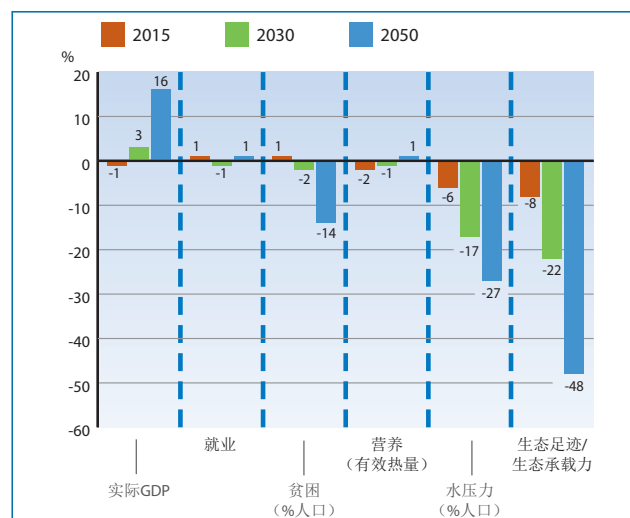


图11: G2情境中2015, 2030和2050年的模拟结果与BAU2情景模拟结果对比

		2011	2015					2020				
	单位		BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
额外投资	十亿美元/年	0	763	1,535	0	760	1,524	885	1,798	0	883	1,789
实际GDP	十亿美元/年	69,334	78,651	79,306	77,694	78,384	78,690	91,028	92,583	88,738	90,915	92,244
人均GDP	美元/人/年	9,992	10,868	10,959	10,737	10,832	10,874	12,000	12,205	11,698	11,983	12,156
人均GDP年增长率	%/年	1.8%	2.1%	2.3%	1.8%	2.1%	2.2%	1.9%	2.1%	1.7%	2.0%	2.2%
人均消费	美元/人/天	7,691	8,366	8,435	8,264	8,338	8,370	9,236	9,394	9,004	9,224	9,357
2美元/天以下的人口	%	19.5%	18.1%	17.9%	18.3%	18.1%	18.1%	16.4%	16.2%	16.9%	16.5%	16%
总就业率	十亿人	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7
能源强度	Mtoe/十亿美元	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16	0.21
化石燃料的CO ₂ 排放量	十亿吨/年	30.6	33.3	33.6	32.9	32.0	30.7	36.6	37.1	35.6	33.2	30.3
生态足迹/生态承载力	比率	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4
续		2011	2030					2050				
额外投资	十亿美元/年	0	1,137	2,334	0	1,150	2,388	1,616	3,377	0	1,719	3,889
实际GDP	十亿美元/年	69,334	116,100	119,307	110,642	117,739	122,582	164,484	172,049	151,322	174,890	199,141
人均GDP	美元/人/年	9,992	14,182	14,577	13,512	14,358	14,926	18,594	19,476	17,068	19,626	22,193
人均GDP年增长率	%/年	1.8%	1.5%	1.6%	1.3%	1.7%	2.0%	1.6%	1.7%	1.4%	1.5%	2.2%
人均消费	美元/人/天	7,691	10,916	11,220	10,401	11,052	11,488	14,312	14,991	13,138	15,106	17,082
2美元/天以下的人口	%	19.5%	13.9%	13.5%	14.6%	13.7%	13.2%	10.4%	9.8%	11.4%	9.8%	8.4%
总就业率	十亿人	3.2	4.1	4.2	4.1	4.1	4.1	4.7	4.8	4.6	4.8	4.9
能源强度	Mtoe/十亿美元	0.18	0.15	0.15	0.15	0.13	0.12	0.13	0.13	0.13	0.08	0.07
化石燃料的CO ₂ 排放量	十亿吨/年	30.6	42.7	43.8	40.8	35.6	30.0	53.7	55.7	49.7	29.9	20.0
生态足迹/生态承载力	比率	1.5	1.8	1.8	1.8	1.6	1.4	2.2	2.2	2.1	1.4	1.2

表4: BAU和绿色投资情景的主要指标

同，其对整个社会、经济和环境产生的影响亦不同。尽管估算投资的全球性影响存在一定的困难，但我们能够计算投资对GDP的一般影响并估计就业率，以及GER所分析部门的可节约成本和自然资源状态。模拟

的绿色和额外BAU情景下投资的主要影响见表4、图10和图11。

绿色经济情景显示自然资源利用与经济增长开始脱钩

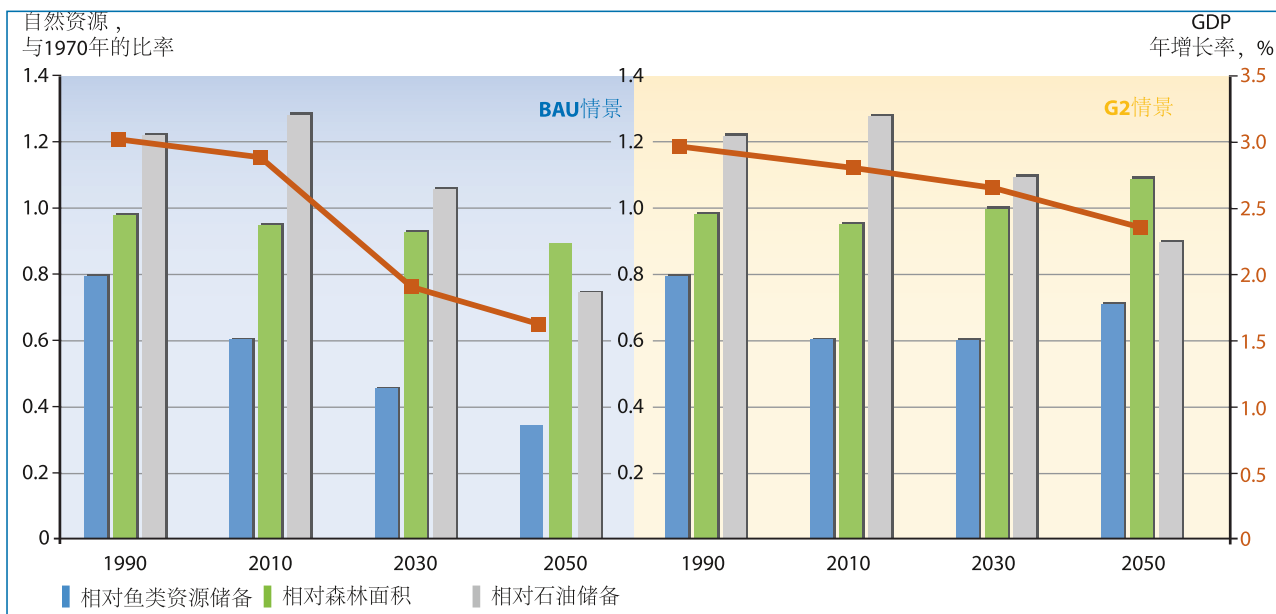


图12: BAU和G2情景中的GDP的增长率和自然资源变化趋势*

*GDP增长率见右轴；自然资源变化趋势是指已探明的石油、鱼类和森林资源储量与1970年水平的对比见左轴在G2情景中，储量得到更好的管理，并留给后代使用，同时维持GDP在中长期的增长。

专栏一: 自然资本储存的变化

常规经济指标，如GDP，并不能准确表述实际经济情况，因为这些指标不能反映生产和消费活动中可能减少自然资本的程度。自然资本随自然资源的消耗或者生态系统提供经济利益能力的降低而贬值。在供应品、调节和文化服务等领域，经济活动可能受自然资本贬值的影响。各种调整国民经济核算和经济总量指标制度的替代办法正在完善，并正在国际间（如综合环境与经济核算—SEEA*）进行讨论。

如图12，T21模型给出了各种天然资源储备量随时间的演变，详见技术背景材料章节第六节。绿色经济情景的特点是对这些储备进行投资和恢复，为中长期的持续收入提供支持。

用相对简单的假设进行一些额外的计算，可以了解自然资源管理对经济产生的潜在改善程度。下表列出了三种资源（化石燃料、森林和鱼类）短中期生物绝对值和在GDP所占比重的变化。化石燃料和鱼类的实体价值的变化用经济价值（单位租金）估算，森林由TEEB估算。按照世界银行采用的方法（2006年），这些贬值（或增值，即改变为正值）的估计值可以看作全球财富净储蓄估量值的额外组成（如看作国民经济核算体系的资产值）。

根据这些计算，每年减少的化石燃料储量相当于目前GDP的1.8%。在BAU情景下，短期内保持大致相同，而中长期有所上升。G1和G2情景下，下降趋势缓解，2010-2050年期间，减少的化石燃料储量在GDP中的比例下降，到2050年，G2情景下下降到0.5%，全球经济对化石燃料的依赖显著降低。

自然资本中，林业资源的全球参考价值具有不确

定性，技术背景材料章节的第六节利用TEEB研究的结果，介绍了林业资源自然资本贬值的上限和下限值。林地目前的折旧值估计为28亿美元2.6万亿美元（跨越了三个数量级），介于GDP的0.01-5.4%。需要注意的是，与化石燃料相比，林地的估计范围较大且较充分。绿色情景下，短期内林地损失能大大减少，变为缓慢的正增长，或到2050年转变为升值而不是贬值。

在鱼类储量方面可以看出类似的改善。目前鱼类资产估计每年降低1160亿美元，如果表示为占GDP的比重，则数值为-0.24%。绿色情景下，这一损失在中长期以后将减少，并保持稳定或转变成净增长。

虽然只针对森林资源得到一系列评估结果，但由于评估方法的延伸性，也可对化石燃料和鱼类资源进行评估。然而，这些结果的可变性可能有异于森林资源。

虽然结果只对比不同资产的折旧估算值，但也要进行仔细的评估和解释。尤其是化石燃料、森林和鱼类三种资源不能相互替代。化石燃料是能量来源；森林及其评估方法，为当地和其他区域，乃至全球范围，提供了从供应到调节的一系列服务；渔业为世界大量人口提供营养和就业机会，其中许多人无法用森林替代鱼类资源作为粮食和生活来源，反之亦然。

一般情况下，该结果强调了目前管理自然资本方式的重大经济意义，以及可以从通过绿色经济战略所赢得的潜在收益。这可以使得全球经济投资到自然资本中，因为自然资本是维持人类福祉的关键，同时也能减少人类对化石燃料的依赖。

		2011	2015					2020				
单位			BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
实际GDP	十亿美元/年	69,334	78,651	79,306	77,694	78,384	78,690	91,028	92,583	88,738	90,915	92,244
NDP	十亿美元/年	59,310	69,082	69,625	68,244	68,898	69,174	79,700	80,981	77,705	79,766	81,007
化石燃料储备量的变化	十亿美元/年	-1,212	-1,447	-1,471	-1,413	-1,309	-1,221	-1,730	-1,788	-1,645	-1,392	-1,163
	占GDP的比例	-1.8%	-1.8%	-1.9%	-1.8%	-1.7%	-1.6%	-1.9%	-1.9%	-1.9%	-1.5%	-1.3%
鱼类资源储备量的变化	十亿美元/年	-160	-151	-151	-149	-77	-36	-141	-141	-134	-46	1
	占GDP的比例	-0.24%	-0.19%	-0.19%	-0.19%	-0.10%	-0.05%	-0.16%	-0.15%	-0.15%	-0.05%	<0.01%
调整后的NDP	十亿美元/年	57,992	67,533	68,052	66,733	67,515	67,878	77,875	79,097	75,973	78,305	79,771
		2011	2030					2050				
单位			BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
实际GDP	十亿美元/年	69,334	116,100	119,307	110,642	117,739	122,582	164,484	172,049	151,322	174,890	199,141
NDP	十亿美元/年	59,310	100,686	103,215	96,006	102,638	107,133	139,621	145,483	128,599	149,887	172,198
化石燃料储备量的变化	十亿美元/年	-1,212	-2,616	-2,787	-2,373	-1,692	-1,127	-4,705	-4,972	-4,312	-2,306	-979
	占GDP的比例	-1.8%	-2.3%	-2.3%	-2.1%	-1.4%	-0.9%	-2.9%	-2.9%	-2.8%	-1.3%	-0.5%
鱼类资源储备量的变化	十亿美元/年	-160	-122	-122	-116	-9	52	-91	-91	-88	40	142
	占GDP的比例	-0.24%	-0.11%	-0.10%	-0.10%	-0.01%	0.04%	-0.06%	-0.05%	-0.06%	0.02%	0.07%
调整后的NDP	十亿美元/年	57,992	97,988	100,345	93,558	100,939	105,930	134,855	140,450	124,231	147,509	171,129

专栏1内容注释：该结果是基于技术材料背景章节的第六节计算的，主要包括使用T21模型补充的计算结果，该结果是关于自然资源储备随时间的变化以及对其他数据的引用。从国内净产值（NDP）中扣除化石燃料和鱼类资源的价值变化得到调整后的NDP*。

* 参考<http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp>

（图12）。事实上，绿色和额外BAU投资的主要区别在对自然资源未来储备的预测方面（专栏一基于技术背景材料章节的第六节，更详细地介绍了自然资源储备的变化，包括自然固定资产价值的变化，和调整后的国内净产值）。BAU情景下为了推动消费，拉动经济的短中期增长，自然资源枯竭程度将加剧。从长远看，自然资源（如鱼类、林地和化石燃料）的减少对GDP将产生负面影响，包括产能降低、能源价格提高和排放量增加，并将降低就业率。其它潜在后果还包括由于资源短缺（例如水）造成人类的大规模迁移，全球气候变暖加速以及生物多样性大大降低等。

通过加大在主要生态系统服务和低碳发展中的投资，绿色情景在短中期的经济增长速度稍慢。但从长期看，通过降低排放量，减少对挥发性燃料的依赖，更有效和可持续地利用自然资源，绿色情景将表现出更强的适应力，经济增长将更快且更可持续。换句话说，绿色经济投资情景解决了目前经济发展与地球生物物理约束之间的碰撞。跨部门之间更详细的主要结果总

结如下。

BAU投资的中短期投资回报率（Return on investment, ROI）较高，而绿色投资的长期投资回报率较高。绿色投资情景中，2050年的总产值将比BAU投资亲情景中高25%，到2050年，绿色投资情景中平均每美元的投资收益将超过3美元；两种情景的收益率在一定的时间段内均可实现正值，绿色增长中需9-11年，BAU情景需7-9年。确切地说，BAU投资在短期内带动经济增长的速度高于绿色投资（按总GDP和人均GDP¹⁴计），社会进步只存在边际差异（减贫、就业和营养）。然而从中长期来看，绿色经济情景下的经济和社会发展有望超过BAU。此外，由于绿色情景对环境的负面影响较小（如能源强度、排放和足迹），绿色情景相对于BAU情景中长期经济增长更快。

BAU和绿色情景的结果表明，到2050年，G1和G2情

14. 传统计量方法在过程和结果上都受到限制（专栏一）。

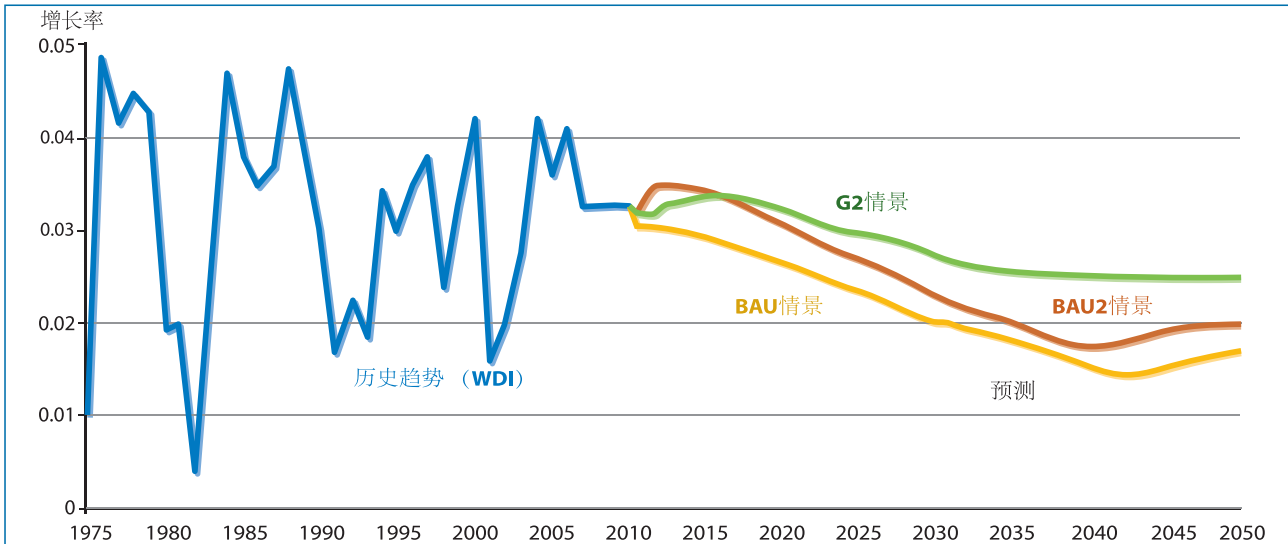


图13: GDP年增长率的趋势*与BAU1, BAU2和G2情景中对未来趋势的预测
*历史数据参考WDI 2009

景下的全球实际GDP将分别达到175万亿美元和199万亿美元，分别比BAU1情景下的164万亿美元和BAU2情景下的172万亿美元高6%和16%。从2010年到2050年期间，在BAU1和BAU2情景下GDP的年均增长率为2.3%-2.4%，而绿色情景下则为2.3-2.7%。BAU1和BAU2情景下中短期的经济发展更快，然而，由于自然资源的枯竭和能源成本上升，到2050年BAU1和BAU2情景下GDP将低于G1和G2情景（图13）。NDP考虑了资源的折旧，在一定程度上，化石燃料和鱼类资源的NDP（见专栏一）也具有类似趋势。在绿色经济发展的推动下，G1和G2情景下的就业总人数将达48-49亿（高出BAU3%-5%）（表4）。根据模拟投资及其时间范围，绿色部门的总直接就业率短期内可能下降（主要是由于渔业和林业部门就业率下降¹⁵），而到了中长期则可能赶上或超过BAU情景。G1和G2情景下，依赖自然资源的部门预计将增加1.34-2.38亿个就业机会¹⁶。假设自然资源的枯竭不会抑制生产和就业的增长，2050年额外BAU情景下就业人数预计比BAU多0.97亿到1.76亿。当考虑整个经济的间接就业效应（经详细研究的部门的就业失业情况，如渔业）时，到2050年，绿色情景可创造1.49-2.51亿个就业机会，BAU1和BAU2情景可提供1.26-2.23亿个。该结果强调向绿色过渡所需的成本，特别是建立低碳未来的再培训和重新定位方面。

短期来看，额外BAU情景下的全球GDP略高于绿色情景（在2015年和2020年小于1%），到2020年，达到约91-92万亿美元，比BAU情景高2.5-4%。相应地，到2020年绿色经济情景下的总就业人数将比BAU1和BAU2情景下分别低800-2,100万（或0.2-0.6%），若只考虑绿色部门的直接就业率，则G1和G2情景下将比BAU1和BAU2情景下高2%-3%。

随着GDP的增长，在BAU1和BAU2情景下，随着对自然资源的压力增加，GDP增速将降低。土壤质量降低，水资源压力和化石燃料价格上升都会对GDP产生负面影响，继而影响人类发展指数（Human Development Index, HDI）等指标。自然资源对生态足迹的影响多

种多样，BAU2情景下自然资源利用与地球可持续产出的比值从2010年的1.5和2020年的1.7变化到2050年的2.2。在G1和G2情景下，虽然投资支持向低碳和资源节约型经济过渡，但它们产生比BAU更高的GDP，而且可以降低能源和水资源需求。因此，额外GDP和相关消费可以抵消部分在资源节约方面的绿色投资。能源效率和在可再生能源方面的投资存在协同作用，一方面可以减少对化石燃料的需求减少；另一方面，尽管存在反弹效应的影响，但需求的减少随时间推移又能促使价格低于BAU情景的预测值，从而增加储蓄（或节约成本）。

15. 当采用渔业章节提议的第二种方法时（即捕捞能力的减少主要影响大型船舶和工业生产），渔业部门的就业，短期内将只减少100-120万人，和BAU情景下1,000万个直接就业损失相比将有极大减少。在这种情况下，渔业部门长期的就业人数将远高于BAU情景。

16. 如上所述，T21全球模型不以所有就业为前提。除了对每个部门的就业在下文做进一步介绍外，国际劳工组织也进行了就业影响的其他分析，参见www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/documents/publication/wcms_152065.pdf。

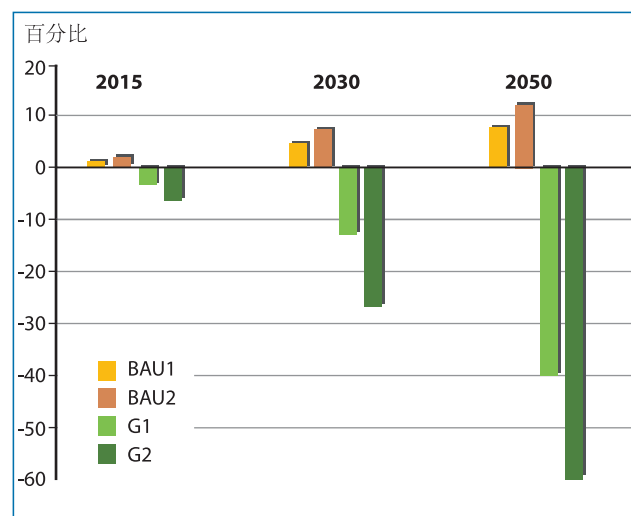


图14: 额外投资的BAU和绿色情景中给定年份的模拟结果与BAU情景模拟结果对比

由于绿色投资的作用，到2050年，绿色情景下的全球能源需求和CO₂排放量相对于BAU情景将得到缓解（图14）。即使没有就过渡到保护性农业对排放量的有利影响进行明确建模和分析¹⁷，我们仍然可以预计绿色情景下CO₂浓度将控制在在500-600ppm范围内¹⁸。这表明，和IPCC第四次评估报告（IPCC，2007）一样，将全球变暖控制在2℃之内的概率很小。具体说，在G2情景下预计到2030年全球能源强度将减少36%。其中，与能源有关的CO₂排放量，从2010年的30.6Gt下降到2050年的30-20Gt，也可以说，到2050年，在G1和G2情景下分别比BAU情景下低40%和60%，这比短期内的缓解更重要（BAU情景下2015年减少3%-6%，2020年减少7%-15%）。来自化肥使用、森林砍伐和收割土地等非能源相关产业的排放量在2015年将分别比BAU情景下低16%-25%，33%和1%；在2050年将分别低45%-68%，55%和4%。值得注意的是，若制定与美国最近国内提案（以2010年的美元为基准，到2030年，每吨CO₂排放价格为77美元，到2050年，为221美元）相一致的碳价格上限和交易机制，在2012-2050年间，绿色经济投资减少的排放量将平均每年节约成本1-1.65万亿美元。

在绿色经济情景下，生态足迹在短期略微增加后将在中长期得到改善，与生物承载力比值在2015年达到1.5，比BAU情景下低4%至6%。到2050年，稳定在1.4-1.2，远低于BAU情景下的2.0，在BAU1和BAU2情景下为2.21-2.4（图15），在G1和G2情景下，由于排放将减少3.6%和7%，生命周期将减少。

由于模拟的绿色投资不仅对经济（如GDP）有影响，对社会（如就业、贫困）和环境（如能源消耗、排放、土地和水资源管理）也有影响，它们的应用环境与分析密切相关。一些发展中国家，如撒哈拉以南的非洲国家，在实现千年发展目标（Millennium Development Goals, MDGs）（World Bank 2007）的

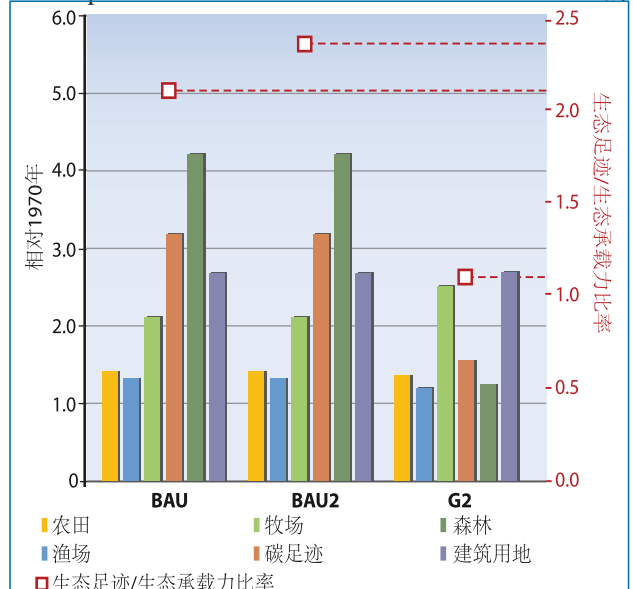


图15: 不同情景中2050年生态足迹的构成*
*左轴表示与1970年水平的比较，右轴表示生态足迹/生物承载力比率

过程中将面临极度贫困问题和巨大挑战，例如对农业依赖性很大并极易受气候变化的影响。在这些国家，通过增加水和能源供应、改善营养状况以及有效利用自然资源等措施来改善社会经济条件是绿色经济战略的主要目标。发展中国家可以通过努力提高生产率，增加经济弹性，以维持经济稳固增长。能源和资源利用效率是长期发展的关键。以赤道附近的国家为例，这些国家拥有得天独厚的石油和其他自然资源，作为资源净出口国，可通过减少国内需求获利，并通过保护森林和其他自然资源储备（出资维护生态系统服务）以维持地球的生物多样性。最后，发达国家能够积极地促进技术发展，通过减少碳排放路径，创造就业机会，转变为资源节约型的成熟经济体。

农业

在绿色投资情景下，农业部门的额外投资（在G1和G2情景下，2011-2050年平均每年分别为1180-1980亿美元）用于有机肥的推广使用、农业研究和开发、病虫害防治以及食品加工。和BAU方案相比，预计到2030年农业（作物）产量（不包括畜牧林业和渔业）可增加7-11%，到2050年增加11-17%¹⁹。相对BAU1和BAU2，绿色情景下到2030年增值范围为3-5%，2050年为5-9%，这主要归功于土壤质量的改善（如有机肥的广泛使用），研发上的努力以及病虫害的有效防治。通过这些措施，提高了每公顷作物产量（2050年，每公顷比BAU方案高15-22%，比额外BAU方案高6-10%，只有中短期BAU1和BAU2情景下产量比绿色方案高）。如图16所示，每公顷天然作物产量取决于多重因素，收获前的损失也进一步影响实际有效产量，此外，收获后的损失也将降低最终的粮食供应量²⁰。

农作物产量提高使所需耕地面积减少，到2050年，绿色情景下土地使用面积将比BAU情景少4%，比额外BAU情景少6.2%。因此，在绿色情景下人均所消耗的热量将高于BAU和额外BAU情景，特别是长期来看，到2030年将分别提高4-7%和1-1.4%，达到约3,100千卡/人/天。到2050年，相对BAU情景，整体营养质量预计上升9-13%，每人每天消耗3,250-3,380千卡能量。与绿色情景中农业生产增加一致，到2050年，G1和G2情景下，农业部门的就业人数将分别达到16.2亿和17亿，远高于BAU1（16亿）、BAU2（16.6亿）和BAU（15亿）情景。

这种情形在短期内也将稍有改善，到2015年作物产量和营养状况将比BAU分别高3.3-5.1%和1-2%。特别是土壤质量，由于可持续农业实践的延迟效应，与20年后增加的10-14%以及40年后增加的21-27%相比，

17. 在保护性农业活动中没有对全球土壤碳吸收进行评估。
18. 当考虑有机物的潜在固碳和保护性农业时，排放浓度可以降低到450ppm。保守估计，每年全球OA潜在固碳量达2.4-4GtCO₂-eq，而其他评估指出为6.5-11.7GtCO₂-eq甚至更多（Müller and Davis 2009; Nelson et al. 2009）。
19. 当假定溢价可以适用于认证产品或来自可持续农业生产的货物，在G1和G2情景下，农业GDP将平均比BAU1和BAU2情景下高28%，比BAU情景高40%。该计算假设生产者可以进入需要（或奖励）可持续实践的市场。
20. GER中建模和分析的各部门因果环路图（CLD）见技术背景材料第七节。

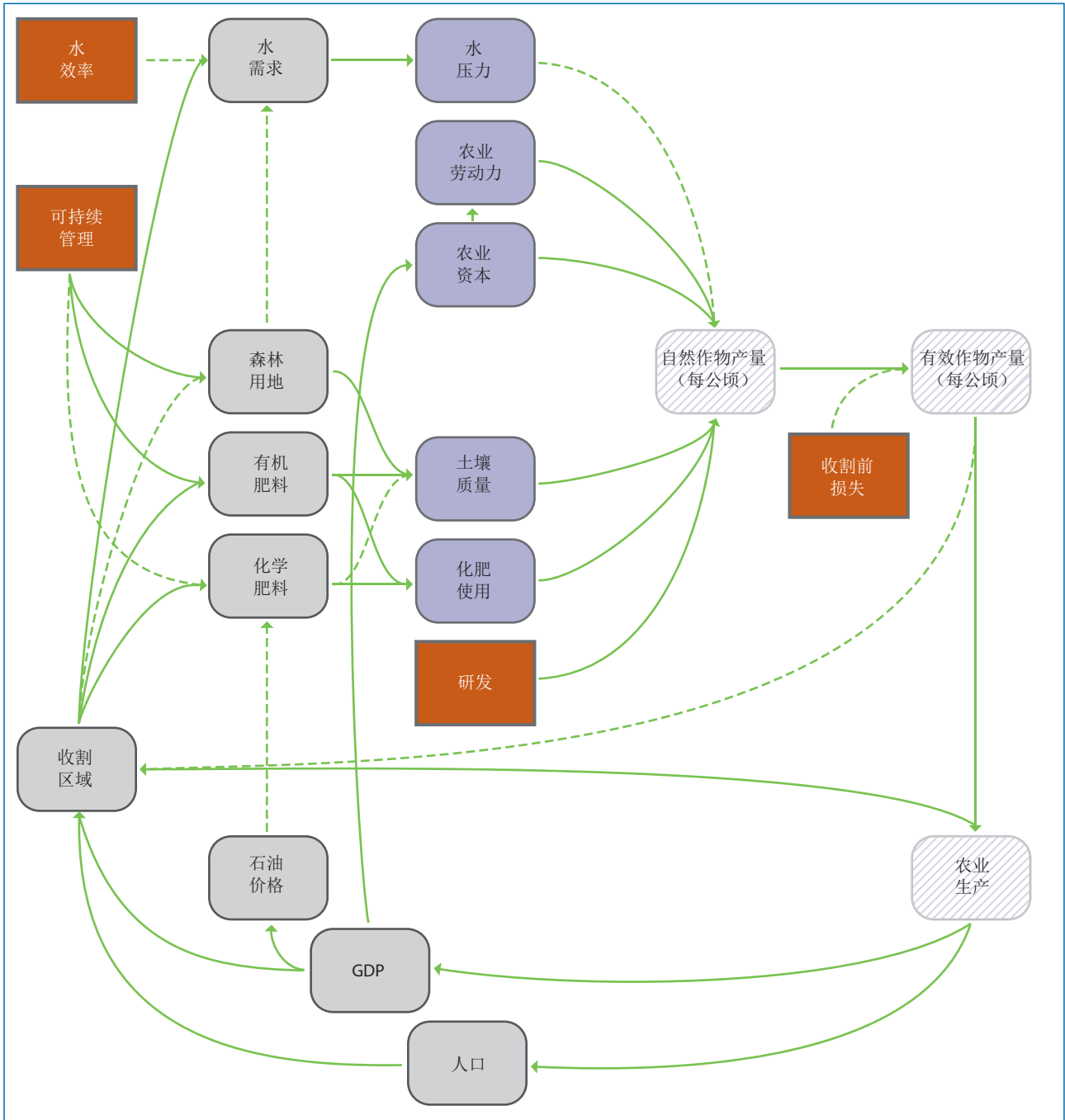


图16: 模型中农业部门中影响农作物产量的主要因素的因果环路图。

蓝色框代表各影响因素，橙色框代表选定的绿色投资领域

有效作物产量的定义是自然产量和植物病害造成的损失之间的差额。而自然作物产量受资本和劳动力、以及研发（如种子改进）、土壤质量、化肥的使用和水供应的影响。土壤质量还进一步受到化肥的使用和森林的影响。

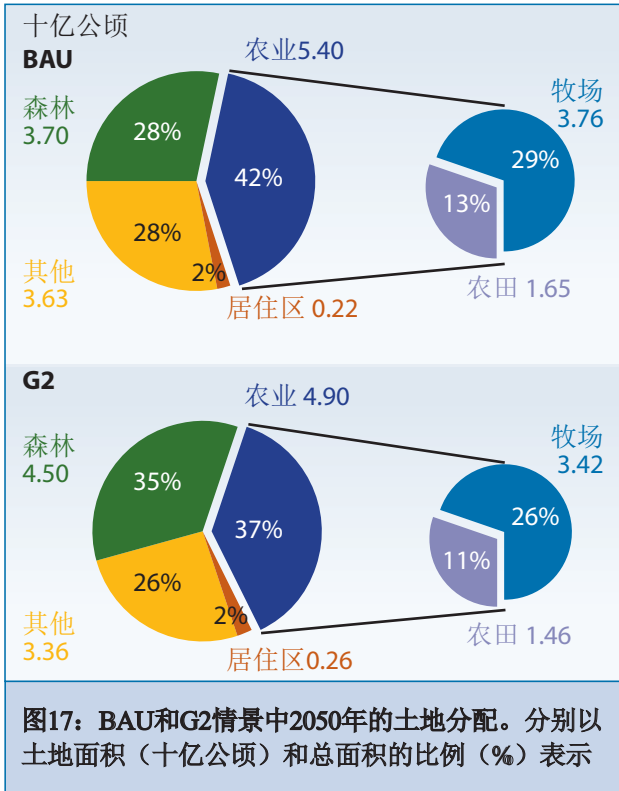
五年后将仅上升1-2%。

绿色投资应主要分配给农业，因为农业是经济和社会发展的主要驱动力。以最不发达国家中的撒哈拉以南的非洲国家为例，促进可持续农业投资，可以提高产量和生产效率，也能改善营养状况和粮食安全。如果将主要部门的所有模拟投资（包括农业、渔业和林业）都分配给农业为主的国家，农村居民平均每年人均增收600美元左右，若只考虑农村贫困人口则将增

收1,450美元²¹。即使这些投资只有20%用于农业为主的国家，农村居民和农村贫困人口人均GDP每年分别增加118和290美元。鉴于以农业为主的国家2005年人均GDP为524美元/年，此增幅相当可观。以发展中国家的小农农业和工业化国家的高外部投入农业为例，分散的农业部门更有益于这类投资获得潜在的收益²²。

21. 用2008年世界发展报告（世界银行2008）公布的数据计算的人口数量和变化趋势。

22. 可行性主要取决于数据的可用性，这将在该模型中进一步探讨。



林业

在绿色经济情景下，2010-2050年间，平均每年在林业部门的绿色投资总额为400亿美元，将用于减少森林砍伐量和植树造林。预计2010-2030年间天然森林平均每年砍伐率比BAU情景下低50%（图17和图18），从2030年开始每年砍伐量将下降670万公顷，估计将有2.83亿公顷天然森林（或8%）被保留。额外的绿色投资将大大增加造林（人工林）面积，到2050年新增林地面积将道道190万公顷/年，

人工林地面积将比BAU情景下多4.97亿公顷（或143%），2015年后，林地面积超过基准预测，为林业生产提供足够的资源。和绿色情景下林业生产的增长一致，林业就业人口在2050年将达到30万人，比BAU情景多20%。由于造林面积增加且森林砍伐活动减少，预计40余年后总林地面积将达到45亿公顷，比BAU情景多21%。到2050年森林生态系统固碳量将达到502Gt，比BAU情景高21Gt，比目前水平高71Gt。另外，林地能更大程度上提高土壤质量，并能增加蓄水量，这两个因素对农业生产将产生积极的影响（Pretty et al. 2006）。然而，增加人工林地面积耗时长。短期内，作为绿色投资的结果，造林（是BAU的2.5倍和3倍）和减少毁林（是BAU的60%和46%）不会为环境带来直接利益。森林总面积（约40亿公顷），预计在2015年和2020年将分别比BAU情景下多1%和3%。在2020年左右，林业生产将开始产生效益，2020年增加的林地价值将达到8,400亿美元，比基准高12.5%，额外创造约3万个就业机会。

对许多国家来说，林地是非常重要的，林地的收获和保留是重要的经济驱动力。某些情况下，废弃的土地可以随着时间的推移转化为森林，对农业和居住地不产生负面影响。同时，更好的控制措施将降低森林的砍伐速度，遏制林地和自然资源的迅速枯竭。

渔业

渔业的绿色投资（未来40年每年1,180-1,980亿美元）可分配到以下三个方面：1）船只回购计划，以防止过度捕捞；2）渔业就业的再培训和再安置；3）支持鱼类储量再生的渔业管理。在绿色情景下，渔业部门

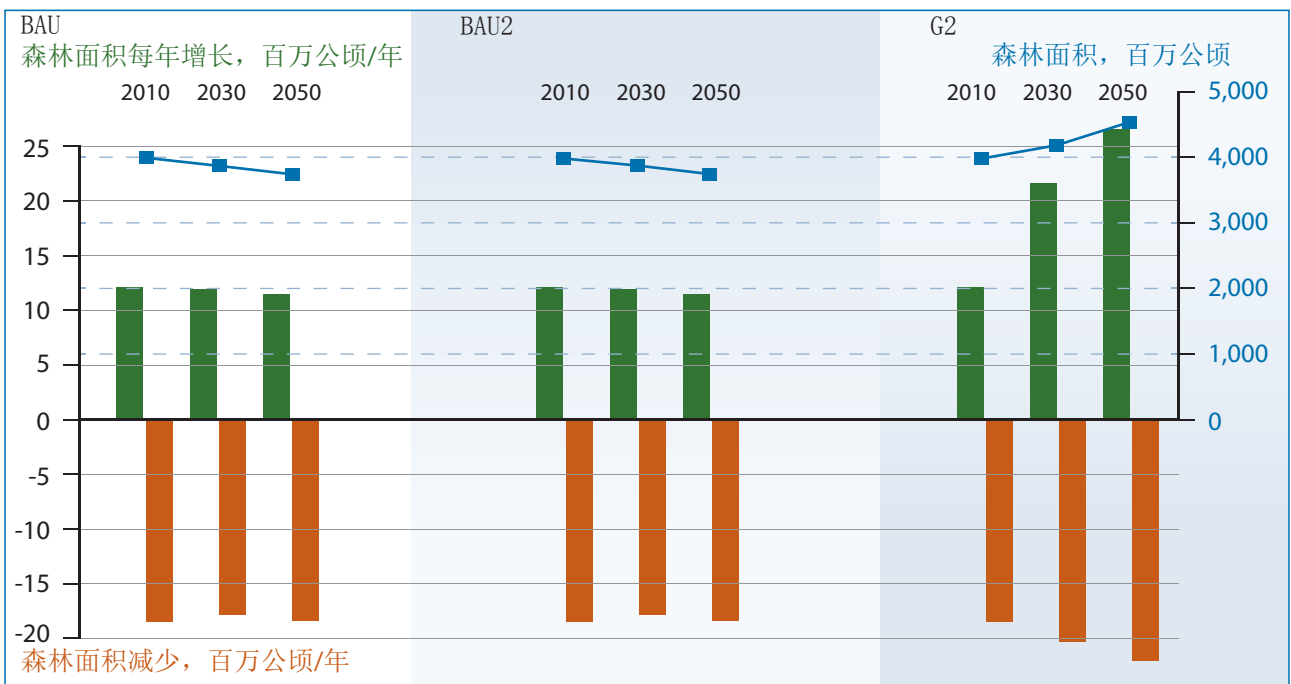


图18: BAU, BAU2和G2情景中的森林蓄积量以及毁林和造林情况

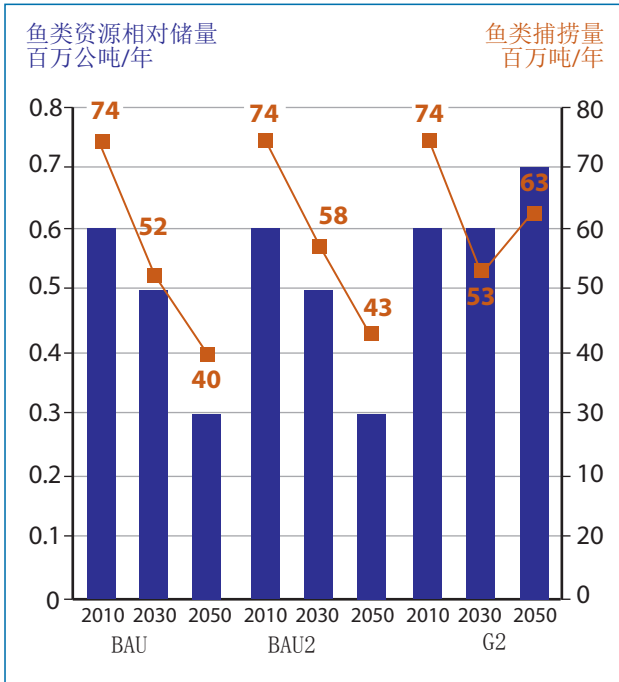


图19: BAU, BAU2和G2情景中鱼类资源相对储量和捕捞量*
*相对1970年水平

可以通过减少船只数量并投资鱼类管理走向可持续发展之路²³。2011-2020年间，由于捕捞船只减少，2020年捕捞能力将比BAU情景低26%，这将使全球捕鱼量在2017年下降到5,000万吨，远低于目前水平（与BAU情景相比，减少25%），但2020年左右将停止下降趋势并趋向平衡，鱼类资源将逐步得到恢复。在G1和G2情景下，一旦鱼类储量的下降趋势得到遏制，且将投资用于提高行业管理水平，到2050年，捕鱼量可

能实现增长，远高于预计的5,000-6,300万吨，2010-2050年间，平均每年比BAU情景多2%-4%。

虽然短期内捕捞能力的降低将减少直接就业机会（相比于BAU下的2,400万和2011年的2,900万，G1和G2情景下2020年降低1,900-2,000万），但与基线相比，到2050年，在绿色情景下，鱼类储量得到增加并且部门管理水平将会提高，预计可将就业水平提高27%-59%²⁴。额外BAU情景下，假设将投资分配给商业活动，预计到2050年，鱼类资源将被大量开采（据估计，到2015年和2050年可捕获的鱼类分别只有1970年的56%和33%），致使符合成本效益的鱼类资源减少（图19）。结果表明，绿色经济情景下，需要在短期内抵消过渡成本，以达到更高的生产率和就业水平。

假设鱼类资源储量管理措施的成本（效益）为每吨354-1,180美元（BAU情景下为736美元，或成本/效益的比例为1:4），模拟各种情景，对渔业部门投资的有效性进行详细评估。捕鱼量变化结果如图20所示。

2050年全球鱼类资源在成本最低的情况下将恢复到1970年的水平，成本最高的情况下将恢复到目前的水平（大约是1970年总量一半）。假设没有额外的资源管理措施，G2情景下2050年可获鱼类资源量大

23. 鱼类储量代表鱼类总量。将储量作为一个变量建模，其值由前一年的储量，每年鱼的新生数量和鱼类死亡的减少量计算。同样，森林和农业土地储备代表森林和农业生产用的土地面积，其值随土地类型的转换而改变。其他储备，包括化石燃料储备和资源储备等。

24. 采用渔业章节中提出的替代办法（例如捕捞能力的降低影响大型船舶业和工业生产）时，渔业部门的就业人数短期内将减少100-120万，远远低于BAU情景中直接减少的1,000万个就业机会。绿色情景下，渔业部门长期的就业人数将远高于BAU情景。

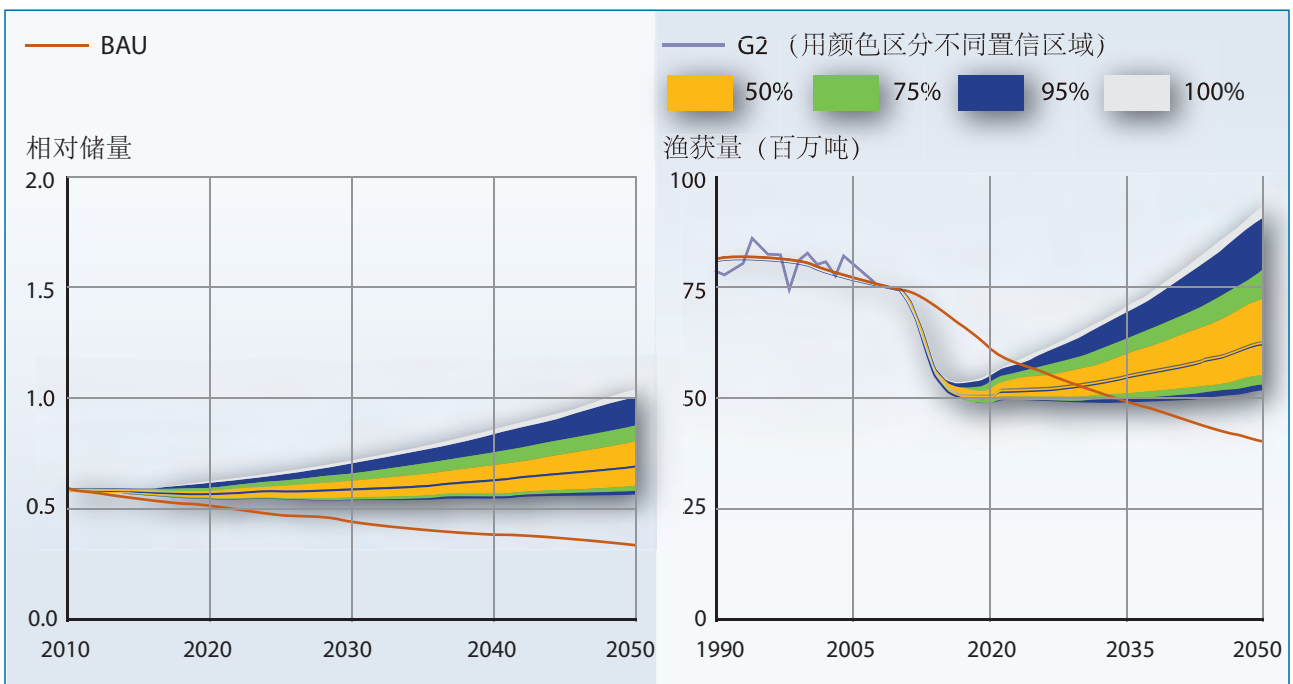


图20: 鱼类资源的相对储量和渔获量的灵敏度分析*
*相对1970年水平

²¹黄色区域是灵敏度分析变化50%的情景，绿色为75%，蓝色为95%，灰色为100%。

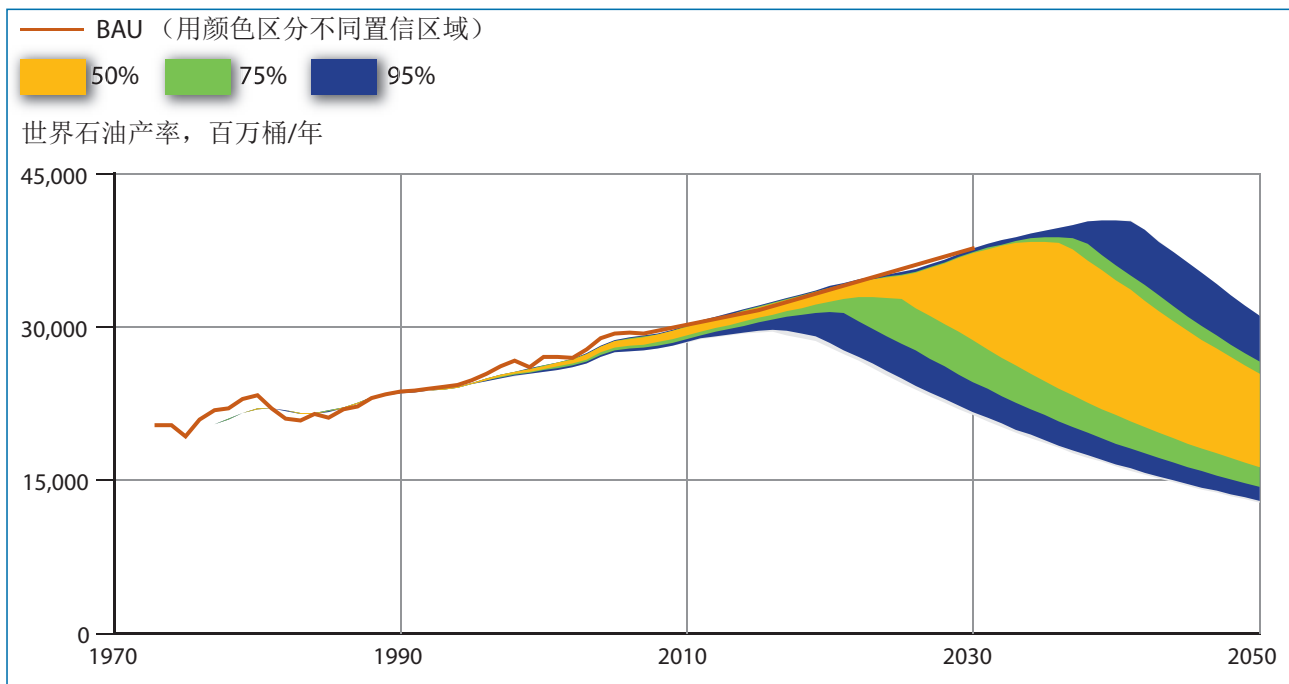


图21: 绿色经济报告的情景分析中全球常规石油生产情况

“世界石油产率”：每年常规世界石油产量，百万桶/年。

约是1970年的70%，而BAU情景下仅为30%。因此，全球鱼类捕捞能力经过短期下降后将恢复，2050年产量将达到每年5,000-9,000万吨，超过两种极端情景下21世纪20年代早期和2035年的基准值。

能源

能源方面的绿色投资有利于供应方（低碳发电和生物燃料生产规模的扩张）和需求方（能源使用效率提高，涉及工业、交通和建筑部门）。值得注意的是，在石油高峰情景下存在协同效应（Bassi et al. 2010），即绿色投资推动下能源效率的提高和偏离化石燃料使用的较快转变，将使整个模拟期的能源价格减少至低于BAU情景下的能源价格，使经济更具弹性并维持增长。对各种情景进行模拟，以研究和评估时间对几种

传统的石油生产趋势的影响。资源和储备总量改变以成为内源性获得世界石油生产。详细分析参见Bassi等（2010），分析的情景范围见图21。

能源供应

绿色经济情景下，能源供应部门在2010-2050年间将每年得到1,740-6,560亿美元的绿色投资，以扩大生物燃料生产以及使用可再生能源和先进技术（如CCS）。

用清洁能源替代碳密集型能源的额外BAU情景，其可再生能源的普及率与BAU情景下的13%和BAU2情景下12%相比，到2050年将增加至能源总需求的19%-27%。

%	2030				2050	
	*WEO	GER	*WEO	GER	*ETP	GER
情景	参照	BAU	450	G2	BLUE Map (蓝图)	G2
煤炭	29	31	19	25	15	15
石油	30	28	27	24	19	21
天然气	21	23	21	23	21	25
核能	6	6	10	8	17	12
水力	2	2	3	3		4
生物燃料和废物	10	8	14	12	29	16
其他可再生能源	2	3	5	5		8
总计	100	100	100	100	100	100

表5: GER和IEA的不同情景中2030年和2050年的能源结构

资料来源: WEO 2010 IEA 2010; ETP 2010 IEA 2010

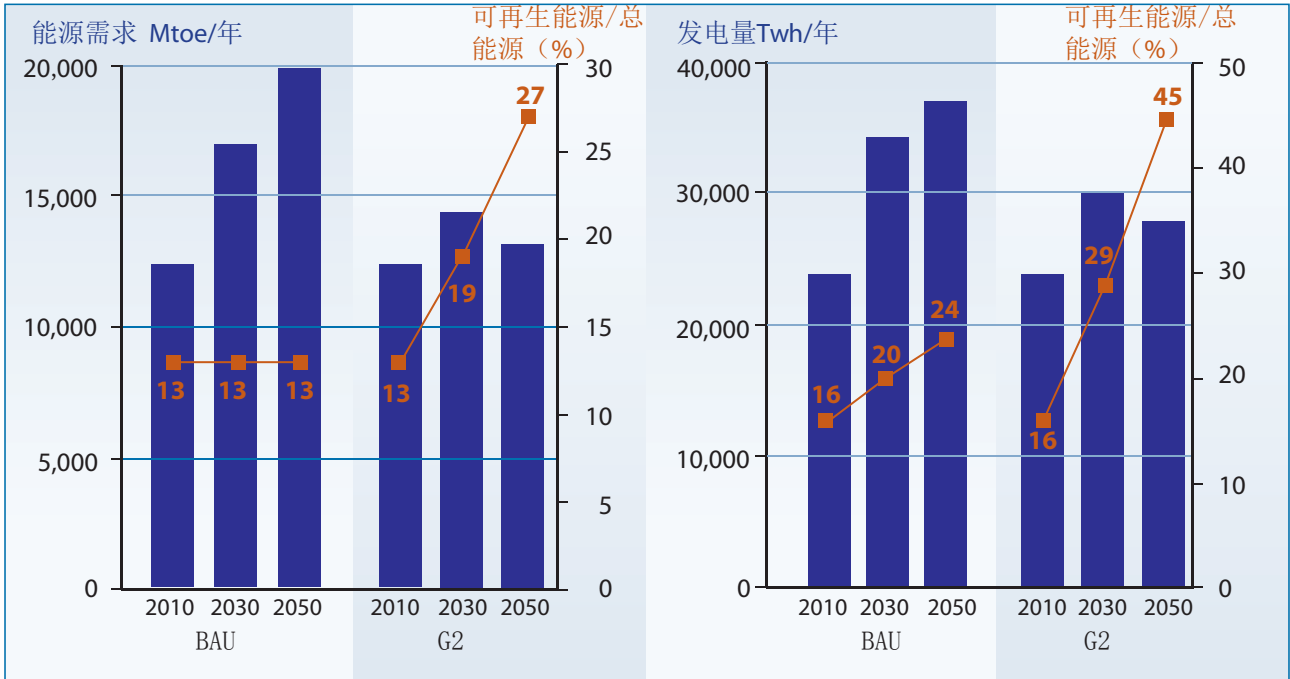


图22：BAU和G2情景中能源消费总量和可再生能源的普及率，以及发电量和电力部门中可再生能源的普及率。

2050年，电力部门绿色能源发电量将分别达到1.7TW（水力）、204GW（废弃物）、955-1,515GW（风力）、38-54GW（地热）、655-1,304GW（太阳能）、8-21GW（潮汐）、3-16GW（波浪）。这些可再生能源将占总发电量的29-45%，显著高于BAU情景下的24%和BAU2情景下的23%。随着可再生能源的扩张，化石燃料，特别是煤炭的比重，与BAU情景下的64%相比，将下降至34%（图22和表5）。

有下降：由2010年的1,900万下降到2050年的1,860万。在绿色情景下，短期内创造的就业机会（G1和G2）主要来自可再生能源较高劳动强度（相对于火力发电）。相反，就长期来说，G1情景下的就业机会低于BAU情景（2050年，比BAU情景下低4%），而G2情景下的就业机会（2,330万）高于BAU1情景（1,950万），当考虑能源效率工作时，将超过BAU情景近26%（1,860万）（图23）。

绿色情景下，有望实现第二代生物燃料的引进和扩张。预计到2025年和2050年，第二代生物燃料的产量将分别达到1,510-4,900亿升汽油当量（lge）和2,540-8,440亿lge。2050年，第二代生物燃料占世界液体燃料产量的4.2-16.6%（第一代生物燃料约占8.4-21.6%）。在G1和G2情景下，假如25%以上的残余物不可用（IEA 2010），而贫瘠土地可用，农业和林业残余物量应为12-37%。能源部门若使用生物燃料和农业残留物作为原料，可提供33-100万个就业岗位，如果使用农业残留物和常规原料作为混合原料，就业岗位将增至300万。在其它情景下模拟各种因素对第二代生物燃料时期劳动强度的影响时，却鲜有发现（如2009年的生物时代）。第二代生物燃料时期，能源部门提供的就业机会约为第一代生物燃料时期的1/6-1/3。也有分析认为第二代生物燃料时期和第一代生物燃料时期的劳动强度相当。在第一种分析中，预期生物燃料行业就业机会将得到快速增长，到2050年，将达到近300万和400万（G2情景为310万，BAU情景为200万）。另一方面，假设第二代生物燃料时期劳动强度不变，到2050年总就业人数将达到770万。

BAU情景下，化石燃料的开采和加工将提高劳动生产率，能源部门的总就业人数预计随时间的推移略

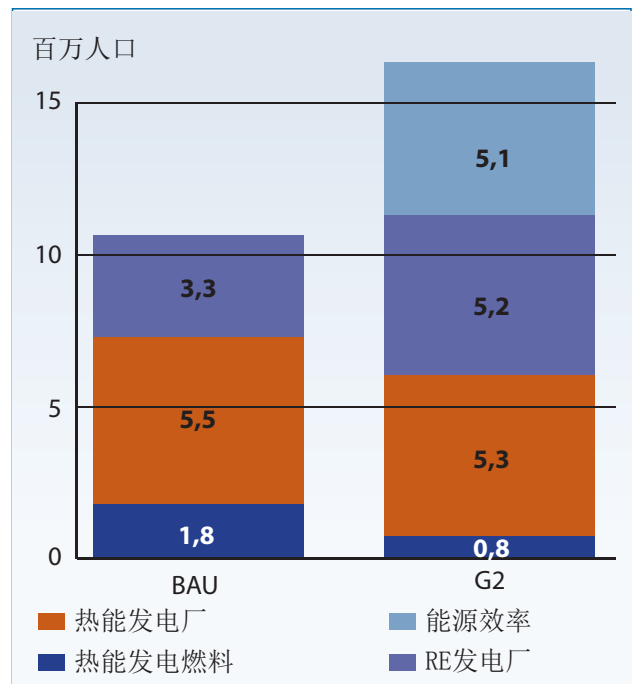


图23：2050年各种情景中在发电厂、电源供应燃料，能源效率方面电力供应的就业组成包括：生产，建设，安装，操作和管理

绿色投资情景下，能源部门可再生能源扩充的短期效果与长期相比不太明显，与BAU情景相比，到2020年，电力供应系统中的可再生能源普及率将由18%上升至19-22%，在总能源供应中的普及率由13%上升至14-17%。届时，绿色投资将推动第二代生物燃料的产量到达1,330-4,240亿lge，生物燃料生产行业将提供150-190万个就业岗位（比BAU多12%-40%）。因此，G2（2,100万）情景下总能源领域的就业机会将比基准值（2,000万）高5.5%，但G1情景下比BAU情景（1,900万）低2%。这些数据包括到2020年通过提高能源效率创造的25-62万就业机会。

能源需求

未来40年，每年将有2,770-6,510亿美元的绿色投资用于提高终端能源利用效率，特别是不同部门的电力使用、工业（HRS-MI 2009）和交通部门的燃料使用（公共交通网络的扩大与提高能源效率相悖，交通部门的投资将在单独的章节中进行分析）。

这些节能措施使得一次能源需求总量在2020年、2030年和2050年分别为14,120-13,709Mtoe, 15,107-14,269Mtoe和14,562-13,051Mtoe，比BAU情景下分别节省4-6%、10-15%和26-34%²⁵。如上所述，公共交通网络的扩大（铁路和巴士）、能源效率的提高（例如，工业和建筑行业）以及可再生能源和废物使用的增加将使总化石燃料的需求到2020年相对BAU情景下降6-12%，到2050年相对于BAU情景将下降22-41%，相对BAU1和BAU2情景下降高达28-48%（IEA 2008）。

降低能源消耗将大量节省能源开支。例如，2010-2050年间电力部门在资金和燃料成本方面平均每年可

25.作为对比，在过去30年中（1973-2004），经合组织国家由于能源效率的提高使得预计能源消费增幅降低了56%（IEA 2008）。

节省4,150-7,600亿美元。

此外，用于提高能源效率的绿色投资，预计到2050年可额外创造290-510万个就业岗位，使得G2情景下能源领域的总就业人数达2,340万，比基准值高26%（图23列出了电力部门的就业情况，图24列出能源部门的详细岗位分类）。

运输

如上所述，未来40年，每年将有1,870-4,190亿美元的绿色投资用于交通部门能源效率的提高，以及帮助私人交通工具向公共或者非机动车交通工具（如步行或骑行）的转型。到2050年，私家车将只占旅客出行的三分之一（以千米/年计）比基准值几乎减少了一半，汽车的数量相对于BAU将减少了34%。因此，G2情景下，到2050年旅客乘坐火车和巴士出行的概率将增加到18%和35%。交通模式的过渡、能源效率的进一步提高以及总出行量的预期变化这三者的结合，将促使几乎所有的交通方式耗能减少，相对于BAU情景，绿色经济情景下汽车可节能57-75%，整体节能40-65%，超过了铁路和巴士增加的能耗（表6）。因此，在绿色情景下，交通的CO₂排放总量预计到2050年将下降到7.8-4.6Gt/年，基线值约13Gt/每年。届时，汽车的CO₂排放份额将由BAU情景下的53%下降到绿色情景下的38%。公共交通的扩张可增加就业机会，绿色情景下总就业人数到2050年将增长到1.24-1.3亿（或比基准值高5-10%）。

短期内，绿色投资情景下，2020年私家车将占旅客出行的41%，而BAU情景下大约占50%，铁路运输由BAU情景下的7%增长至11%。因此，到2020年汽车的总能耗相对于BAU减少28%，所有车辆的能耗和废气排放量减少20%。在国家层面上，燃料效率的提高、铁路网络的扩大和电气化的投资存在协同作用。如果采用非热动力源，将减少对液体燃料的需求，提

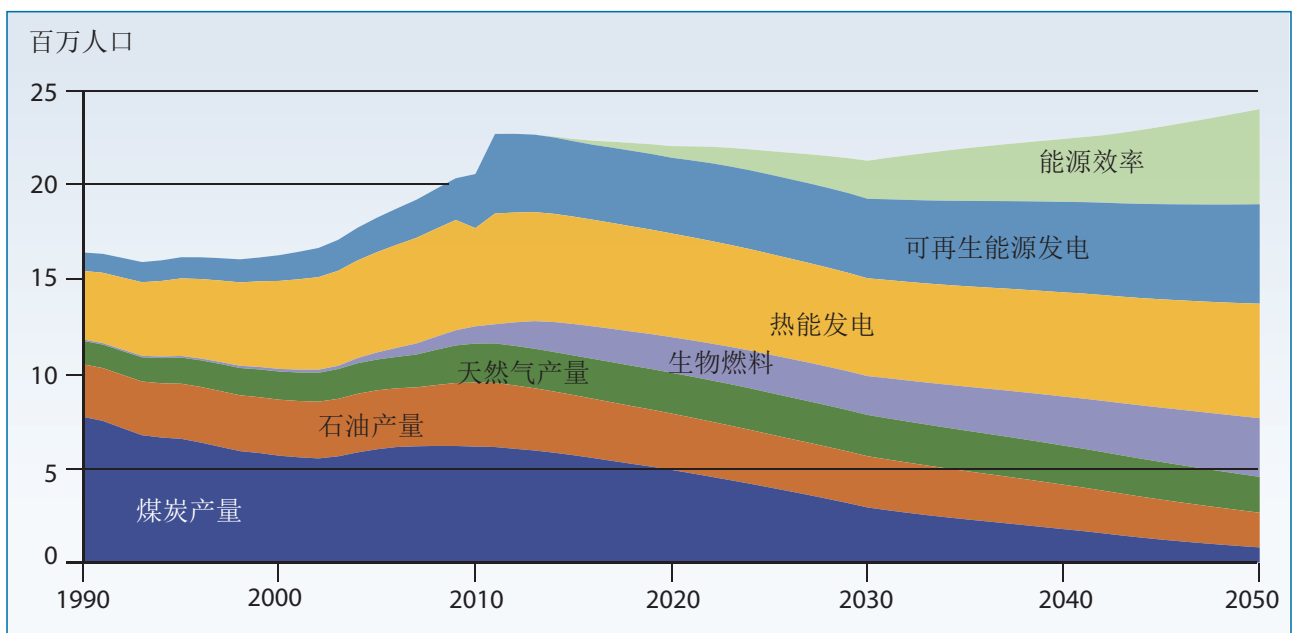


图24: G2情景中能源领域的总就业人数
包括: 燃料、发电和能源效率

Mtoe/年	2020		2030		2050	
情景	* WEO/450 情景	G2	*WEO/450 情景	G2	* IEA BLUE 情景	G2
交通运输总能耗	2,710	3,155	3,182	3,139	2,100-3,200	2,163
石油	2,483	2,699	2,891	2,526		
生物燃料	193	427	245	580	400-800	874

表6: GER和IER的绿色情景中交通部门的能耗

资料来源: *WEO/450情景: WEO 2010 (IEA 2010); IEA的蓝色情景: 交通能源和CO₂ (IEA 2009)

高效率并降低碳排放强度。同时,基础设施的建设和交通拥挤现象的减少将有助于经济发展和就业,但由于对钢铁的需求增多,短期内碳排放量可能增加。

水

在绿色经济情景下,2010-2050年间水务部门平均每年投资1,180-1,980亿美元以改善饮用水供给,提高水利用率,并加强海水淡化和供水管理。在G1和G2情景下,到2050年对水的需求将相对BAU情景下降24-19%(到2015年下降3%,到2030年下降13-12%),这主要归功于农业部门用水效率的提高,以及在工业和市政部门投资的增加。此外,将投资用于管理水资源、增加供水和改善取水有助于保护地下水和地表水,可在短期(2015年)和长期(2050年)(图25)内满足全球约10%的水资源需求。在绿色经济情景下淡水资源可用性更高,2020年面临水资源短缺压力的人口将增至60%,2050年达到约62%并保持长期稳定,而基准是67%。2050年由于总耗水量的减少,水务部门的就业岗位为4,000-4,300万,比BAU情景低24-19%,但仍比2010年高30-38%,但短期内,大致相同,2015年绿色和BAU情景下均为3,400万。值得注意的是,水务部门的投资可能对发展中国家产生巨大的影响。在发展中国家改善卫生条件将大大增加饮用水供给,基础设施建设可提高水资源利用效率并增加农业产量,减少贫困(尤其是在农村地区)。

在今后几十年如果降水较少,水资源压力会更高,影响更严重,其中包括对农业生产的影响。具体说,到2050年,如果降水比BAU情景下少10%,水资源压力将影响近70%的人口。而绿色投资将减少6%左右水资源压力,受水资源压力影响人口则降至64%。

废弃物

在绿色经济情景下,废弃物部门平均每年投资1,180-1,980亿美元以增加废物收集率、促进回收和堆肥。在

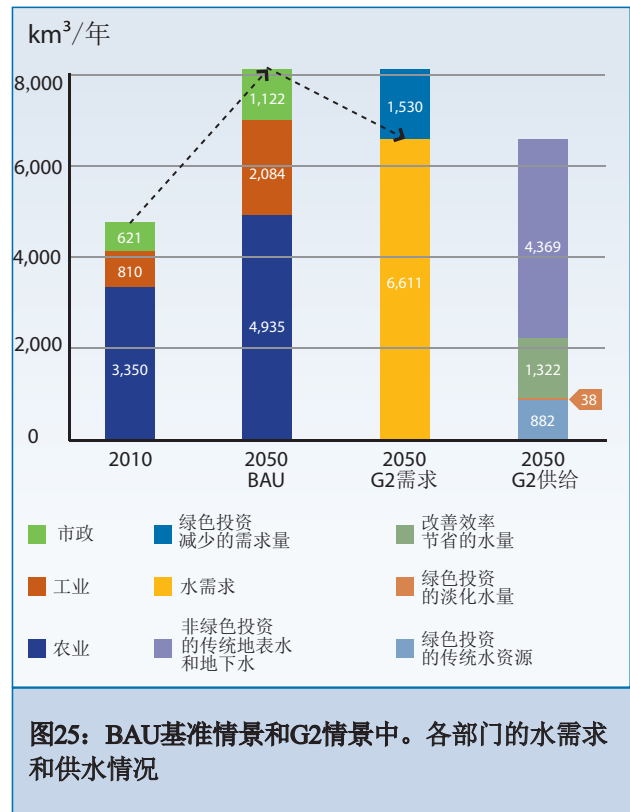


图25: BAU基准情景和G2情景中。各部门的水需求和供水情况

绿色情景下,废物收集率较高(2010-2050年间约82-83%),加上有计划的经济增长,预计到2020年可利用废物量将增加2-3%,到2050年增加9-12%。然而,由于废物回收的显著改善(如到2050年绿色情景下回收率是7%,BAU和额外BAU情景下为2.2%),到2050年,绿色情景下每年直接堆肥的废物量将大大低于BAU情景。2050年由于废物处理技术的改进而创造的就业机会将达到2,500-2,600万个,这比BAU情景下(2020年的就业机会为40-54万个)高200-300万。值得一提的是,废弃物的回收能减少能源需求、排放量以及生产成本,有助于增加工业GDP。

6 结论

采用跨部门的集成模型对未来进行情景分析，在BAU情景的对比下，分析结果突出了绿色经济方案的特点以及绿色投资的全球影响，归纳如下。

需要注意的是，在全球层面上进行的模拟分析并不能反映不同国家或地区的情况，此方面的工作需要另行展开。此外，分析过程中需要注意政府直接投资的方式和能力，包括必要的国际资金流动²⁶。

BAU额外投资情景（BAU1和BAU2）是为了增加GDP和就业率，但这将加速自然资源的枯竭。例如，水资源短缺将会加剧，这影响人口增长以及工业和农业生产。渔业部门增加渔船会导致渔获量短期内增加，但中长期则会下降，在未来40年内鱼类储量将大幅减少。农业中化学肥料的使用则是以长期的土壤质量下降为代价，换取短期内农业产量的增加。在这样的情况下，为了养活日益增加的人口，则需要砍伐更多的森林来开垦农田。此外，BAU额外投资情景中化石燃料使用量的增多，可导致能源价格（尤其是石油价格）上升，这将进一步危及能源安全、减缓经济增长。对化石燃料的高度依赖和森林的砍伐，将导致未来40年内CO₂的排放量超过BAU情景。因此，虽然GDP持续增长，但对自然资源的压力增大，到2050年，全球生态足迹将达到生态承载力的两倍以上，到2100年，大气中碳浓度将超过1,000 ppm。

绿色经济情景中，资源集约和碳减排效率的显著提高，将有力地促进了中长期内经济更强有力、更有弹性地增长。由于鱼类捕捞量的削减、森林砍伐量的下降、有机

肥的推广和化石燃料使用的减少等，自然资源将得到可持续管理，这有利于恢复主要自然资源储量，或极大地减缓资源的枯竭。例如，到2050年，与BAU情景相比，鱼类储量将增加64-106%，林地和土壤质量分别增加21%和21-27%，同时这些行业的生产力显著提高。另外，许多行业水资源和能源使用效率的提高将显著降低资源的使用量（到2050年，化石燃料使用量比BAU情景低34-50%，水资源使用量低24-19%），避免了能源枯竭产生的负面影响。随着森林固碳量的增加，保护性农业的潜在固碳作用（有待详细评估），以及低碳能源取代传统能源，在未来40年间，CO₂和GHG的排放量将显著低于BAU情景。

随着对自然资源的依赖程度日益降低，从中长期来看，绿色情景中的GDP将超过BAU情景。鉴于G1和G2情景强调对自然资本的维护，采用国内净生产总值作为绿色情景中经济效益的衡量指标更加合理（专栏1）。本章中所分析部门的直接就业率主要受绿色投资的驱动并随后推动经济发展，短期内就业率低于额外BAU情景，但从中长期来看将高于所有BAU情景（到2050年，分别比BAU1和BAU2情景高2-3%，比BAU模式高8-14%）。如果考虑总就业率，绿色情景预计可逐渐实现与相应的BAU额外情景持平，40年后，超过BAU情景3%-5%。这些结果表明，需要制定合理的政策来识别和管理向绿色经济转型过程中涉及的过渡成本，并保证这些成本以及收益的公平分配。

26. 此方面内容在促成条件和融资章节中详细介绍。

		2011	2015					2020				
单位		BAU	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
经济部分												
实际GDP	十亿美元/年	69,334	78,651	79,306	77,694	78,384	78,690	91,028	92,583	88,738	90,915	92,244
人均GDP	十亿美元/年	9,992	10,868	10,959	10,737	10,832	10,874	12,000	12,205	11,698	11,983	12,156
农业产值*	十亿美元/年	1,921	1,965	1,967	1,945	1,963	1,976	2,066	2,071	2,035	2,146	2,167
农作物	十亿美元/年	629	674	677	657	679	691	713	718	690	726	744
渔业	十亿美元/年	106	101	101	99	73	75	95	95	88	69	72
林业	十亿美元/年	748	718	718	718	740	740	747	747	747	840	840
家畜	十亿美元/年	439	471	471	471	471	471	511	511	511	511	511
工业产值	十亿美元/年	17,168	19,304	19,457	19,146	19,363	19,439	22,091	22,444	21,727	22,330	22,642
服务业产值	十亿美元/年	50,245	57,382	57,882	56,604	57,058	57,275	66,871	68,068	64,975	66,439	67,434
消费	十亿美元/年	53,368	60,539	61,044	59,803	60,334	60,569	70,066	71,263	68,303	69,979	71,002
投资	十亿美元/年	15,966	18,874	19,798	17,892	18,240	18,502	21,847	23,118	20,435	21,157	21,689
额外投资	十亿美元/年	0	763	1,535	0	760	1,524	885	1,798	0	883	1,788
社会部分												
总人口	十亿	6.9	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
人均卡路里	千卡/人/天	2,787	2,829	2,857	2,791	2,834	2,865	2,887	2,946	2,802	2,897	2,955
人均收入低于2美元/天的	%	19.5%	18.1%	17.9%	18.3%	18.1%	18.1%	16.4%	16.2%	16.9%	16.5%	16.2%
人类发展指数	指数	0.594	0.600	0.601	0.600	0.600	0.601	0.610	0.611	0.608	0.611	0.613
总就业人数	百万	3,187	3,407	3,419	3,392	3,420	3,441	3,685	3,722	3,641	3,676	3,701
农业	百万	1,075	1,119	1,123	1,113	1,147	1,167	1,185	1,200	1,167	1,215	1,244
工业	百万	662	725	728	723	722	721	803	810	796	793	790
服务业	百万	1,260	1,366	1,371	1,361	1,357	1,357	1,491	1,506	1,476	1,465	1,461
渔业	百万	29	28	28	28	21	21	27	27	24	19	20
林业	百万	21	20	20	20	21	21	21	21	21	24	24
交通运输	百万	70	75	75	74	79	79	79	80	78	85	85
能源	百万	19	20	20	20	20	21	20	20	20	19	21
废物	百万	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21
水资源	百万	31	34	34	34	33	33	37	37	37	35	35
环境部分												
林地	十亿公顷	3.9	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0
耕地	十亿公顷	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
收获面积	十亿公顷	1.20	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
水资源需求	平方公里/年	4,864	5,264	5,275	5,251	5,079	5,081	5,767	5,792	5,737	5,357	5,375
废弃物	百万吨/年	11,238	11,514	11,527	11,475	11,607	11,660	11,836	11,864	11,775	12,002	12,084
垃圾填埋总量	十亿吨	7.9	8.4	8.4	8.4	8.0	8.0	9.0	9.0	9.0	7.6	7.7
化石燃料CO ₂ 排放	百万吨/年	30,641	33,269	33,557	32,867	31,966	30,746	36,556	37,069	35,645	33,231	30,323
生态足迹/生态承载力	比值	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4
一次能源需求	Mtoe/年	12,549	13,589	13,674	13,470	13,315	13,245	14,926	15,086	14,651	14,120	13,709
煤炭产量	Mtoe/年	3,620	4,098	4,150	4,026	3,975	3,858	4,592	4,671	4,435	4,202	3,907
石油产量	Mtoe/年	3,838	4,059	4,079	4,028	3,847	3,704	4,344	4,398	4,264	3,907	3,591
天然气产量	Mtoe/年	2,715	2,886	2,897	2,869	2,840	2,804	3,233	3,259	3,195	3,107	2,980
核电	Mtoe/年	755	807	807	807	820	848	869	869	869	897	956
水电	Mtoe/年	257	279	279	279	280	280	309	309	309	310	311
生物质和废物	Mtoe/年	1,077	1,132	1,132	1,132	1,208	1,372	1,202	1,203	1,201	1,289	1,484
其他可再生能源	Mtoe/年	286	328	328	328	344	378	377	377	377	410	481
可再生能源占一次能源需求的	%	13%	13%	13%	13%	14%	15%	13%	13%	13%	14%	17%

表7: BAU以及绿色投资情景中的主要指标

*注:农产品包括作物、牧畜、渔业和林业产品。所有货币价值都以2010美元价值呈现。

		2011	2015					2020				
单位		BAU	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2	BAU1	BAU2	BAU	G1	G2
经济部分												
实际GDP	十亿美元/年	69,334	116,100	119,307	110,642	117,739	122,582	164,484	172,049	151,322	174,890	199,141
人均GDP	十亿美元/年	9,992	14,182	14,577	13,512	14,358	14,926	18,594	19,476	17,068	19,626	22,193
农业产值*	十亿美元/年	1,921	2,259	2,268	2,219	2,383	2,421	2,545	2,559	2,494	2,773	2,852
农作物	十亿美元/年	629	786	795	752	806	836	898	913	849	941	996
渔业	十亿美元/年	106	83	83	75	69	76	61	61	57	72	91
林业	十亿美元/年	748	803	803	803	918	918	870	870	870	1,038	1,039
家畜	十亿美元/年	439	588	588	588	589	590	716	715	718	721	726
工业产值	十亿美元/年	17,168	27,629	28,311	26,831	286,140	29,692	37,738	39,218	35,571	41,455	46,588
服务业产值	十亿美元/年	50,245	86,212	88,727	81,592	86,742	90,469	124,201	130,272	113,258	130,661	149,701
消费	十亿美元/年	53,368	89,364	91,833	85,163	90,626	94,354	126,606	132,429	116,476	134,616	153,282
投资	十亿美元/年	15,966	27,872	29,808	25,479	27,401	28,825	39,493	42,996	34,847	40,704	46,831
额外投资	十亿美元/年	0	1,137	2,334	0	1,150	2,388	1,616	3,377	0	1,719	3,889
社会部分												
总人口	十亿	2,787	2,973	3,050	2,840	3,001	3,093	3,178	3,273	2,981	3,238	3,382
人均卡路里	千卡/人/天	19.5%	14%	14%	15%	14%	13%	10%	10%	11%	10%	8%
人均收入低于2美元/天的	%	0.594	0.630	0.633	0.626	0.635	0.643	0.671	0.680	0.663	0.688	0.714
人类发展指数	指数	0.594	0.630	0.633	0.626	0.635	0.643	0.671	0.680	0.663	0.688	0.714
总就业人数	百万	3,187	4,137	4,204	4,057	4,108	4,143	4,739	4,836	4,613	4,762	4,864
农业	百万	1,075	1,331	1,371	1,284	1,351	1,393	1,580	1,656	1,489	1,618	1,703
工业	百万	662	923	931	915	907	900	1,064	1,067	1,059	1,051	1,042
服务业	百万	1,260	1,663	1,680	1,643	1,629	1,622	1,837	1,851	1,813	1,836	1,843
渔业	百万	29	23	23	21	19	21	17	17	16	20	25
林业	百万	21	23	23	23	26	26	25	25	25	30	30
交通运输	百万	70	89	90	87	100	98	99	120	122	117	130
能源	百万	19	19	19	19	18	20	19	19	19	18	23
废物	百万	20	22	22	22	22	23	24	24	23	25	26
水资源	百万	31	43	44	43	37	38	43	44	43	43	44
环境部分												
林地	十亿公顷	3.9	3.8	3.8	3.8	4.1	4.1	3.7	3.7	3.7	4.5	4.5
耕地	十亿公顷	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
收获面积	十亿公顷	1.2	1.27	1.27	1.27	1.25	1.25	1.31	1.31	1.31	1.26	1.26
水资源需求	平方公里/年	4,864	6,735	6,784	6,668	5,810	5,889	8,320	8,434	8,141	6,220	6,611
废弃物	百万吨/年	11,238	12,445	12,499	12,342	12,785	12,946	13,400	13,505	13,201	14,305	14,783
垃圾填埋总量	十亿吨	80	100	100	100	60	60	120	120	120	10	20
化石燃料CO ₂ 排放	百万吨/年	30,641	42,669	43,785	40,835	35,635	29,967	53,703	55,684	49,679	29,943	20,039
生态足迹/生态承载力	比值	1.5	1.8	1.8	1.8	1.6	1.4	2.2	2.2	2.1	1.4	1.2
一次能源需求	Mtoe/年	12,549	17,407	17,755	16,832	15,107	14,269	21,044	21,687	19,733	14,562	13,051
煤炭产量	Mtoe/年	3,620	5,447	5,636	5,143	4,126	3,660	7,512	7,930	6,602	2,677	2,049
石油产量	Mtoe/年	3,838	4,910	5,019	4,726	4,026	3,478	4,968	5,102	4,727	3,770	2,724
天然气产量	Mtoe/年	2,715	3,901	3,951	3,816	3,578	3,218	4,906	5,000	4,744	4,114	3,239
核电	Mtoe/年	755	968	968	968	1,024	1,151	1,089	1,089	1,089	1,179	1,500
水电	Mtoe/年	257	373	373	373	374	377	459	459	459	461	467
生物质和废物	Mtoe/年	1,077	1,341	1,342	1,339	1,447	1,709	1,525	1,524	1,528	1,687	2,079
其他可再生能源	Mtoe/年	286	467	467	467	532	676	584	584	584	673	992
可再生能源占一次能源需求的比例	%	13%	13%	12%	13%	16%	19%	12%	12%	13%	19%	27%

表7: BAU以及绿色投资情景中的主要指标 (续)

* 注: 农产品包括作物、牧畜、渔业和林业产品。所有货币价值都以2010美元价值呈现。

	2015		2020		2030		2050	
	1%情形	2%情形	1%情形	2%情形	1%情形	2%情形	1%情形	2%情形
经济部分								
实际GDP	-0.3	-0.8	-0.1	-0.4	1.4	2.7	6.3	15.7
人均GDP	-0.3	-0.8	-0.1	-0.4	1.2	2.4	5.6	13.9
农业产值*	-0.1	0.5	3.9	4.7	5.5	6.7	9.0	11.4
农作物	0.6	2.1	1.7	3.6	2.6	5.2	4.9	9.0
渔业	-27.6	-26.1	-27.1	-23.9	-15.9	-7.6	17.8	47.5
林业	3.0	3.0	12.5	12.5	14.4	14.4	19.4	19.5
家畜	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.7	1.6
工业产值	0.3	-0.1	1.1	0.9	3.6	4.9	9.9	18.8
服务业产值	-0.6	-1.0	-0.6	-0.9	0.6	2.0	5.2	14.9
社会部分								
总人口	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.7	1.6
人均卡路里	0.2	0.3	0.3	0.3	0.9	1.4	1.9	3.4
人均收入低于2美元/天的人口	0.3	0.7	0.1	0.4	-1.3	-2.4	-6.0	-14.3
人类发展指数	0.0	0.0	0.2	0.3	0.9	1.5	2.5	5.1
总就业人数	0.4	0.6	-0.2	-0.6	-0.7	-1.5	0.5	0.6
农业	2.5	3.9	2.5	3.7	1.5	1.6	2.4	2.8
工业	-0.4	-0.9	-1.3	-2.5	-1.8	-3.3	-1.2	-2.4
服务	-0.6	-1.0	-1.7	-2.9	-2.1	-3.5	0.0	-0.4
渔业	-27.6	-26.1	-27.1	-23.9	-15.9	-7.6	17.8	47.5
林业	3.2	3.2	12.7	12.7	14.6	14.6	19.8	19.9
交通运输	6.0	5.5	7.5	6.7	10.1	10.0	3.0	6.4
能源	0.1	6.8	-3.1	3.2	-5.9	4.8	-6.3	21.0
废物	0.8	1.2	1.4	1.9	2.7	3.6	6.8	9.5
水资源	-3.5	-3.7	-7.1	-7.2	-13.7	-13.2	-25.2	-21.6
环境部分								
林地	1.3	1.4	3.2	3.3	7.9	8.1	21.1	21.2
耕地	-1.1	-1.1	-2.6	-2.6	-5.8	-5.8	-11.4	-11.4
收获面积	-0.3	-0.3	-0.7	-0.7	-1.7	-1.6	-3.8	-3.7
水资源需求	-3.5	-3.7	-7.1	-7.2	-13.7	-13.2	-25.2	-21.6
废弃物	0.8	1.2	1.4	1.9	2.7	3.6	6.8	9.5
垃圾填埋总量	-5.3	-4.9	-15.6	-15.1	-39.0	-38.3	-87.6	-87.2
化石燃料CO ₂ 排放量	-3.9	-8.4	-9.1	-18.2	-16.5	-31.6	-44.2	-64.0
生态足迹/生态承载能力	-5.0	-7.5	-7.1	-12.5	-12.8	-21.5	-37.8	-47.9
一次能源需求	-2.0	-3.1	-5.4	-9.1	-13.2	-19.6	-30.8	-39.8
煤炭产量	-3.0	-7.0	-8.5	-16.4	-24.3	-35.1	-64.4	-74.2
石油产量	-5.2	-9.2	-10.1	-18.4	-18.0	-30.7	-24.1	-46.6
天然气产量	-1.6	-3.2	-3.9	-8.5	-8.3	-18.6	-16.1	-35.2
核电	1.6	5.0	3.2	10.0	5.9	19.0	8.3	37.8
水电	0.1	0.3	0.2	0.6	0.3	1.0	0.4	1.8
生物质和废物	6.7	21.2	7.2	23.4	7.9	27.4	10.6	36.4
其他可再生能源	4.9	15.2	8.7	27.3	13.8	44.7	15.2	69.9
可再生能源占一次能源需求的比例	7.5	20.5	12.4	32.5	24.3	57.5	58.7	129.1

表8: G1与BAU1情景(1%情形)、G2与BAU2情景(2%情形)中主要指标的对比(%)

* 农业生产包括农作物、家畜、鱼类和林业生产。

附录1 T21全球模型的技术说明

现有的国家和全球规划模型过于详细或者狭隘，且有的太具决策导向性和说明性。本研究提出如下方法，a) 考虑所研究系统的动态复杂性，利用现有工具扩展和加强政策分析。b) 加强能源与社会、经济与环境之间关系的理解 and 研究。该方法具有重要作用，因为理解真实系统的特性、反馈、延迟和非线性是系统正确运作的基础，该系统各部门间的运作不是孤立的（Sterman 2000；图1），将社会、经济和环境行业之间的关系考虑在内，识别发展中潜在的负面影响或发展的长期瓶颈，可以更广泛的分析政策应用。换言之，一种政策可能促进某些行业的发展，同时可能制约其它行业的发展。另外，成功的长期政策可能带来短期的负面影响，因此需要采取缓解措施。

如前所述，这里提出的方法基于系统动力学，综合了其他多种方法，如最优化（能源行业）、经济计量学（经济行业）等。该综合的全球模型有以下作用（1）为投资选择提供综合分析和评估；（2）预测未来发展前景（即使模拟大量的内生关键变量，也难以获得准确的长期预测（Sarewitz 2000）；（3）增加对所分析系统内在关系的理解；（4）增加已有模型的一致性和连贯性。

T21全球模型是为了分析中长期发展问题，将发展规划中的经济、社会和环境因素整合在一个统一框架下。T21全球模型同时包括货币和实物指标，全面分析投资对自然资源、低碳发展、经济增长和就业的影响。该模型的关键特征如下。

边界：作为发展机制的重要组成部分和研究对象，模型变量是内生计算的。例如，GDP及其主要决定因素，人口及其主要决定因素，以及自然资源的供需等都是内生变量。模型考虑了对所分析的问题具有重要影响的变量，而对所分析问题影响较小或者是不能明确确认为内生变量的因素都被认为是外生变量。

粒度，尽管这个模型经常针对特定国家，并且适用于其他规模的分析，如社区等²⁷，但本章介绍的T21模型不是区域或国家层面的模型。虽然如此，T21模型仍然对主要社会、经济和环境变量都进行了详细的分类。例如，人口分为82个年龄组和2个性别组，在大多数社会指标中都区分了性别和年龄；产品划分为工业、服务业和农业，农业进一步细分为农作物、渔业、畜牧业和林业；土地分为林地、农田、休耕地、城区和沙漠。最后，鉴于其总体水平，该模型一般基于变量的全球平均值，如单位成本和价格等。

时间范围：T21全球模型用于分析中长期发展问题，模拟的时间始于1970年，终于2050年。从1970年开始模拟保证了大多数情景中所研究问题的行为特征的历史模式可以通过模型复制。

模块、行业和领域：T21全球模型包括200多个存量变

量和几千个回馈环路，是一个相对较大的模型。鉴于模型的规模和复杂程度，模型结构被细分为更小的逻辑单元，称为模块。模块是一个内部机制可独立于模型进行理解的结构²⁸。

T-21全球模型包含80个模块，分为18个部分，社会、经济和环境各占三分之一，如表9所示。行业由具有相似功能的一个或多个模块组成。例如，水资源行业由水资源需求和供给模块组成。最后，为方便结果的总结和交换，T21全球模型分为社会、经济和环境三大领域。根据用来解决的问题类型，模型中的行业分属此三个领域²⁹。模块在相同行业、交叉行业和交叉领域之间与其他模块不断地相互作用³⁰。表9列出了T21模型的领域、行业和模块。

T21模型的社会领域包括性别和年龄构成的详细的人口动态学。生产力是收入和教育水平的函数，死亡率由收入和基本医疗水平决定。社会领域还包括教育、医疗保健、营养、就业和基础设施等。除收入外，基本的社会服务也作为衡量贫困水平的指标。T21模型中，社会发展与经济状况密切相关。随着经济条件的改善，医疗保健和教育等所占支出的比例将日益增加。此外，提高劳动生产率可加速经济增长。

模型中的经济领域包含农业、渔业、林业、工业和服务业等主要行业。生产由以劳动力、资本和技术为输入的修正柯布-道格拉斯生产函数（专栏A1）表征，随行业变化而不同。自然资源的可用性和质量对农业、渔业和森林生产影响很大。除资本和劳动力外，鱼类和森林储量、土壤质量以及农业的可用水源，也是这些行业产出的重要决定因素。

27. 正如文中稍后所强调的，虽然不考虑模型的其他部分可以理解特定模块的内在机制，但对其功能和实用性的充分理解要求研究它在整个模型结构中的作用。

28. 更多信息参见Bassi and Baer 2009, Bassi and Yudken 2009; Bassi and Shilling 2010; Bassi et al, 2009a, 2009b, 2010; Magnoni and Bassi 2009; Pedercini and Barney (In Press), Yudken和Bassi (2009)

29. 在某些国家，能源是一个使用多种模块分析的重要领域，我们将其作为T21--World模型的第四个领域。

30. 因果环路图表示了GER中建模分析的每个行业的主要结构组成，见技术背景材料的第七部分。

社会	经济	环境
人口	农业	陆地
营养	渔业	水资源
教育	林业	能源
就业	工业	废弃物
贫困人口	服务业	碳排放
公共基础设施	经济帐户	生态足迹

图A1: T21全球模型的行业和领域

专栏A1: T21全球模型中, 农业、工业和服务业等宏观行业的柯布-道格拉斯 (CD) 生产函数

CD生产函数的经典形式表示如下:

$$Y = A \times K^\alpha \times L^{(1-\alpha)}$$

其中, A 为综合技术水平, 代表影响全要素生产率 (TFP; 增长核算方法的指标) 的一系列影响因素, K 代表资金存量, L 是劳动力数量。常数 α 代表资本产出的弹性系数, 即输出百分比变化和输入百分比变化的比值。劳动力产出的弹性系数设为 $1-\alpha$, 假设生产函数一阶可导且同质, 规模收益固定。在T21全球模型中, 标准的CD生产函数转换为更明确的代数形式, TFP扩展到包括几种不同元素。

用于评估工业产量的方程如下:

$$y_i = y_{i0} \times ric_i^\alpha \times ril_i^\beta \times fpi_i$$

其中, y_i 是当前工业产值, y_{i0} 是初始工业产值, ric_i 是相对产业资本 (相对于1970年), ril_i 是相关产业劳动力, fpi_i 是工业全要素生产率。此外, α 是资本弹性系数, β 是劳动力弹性系数。T21全球模型中, TFP由与人类和自然资本相关的组分组成, 因此, 工业的全要素生产率 fpi_i 由一系列人类和自然资本的相关组分决定, 包括健康 (相对平均寿命)、教育 (相对受教育时间)、能源 (相对石油价格)、相对废物回收利用率 和相对水资源压力 $1/ws$ 。工业全要素生产率计算方法如下, 相对石油价格和水资源压力对生产率具有负面影响, 这些资源的不足会对工业生产产生负面影响, 通过更高的价格或者其他必需成本补偿

$$fpi_i = rys_i^\alpha / rop_i^\epsilon \times rle_i^\beta \times rwr_i^d \times rws_i^\epsilon$$

用于评估农业生产的方程按照产量定义, 由变形的CD生产函数确定, 使用不同的TFP输入变量。下面的方程用来估算每公顷的自然产量。实际农作物产量等于每公顷的自然作物产量减去因病虫害的减产量。有效的农作物产量乘以收获面积即为总的农作物产量。总的农作物产量乘以农作物价格可得农业 (食品加工) 产值, 或者总产值。

$$y_i = y_{i-1} \times rc_i^\alpha \times rl_i^\beta \times f(R \& D, sq, f_t, 1/ws)$$

其中, y_i 为当前自然作物每公顷产量, y_{i-1} 为初始自然作物每公顷产量, rc_i 为相对资金, rl_i 为相对劳动力。是 (相对研究与开发)、 sq (相对土壤质量)、 f_t (相对化肥使用量) 和 $1/ws$ (相对水资源压力) 对农作物产量的影响。此外, α 是资本弹性系数, β 是劳动力弹性系数。农业生产方程中的劳动力代表人力资本, 由劳动力数量和质量组成。劳动力数量指从事农业生产的人口数量, 劳动力质量是由劳动力素质 (平均受教育年限) 和健康状况 (平均寿命) 决定。

基于这个原因, T21全球模型用来追踪关键自然资源的物质流, 内生地计算自然资源的损耗及其对生产的影响³¹。另外, 三个主要经济行业的生产受平均寿命和教育水平等社会因素影响, 包含在全要素生产率 (Total factor productivity, TFP)、自然资源有效性及能源价格影响的计算中。这些回馈效应十分重要, 因为在BAU情景中, 全球GDP的年增长率逐渐由2010-2020年的2.7%降至2020-2030年的2.2%, 并且进一步降至2030-2050年的1.6%。

环境领域包含土地分配、水资源、废弃物和能源供需。T21全球模型同时计算气体排放 (CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 SO_x 和其它GHG) 和生态足迹。经济活动和人口增长会导致自然资源短缺现象加剧, 但同时能促进技术更好、更有效的发展。以能源为例, 化石燃料的储量是典型的内生变量。化石燃料储量是其价格变化的主要驱动因素, 计算时考虑了短期和长期趋势。化

石燃料价格反过来也会影响石油勘探和开采、能源需求及石油储量的恢复, 从而形成一系列回馈环路 (Bassi 2009, 详见技术背景材料的第三部分)。

为了验证模型的有效性, 我们同时测试了其结构和行为。结构测试中, T21全球模型和其所包含的行业基于现有的最先进行业模型设计, 应用了最新数据。总结这些模型所获得的知识被转化为T21-World模型, 内生输入取代外生输入, 因果关系被分解表达。通过模型行为和历史数据 (通常从1970年至2008年) 的比较, 检验和确认了每个行业的新结构。为识别和分析模型与外在假设 (驱动力) 的相关性, 对特定变量 (如储量和资源的有效性, 或GDP对石油价格的弹性) 进行灵敏度模拟。此外, 对所有模型进行了极端条件测试, 反馈回路分析和单位一致性检验。边界、结构 (如因果关系和方程等) 和参数一致性测试通常与领域专家协商后确定。整体而言, 与现有模型 (如能源行业的MARKAL) 相比, 在这五方面研究中提出的模型结构呈现较低程度的详细分解和更高的动态复杂

31. 即使在绿色投资情景中, 也没有要求自然资源储量达到平衡状态。

性（跨行业的关系和反馈回路）。换言之，研究设计的每个行业相对简单、独立，复杂性来源于内置模块和行业之间的反馈回路。

该模型模拟了450多个社会、经济和环境变量，并通过与历史数据对比以验证模型行为。如图5、6、8、9及技术背景材料的第三部分所示，预测数据与历史数据匹配。建模过程中，重点分析了综合指标的性能。绿色经济报告分析的特定行业模型中加入了粒度，增加了细节分析，以便对特定投资的影响提供分析支持。另外，将预测数据与其他组织的数据进行了比较，包括国际能源署、联合国粮农组织、世界银行、联合国工业发展组织、联合国人口司、联合国统计司和麦肯锡咨询公司等，见技术背景材料的第三部分。

最后需要指出，相对于本报告的广度，T21全球模型具有某些局限性。T21模型是一个侧重于分析中长期发展趋势的全球模型（没有区分区域和国家，也没有明确贸易的含义）。另外，T21全球模型关于温室气

体的排放与健康和经济活动关系的回馈环路数量有限，并且只考虑了为数不多的自然资源（例如模型中不包括非燃料矿物资源）。模型没有量化生物多样性，也没有反映劳动力市场的重要特征（劳动力、就业人数和收入视为内生变量，未估算按行业分列的实际工资，工作质量或“适宜的劳动”无法确定）。资本和金融市场还没有明确建模，虽然在许多情况下需求和供应都在行业层次上计算，但T21模型依然是站在供方立场的^{32, 33}。

32. 其他支持中长期规划和分析的模型也面临类似的问题，与T21-World模型相比，边界较窄。经合组织的环境展望中用来产生情景的模型没有明确考虑劳动力市场和失业率，世界银行预算框架往往不单独预测资本和金融市场。存在基于案例研究的部门模型，但是在涉及到其他部门时，预测范围不一致，动态预测未来发展趋势缺失。技术背景材料的多个章节提供了更多模型的详细说明。

33. 关于T21全球模型的几个定制模型和国家应用范例的更多信息，可参见网站www.millennium-institute.org。部分文献包括Bassi（2010a, 2011）；Bassi and Baer 2009；Bassi and Yudken（2009, Forthcoming）；Bassi and Shilling 2010；Bassi et al.（2009a, 2009b, 2010）；Cimren et al, 2010；Magnoni and Bassi 2009；Yudken and Bassi 2009。

参考文献

- Association for the Study of Peak Oil and Gas ASPO-USA. "Peak Oil Basics" . Available at: www.aspousa.org/index.php/peak-oil/peak-oil-202/.
- Badiou, A. (2000). "Ethics; An Essay on the Understanding of Evil." , translated by Peter Hallward. New York, Verso.
- Barlas, Y. (1996). "Formal Aspects of Model Validity and Validation in System Dynamics." *System Dynamics Review*.
- Bassi, A.M., (2010a). "Evaluating the use of an integrated approach to support energy and climate policy formulation and evaluation" , *Energies* 3(9):1604-1621. doi:10.3390/en3091604
- Bassi, A.M. (2011). "A Context-Inclusive Approach to Support Energy Policy Formulation and Evaluation" . *Regional Environmental Change*, 11(2), Page 285-295. DOI 10.1007/s10113-010-0139-z
- Bassi, A.M. (2009). An Integrated Approach to Support Energy Policy Formulation and Evaluation. PhD Dissertation, System Dynamics Group, Department of Geography, University of Bergen, Norway, 2009. ISBILLION: 978-82-308-0908-2.
- Bassi, A.M. (2010b). "Reflections on the Validity of System Dynamics Integrated Simulation Models: the case of T21 and MCM." Currently submitted to Sustainability.
- Bassi, A.M., Baer, A.E. (2009). "Quantifying Cross-Sectoral Impacts of Investments in Climate Change Mitigation in Ecuador." *Energy for Sustainable Development*, 13(2009)116-123.
- Bassi, A.M., J.S. Yudken (Forthcoming). "Climate Policy and Energy-Intensive Manufacturing: A Comprehensive Analysis of the Effectiveness of Cost Mitigation Provisions in the American Energy and Security Act of 2009" . *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2011.06.023
- Bassi, A.M., and Yudken, J.S. (2009). "Potential Challenges Faced by the U.S. Chemicals Industry Under a Carbon Policy." *Sustainability*, 1(2009)592-611. Special issue on "Energy Policy and Sustainability" .
- Bassi, A.M., and Shilling, J.D. (2010). "Informing the US Energy Policy Debate with Threshold 21." *Technological Forecasting & Social Change*, 77 (2010) 396-410.
- Bassi, A.M., Harrison J., Mistry, R. (2009a). "Using an Integrated Participatory Modelling Approach to Assess Water Management Options and Support Community Conversations on Maui." *Sustainability*, 1(4), 1331-1348. Special issue on "Sustainable Water Management" .
- Bassi, A.M., Schoenberg, W., Powers, R. (2010). "An integrated approach to energy prospects for North America and the Rest of the World." *Energy Economics*, 32 (2010) 30-42.
- Bassi, A.M., Z. Tan and S. Goss, (2010). "An Integrated Assessment of Investments to Improve Global Water Sustainability" . *Water*, 2(4), 726-741. doi:10.3390/w2040726
- Bassi, A.M., Yudken, J.S., Ruth, M. (2009b). Climate policy impacts on the competitiveness of energy-intensive manufacturing sectors. "Energy Policy" 37(2009)3052-3060
- Bio Economic Research Associates BIO-ERA. (February 2009). "U.S. Economic Impact of Advanced Biofuels Production: Perspectives to 2030."
- Brown, S. P. A., and Huntington, H. G. (2008). "Energy Security and Climate Change Protection: Complementarity or Tradeoff?" *Energy Policy*, (2008) Vol. 36, No. 9.
- Bussolo, M., Medvedev, D. (2007). "Challenges to MDG achievement in low income countries: lessons from Ghana and Honduras" . World Bank Policy Research Working Paper 4383, Washington DC.
- Cimren, E., A.M. Bassi, J. Fiksel, (2010). "T21-Ohio, a System Dynamics Approach to Policy Assessment for Sustainable Development: A Waste to Profit Case Study."
- CNA Corporation (2007). "National Security and the Threat of Climate Change" . Alexandria, VA.
- DeGeus, A.P. (1992). "Modelling to Predict or to Learn?" *European Journal of Operational Research*, 59(1), p. 1-5.
- Dreyfus, H. (2001). *On the Internet: Thinking in Action*. Routledge Press.
- Evaert, L., Garcia-Pinto, F., and Venutre, J. (1990). A RMSM-X model for Turkey, Volume 1. Policy, Research, and External Affairs working paper no. WPS 486, The World Bank.
- Fair, R. C. (1993). "Testing Macroeconometric Models" . *The American Economic Review*, 83(2): 287-293.
- Fishbone, L.G., Giesen, G., Goldstein, G., Hymmen, H. A., Stocks, K. J., Vos, H., Wilde, D., Zöcher, R., Balzer, C., Abilock, H. (1983). *User' s Guide for MARKAL*. IEA Energy Technology Systems Analysis Programme, Upton, NY.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO (2008). *The State of World Fisheries and Aquaculture, 2008*. Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO (2009). *The State of World' s Forests, 2009*. Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO (2009). *World agriculture: Towards 2030/2050*. Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO (2010). "FAOSTAT" . Rome.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. Productivity Press, Cambridge, MA.
- Forrester, J. W. (2002). *Road Maps: A Guide to Learning System Dynamics*. System Dynamics Group, Sloan School of Management, MIT, Cambridge, MA.
- Forrester, J. W. (2008). *System Dynamics – The Next Fifty Years*. *System Dynamics Review*.
- Global Footprint Network (GFN). Available at: www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN .
- High Road Strategies and Millennium Institute HRS-MI (2009). "Climate Policy and Energy - Intensive Manufacturing: the Competitiveness Impacts of the American Energy and Security Act of 2009" . Arlington, VA.
- Howarth, R. B. and Monahan, P.A. (1996). "Economics, Ethics and Climate Policy: Framing the Debate" . *Global and Planetary Change*, Vol. 11, No. 4, p. 187-199.
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2007). "Fourth Assessment Report (AR4)" . Geneva.
- International Energy Agency IEA. (2004). *World Energy Outlook 2004. Annex C – World Energy Model*. Paris.
- International Energy Agency IEA. (2008). *Energy Technology Perspectives (ETP) 2008*. Paris.
- International Energy Agency IEA. (2009). *Transport, Energy and CO₂: Moving Toward Sustainability*. Paris.
- International Energy Agency IEA. (2009). *World Energy Outlook 2009*. Paris.
- International Energy Agency IEA. (2010). *Energy Technology Perspectives (ETP) 2010*. Paris.
- International Energy Agency IEA. (2010). *World Energy Outlook 2010*. Paris.
- International Energy Agency IEA, and OECD. (2010). *Sustainable Production of Second-Generation Biofuels*. Paris.
- International Labour Organization ILO. (January 2009). *Global Employment Trends Report 2009*. Geneva.
- International Institute for Applied Systems Analysis IIASA. (2001). *Model MESSAGE. Command Line User Manual, Version 0.18*.
- International Institute for Applied Systems Analysis IIASA. (2002). "Achieving a Sustainable Energy System."
- Haque, N.U., Khan, M.S., and Montiel, P. (1990). "Adjustment with Growth: Relating the Analytical Approaches of the IMF and the World Bank." *Journal of Development Economics*, 32: 155-79.
- Lewis, W.A. (2003/1966). *Development Planning: The Essentials of Economic Policy*. New York, Routledge.
- Goldstein, G., Loulou, R., Noble, K. (2004). "Documentation for the MARKAL Family of Models." IEA Energy Technology Systems Analysis Programmeme.
- Magnoni, S. and Bassi, A.M. (2009). "Creating Synergies from Renewable Energy Investments, a Community Success Story on Lolland, Denmark." *Energies* 2009, 2(4), 1151-1169. Special issue on "Energy Economics" .
- McKinsey & Company and 2030 Water Resources Group. (2009). *Charting Our Water Future*. Washington, DC.
- Meadows, D. (1980). "The Unavoidable A Priori." Excerpt from *Randers. Elements of the System Dynamics Method*. Millennium Institute. (2005). "Threshold 21 (T21) Overview."

Arlington, VA.

Morecroft, J.D.W. (1992). "Executive Knowledge, Models and Learning." *European Journal of Operational Research*, 59(1), p. 70-74.

Müller, A. and Davis, J. S. (2009) "Reducing Global Warming: The Potential of Organic Agriculture." Policy Brief, no.31.5.2009, Rodale Institute.

Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringle, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M., Lee, D. (2009). *Climate Change: Impact on agriculture and costs of adaptation 2009*. Food Policy Report 21. Washington, D.C. International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Organisation for Economic Cooperation and Development OECD (2008). *Environment Outlook to 2030*. Paris.

Pedercini, M. (2009). *Modelling Resource-Based Growth for Development Policy Analysis*. PhD Thesis, University of Bergen, Norway, 2009.

Pedercini, M. and Barney, G.O. (2010). "Dynamic analysis of interventions designed to achieve Millennium Development Goals (MDG): The Case of Ghana." *Socio-Economic Planning Sciences*, 44 (2), 89-99.

Pretty, J. N., Noble, A.D, Bossio, D., Dixon, J., Hine, R.E., Penning de Vries, F.W.T., and Moriso, J.I.L. (2006). "Resource-Conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries." *Environmental Science and Technology*, Vol. 40, No. 4.

Roberts, N., Andersen, D.F., Choate, J., Deal, R.M., Garet, M.S. and Shaffer, W.A. (1983). *Introduction to Computer Simulation*. Addison-Wesley, p. 16, Reading, MA.

Robinson, S., Yunes-Naude, A., et al. (1999). "From stylized to applied models: Building multisector CGE models for policy analysis." *The North American Journal of Economics and Finance*, 10(1): 5-38.

Saeed, K. (1998). *Towards Sustainable Development: Essays on System Analysis of National Policy*, Aldershot, UK, Ashgate Publishing Company.

Sarewitz, D. (2000). *Science and Environmental Policy: An Excess of Objectivity*. Columbia University, Center for Science, Policy, and Outcomes. Also in *Earth Matters: The Earth Sciences, Philosophy, and the Claims of Community*. Prentice Hall, p. 79-98, edited by Robert Frodemen (2000), New Jersey.

Sterman, J. D. (1988). "A Skeptic's Guide to Computer Models." in Barney, G. O. et al. (eds.), *Managing a Nation: The Microcomputer Software Catalog*. Boulder, CO: Westview Press, 209- 229, 1988.

Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modelling for a Complex World*. Irwin/McGraw-Hill, Boston.

Stern, N. H. and Great Britain Treasury. (2007). *The Economics of Climate Change: the Stern review*. Cambridge University Press, Cambridge, UK; New York, NY.

United Nations Development Programme UNDP, UNDESA and World Energy Council. (2000). *World Energy Assessment 2000*. New York.

United Nations Environment Programme, UNEP. (2009). *Global Green New Deal Policy Brief*. Available at: www.unep.ch/etb.

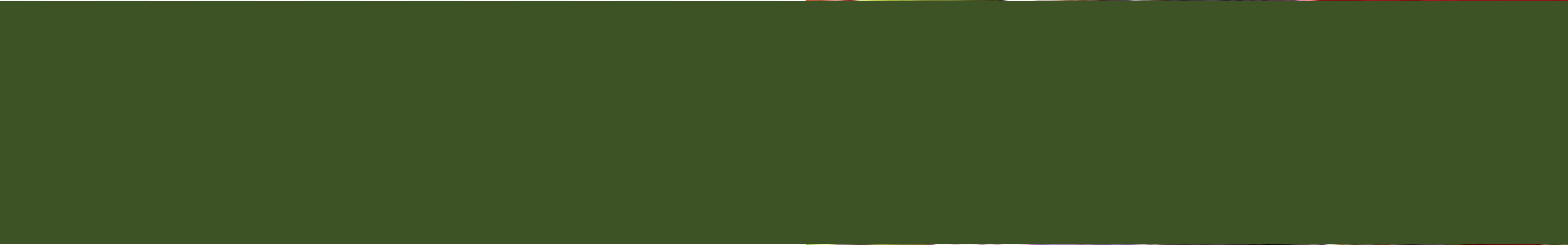
United Nations Population Division UNPD. (2009). *World Population Prospects: The 2008 Revision*. New York, NY.

US Department of Energy, Energy Information Administration EIA. (2009). "International Energy Statistics." Available at: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>. Accessed on October 2009.

World Bank. (2009). "World Development Indicators Database (WDI)."

Worm, B., Boris Worm, B. Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C. Halpern, B.S., Jackson, J.B, Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J., Watson R. (2006). "Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services." *Science*, 314: 787-790.

Yudken, J.S., and Bassi, A.M. (2009). "Climate Change and US Competitiveness." *Issues in Science and Technology*, Fall Issue 2009.



绿色经济



促成条件

支持全球层面上的绿色经济转型



致谢

本章统筹协调作者：**Peter Wooders**，国际可持续发展学院（IISD）能源和贸易学院，气候变化高级经济师。

联合国环境规划署的Benjamin Simmons和Anna Autio负责章节管理，包括进行行业评审、协调各位作者的校正、指导，进行补充研究，并最终完成本章。

在负责贸易与投资的IISD欧洲代表 Mark Halle 以及各章作者的指导下，以下来自IISD的人员共同完成了本章：Christopher Beaton, Nathalie Bernasconi-Osterwalder, Aaron Cosbey, Heather Creech, Tara Laan, Kerryn Lang, Don MacClean, Oshani Perera以及David Sawyer。同样感谢来自Yasser Sherif（环境学咨询公司）的支持。

本章的完成过程中，作者得到以下专家的宝贵建议：Edward B.Barbier博士（美国怀俄明州立大学，经济学系教授）；Alex Bowen博士（伦敦经济学院格兰瑟姆气候变化和环境研究所，首席研究员）；Simon Buckle博士（格兰瑟姆气候变化研究所和帝国理工学院，政策主管）；Paul Ekins（伦敦学院大学能源和环境政策，教授）；Oliver Greenfield（世界自然基金会英国分会，可持续商业与经济主任）；Sylviane Guillaumont博士（国际发展研究中心，教授）；Hazel Henderson（伦理市场媒体有限公司，董事长）；Chris Hewett（绿色联盟合伙人）；Raghendra Jha博士（澳大利亚国立大学与澳洲东南亚研究中心，教授与执行董事）；Peter May（生态经济国际协会，选举董事）；Daniel von Moltke（Wegelin与Privatbankiers公司，Wegelin责任投资）；László Pintér（国际可持续发展学院高级副研究员）；Nick Robins（汇丰银行卓越气候变化中心，总裁）；Kenneth Ruffing博士（前副主任和首席经济学家；经合组织环境理事）；Dorothea Seebode博士（飞利浦可持续性研究，高级主管）；Vicky Sharpe（加拿大可持续发展技术，总裁兼首席执行官）；Mike Young教授（阿德莱德大学，环境研究所主任）；Soogil Young博士（韩国国家战略研究所，所长）；以及Simon Zadek博士（行政责任长官）。

同样感谢修订本报告草案的各位同行，他们是：Laura

Altinger（联合国欧洲经济委员会），Charles Arden-Clarke（联合国环境规划署，UNEP），Jamie Attard（联合国环境规划署），Mario Berrios（国际劳工组织），Christian Blondin（世界气象组织），Nils Axel Braathen（经济合作与发展组织），Graeme Buckley（国际劳工组织），Karin Buhren（联合国人居署），Munyaradzi Chenje（联合国环境规划署），Ezra Clark（联合国环境规划署），Garrette Clark（联合国环境规划署），David O’Connor（联合国经济和社会事务部），Jan Corfee-Morlot（经济合作与发展组织），James Curlin（联合国环境规划署），Sabrina De Gobbi（国际劳工组织），Thierry De Oliveira（联合国环境规划署），Mercedes Durán（国际劳工组织），Jane Gibbs（联合国环境规划署），Carlos Andrés Enmanuel Ortiz（联合国环境规划署），Nathalie Girouard（经济合作与发展组织），Etienne Gonin（联合国环境规划署），Elliot Harris（联合国国际货币基金组织），Ulrich Hoffmann（联合国贸易暨发展会议），Christine Hofmann（国际劳工组织），Gulelat Kebede（联合国人居署），Elianna Konialis（经济合作与发展组织），Ralf Krüger（联合国贸易暨发展会议），Vesile Kulaco lu（世界贸易组织），Vivien Liu（世界贸易组织），Cornis van der Lugt（联合国环境规划署），Angela Lusigi（联合国环境规划署），Nara Luvsan（联合国环境规划署），Synnove Lyssand Sandberg（联合国环境规划署），Robert McGowan，Helen Mountford（经济合作与发展组织），Hans d’Orville（联合国教科文组织），Martina Otto（联合国环境规划署），Romain Perez（联合国经济和社会事务部），Peter Poschen（国际劳工组织），Alexandria Rantino（联合国环境规划署），Anabella Rosemberg（国际工会联盟），Nadia Scialabba（联合国粮食与农业组织），Rajendra Shende（联合国环境规划署），Anne Marie Sloth Carlsen（联合国开发计划署），Luc Soete（联合国-马斯特里赫特大学经济和社会研究及创新与技术培训中心），Olga Strietska-Ilina（国际劳工组织），Elisa Tonda（联合国环境规划署），Carljen van Empel（国际劳工组织），Jaap van Woerden（联合国环境规划署），Geneviève Verbrugge（联合国环境规划署），Farid Yaker（联合国环境规划署）和Wanhua Yang（联合国环境规划署）。

目录

关键信息	508
1 引言	510
2 关键政策工具	511
2.1 鼓励有利绿色经济的投资和消费行为	511
2.2 克服环境外部性和市场机制失灵	515
2.3 限制过度消耗自然资源领域中的政府投资	517
2.4 建立健全的监管体系	519
2.5 加强国际监管	520
3 辅助性行动	524
3.1 支持能力建设和体制完善	524
3.2 对培训和教育进行投资	525
4 结论	527
附录1 促成条件：跨部门概述	528
参考文献	531

图目录

图1: 各种化石燃料消费补贴的经济价值 517

专栏目录

专栏一: 绿色基础设施投资 512

专栏二: 马拉喀什可持续政府采购工作队 513

专栏三: 私人融资计划 513

专栏四: 上网电价 514

专栏五: 峰时定价 514

专栏六: 环境税和创新 515

专栏七: 绿色税收--就业与环境的双重效益 515

专栏八: 能源补贴改革的一些实例 518

专栏九: 自发的私人企业行动和企业社会责任 520

专栏十: 《蒙特利尔议定书》 521

专栏十一: 贸易相关能力建设 521

专栏十二: 信息和通信技术 525

缩略语表

APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation	亚太经济合作组织
BIT	Bilateral Investment Treaty	双边投资协议
CSR	Corporate Social Responsibility	企业的社会责任
DTIS	Diagnostic trade integration study	诊断贸易一体化研究
FSC	Forest Stewardship Council	森林管理委员会
G20	Group of Twenty	二十国集团
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GRI	Global Reporting Initiative	全球报告倡议组织
ICT	Information & Communication Technology	信息与通信技术
ITC	International Trade Center	国际贸易中心
MDG	Millennium Development Goals	千年发展目标
MEA	Multilateral Environmental Agreement	多边环境协议
MSC	Marine Stewardship Council	海洋管理委员会
NAFTA	North American Free Trade Agreement	北美自由贸易协定
NGO	Non-governmental organization	非政府组织
ODS	Ozone depleting substance	消耗臭氧层物质
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
PES	Payment for Ecosystem Services	生态系统服务付费
PFI	Private Finance Initiative	私人主动融资
PIC	Prior Informed Consent	事先知情同意
PROCOP	São Paulo State Industrial Pollution Control Programme	圣保罗州工业污染控制项目（巴西）
PROPER	Indonesia's Program for Pollution Control, Evaluation and Rating	污染控制、评价和等级计划（印尼）
R&D	Research and Development	研发
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation	减少毁林和森林退化所致排放量
SCP	Sustainable consumption and production	可持续消费和生产
SME	Small and Medium-sized Enterprise	中小型企业
TRIPS	Agreement On Trade-related Aspects of Intellectual Property Right	与贸易有关的知识产权
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	联合国贸易和发展会议
UN DESA	United Nations Department of Economic and Social Affairs	联合国经济和社会事务部
UNDP	United Nations Development Programme	联合国开发计划署
UNEP	United Nations Environment Programme	联合国环境规划署
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
US EPA	US Environmental Protection Agency	美国环境保护局
WTO	World Trade Organization	世界贸易组织
WWF	World Wide Fund for Nature	世界自然基金会

关键信息

1. 实现绿色经济需要创造一种能够增加人类福祉与社会公平、并长期减少环境风险和生态稀缺性的经济环境。实现绿色经济是一项任重而道远的事业，在投资前景上，需要制定一整套政策以克服多方面的障碍。本章划分了政策制定的六个关键领域，多数政府都需要密切关注这些关键领域，从而调整其当前的经济刺激结构、长远看来不可持续的市场，并改变其中短期的投资前景。这也提出了一个问题，那就是在绿色经济转型时期，衡量经济表现的典型指标，如国内生产总值（Gross Domestic Product, GDP）增长率，是否仍适用于评估财富创造和人类福祉。

2. 有规划的投资和消费可刺激各个经济部门的绿色化。虽然大部分的绿色经济投资源于私营经济，但是有效地利用公共支出和投资激励机制仍然可在向绿色经济过渡的过程中起到至关重要的作用。本报告部分章节中关于基础设施的公共投资报告和公共服务建议将有利于绿色市场的建立，并能提高环境与自然资源的使用效率。政府也可以通过采取可持续的公共采购行动，为绿色产品和服务创造大量和长期的需求，从而刺激市场的绿色化。这意味着，企业可以在创新方面制定长期的投资计划，生产商也得以实现规模经济，进而引发绿色产品和服务的市场化，带动更加可持续的消费行为。当然，政府需要对绿色经济时代的投资和开销进行定期评估，以确保市场的公平、透明、负责和成本效益。

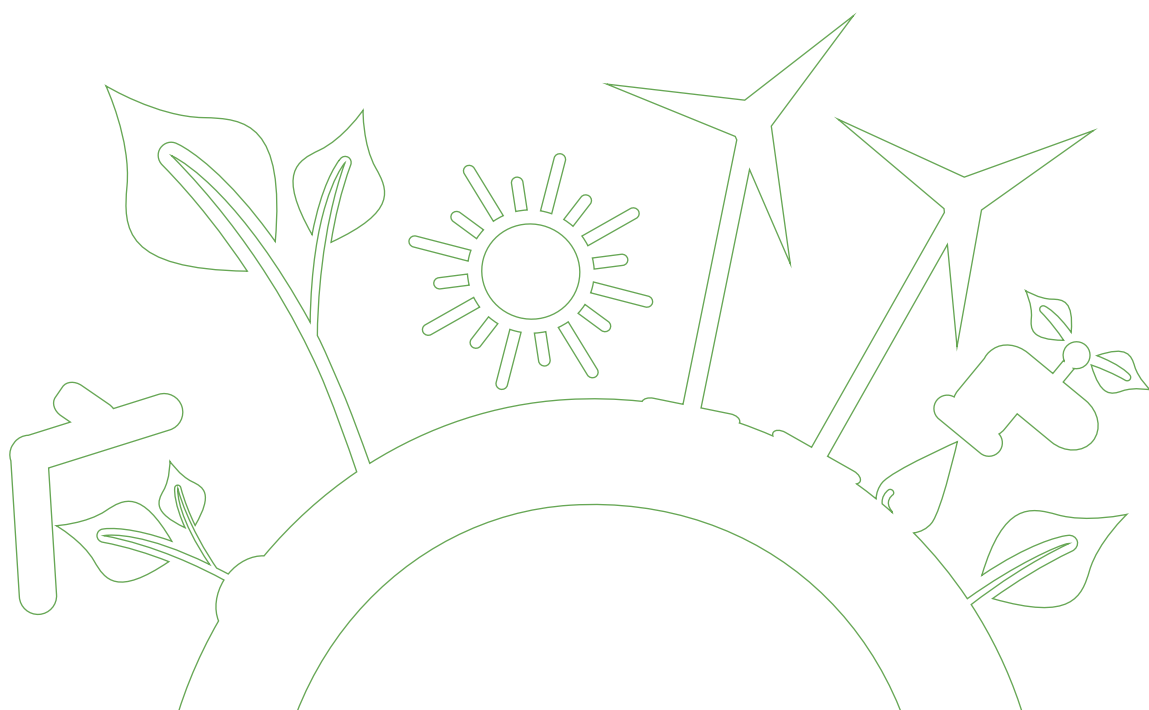
3. 税收及其他以市场为基础的经济手段，是促进绿色投资和创新的强有力工具。严重的价格扭曲会阻碍绿色投资的扩大。在许多领域，经济活动的负外部性（例如污染、健康影响或生产力损失）往往无法直接反映在成本上，这进而抑制了发展更具可持续性的产品和服务。解决这个问题的方法是将外部成本内部化，手段包括调整税收、征收类似于排污费的费用，或者在某些情况下，利用其他以市场为基础的手段，如交易许可证制度等。同时，建立提供生态系统服务的交易市场，如碳封存、流域保护、生物多样性效益和景观美化，就能够使土地拥有者获得更多的价值，从而改变其土地利用习惯。

4. 政府财政在消耗自然资源方面的支出并不利于绿色经济转型。本报告的许多章节均强调了不良的政府支出是如何对国家产生显著不利影响的。政府通过发放补贴，人为地降低了商品价格，却可能带来生产效率低下、资源浪费或过度使用等现象，从而导致有限的资源过早出现稀缺现象，或导致可再生资源 and 生态系统的退化。这种不良的补贴也会引发一定程度的社会不公。此外，补贴的发放将削减绿色投资的盈利，同时还会降低不可持续经济活动的成本或风险，这必将导致市场对绿色投资及其替代品的排挤。因此，改革对环境不利的财政补贴将带来财政和环境方面的效益。然而，在改革的实施过程中须制定短期支持措施以维护贫困人群的利益。

5. 健全的监管体系将促进绿色经济活动。本部分内容强调，在国家层面具备健全监管体系的同时，加强有效执法是促进绿色投资的强有力手段。这样的监管体系可以降低经营和监管风险，提高投资者和市场信心。相关政策的制定能够约束不法行为，同时也可以通过制定（行业）最低标准或进行完全禁止来杜绝那些有碍绿色经济转型的不良行为。政策的制定能够有效刺激可持续商品和服务的市场，提高市场效率，鼓励市场创新，从而在市场竞争中起到积极的作用。然而，对中小企业（特别是来自发展中国家的企业）来说，标准的建立可能会形成过高的市场准入门槛。因此，对于需要通过制定标准和其他政策法规来平衡经济活动与环境保护的国家来说，维护适当的市场准入门槛至关重要。

6. 能力建设与培训方面的投资是向绿色经济过渡的必要条件。各个国家把握绿色经济机遇和实施扶持政策的能力各不相同，国家现状常常影响其经济和居民应对变化的灵敏度和弹性。绿色经济的转型过程需要政府加强分析挑战、识别机遇、适时采取干预措施、整合资源、落实政策及评估进展等多方面的能力。在绿色经济转型过程中，政府也需要为劳动者提供更好的技能培训。因此，临时性保障措施必须确保劳动者的权益在转型过程中不受侵害。在一些经济环节，还需要保证工人得到新的就业机会。发展中国家的政府间组织、国际金融机构、非政府组织、私营企业和国际社会，作为一个有机整体，在提供技术和资金支持、促进绿色经济转型中发挥着重要作用。

7. 加强国际监管可以协助各国政府推动绿色经济转型。面临全球环境挑战，建立法律和制度体系方面的多边环境协议，对于推动绿色经济转型意义重大。例如，《蒙特利尔议定书》引领工业部门使用其他物质来替代消耗臭氧层物质。国际贸易体系也将显著影响绿色经济活动，改变绿色产品的流动、技术发展和投资方式。如果环境资源在国家层面上得到正确定价，国际贸易体系鼓励各国可持续地利用其优势自然资源，进出口国家都将由此获益。另外，政府积极参与国际活动，如2012年联合国可持续发展大会（里约+20）以及联合国环境管理组的绿色经济活动，对于共同促进了绿色经济的转型具有重要意义。



1 引言

绿色经济致力于长期改善人类生活、减少社会不公、避免下一代遭受严重的环境危机或生态资源稀缺危机。绿色经济可以通过以下两种方式完成这一使命：一是增加对可持续生态系统服务（可持续生态系统是全球贫困人口赖以生存的环境）的投资，以保证当代和后代人从环境中持续获益。二是制定经济增长战略机制保证自然资源和环境的可持续利用，这样的绿色经济可以创造长期就业机会和财富帮助消除贫困。绿色经济也纠正了人类对传统经济指标（如GDP等）的过分依赖，它们无法反映生产和消费可能对自然资源造成的损害，可能会导致人类对经济绩效的不当评估。

本报告的许多章节都列举了促进绿色经济转型的具体实例，但是政府必须提供特定条件来鼓励私有部门投资绿色经济活动。针对这些条件，本章探索了实现绿色经济的具体方法。

促成绿色经济的条件是指更能吸引投资者对绿色经济关注的环境。只有在正确的财政措施、法律、道德、国际框架和基础建设到位后，绿色经济才能成为更广泛的经济活动。除此之外，还需要综合信息、政策传播体系、社会支持、技术、公众教育等多方面的支持，以确保绿色方案的设计、执行、认知和理解。在此过程中，应尽量避免产生不确定次生影响并消除来自于现实与政策的阻碍。

绿色经济的促成条件由众多参与者和机构共同创造，其中最重要的是政府，同时也包括政府间组织、国际组织如亚太经济合作组织（Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC）、二十国集团（Group of Twenty, G20）财长和央行行长、多边环境协议

（Multilateral Environmental Agreement, MEA）（如“联合国气候变化框架公约”（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC））、国内外的非政府组织、工会、私营企业，国际大型企业集团和中小型企业（Small and medium-sized enterprises, SMEs）等。

本章重点讨论各级政府在短期内可以实现哪些转变，包括执行部门和各领域（环境、财政和经济等）的管理部门，以及省市和地方政府。本章为政府提供了促进绿色经济转型的广泛适用的政策工具，首先列出了政策制定的五个关键方面：

1. 使用公共投资和消费来平衡私人投资，包括投资公共基础建设、提供绿色补助和建立公众论坛；
2. 使用市场工具，例如税收、交易许可权等，为绿色经济提供市场激励；
3. 改革有损自然资本的补贴政策；
4. 制定立法、行政和执法的统一管理体系，促使经济重心转移到对社会和环境有价值的活动中；
5. 通过国际监管体系来规范经济活动，例如，制定国际贸易体系，以推动向绿色经济转型。

本章还总结了其他方面所需的支持，如人才能力建设以及人员训练和教育投资。附件1中总结了一系列的促成条件。鉴于“融资”这一条件的重要性和复杂性，将在单独章节中对其论述。

2 关键政策工具

以下各节列举了几类推动绿色经济转型的主要政策工具。毋庸置疑，具体的绿色经济战略及实施时期要视国家情况而定。不同的国家需要不同的政策组合及执行时间。此外，转型策略可能是政府高层的决策，也可能来自其他部委和地方政府部门，或者是私人企业和民间组织。因此，想要提出一套适用于所有国家的绿色经济转型政策不切实际，或者说不合理的。发展中国家可能会在众多因素中优先考虑以下方面：

■ **现有发展规划和承诺。**包括国有经济和发展计划、国家可持续发展战略、扶贫战略，以及为实现千年发展目标（Millennium Development Goal, MDGs）而制定的战略。为避免重复，绿色经济的政策工具应对现有战略进行完善和补充；

■ **国情。**包括劳动力和资本的成本和数量、环境和自然资源的储量、固定资产的数量、可再生能源的可用程度、体制的优劣、监管水平的高低、政治的稳定性、人口状况，以及私营企业和社会力量等；

■ **国内地域差异。**通常，“绿化”关键经济部门对农村和城市、国内的不同地区将产生不同的影响。存在严重环境或社会问题的地区应该是开展绿色经济活动的重点区域；

■ **文化和传统。**这些因素可能会影响社会的物质需求和消费行为，进而影响一个国家迈向绿色经济的方式。广义来说，对文化和传统往往要进行长期关注，以确保绿色经济过渡的公正性；

不同政策的成本和实施时期。某些部门的绿色化可以在相对短的时间内取得快速突破。而其他部门，为了应对技术和政治经济方面的挑战，可能需要作好中长期的准备。在某些情况下，比如对城市规划或可再生能源投资，除了短期内的财政和政策支持，为避免未来的重大损失，现在即需考虑各种现实因素及应对措施。

对上述因素进行分析有助于各国评估实施某项政策改革或政策工具的可行性。无论各种政策的优先顺序如何，国家和国际的层面上健全的机构设置是至关重要的。健全的行政体制能够为所有促进绿色经济转型政策的实施提供有效规划所需的基本条件：长期的科学计算、分析和决策；内部协商和战略规划；监督政策的执行情况和经济行为；及时调整政策；法律执行；关乎公民利益的信息透明化和可获取性；以及确保决策责任制。对健全体制的需求，将提升国际社会向发展中国家提供技术和财政援助的重要性。

2.1 鼓励有利绿色经济的投资和消费行为

尽管大部分绿色投资终究来自私营经济，但在某些情况下，谨慎使用公共支出与投资激励，能够激发市场活力，促进绿色经济。这些情况包括需要克服市场壁垒，或者为防止整个体系陷入不可持续的状态、人们失去赖以生存的自然资源需要采取及时行动。三项重要公共支出的重点分别是：（a）对绿色市场至关重要的新技术和行为革新予以推广；（b）对一些绿色变革所需的公共设施进行投资；（c）把对新兴绿色产业的推动列为战略之一，相对于传统经济发展模式，形成长期的推动就业和经济增长的优势。

利用公共支出改变市场运作的途径有很多，并且已经被各国政府普遍运用于支持经济投资，但是这些公共支出可以更具针对性和战略性地应用于绿色项目、部门和投资者。鉴于财政资源的稀缺性，政府试图将资金用于不可持续的经济也是不合理的。因此，须谨慎制定经济发展战略。此外，为开拓市场，应谨慎选择短期使用公共支出的方式，使之引导市场的长期动态。例如，选择支持哪些绿色投资项目并非易事；政府对技术和产品的选择也并无固定的规律，尤其是那些不成熟的技术。对国情和一系列潜在的困难进行综合分析，有助于确定公共支出支持的对象及方式，例如，在农村地区开展保护性农业投资、改善基础设施；建立保护性电价制度，从而促进可再生能源产业发展等。尽管具体情况各不相同，但大多数干预措施应做到以下几点：

■ **协调众多可持续发展事宜的轻重缓急，考虑其可能对各经济领域产生的影响；**

■ **如果条件允许，尽可能与加强国家相对优势的战略相一致；**

■ **不重复支持已有投资。**

■ **保持中立，避免某些技术或企业形成垄断，让市场决定实现绿色成果的最佳方式；**

■ **战略性地瞄准那些对市场动向具有长期影响力、且影响在投资终止后仍将持续的投资；**

■ **制定成本控制机制。**

以下部分会更详细地讨论一些可能应用额外公共支出的方式，以及现有公共支出如何通过可持续的公共采购才能刺激市场。

专栏一：绿色基础设施投资

本报告在多个章节中建议在基础设施或公共服务方面开展特定的公共投资，以促进绿色市场的发展，并且更有效地使用环境和自然资源。例如，改进农村社区的物质设备和电信设施，可以刺激可持续的农业市场成长，并为农村地区提供就业岗位和发展机遇。

据估计，绝大多数的绿色基础设施投资将发生在发展中国家，以解决包括能源、水、卫生和运输在内基本经济产品与服务的质量和可用性问题（UNEP 2010b）。选择进行这些投资将对未来的经济发展模式和环境状况产生重大影响，并且可以对迈向绿色经济产生相当大的影响。

据估计，在全球范围内，2008-2009年间政府承诺提供的3.3万亿美元公共资金中的约有5,120亿是被指定为进行低碳和环境基础设施投资（Barbier 2010b）。例如韩国，在2009年1月全球经济衰退达到顶峰时，推出了国家绿色新政计划。该计划的总成本约为360亿美元，相当于该国GDP的3%，其源动力是基于绿色基础设施项目和公共服务，创造96万个工作岗位。低碳项目包括发展铁路和地下交通、能源效率更高的车辆和清洁燃料、能源保护和环境友好建筑；此外还包括改善水质管理和生态保护的项目（Barbier 2010a）。

公共支出手段

政府可以运用多种手段促进绿色投资，例如补贴。补贴的形式并不只是直接的财政资金转移，也包括税收或法规的调整、资产加速折旧，或是以低于市场价格使用国有资源等。本报告多次强调，补贴应当用于促进革新、建立绿色公共基础设施，以及扶持绿色新兴产业（专栏一）。

当市场壁垒阻碍了私人投资，或者加快革新速度可以使大众受益时，就需要政府对革新进行补贴。革新，广义上是指针对社会需求而作出的转型和改进，并不仅仅包括新技术的发展和推广，也应包括应对新环境和新目标的技术改进。政府可以分摊成本的方式，对研发（R&D）的某些环节提供补贴以“推动”创新活动。领域包括大学的基础研究，也包括企业的应用研究。除了对研发进行补贴，各国政府越来越多地开始对那些成本过高、难以吸引私人投资的示范项目提供资助。另外，可以制定“拉动”革新的政策，例如，明确某种技术在市场中的需求，从而提高该技术革新对私人投资的吸引力。

“拉动”政策要与绿色产业政策更全面地契合，也就是创建绿色市场的相关政策。这就可能需要建立绿色经济活动所需的公用基础设施，如智能电网、可负担的宽带网络连接；也涉及对关键性绿色产业的特别扶持。政府的短期支持可以为企业竞争力的形成赢得时间，如，通过“边学边做”和形成规模效应来降低生产成本，或通过市场认可来建立客户基础。刺激投资方案也可用于吸引国外直接投资或留住国内投资者。这对于刺激本地采购和国内企业的技术转化是极其重要的。

为此，政府建立并实施了一系列政策。例如，土耳其降低实体公司申请许可证的费用，从而建立可再生能源设施，并为其提供投资期间的租金减免、准入权利和用地许可（Gaupp 2007）。税费优惠也是这种支持手段的形式之一。例如，印度的一些大城市为太阳能热水器用户增设了房产税退税条款。某些情况下，

这一比例可以达到房产税的6-10%（Ministry of New and Renewable Energy of India 2010）。同样地，资产的加速折旧也能够有效地促进可再生资源产能方面的利用。这让投资者加快符合条件的固定资产的折旧速度，从而减少其相应税费。在墨西哥，环境友好型基础设施的投资者自2005年以来就开始从加速折旧中受益；在香港，环保型车辆的买主可以从登记税和其他税收优惠政策中受益（National Ecology Institute of Mexico 2007；Environmental Protection Department of Hong Kong）。

无论是优惠的贷款条件（如贷款担保或较为宽松的还款条件）还是低成本融资（如利率补贴或软贷款），都表现出对贷款行为的支持。此类措施已经成功地在发达国家和发展中国家中得到实施。例如，在巴西，为减轻前处理工艺的经济负担，建立于1980年的圣保罗州工业污染控制项目（São Paulo State Industrial Pollution Control Programme, PROCOP）向污染者提供优惠贷款和技术援助。该项目由州政府和世界银行提供资金，由圣保罗州环保局主持，各界普遍认为该项目在圣保罗州鼓励环境污染控制活动和提升环境质量方面发挥了重要作用（Benjamin and Weiss 1997）。

许多国家还对热门产业提供立法支持。建立授权机制能够为生产者提供市场保障，如欧洲可再生能源指导委员会要求欧洲国家在2020年前将可再生能源占所用能源的比例上调至20%。保护性电价制度的运作机制与此类似，即要求电力供应商从生产商那里以一定价格购买由可再生资源产生的电力。

然而，需要强调的是，执行这些政策也有一定的成本。它们都需要使用有限的财政资源，而且很容易受到工业的影响。绿色产业政策的本质确保政府投资用于扶助新兴行业的成长，而且有严格的支持期限，同时资金应用受到密切监控（详见“确保合理的公共开支”）。

现有资金进行可持续的公共采购是刺激绿色产业的另

专栏二：马拉喀什可持续政府采购工作队

拉喀什可持续政府采购工作队由瑞士政府于2005年成立，是联合国环境规划署（UNEP）和联合国经社事务部（UN DESA）领导的关于可持续生产与消费的7个特别工作组之一。这是一个国际倡议组织，旨在促进发展中国家和发达国家的可持续公共采购。自2008年以来，它的目标已经扩展为在14个国家实施可持续公共采购，包括目前正在毛里求斯、突尼斯、哥斯达黎加、哥伦比

亚、乌拉圭、智利和黎巴嫩推行的试点项目。该方案包括首先评估国家的采购状况；确定采购的法律框架以及将社会和环境标准纳入采购活动的可能性；开展市场准备程度的分析，以确认现有供应方在提供可持续产品和服务方面的能力；最后发展国家的可持续公共采购政策，包括为可持续公共采购人员制定的能力培训方案（UNEP 2010c；UNEP 2010d）。

一种方式，政府也可以密切关注其使用情况。通常，政府和国有企业主导的商品采购和服务在总公共开支中占据较大比例。2001年的分析估计，经济合作与发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD，简称经合组织）国家GDP的13-20%都用于采购建筑、铁路和公路基础设施、清洁及其他服务、购买办公用品和能源等（IISD 2008）。

尽管有关发展中国家政府采购情况的相关数据资料较少，有文献报道，发展中国家的采购情况与经合组织国家相似，在某些情况下甚至更高。例如，肯尼亚和坦桑尼亚相当于占用GDP的8%；乌干达为GDP的30%（Odiambo and Kamau 2003）；南非为35%；印度为43%；巴西为47%（IISD 2008）。对于协议购买某些符合可持续标准的商品，政府可成为市场采购需求中的一股强大力量。

与上述许多补贴机制类似，政府对绿色产品和服务的需求使其长期成为一些企业的大客户。企业根据市场信号在创新环节上进行长期投资，从而令生产者意识到规模经济和降低成本的重要性。另一方面，这能够促进绿色产品和服务在更大范围上实现商业化，从而促进可持续消费。一项针对欧洲最先进的可持续公共采购项目中10组产品的测试发现，可以实现采购碳足迹平均25%的下降（Pricewaterhouse

Coopers, Significant and Ecofys 2009）。与其他补贴不同的是，这可以很大程度上依赖对现有支出的重新定向来实现。这也为政府提供了表达他们对可持续发展决心的机会。几乎所有的发达国家都具有某些类型的公共采购政策；一些发展中国家，如印度、智利、南非和越南也正在建立各自的相应政策（Perera, Chowdhury and Goswami 2007）（专栏二）。

确保合理的公共开支

在公共开支手段的实施过程中存在一些挑战，这些挑战对于体制能力有限的国家可能尤其明显。有些政府缺少有效的激励和奖励计划，或者缺乏执行和监督的能力。还有些政府缺乏技术支撑，无法确保资产（或服务）以最具成本效益和可持续的方式来建设和经营，或缺乏可用的公共资金来支撑这一切。专栏三中描述了为克服这些限制而提出的革新举措。

在政府具备必需体制能力的情况下，为确保公共开支手段的有效性并获得理想的效果，认真评估和选择适当的措施尤为重要。上文所述措施各有优劣，选择何种措施在很大程度上取决于政策的整体导向。例如在某些情况下，因为很难确保税收优惠方面的支出促进的是社会革新，而不是增加私人利益，因而对环保技术发展的直接投资可能最有利于刺激税收（UNEP 2010b）。然而，税收激励机制的发展建立在其实际效

专栏三：私人融资计划

如果政府缺乏必要的技术手段来确保资产（或提供的某种服务）以最具成本效益和可持续的方式来建设和运作，或者可用的公共资金相当有限，私人融资计划（Private finance initiatives, PFIs）是有效的替代手段。招募私人投资时，可以打出招标公告，详细指明政府试图获得何种产品或服务，包括为达成可持续发展目标而设定的标准。然后选择最佳的投标者并签署合同，保证设计、资金和建设全部由私人部门承担，往往是几家企业的联合。可持续的设计和绿色技术的功能在一项计划中进行整合，可以有机地形成一种综合

体，实现更高的效率。这种模式的一个变体是联合投资，即公共部门承担部分项目资金。

私人融资计划的优点在于，它允许私人财团在很长一段时间内自行运作资产，利用其创新性和高效率达到节约成本的目的。此类计划也意味着将大量风险向私人进行转移，政府由此获得更多的成本保证。当然，为此也好付出一定的条件，如果没有充分的补偿，私人投资不会主动承担这种风险。

专栏四：上网电价

上网电价制度是一种基于市场的强有力手段，能减少温室气体排放、提升能源供应安全性，并提高经济竞争力。上网电价由政府监管，并强制性要求能源供应企业负责国家电网的运行，以预先确定的价格购买可再生能源生产的电能，这可在能源领域中刺激新的绿色投资（UNEP 2010e）。

上网电价是政府促进可再生能源生产的最常见政策。在83个目前拥有可再生能源政策的国家中，至少有50个国家（既有发达国家也有发展中国家），以及25个州/省制定了上网电价政策。其中超过一半的政策自2005年以来已经获通过（REN21 2010）。

对欧盟使用上网电价政策的分析表明，这种政策与其他市场手段相比，实现了更高的可再生能源普及率，并且减少了消费者的支出（European Commission 2008）。在肯尼亚，一项最近修订的上网电价政策预计将会刺激1,300兆瓦电力的生产能力，对国家的能源安全贡献显著。此外，肯尼亚的上网电价预计会刺激可再生能源基础设施的建设，同时带动其他项目的实施，提升制糖企业进行生物质联产的能力，从而对农村地区的就业和发展作出贡献（UNEP 2010e）。

果上，并且奖励涌现出的最佳实践方式，这样的方案可能很有效（OECD 2010b）。

在某些情况下，绩效奖励可能更适用于保障绿色经济活动。这些奖励能够帮助减少因坚持环境和社会标准而带来的成本，而不是动摇那些标准。例如，在印度、菲律宾、智利和哥斯达黎加，一些区域性投资激励项目已经为环境管理体系和社会绩效的认证建立了资金支持。据国际标准化组织估计，这些措施对于ISO 14000环境管理体系和ISO 14065温室气体监测体系在较低收入国家和小型组织中得以推行发挥了重要作用（IISD 2009）。

除了具有快速开启绿色经济的潜力外，由于制度的接受者需要延续其既得利益，一旦建立了奖励和补贴

制度，它们将很难被取消。通常，政府通过发放定期补贴和运用内部成本控制来尝试维持最低的开销。例如，根据补助机制，这可能包括常规项目评价、含有协议条件的调整方案，以及总支出上限和明确的终止条款（Victor 2009）。此外，一项来自国际能源署（International Energy Agency, IEA）关于可再生能源的补贴分析结果表明，当各国集中在某一领域开展刺激私人投资的活动时，这些扶持政策的稳定性、可预见性、与时俱进的灵敏性以及投资者的信心就变得非常重要（OECD/IEA 2008）。

在可持续公共采购方面，各国政府都面对一个共同的主要障碍。与不可持续的生产方式相比，对环境和社会友好的产品和服务可能需要更高昂的前期投入，特别是当绿色产品市场仍处于起步阶段时。下列策略有

专栏五：峰时定价

峰时电价是电力供应商常用的一种定价手段，即在电力需求高峰时期用电收费更高。这促使消费者（至少在高峰时期）节约用电。峰时电价制度在发达国家和发展中国家都很普遍。例如，中国的一些地区在1987年引入了峰时电价制度以解决电力供应短缺问题，因此水力发电的成本在旱季和雨季也有所不同（Zhao 2001）。

收取交通拥堵费是一种类似的手段，目的是缓解交通拥堵现象。新加坡的道路收费计划是最早的实例之一，它要求道路的使用者每次进入管制区域时缴纳拥堵费。取决于交通状况，收取的道路费用可在定价点上下浮动（Land Transport Authority of Singapore 2011）。事实证明该计划有效缓解了

新加坡道路的拥堵问题（Keong 2002）。拥堵费是一种有效的方法，可以让用户认识到道路运输的负外部性，比如拥堵造成的空气和噪音污染、环境恶化和工作延误。将这些外部成本内部化，就需要道路用户为他们造成的交通拥堵支付费用。从经济角度考虑，交通拥堵费鼓励用户考虑更为经济的出行方式，如在非高峰时段出行，或者改用公共交通工具。峰时电价和拥堵收费可以鼓励电力和道路的使用者减少消费。此外，峰时电价制度通过帮助电力供应商应对可再生能源不充足的时期（如风力或光照弱的时期），可以提高可再生能源在电力供应中的比例。

专栏六：环境税和创新

经合组织在最近的一项研究中发现，对污染行为定价并收费，可鼓励企业为寻求更清洁的替代方式进行创新。例如，在瑞典，NO_x排放税的引入，使得采用现有减排技术的公司迅速增加，优先采用该技术的企业从7%上升到了次年的62%。收税与其他指令性的手段（如法规）相比具有优

势，因为它鼓励了各个环节的创新活动，从生产过程到末端控制。该研究也发现，征税方案的具体设计是极其重要的。征税对象越接近污染源（例如对CO₂排放征税，而不是对机动车征税），便对创新更具促进意义（OECD 2010b）。

助于降低这些费用：

■ 考虑运行效益，重点扶持那些在中短期内总成本较低的产品和服务；

■ 重点考虑电子设备、车辆和家具等物品的长期租赁项目，这是因为此举可将保养、维修、升级和更换所需的成本转移给供应商；

■ 由私人产品招向综合服务招标转变；

■ 探索合作与集中采购平台的可行性。由此可实现对多个机构的采购过程进行统一管理，从而获得可观的批量折扣。

2.2 克服环境外部性和市场机制失灵

实现绿色经济转型，政府需应对各种市场机制失灵的情况，包括市场尚未形成（例如生态系统服务的市场），或者市场不能充分体现经济活动的真实成本和效益。不可持续经济活动造成的外部成本往往不能真实地在市场价格中得以体现，而此价格优势往往被市场交易双方加以利用，任凭第三方承担此成本。外部性或外部成本的实际意义是指不可持续的产品或服务的市场价格低于其实际社会成本，此差异形成的原因并非直接来自交易双方。例如在交通部门，交通造成的污染、健康影响或产量损失等外部影响通常并不在其成本上得以体现。固废处理行业的情况也与之类似，废物处理和处置的成本通常并不完全反映在产品或废弃物处置服务的价格上。市场将经济活动全部社会成本准确地反映在价格上，这不仅为了实现公平

性，同时也是市场可以实现有效分配资源的前提。

本节介绍了通过税收和市场手段提高价格，以改变市场激励机制（专栏四和五）。这样可为绿色经济与非可持续性经济模式创造更为公平的竞争环境。除价格效应外，部分政策也可提高公共财政收入，对绿色经济融资作出重要贡献。通常，政府是实现上述转变的关键行为主体，但是在数据、执行和政策等方面，需要其他部门的协助（在后文中详述）。

环境相关税收

如上文所述，如果环境外部性不在价格中体现，这便会增加可持续经济与不可持续经济竞争的难度，使市场向不利于绿色投资的方向发展，阻碍绿色经济的转型。解决该问题的方案之一是采用合理的定价手段，通过建立正确的税收、付费或征费制度，将产品或服务价格的外部成本内部化，也可称之为全成本定价。另一种方案则是利用其他基于市场的手段，例如交易准入机制。

环境相关税收大致可分为两类：“污染者付费”要求生产者或消费者为其制造的污染负责而收取费用；而“使用者付费”针对获取或使用自然资源进行收费。这些税费制度有助于提高自然资源的使用效率并减少排放。同时，环境相关税收也有利于激励创新行为（专栏六）。

通过环境税所得的财政收入可用于减少非可持续生产与消费造成的危害，鼓励绿色经济活动，或用于其他优先消费领域。在减少阻碍激励创新行为的税收同时，引入环境相关税收，纳税总额并未改变，却可以提高绿色税收在政策上的接纳程度，带来双重或三

专栏七：绿色税收--就业与环境的双重效益

政府减少对有益于社会的活动（如人力劳动）征收费用的同时，对污染和使用稀缺自然资源制定并征收税费，可维持总税收收入的平衡。

国际劳工组织（ILO）在一项关于绿色税收对世界劳动力市场影响的研究中发现，若对碳排放征收

费用，并同时降低社会保障费用，使用这些财政收入以减少劳动力成本，在5年的时期内可以净创造1,430万个新的就业岗位，相当于世界总就业率上升0.5个百分点（ILO 2009）。即使是碳排放密集型产业，预计也可实现就业增长（ILO 2009）。

重回报：减少污染，提高效率，同时还能促进就业（Green Fiscal Commission 2009）（见专栏七）。

交易准入机制

与税收类似，其他基于市场的手段，比如交易准入制度，也被用以缓解各种环境问题。与先规定污染收费、然后再由市场决定污染程度的方式相反，交易准入机制，包括碳排放与交易机制，都是先确定一个合理的整体污染水平，然后由开放的市场来决定其价格。交易准入机制在几十年前就被多国引入，近期因其对缓解气候变化问题的作用而重获关注。例如，《京都议定书》为各国提供了温室气体减排的交易权利。根据该议定书，至2009年共实现了87亿吨的碳交易，交易额达1,440亿美元（World Bank 2010）。

同样，建立生态系统服务市场支付体系，包括固碳、流域保护、生物多样性和景观旅游等，已经在近几年得到高度重视。生态系统服务付费（PES）制度有助于土地所有者在决策土地使用目的时，考虑更多的环境服务价值（Barbier 2010a）。关于此制度对于减少森林砍伐的意义尚未有定论。一些关于哥斯达黎加和墨西哥国家生态系统付费制度的文章指出，许多支付体系下的土地，由于极低的机会成本，原本就不存在转让的风险（Muñoz-Piña et al. 2008； Sanchez-Azofeifa et al. 2007； Robalino et al. 2008）。

越来越多的人相信，森林砍伐与退化会导致温室气体排放增加，因此建立一个有关森林和固碳量的国际生态系统付费体系成为国际气候谈判的焦点。该计划称为减少毁林和森林退化所致排放量，或REDD（Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation），近期已升级为REDD+，将森林保护、可持续管理以及增加碳储量等补充进活动目标。这是一种通过碳排放交易在发达国家和发展中国家之间实现资本流通的多层次生态系统付费系统。

在全球范围内全面实施REDD+的各项费用共计数十亿美元。生态系统付费制度所获得的全部资金远远低于准备活动和双边项目所需费用，所以仍需进一步优化，新机制需要从森林中获取新的资源并将其转化为生态效益。尽管生态系统付费制度不是政府实现林业领域碳减排计划的唯一选择，但它的确是一项重要的战略措施。

确保有效使用环境相关税收

本报告的一些章节明确提出了许多运用环境相关税收和市场手段将环境外部成本内在化的有效措施，例如温室气体、工业污染、化肥和农药的使用与影响、废弃物，以及对渔业、森林和水等常见资源过度开采带来的真实成本等。

自20世纪七八年代以来，世界各国在一定程度上成功运用了环境税收，包括中国、马来西亚、哥伦比亚、泰国、菲律宾和坦桑尼亚（Bluffstone 2003）。例如，中国自20世纪70年代后期，制定了大量的环境税收，截至1994年筹集了超过20亿美元的财政收入（OECD 2005）。同样，这也常见于对自然资源的开

采征税，而且，许多发展中国家强烈依赖来自资源开采业的财政收入（UNEP 2010b）。

征收环境税需注意一些关键问题。首先，它们的适用范围往往仅限于那些政府试图减少或更好地进行管理的不可持续经济活动，而并不包括政府准备全面禁止的活动。对于后者，加强监管措施比征税手段更为适合。同样，要使税收政策更有效，应对所有带来环境影响的经济行为征税，并且尽可能使税收等与其外部成本（UNEP 2010b； Roy 2009）。

实际上，长期且严格地满足这些条件几乎是不可能的。例如，长期保持税收水平与其外部成本对应就比较困难，除非定期监测所以行为的环境外部性并通过研究估计其成本。当税收高于环境外部性内部化所致成本时，将导致社会资源的分配不够合理，无法实现最具可持续性的污染控制和资源开采。此外，直接向具有外部成本的经济活动征税有时不易实现，这种情况下需要使用替代收费手段，例如，采用道路税来替代CO₂排放税。然而，这些征税手段有时无法体现同类经济活动中由于个体差异所致的外部成本不等。例如，道路税的高低应该与汽车的发动机效率直接相关。

虽然绿色税收的总体目标是增加福利，但是补贴政策的改革将减小参与经济活动的盈利者和亏损者之间的差距。例如，如果碳排放税仅在某个国家实施，那么该国的水泥或钢材制造等碳排放密集型行业将难以与国际竞争对手抗衡。同样，低收入家庭将对于价格上涨十分敏感，能源使用支出占他们总收入的很大比例，他们也更容易受到新税种的影响。此外，税收总负担的加重将对经济产出造成负面影响。因此，往往需要进行全面研究，正确估计绿色税收对经济的影响，并制定配套政策，以缓解过渡时期矛盾。

现有的环境相关税收表明，对某些经济部门实施免税政策可以克服上述问题，却可能削弱税收的激励作用。例如，对于碳排放量高的工厂实免征碳税，恰恰是鼓励了这些对环境破坏最严重的企业。最好的方案应当是通过国际协定，在全球、区域或部门内，对负外部性征收一定程度的税，同时保持竞争力的平衡。在此之前，作为过渡目标，可以全面针对部分负外部性征收低程度的税费，或通过区域协定对部分负外部性征税，但要由成员国自己来决定税率。税收收入还可以用来解决工业中的其他问题，例如支持能力建设，为失业人员提供福利，为再培训计划提供资金。在无法达成国际协定的情况下，国家也可以通过世界贸易组织（World Trade Organization, WTO）对进口关税的使用条件进行谈判，从而减轻对本国竞争力的不利影响。

政府经常提出以下方案来补偿税收的消极社会影响：将税收收入用于社会福利安全体系或其他提升福利的项目，从而政府可以循序渐进地接近最终解决方案，而不是简单地保持中立。对于改革补贴措施，最重要的是在改革之前正确地评估其社会影响，从而确保措施合理，促进社会公平。此外，就补充措施提前进行

良好沟通也很重要，有助于减少对改革的反对意见。同时，监管也是一个重要方面，如果政府能够推出有效的措施来确保税收透明度、保证问责制，那么公众对绿色税收的支持度就会上升。值得注意的是，专款专用（即承诺将财政收入用于特定用途）往往有助于提高绿色税收的公众支持度，但通常会对公共财政带来过多约束，特别是承诺从环境税收中提取的财政收入部分大幅增加（UNEP 2010b）。

为了降低或完全抵消提高环境相关税收的经济成本，绿色税收转移是另一种经济策略。通过减少那些可以提高经济收入和社会福利（如就业、收入和盈利）活动的税收，财政收入可进行重新分配（Green Fiscal Commission 2009）。这一经济策略的目标是获得双重利益，既减少环境资源的损失，同时又促进就业。在20世纪90年代年代和本世纪初，适度的绿色税收已在一些欧洲国家实施，在能源需求、CO₂排放、就业和GDP增长方面均取得了积极成果。

2.3 限制过度消耗自然资源领域中的政府投资

如前所述，补贴是指由政府向生产者或消费者提供的各种形式的优惠政策。最常见的形式是直接进行财政转移支付，例如降低某件货物的价格。此外还有很多种其他的方式，如退税、豁免法律义务或以低于市场价的优惠价格使用国有土地（GSI 2010）。对许多政府而言，补贴是很常用的政策工具，因为补贴机制对行政能力没有过高要求，而且可以通过号召某些大团体，或者响应民众的迫切需求，从而赢得政治支持。

对环境有害的补贴

尽管在特定情况下实行补贴政策确实是合理的选择，但在其他情况下，补贴可能给环境带来有害的。而且，补贴机制一旦建立就很难被取消，它们的机会成本也很高。根据世界银行的分析，许多国家花在燃油补贴上的费用高于公共健康方面的支出（World Bank n.d.）。当补贴支出与产品定价或市场波动挂钩时，它可能会远远高于原本的水平。

国际货币基金组织（IMF）对42个发展中国家和新兴市场经济体的调查显示，对2007年的油价上涨做出的显性补贴相当于GDP的1.5%，隐性补贴则达到GDP的4%（Mati 2008）。补贴有时也用于支持一些长期发展失衡的重要公共服务事业。在一些国家，公用事业公司期待得到更多的水电之类基本产品的补贴费用，而对维护和设备更新没有进行足够投资（Komives et al. 2005）。

补贴也可能鼓励了那些不良的环境和资源管理模式。通过补贴人为地降低商品价格的同时，也导致了生产效率低下、浪费和资源的过度使用，从而使得宝贵而有限的资源提前出现短缺，或者可再生资源 and 生态系统的恶化。例如，全球对渔业的补贴每年预计在270亿美元左右，其中至少60%确认为有害，并被认为是过度捕鱼的关键因素之一（Sumaila et al. 2010）。

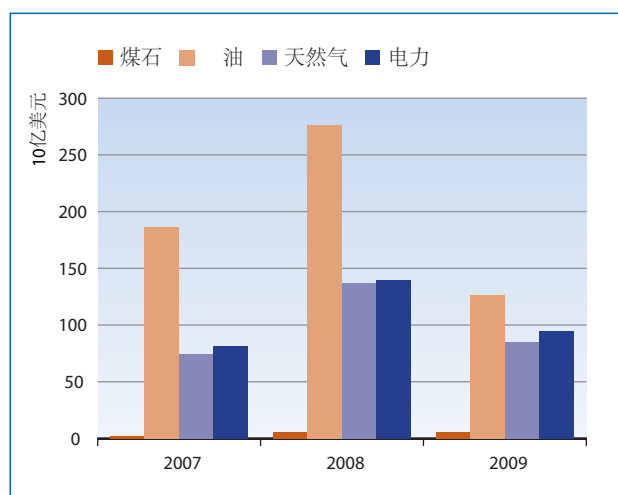


图1：各种化石燃料消费补贴的经济价值

资料来源：World Energy Outlook 2010 © OECD/International Energy Agency 2010

注：补贴的估计值由国际能源机构得出，不代表20国集团国家的官方立场。

据估计，枯竭的渔业每年导致约500亿美元的经济损失，超过全球海产品贸易总价值的一半（World Bank/FAO 2009）。

补贴还降低了绿色投资的收益。如果补贴政策人为地使得不可持续的经济活动更为廉价或风险更低，市场便会向不利于绿色投资的方向发展。2008年全球对化石燃料消费补贴估计为5,570亿美元，此外还有1,000亿美元的生产补贴（IEA/OPEC/OECD/World Bank 2010）（图1）。这些补贴人为地降低了使用化石燃料的成本，减少了消费者和企业采用高效能源的动力。在没有任何补贴的情况下，高效能源将更具成本效益。所以这些补贴是可再生能源技术发展的阻碍，这已经成为全球共识（UNEP 2008a; World Bank 2008; el Sobki, Wooders and Sherif 2009）。此外，据估计，在2020年前取消所有化石燃料消费和生产的补贴，可使全球对一次能源的需求量下降5.8%，温室气体排放量减少6.9%（IEA/OPEC/OECD/World Bank 2010）。

补贴可为贫困人群带来益处的说辞还有待商榷。虽然建立补贴的初衷大多是为了帮助低收入家庭，但如果不指定受益人群，大部分补贴往往都流入了高收入家庭（UNEP 2010b）。同样，旨在支持小型企业的补贴经常会被大企业利用（Environmental Working Group n.d.）。发达国家的补贴有时甚至会严重损害贫困人群的利益。例如，在经合组织国家，2008年政府向农业生产者提供约为2,650亿美元的支持（OECD n.d.），这严重扭曲了贸易平衡，造成发展中国家的大量福利损失。同样，全球渔业补贴的一半是由发达国家提供的，这使得价格与成本的关系向有利于发达国家渔业发展的方面严重扭曲（Sumaila and Pauly 2006）。据估计，仅取消对棉花的补贴和关税，每年就可以在撒哈拉以南非洲增加1.5亿美元的净收入（Roubini Global Economics 2009）。

改革有害补贴

改革补贴措施具有一些操作和政策方面的困难：为了减少改革负面的次生影响，需要谨慎实施这些政策；同时，为了消除既得利益者的反对，改革必须有明确的政治意愿，同时制定合理的补偿政策。在某些情况下，改革也可能不利于穷人的利益，所以需要一些辅助措施确保社会稳定，并稳步推进改革进展。

补贴是一个复杂的概念，人们往往对其并未真正理解。对一个领域的扶持方式有多种，可由各级政府通过不同的手段提供，而正确阐述经济、环境和社会成果之间的关系也相当困难。一个合理的做法是，政府要遵循三步走原则：（i）确定哪些领域需要补贴；（ii）确定补贴的额度；（iii）评估补贴对改革目标的影响。这种方法能确定哪些补贴是有害的，而且有助于决定补贴的优先级别（GSI 2010）。

不同领域对补贴的报告和监管也有很大差异。农业补贴最为常见且有国际标准，不过在其他领域，比如能源和渔业方面的补贴报告就很少。世贸组织成员国每三年都需要提供最新的完整报告，其中包括所有部门补贴的拨款或预留情况，不过上报率很低，而且报告提交时常常已经过期，数据的准确性和完整性也存在问题（Thöne and Dobroschke 2008）。

补贴是为了促进资源的合理利用，理论上，各国政府应该对跟踪补贴的使用情况很感兴趣，但是这些补贴惠及的往往是既得利益群体，政府因此也缺乏详细查询并进行汇报的意愿。当政府出于现实或政治上的理由很难采取这面的行动时，非政府组织和政府间组织可以提供帮助，国际论坛和专家也可以提供支持。其他如建立模板以简化并鼓励向世贸组织提供完整补贴报告的举措，也是改善监管工作的可行方案（Steenblik and Simón 2011）。

下一步是为补贴改革的实施制定总体战略。尽管改革的初衷是增加社会总福利，但改革过程中仍会有“赢家”和“输家”。例如，取消有害的渔业补贴有助于

促进宝贵资源的高效管理，同时在允许就业率出现暂时下降的前提下，有助于长期保持就业率的可持续水平，并将节省的资金用于改善其他经济领域的发展。但补贴改革的另一个常见影响是使受补贴的商品价格发生上涨。尽管补贴的大部分利益并未由低收入群体获得，但他们收入的很大部分用于购买基本产品，包括食物、水和能源，如果这些商品的补贴被取消，他们可能会受到严重而“不成比例”的影响。在一些情况下，政府需要谨慎决定政策执行的排序，以确保贫困人群可以合理的价格获得曾受补贴的商品和服务，这应该是取消补贴的前提。

补贴改革的收益和成本分配的不平衡解释了为什么在政治上存在强烈的反对。政府需要制定补充措施来克服其中一些问题，比如为工业提供短期产业重组扶持，为工人提供支持和再培训，以及向贫困人群提供福利转移（见“支持行动”部分）。这些类型的计划应当在大量的利益相关者之间展开讨论，对政治资源和体系还不到位国家而言可能需要耗费相当多的时间和精力。国际货币基金组织建议采取渐进式的改革方式，并且建议了一些可行的短期支持手段，包括保留那些对贫困人群消费最为重要的补贴，即通过更新补贴政策，让生产者及其产品价格继续向贫困家庭倾斜，并且将财政资金引入公共消费的优先领域，如医疗保健或教育（专栏八）。各利益相关方的参与非常重要，因此需要有效的沟通方式，使得受影响的群体相信他们会得到支持。

第三，也是最后一个步骤，就是对补贴政策进行长期监管和审核，确定补贴的有效性，并明确补贴改革可能造成的意外后果，以及过渡时期政策（尤其是财政扶持）是否取得了预计的效益并实现了规定的目标。如果配套的缓和方案期限合理且实现了最大可能的投资，可以有助于避免政策陷入窘境，并且帮助政府适应不断变化的新形势。

专栏八：能源补贴改革的一些实例

现金拨款：2005年10月，当印尼降低国家能源补贴，并提高燃油价时，政府建立了一项为期一年的计划，每个季度向1,550万贫困家庭无条件发放30美元。考虑到它的快速实施，该计划可以认为运作良好（Bacon and Kojima 2006）。2008年5月，当燃油价格上提时，采取了同样的做法，向低收入家庭发放了15.2亿美元的现金拨款（IISD 2010）。

在改革补贴时，用于确定贫困家庭经济能力的间接调查法，随后也被用于政府对一项现金转移计划的设计和试验，也就是目前正在进行的希望家庭计划（Program Keluarga Harapan），旨在提高

贫困社区的教育和健康（IISD 2010）。款项通过邮局向女性家长支付，前提是她们符合健康和教育服务的要求（Hutagalung et al. 2009; Bloom 2009）。

小额信贷：在加蓬，政府使用补贴改革所释放的款项为小额信贷计划融资，帮助农村弱势妇女，以此来抵消补贴改革的负面影响（IMF 2008）。

基本服务：加纳改革其燃油补贴时，政府取消了小学和初中的学费，而且还增加了贫困地区基本医疗保健计划的经费（IMF 2008）。

2.4 建立健全的监管体系

这一章节强调在国家层面上进行监管体系改革，包括产权、传统的环境法令和条例、标准，以及这些法律的有效实施等方面，这对于驱动绿色投资具有重要意义。本节将对本报告部分章节中所提到的重要的国家监管工具进行探讨。

完善的监管体系通过设置最低标准或者禁止某些活动的方式，可以建立有利于绿色经济发展的激励机制、为绿色投资减少阻碍，并使大多数不可持续的经济行为得到调整。

法律条例为政府当局的监督和执行提供了法律依据。完善的监管体系可减少管理和交易的风险，提升投资者和市场信心。通常，企业更倾向于按照明确并有效力的标准开展工作，希望避免各种不确定性，以及不遵守相关法规的竞争者带来的挑战（Network Heads of European Protection Agencies 2005）。此外，法律条例也适用于那些无法使用市场手段处理的情况，比如尚未建立起市场的生态系统服务领域（UNEP 2010b）。

多数情况下，面临的主要挑战不是建立新的管理规则，而是在现有监管体系的基础上进一步完善，以实现政府促进绿色经济转型的目标。完善体系的有效做法之一是定期审查。执行定期审查应以事实为依据、分析严谨，做到及时、透明以及不带偏见，保证审查程序和法律的可靠性。利用改善监管体系来促进关键部门中开展绿色经济活动，首先应明确现有政策与目标政策的一致程度，比如，确定哪些法律应加以修订，是否有必要制定新的法规。本报告的各个章节中已经提出了具体部门中哪些管理体系需要进一步与环境和社会的发展目标相协调。尽管每章实例中涉及的国家司法体系不同，但他们仍可折射出在法规体系中存在的问题以及可以寻求的解决方案。

制定公平有效的法律条例需要对监管体系进行深入了解。这些条例应当对鼓励和增进贸易、投资和融资具有开放性。例如，“制造业”这一章指出，一些产业的高度特化使监管工作很难保证不过于软弱或过于严苛。即便是监管人员与企业共同建立的合适的监管制度，也同样存在着“监管俘获”的风险，这种情况下立法的结果将更多地带有商业性，而非公共利益。即便法律条例已经过精心的制定，健全的体制水平仍然必不可少，这样才能减少转移至企业的行政负担。

标准

制定相关标准是实现环境目标和建立可持续产品与服务市场的有效工具。因为标准向消费者提供了产品和服务市场信息，促进了可持续产品的市场需求。技术标准（即对产品和/或工艺以及生产方法的要求）主要在国家层面上发展和实施，而提升能源效率和设定减排目标的标准主要建立在国际层面上。标准的要求可以基于目的或者具体特征（如生物燃料的标准），也可以基于实际效果，大多数能源效率标准既是这种情况（WTO-UNEP 2009）。强制性标准对于实现预期目标是非常有效的。

一些情况下，环境政策能够推动创新和经济增长。例如，企业通过产品设计和生产工艺的创新以应对更严格的废弃物法规，实现废弃物排放量的减少（Network Heads of European Protection Agencies 2005）。有人指出，具有较高环境标准的国家往往拥有市场领先的企业，并且与其他国家相比具有更好的经济成效。这是因为较高的环境标准可以提高效率、推动创新，可以提高遵从标准企业的竞争力（Porter 1990）。

然而制定标准也存在风险。多数情况下难以制定明确的标准。即使可以选定合适的标准，如果不进行定期评估和修订，随着时间的推移，它会逐步遭遇“瓶颈”，无法继续实现其全部功能（Smith 2008）。复杂的标准则可能存在对中小型企业不公平的风险，尤其是在法律保障和监管的发展中国家。

物权法和准入权

农业、林业、渔业、水资源等章节中的分析一致说明了一个问题：如果人们不明确享有对于某一项资源的权利，他们将缺乏对其进行妥善管理的动力。农业方面，农民对土地没有合法使用权的情况下，他们没有意愿对其进行长期管理（Goldstein and Udry 2008）。准入权对资源管理同样具有重要影响。例如对个体行为者而言，当他们了解到他人通过轻松的方式也可获益时，必将失去对渔业和水资源进行可持续利用的动力。此类问题基本都面临这样的困境，这会导致生态系统的恶化，动摇许多经济活动和福祉的根基，尤其是对发展中国家和世界贫困人口而言（Nellemann et al. 2009）。

对于协调和整合绿色基础设施的投资，除了制定健全的物权法以促进资源的可持续管理，地区的管理制度也非常重要。虽然区域管理制度在发达国家已有长期的实施历史，但在发展中国家尚未得到充分利用。例如，完善区域管理制度可使得发展中国家在城市周围明确的限制区域，以控制城市的扩张。同时，区域管理制度有利于创建保护生态系统的绿色走廊，或以可持续的方式优先发展城市中最薄弱的区域。

对物权法和区域管理制度的创立与修订在政治上是一项挑战。为权力提供法律保证，需要动用大量的行政和司法能力，有时还需辅以现代化技术。当国家立法与国际立法有交叉时，上述政治和体制上的挑战会愈加复杂，诸如跨界鱼类种群和跨界水资源之类的资源管理。

协商和无偿协议

并非所有的条例都是通过立法手段建立的，也可通过协商和无偿协议达成共识，或产业的内部调控等。这些措施通过政府与企业之间进行协商确定，或通过一个或多个企业自愿采取行动，而且这通常是由对某种标准或原则的不具约束力的协议构成。它们可以是对政府法律法规的有力补充，因为它们减少了从政府机关那里获取信息和行政费用的负担。此外，如果能够包含成本节约（生态效率）或创造正面品牌形象等功能，那么它们也能够引发企业的兴趣。先发优势以及较低的法律和监管风险，也能促使产业参与者自愿达

成共识，或建立无偿监管体系（Williams 2004）。

通过谈判和自愿达成共识而形成规范具有风险，会导致发展目标停滞不前，而那些目标是极其容易实现的，一些研究已经质疑了它们的环境有效性和经济效率，尤其当政府的参与程度较低时更是如此（OECD 2003b）。尽管如此，一些这样的协定，比如“印尼污染控制、考量和评估计划”（Program for Pollution Control, Evaluation and Rating, PROPER），显示了在适当情况下，它们可以带来显著的环境效益（Blackman 2007）。不过，这终究不能代替政府的调控能力，因为没有监管的强制压力作为背后支持，遵循自愿原则的动力就会缺失，因此它们仍然需要政府的干预，以评估它们针对各自目标的有效性。

信息手段

本报告的多个章节中列举了多种基于信息的手段，可以用于促进绿色经济转型。例如，宣传活动可以提升公众对特定问题的认识水平，对于推动解决困难的政治问题极为重要。这些活动可以由政府牵头，比如由独立委员会对绿色经济相关问题开展研究，并提升人们的认知；也可以是非政府组织提出，如绿色和平组织倡议的阻止气候变化运动（Green Fiscal Commission n.d.; Ranjan 2009; Greenpeace n.d.）。信息手段同样也可以教会人们基本的技能，并可促进有助于实现绿色经济目标的活动。

政府也可以创建条例，强制企业提供某些信息，让消费者和投资者可以更有效地评估其经济活动的可持续性，包括它们的生态影响和碳足迹（见“融资”章）。同样，目前也存在企业自愿进行认证或加入标签计划，如“温哥华市建筑物能源和排放目标”。在还未建立法规条例的情况下，这些企业通过自身的示范效果为行业提供的标准（Coleman and

Stefan 2009）。此外，企业社会责任（corporate social responsibility, CSR）在很多企业中已经十分普遍，影响着这些公司和它们的供应商开展业务的方式（专栏九）。

2.5 加强国际监管

除了国家法律，一些国际与多边协议也有助于规范经济活动。本节将介绍在绿色经济转型中发挥重要作用的协议。

多边环境协议

多边环境协议往往通过设定标准或发布禁令来规范不可持续的经济活动，其谈判通常始于对某个环境问题的共识，然后深入讨论，就议题性质、共同需求与目标达成共识，最终形成文本草案。有时也形成强制各方遵守的、具有法律约束力的协议；其他情况下则生成代表原则或美好愿景的宣言（UNEP 2006）。

多边环境协议可以在促进绿色经济转型中发挥重要作用，这可能是监管全球共有资源的唯一可行方案。尽管在某些情况下，达成的多变环境协议仅仅是承诺性的，但这至少可以树立重要的原则和规范，并加强监管与信息流动。多边环境协议虽然已经解决了许多全球主要的环境问题，但仍然存在巨大的进步空间，这可以通过改进现有的多边环境共识或是建立新的协议来实现。例如，“渔业”部分强调了建立区域性渔业管理组织的必要性，这样的组织具有妥善管理渔业资源利用的监管作用，而在“固体废物”章节里，将《巴塞公约》确认为一项重要的监管工具，认为事先知情同意（prior informed consent, PIC）体系以及监督委员会应得到更多关注（Andrews 2009）。

专栏九：自发的私人企业行动和企业社会责任

企业社会责任是私营企业“对公平和可持续的社区和社会进步作出贡献”的反映，原句出自《约翰内斯堡可持续发展宣言》第27节。这需要企业自发地对提升社会、环境和经济影响责任进行承诺。对于引入新的规范与绿色经济市场手段，这些先进企业的自发承诺可以起到铺路作用以及补充效果。例如，生态足迹和相关标签计划的倡议，企业可通过政府的认可与激励机制获益。企业社会责任倡议可以促进可持续消费和生产（sustainable consumption production, SCP）目标的实现，这将提高生态系统服务的利用效率，降低环境资源的恶化、污染和浪费。

企业社会责任这一概念被越来越多的领先企业所接受，作为其经营策略的组成部分，它们认识到企业社会责任可以产生有形的商业利益，包括成

本节约、获得更多资本、提高生产力、提高产品质量（通过提高员工工作以及改善工作条件）、吸引并维持人力资源、提高声誉和品牌形象，以及减少法律责任（Googins et al. 2007）。

企业社会责任也可以提高企业对社会的责任感及其本身的透明度。通过各种沟通方式，包括利益相关者的参与、提供产品信息、建立报告制度。报告逐渐发展为环境、社会和监管的综合报告。参见全球报告倡议组织（Global Reporting Initiative, GRI）的可持续报告指南，见www.globalreporting.org。此外，关于环境管理的ISO 14000等国际管理标准，以及最近通过的ISO 26000社会责任标准正在被越来越多地采用。ISO 26000对于社会责任的原则提供了基本指导，以促进对各种行为的一致理解。

专栏十：《蒙特利尔议定书》

《蒙特利尔议定书》的实施，不仅在控制消耗臭氧层的物质（ozone depleting substances, ODS）方面取得了成功，同时也促进了绿色经济发展。迄今为止，这项国际公约已经很大程度上（>97%）减少了上百种已知的消耗臭氧层的工业化学品的生产和消费（UNEP Ozone Secretariat 2010）。大多数消耗臭氧层的物质都具有导致全球变暖的高危险性，逐步淘汰此类化学品已经明显减少了温室气体的排放，每年减排量达110亿吨（CO₂当量），这是《京都议定书》2008-2012年间减排目标的5-6倍（Velders et al. 2007）。据估计，该项目在已经签署《蒙特利尔议定书》筹资机制的发展中国家的实施（即多边基金，参见multilateralfund.org），可缓解气候变化，为人类带来共同利益。估计减排量将超过30亿吨（CO₂当量），减排成本约1美元/吨CO₂当量。

《蒙特利尔议定书》实施还带来了其他益处，包括减少了紫外光照对农作物、牲畜和材料的损伤，以及降低人类发生癌症和白内障的风险。例如，美国环境保护局（United States Environmental Protection Agency, US EPA）近日报道称，仅在美国出生于1985至2100年间的人中，由于《蒙特利尔议定书》而避免产生的白内障病例估计将超过2,200万例（US EPA 2010）。

《蒙特利尔议定书》也造就了可观的经济和社会效益，包括逐步淘汰无用的消耗臭氧层物质、生产其替代品、对臭氧和气候友好的设备的开发和营销，以及国家臭氧机构在发展中国家的创立和融资（Multilateral Fund Secretariat 2010）。随着各国致力于逐步淘汰氟氯烃，并使用对气候和臭氧友好的替代品，《蒙特利尔议定书》的效益预计会进一步增长。

《联合国气候变化框架公约》是对绿色经济过渡具有重要影响力的多边环境协议之一。该公约下的《京都议定书》已经刺激了一些经济领域的发展，比如应对温室气体排放问题的可再生能源生产和高效能源技术。然而，气候管理体制的未来仍然不确定，因此谈判陷入了困境，即：如何在《京都议定书》2012年第一个承诺期满后，制定一个新架构来延续其机制。

由于多边环境协议的制定方式以及针对的问题不同，多边环境协议作为监管工具的效力也因此不等，达成协议的难度亦有不同。例如，《蒙特利尔议定书》

是公认最成功的多边环境协定之一（专栏十），部分原因是其考究的内容编写，使得便于寻找灵活的解决方案，承担共同但有区别的责任，并形成强大的融资能力，通过建立多边基金帮助发展中国家遵守该议定书的监管措施，特别对其实施的增量成本提供帮助。

《蒙特利尔议定书》关注的产品可以比较容易地找到合适的替代品，参与者可以较低的成本获得较高的利益，这是它得以顺利实施的另一个原因（Sunstein 2007）。而气候变化这样一个在各领域具有复杂影响的议题，应对成本高而且效益存在争议，而且包含排放权分配和融资方面的挑战，事实证明此类议题要达

专栏十一：贸易相关能力建设

贸易被认为是世界发展的主要驱动力之一。本报告多个章节中提出了贸易体系促进绿色市场的各种方式，例如提高资源利用效率，推广重要技术等。但是，许多国家缺乏利用这些潜在优势的能力，这是贸易体系受到的最大非议。目前针对这个问题已经设计出了一个模型，就是最不发达国家贸易相关技术援助的综合框架，或者简称IF（Integrated Framework）。

此综合框架（现已升级）最早于1997年世界贸易组织关于最不发达国家贸易发展综合举措的高级会议上提出，由多个国际组织共同参与，包括国际货币基金组织、国际贸易中心（International Trade Centre, ITC）、联合国贸易与发展会议（United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD）、联合国开发计划署

（United Nations Development Programme, UNDP）、世界银行和世贸组织。

此综合框架中包含“诊断”的步骤，即所在国政府与技术专家进行共同讨论，找出进一步融入全球贸易体系的障碍。贸易一体化诊断报告（diagnostic trade integration studies, DTIS）不仅明确了挑战，也给出了解决方案。典型的方案包括政策转变（如新的法律和法规）；基础设施投资（如新的交通通道、海关设施和设备）；或是技能水平建设（如为贸易谈判者提供培训）。东道国将优先考虑DTIS中提到的与国家优先发展方向最密切相关的因素，在国家发展计划中按照建议进行优先选择。

资料来源：IF Secretariat 2009

成共识相对困难得多。

即使多边环境协定得以顺利制定，其效力还是可能由于相对薄弱的执法机制而得到削弱。很少有多边环境协定采取惩罚措施，大多数采用自行报告以及简化措施，在这些方面多边环境协定可进一步加强（UNEP 2006）。

国际贸易法

多边贸易体系可以对绿色经济活动产生显著影响，诸如绿色产品、技术和投资。大部分贸易影响（不论好坏）取决于本章其他部分讨论的国内政策类型。如果在国家层面上对环境资源进行合理定价，那么国际贸易制度应当允许各国可持续地利用自己在自然资源上的相对优势，达到互惠互利。回顾“水资源”一章中的分析，水资源短缺地区通过从水资源丰富地区的进口，是可以有效缓解供水压力的。同样，如果制度和政策允许贫困国家充分发掘自由贸易的潜力，那么贸易可以成为发展经济和减轻贫困的强大驱动力。

至少，贸易对经济的部分影响源于指导国际贸易的通用规则。目前世界贸易组织的多回合谈判即包含向绿色经济过渡的议题。例如，此项谈判关注取消渔业补贴的议题，因为渔业补贴往往导致过度捕鱼。贸易谈判也会讨论削减环境产品和服务的关税及非关税壁垒。世界银行的一项研究发现，贸易自由化可以使这些产品的贸易量增加7-13%（World Bank 2007）。同样，正在进行的农业自由贸易谈判也可以带来绿色的经济效益。这些谈判预计会导致一些发达国家的农业补贴减少，这可以促进发展中国家更高效和可持续的农业生产。然而，发展中国家必须通过能力建设来充分发掘自由贸易的潜在效益（专栏十一）。

知识产权（intellectual property rights, IPRs）下的贸易规则和政府标准和标签的使用对于向绿色经济过渡具有重要意义。知识产权规则包含在大多数现代贸易协议中。支持建立强有力的知识产权规则的人认为，知识产权向创新者提供激励机制，使他们更加确信在研发上的投资可以得到回报，这有助于促进绿色经济转型。在迫切需要新的清洁技术前提下，知识产权制度的重要性尤为突出。据估计，2020年约36%的碳减排目标可以通过在能源、交通、建筑和工业部门采用新技术而实现（Tomlinson 2009）。

另一方面，知识产权同时又制约了技术和创新的转移。尽管世界贸易组织“关于贸易相关知识产权的协定”（Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights, TRIPS）考虑了平衡创新和传播的需要，并注意到最不发达国家尤其需要此制度具有“最大灵活性”，本报告仍然认为知识产权是绿色市场发展的重要障碍。此外，一些研究提到，TRIPS协定已经受到质疑，因为它无法充分满足发展中国家的需求（Foray 2009）。

此外，从发展绿色经济的角度而言，标准和标签计划也是贸易体系内的重要手段。这些手段可以告知消费

者产品和生产工艺信息，帮助可持续产品和服务的市场壮大，有效促进环境目标的实现。例如，在制造业领域，标准经常通过要求生产者满足最低标准来推动市场，同时，生态标签通过向消费者提供相关采购决策信息，从而拉动市场。例如，森林管理委员会（Forest Stewardship Council, FSC）为公司、组织和社区提供国际认可的标准设定、商标保证和认证服务。“林业”这一章提到，在过去十年中，认证制度对于森林政策产生的影响最大。同样，海洋管理委员会（Marine Stewardship Council, MSC）通过与渔业和商业伙伴的合作，对可持续的捕鱼业进行认可和奖励，买家和消费者可简单地识别并购买可持续的海产品（MSC 2009）。

标准和自愿标签计划也可以在可持续公共采购中发挥重要作用。虽然采购部门往往认为遵守特定标准是不好的实践（公司可能具有高度可持续性的豁免权，而不用成为特定标准的一部分，或者采用其他评审计划），购买者却常用此标准判定一种产品或服务的可持续性。

尽管标准和标签计划可以成为驱动绿色经济的强有力手段，它们也可能为小国家或发展中国家的生产者制造障碍，因为这些生产者可能无法来证明自己符合标准，或者对于他们而言标准并不合适。例如，有报道表明，试图得到法国有机和蔬菜市场认证的乌兹别克斯坦农民面临的税收成本比该国人均GDP还高（Vitalis 2002）。此外，一个国家基于有限可用水资源的用水标准对于其他国家可能并不合适（Vitalis 2002）。从贸易的角度来看，值得关注的是标准（尤其是强制性标准）可能会阻碍发展中国家向发达国家市场出口。然而，改善发展中国家产品的市场准入条件对于发展是必需的。因此，寻找环境保护和维护市场准入之间的平衡至关重要。如果可能，多边对话和谈判对于确保这种平衡是非常重要的。

此外，正如在“森林”一章中提到的，标准机构可能会支持分步推进的方案，即：为公司设定基准，参照可持续标准来衡量他们的发展进度，并给予他们规划和能力建设方面的支持，以便达到更高的标准（Morrison et al. 2007）。官方发展援助也可用于向发展中国家出口商提供帮助，是他们可以满足主要的出口市场的严格准入标准。

国际投资框架

国际投资框架是由国家之间的一系列条约，以及国家和私人投资者之间的合同组成的，描述了针对外国投资的权利和义务。国家和国家之间的协定，比如双边投资协定（bilateral investment treaties, BITs）、区域投资协定以及北美自由贸易协定（North American Free Trade Agreement, NAFTA）之类的贸易投资协定，向整个国家的投资者提供了权利和保护。国家和投资者之间的合同，通常被称为投资合同或东道国协定，确定了投资者和东道国的权利和义务，包括适用于单个投资者及其子公司在签约的东道国开展业务的情形。东道国协定在发展中国家

最为常见，因为这些国家往往缺乏关于投资权利的通则。

最近签署的区域贸易协定越来越多地将环境因素纳入到它们各自的投资考虑中。协定可以促进以谨慎的态度对待环境的投资活动，比如新西兰-马来西亚自由贸易协定。某些协定，比如加拿大-约旦自由贸易协定，也旨在改善国内环境法的执行，并确保这些法律鼓励投资或贸易的目的不会发生偏离。尽管环境因素在国际投资框架中被越来越多地考虑，许多投资条约和投资合同并不明确支持可持续投资

或者不可持续投资（Mann et al. 2005）。例如，关于投资合同的一个关键问题源于东道国协议规定中的“稳定条款”，条款固定采用某一时间点上的法规，在法规发生变化的情况下，若对效益产生不利影响，则要求所在国作出补偿。有人质疑这样的条款限制了国家有效监管、保护环境和人权的能力（Shemberg 2008），这可能会对绿色经济产生不利影响，违背了法规建立的初衷。因此，谈判过程中需要正确理解与国际投资框架相关的效益和限制，以确保它们有效支持绿色经济转型。

3 辅助性行动

据其发展水平的不同，各个国家在实施上述政策类型和对绿色经济转型中所发生变化的应对措施都会有所区别。政府“绿化”关键部门成功与否，一种健全的、能够协助组织或集团有效运行的体系（包括政策、实践和体制）是至关重要的（UNDP 2009）。因此，只有努力提高政策的执行能力、管理变革能力等方向的能力，才能促进绿色经济活动。

更确切地说，国家需要来自于政府间组织、国际金融机构、双边援助机构、多边企业与非政府组织在资源、技术专家、训练、技术的发展和传播、政治支持及其他方面的支持。

3.1 支持能力建设和体制完善

联合国开发规划署已经确立了政府在实现转型过程中的五种基本功能，分别为：集合利益相关者；评估现状与制定目标；制定政策；进行预算、管理和实施政策；结果评估（UNDP 2009）。

三个最重要的能力建设问题在本报告多个章节中已经反复强调，分别是：信息水平提高、综合规划的需要以及政策与法律的充分执行。

对于研究、数据采集、数据管理必须给予足够的重视。本报告的许多章节已经确立了大量有关自然资源和生态系统状态的信息，包括：他们是如何获得经济效益，每一个经济环节能够把握的绿色经济机会等。然而，这些共性必须与国家地区的实际条件相结合。除了技术和人力资本，发展机构需要采取一贯的、科学的方法来进行环境资源的评估和分析。同时，也必须采取硬软结合的规章制度确保政策制定的过程中运用科学的分析，并在实施过程中逐渐完善。信息和通信技术（Information and Communication Technologies, ICTs）也在数据采集和研究中起重要作用（见专栏十二）。

信息是良好管理中的一个重要要素。在政策制定过程中，了解各利益相关方的需求、担忧和知识以及他们之间的相互影响，这对于确保最优的社会效果非常重要。在目标明确、政策执行得到监控的前提下，为确保政策的有效性和问责制，信息是不可或缺的（详见“模型”章）。数据需要进行可靠的评估，并作为政策改革的依据。

收集足够的信息并做出良好的决策并非易事。这往往需要大量财力、较高的行政能力、技术培训和高科技，以及可有效运作的体系。

战略的综合规划同样重要。为确保决策不违背绿色经济的总体目标，本报告大部分章节强调了政策的整体分

析。这需要综合考虑以下方面，包括：某一环节的政策是如何对其他环节产生的影响；正确评估可能产生长期后果的决策；合并技术发展政策；为达成特定目标的混合政策工具。

一项使用多种政策工具的研究证明，信息、规章和市场手段的结合往往可以不产生效果（OECD 2007）。这个原在“城市”章节中通过实例得以说明。城市规划具有重要意义，而且通常会对生活成本和生态效率形成不可逆的影响。同样，关于促进可再生能源技术，现在普遍认为，如果决策者没有对电网建设或妨碍规划许可的程序加以考虑，而只是单独建立收入补助可能并不足够，而且可能会造成不必要的花销（OECD/IEA 2008）。

另一方面，法律和制度的有效执行也非常重要。在参与的个人和机构的共同努力下，保证相关法律和制度得以合理实施，这是政策工具生效的前提。包括验证可持续公共采购投标过程的有效性、对部分经济活动征收环境相关税收等政策。在协议与法规一致的情况下，财政、管理和技术能力对于监管起重要作用，在不一致的情况下，还需要社会机制与文化道德规范足够有影响力，并且执法机构有足够的权力来采取合理的处罚措施。

总的来说，政府间组织、国际金融机构、非政府组织、私人机构以及国际社会，可以向发展中国家提供技术和资金支持。向绿色经济的平稳过渡需要上述组织持续的努力。2012年联合国可持续发展大会（里约+20）的两个主题之一是“在可持续发展和消除贫困的背景下发展绿色经济”（联合国大会决议64/236）。此次峰会将为国际组织推动绿色经济提供宝贵的机会，但是峰会是否可以推动经济转型提供动力和方向，这取决于政府、国际组织以及其他机构在未来两年中的承诺与行动。

联合国及其合作伙伴在支援国家能力建设及培训活动方面具有悠久的历史，并可利用这一优势支持不同国家的绿色经济转型。目前，联合国通过环境管理组已经对国家层面上的绿色经济转型提供了协助。为实现此目的，联合国内部的32个组织正在致力于创建机构间的评估报告，旨在阐明如何利用联合国的机构、资金以及项目来支持向绿色经济转型的国家（Environmental Management Group 2010）。

此外，南南合作也非常重要。许多发展中国家在绿色经济转型中获得的成功经验，可以为其他发展中国家提供宝贵的动力、理念和手段以解决类似问题。特别是实践中突出的成果和领导能力（UNEP 2010e）。南南合作可以较低的成本促进信息、经验和技术的交流。由于许多国家已经开始进行绿色经济转型，全球范围内正式或非正式地开展经验与教训的交流，可以

专栏十二：信息和通信技术

信息和通信技术促成绿色经济

随着过去二十年经济的不断发展，信息和通信技术（ICTs）领域的产品和服务已不再陌生。无论在发达国家还是发展中国家，ICTs都显著提高了生产率，优化了生产工艺、市场以及产业。最近一项研究表明，互联网（数字经济的中枢神经系统）相关消费与支出已经高于农业或能源。研究还发现，因特网对全球GDP的贡献甚至高于整个西班牙或者加拿大的国内生产总值，其增速也快于巴西的经济增长（McKinsey Global Institute 2011）。

随着决策者和各利益相关方对ICTs给予越来越高的重视，ICTs已经成为绿色经济转型过程中贯穿经济基础设施、行业和社会行为的重要因素。他们能够：

- 通过智能系统的调控，提高能源、交通、建筑和制造业领域的生产和消费效率。据估计，以2002年为基准，与BAU情景相较，ICTs可以使得全球温室气体排放量可以在2020年减少15%（The Climate Group 2008）。

- 通过全部或部分“脱实体化”的产品、服务和流程，可以明显减少能量和物质消耗。例如，通过电子结算节约纸张；更好的利用远距离工作安排；在公共和私营部门启用虚拟会议。

- 增加了人们接受教育、医疗和其他公共服务的机会；为社会互动和文化的表达创造新的机遇；促进公民参与公共生活。

ICTs还可以在其他方面促进绿色经济的活动。开发新型网络，使之包含自然界中的实物（俗称为物联网），这可以监控并实时处理各种各样的自然和人文系统，同时以更加可持续的方式处理这些系统的操作及其带来的影响，从而提高公共或个人组织的效率；这可用于许多部门，包括：提供商品和服务的自然生态系统、农业、林业、能源、运输、建筑及其他部门。

然而，政策制定者也应该认识到，信息同样会带来

许多“可持续性”的挑战，例如，增加对不可再生能源和物质资源的需求。ICTs产业也会造成温室气体排放，并产生电子废弃物，它也可能因此成为有毒污染物的主要来源之一。这就需要谨慎平衡ICTs的利益与危害，使之更好地促进绿色经济活动。

促进信息与通信技术

在大量绿色技术层出不穷的同时，各国政府也要营造出信息蓬勃发展的良好环境。这需要政府部门紧密协作，切实执行ICTs和绿色经济措施，对他们各利益相关方负责。使ICTs有助于发展绿色经济的政府干预手段包括：

- 全面、可支付的宽带网络和服务。实现这一目标，很大程度上依赖以下多种措施：鼓励私人投资、促进宽带服务提供商之间的竞争、确保开放网络接入宽带、以及保护消费者接入宽带，并选择服务及内容的权益，这也称为“网络中立性”。然而，过去的经验也表明，在一些地区提供宽带网络是不经济的，对于某些群体来说，宽带服务费用是难以承担的。在这种情况下，许多政府已经通过各种形式的公共投资、补贴和法规的要求资助了宽带网络的建设和访问服务。

- 向IPv6的过渡。互联网协议第6版（IPv6）是一个新的网际网路通讯系统，成功地继承了十年前的IPv4。虽然它几乎提供了无限数量的地址以支持智能系统的建立和创新，如互联网，但是它的收线功能一直是缓慢的。公共采购可以通过对IPv6的产品和服务的需求，从而在促进向IPv6的转型中起到重要作用。管理机构的制度也可以产生显著效果。

- 对网络在线内容的信心和信任。政策制定者需要发展健全的法律框架、监管安排和实施机制，保护个人隐私、公民权利和消费者权益、打击网络犯罪、确保电子网络的安全与稳定，并且权衡用户和网络信息产品与服务创造者的权利。通过帮助开发及维护消费者保护规范守则，管理互联网用户的网上信息，企业也可以在ICTs的过渡过程中有所贡献。

有效增强能力建设。

3.2 对培训和教育进行投资

技能培训对于培养绿色经济转型所需的劳动力非常重要。一项由联合国环境规划署、国际劳工组织和其他合作伙伴共同开展的研究表明，对于不同的国家和经济部门，向绿色经济转型对劳动者的影响完全不同。

转型的过程中即可能取消某些岗位，也可能产生新的就业机会。总的来说，绿色经济将会创造更多的就业岗位（UNEP 2008b）。例如，对于单位投资额度，单位装机能力，或者单位电能产出，可再生能源发电可比常规发电模式创造更多的就业岗位。同样，公共交通创造就业的能力也高于私家车交通或卡车运输（UNEP 2008b）。预计未来将会出现更多的绿色就业机会（UNEP 2008b）。

我们并非要用全新的绿色工作取代现有的工作，而是对现有工作进行一定改变，如改善工作方式或者提高工人技术（ILO 2008）。熟练劳动力是绿色经济转型的先决条件，并且，熟练劳力必须能够根据劳动力市场的需求而调整自身对技能教育的关注，尤其是科学、技术、工程和数学方面。各经济部门中的许多工作需要更有效地利用能源和资源。例如，建筑商在同样的职业岗位上，可以提供新的绿色服务。这些转变都需要通过培训提高劳动力的技能水平。

目前，熟练劳动力的短缺不利于政府实现绿色经济转型中预期的环境效益和经济效益。例如，几乎所有能源部门都缺乏熟练工人，尤其是水力发电、沼气和生物能源等部门。此外，与可再生能源相关的制造部门对熟练工的需求极为迫切，特别是工程师、操作与维修人员，以及现场管理人员（UNEP 2008b）。鉴于此，政府必须与雇主合作，消除现在的技能差距，并

且预见在未来绿色经济转型中产生的劳动力需求。

除了对劳动力进行再培训，管理者也需要具备全新的观点、意识和能力，以确保平稳过渡。一项近期的经合组织研究指出，“企业要确保其管理者能够学习新的技能，以应对该领域预计发生的变化；具有更高的绿色管理能力；确保员工能够获得足够的新技能”（OECD 2010c）。

许多国家和企业（特别是中小型企业），都需要各国政府、政府间组织和非政府组织在再培训工人和管理上给予支持。绿色经济转型中某些组织或地区可以取得显著成效，还有些人却蒙受巨大损失。如果人们因此失去工作，需要帮助他们适应并走入新的工作岗位，并为他们提高社会救助。例如，丧失生计的渔民可以通过培训参与到重建渔业资源的储备工作中。

4 结论

即使具备了明确的绿色投资条件，实现绿色经济还是需要其他条件的支持。本章指出了政策领域的5个关键方面，它们可以由各级政府在中短期内开展实施，同时应考虑长期的各经济部门间的合作，以促进创新和转型。

公共投资与消费对于短期吸引绿色投资与促进绿色市场的发展具有重要意义，尤其是在政策工具难以有效运用的情况下。此外，针对经济活动的环境外部性或市场失灵的问题，可以通过制定环境相关税收并运用其他市场手段来解决。近年来多项创新措施已被政府成功地用以加速绿色经济的转型，包括交易许可制度与进口关税。

本章还探讨了对损害环境的政府补贴进行改革重要性。虽然补贴改革极具挑战性，但是，仍有大量成功先例证明改革是可行的。政策制定的另外两个关键方面为完善管理体系以及加强国际监管，重点关注国家及国际法律法规对促进绿色经济活动的重要意义。

本章明确指出，加强能力建设对于有效实施政策工具非常重要，包括研究、数据采集、数据管理、咨询与实施等领域。保证劳动者受到合理待遇的支持措施也是必不可少的，例如促使劳动市场满足绿色就业的要求，以及对于经济转型最脆弱的群体给与足够的补偿。

总之，对于促进绿色经济发展，政府可选择多种政策工具，同时，绿色经济政策中也包括了各种不同的措施，以及衡量进展的各种指标。目前的挑战一方面是要确立国家级别的优先次序，另一方面是要在绿化具体经济部门的过程中制定合理的策略，使得各部门的发展可持续并有助于消除贫困。制定详细政策要求依据事实经验和教训，对当地情况深入了解，并开展全面咨询。这一点不能被低估，同时也不应肆意扩大调研范围或直接瞄准终极目标。

附录1 促成条件：跨部门概述

下表总结了本报告各章节中提出的促成条件，涵盖多个部门。表格中列举了这些条件对于促进绿色经济的作用，如何通过具体措施实现以及在哪些部门尤为重

要。我们将这些条件分为5类--融资、管理、市场、基础设施和信息，当然也会有重叠的部分。表格中对这些方法进行了简明阐述，而不是详细介绍。

促成条件	原理：如何促进绿色经济	创造此条件的具体措施	适用部门
融资			
逐渐提高政府和商业在绿色领域的可用资金	为了使绿色贸易得以发展，必须有各种级别的私人投资。有些情况下也需提高公共财政支持，以帮助制定并执行合理政策工具，进一步鼓励私人投资	详见融资章节 注意：以下政策主要用来调整价格扭曲，同时有助于提高公共财政资金的支持	→ 所有部门
		补贴改革	→ 农业，可再生能源，渔业、林业、制造业、水资源
		环境相关税收，其他税收制度，罚款、贸易许可制度	→ 农业、建筑业、可再生能源、渔业、林业、制造业、交通业、固废处理、水资源
管理			
法律和规范形成的网络可以促进长期有效的管理，以及对自然资源 and 环境的保护	权利、义务、法律、奖励和协议有效结合，可以促进环境保护和自然资源的有效利用，从而使经济活动更加可持续。国际和国家组织可对这些法规的管理起一定作用。	战略规划（如，展望部门的未来前景）；补充政策；从地区、省市、国家和国际层面考虑政策的有效性；利益相关者达成共识等	→ 所有部门
		制定所有权和利用生态系统的相关法律	→ 农业、渔业、水资源
		规章制度、标准和禁令（如机动车引擎效率标准、城市中的分区法、食品安全标准、废弃物处置法）	→ 所有部门
		谈判和自愿合约	→ 建筑业、城市、林业、制造业、旅游业、固废处理
鼓励技术转让的法规	技术能够改善对环境 and 自然资源使用效率的管理，促进经济可持续发展。并创造新的经济机遇。	制定知识产权保护法	→ 农业、可再生能源、交通
		为转让绿色技术消除贸易壁垒；绿色技术转让的国际合作	→ 农业、可再生能源、交通、水资源
提高政府和其他组织的行政能力与技术水平	有些政府需要改善其行政能力和技术水平，这是制定促进绿色经济发展政策的先决条件	技术和行政能力建设方面的投资	→ 渔业、可再生能源、交通、固废处理、制造业
		国际合作	→ 渔业、交通、固废处理、水资源

促成条件	原理：如何促进绿色经济	创造此条件的具体措施	适用部门
改善透明度和责任心	透明度和责任心是检验管理优劣的试金石。它们可以监测和评估刺激绿色投资的各项政策，也可以为政策的有效性和成功率提供保证。	监测和评估作为其他政策的组成部分	→ 所有部门
		以用户友好的方式进行决策和支出，并且信息透明	→ 城市、林业、交通
		责任机制作为政策的一部分（如，审核，绩效目标）	→ 所有部门
		详见“模型”章节	→ 所有部门
有效执法	除非有效执行各项法规，否则对绿色经济活动的投资无法发挥预计的作用。	创造合理的奖惩激励机制（如，不执行的加大罚款力度）	→ 城市、渔业、林业、制造业、固废处理
		加强执行能力	→ 渔业、林业、制造业
市场			
政府支持绿色经济活动	在一些部门，为了实现快速转变或者为了支持新兴产业，往往需要进行直接支持。但这些支持必须谨慎规划，避免滥用。	为创新链提供资金支持（如，研究，发展，部署，信息共享）	→ 城市、农业、可再生能源制造业、固废处理
		绿色补贴，如：购买力平价，低息借贷，上网电价，投机激励措施，特定法规的豁免，管理职位，对绿色中小型企业的支持等	→ 城市、农业、再生能源、建筑业、固废处理
		可持续的公共采购	→ 城市、农业、可再生能源建筑业、固废处理
政府对绿色经济部门的支持明确、可预见而且稳定	投资者可能会对依赖政策支持产业保持警惕。而如果政策支持是可预见、清晰并且是长期的，他们就会加大投资力度	投资奖励政策（如长期保证、可预见性）	→ 可再生能源、交通
反映产品和服务真实价值的价格	当不可持续产品或服务的价格无法反映其真实的社会价值时，多数情况会被过度使用，这将导致自然资源的过度开发。反映其真实价值的价格体系会使绿色经济对商业和投资者更具吸引力。	改革有害补助	→ 林业、农业、可再生能源、建筑业、固废处理、渔业、制造业
		环境相关税收	→ 林业、农业、可再生能源、建筑业、固废处理、渔业、制造业、城市
		生态系统付费制度	→ 农业、林业
基础设施			
关键的绿色基础设施建设	有些部门，首先要进行必要的基础设施建设，才可进一步开展绿色投资，如可以应对较大供需起伏的电网和可以提供农业信息的通讯服务	公共设施项目；类似于绿色补助的政策（如私人融资活动，购买力平价，低息借贷，上网电价等）	→ 农业、可再生能源、渔业、制造业、城市
信息			
完善生态条件的数据和评估	政策实施需要准确的信息，在许多情况下需要改善资料收集。	参见“模型”章节	→ 农业、渔业、旅游业、交通、固废处理

促成条件	原理：如何促进绿色经济	创造此条件的具体措施	适用部门
绿色经济需要技术成熟的劳动力	许多绿色部门的创新需要特定的技术和知识，所以劳动力需要提高自己的能力	为工人使用新技术或转换就业部门提供再培训的机会和支持（如，研讨会，中学学习，高等教育）	→ 农业、渔业、旅游业、交通、固废处理、城市
		对采用新技术的支持	→ 可再生能源、交通
		当地、国家、地区和国际的知识共享	→ 农业、旅游业、固废处理
提高可持续性挑战的认知	对可持续性的认知可使得人们增加对绿色产品和服务以及相关政策的需求	教育激励措施，如政府的绿色经济观、信息战、国家教育材料等	→ 农业、建筑业、渔业、林业、旅游业、交通业
对产品和服务生命周期价值的了解	对产品和服务生命周期价值的了解有助于消费者选择绿色产品和服务，提高他们的市场占有率	标签和证书政策、绿色审计	→ 农业、建筑业、渔业、制造业、旅游业、固废处理

参考文献

- Amézquita Díaz, D. (2007). "Los tributos y la protección ambiental". Available at: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/amezquita.html>.
- Andrews, A. (2009). "Beyond the Ban – Can the Basel Convention Adequately Safeguard the Interests of the World's Poor in the International Trade of Hazardous Waste". *Law, Environment and Development Journal*, Vol. 5, Issue 2, pp. 167.
- Bacon, R., and Kojima, M. (2006). "Coping with Higher Oil Prices". World Bank, Washington, D.C..
- Barbier, E.B. (2010a). "A Global Green New Deal: Rethinking the Economic Recovery". Cambridge University Press, Cambridge.
- Barbier, E.B. (2010b). "A Global Green Recovery, the G20 and International STI Cooperation in Clean Energy". *STI Policy Review*, Vol. 1, Issue 3, pp.1-15.
- Benjamin, A. H. and Weiss, C. (1997). "Economic and Market Incentives as Instruments of Environmental Policy in Brazil and the United States". *Texas International Law Journal*, Vol. 32, pp. 67-95.
- Blackman, A. (2007). "Discussion Paper: Voluntary Environmental Regulation in Developing Countries: Fad or Fix?". Resources for the Future, Washington, D.C..
- Bloom, K. (2009). "Conditional Cash Transfers: Lessons from Indonesia's Program Keluarga Harapan". Asian Development Bank presentation.
- Bluffstone, R. (2003). "Environmental Taxes in Developing and Transition Economies". *Public Finance and Management*, Vol. 3, Issue 1, pp. 143-175.
- Coady, D., Grosh, M., and Hoddinott, J. (2004). "The Targeting of Transfers in Developing Countries: a Review of Lessons and Experience". World Bank, Washington, D.C..
- Colbourne, L. (2008). "Sustainable Development and Resilience Think Piece for the SDC". Sustainable Development Commission, London.
- Coleman, C., and Stefan, S. (2009). "Effective Green Building Policy – The City of Vancouver Case". *Globe-Net*. Available at: <http://www.sustain.ubc.ca/sites/default/files/uploads/pdfs/cirs/Effective%20Green%20Building%20Policy.pdf>.
- Cosbey, A. (2010). "Are There Downsides to a Green Economy? The Trade, Investment and Competitiveness Implications of Unilateral Green Economic Pursuit". Available at: http://www.unctad.org/trade_env/greeneconomy/RTR20/part2RTR.pdf.
- Cox, A. (2007). "Easing Subsidy Reform for Producers, Consumers and Communities". In OECD, *Subsidy Reform and Sustainable Development: Political Economy Aspects*. OECD, Paris.
- El Sobki, M., Wooders, P., and Sherif, Y. (2009). "Clean Energy Investment in Developing Countries: Wind Power in Egypt". International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.
- Environmental Management Group. (2010). First Meeting of the Issue Management Group on a Green Economy (organized in Partnership with the World Bank and the IMF), 23-24 March 2010. Available at: <http://www.unemg.org/Portals/27/Documents/IMG/GreenEconomy/FirstMeeting/IMG1Summary.pdf>. Retrieved 20 January 2010.
- Environmental Protection Department of Hong Kong. Available at: http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/air_maincontent.html.
- Environmental Working Group. (undated). "Government's Continued Bailout of Corporate Agriculture". Farm Subsidy Database. Available at: <http://farm.ewg.org/summary.php>. Retrieved 5 May 2010.
- European Commission. (2008). "Commission Staff Working Document: The Support of Electricity from Renewable Energy Sources". Accompanying document to the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources. pp. 57.
- Foray, D. (2009). "Technology Transfer in the TRIPS Age: The Need for New Types of Partnerships between the Least Developed and Most Advanced Economies". International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva.
- Forest Stewardship Council. (2010). Available at: <http://www.fsc.org/>.
- Frohwein, T. and Hansjürgens, B. (2005). "Chemicals Regulation and the Porter Hypothesis: A Critical Review of the New European Chemicals Regulation". *Journal of Business Chemistry*, Vol. 2, Issue 1, pp. 19-36.
- Gaupp, D. (2007). "Turkey's New Law on Renewable Energy Sources within the Context of the Accession Negotiations with the EU". *German Law Journal*, Vol. 8, pp. 413-416.
- Global Subsidies Initiative. (2010). "Policy Brief. Defining Fossil-Fuel Subsidies for the G-20: Which Approach is Best?". Global Subsidies Initiative, Geneva.
- Goldstein, M., and Udry, C. (2008). "The Profits of Power: Land Rights and Agricultural Investment in Ghana". *Journal of Political Economy*, Vol. 166, Issue 6, pp. 981-1022.
- Googins, et al. (2007). "Beyond Good Company: Next Generation Corporate Citizenship". Palgrave Macmillan.
- Green Fiscal Commission. (2009). "Lessons from Two Green Tax Shifts in the United Kingdom". Green Fiscal Commission, London.
- Green Fiscal Commission. "Welcome". Available at: <http://www.greenfiscalcommission.org.uk/>. Retrieved 14 May 2010.
- Greenpeace. "Stop Climate Change". Available at: <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/>. Retrieved 1 May 2010.
- Grosh, M., del Ninno, C., Tesliuc, E., and Ouerghi, A. (2008). "For Protection and Promotion: The Design and Implementation of Effective Safety Nets". World Bank, Washington, D.C..
- Hutagalung, S., Arif, S., and Suharyo, W. (2009). "Problems and Challenges for the Indonesian Conditional-Cash Transfer Programme – Program Keluarga Harapan (PKH)". Social Protection in Asia, SMERU Institute, Jakarta.
- International Energy Agency. (2010). "World Energy Outlook 2010". International Energy Agency, Paris.
- IEA, OPEC, OECD and World Bank. (2010). "Analysis of the Scope of Energy Subsidies and the Suggestions for the G-20 Initiative". Joint Report Prepared for Submission to the G-20 Summit, 26-27 June 2010, Toronto.
- Integrated Framework Secretariat. (2009). "About the Integrated Framework". Available at: <http://www.integratedframework.org/about.htm>. Retrieved 14 May 2010.
- International Institute for Sustainable Development. (2008). "Building Accountability and Transparency in Public Procurement". International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.
- International Institute for Sustainable Development. (2009). "Towards Sustainable Outsourcing: A Responsible Competitiveness Agenda for IT-enabled Services". International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.
- International Institute for Sustainable Development. (2010). "Lessons Learned from Indonesia's Attempts to Reform Fossil Fuel Subsidies". International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.
- International Labour Organization. (2008). "Global Challenges for Sustainable Development: Strategies for Green Jobs". International Labour Organization Background Note for the G-8 Labour and Employment Ministers Conference, May 2008, Japan.
- International Labour Organization. (2009). "World of Work Report 2009: The Global Jobs Crisis and Beyond". International Labour Organization, Geneva.
- International Monetary Fund. (2008). "Fuel and Food Price Subsidies: Issues and Reform Options". International Monetary Fund, Washington, D.C.
- Keong, C.K. (2002). "Road Pricing: Singapore's Experience". pp 9. Singapore Land Transport Authority, Singapore. Available at: http://www.imprint-eu.org/public/Papers/IMPRINT3_chin.pdf.
- Komives, K., Foster, V., Halpern, J., and Wodon, Q. (2005). "Water, Electricity and the Poor: Who Benefits from Utility Subsidies?". World Bank, Washington D.C.

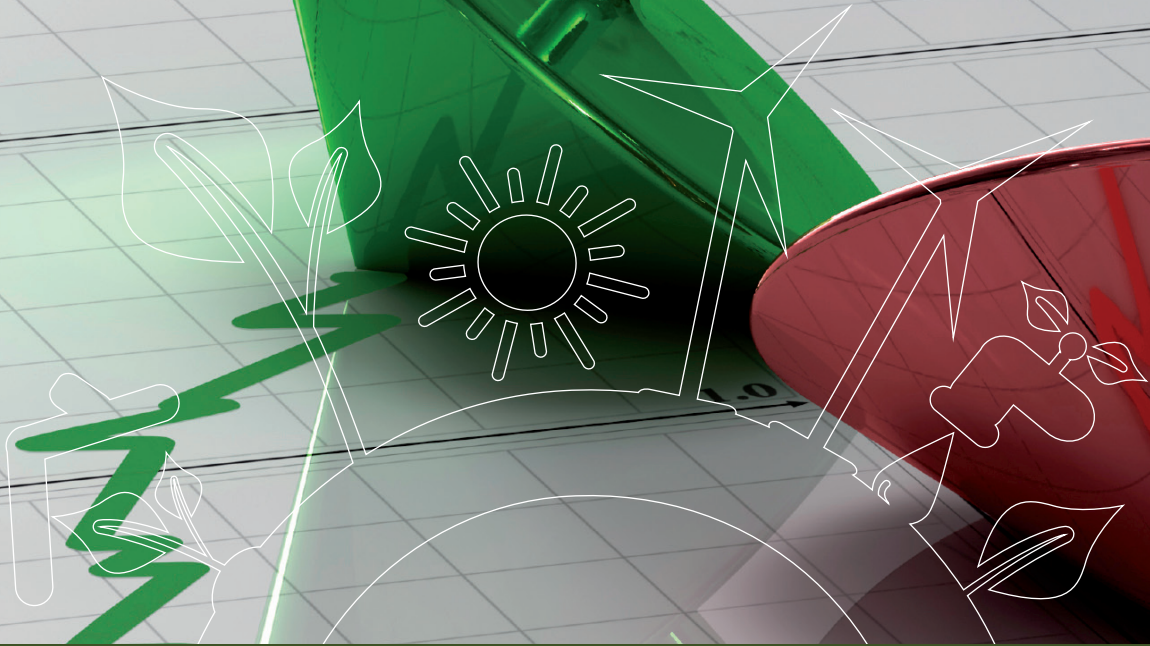
- Land Transport Authority of Singapore (2011). Available at: http://www.lta.gov.sg/motoring_matters/index_motoring_erp.htm.
- Lienemeyer, M. (2006). "Restructuring Aid to the Steel Industry of New EU Member States". In OECD, Subsidy Reform and Sustainable Development: Economic, Environmental and Social Aspects. OECD, Paris.
- Mann, H., von Moltke, K., Peterson, L., and Cosbey, A. (2005). "IISD Model International Agreement on Investment for Sustainable Development". International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.
- Marine Stewardship Council. (2009). "Net Benefits: The First Ten Years of MSC Certified Sustainable Fisheries". MSC, London.
- Martinez-Fernandez, C., Hinojosa, C., and Miranda, G. (2010). "Green Jobs and Skills: Labour Market Implications of Addressing Climate Change, Local Employment and Economic Development (LEED) Programme". OECD, Paris.
- Mati, A. (2008). "Managing Surging Oil Prices in the Developing World". IMF Survey Magazine. Available at: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2008/pol032008a.htm>. Retrieved 4 May 2010.
- McKinsey Global Institute. (2011). "Internet matters: The Net's sweeping impact on growth, jobs and prosperity". Available at: http://www.mckinsey.com/mgi/publications/internet_matters/index.asp.
- Ministry of New and Renewable Energy of India. (2010). "Annual Report 2009-2010". Available at: <http://www.mnre.gov.in/annualreport/2009-10EN/index.htm>.
- Morrison, K., Méthot, P., and Bastin, D. (2007). "Legality Standards and Stepwise Approaches to Sustainable Forest Management in Central Africa: Challenges of Coordination and Communication". World Resources Institute, Washington, D.C..
- Multilateral Fund Secretariat. (2010). "Status of Implementation of Delayed Projects and Prospects of Article 5 Countries in Achieving Compliance with the Next Control Measures of the Montreal Protocol" (UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/6).
- Muñoz-Piña, C., Guevara, A., Torres, J.M. and Braña, J. (2008). "Paying for the Hydrological Services of Mexico's Forests: Analysis, Negotiations and Results". Ecological Economics, Vol. 65, Issue 4, pp. 725-736.
- National Ecology Institute of Mexico. (2004). "Incentivos fiscales vigentes: arancel cero y depreciación acelerada para inversiones que reporten beneficios ambientales". Available at: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/304/arancel.html>.
- National Ecology Institute of Mexico. (2007). "Incentivos fiscales vigentes: arancel cero y depreciación acelerada para inversiones que reporten beneficios ambientales".
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C., Valdés, L., de Young, C., Fonseca, L., et al. (2009). "Blue Carbon: The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon". UNEP and GRID-Arendal, Norway.
- Network of Heads of European Protection Agencies. (2005). "The Contribution of Good Environmental Regulation to Competitiveness". Available at: http://www.foeurope.org/activities/sustainable_europe/Environment_Competitiveness_European_Environment_Protection_Agencies.pdf.
- Odhiambo, W., and Kamau, P. (2003). "Lessons from Kenya, Tanzania and Uganda". Working Paper No. 208. Public Procurement. OECD, Paris.
- OECD. (undated). "Agricultural Policy Reform". Available at: http://www.oecd.org/document/53/0,3343,en_2649_37401_43071413_1_1_1_1,00.html. Retrieved 4 May 2010.
- OECD. (2003a). "The Environmental Performance of Public Procurement: Issues of Policy Coherence". OECD, Paris.
- OECD. (2003b). "Voluntary Approaches for Environmental Policy: Effectiveness, Efficiency and Usage in Policy Mixes". OECD, Paris.
- OECD. (2003c). "Capacity Building for Effective Competition Policy in Developing and Transitioning Economies". OECD Journal of Competition Law and Policy, Vol. 4, Issue 4, pp. 1560-7771.
- OECD. (2004). "Environmental Performance Review of Sweden". Available at: <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9704091E.PDF>. Retrieved 20 January 2011.
- OECD. (2007). "Instrument Mixes for Environmental Policy". OECD, Paris.
- OECD. (2009a). "Conference proceedings: ICTs, the Environment and Climate Change". Proceedings of the High-Level OECD Conference, 27-28 May 2009, Helsingør.
- OECD. (2009b). "Measuring the Relationship between ICT and the Environment". OECD, Paris.
- OECD. (2009c). "Towards Green ICT Strategies: Assessing Policies and Programmes on ICT and the Environment". OECD, Paris.
- OECD. (2010a). "Interim Report of the Green Growth Strategy: Implementing our Commitment for a Sustainable Future". Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/42/46/45312720.pdf>. Retrieved 25 November 2010.
- OECD. (2010b). "Taxation, Innovation and the Environment". OECD, Paris.
- OECD. (2010c). "Green Jobs and Skills: The Local Labour Market Implications of Addressing Climate Change". OECD, Paris.
- OECD and IEA. Climate Change Database. Available at: <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=cc>.
- OECD and IEA. (2008). "Deploying Renewables: Principles for Effective Policies". International Energy Agency, Paris.
- OECD and IEA. (2010). "World Energy Outlook". International Energy Agency, Paris.
- Perera, O., Chowdhury, N., and Goswami, A. (2007). "State of Play in Sustainable Public Procurement". International Institute for Sustainable Development: Winnipeg.
- Porter, M. E. (1990). "The Competitive Advantage of Nations". Harvard Business Review, pp. 73-93.
- Pricewaterhouse Coopers, Significant and Ecofys. (2009). "Collection of Statistical Information on Green Public Procurement in the EU: Report on Data Collection Results". PricewaterhouseCoopers International Limited.
- Ranjan, A. (August 2009). "Parikh Heads New Committee to Resolve Issue of Petroleum Product Pricing". Indian Express. Available at: <http://www.indianexpress.com/news/parikh-heads-new-committee-to-resolve-issue-of-petroleum-product-pricing/507700/0>. Retrieved 1 May 2010.
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). (2010). "Renewables 2010: Global Status Report". REN21 Secretariat, Paris.
- Robalino, J., Pfaff, A., Sanchez, F., Alpizar, C. L. and Rodriguez, C.M. (2008). "Deforestation Impacts of Environmental Services Payments: Costa Rica's OPSA Program 2000-2005". Discussion Paper Series on Environment for Development and Resources for the Future, presented at the World Bank Workshop on the Economics of REDD, 27 May 2008. Washington D.C..
- Roubini Global Economics. (2009). "The Doha Trade Round is Worth Fighting For". The Global Macro Economist. Available at: http://www.roubini.com/globalmacro-monitor/258052/the_doha_trade_round_is_worth_fighting_for. Retrieved 4 May 2010.
- Roy, R. (2009). "Scope for CO2 Based Differentiation in Motor Vehicle Taxes". Working Party on National Environmental Policies, OECD, Paris.
- Sanchez-Azofeifa, G.A., Pfaff, A., Robalino, J.A. and Boomhower J.P. (2007). "Costa Rica's Payment for Environmental Services Program: Intention, Implementation, and Impact". Conservation Biology, Vol. 21, Issue 5, pp. 1165-173.
- Shemberg, A. (2008). "Stabilization Clauses and Human Rights". Research project conducted for the International Finance Corporation and the United Nations Special Representative to the Secretary-General on Business and Human Rights. International Finance Corporation.
- Smith, S. (2008). "Environmentally Related Taxes and Tradable Permit Systems in Practice". OECD, Paris.
- Steenblik, R., and Simón, J. (2011). "A New Template for Notifying Subsidies to the WTO". Global Subsidies Initiative, Geneva.
- Strietska-Ilina, O., Hofmann, C., Haro, M., and Jeon, S. (2011). "Skills for Green Jobs: A Global View". International Labour Organization, Geneva. Available at: http://www.uncsd2012.org/rio20/content/documents/wcms_159585.pdf.
- Sumaila, U.R., Khan, A.S., Dyck, A.J., Watson, R., Munro, G., Tyedmers, P., and Pauly, D. (2010). "A Bottom-up Re-estimation of Global Fisheries Subsidies". Journal of Bioeconomics, Vol. 12, pp. 201-225.

- Sunstein, C. (2007). "Of Montreal and Kyoto: A Tale of Two Protocols". *Harvard Environmental Law Review*, Vol. 31, pp. 1-65.
- The Climate Group. (2008). "Smart 2020: Enabling the low carbon economy in the information age." Prepared for the Global e-Sustainability Initiative. Available at: <http://www.smart2020.org>.
- Thomas, K. (2007). "Investment Incentives: Growing Use, Uncertain Benefits, Uneven Controls". *Global Subsidies Initiative*, Geneva.
- Thöne, M., and Dobroschke, S. (2008). "WTO Subsidy Notifications: Assessing German Subsidies Under the Global Subsidies Initiative Notification Template Proposed for the WTO". *Global Subsidies Initiative*, Geneva.
- Tomlinson, S. E. (2009). "Breaking the Climate Deadlock. Technology for a Low Carbon Future". E3G, the Climate Group and the Office of Tony Blair. Available at: http://www.theclimategroup.org/_assets/files/Technology_for_a_low_carbon_future_full_report.pdf and http://blair.3cdn.net/fbcbeeecd4c5b6955_kum6b3jap.pdf.
- UNCTAD. (2008). "Capacity-building on Competition Law and Policy for Development: A Consolidated Report". *United Nations*, New York and Geneva.
- UNDP. (2009). "Capacity Development: A UNDP Primer". (K. Wignaraja, Ed.). UNDP.
- UNEP. (2006). "Training Manual on International Environmental Law". UNEP.
- UNEP. (2008a). "Reforming Energy Subsidies: Opportunities to Contribute to the Climate Change Agenda". *UNEP*, Paris.
- UNEP. (2008b). "Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World". *Worldwatch Institute*, Washington, D.C..
- UNEP. (2010a). "Elaboration of Ideas for Broader Reform of International Environmental Governance". *Information Note from the Co-Chairs of the Consultative Group*. Available at: <http://www.unep.org/environmentalgovernance/Portals/8/ElaborationBroaderReformIEG.pdf>. Retrieved 25 November 2010.
- UNEP. (2010b). "Driving a Green Economy Through Public Finance and Fiscal Policy Reform". Available at: <http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/30/docs/DrivingGreenEconomy.pdf>.
- UNEP. (2010c). "Capacity Building for Sustainable Public Procurement". *UNEP*, Paris.
- UNEP. (2010d). "Marrakech Task Force on Sustainable Public Procurement". *UNEP*, Paris.
- UNEP. (2010e). "Green Economy Success Stories from Developing Countries". *UNEP*, Geneva.
- UNEP Ozone Secretariat. (2010). "Key Achievements of the Montreal Protocol to Date: Information Kit". Available at: http://ozone.unep.org/Publications/MP_Key_Achievements-E.pdf.
- UNEP and UNCTAD Capacity Building Task Force. (2010). "Organic Agriculture: Opportunities for Promoting Trade, Protecting the Environment and Reducing Poverty". Available at: <http://www.unep.ch/etb/publications/Organic%20Agriculture/OA%20Synthesis%20v2.pdf>.
- United Nations General Assembly Resolution 64/236.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2010). "Protecting the Ozone Layer Protects Eyesight". *US EPA Office of Air and Radiation*, Washington, D.C.
- Velders, G.J.M., Andersen, S.O., Daniel, J.S., Fahey, D.W., and McFarland, M.. (2007). "The Importance of the Montreal Protocol in Protecting Climate". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 104, Issue 12. Available at: <http://www.epa.gov/ozone/downloads/PNAS.pdf>.
- Victor, D. (2009). "The Politics of Fossil Fuel Subsidies". *Global Subsidies Initiative*, Geneva.
- Vitalis, V. (2002). "Private Voluntary Eco-labels: Trade Distorting, Discriminatory and Environmentally Disappointing". *Background Paper for the Round Table on Sustainable Development*. *OECD*, Paris.
- Williams, A.D. (2004). "An Economic Theory of Self-Regulation". *Working Paper*. *London School of Economics*, London.
- World Bank. (undated). "Subsidies and Energy Pricing". Available at: <http://go.worldbank.org/TVNNG8LH10>. Retrieved 4 May 2010.
- World Bank. (2007). "Warming Up to Trade: Harnessing International Trade to Support Climate Change Objectives". *World Bank*, Washington, D.C..
- World Bank. (2008). "International Trade and Climate Change: Economic, Legal and Institutional Perspectives". *World Bank*, Washington, D.C..
- World Bank. (2009). "Appendix C: Distributional Incidence of Subsidies". In *Climate Change and the World Bank Group, Phase 1: An Evaluation of World Bank Win-Win Energy Policy Reforms*. *World Bank*, Washington, D.C..
- World Bank (2010). "State and Trends of the Carbon Market 2010". *World Bank*: Washington, D.C..
- World Bank and FAO. (2009). "The Sunken Billions – The Economic Justification for Fisheries Reform". *World Bank*, Washington, D.C..
- WTO and UNEP. (2009). "Trade and Climate Change". Available at: http://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/trade_climate_change_e.pdf.
- Zhao, J. (2001). "Reform of China's Energy Institutions and Policies: Historical Evolution and Current Challenges". *John F. Kennedy School of Government, Belfer Center for Science and International Affairs*, Harvard University, pp. 19. Available at: <http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/zhao.pdf>.



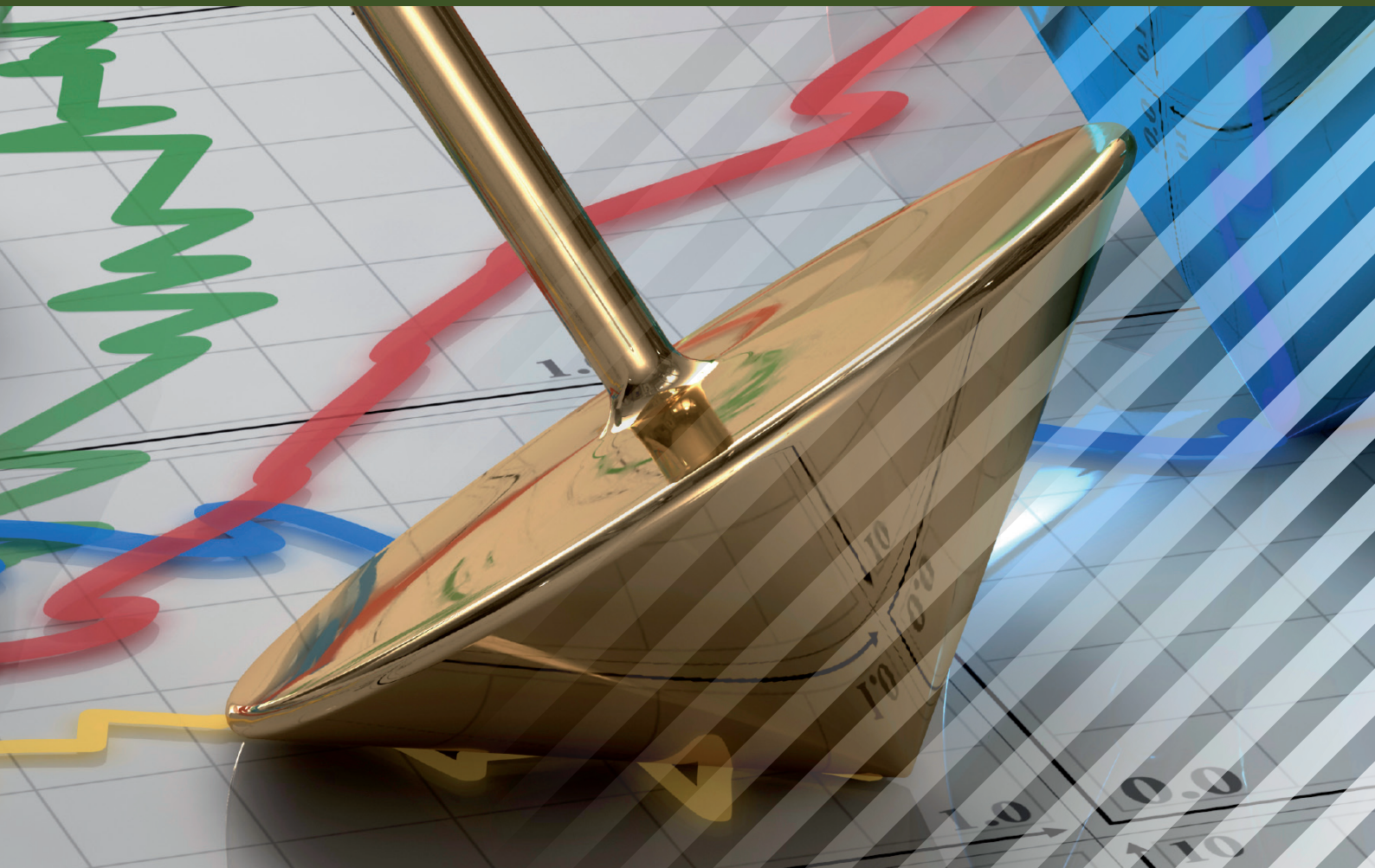
Istockphoto/Konstantin Inozemtsev

绿色经济



融资

支持全球层面上的绿色经济转型



致谢

责任作者: **Paul Clements-Hunt**, 联合国环境署金融倡议处 (UNEP FI) 主任

本章由 Paul Clements-Hunt 领导的任务小组撰写完成。Marenglen Gjonaj (项目专员, UNEP FI) 负责章节管理, 包括处理行业互评, 进行补充研究, 并最终定稿。本章初稿编辑工作由 Sheng Fulai 完成。在本章编写过程中, 我们得到以下 UNEP FI 的绿色经济金融咨询理事的宝贵意见, 他们是: Barbara Krumsiek (卡尔弗特集团的主席、总裁与首席执行官, 公司董事和 Acacia 人寿保险公司主席), Matthew J. Kiernan (拐点资本管理机构), Richard Burrett (地球资本合伙律师事务所, 合作伙伴), Jonathan Maxwell (可持续发展资本合作伙伴律师事务所, 首席执行官), Paul Hilton (卡尔弗特投资, 可持续投资业务战略主任), Raj Singh (瑞士再保险公司, 风险管理主管), Andreas Spiegel (瑞士再保险公司, 风险管理副总裁), Sergio Rosa (PREVI, 主席), Rafael Castro (PREVI, 战略规划经理), Masahiro Kato (三菱UFJ信托银行公司, SRI主管), Thomas Loster (慕尼黑再保险基金会, 主席)。

本章也得益于以下人员的贡献, 他们是: Remco Fischer (气候变化-项目专员), Paul McNamara (PRUPIM, 研究主管, 董事), Butch Bacani (投资/保险-项目专员), Valborg

Lie (挪威政府退休金基金, 特别顾问), Ivo Mulder (生物多样性/水与金融-项目专员), Derek Eaton (环境署经济贸易处经济部, 主任), Dan Siddy (Delsus有限公司, 董事), Cornis Van Der Lugt (资源利用效率环境署, 协调员), Blaise Debordes (法国存款和货基金, 可持续发展部主任), Murray Ward (全球气候变化顾问, 主管), Anton van Elteren (荷兰发展金融公司), Marijn Wiersma (荷兰发展金融公司)。

我们要感谢所有为本章撰稿及参与审查初稿的各位同事和个人。他们包括 Eric Usher (UNEP), Angelo Calvello (环境投资学刊), Herman Mulder (TEEB a.o. 咨询委员会, 独立咨询顾问), Takeyiro Sueyoshi (亚太地区金融机构, 特别顾问), Nick Robins (汇丰气候变化中心, 主任), Paul Watchman (奎尔桥咨询公司, 首席执行官), Steve Waygood (英杰华投资集团公司, 可持续发展研究和参与部主任), Julie Fox Gorte (PaxWorld 可持续投资管理有限责任公司, 高级副总裁), Mark Eckstein (世界自然基金会国际金融处, 董事、总经理), Michele Chan (“地球之友”, 经济政策项目主任), Gerhard Coetzee (阿布萨微型企业, 财务部主任), Mirosław Izienicki (第五资本集团, 总裁兼首席执行官)。

目录

关键信息	542
1 引言	544
1.1 本章范畴	544
2 进展情况	545
2.1 挑战规模	545
3 新兴绿色经济投资	549
3.1 从危机到机遇	549
3.2 新的市场与工具	549
4 绿色经济融资机遇与挑战	557
4.1 成本的外部效应问题	557
4.2 提供预投资融资	558
4.3 融资与投资决策过程中的环境、社会和治理整合风险	558
4.4 扩大绿色保险	560
4.5 创建公私合作机制	564
4.6 扩大小额信贷规模	564
5 全球绿色金融投资：促成条件	565
5.1 制定政策和监管体系	565
5.2 加强环境和社会披露	565
5.3 支持机构和配套设施	565
5.4 财政政策	570
6 结论	571
参考文献	572

图目录

图1: 投资可持续能源	550
图2: 全球碳市场	553
图3: 农业边际减排成本曲线	555
图4: 解决资金缺口的私人融资机制	559
图5: 可再生能源技术的开发和投资阶段	559

表目录

表1: 部门年度绿色经济投资	546
表2: 各部门选定的全球市场规模的指标和用于可持续发展的份额	547
表3: 相对总投资市场的ESG整合内部积极管理的资产规模	547
表4: 各种生物多样性和生态系统服务资产类别的市场潜力	551
表5: 世界银行集团最近发型的绿色债券	552
表6: 2008年世界保险业	561

专栏目录

专栏一: 哥本哈根快速启动资金的最新状况	551
专栏二: REDD+概述	552
专栏三: 建立森林碳保险市场	553
专栏四: 英国绿色投资银行	553
专栏五: 金融实质性和受托责任	557
专栏六: 普遍所有制理论的解释	558
专栏七: 气候变化带来的银行风险	560
专栏八: 保险: 防止最坏及期望最佳	561
专栏九: 动员私人投资参与印度可持续能源发展项目	562
专栏十: 小额信贷、环境社会风险管理和可持续发展机遇	563
专栏十一: 绿色金融在中国	566
专栏十二: 法国国家银行及其长期投资模型	567
专栏十三: 全球环境基金	569
专栏十四: 挪威全球养老基金	569

缩略语表

A/R	Afforestation and Reforestation	造林与再造林
ADB	Asian Development Bank	亚洲开发银行
AUM	Assets under management	托管资产
BAU	Business-as-usual	常规经济（情景）
BCBS	The Basel Committee on Banking Supervision	巴塞尔银行监管委员会
BES	Biodiversity and Ecosystem	生物多样性和生态系统
BIS	The Bank for International Settlement	国际清算银行
CCX	Chicago Climate Exchange	芝加哥气候交易所
CDM	Clean Development Mechanisms	清洁发展机制
CERC	Search Results Central Electricity Regulatory Commission	中央电力监管委员会
COP	Conference of Parties	缔约方大会
DFI	Development Finance Institutions	开发融资机构
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	欧洲复兴开发银行
EIB	European Investment Bank	欧洲投资银行
ESG	Environmental, Social and Governance	环境社会与治理
EU ETS	Emissions Trading System	欧盟排放交易体系
FDI	Foreign Direct Investment	外商直接投资
FMO	The Netherlands Development Finance Company	荷兰发展金融公司
FSB	Financial Stability Board	金融稳定委员会
G20	Group of Twenty	二十国集团
GEF	Global Environment Facility	全球环境基金
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GHG	Greenhouse gas	温室气体
GIB	Green Investment Bank	绿色投资银行
GRI	Global Reporting Initiative	全球报告倡议组织
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IFC	International Finance Corporation	国际金融有限公司
IIFLS	International Financial Services London	伦敦国际金融服务组织
IIRC	International Integrated Reporting Committee	国际综合报告委员会
IMF	International Monetary Fund	国际货币基金组织
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会
KfW	German Development Bank	德国开发银行
KP	Kyoto Protocol	京都议定书
MDGs	Millennium Development Goals	千年发展目标
MFIs	Microfinance Institutions	小额信贷机构
NAMAs	Nationally Appropriate Mitigation Measures	国家适当减缓行动
ODA	Official Development Assistance	海外发展援助

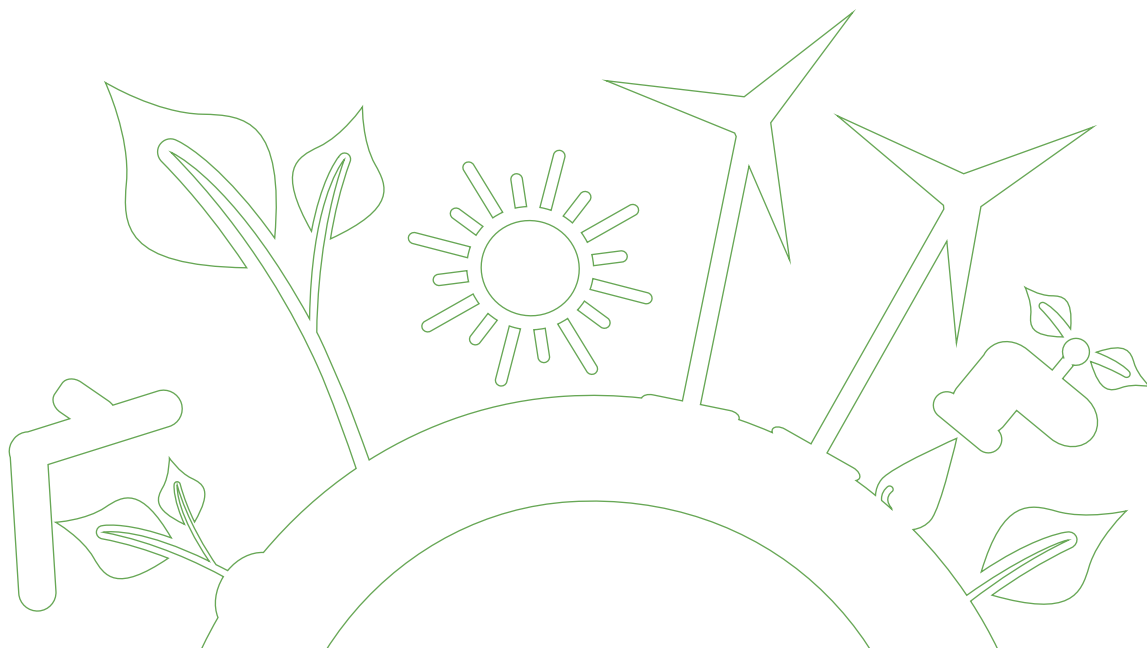
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	经济合作与发展组织
PE	Private equity	私人股本
PFMs	Public Financing Mechanism	公共筹资机制
PRI	United Nations-backed Principles for Responsible Investment	联合国支持的责任制投资原则
R&D	Research and Development	研发
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation	减少毁林和森林退化所致排放量（计划）
REN21	Renewable Energy Policy Network for the 21st Century	21世纪再生能源政策网络
RICS	The Royal Institution of Chartered Surveyors	英国皇家特许测量师学会
SWFs	Sovereign wealth funds	主权财富基金
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity	生态系统和生物多样性经济学
UNDP	United Nations Development Programme	联合国开发计划署
UNEP FI	United Nations Environment Programme Finance Initiative	联合国环境规划署金融倡议
UNEP SBCI	United Nations Environment Programme Sustainable Buildings and Climate Initiative	联合国环境规划署可持续建筑和气候倡议
UNEP SEFI	United Nations Environment Programme Sustainable Energy Finance Initiative	联合国环境规划署可持续能源金融倡议
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
UOT	Universal Ownership Theory	通用所有制理论
US SEC	U.S. Securities and Exchange Commission	美国证券和交易委员会（SEC）
VC	Venture capital	风险资本
WBCSD	The World Business Council for Sustainable Development	世界可持续发展工商理事会
WEF	World Economic Forum	世界经济论坛
WFE	World Federation of Exchanges	国际证券交易所联合会
WRI	World Resource Institute	世界资源研究所
WWF	World Wide Fund for Nature	世界自然基金会

关键信息

- 1. 全球经济的绿色转型亟需动用大规模金融资源。**国际能源署（IEA）发布的解释性估算数据显示，为实现2050年全球CO₂排放量减半的目标，自2010年到2050年间每年所需额外投资额将达到全球GDP的1%-2.5%。其中，与能源供应及提升能源利用效率相关行业的资金需求会占据相当的比例，特别是在绿化交通运输和建筑业方面需要大量资金投入。
- 2. 金融投资、银行和保险业是促进私人投资向绿色经济发展的重要渠道。**金融服务业和投资领域动辄占用数万亿美元的资金，称得上是推动绿色经济发展的潜在资金来源。更重要的是，长期公共和私人机构投资者、银行和保险公司在把握采用新兴绿色技术机遇的同时，越来越倾向于选择能够使环境、社会与治理风险最小化的投资组合。小额信贷在社区和农村地区发挥着潜在重要的作用，这样贫困人口也可以投资于资源部门并提高能源利用效率，提升自身应对风险的弹性。
- 3. 存在各种机遇来满足绿色经济融资的需求。**资本市场的快速发展，不断演变的市场工具（如碳金融、小额信贷）以及为应对近年来经济增速减缓而成立的绿色激励基金，都为向绿色经济转型开辟了大规模的融资空间。但是相对投资需求来说，资金流动规模仍然过小。若要在短期内启动绿色经济转型，就必须迅速扩大资金流动的规模。在未来的几十年间，应利用包括养老保险基金以及由高资产群体掌控的多达3.9万亿美元的净资产及主权财富基金控制的集中度较高的多种资产及资产组合支持绿色经济建设。
- 4. 信息披露、可持续发展报道方面的长足进步，既提高了市场的透明度，也推动了相应的变革。**预计截止至2009年，全球范围内由机构投资者所掌控的资产市值规模已超过121万亿美元。由各类大型机构投资者所控制和积极管理的这部分资产中，约7%应受到环境、社会 and 治理（ESG）综合考量约束。考虑到商务与人类一般活动所产生的环境成本（估计截止到2008年这一数字已达6万亿美元以上），这方面的数据统计亟需提高透明度。目前亟需加大与环境、社会 and 治理（ESG）原则相符的投资规模，这就需要有创新性和领导力的企业及各行业部门的支持，同时也需要采取集体行为、公私部门的相互配合及法规条款方面的支撑。

5. 公共财政引导私人资金流向绿色经济的作用不可或缺。政府应该与私营部门一道制定清晰、稳定、一致的政策和监督体系，全面考虑环境社会与治理方面的问题并将其纳入金融投资决策之中。此外，政府和多边金融机构应当以其自有资源作为杠杆引导私营部门资金，促进私营部门资金投向绿色经济产业。

6. 尽管公共资金明显少于市场上流通的私人资本，但公共财政依然是实现绿色经济转型的主要动力。无论是发达国家还是发展中国家，都应进一步强化金融发展机构在促进绿色经济转型中的作用。金融发展机构能够采取具体的措施支持绿色经济发展目标，可以将相当比例新增贷款用于支持向绿色经济转型的项目融资并将之与一些特定政策目标结合起来，比如温室气体减排、公共水质改善、污染治理、促进生物多样性、实施扶贫计划等。政策的制定可以提高上述投资组合的“绿色效率”，如对投资组合进行“碳足迹”分析。此外，各国开发融资机构可以共同制定“绿色”协议、标准和目标，他们可以对诸如交通、能源和市政金融等部门产生重大影响。



1 引言

1.1 本章范畴

本报告前面几章已重点说明绿色经济是怎样依赖于金融投资的创新方法而成功问世的。创新成为持续提高绿色经济核心部分年度投资量的关键因素。大量绿色投资资金将来源于一些私人部门，这些部门受到具远见的政策制定者的支持，而其中起催化作用的发展金融机构以及像联合国一类的超国家机构也可以起到有力的助推作用。

应该说，投资的质量（如投资期限、风险和回报率要求）与投资的数量一样重要。因而需要考虑许多相关问题。比如，为了支持投资市场的发展，制定激励性成本效益政策以引导私人投资朝绿色经济方向发展，就需要建立一种相互合作机制。针对环境的外部性特征，国际会计实践也需要作出调整。为实现金融的风险分散与媒介功能，也需要开发新的金融工具。新的金融工具可以激发更多的储户，小到个人小储户，大

到代表成千上万人的养老基金的私人投资投向绿色经济。

本章探讨了当前绿色经济的融资方式，并探究进一步扩大投资的潜在方法及优先顺序，目的在于讨论为绿色经济转型而扩大融资规模以及如何增强金融部门在这个转变中的作用。

本章分析的着重点在银行投资、借贷及保险等，并且主要集中在私营部门资金来源上。此外，本章也对相关政府部门、开发融资机构和其他非私营金融实体的相互促进与互补作用做出了诠释。尽管这方面已经显示出良好的发展势态，但未来还将面临更大挑战。本章将对主要挑战、机遇和未来发展的有利条件展开讨论。

2 进展情况

2.1 挑战规模

到2050年所需的投资估算

目前尚无关于绿色经济转型的资金需求这一问题的完整估计。基于CO₂的减排目标，依据全球层面的低碳能源供应能源效率水平，国际能源署2010年能源技术展望提出显示绿色投资缺口的指标。这一高端估计不包括其他方面，如跨部门的资源利用效率问题。国际能源署的BLUE情景旨在2050年实现全球能源相关的CO₂排放量减半。在这种条件下，从2010年到2050年需要新增投资46万亿美元，这比基准情况下的估算增加了17%。这个数据相当于截止至2030年，年需投资7,500亿美元，而从2030年到2050年间，年需投资1.6万亿美元（IEA 2010）。

BLUE情景下的额外投资需求（预计2050年全球投资需求增加到316万亿美元）主要来自于运输部门，特别是在替代性交通运输技术领域，约占额外投资的50%。建筑行业则吸收了额外投资的26%，能源供应部门吸收20%，工业部门4%。平均而言，这些指示性数据与绿色经济报告模拟的情景基本一致。绿色经济报告分析称，从2010年至2050年，跨部门年均投资1.35万亿美元，显然其投资量不只包括有关温室气体（GHG）排放方面的投资。

另外，国际能源署的一项早期研究估计（IEA 2009），在未来的三十多年中，对世界能源基础设施进行维护的费用约为每年1万亿美元。其中包括，维护并升级电力供应（5,000亿美元），并资助其向低碳、清洁的能源基础设施（另需5,000亿美元）的转变。对发展中国家而言，为了推动低碳转型，每年资金短缺约为3,500亿美元。尽管国际能源署的评估高度依赖于依靠工业手段实现碳减排，但其仍可作为年度投资需求的高估值，相当于全球GDP的1%至2%。

私营金融部门的估计也在强调挑战的规模范围。据世界经济论坛（WEF2010A）和彭博新能源财经估计，到2020年清洁能源投资每年需要升至5,000亿美元，才能够将全球温度升高限制在2℃以内。汇丰银行则估计，仅2010年至2020年间，低碳经济转型就需要累积投资达到10万亿美元（HSBC 2010）。

此外，“额外性”的概念极其重要。在联合国气候变化框架公约（UNFCCC）的范围内，额外性至少在两个方面力求对常规经济做以补充：将发达国家财政贡献份额中超越正常官方发展援助（ODA）的部分，用来协助发展中国家适应气候变化；其另一层含义是，进行额外投资，力求降低超越常规经济以外的温室气体排放。广泛的共识是，根据《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》（KP），发达国家拿出其

GDP的0.7%作为额外的官方发展援助（ODA），这正是发展中国家寻求解决全球性气候变化的关键因素。尽管十年来“额外性”的概念被不断地重新定义，其概念内涵仍不太被理解，对它的应用更存在质疑。然而，“额外性”仍有可能成为2012年以后气候融资的重要标准。

按行业分项讨论

鉴于绿色经济研究的先驱性和跨领域性，支持全球各主要经济部门的绿色经济投资需求的量化工作还在进行。表1由绿色经济报告（GER）各章节内容绘制而成，此表提供了为完成绿色经济转型每年所需要的投资额度。不同目标之间的差值说明在这个领域里需要有共同的融资和投资度量，以便于适当的比较（见本章第5节，全球绿色金融投资：促成条件）。

基于一系列相关部门的政策目标，绿色经济报告模型将占全球GDP的2%投资总额分配于一些特定行业。其重点在于实现关键行业，包括建筑、运输和能源行业向绿色转型。这些投资分配法与其他来源的评估，如国际能源署（IEA）和实现千年发展目标的评估基本一致。如果以2011年至2050年间绿色经济占GDP的2%的情景条件来估算，各部门年度平均投资额估计接近1.35万亿美元。对于除渔业之外的九个行业而言，2011至2050年间年若以较低水平估计，年投资也接近1.2万亿美元。若预设几十年后全球GDP水平比现在高出许多，这个估计可能会升至每年3.4万亿美元以上的高值。

此图表清楚地表明了向绿色经济转型的总体投资需求，以及在如能源等关键部门，实现可持续经济增长的可能区间。这个图表还特别说明以能源供应、发展公共交通、能源开发和建设资源节约型建筑等方式扩展和转变现有资本存量所需之巨量资源。另外，此表还显示了转向可持续方式管理森林、渔业和农业用地等自然资源所需的资本资产。

据估计，在未来几十年，解决气候变化问题所需资本的80%以上将来自私营部门（Parry et al. 2009年），这就突出了私营部门在绿色经济转型中的重要作用。向决策者和金融服务业传达的信息很明确：若要在2050年前实现这个转型过程，主要财力资源，包括公共、私营、二者混合以及其他新的混合手段都需被调动起来。此外，在提供所需的融投资资金方面，私人资源和资本市场将发挥重要的作用。这将需要建立适当的监管体系，包括刺激资金需求的多样性政策组合，同时制定有针对性的配套政策来保护贫困线之下的家庭免遭基本商品和服务成本上升所造成的意想不到的后果。

部门	绿色经济报告 投资分配 2011 年 (10亿美 元/年, 见注1)	投资评估 (10亿美 元/年, 见注1)	详情
农业	108		目标: 提高和保持营养水平, 到2030年, 2,800~3,000千卡/人
建筑业	134		目标: 提高能源效率, 以达到IEA的BLUE情景设定的能源消耗与减排目标
		308	2010年IEA ETP的BLUE情景, 附加 (见注3及注4)
能源供应	362		目标: 在发电和初级能源消耗中渗透增加可再生能源至少达到IEA的BLUE情景目标
		233	2010年IEA ETP的BLUE情景, 附加 (见注3及注4)
		500	为限制全球平均气温上升2°C, 世界经济论坛 (2010a) 预算到2020年所需的情节能源年度开支
		611	欧洲可再生能源理事会和绿色和平组织能源革新 (2010) 方案估计2007年到2030年平均对全球可再生能源投资 (见注5)
		460-1,500	HSBC (2010) 估算到2020年建立低碳能源市场, 需要在低碳能源发电 (电源) 和能源效率和管理 (需求) 等方面的总投资 (见注6)
渔业	108		通过在世界范围内努力削减50%的捕鱼船只、劳动力的再分配和渔业管理等手段达到最大可持续产量
		90 - 280	同 (全球经济报告渔业章节分析)
林业	15		目标: 到2030年减少毁林50%, 同时增加造林以维持林业生产
		37	有效管理现有的森林保护网络和每个地区土地面积的15% (Balmford et al. 2002), 调整适应通货膨胀
		2 - 30	REDD+ (更多的潜在资金流量评估)
工业	76		目标: 提高能源效率, 以达到IEA能源消耗和减排BLUE情景的规划目标
		50 - 63	2010年IEA ETP的BLUE情景, 附加 (见注3及注4)
旅游业	134		
运输业	194		目标: 提高能源效率, 以达到IEA能源消耗和减排BLUE情景的规划目标, 扩大公共交通工具
		325	2010年IEA ETP的BLUE情景, 附加 (见注3及注4)
废物	108		目标: 用于堆填区的废物量至少减少70%
水	108		目标: 到2015年实现千年发展目标 (MDG) 中提出的无供水和卫生设施人口减半的目标, 并减少水强度 (不定量指标)
		18	实现MDG提出的到2015年无供水和卫生设施的人数减半的目标 (Hutton and Bartram 2008)
		50	满足世界对水的需求 (2030水资源集团, 麦肯锡)
合计	1,347	1,053- 2,593	(见注2)

表1注:

1. 所有金额均为年度投资的数字; 绿色经济报告的投资分配额使用2010年美元; IEA的投资需求以2007年美元估算 (相对于不精确的估计, 两者间的差别几可忽略不计)。绿色经济报告的投资组合将占全球GDP的2%, 投资总额依据一系列行业目标在行业之间进行跨部门分配。这反映在以上表1“详情”一列中。这些投资将伴随经济增长的步伐于2011年至2050年间上升, 2050年达到3.9万亿美元 (以2010年美元估计)。投资需求一般采用其他来源的评估。这其中有许多影响绿色经济报告投资组合的分配, 特别是IEA。
2. 在右下栏投资评估中, 投资总额范围与每个部门内部评估款项高低一致。
3. IEA的大部分数字, 只是2010年至2050年预计总投资的简单平均值; 但是, 看来, 前几年投资预计较低, 近些年投资预计较高。
4. IEA能源技术展望数字 (2010) BLUE仅代表额外的投资, 总额平均每年1.15万亿美元, 不包括通过现有的投资趋势的延续以满足IEA需求的增加而设计的预计投资。
5. 欧洲可再生能源理事会和绿色和平组织高级革新方案, 为减少CO₂排放量设定了一个主要目标, 即到2050年CO₂排放量降低到每年大约10亿吨的水平, 第二个目标是逐步淘汰核能。
6. 这些是汇丰银行按照“2020年之前最可能的路径”预算而来的。此间欧盟可以实现其再生能源目标, 而其能源效率目标则不可及, 美国可实现清洁能源的有限增长以及中国超越目前的清洁能源目标等。这种情况尚未对特定的气候政策目标作出回应。除了低碳能源供应之外, 这个估计还包括在交通运输、建筑和工业部门进行的能源效率投资。按分项数字, 在2010年和2010年之间在低碳能源供应方面需要2.9万亿美元。在能源效率和管理方面需要6.9万亿美元。

表1: 部门年度绿色经济投资

投融资趋势追踪

在关键经济部门绿色化以及建立资源高效社会的过程中, 借贷、投资、保险和公共财政起着关键作

用。虽然政府全资拥有的、由机构控制的全球官方发展援助 (ODA) 在持续下降 (UNEP 2008), 2010年外商直接投资 (DFIs) 估计仍然达到1,080亿美

	国际银行总资产 (2009) / 全球银行的资产 (2008)	2009年管理的总资产 (包括公开上市的股票, 房地产, 债券和资产抵押证券等)	保险费收入 (2008年)
全球市场规模	34万亿韩元 (BIS) /97.4万亿美元 (IMF, BIS, etc.)	约80万亿美元 (IFLS研究)	美国为4.3万亿美元 (Swiss Re, IFLS 研究)
可持续发展的份额	约50万亿美元银行资产签署承诺的可持续发展	约25万亿美元资产签署PRI (UNEP FI/PRI)	用于可持续发展的超过500亿美元的保险费

表2注:

1. 由于存在着其他行业的合作倡议, 以便为可持续发展的框架提供解释, 因此此表中的数字是指示性的, 应慎用。因此, 相应的致力于可持续发展的全球市场份额可能会更高。
2. 在此表中的资产管理分类所涵盖的金融机构类型, 包括养老基金, 保险基金, 共同基金, 主权财富基金, 私人股本和对冲基金。
3. 用于可持续发展的份额是粗略的估算, 它显示了金融机构对可持续性发展的参与(例如UNEP FI/PRI声明和原则的承诺)的迹象。
4. 此表中列出的银行用于可持续性发展的总资产还包括银行通过各种投资工具获得的资产, 在一些情况下, 也包括保险工具。

表2: 各部门选定的全球市场规模的指标和用于可持续发展的份额 (2008年-2009年, 银行、投资和保险业)

资料来源: 国际清算银行 (证券统计和银团贷款2007-2009年), IMF (全球金融稳定报告 2009), TheCityUK, Swiss Re, UNEP FI和PRI

2008年的管理资产数字 (10亿美元)	签署内部主动管理资产规模合计	通过UN负责投资原则 (PRI) 签署人签署内部主动管理资产	PRI签署人签署内部积极管理资产所占份额	市场规模	UN (PRI) 计划签署人签署内部主动管理资产占市场份额*
上市股票 (发达市场)	2,264	1,337	59%	27,107 ^a	5%
上市股票 (新兴市场)	308	185	60%	5,313 ^a	4%
固定收益主权	3,430	690	20%	24,596 ^b	3%
固定收入的企业发行	1,978	883	45%	6,380 ^b	14%
私有股权	232	105	45%	2,492	6%
上市房地产或财产	289	74	26%	694 ^d	14%
非上市房地产或财产	303	239	79%	10,915 ^c	3%
对冲基金	210	25	12%	1,500	2%
基础设施	67	39	59%	19,900 ^f	0.2%
合计	9,081	3,578	39%	98,897	4%
2009年资产管理数字 (10亿美元)	签署内部主动管理资产规模合计	通过UN负责投资原则 (PRI) 签署人签署内部主动管理资产	PRI签署人签署内部积极管理资产所占份额	市场规模	UN (PRI) 计划签署人签署内部主动管理资产占市场份额*
上市股票 (发达市场)	3,674	2,525	69%	37,500 ^a	8%
上市股票 (新兴市场)	700	478	68%	9,589 ^a	6%
固定收益主权	5,253	1,579	30%	30,232 ^b	6%
固定收入的企业发行	2,437	1,373	56%	7,329 ^c	22%
私有股权	201	122	61%	2,337	9%
上市房地产或财产	297	172	58%	678 ^d	34%
非上市房地产或财产	497	418	84%	10,256	5%
对冲基金	188	36	19%	1,700	5%
基础设施	71	63	89%	21,600 ^f	0.4%
合计	13,317	6,766	51%	121,220	7%

a. 由摩根士丹利资本国际成员国家拆分发达的和新兴市场。扣除房地产上市市值加权。b. 主权, 加上准主权。c. 公司加产量高, 但不包括资产抵押。e. 私人债务, 公共债务和私人股本的数字。f. 估计在公有制基础设施资产的总存量

* 这里的百分数保守地呈现了调查结果。事实上, 分子中没有包括外部管理的基金, 以避免一些重复计算。此外, 市场规模分母包括了被动管理的基金, 依据“不一定原则1”而没有计算进分子。

表3: 相对总投资市场的ESG整合内部积极管理的资产规模¹

资料来源: 责任制投资原则 2010

1. Assets Under Management (AUM)-所管理的资产, 投资公司管理的资产的市场价值。

元左右（2010.website），每年私人资金达数万亿（TheCityUK 2011）。公共金融的关键性作用就在于它的投资催化功能及其初期投资供给、风险分担、为基础设施和服务提供保障等功效。有关私人融资及其放贷、投资和保险的相对规模，以及他们在可持续发展中的义务与做为，参见表2。

追踪投融资资金流向，精确量化资金流向绿化部门和社会责任担当状况，以及资金在不同资产类别、不同地域和不同来源（公共、私人、公共和私营部门，以及混合部门）上的分布状况是一项正在进行的工作。对一些资产类别，特别是清洁能源技术，已经有了全球公认的较为成熟的方法可用来准确捕捉全球年度资金流动量。这在本章之后可详细讨论。以下部分简要说明了资本如何从世界上最大的投资机构开始流向绿色经济，但这些信息在其覆盖面、数据及获取方法上都还难以全面，因为在许多情况下我们所涉及的是与新兴的绿色经济相关的资产类别。

在全球层面，在联合国支持的负责任投资原则（PRI）下，如何将环境、社会与治理（ESG）整体考量纳入不同的资产类别之量化工作仅仅于2008年才系统地开始。这些资产分类包括上市股票（发达国家和发展中国家市场）、固定收入（主权）债券、固定收入（公司）债券、私募股权、房地产及物业（上市及非上市）、对冲基金和基础设施等资产。根据2008年的一项估算，全球市场规模中积极和被动管理的资产量²已经由2008年的99万亿上升到2009年的121万亿美元（PRI 2010）。在上述各种资产类别中，在由诸如养老基金、主权财富基金、保险公司和基金会等大型投资机构控制的资产以及内部积极管理的可投资部分资产中，2008年约有4%（3.578万亿美元）、到2009年约有7%（6.766万亿美元）的资产投资受到环境、社会与治理（ESG）的整体考量原则的影响（详细分类目录，参见表3）。

2. 积极的资产管理是指投资组合经理以特定目标投资赢取超过投资基准指数的一种投资策略。被动投资管理则是指投资组合经理仅以实现预先确定的某种投资目标为底线的一种投资策略。

3 新兴绿色经济投资

3.1 从危机到机遇

在近年来向绿色经济的过渡中，金融实现了全面发展。尽管世界市场依然动荡，缺乏引导金融向绿色经济转变的国际管理体系，但资本市场仍通过各种形式的发展来促进绿色经济转型，包含以下内容：

■ 清洁能源技术作为一种新的资本的出现，以及在可持续能源上的投资从2004年的460亿美元发展到2009年的1,620亿美元，增长了4倍（UNEP）；

■ 碳交易市场的建立。截至2009年，年度交易量达到1,220亿美元；

■ 2009。研究预测，在欧盟排放交易系统创立的前三年内，碳排放量减少了约1.2亿-3亿吨（皮尤全球气候变化研究中心，2008）；

■ 与自然资源高效管理相关的新市场出现的可能；为城市提供综合环境基础设施和低碳交通系统；低碳工业、商业和居民住房的可能。

在以上章节中已经提到，预计私人资本可以提供向低碳经济转型所需的投资中至少80%。如何获取所需投资资本和所能获得资本量的大小仍然非常重要。在一个稳定且具有弹性的资本市场，如果要有充足的资金供给以便及时支持绿色经济转型，私人资本和公共资本的相互作用与配合的能力则非常关键。考虑到私人资本在向低碳经济过渡中所发挥的关键角色，通过连贯性政策体系谨慎调配公共资本，将会催化和激发更多的私人资本投资于绿色经济领域。在后危机时代的政府一揽子刺激方案中，用于防止严重经济衰退的三万多亿美元中有4,700亿被用于低碳和环保基础设施建设。

这些年来随着私人投资在向绿色经济政策体系进化中的不断调整和逐步稳定取得的成果，一些多边金融机构，比如世界银行、国际金融公司，以及三十多个区域性多边金融机构、国家开发银行，以及出口信用和投资担保机构等将在培育新兴金融市场中发挥关键作用。重要的是，为了达到最佳的环保和社会效果，需要在其他与绿色经济目标相关的行业领域制定激励措施，尽可能降低温室气体排放，同时创造就业。

3.2 新的市场与工具

可再生能源

绿色经济报告分析显示，可再生能源是迄今为止最大的投资方向。金融市场已启动了巨大的资本量。2007

至2010年上半年，有大约5,570亿美元投资到可再生能源市场（UNEP SEFI 2010）。可再生能源的市场投资量从2004年的460亿美元扩大到2009年的1,620亿美元，增长了近四倍（见表1）。2009年哥本哈根召开的联合国环境变化会议承诺的300亿快速启动资金同样也集中关注该市场的更大商机和投资者对之兴趣（见专栏一）。另外，分析家预期未来几年中将有巨大的资本量流入该市场。一份最近的研究（HSBC 2010）显示，截止到2020年，低碳能源市场规模将达到2.2万亿美元。

尽管机构投资者通常被指过于保守和规避风险，但在2008到2009年间，整个可再生能源市场融资的2,940亿美元中，有1,920亿来自于机构投资，占65%，其他则来自于风险投资（VC）和私募股权投资（PE），还有一些政府研发机构的资助资金，用以弥补风投和私募在2009年投入量的减少（UNEP SEFI 2010）。清洁科技集团（the Cleantech Group）预测，截止至2010年，风险投资在新能源市场的投资量将会达到73亿美元，低于2008年所筹集到的85亿美元，但高于2009年筹集到的57亿美元，成为投资量第二大的一年（Cleantech Group and Deloitte 2010）。风险投资和私募股权投资在新能源市场的投资增长会随着时间的推移而可能发生乘数效应，因为它可以向其他融资渠道传达出一个信号，一个投资部门相对于其他资本来源的稳步增长。

尽管如此，想要在该方面保持投资量的不断增长以及实现与全球绿色经济所需的投资水平相匹配，仍然困难重重。目前，可再生能源占全球发电量所需的一次能源比例小于5%，阻碍这一比例提高的因素主要是金融、经济方面的因素，包括以下内容：

■ 高额的前期费用、项目的资本密集性以及传统能源补贴的使用；

■ 政治及监管原因；一般来讲，政策并不利于可再生能源技术的使用；

■ 环境及社会因素；例如对一些规划的反对意见；

■ 技术原因；例如新能源技术发展的不连续性及其他；

■ 项目的规模，主要表现为高额的交易成本。

克服这些障碍需要有更加富有支持性和稳定性的政策及监管框架体系（UNEP FI 2004）。



最近的一份来自于世界经济论坛和彭博新能源财经的报告估计，要实现向低碳能源基础设施迈进和控制全球温度升高在2℃以内需要全球在2020年前每年在清洁能源领域的投资额达5,000亿美元左右（WEF 2010a）。汇丰银行得到类似的结论，认为建设低碳能源市场需要在2010至2020年间总投资十万亿美元（HSBC 2010）。然而，公共和私人资本在2009年的投资额仍远低于所需水平。另外，考虑到全球经济版图的迁移，为减缓气候变化(包括对能源)而投入资金所需的多达4,000亿美元的资金，包括投向能源部门的资金，将不得不流向发展中国家和新兴市场国家（World Bank 2010a）。

绿色地产业新型资产的出现

地产投资对金融市场和碳排放都造成极大的影响，绿色地产投资的前景光明。预计上市房地产公司中依据环境、社会、治理综合治理（ESG）原则投资的投资比例将从26%大幅上升到58%（见表3）；2006至2010年间18多家用于资助商业建筑提高其能源效率的地产改良基金的成功启动和封闭（Preqin 2004-2010）；大量绿色产业发展基金的出现；人们更多的对于绿色办公室和住宅的偏好等等，这些都共同显示，绿色地产业已经成为一个新兴并越发具有吸引力的资产类别。

将建筑过程及人类使用计算在内的环境建造所消耗的能源和CO₂排放量各占40%，原料占据全球原材料的30%，水资源占全球消耗的20%（UNEP SBCI 2007）。在以最小成本减少碳排放方面，建筑最具潜力（IPCC 2007）。众多投资者及房屋所有者可以采取许多措施来降低对整个环境和社会的不利影响，其中包括提高环境效率和可投资资产的社会效用等，这

些措施的成本都很低，但全球范围内的估值却高达12万亿美元（DTZ REA）。这些措施可立刻显现其经济效果，是生态效率的一个典范（Ceres 2010）。

经济及金融因素越来越成为推动对现存租住与购置房地产市场的环保质量认证的驱动因素。例如，一份2009年的报告（RICS 2009）显示，租房市场建筑每平方英尺的总溢价为3%，或者其入住率上升6%以上。在销售价格方面，该报告发现有16%的溢价。此外，有证据显示这种估值的差距将越来越大（DTZ Research MiP 2009）。绿色物业投资业务发展迅猛，对市场运作也有巨大影响。然而，庞大的商机仍将继续扩大绿色物业投资。

人们对日益严格的法规、能源价格上涨、占有者和投资者不断变化的偏好愈发影响财产投资和租赁决策（UNEP FIPWG 2011a）。最终，这样的期望将越来越大；即随着时间的推移，绿色建筑将赢得较高的净收入进而降低折旧和运营成本，最终降低风险。推动更高环保标准强制执行的规定、对温室气体建筑减排进行财政鼓励并增加与政策目标的一致性、与投资者和整个投资组合更适应、更兼容、更简单的公制的推广，这一切都将成为加速绿色物业地产市场的关键因素。

林业：减少毁林和森林退化带来的CO₂排放

对于金融服务和投资业界而言，理解和开发有关生物多样性与生态系统服务（BES）的潜在市场是颇具挑战性的。银行、保险和投资界对于市场实际需求的关注，对潜在市场价值的估计等方面反应较差。然而，最近的一些举措已经开始为新生市场和未来潜在市场建立起框架。例如，具生态系统市场估计，2008年生物碳市场的价值在3,700万美元（见表4）。这个估计包括日益重要的REDD+概念（见专栏二）。

“REDD+及相关倡议，如与森林碳相关新的保险产品（见专栏三）展示了对金融服务领域潜在市场规模及促进市场发展所需之相关政策步骤的深入理解。如果要使BES市场大规模发展起来，适当、清晰、一致的全球和国家政策体系是至关重要的。对于许多主流保险公司，其所管理森林保险保费只需达到能将其本身划为市场的规模足矣。然而，伴随着未来几年全球气候谈判政策的正确选择，森林的碳市场可能在2020年达到900亿美元（CDC Mission Climate 2008）。

绿色债券

绿色债券市场目前规模仍相对较小，但已有AAA评级的金融机构的支持且增长势头强劲。债券是政府、机构甚至大型企业从资本市场筹集资金（借钱）一个非常规的手段。近年来，在讨论有关清洁发展³。融资时，绿色金融债券，或者清洁能源债券或气候债券已日益显露其特色。绿色债券仅仅是一般的债券的变异，其债券发行者担保把所筹资金用于一些特定的环

3. 气候债券的倡议是在2009年设立的一个可持续金融市场的网络操作系统（NSFM）项目，是NSFM和碳信息披露项目的联合项目。<http://climatebonds.net>

专栏一：哥本哈根快速启动资金的最新状况

《哥本哈根协定》指出，发达国家承诺提供的快速启动资金在2010年至2012年期间为300亿美元，到2020年每年增加到1,000亿美元。

这个快速启动资金用于加强减缓行动，包括 REDD，以及适应、技术开发与转让和能力建设。快速启动资金不仅加强从现在到2012年之间《联合国气候变化框架公约》在发展中国家的执行情况，也在帮助他们为2012年以后的持续发展做好准备。因此，它通常被作为是2012年以后的得力准备。同时，它还将提供长远的、气候融资方面的教训。如今有关快速启动资金的根本问题是：

■ **国家级的承诺**根据世界资源研究所（WRI），国家承诺目前总额约279亿美元；

■ **资金是到位了还是仅止于空谈？**在总额300亿美元预算中，仅有约50亿美元在国家预算和资金分配计划中得以兑现，仅32个具体方案活动得到这些资金支持。因此，发达国家必须采取行动将其承诺具体化，以确保其融资承诺的可靠性；

■ **专门针对气候的融资是新追加的吗？**直到本报告的撰写完成之时，我们尚不清楚承诺用于发展中国家气候变化之缓解与适应的资金是在现有承诺基础上的追加，还是泛指已有的官方发展援助（ODA）。然而，部分承诺基金将是额外追加的。看来大多数（如果不是全部）在《哥本哈根协定》名义下承诺的快速启动资金将被计入发达国家的官方发展援助，并报告经合组织的发展援助委员会（DAC）办公室。过去，发达国家的官方发展援助曾多次被批评不足其GDP的0.7%（这一水平公认为发达国家应该达到的官方发展援助水平）。

■ **公共快速启动资金将会引导私人投资介入气候融资？**大部分（如果不是全部）符合**快速启动资金标准**融资项目的目的在于提高发展中国家从制度上发起缓解气候变化活动的能力及配备，而不是直接降低温室气体排放量。这类活动通常缺乏商业导向或潜在的私人参与，也正因为如此，它们不能够吸引或产生私人气候融资。

境目的。绿色债券的设计就是为了吸引那些愿为环境投资的投资者。

绿色债券市场仍然有其局限性。虽然绿色债券的发行规模相对较小，但目前的发展状态却令人鼓舞。2007

年至2010年间，欧洲投资银行（EIB）和世界银行（见表5）发行了多种绿色债券和气候友好型债券，价值分别达10亿美元的和15亿美元。此外，国际金融公司已在2010年到2014年间颁布了4年期价值2亿美元的固定汇率绿色债券，以资助发展中国家可再生能源和

BES 资产类	市场价值	年份	市场类型	资料来源
生物多样性减缓/偏移	18 - 29 亿美元	2008	上限贸易/自愿	Ecosystem Marketplace, 2009
生物碳：				
自愿的柜台（林业碳），包括 REDD+	3,150万美元	2008	私人自愿	Ecosystem Marketplace, 2009
芝加哥气候交易所--林业碳	530万美元	2008	私人自愿	
清洁发展机制（CDM）--造林/再造林	30万美元	2008	上限贸易	
化妆品、个人护理、制药；生物勘探合同	3,000万美元	2008	私人自愿	The Economics of Ecosystems and Biodiversity study (TEEB) D3
认证的农产品，包括非木材森林产（TFPs）	400亿美元	2008	私人自愿	Bishop et al., 2008. Building Biodiversity Business.
认证林产品--森林管理委员会（FSC）森林认证体系（PEFC）认可的方案	50亿美元（FSC认证产品）	2008	私人自愿	TEEB D3
支付流域服务（私人自愿）	500万美元（各试点如哥斯达黎加、厄瓜多尔）		私人自愿	TEEB D3
付费与水有关的生态系统服务（政府）	52亿美元	2008	公共	TEEB D3
生态系统服务的其他款项（政府支持）	30亿美元	2008	公共	TEEB D3
私人土地信托保护地役权（如北美、澳大利亚）	80亿美元（仅限在美国）	2008	公共	TEEB D3

表4：各种生物多样性和生态系统服务资产类别的市场潜力

资料来源：UNEP FI BES 2010

专栏二: REDD+概述

减少毁林和森林退化所致排放量（计划）（REDD）是为了利用森林中的碳创造经济价值，为发展中国家减少林地排放提供奖励，并投资低碳路径以达到可持续发展。在毁林和森林退化之外，REDD+的目标包括环境保护、可持续森林管理、提高森林碳储量等。

保护现有森林（REDD+）或退耕还林（造林和再造林，即A/R）比其他减排技术成本更低、且易于实现。他们的实施能够带来潜力巨大的多方共赢，如生物多样性保护和流域保护，到2100年这种“免费”的服务价值估计可达每年1万亿美元。然而实现这一巨大潜力将需要大量投资，预计每年最低需要170亿美元至330亿美元，才可以在2030年使热带森林砍伐率减半（The Eliasch Review 2008）。如此大规模的投资是不可能单由政府提供的，因此私人金融机构的积极参与必不可少。反过来，这又需要保护和加强森林投资，同时尽量准确地测量和报告森林中的碳储量。一般来说，林业部门的主要投资来源是（即除在减缓气候变化的背景下）私人（93%），约占全球直接投资的1.5%（UNEP FI 2011a and UNEP FI 2011b）。

如果林业部门、REDD以及A/R不仅可以让投资机构有利可图，而且还可以让其在贷款、保险和投资方面的组合多样化，那么金融机构就会对林业部门感兴趣了。这个部门也可以因政治及相关声誉准则方面的考虑吸引金融机构投资。还有一系列的政治、市场和一般商业风险需要综合考虑。金融机构可利用风险缓解手段使REDD+和A/R项目更具有吸引力，包括担保、保险和债券。

尽管有关REDD+机制确切形状和结构的谈判仍在《联合国气候变化框架公约》水平层面上进行，约40个国家已开展REDD+发展战略（第1期）试点活动。据预计，随着初级改革的深化、制度强化及REDD+计划规模逐步放大，私营部门为REDD+融资的规模也将进一步扩大（Streck et al. 2010）。表内所列举的当前国际气候谈判的五个情景包括：

情景1：根据《联合国气候变化框架公约》进行国家信誉评级。

情景2：根据《联合国气候变化框架公约》进行分国家或项目的信誉评级。

情景3：混合嵌套方法情景1和2之间的解决方案。

情景4：国际基金与国家级激励。

情景5：自愿市场（无国际REDD协议）。

私营部门参与REDD的最有前途的政策选择似乎是在方案3中所述的嵌套方法。在没有全球气候协议的情况下，市场参与者需要准备利用自愿市场所提供的机会，或利用国家的上限与贸易计划，并用之为减少毁林和森林退化所致排放量计划（REDD）的利益补偿（如美国的未来计划和/或欧盟ETS第三阶段）。

资料来源：UNEP FI

能源效率项目。亚洲开发银行和非洲开发银行也于2010年发行了他们的第一批清洁能源债券。

多边开发银行最近发行的绿色债券已经引起了广泛关注。绿色债券也已经被用来向市政绿色项目提供资金。例如，在美国，一种绿色债券类型是免税的市政

问题（评级）	金额	到期日	息票	投资者
创刊号瑞典克朗（SEK）计价的绿色债券（Aaa/AAA）	28.5亿SEK（三部分）	2014年11月	年息3.5%	瑞典国家养老基金 公共生活 联合国工作人员养老保险基金 其他
第一个美元计价的绿色债券（Aaa/AAA）	3亿美元	2012年4月	浮动利率	加利福尼亚州
第三世界银行绿色债券（Aaa/AAA）	1.8亿美元（两部分）	2013年12月	年息2%	加利福尼亚州教师退休系统（CalSTRS） 瑞典国家养老基金 瑞典保险供应商SEB Trygg Liv 联合国工作人员养老保险基金及其他
第四世界银行绿色债券（Aaa/AAA）	1.5亿新西兰元	2015年1月	S.A.5.3%	日本投资者
国际金融公司就职绿色债券（Aaa/AAA）	2亿美元	2014年4月	年息2.25%	不详

表5：世界银行集团最近发型的绿色债券

资料来源：World Bank and IFC websites

专栏三：建立森林碳保险市场

碳市场尚未涉及源自天然林丧失所产生的气体排放问题。有这样几个可忧虑之处：这个问题可能被持久化、额外性、泄漏的问题、测量和监测，以及因碳储存或温室气体排放为主的转变带来的项目风险。这是一个很大的减排缺口，据估计多达20%的温室气体排放来自土地利用的变化。与其他缓解温室气体排放的活动不同，封存温室气体不是长久之计。迟早，固定的碳将被重新释放到大气中。由于自然灾害、土地使用决策和其他事件，这种情况很可能发生在林业实践中（UNEP FI 2008）。

迄今为止，监管者一直用发放临时许可证的方式处理以森林排放为主的温室气体，这就大大降低了许可证之价值，进而降低对它的需求。在参与自愿协议的部门，解决非永久性的办法是要求项目部门保持足够的非流通缓冲碳储备量以应对碳储备量中不可预见的损失。

另一种方法是通过保险和其他金融风险管理工具

来保证森林固碳的持久性。这意味着所占用的缓冲土地可能用于多种目的。原则上，森林的碳损失是可以得到保险的，金融工具的使用是更经济的。森林保险的私营部门把重点放在种植园方面，而不是公众天然林。主要的原因是私人森林有更为复杂的风险管理系统（例如了望塔和防火带、灭火人员、设备和程序），这里有着明确的投资利益。但即使是私人种植园其总被保面积也是很低的。

需求不足的主要原因是其面临灾难性损失（气候变化加剧了灾难性的损失）；低需求和定价不足；风险管理不足；以及可能伴随的道德风险。此外，森林风险的评估需要专门的知识，评估森林碳的价值也是比较困难的。虽然森林保险产品已经过传统的、基于补偿的保险政策的承保，有些也在探索风险转移和包括巨灾债券在内的融资解决方案的可行性。例如在日本，有证据表明公共部门的森林保险一直是成功的。

资料来源：UNEP FI 2008

债券，由社团组织和当地政府发行，并已被美国联邦政府通过。这些绿色债券的全称是“合格绿色建筑可持续设计项目债券”。这些绿色债券旨在促进环境友好型土地利用和开发，例如，利用可再生能源来满足美国纽约极其复杂的所有能源需求。

仅2009年，全球新兴市场的债券市场规模就达到790亿美元（IMF 2009），这说明绿色债券具有很大的潜力，例如，利用能源效率债券进行大规模复杂城区的

改造。高等级的固定收入投资，如债券，代表着主流机构投资者在环境领域投入大量资金的一种很有前途的手段。2009年度持有债券占金融资产31%、价值达39万亿美元（Capgemini 2009）的高净值人群则代表着对绿色债券有很强潜在需求的重要市场区段。

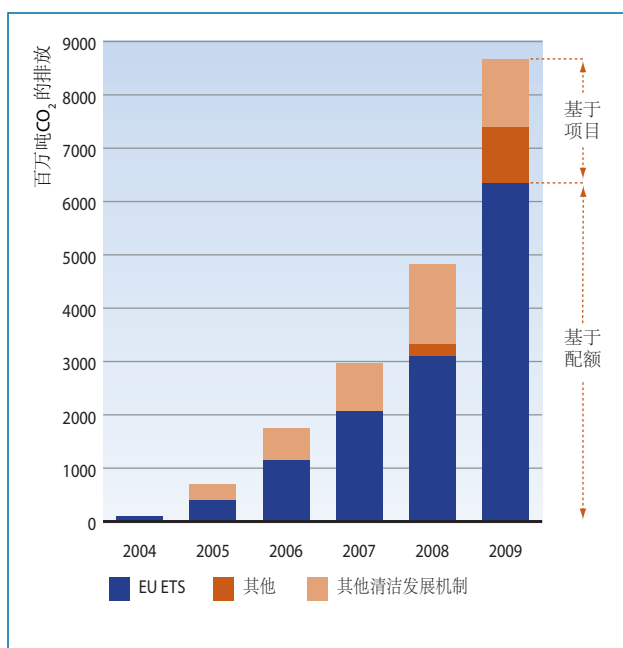


图2：全球碳市场

资料来源：World Bank Carbon Finance Unit

专栏四：英国绿色投资银行

2010年，英国政府宣布，将创建一个10亿英镑的绿色投资银行（GIB），直接进行金融干预，帮助政府实现绿色基础设施建设目标。尽管绿色投资银行特定的治理结构尚未公开，但预计它将被授权发行债务产品共担绿色基础设施建设融资风险，目前这种风险市场本身尚且无力独自承担。预计投资领域包括海上风力发电和碳捕集埋存（CCS）。据报道，英国政府为建筑业甄别去风险化产品类型及其运行时期以帮助私营部门引进更廉价的低风险资本。和调动市场额外资本降低市场风险的方式一样，绿色投资银行未来也追求投资收益并将收益继续投入到绿色基础设施融资中。也有人认为，绿色投资银行通过制定环境完整性标准同机构投资者共同提升了产品信用度，也会在为绿色债券制定市场标准中发挥着作用。

同样，国家和国际的公共部门要通过资助研究和宣传活动等手段，支持这些新兴部门的增长，以促进对绿色债券市场、绿色商品市场、绿色环境和社会证券交易所更好地了解。气候债券计划是2009年推出的一个全球性的民间社会网络，它为政府、金融和工业部门提供了政策性议案，并对适合长期债务融资的大规模减缓气候变化项目提出了建议（The Climate Bonds Initiative 2009）。

碳交易市场

碳交易市场是绿色金融关键领域之一，它为碳定价提供了重要的价格发现机制。2009年（见图2）碳交易总量为8.7亿吨，交易总价值为1,440亿美元（超配额上限交易额为1,230亿美元），其中的210亿美元来自基于项目的交易机制（如清洁发展机制）。迄今为止最大的碳交易市场是欧盟排放交易体系（EU ETS），2009年其全年交易总值上升到了1,220亿美元。

除了2009年在哥本哈根召开的联合国气候变化大会上结果的不确定和在美国实施碳排放计划的僵局，未来的碳交易市场结构也有相当大的不确定性（The City UK 2010）。起初清洁发展（CDM）占领了项目市场大部分份额，但由于资金获得上的困难、2012年后清洁发展机制（CDM）和联合履约（JI）形成的减排信用量缺少盈利和清洁发展机制（CDM）过长的交易时间等原因，使其2009年的交易量相对2008年几乎减少了一半，从4.04亿吨下降到2.11亿吨（见图2）。

其中的一个例子是芝加哥气候交易所（CCX）命运的变化。芝加哥气候交易所在2010年10月宣布，在工业国中终止其自愿的碳限额交易市场。芝加哥气候交易所自2003年成立以来，被视为一个了解总量限额交易体系运作方式的试验场，成员一度达到400多名，其中包括许多大型公用部门。自2003年以来通过芝加哥气候交易所减少的CO₂排放量占减排总量的88%，约为7亿吨（Chicago Climate Exchange 2011）。剩余的来自碳补偿。由于美国参议院未能通过总量限额交易立法加上此方案再议无望，2010年志愿人员计划按期终止。交易所将继续执行自愿碳抵消交易，这是由项目创建的不同种类的合约，如为减少CO₂或其他温室气体排放而种植树木。

在美国，作为东北部10州强制性限制电厂CO₂排放量的计划，区域温室气体倡议（RGGI）使排放交易量从2009年同期的329Mt下降至2010年第三季度的3,600万吨（Bloomberg New Energy Finance 2009）。然而，除了监管的不确定性，碳市场也有其缺陷（Dag Hammarskjöld Institute 2009）。《联合国气候变化框架公约》体系的关键问题是清洁发展机制下的工业气体排放补偿与由前苏联国家掌握的排放补贴盈余的正确使用所产生的信誉。然而，欧盟似乎决心继续自己的计划。欧盟排放交易系统（EU ETS）演变潜力将在本章最后一节加以讨论。值得注意的是，在欧盟排放交易系统头三年交易中，欧洲的排放量估计减少了约1.2亿至3亿吨（Pew Center on Global Climate Change 2008）。

一些新的举措，例如英国的绿色投资银行，也为更多私人银行部门和公共实体之间的合作融资和风险共享提供了潜在基础（见专栏四）。

低碳运输

如何计算低碳运输资金流具有挑战性。在发达国家和发展中国家，对于这一领域所需增加的资金流动量的测量方法有所不同。发达国家的国家低碳解决方案需要将现有的交通运输网络进行嫁接。

例如在英国，高效低碳汽车的使用将为道路交通减少三分之二温室气体排放量，尤其是电动/插电式混合动力车车辆（气候变化议会委员会，UK 2010）。鉴于目前的电车技术状态，开发电动汽车市场只需改变政府对汽车购买的财政支持方式转而投资于电池充电网络。电池充电电网将可能会是以家庭为基础的巨大电网，2015年将会有240,000辆电动车在英国上路，2020年上升到170万。

这与日本政府期望在2020年实现电动/插电混合动力汽车占据市场15%至20%份额的目标相类似。电动/插件在混合动力汽车的普及率达到这一水平，只有依靠私营部门的资金来实现这种转变。

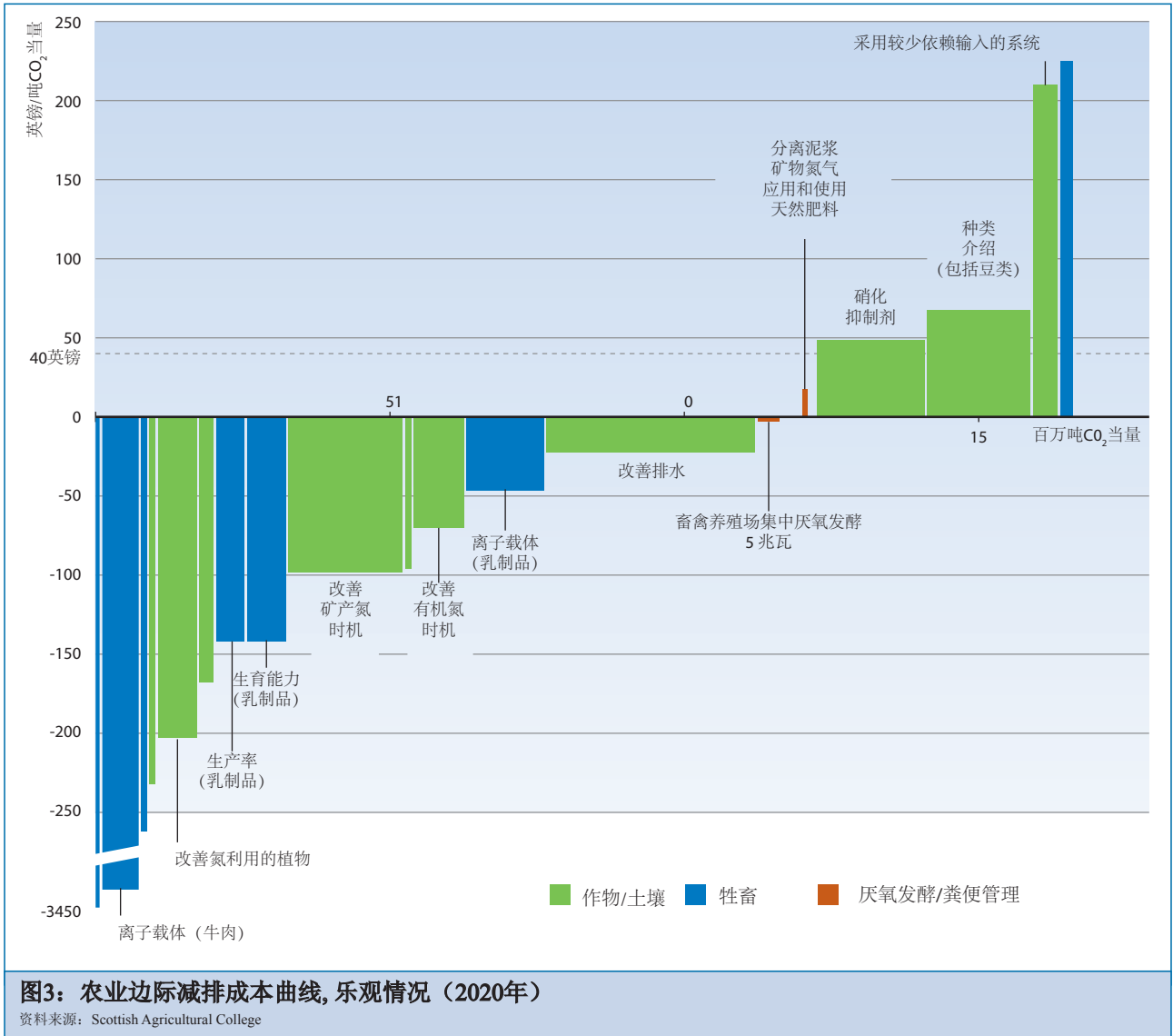
尽管如此，在发展中国家，这可能是一个避免以私家车为中心，更早提供高品质低成本可持续使用的公共交通工具的大好机会（Sakamoto, Dalkmann, and Palmer 2010）。公共财政一直是并将继续是国内国际现金流（如官方发展援助和出口信贷）的核心来源。

加强废弃物管理

可持续废弃物管理是人类社会的一个重大问题，也是产业化经营高效能源储蓄的主要来源。每年世界各地产生大约40亿吨废物，其中有四分之一被认为是可回收利用的，包含许多次级材料可替代日益稀缺的未加工原料（威立雅环境服务公司2009）。

由于大数量诸如废料和纸张次级材料的出现，废弃物管理规模已经从小地区市场迅速延伸到全球大市场，其中，2007年和2008年废弃物收入能与诸如钢材和纸浆等原材料的收入相媲美了。工业、市政和危险废弃物由一些市政公共机构和私营部门来处理。连同其他与废旧物资相关的经济活动，从收集到回收，这个行业代表了世界上大约3,000亿欧元的市场份额，包括都市废物以及工业和建筑废料处理等。

此外，投资机构也发挥着作用。例如，美国前总统克林顿已发布了一遍关于公司是如何利用它们企业废弃塑料物的投资调查报告。托管资产（AUM）达5万亿美元以上的投资者都支持塑料废弃物披露项目（PDP）。第一个塑料废弃物披露项目（PDP）调查预计将于2011年上半年开始（McCabe 2010），正如其名，这个项目类似于成功的碳信息披露项目，它将会向公司发送一个详细的、关于他们的碳排放量、减排目标和减灾战略的问卷。



改善淡水供应

世界范围内，大部分水供应和污水处理服务都来自公共供水公司，但在过去的二十年里，享受私营供水公司服务的人数在显著增长。由于淡水基础设施建设是属于资本密集型产业，私营部门的投资或通过债券筹集的公共投资都越来越重要。通过私人融资投资基础设施建设生产淡水也是绿色经济建设潜在特征所在。

目前，全球95%的饮用水资金由公共部门提供（经济合作与发展组织2004年）。然而，有限的可再生淡水资源和更多的用水渠道使水资源供应日益紧张甚至严重匮乏。约28亿人（UN MDGs 2008）正在经历某种形式的缺水，其中12亿人生活在身体缺水的状况下，16亿人生活在经济缺水地区，这些地区的水供应成本正在不断提高。新的基础设施建设和改善水处理技术是改善供水和污水处理管理的核心。据康德苏小组（世界水理事会2003）估计，仅仅在发展中国家和新兴市场，水务部门的资金缺口每年高达1,000亿美元，其中大部分用于家庭环境卫生、污水处理、工业废水处理、灌溉和多用途计划。为了弥补水务部门的公共投资缺口，私人融资需增加至少一倍。

实施农业可持续发展

一直以来，可持续发展农业一直被金融市场参与者所忽略。然而，现在全球农产品需求紧张，高科技已进入农业实验室。很明显的是，农业是一个高污染的行业，并且具有重大的权益问题。普遍认为，目前农业存在潜在的风险，但其提供的盈利机会已经开始引起金融业对可持续发展农业的关注。作为一个整体，本报告目前无法提供任何可靠的农业可持续发展全球性绿色金融估算。然而，英国负责的有关棕榈油和减少温室气体排放方面的金融案例是能够说明一些问题的。

过去十年里，全球棕榈油的产量已经翻了一番，每年超过3,600万公吨，到2020年将再翻一番。2008年棕榈油价格尤其高，毛棕榈油市场价值超过250亿美元。大约80%的毛棕榈油用于食品方面，例如人造黄油（WWF International and Profundo 2008）。可持续棕榈油的生产可以解决世界增长的食用油需求，并为热带地区农村经济创造收入和带来就业机会。

然而，部分行业不可持续的做法会产生不良影响，如林间隙破坏了丰富的自然生态系统，并释放出大量温室气体。同时也存在一些社会问题，如当地社区的土

地被剥夺。考虑到这样的问题可能带来的经济处罚、客户的违约和声誉风险，许多商业银行加强了对棕榈油贷款的风险评估，并已发布了关于棕榈油书面政策声明，指出一个负责任的棕榈油政策需要覆盖有关棕榈油行业的所有公司的全方位参与，包括作为棕榈原油生产商的上游企业和涉及炼油、贸易和使用的棕榈油产品的下游企业。

大多数经合组织国家中，农业部门排放的温室气体相当多主要包括甲烷和一氧化二氮，这与土壤和微生物之间某些尚不明确的相互作用有关系（Climate Change Task Force UK 2010）。

此外，因为涉及很多分散的因素，测量排放和法规执行不易实施。因此，以市场为基础的工具（如排污权交易），引起了社会越来越多的关注。为此，英国已设计出一种英国农业减排的边际成本曲线（MACC）（见图3）。

这次测试旨在核定从技术角度以负成本（即按照农业减排的边际成本曲线之假定，它可为农民节省资金）减少900万吨CO₂当量（公吨的CO₂当量）的可能性。并且，若在此基础上，每增加一个额外的400万吨CO₂当量排放，其单位排放价格可以控制在每吨CO₂当量排放支付小于40英镑的水平。这显示了温室气体排放的政策情景：其特征是通过税收、补贴或限额及贸易计划的组合使用，到2020年可以减排高达600万吨CO₂当量（Climate Change Task Force UK 2010），这相当于形成一个上亿欧元的市场。由于最大的减排量可能来自最低的运营效率和最无知觉的经营，因此，把环保性能和盈利能力提升联系起来经营有可能是有效的，也应该被未来证明是金融机构的一个具有吸引力的商业模式。

4 绿色经济融资机遇与挑战

第2章表明目前绿色经济资金流动规模需要大幅扩大；第3章则展示在与环境和自然资源相关领域已出现许多创新性金融机制，并已开始引导资金流入这些部门。本章列举由前期投资到最终退出整个投资运转周期影响资金流动规模的主要阻碍，进而提出消除这些障碍的方法。

4.1 成本的外部效应问题

如果商业和投资活动的环境退化和社会危害仍然对商业和投资活动成本具有外部性，那么支撑它们的大多数金融服务和投资活动的风险/回报方程式就会继续鼓励环

境和社会不可持续型商业惯例和金融活动模式。在正规投资行业所经历过的过去200多年的演变史上，在大多数主流金融机构在其投资政策制定和决策过程中，环境社会 and 治理整合考量（ESG）问题一直未被考虑。

产生这个遗漏的基本原因之一是外部成本。外部成本意味着传统市场活动及于支持这些市场活动的投资过程中，公司资产负债表对于污染或生态服务系统的破坏等根本不加评估或定价。一份新近生态经济学业务报告分析（TEEB for Business 2010）确定，大部分标准的业务估值方法仍然无法捕捉其基本生态系统服务的价值。此外，为确保有关财务报告的相关性和可靠性而采用的

专栏五：金融实质性和受托责任（德国开发银行研讨会2008）

2003年，一个占资1.7万亿美元的资产管理集团（UNEPFIAMWG 2004-2009），开始重新考虑一系列ESG问题的金融实质性，这些问题一直以来都被许多投资方法所忽视或低估。随后的几年中，这一举措引出了三份主要报告，投资界也开始转变思考。

物质系列（UNEP FI Materiality Series 2004-2010）主流金融分析师探讨了一系列ESG问题，如气候、职业和公众健康、劳动力和政治权利、一系列商业和工业部门的企业信任和治理。涉及部门包括航空、汽车工业、航空航天和国防、化工、食品和饮料、林业产品、媒体、非寿险、医药、房地产和公用事业。实质性系列之所以高效，在于它抓住了一个理念：ESG（尤其是环境和社会）具有金融相关性，这在构建一个综合的质量管理体系和严格的金融体系中很重要。

实质性系列也奠定了联合国支持责任投资准则（PRI）的发展基础，得到900多个机构投资者支持，达到25万亿美元的资产⁴。第三，一系列聚焦气候变化的终结性报告，在2009年12月联合国哥本哈根气候变化会议前2个月发表。该报告主要回顾了有关气候变化金融分析研究。

越来越多的人意识到金融ESG问题的重要性，接下来的工作是证明在投资政策的制定和决策中考虑ESG问题与法律体系是相符的，这些法律体系监管许多机构投资者的信托责任并保证其受益人的

最佳利益。2005年10月，一个具有里程碑意义的法律解释问世，它涵盖九个主要资本市场的司法管辖区，为世界上最大的投资机构在其投资过程中考虑ESG问题（UNEP FI and Freshfields Bruckhaus Deringer 2005）开辟了道路。事实上，该法律解释认为从风险和报酬立场适当考虑环境、社会 and 治理（ESG）问题，在大多数主要资本市场司法管辖区是一种法律规定的义务。富而德报告强调，投资行业的投资者在其投资过程中的各个方面都需要充分整合环境、社会 and 治理（ESG）因素。总之，这项工作提出的动议要求主要市场参与者进行整合，并在更广范围进行风险评估和定价，而不是以前那种投资实践。富而德法律解释出台后，2009年又出台了受托II（UNEP FI 2009）报告，并对其进行了基本解释。受托II报告的结论是，ESG问题应该加入资产所有者和资产管理公司之间的法律合同中，通过向资产所有者提交环境、社会 and 治理（ESG）报告的方式来执行本管辖体系。这样一来，投资机构顾问（如资产管理公司、投资顾问）有责任主动向他们的客户以及那些愿承担自己潜在的法律责任的人提出环境、社会 and 治理（ESG）问题。

最后，本研究认为，负责任的投资应该是所有的投资项目服从默认位置安排。为了实现这一目标，受托责任应更好地与环境和社会层面相适应。在这一不断发展的过程中，环境、社会 and 治理（ESG）问题正被纳入关于受托责任和法律方面的考虑，这也将成为投资政策制定和决策过程的核心。

4. 联合国支持的负责任的投资原则（PRI），于2006年4月推出，是联合国环境规划署和联合国全球契约支持的金融倡议，见www.unpri.org

会计标准受到设计方面的局限而一如既往地没有纳入对生态系统和生物多样性的影响和依赖等无形资产问题进行的评估。

因为无法内在化广泛和多元化的环境和社会因素，从而阻碍了更多的资本流入绿色经济。虽然政府可以通过其监管活动（直接监管、环境税、使用费、交易许可证制度）和预算活动（环境服务支付）在解决这些外部性问题中发挥重要作用，金融和投资领域的自愿性举措也可以有所作为。当投资活动的外部性仍然不被考虑的条件下，现行的支撑大部分资本市场活动的风险/回报方程式就使得短期内企图使资金大规模流向绿色经济成为不可行的事。然而，近年来，世界上一些大型投资者已经开始重视环境、社会和治理（ESG）事项中的信托责任和信托法律问题（见专栏五）。值得注意的是，正是大型多元化投资机构的利益拥有一个相当有代表性的全球经济样本，即所谓全球所有者，它们通过采取行动以减少负面外部性因素（见专栏六）。尽管对全球普遍所有制理论的兴趣持续增长，但仍然无法达到主流地位，而且研究论文中对其存在不乏反对意见。

最近一段时间，有人一直试图为工作对人体健康造成的损害、生态系统的退化、自然资源的枯竭作出定价。绿化经济社会的主要好处之一就是避免上述费用。例如，联合国支持的研究估计，人类使用环境商品和服务在2008年造成约6.6万亿美元的环境成本，占全球经济的11%（UNEP FI and PRI）。伴随着大范围的经济风险“减缓类失败”或“爬行风险”（WEF 2010b）日益

专栏六：普遍所有制理论的解释

普遍所有制理论（UOT）涉及在投资系统中一个重要矛盾的解决方案：一些短期的回报是潜在的，其外部因素，如气候变化、生态系统的破坏或无视法治等没有得到充分考虑。然而，在从长期来看，这些外部因素可能降低所有投资者的价值。普遍所有权理论（UOT）的学习加深我们的认识，并开始量化投资链中经济、金融以投资的外部效应。

据联合国环境规划署金融倡议与PRI的一份主题报告估算，2008年，外部因素共造成了约6.6万亿美元的损失，价值相当于全球经济60万亿美元的11%（UNEP FI and PRI 2010）。如果不采取行动，预计从2008到2050年，环境成本和全球经济价值的社会外部因素成本将以62%的速度增长。随着时间的推移，如果不处理外部环境因素每年产生的损害将继续累加。该研究还发现，摩根士丹利资本国际（MSCI）所有国家指数中的所有公司，每年的环境外部效应成本超过1万亿美元。依据该指数，这相当于这所有公司市值的5.6%，其盈利额的56%。环境外部效应可能给投资股市的普遍所有者带来金融风险。

资料来源：UNEP FI/PRI 2010

明显，我们需要加速资本市场和金融机构对自然和社会价值风险如何影响长短期投资进行深入的探讨和理解。

由战略高度把这些价值观纳入内部决策，将会为吸引更多的资本流入绿色经济部门铺平道路。重点明确公共的政策行动将加快这一进程。对金融服务业及广大商业界而言，如何充分理解自然和社会风险价值及其对经济的影响，是一系列复杂而值得重视的问题。这些问题对某些诸如养老基金和投资部门等需要在较长时期保护并实现其资产增长的金融系统和部门至关重要。

4.2 提供预投资融资

现在，至少有83个国家制定了促进可持续能源发展的相关政策，但只有少数国家在可再生能源和能源效率行动方面（REN21 2010）扩大投资。分析认为，扩大投资规模的最重要障碍之一是缺乏投资前的财务预算。图4描述了公共投资的阶段，包括公共补助金、风险投资和用于可再生能源技术开发的生产补贴，这种补贴使可再生能源技术开发到一个能够开创业绩纪录并吸引二级资金的水平。图5显示了私人融资机制过去常常可能是通过公开募股（IPO）或银行贷款融资的方式解决资金缺口问题。在上述阶段讨论中，人们经常用“死亡谷”一词来描述获取商业融资与最初的风险投资和资金示范，或从示范到中等风险投资商业示范之间的困难。

该图显示公共赠款或特定补贴在哪些方面是必不可少的。人们可以得出这样的结论：私营部门能够在更成熟的商业开发阶段提供融资，但在金融风险投资/操作的早期却是不可靠的。它表明，在投资的最初阶段，私人投资和公共投资之间需要一个潜在的风险共担机制，例如在开发新技术初期向私人投资提供奖励或提高保险市场的能力。

4.3 融资与投资决策过程中的环境、社会和治理整合风险

迄今为止，将环境、社会和治理（ESG）风险纳入银行业考虑范畴的程度是有限的，主要原因在于建立这种风险的现实性困难。虽然公共政策转移已经设置一些办法加强对一系列风险具体体现化（见专栏七），但在全球及各区域和国家各级公共政策中明确反映这种综合风险并将其纳入金融体系内部运作体系方面，还存在明显的滞后性。对银行业来讲，这尤其与理解和量化信贷风险相关联，例如，银行需要考虑与这些新型风险相关的新法规出现、其对违约风险的含义及对抵押物品的负面影响等。

此外，在评估这些新型风险如何影响银行业务和个体金融机构如何在融资过程中具体化这些新风险的程度时，金融机构从自己的资产负债表中消除负债把风险转移到系统中的速度是一个重要因素。2006年的金融报告（UNEP FI and EcoSecurities 2006）指出，由于这类贷款平均偿还年限短加上银行从它们平衡表中转

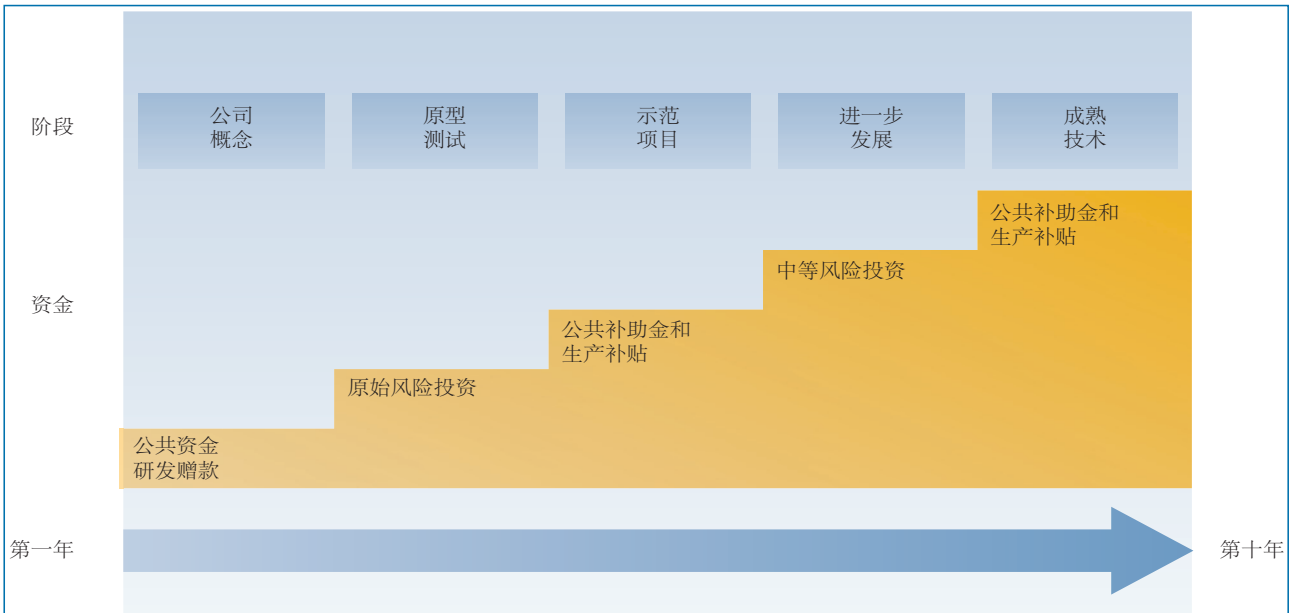


图4: 解决资金缺口的私人融资机制

资料来源: UNEP SEFI

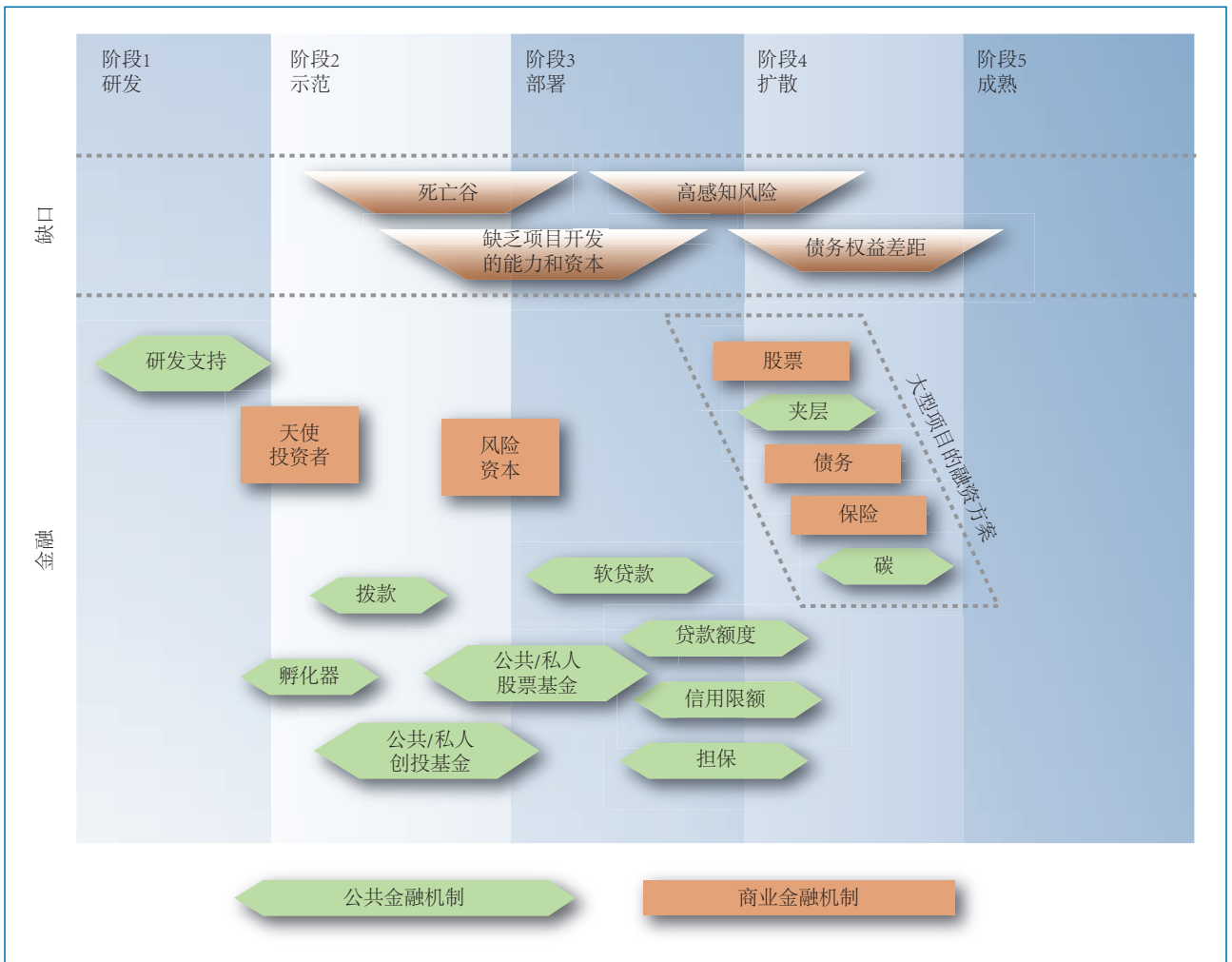


图5: 可再生能源技术的开发和投资阶段

资料来源: UNEP SEFI 2010

移这种贷款的速度慢，因而在许多情况下，对北美银行来说银行贷款和气候变化风险没有联系。

如果投资者收到的信息是片面和短期的，则可以显示

其投资决策也具有类似的特征，这就是金融和投资界需要获取有关环境、社会 and 治理（ESG）的实体问题更多数据的原因，如他们所投资的实体的碳排放量。近几年来，可持续发展/环境、社会 and 治理（ESG）类

专栏七：气候变化带来的银行风险

由于碳负债被纳入会计及财务系统，银行业将越来越受到影响：直接影响其资本价值，或间接地影响机构贷款组合的价值和风险状况以及对这些贷款持有的抵押品的变化也给银行带来影响。作为一个危及整个地区、经济和产业的长期的系统性风险，气候变化在宏观方面引起审慎的关注。

从银行的融资和投资风险角度考虑，气候变化也引起微观审慎的关注。为了承担更广范围的环境、社会和治理(ESG)的风险，许多国家在政策、立法和监管方面的变化将加强受托责任(UNEP FI AMWG 2009)，也加强受托人法律(UNEP FI & Freshfields Bruckhaus Deringer 2005)，提出必须为整合在投资政策制定和投资决策的各个方面全面积极地努力规避重要风险。

这些变化对银行以及投资链中许多其他形式的金融中介机构都会产生影响。在先前的指导中，巴塞尔银行监管委员会已寻求促进更具前瞻性的资本监管办法，鼓励银行确定他们在当前和未来可

能面临的危险，制定或提高自己处理这些风险的能力(UNEP FI AMWG 2009)。正是这种具有前瞻性的角度，巴塞尔银行监管委员会要求全面考虑在金融方面重要的ESG问题，如气候变化造成的风险、资源稀缺和生态系统的破坏，以及有关微观和宏观的审慎监管的治理问题。把巴塞尔法规和标准与ESG问题结合起来，有望形成一个稳定、灵活、稳健的金融体系为绿色项目和倡议提供资本。

从资本方面全方位考虑ESG，随着未来绿色经济的需要，银行的充足率的要求将是配合全球银行体系的一个重大步骤。危机后，批评巴塞尔第二协议框架是无效的，根据金融稳定集团(FSB) 20国的授权，巴塞尔委员会正在努力重新评估银行体系的韧性。为此，2009年审定了许多关键的监管要求。随着在未来两年标准的制定，在巴塞尔委员会的考虑中，加强ESG的问题的重要性的机会依然存在。

的报告(以下简称“可持续报告”)已经成倍增长，例如，全球报告倡议组织(GRI)金融服务业的补充和赤道原则。然而，这些报告所用方法和国际规范仍需改进。现在更多转向综合报告。为此，2010年7月成立了国际综合报告委员会(IIRC)一尝试创建一个全球公认的可持续性会计体系一将金融、环境、社会和治理(ESG)信息以清晰、简明、一致具有可比的格式整合在一起。全球证券交易所也正在讨论这个问题。然而，改进会计报告与实际的商业实践间联系并不是很紧密。目前，大约有1100家金融机构(UNEP FI and PRI)支持联合国支持的原则和主张，坚决提倡可持续金融体系和负责任的投资主张，但在许多情况下，把这些原则付诸实践的进程是不一致的，尤其是起步阶段。

如本章所述，900多家超过25万亿美元管理资产的投资机构已经签署了联合国支持的责任投资原则(PRI)。2009年，受环境、社会和治理(ESG)整合的影响，联合国支持的责任投资原则的一项年度考核调查结果显示，6.7万亿美元的联合国支持的责任投资原则签署的积极管理资产，约占资产管理支持者所管理资产的51%。然而，这仅占整个市场机构所管理资产的7%(PRI 2010)。

尽管进展仍然缓慢，联合国支持的责任投资原则(PRI)的年度资产评估调查也显示，这一倡议的主导者是如何在整个投资链中促进变革。例如，参与调查的投资经理中，87%现在已经有一个解决环境、社会和治理(ESG)问题的全面投资政策，66%的资产签署者现在把具体环境、社会和治理(ESG)的因素

纳入经理和投资顾问的合同。

银行业显现出积极的改革迹象。2010年春末，银行业被警告后危机时代中“私人经营者将按照经济一体化新的和更严格的标准审慎管理”(Trichet 2010)。巴塞尔银行监管委员会(BCBS)作为国际清算银行(BIS)⁵，一部分的一家国际机构，在解释银行如何控制风险，既保持金融体系的稳定性和弹性又能为经济增长提供充足贷款方面，起着主要作用。巴塞尔委员会(BCBS's)咨询文件的主旨结论--巴塞尔协议三--对银行主体改革做了如是阐述：“坚固而具弹性的银行体系是可持续经济增长的基础，因为银行是储户和投资者信用媒介过程的核心”(BCBS 2009)。

此外，银行向国内外依靠他们从事日常业务的消费者、小型和中小型企业、各大公司和政府提供关键服务。在银行业务流程中，将更广泛的环境和社会风险以及巴塞尔委员会的相关纪律纳入考量，将对银行业产生深远的影响并将催化向绿色经济的过渡。

4.4 扩大绿色保险

保险业作为共担风险的私人市场机制在经济中处于独特的地位，它通过全球风险汇聚承接了本来仅仅由个人及各类实体承担的风险价值约合400万亿美元(UNEP FI IWG 2009)。因为风险汇聚是市场、经

5. 国际清算银行1930年5月17日成立，是世界上历史最悠久的国际金融机构。BIS培养国际货币和金融合作，是一个为中央银行提供服务的银行。<http://www.bis.org/about/index.htm>

地区	保费收入 (百万美元)	实质增长	占世界市场 份额 (%)	保费占GDP 的百分数 (渗透)	人均保费 (美元, 密 度)
美国	1,450,749	-2.4	33.98	7.29	1,552.7
北美	1,345,816	-3.1	31.52	8.54	3,988.8
拉丁美洲和加勒比	104,933	8.4	2.46	2.53	175.8
欧洲	1,753,200	-6.2	41.06	7.46	2,043.9
西欧	1,656,281	-6.9	38.79	8.33	3,209.2
中欧和东欧	96,919	9.0	2.27	2.79	299.2
亚洲	933,358	6.6	21.86	5.95	234.3
日本和亚洲新兴工业化经济	675,109	3.8	15.81	10.41	3,173.2
南亚和东亚	229,036	16.3	5.36	3.20	65.5
中东和中亚	29,213	4.7	0.68	1.45	110.3
大洋洲	77,716	8.6	1.82	7.02	2,271.9
非洲	54,713	4.9	1.28	3.57	55.6
全球	4,269,737	-2.0	100.00	7.07	633.9
工业化国家	3,756,939	-3.4	87.99	8.81	3,655.4
新兴市场	512,799	11.1	12.01	2.72	89.4
经合组织	3,696,073	-3.2	86.56	8.32	3,015.2
七国集团	2,925,946	-4.4	68.53	8.96	3,930.2
欧盟, 27国及地区	1,616,461	-6.7	37.86	8.28	3,061.3
北美自由贸易协定	1,364,839	-3.0	31.97	8.10	3,065.7
东盟	45,493	0.4	1.07	2.99	85.1

表6: 2008年世界保险业

资料来源: Swiss Re 2009

专栏八: 保险: 防止最坏及期望最佳

干旱是埃塞俄比亚的主要风险, 该国85%的人口依赖于雨水灌溉农业, 但有保险的不足0.5%。由于降雨难以预料, 气候变化威胁农业产出, 许多人面临欠债或出售资产的风险。使用天气保险指数可显著改善人们生活状况。

通过非洲转移风险适应气候变化项目 (Africa Risk Transfer for Adaptation project), 瑞士再保险公司一直在和美国乐施会及哥伦比亚大学合作, 努力做好防范农村贫困人口的旱灾风险工作。该项目鼓励群居农民, 设计适应本地气候的项目, 如造林和农作物灌溉项目。其中, 他们依靠制造和使用堆肥、建设集水结构、种植富含氮的树木和香根草等获得保险费。这种独特的风险管理方法使农村家庭 (许多由妇女领导) 受益于保险。自2008年推出以来, 投保者从开始的200户增加

到2010年的1,300户。现在该项目涉及五个村庄、两个气候区和4个农作物品种。

在巴西汇丰银行的绿色保险产品与其存留森林面积相挂钩。在汽车保险领域, 汇丰银行 (HSBC) 承诺五年内实现保留88平米森林面积的目标。在房屋保险方面, 同期实现44平米森林面积的目标。计算依据是在此期间汽车或住户给环境留下的印迹。汇丰银行已投资近800万雷亚尔 (480万美元) 用以保护大西洋海岸3,000公顷热带雨林, 大约相当于4,800个足球场或者约占剩余的原始南洋杉森林的1%。这项工程与非政府组织、娱乐有限公司Pesquisa EM Vida Selvagem共同合作完成。资金拨付给土地所有者, 土地所有者根据其保护林面积及森林管理计划, 按月领取拨款金。

专栏九：动员私人投资参与印度可持续能源发展项目

印度可再生能源资源利用率在世界排名第五。2009年，在印度的可再生能源中，私人投资达23亿美元，使印度进入G20成员前十名，而VC/占私募融资1亿美元（Pew Charitable Trust and Clean Energy Economy 2010）。这一整套政策措施已带动州和联邦一级，包括：

■ 已确定明确的中短期目标，到2012年可再生能源和能源效率达14万千瓦的新的可再生能源，还有一个雄心勃勃的计划，即2022年以前安装一个20万千瓦的太阳能系统（Pew Charitable Trust and Clean Energy Economy 2010），由逐渐增加可再生能源购买义务（RPO）的国家系统提供资助，与逐渐减少进料关税相结合；

■ 进料关税、太阳能光伏（PV）免税、太阳能热发电，加上对光伏制造的支持，这些已经在一些特别经济区（应变中心网站）实施。这些政策导致了新的太阳能光伏制造业180亿美元的投资计划或私人公司建议；

■ 公用事业可再生能源投资组合标准已建立，该标准已从2010年的5%提升到2020年的15%。其中一个州已经对违反该标准的公用事业单位执行罚款条例；

■ 对安装有中央热水系统的住宅楼宇、酒店、医院，国家制定了相应的能源保护准则，要求其用水量的20%是用太阳能加热的；

■ 国家能源效率团（NMEF）将在几个工业部门启动能源证书交易。NMEF将有两支基金一支是为向能源效率工程提供贷款的银行提供担保；另一支用于支持投资者开发能源效率产品和服务。投资于能源效率的制造产品和提供能源效率服务。到2015年，这种贸易主旨将在无形中产生将近150亿美元的交易价值；

■ 每吨1美元的煤炭税在2010年养活了全国清洁能源基金。印度对煤炭的需求占其总能源的66%，这项税收会产生6亿美元的年收入。

济、社会发挥有效作用的不可或缺的有机部分，保险业就成了监管者和决策者关注的中心。只有投资者愿意投资资本于风险投资，才有可能有所谓可担风险汇聚。因此，要使风险汇聚继续存在，就必须创造价值。在保险业中，公共和私人利益融合的交集正好就在于由环境、社会和治理（ESG）整合问题所提出的风险和机遇中。

包括再保险业在内的保险业群体一具有风险评估、定价、风险管理和释放风险资本的流动等方面专业知识与经验，可在支持跨企业、行业和市场的新兴绿色经济活动中发挥关键性作用。保险不仅是弥补财政损失的风险转让机制，也是风险管理机制，因为保险公司在开展业务中采取预防损失和减少损失的措施。了解这一点是非常重要的。因此，保险业在了解和策划管理新兴环境、社会和治理风险的方法和机制的能力上是无可比拟的。

正因如此，鉴于保险业规模，其社会辐射范围和在经济领域所起的重要作用不仅体现在风险管理和风险转移上。它也是一个拥有巨大保险资金储备的投资者，因而该行业是向绿色经济过渡的强大杠杆。2008年，全球寿险业务和非寿险业务保费收入合计（Swiss Re 2009）超过4.2万亿美元，保险业成为全球经济中最大的行业。2010年全球管理资产达到24.6万亿美元（TheCityUK 2011）。表6凸显了2008年保险费在全球保险业所占的比例，同时显示了发达国家和发展中地区保险行业的差距。

长期来，保险业都是理解和管理风险的先锋，并通过

放大风险在社会中起到重要的预警作用。如保险和再保险团是第一个金融服务机构研究气候变化带来的经济风险（UNEP FI 1995）。

环境、社会和治理（ESG）问题发出严重的危险信号，如，生物多样性丧失和生态系统退化、缺水、贫穷、新兴的人为健康风险、人口老龄化、童工和腐败（UNEP FI IWG 2007）。由于某些风险大到不可能由个别保险人承担，因此这些风险分散在整个行业—这是一个包括许多成员的复杂的风险分担系统，本着“我为人人，人人为我”的原则，保险业在整个人类历史中支撑着社会和经济的发展。保险公司、再保险和转分保都是风险运营商，因为他们把资本用于抵御风险，并最终支付索赔。保险代理人和保险经纪人向保险人和被保险人提供服务。同样，再保险经纪和再保险的承保代理向保险公司、再保险公司及转分保提供服务。代理及经纪在该系统的共同点是，他们都是分散风险的中介人。其他服务供应商，包括基于灾难模型的销售商、损失调节中介人以及评级机构在内，都没有直接参与风险分担的过程。

在过去的二十年间，保险业也见证了保险挂钩债券，如巨灾债券，它可以通过风险证券运营商把他们的投资组合高峰风险转移到了资本市场。使用这种办法可解决在一个特定地区累计自然灾害风险。保险行业通过预防和减轻损失承担风险，并作为主要投资者保护社会、催化金融和投资，形成市场并支撑经济的发展。然而，保险业作为绿色经济驱动器的重要性还不被决策者、更广泛的商界人士和广大市民所了解。

专栏十：小额信贷、环境社会风险管理和可持续发展机遇

荷兰发展金融公司（FMO）是全球最大的双边私营开发银行之一，并已对一些国家（如肯尼亚、尼泊尔、蒙古、柬埔寨和玻利维亚等）可持续小额信贷项目进行融资和管理。

例如，在尼泊尔，荷兰发展金融公司已资助清洁能源发展银行有限公司（CEDB）。该公司是一家尼泊尔开发银行，为以农业、工业、贸易和其他制造业为主导的小型 and 中小型企业拓展融资渠道。该银行的重点是投资于清洁能源，通过利用其创新的可再生能源产品（微型和中型水电站项目，以及太阳能和沼气项目）为农村社区提供可持续发展的电力能源，这对私营部门的发展非常重要。该银行也通过小额信贷机构其分支网点向农村地区的个人提供小额贷款。

同样，荷兰发展金融公司已投资于K-REP银行，这是一家肯尼亚的小额信贷机构（MFI），从事包括环境和社会广大范围内的项目融资：

- 小管道社区供水和卫生设施项目；
- 家用雨水收集/水箱；
- 城市非正式定居点综合固体废物管理；
- 小型水电/社区供水；

■ 生态卫生-城郊地区入厕所按次收费；

■ 在农村学校安装太阳能照明系统；

■ 风力抽水的供电系统；

■ 户用沼气；

■ 菜园腐熟有机肥的使用。荷兰发展金融公司为所有希望减少环境和社会风险的小额信贷机构开发了可持续发展创新指导工具包。

作为贷款协议的一部分，荷兰发展金融公司还开发并引进了可持续性的定价激励机制，通常是减少利息激励机制。例如，荷兰发展金融公司与萨尔瓦多信用联合会协会和工人银行（Fedecredito）关于定价激励达成共识。触发奖励减息的是对跨萨尔瓦多信用联合会协会和工人银行的银行环境和社会风险管理系统作及时地开发和履行。

环境和社会风险管理措施在小型和中小型融资中的实际执行、中小企业可持续发展融资成功的案例，证明小额信贷机构和中小企业银行能为绿色经济贡献一份力量。

由于谙熟在社区、全球经济、整个行业和自身投资等方面新出现的风险性质，保险业正开始探索构思、开发和推出新的产品和服务的商业可行性，以解决全球可持续发展问题（NUEP FI IWG 2007）。保险业也开始认识到小额保险的潜力（低收入人群保险）既是一个重要的商业机会，也是金融包容性和可持续发展的强大工具。潜在的新市场包括为新兴的人为健康风险和自然资源保护保险，特别是生物多样性和生态系统（如森林）和水。保险业也认识到，从内部资源效率角度出发，可持续的行为、回收利用受损资产，既节约钱也是以身作则的具体方式（见专栏八实例）。

显然，保险公司是一个特别的实体。其保险和投资业务是非常复杂的系统，有众多的员工和功能，它创建的行业并不容易或充分被许多利益相关者理解。至关重要的是，保险人要一直从这个公司的两方面创收，即精明而严格的风险管理和承销和投资管理，这些都是维持盈利能力和长期创造价值的关键程序。环境、社会和治理（ESG）问题关联着保险和投资双方，因为环境、社会和治理问题所带来的风险，可以削弱保险公司偿债能力，影响保险业长期经济的健康发展，影响其合作伙伴：被保险人、家庭、企业、政府、保险资金的实体资本。因此，当务之急是保险公司、监管机构、决策者共同解决保险领域的环境、社会和治

理问题。

影响风险保险的不利因素主要为供应方和需求方的障碍。供应方面的障碍包括发生索赔时的易变性，尤其是与天气有关的保险。从某种程度上讲，这个问题可以通过再保险来解决，但这样一来又产生了数据质量的问题。与气候变化相关的危害数据不准确，意味着很强的不确定性，这就使得私人保险和再保险市场不愿参与这类风险保险。在发展中国家与地理、经济和环境相关的数据往往不准确，而且要获取相关信息的成本也非常高昂。

同时也存在监管障碍。市场监控的目的是保护消费者，管理的灵活性在于应对不断变化的风险，这两者之间需要一种平衡。过于严格的保险规章将阻碍私营保险公司运作还会产生不理想的保险解决方案。此外，坚持完善公共风险管理机制（土地开发制度、安全机制等）也是非常重要的。监管机构必须为投保人设置合理的保险标准以避免道德风险，坚信监管机构能限制保险人修改保单条款的做法是危险的。最后一个难题就是高昂的行政管理费用，这对资产较少的投保人来说也是一个大问题，因为传统险种管理费用都较高。简化产品保险产品可有助于解决这个问题。

随着时间的推移，私营部门可以克服需求障碍；其他则可能需要公共部门进行干预。最大的问题是人们抗风险意识薄弱，尤其是面对发生频率低但后果严重的事件。就巨灾保险而言，政府对强行征收“巨灾保险”的宣传也是非常重要的。人们常说保费是难以承担的。这可能是来自私人保险市场的暗示：风险高且不可维持，不确定性强，业务规模小，或在风险部门需要更多的风险管理。

在出现ESG风险时，保险业能采取有效措施并制定可行方案应对风险，它的这种能力是无与伦比的，并且保险业通过放大风险信号对社会起到风险预警作用。通过增加人们风险知识学习（如利用先进技术精确度量风险尺度，提高保险产品消费意识）来扫除保险障碍，从而使保险业成为推动资金流向绿色经济建设的主导者（即将出版的PSI）⁶。

4.5 创建公私合作机制

公共融资短缺也是增加绿色投资资金的障碍。绿色经济正外部性预期足以说明公共融资是必要的，且其对遏制投机性私人投资也非常重要。例如，已经得到证实的是，通过精心设计的公共财政投资机制（PFM），1美元的公共投资可以为私营部门平衡3美元至15美元（UNEP & Partners 2009）。然而，仅有一个或几个不同的政策到位是不足以促成资金规模的转型。印度（见专栏九）的例子表明，应拥有一套完善的政策工具、合作机制和负责任的机构来共同实现金融创新。

2009年，环境署及其合作伙伴探讨了机构投资者为低碳基础设施建设注入资金时，哪些类型的个人资金管理能够有效实施，尤其要适用于发展中国家（UNEP & Partners 2009）。确定了五个主要障碍，其中包括补救个人资金管理系统。有一种情况是，动员私营金融部门参与能源革命的投资级政策应该是雄心勃勃的（Chatham House 2009），并应具备：

■ 通过滚动15年的计划，在全球温室气体的排放浓度

6. 可持续保险倡议（PSI）的原则是一个全球领先的保险公司集团，是联合国的成员联合国环境规划署金融倡议的成员。正在率先推广可持续保险计划的原则，这将为保险业建立一个全球性的可持续性最佳实践框架，提出一个解决可持续发展的风险和机遇的全球倡议。这些原则在2012年联合国可持续发展会议上提出（里约+20全球首脑会议）。

稳定的范围内，采用依法强制执行的目标和时间表推广再生能源的使用；

■ 重点关注能源政策：循序渐进地为非可再生能源定价；提供渐进支持可再生能源计划、逐步取消补贴，以及简化和澄清政权可再生能源项目和碳融资；

■ 调整其他政策，特别是交通、发展、教育和气候变化政策；

■ 重点金融机构的决策者应熟识气候变化和可再生能源技术；

■ 确保多边和国家的公共部门金融机构充分支持可再生能源的技术转让（UNEP FI 2004）。

4.6 扩大小额信贷规模

从微观层面上讲，持续贷款盛行。众所周知，小额信贷这一举动帮助了居民维持生计减少贫困功不可没，近来小额信贷已经开始向饮用水、环境卫生和小规模分散能源系统等领域延伸。（见专栏十）。小额信贷在全球经济危机中经受住考验，日益成熟。伴随着更大的竞争、波动性和系统的完整性以及越来越多的金融中介机构的介入，小额信贷行业近期已经历了高强度的信贷和流动性风险。这说明，随着该行业体系的成熟，管理手段应从危机管理向系统全面化风险管理转变。这些经验还说明在发展过程中，相关行业相互联盟并建立合作伙伴关系是很重要的，例如农产品价值链（ADB 2008）。

小额保险产品有助家庭、地方小企业和其他“微型代理”机构规避诸如气候变化带来的风险。例如，2003年，印度小额信贷机构（BASIX）与世界银行、私营保险公司和再保险公司联袂推出世界上第一个微观降雨保险产品。利益相关者均从中获益，试点计划非常成功：政府减少了救济金支出、解决了社会问题还简化了预算；保险公司也完成了保险配额；小额信贷机构补充了客户服务从而减少了其贷款的违约率；贫穷农民的收入和资产都有了可靠的保障；发展海外机构避免了紧急救援电话的干扰，并可为客户提供快捷服务。

5 全球绿色金融投资：促成条件

5.1 制定政策和监管体系

要使金融资源大规模流向绿色经济，资本市场的监管体系非常关键。高层政策、国家法律、与把绿色经济思维内部化了的金融资本市场体系三者之间依然存在着较大的缺口，尽管这种缺口正在缩小。立法、监管和准管理系统（包括规范金融服务的监管机构和信用评级机构）往好的一面讲，就是它们正在演化之中，往糟的一面讲则是设计不合理也不合适，这些都不能达成向绿色经济转型的目标。这些系统之所以非常重要，是因为他们通过投资链传导绿色政策目标，并进入资金融通的过程，最后通过金融媒介进入实体经济。值得注意的是，留给我们制定合适的政策框架来解决这些差距问题的时间表已经不再那么宽裕。气候变化和资源稀缺已经开始对社会和经济发展及环境的整合产生不利的影响。每年由于气候变化和自然灾害造成的经济损失在2005年已突破1,500亿美元（Munich RE 2009），根据联合国环境规划署（UNEP FI CCWG 2007）的估计，2040年前的某年度该损失即可能突破1万亿美元。

然而，值得注意的是，致力于建立高层次金融和可持续发展政策制定之间的正式联系的政策思路依然相对比较新颖。2007年12月在印度尼西亚的巴厘岛，各国财政部长首次聚集召开会议讨论气候变化，来自38个国家的高层次金融决策者或部长出席了为期两天的会议。2010年由联合国秘书长潘基文主持召开的探讨金融应对气候变化高层聚会也备受欢迎。

本节简要描述一些整合非传统“匍匐风险”的倡议标准和政策举措。例如，把气候变化和资源稀缺纳入金融决策中。这包括在投资界制定加强环境和社会披露的政策体系，也包括制定绿色信贷和环境责任守则。很显然，良好的公共政策和有效的监管体系对于释放私人资金向绿色经济的流动来说是不可或缺的。风险与回报等式对未来的绿色投资者来说仍然不利。政府应当介入私营部门、建立稳定和连贯的政策，包括环境、社会和治理问题一体化的财政政策和监管体系。此外，政府和多边金融机构应利用其自身的金融资源将私营部门的资金流向羽翼未丰的绿色经济。

5.2 加强环境和社会披露

投资者要求公司披露有关环境、社会和治理（ESG）等方面的全部信息以便掌控风险。同样的，这也适用于金融界和投资界。例如，今年在联合国支持的责任投资原则下，有40%的责任人已在其年度评估报告中全面披露了他们实施责任投资的状况。全球金融市场

和监管机构正在研究这一基于自愿性的倡议。英国推出了针对机构投资者的监管守则，即一个“遵受或者解释”的法则，要求他们报告其管理活动。

全球报告倡议组织（GRI）及其他组织提供的持续性综合报告为公营及私营金融机构披露其向绿色经济转型办法及日程安排，并为报告其执行相关环境、社会和治理标准的进展情况提供了一个机会。联同针对性利益相关者的参与，这能够有效的提高管理充分考虑他们所提供的服务的直接和间接的影响和服务足迹。这就要求在进行资产评估时能够使用公认的指标和度量，并有进行比较及使用财务基准方面的能力。可以鼓励公营和私营银行用净贡献来衡量其活动对气候变化、生物多样性缺失和整个绿色经济的影响。可以设计政策来改善他们的环保效益，例如，通过检查和报告其投资组合中的碳和生态足迹。与披露要求相关的标准的制定包括：股票交易所治理守则、绿色信贷和投资标准、主权财富基金的绿色标准，环境责任标准和自愿金融和投资守则的强制性认可等。当这些标准和先进的政策结合得宜时，其效果是相当明显的，例如，绿色金融部门目前在中国得以迅速发展的例子，就是一个明证（见专栏十一）。

5.3 支持机构和配套设施

政策框架还需辅助可以融资给绿色经济的机构和配套设施。重点领域包括：市场工具（即碳排放交易计划、生态清偿系统等）、绿色债券市场、上市规则与上市公司之环境、社会和治理表现、金融发展机构的作用，绿化主权财富基金和财政政策。

市场工具：碳排放交易计划

碳排放交易计划对金融市场仍然是很新的东西。早期的实践者，如欧盟的碳排放交易计划已被证实有用，但要使其有效还需进一步改善。发达国家和发展中国家在制定国内和国际政策时要时刻关注碳排放量持续走高的价格信号，同时也应创建一个既可避免许可证过多、也可防止缺乏执法能力的设计完善的碳市场。

扩大和深化国际碳市场将需要进一步明晰多种项目和计划的之间未来的交叉作用问题，诸如在清洁发展机制与诸多联合执行项目以及包括国内适当减缓行动（NAMAs）和毁林和森林退化减排等新兴的信用机制之间的协调（见专栏十二）。

此外，在如何测定、验证和报告碳排放量及其补偿方面各区域必须保持一致性和可比性，避免形成一个不透明的碳衍生物交易市场，那可能会严重危害整个系

统。

在欧盟碳排放交易系统（EU ETS）的阶段I 和 II条件下，免费派发碳排放配额，部分原因是为了避免工业生产外移境外产生碳泄漏。然而，这又导致一些公司从中牟利，一些重工业者可能用之赌博，以确保对他们排放量上限不是太有挑战性。这样一来造成的后果就是，相比原计划，碳排放被定价过低且对排放水平本身失去效制约。

尽管如此，欧洲的碳交易系统还是在不断的改进。2010年，欧洲委员会共同研究决定执行2013年至2020年的欧盟ETS的第III阶段方案。这包括，主导部门排放许可拍卖过程的介绍和操作，相关部门确定免费碳排放量的数量及分配，如与没有碳排放限制的国家的竞争。同时也有望修改欧洲的减排目标，到2020年减排目标从20%上升到30%，这与气温上升限制在2℃避免发生危险的欧洲气候变化政策目标相一致。（CDC Climate Research 2010）。

绿色债券市场

如本章之前讨论过的，绿色债券市场发展迅速。越来越多的多边发展银行在发行这些产品，市级政府也在发行。也有与企业部门合作发行的，如2010年4月，欧洲投资银行（穆迪评级：Aaa/标准普尔评级：AAA级）和大和证券集团宣布发行3亿欧元的气候债券，用以支持银行将来在可再生能源和效率领域的贷款项目。

当然，政策框架应当有足够的灵活性，来吸纳不同的意

见和支持不同规模建设。如果绿色债券发行要达到能为绿色经济转型提供足够资金所需的规模，那么发行绿色债券的多边发展银行将会被降低其AAA风险评级。这些发行绿色债券的多边金融机构只有在不影响它们之前由财务部门所严格监督的信用评级的前提下，才会增加额外债务融资额度。发达国家也是如此，尤其是在最近金融危机期间，高额的赤字和事后沉重的借贷，情况更是如此。

在一定的规模内发行上数亿乃至数十亿的债券，应该不存在根本性问题。尽管如此，但要在绿色规模的增长方面发行几十或几百个数十亿的债券，则要另当别论。此事需要由政策制定者和监管机构来解决。从某种程度上说，这种情况将随着全球经济的改善而有所缓和。因为全球范围内的国家和财政机构都将会修复其资产负债表。

要实现债券发行所需的规模，地方机构可能还需要人力资本的支持。鉴于债券发行机构所承担的风险和实现低成本资本流动，应当做出快速正确的决策，将资金投入绿色运作，以获得可观的回报，问题是谁是最佳的决策人员。为了缩减“绿色鸿沟”，最终应当向绿色工程的赞助商和开发商提供更低的资本债务成本。这可能意味着存在“绿色鸿沟”的发展中国家应当通过当地金融机构来降低成本。当然操作要高效，尽可能减少中间商的操作成本。直接由开发商来发行额度债券和资产抵押也存在一些争议。随着时间的推移，这种替代可能会实现。

专栏十一：绿色金融在中国

近年来，中国政策制定者已经对银行业金融机构引入了信贷指南，也制定了鼓励环境责任保险政策。中国主要银行正致力于修订囊括其主要业务的信用评级体系。此外，以城市为基础的中国商业银行、乡村银行和信用合作社也被纳入到了绿色信贷体系中。与此同时，中国20个保险公司也积极探索新的环境责任保险产品或服务，并且出台的一系列环境保险计划已经在各省和市政机关实施。中国银监会（CBRC）监管银行和非银行金融机构。2007年，银监会公布了节能减排规则，要求金融机构建立一套结构全面的内部程序来提升绿色标准。除此之外，银监会还要求受监管金融机构的资深银行家应承担起绿色信贷的责任，并且增加对再生能源和绿色部门的贷款。

银监会认为其监管的金融机构有两个重要的作用。一，可贷款给像风能和太阳这些可再生能源行业。二，可以对违背环境法律法规的客户施加额外的限制，且在非常时期还可撤出已存在的贷款。银监会要求各监管银行每年提交一份报告来概述他们在绿色信贷上的改进，然后再向国务院

报告其所取得的发展。银监会鼓励其所管制的金融机构申请国际拟定议定书来支持绿色金融服务。

国际金融机构对中国绿色金融的支持也是非常重要的。例如，兴业银行、浦东发展银行、北京市商业银行已经和国际金融中心（IFC）已经共同协作来完成提高能源利用效率的工程。国际金融中心就正在进行的清洁能源机制项目为各银行提供了担保和帮助。中国兴业银行估计，未来两年里，提高能源效率项目所实现的CO₂减排量相当于北京市出租车全部的废气排放量。

在银行业中，中国工商银行（ICBC）（从市面总值讲是世界最大的银行），已经成立了一个绿色信贷政策部门，努力成为中国领先的绿色银行。此外，银行还积极支援救灾和农村教育。在绿色信贷方面，中国工商银行把客户分成九大类并用颜色来编码（黑色、绿色、红色和灰色）评估信贷者的资格。

专栏十二：法国国家银行（Caisse des Dépôts）及其长期投资模型

法国国家银行，一个法国公众金融机构，作为长期投资者为公共利益和经济发展服务是由法律界定的。该机构将环境、社会和治理的重点结构上游与其投资决策政策的制定过程进行有效的协调。同时股东的活动也与其持股的交易所上市公司紧密联系。法国国家银行模型现在已经得到了广泛的认可。相比法国国家银行，早在2011年，公众金融机构聚集摩洛哥召开了第一次全球经济论坛，研究再现这个模型的潜在性并致力其满足长期经济发展的需要。

像Caisse des Dépôts这些长期投资者的特征是：他们有稳健的资本基础使得他们能够应对短期金融波动。正因如此，他们在应对绿色经济产品研制和开发融资困难中，处于重要的位置。他们能够把研究中心和私人公司这些研究平台集合起来培育创新，目的是为了生态创新和再生能源领域的技术突破。长期投资者也有能力融资这些项目来获得收入但至少要在五到十年。法国国家银行已经创造了这样一个平台。

自2008年以来，该机构就在几个领域实施一个1.5亿欧元的投资计划（如太阳能、生物能、风能和水力发电），目的是为了尽法国的努力把温室气体

排放量减少20%。在长期投资俱乐部体系下，银行还集合了其他长期投资者的力量，同时还同德国复兴信贷银行（KfW）和欧洲投资银行（EIB）这两大基础设施建设投资基金，建立了合作伙伴关系。它们其中一个，把2002玛格丽特基金用在欧洲27州的能源、气候变化和基础设施建设上。且承诺把他们总基金的35%-45%投资到再生能源上。另一个，InfraMed，重点投资在地中海联盟区。它们的管理都是采用的长期投资的理念。该理念如下：

■ 20年内，投资稳定。10年锁定期核心投资商不转移股份。

■ 顾问团队的激励机制是以长期表现标准为基础，并且是与20国集团背书的长期表现的一般标准是完全一致。

■ 管理方面，在投资者利率和顾问团队的自主权之间寻求巧妙的平衡。对InfraMed基金来说，严格的ESG标准应用在EIB需求的基础之上。

欧洲长期投资者的经验可以为绿色经济建设中建立可靠公众投资信条打下基础。

上市规则和公司的ESG表现

世界交易所联合会2009年报告指出，金融机构作为证券和其他资产买家和卖家之间的中央市场，应当经常进行交流，这确实能在增强公司的ESG披露和性能上起关键作用（World Federation of Exchange 2009）。

从通才富时社会责任指数（FTSE4 Good Index）到专门的德意志交易所DAXglobal@替代能源指数，全球范围内的交易所提供了大约50种不同的可持续发展指数。交易所如巴西圣保罗证券期货交易所（BM & FBovespa）交易所，约翰内斯堡证券交易所，和大马交易所也通过提高企业意识和调整企业管治方针，增强公司ESG性能。在一些世界市场，如南非，马来西亚和中国，交易所协助监管机构一同将ESG性能列入公司上市规则和公司法中。

迄今为止已经采取这些措施的交易所，在投资者的正面强化方面，好坏参半。此外，公司要常常强调主流投资分析应密切关注ESG的评论（UNEP FI and WBCSD 2010）。然而，在全球范围内上市公司ESG披露的数量和质量充满变数，并有显著的差距。在联合国支持的责任投资原则（PRI）的监督制度强化ESG披露的规章制度下，来自投资者的压力越来越大。例如，成果之一就是2010年1月，美国的证券交易委员会（US SEC），对现行的SEC披露要求发出

了明确的指示，同时他们也适用于与气候变化问题相关的企业或者法律发展。以下是几个地区因气候变化可能触发披露要求的例子：

■ **法律法规的影响（US SEC 2010）**：当公司履行潜在的信息披露义务时，应考虑关于气候变化的某些现行的法律法规的影响是否具有实质性。在某些情况下，公司还应该评估有关此主题的待立法规的潜在影响；

■ **国际协议的影响**：当协议影响具有实质性时，公司应考虑和揭露与气候变化相关的协议和条约对其业务带来的风险和影响；

■ **法规或商业趋势的间接影响**：与气候变化相关的法律、技术、政治和科学的发展可能会为公司创造新的机会或带来新的风险。例如，一个公司可能面临：对产生大量的温室气体排放量的产品的需求下降或者对比竞争产品气体排放量低的产品需求增长。就这一点而言，因为披露的目的，公司应当考虑它所面临的与气候相关的法规或商业趋势，带来的实际的潜在的间接的影响；

■ **气候变化的物理影响**：从披露目的的角度出发，公司还应该评估环境问题对其业务带来的实际的潜在物

质影响。

发展金融机构

发展金融机构（DFIS）在国内国外都能提供长期的公共资金，可以在支持新兴绿色经济的关键因素方面起到重要的作用。在2010年，股东政府决定向主要的多边发展银行提供大量的增加资本时，气候变化、能源安全、食品安全这些议题成为了主要的考虑因素。发展金融机构（DFIS）包括：

■ 多边发展金融机构（Multilateral DFIs），如世界银行，国际金融公司（IFC），美洲开发银行，亚洲开发银行，非洲开发银行，欧洲复兴开发银行，欧洲投资银行。据报道，在2009年，政府已经向它们拨出了1,680亿美元（World Bank 2010b）；

■ 双边发展金融机构（Bilateral DFIs），如德国政府全资拥有的德国复兴信贷银行集团有两个重点子公司，主要业务集中在国家发展融资；法国开发署（AFD），法国政府国有银行，其业务重点在发展中国家和新兴国家以及法国国外社区；荷兰国家开发银行（FMO），荷兰政府成立的企业发展银行，业务目标是发展中国家的私营部门；疾病预防控制中心（CDC），英国政府所有，主要给撒哈拉以南的非洲和南亚提供投资资本；还有为国际合作和日本国际合作机构服务的日本银行；

■ 国家发展金融机构（National DFIs），如非洲南部的开发银行，由南非政府拥有，侧重于南非和其子区域的基础设施的发展；巴西政府全资拥有的巴西开发银行，为巴西的发展和本国公司的国外扩张提供财政支持；支持法国金融经济发展的公共投资机构；美国政府拥有的海外私人投资公司，同时支持其国内外的美国企业。

这些机构部分具有双重属性。例如，德国复兴信贷银行（KfW），既是一个重要的国内金融机构也是一个强有力的国际开发银行。在本组银行中，许多银行提供贷款，既有优惠也有不优惠的，但对象只是政府。但也有越来越多的银行为分区域实体国有企业和私人部门企业提供资金。

这些外国直接投资（FDI）在给宏观政策，部门政策，重大基础设施项目和私营部门发展提供资金方面发挥着关键的作用。他们对绿化国家经济的贡献已经很明显。他们为主要行业，诸如水利、再生能源，林业和农业提供资金。在发展的早期阶段的高风险的绿色行业，外国直接投资，已经有助于主流化的小额贷款和支持私营工业的发展。但是利用其在国内投资项目资金占据的突出地位的优势，其作用可以进一步加强。这个方向的步骤，将包括更好地识别他们战略目标中的绿色经济方面，参与这些方面活动的更大的份额，更好的测定和报告方法，彼此之间合作的改善和最佳做法的分享。

政府的角色在于正式地派给这些机构支持绿色经济发展的任务，并辅以具体的对象和目标。除了扶贫

（UNDP 2007/2008）和基础设施建设融资以外，碳排放量的减少，水和卫生许可的获得，促进生活的多样性等，可能会成为外国直接投资（FDIs）的官方目标。

例如当开发银行为私营公司提供资金时，通过约束基金和合法清查的方式，对其有重要的间接或者直接的影响。他们也给公共和私人的机构提供技术援助。这三类机构可以一起为绿色合法清查定义标准的草拟方案，并着重考虑他们有着重要影响的部门的标准和目标，诸如市财政，交通和能源。国内和一些国家发展金融机构在市金融和住房方面发挥了重要的作用。绿色经济的两个重要领域是：当地市政府的绿色发展实践和住房部门尤其是社会住房的绿化。

专属发展金融机构私营部门的股东，或者发展银行私营部门的力量，可以考虑进一步发挥其传统功能来培育和开发新生绿色市场。由于资金的短缺，绿色活动的壁垒甚至高于其获得的信贷，这种情况可能存在于发展中国家清洁技术的私募股权和绿色床头基金的额外支持中。他们可能在进一步影响私人银行业，支持以较低的利率为绿色市场活动提供专门的信贷额度，鼓励公共和商业银行为绿色经济目标提供服务等方面发挥更大的作用。从国际层面上讲，一些诸如世界银行--重点只对主权融资，即为政府贷款和提供其他支持。其他的，如，国际金融公司（IFC）和欧洲复兴开发银行（EBRD），是完全或者主要与新兴市场私营部门的发展和商业条款的投资方面相关。发展金融机构（DFIs）部署范围包括债务融资，股权投资，担保和贸易融资方案。多边发展银行举债经营来自捐助政府或个体（如全球环境基金GEF）的援助经费，且提供技术援助和咨询服务。

发展金融机构（DFI）的群体还包括长期投资者，如法国国有银行（CDC），意大利国有银行（CDP），德国复兴信贷银行（KfW），摩洛哥（CDG）.这些群体的特色是由于其资金来源的稳定性，他们对短期市场流动的依赖性较低。这些稳定的资金主要由调节或保证存款、长期储蓄产品以及长期借款组成。这些机构通常有一个强大的资本基础，其主要产生于储备积累，这就使得他们能应对金融市场的短期波动。因此，他们可以投资那些往往是流动性不足从长远来看能带来收益的资本或债务工具，如经营一般公用事业、基础设施和可再生能源公司部门所签发的债券（见专栏十二）。

世界银行的业务范围包括将气候变化问题纳入部门战略的整合，专门投资基金的管理和通过绿色债券筹集资本的项目融资。在私营部门领域，国际金融公司（IFC）提供了一整套的金融和咨询服务，从当地银行的能源效率融资中介设施到可支持的低碳投资指数和绿色债券的发行。作为一个全球环境建设基金，全球环境基金（GEF）（见专栏十三）提供的基金用于弥补将国内受益项目转变成全球受益项目所带来的额外成本。它的全球基金是以通过公私合作伙伴关系签署的私人部门合同为目标的。

专栏十三：全球环境基金（GEF）

全球环境基金（GEF），世界最大的环境基金，对发展中国家和涉及生物多样性、气候变化、国际水域、土地退化、臭氧层破坏、一贯有机物排放相关项目经济转型的国家提供补助金。在联合国（UN）公约关于解决生物多样性、气候变化、一贯有机物排放、沙漠化问题中，全球环境基金起着财务机制的作用。全球环境基金与10个政府间的代理商建立了合作伙伴关系，其中UNEP、UNDP和世界银行是执行代理商。

1994年以来，后者就是全球环境基金信托基金的受托人。全球环境基金已经分派了92亿美元，为共同融资又额外增加了超过400亿美元给2,700个工程项目和165个发展中国家及促进经济转型的国家。12,000个小补助金直接给了非政府组织和社区组织。小的补助金网络旨在赋予当地社区一些权力，使其做出的投资决策具有双重功效。在当地既能创就绿色工作又能保护全球环境。

直至2009年，全球环境基金（GEF）已经投资27亿美元用以支持发展中国家气候变化减缓项目和经济的转型，并且在项目合作融资方面又举债另外的172亿美元。长远考虑，它可以为扩大像气候、水、土地、森林和化学品管理等领域绿色经济项目的规模提供重要支持。

欧洲复兴开发银行（EBRD）的可持续能源倡议（SEI）有一个从2009到2011年30-50亿欧元的投资目标，其中相应的碳减排目标相当于每年减少250-350万吨CO₂排放。除其他活动外，在其经营区域中，作为占主导地位的投资者，欧洲复兴开发银行在可再生能源方面出现了--中欧，东欧和中亚--主要经营风力发电。和世界银行集团一样，欧洲复兴开发银行也已经开始将重点放在研发新的工具整合风险与项目清查及机构化上，同时也为像洪涝防御基础设施项目

建设融资，以应对气候变化。国际金融公司（IFC），欧洲复兴开发银行和其他发展金融机构也在温室气体排放评估的协议上有合作，而且，其中几个公开报道了每年气体减排量和与每年新项目的签订相关的增加的气体排放。

发展金融机构可以在培育和发展新兴市场方面发挥关键作用。在过去的十年内，他们在一定程度上帮助支持小额信贷，现在，他们已经成为相对成熟的资产类别。当今发展中国家在这方面的前沿部门的活动包括支持清洁技术的私募股权基金和风险投资基金，以及对贫困消费者解决方案的越来越多的重视。

绿化主权财富基金（SWFs）

愿意投资于全球的国有投资基金的增长相对较新，但其影响十分显著。虽然也存在主权财富基金的愈益增

专栏十四：挪威全球养老基金

挪威全球养老基金是世界最大主权财富基金（SWFs）之一，对全球大约8,400个公司都拥有所有权。这些基金大部分是被动投资，且拥有其投资的每个公司平均1%的股权。这种基金普遍拥有长期投资视野，因考虑到了公司治理、环境和社会的及时问题，所以它能为公司带来稳定清晰的经济利益。基金的信托责任也包括保护广泛分享的伦理价值。在减轻和适应气候变化的环境议题领域里，这种基金采用了以下工具：

研究

挪威财政部作为该基金的骨干，目前正参与气候变化和战略性资产配置研究项目。这些研究是在投资咨询公司和来自欧洲、北美、亚洲和澳大利亚13个其他大型国际养老保险基金间进行的。2011年2月出版了有关这个项目的报道。

环境投资项目

挪威财政部已经为这种基金设立了新的投资项目。其重点在增加环境投资机会（气候友好

型能源）、提高能源利用效率、CCS、水利技术、废弃物和水污染的治理。投资将会有明确的财政目标（Norwegian Ministry of Financial 2010）。截至2009年底，此项目已经投资了超过70亿挪威法郎，这样的增长速度已超过了最初的估计（Norwegian Ministry of Finance 2011）。

与公司对话

作为挪威全球养老基金的管理者，挪威银行通过其投资管理公司挪威银行资产管理部（NBIM）期望贯彻到公司气候变化管理之中。对一个长期投资者的基金来说，特别重要的是，要有能力去估算特定的公司在其直接运营和供应链面临气候变化时所产生的风险和机遇变化的程度。谈到保护金融资产基金，挪威银行投资管理公司认为提高公司效率来适应经济转型是一个重要的因素，同时也期望公司能够采取清晰明了的气候变化战略。

长影响力方面的担心（会利用市场的低效率和透明度缺乏），这些资金可以在绿色经济转型过程中的融资方面发挥重要作用。

应该进一步支持主权财富基金，将气候风险直接、系统地纳入发到他们的实际选股与投资组合选择过程中去，如挪威全球养老基金（见专栏十四）。有些建议是值得考虑的，如通过主权财富基金的合作建立绿色共同基金，正如巴西为寻求国际捐助拯救亚马逊森林项目而于2008年推出的亚马逊基金。

与养老基金相似，主权财富基金也正倾向于形成较远的投资视野。因此，主权财富基金在他们所投资的企业和其他的实体环保性能的改善方面有明确的利益，从而提高他们的长期回报和更好的风险管理声誉。

5.4 财政政策

绿色经济的财政政策选择可以分成五大类。这些包括环境税的改革和政策工具（如碳税，减免税）；完善

而有效的排污收费政策；奖励绿色绩效的补贴、津贴和补贴贷款政策；取消对环境有害的补贴政策；直接减少基础设施建设的公共开支。除其他事项外，这些财政政策可以解决高昂的前期投资成本。这个的政策组合也可以是相辅相成的，例如，利用税收来强化诸如财政标准和财政补贴等政策手段的影响。在建筑领域（见建筑篇章），可以利用税收减免政策推动绿色高效能源战略的发展，改造投资房地产。

税收激励和补贴政策表明，不仅仅需要开创新的激励机制，而且还要确保这些机制能够支持可持续发展。一些政策和改革的实施要比其他政策困难的多。例如，创建绿色补贴或者取消对环境有害的补贴，从技术和政治层面执行起来往往是困难的，尤其是在当公共财政捉襟见肘时。而且取消补贴也会对贫困家庭造成不利影响。此外，主流金融机构的现实就是它仍然与服务于褐色经济和横跨重工业、发电运输传统基础设施建设的金融、投资和保险业结合在一起，这就是一个经典的既得利益的案例。

6 结论

金融业对可持续发展的促进作用自其在1992年的里约热内卢联合国环境与发展会议上第一次受到全球的关注以来，已经得到逐步完善。从中可以看到金融业的蓬勃发展，包括金融界成功合作伙伴关系倡议、UNEP的主动融资⁷、联合国支持的负责任投资原则（PRI）⁸对资产所有权ESG因素的整合、私人部门在利基资产类别像小额信贷、清洁技术和可持续能源这方面的投资有明显的增长。越来越多的投资者正在从负责任的投资（无害的）转移到可持续投资（投资解决可持续发展所面临的挑战）。

要促使全球经济的绿色经济转型，将需要实质性的定向投资以提升公共和私营部门的资金向主导领域的流动能力。其中大部分流动资金将需要通过金融市场来筹集。绿色经济报告通过建模分析指出，2010到2050年间每年所需的额外投资占全球GDP的1%至2.5%。目前，绿色经济的投资远低于全球GDP的1%。

如果需要在有限时间内实现可持续发展目标，那么发展绿色经济所需的大规模投资将主要来源于私人投资部门。国内国际市场源于公共资源的资金将会远少于源于全球金融市场的资金。继2008至2009年的金融危机之后，国际清算银行（BIS）预估，未来的二十年里主要经济体的债务/国内生产总值比将会维持在一个较高水平。因此，可用于绿色经济转型的公共资金可能要远远低于所需水平。发展中国家（最有活力的新兴经济体除外）将用其有限的财政手段支持绿色经济建设。

如果要建立并展示一个有力的商业案例，那么，设想由政府全面落实“污染者付费”和“使用者付费”等经合组织国家（OECD）共识的原则，自然会产生资本重置：一些投资者为了提高自身利益而把资产从没有吸引力的褐色经济（基于矿物质燃料）中转移出来。在整个市场范围内，扩大绿色金融的机会确实存在。尤其是存在于可再生能源或者绿色房地产业，及主流金融业日益注重对环境社会与治理（ESG）问题的综合考虑以及新会计准则对环境外部溢出效应的考虑。然而，由于绿色经济融资的不成熟且处于其发展雏形阶段（如减少毁林和森林退化的排放（REDD+）或为穷人提供可持续能源供应等），因而需要耐心筹划和精心培育。

尽管如此，绿色经济转型的公共融资是必不可少的，这不仅是因为它所产生的积极的外部性。在支持绿色经济方面公共财政的作用是被G20国家于2008年为应对金融和经济危机发行的大规模的一揽子财政刺激计划之激绿色成分时所证明了的。全部3万亿美元的激励资金中，有超过15%被分配到绿色行业或者被用于褐色绿化部门。

公共融资的绿色投资不仅局限于应对短期金融和经济危机。例如，韩国已将绿色投资的公共资金纳入国家的五年发展计划。在许多最不发达国家，公共融资，包括税收收入和政府从资本市场直接借用的能力，严重受到制约。在这些国家，国际和区域发展银行应该探讨如何增加用于发展融资以支持既定的优先发展绿色投资政策。

单单依靠绿色经济刺激计划和灵活的金融市场不大可能实现绿色经济转型所需要的民间融资规模。健全的公共政策和有利的监管体系也是必不可少的。虽然越来越多的金融机构开始对绿色经济感兴趣，但是大多数市场主体仍然拘泥于传统的棕色经济。这主要是由于不完善的政策和监管体系无法提供公平竞争的环境。风险/回报等式仍然不利于潜在的绿色投资者。

政府部门应当通过私人部门来制定稳定一致的政策和监督机制，以便更好的整合环境、社会和治理问题与投资决策及财政政策。此外，各国政府和多边金融机构应该利用自己的资源，左右来自私营部门资金的流动，并指导他们流向羽翼未丰的绿色经济机会。

2012年巴西“里约+20国”地球峰会召开时，必须建立明确可行的体系，包括建立必要的监管体系以重新平衡风险/回报等式、支持从事绿色投资的金融投资者等。很显然，跨银行业、投资业和保险业--世界金融体系的核心活动--如果要实现资本和金融重新分配加快绿色经济的出现，那么将需要在哲学、文化、战略和方法上进行显著变革，尤其是要对具有压倒性优势的“短期行为”进行变革。同时，需要对国际会计制度和资本市场规范以及我们对投资决策和投资决策方面的信托责任的理解诸多方面进行变更，从而在更广阔的范围内充分整合吸纳各种环境社会和治理因素，而非时下显现之状。若没有这些变化，支持绿色经济转型的价格信号和激励机制将持续疲软。

7. 2010年，200家银行、保险公司和投资机构签署了《联合国环境规划署融资计划》。见<http://www.unepfi.org>

8. 另外900家投资机构（包括服务机构）支持联合国支持下的责任制投资原则。见<http://www.unpri.org/principles>

参考文献

- BCBS. (2009). Strengthening the resilience of the banking sector – consultative document. The Basel Committee on Banking Supervision. Basel.
- Bloomberg New Energy Finance. (2009). Fortifying the Foundation: State of the Voluntary Carbon Markets 2009. Hamilton, K., Sjardin, M., Shapiro, A., and Marcello, T. A Report by Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance. 2009.
- Capgemini and Merrill Lynch Wealth Management . (2009). World Wealth Report 2009. Available at: <http://www.ml.com/media/113831.pdf>
- CDC Climate Research. (2010). Tendances Carbone, No. 50. Available at: http://www.blueenergy.fr/publications/TendancesCarbone/TCN_50_09_2010_En.pdf
- CDC Mission Climat. (2008). Reducing emissions from deforestation and degradation: what contribution from carbon markets? Climate Report. Issue, N. 14. September 2008. Available at: http://www.cdclimat.com/IMG/pdf/14_Etude_Climat_EN_Deforestation_and_carbon_markets.pdf
- Central Electricity Regulatory Commission, India. Available at: <http://www.cercind.gov.in/>
- Chatham House. (2009). Unlocking Finance for Clean Energy: The Need for 'Investment Grade' Policy. Hamilton, K. Available at: http://www.chathamhouse.org/sites/default/files/public/Research/Energy,%20Environment%20and%20Development/1209pp_hamilton.pdf
- Chicago Climate Exchange. (2011). Fact Sheet, v1.0, June 30 2011. Available at: https://www.theice.com/publicdocs/ccx/CCX_Fact_Sheet.pdf
- Cleantech Group and Deloitte. (2010). 3Q 2010 Investment Monitor. Available at: <http://info.cleantech.com/Download3Q2010IMAAbstract.html>
- Climate Change Task Force. (2010). Agriculture Industry GHG Action Plan: Framework for Action. UK. Available at: http://www.agindustries.org.uk/document.aspx?fn=load&media_id=3739&publicationId=2473
- CLIMATEFOCUS. (2010). Options for managing financial flows from REDD+ Streck, C., et al. Available at: http://www.climatefocus.com/documents/files/options_for_managing_financial_flows_from_redd.pdf
- Dag Hammarskjöld Foundation. (2009). Carbon Trading: How it works, why it fails. Critical Currents. Gilbertson, T. and Reyes, O. No. 7. November 2009. Available at: http://www.dhf.uu.se/pdfiler/cc7/cc7_web.pdf
- DTZ Research MIP Database. (2009). Money into Property Global 2009. Available at: <http://www.dtz.com/Global/Research/Money+into+Property+Global+2009>
- European Renewable Energy Council and Greenpeace. (2010). Energy [R]evolution: a Sustainable World Energy Outlook. 3rd edition 2010 World Energy Scenario. Available at: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2010/fullreport.pdf>
- Fernando, Nimal A. (2008). Managing Microfinance Risks: Some Observations and Suggestion. Asian Development Bank. Manila. Available at: <http://www.adb.org/Documents/Papers/Managing-Microfinance-Risks/Managing-Microfinance-Risks.pdf>
- Hawley, J. P. and Williams, A. T. (2000). The Rise of Fiduciary Capitalism: how institutional investors can make corporate America more democratic. University of Pennsylvania Press. Philadelphia.
- HSBC Centre of Climate Change Excellence. (2009). Building a green recovery. Available at: http://www.hsbc.com/1/PA_1_1_S5/content/assets/sustainability/090522_green_recovery.pdf
- HSBC Global Research. (2010). Sizing the Climate Economy. Available at: <http://www.research.hsbc.com/midas/Res/RDV?ao=20&key=wU4BbdyRmz&n=276049.PDF>
- IEA. (2010). Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050. International Energy Agency. Available at: <http://www.iea.org/techno/etp/etp10/English.pdf>
- IEA. (2009). World Energy Outlook 2009. International Energy Agency. Available at: <http://www.worldenergyoutlook.org/2009.asp>
- IMF. (2009). Global Financial Stability Report: Responding to the Financial Crisis and Measuring Systemic Risks. International Monetary Fund. April 2009. Washington D.C.
- IPCC. (2007). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4). Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml
- McCabe, J. (2010). "Plastic use no longer under wraps as Clinton launches investor initiative." Environmental Finance, 23 September 2010.
- Mercer LLC and Ceres. (2010). Energy Efficiency and Real Estate: Opportunities for Investors. Available at: <http://www.ceres.org/resources/reports/energy-efficiency-and-real-estate-opportunities-2009>
- Munich RE. (2009). TOPICS GEO: Natural catastrophes 2009. Analyses, assessments, positions. Available at: http://www.munichre.com/publications/302-06295_en.pdf
- Norwegian Ministry of Finance. (2010). GPFGR Responsible Investment. Available at: http://www.regjeringen.no/upload/FIN/brosjyre/2010/spu/english_2010/index.htm
- Norwegian Ministry of Finance. (2011). The National Budget for 2011. Available at: http://www.statsbudsjett.no/upload/Statsbudsjett_2011/dokumenter/pdf/Summary.pdf
- OECD. (2004). Financing Water and Environmental Infrastructure for all – Some Key Issues. Global Forum on Sustainable Development, 2004.
- Parliament Committee on Climate Change. (2010). Meeting carbon budgets – ensuring a low-carbon recovery. 2nd Progress Report to Parliament Committee on Climate Change. June 2010. London. Available at: http://downloads.theccc.org.uk/0610/pr_meeting_carbon_budgets_full_report.pdf
- Parry, M. et al. (2009). Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates. International Institute for Environment and Development. London, UK.
- Pew Center on Global Climate Change. (2008). The European Union's Emissions Trading System in Perspective. Ellerman, A. Denny, Joskow, Paul L. 2008.
- Pew Charitable Trust and the Clean Energy Economy. (2010). Who's winning the clean energy race? Growth, Competition and Opportunity in the World's Largest Economies. G-20 Clean Energy Factbook 2010. Available at: http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Global_warming/G-20%20Report.pdf
- Prequin. (2004-2010). Quarterly Fundraising Update series and Wealth Bulletins. Available at: www.prequin.com
- Principles for Responsible Investment. (2010). Report on Progress 2010: An analysis of signatory progress and guidance on implementation. Available at: http://www.unpri.org/files/2010_Report-on-Progress.pdf
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2010). Renewables 2010: Global Status Report. Available at: http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR_2010_full_revised_percent20Sept2010.pdf
- RICS. (2009). Doing well by doing good? The Royal Institute for Chartered Surveyors. London. Available at: http://www.rics.org/site/scripts/download_info.aspx?fileID=5763
- Sakamoto, K., Dalkmann, H., and Palmer, D. (2010). A Paradigm Shift Towards Sustainable Low-Carbon Transport: Financing the Vision ASAP. Institute for Transportation and Development Policy. New York. Available at: http://www.itdp.org/documents/A_Paradigm_Shift_toward_Sustainable_Transport.pdf
- Scottish Agricultural College. (2010). Review and update of UK marginal abatement cost curves for agriculture. The Committee on Climate Change. August 2010. Available at: http://downloads.theccc.org.uk/s3.amazonaws.com/0610/pr_supporting_research_SAC_agriculture.pdf
- Swiss Re. (2009). World Insurance in 2008: life premiums fall in the industrialized countries – strong growth in emerging economies. Sigma No. 3/2009. Available at: http://media.swissre.com/documents/sigma3_2009_en.pdf

- TEEB [The Economics of Ecosystems and Biodiversity] for Business. (2010). Executive Summary. United Nations Environment Programme, et al. Nairobi/Bonn. Available at: <http://www.teebweb.org/Portals/25/Documents/TEEB%20for%20Business/TEEB%20for%20Bus%20Exec%20English.pdf>
- The Eliasch Review. (2008). Climate change: financing global forests. Available at: <http://www.officialdocuments.gov.uk/document/other/9780108507632/9780108507632.pdf>
- TheCityUK. (2010). Carbon Markets 2010. Available at: <http://www.thecityuk.com/media/173627/carbonpercent20marketspercent202010.pdf>
- ThCityUK. (2011). Fund Management 2011. Financial Market Series London. Available at: <http://www.thecityuk.com/assets/Uploads/Fund-Management-2011.pdf>
- Trichet, Jean-Claude. (2010). Keynote speech. The 9th Munich Economic Summit. 29 April, 2009. Available at: <http://www.ecb.int/press/key/date/2010/html/sp100429.en.html>
- United Nations. (2008). The Millennium Development Goals Report. New York. US. Available at: http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2008/MDG_Report_2008_En.pdf#page=
- UNFCCC. (1998). Identifying, analysing and assessing existing and potential new financing resources and relevant vehicles to support the development, deployment, diffusion and transfer of environmentally sound technologies. Interim report by the Chair of the Expert Group on Technology Transfer. Available at: <http://unfccc.int/resource/docs/2008/sb/eng/inf07.pdf>
- UNDP. (2007/2008). The Human Development Report 2007/2008 – Fighting climate change: Human solidarity in a divided world. United Nations Development Programme. Available at: http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_EN_Complete.pdf
- UNEP. (2010). Driving a Green Economy through public finance and fiscal policy reform. Available at: <http://www.unep.org/greenecology/Portal/30/docs/DrivingGreenEconomy.pdf>
- UNEP FI. (1995). Statement of Environmental Commitment by the Insurance Industry. Available at: <http://www.unepfi.org/statements/ii/index.html>
- UNEP FI. (1997). Statement by Financial Institutions on the Environment and Sustainable Development. Available at: <http://www.unepfi.org/statements/ii/index.html>
- UNEP FI. (2004). CEO Briefing: Renewable Energy. June 2004 Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_briefing_renewable_energy_2004.pdf
- UNEP FI. (2008). Making Forests Competitive: Exploring insurance solutions for permanence. Concept Paper. Climate Change Working Group and Asset Management Working group. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/Exploring_Insurance_Solutions_for_Permanence.pdf
- UNEP FI. (2009). Fiduciary responsibility: Legal and practical aspects of integrating environmental, social and governance issues into institutional investment. Available at: <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/fiduciaryII.pdf>
- UNEP FI. (2011a). REDDy-Set-Grow: A briefing for financial institutions – Opportunities and roles for financial institutions in forest carbon markets. Part I. Biodiversity and Ecosystems Workstream and Climate Change Working Group. Available at: <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/reddysetgrow.pdf>
- UNEP FI. (2011b). REDDy-Set-Grow: Private sector suggestions for international climate change negotiators – Designing an effective regime for financing forest-based climate change mitigation. Part II. Biodiversity and Ecosystems Workstream and Climate Change Working Group. Available at: <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/reddysetgrowII.pdf>
- UNEP FI AMWG. (2004-2009). Materiality Series. The Materiality of Social, Environmental and Governance Issues to Equity Pricing. June 2004. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/amwg_materiality_equity_pricing_report_2004.pdf
- Show Me the Money: Linking Environmental, Social, and Governance Issues to Company Value. July 2006. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/show_me_the_money.pdf
- The materiality of climate change: how finance copes with the ticking clock. October 2009. Available at: <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/materiality3.pdf>
- UNEP FI BES. (2010). CEO Briefing: Demystifying Materiality Hardwiring Biodiversity and Ecosystem Services into Finance. Biodiversity and Ecosystem Services Workstream. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_DemystifyingMateriality.pdf
- UNEP FI CCWG. (2007). Declaration on Climate Change by the Financial Services Sector. Climate Change Working Group. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/cc_statement_jun2007.pdf
- UNEP FI and EcoSecurities. (2006). Global climate change: risk to bank loan. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/global_climate_change_risk.pdf
- UNEP FI and Freshfields Bruckhaus Deringer. (2005). A legal framework for the integration of environmental, social and governance issues into institutional investment. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/freshfields_legal_resp_20051123.pdf
- UNEP FI IWG. (2009). The Global State of Sustainable Insurance: Understanding and integrating ESG factors in insurance. Insurance Working Group. Available at: <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/global-state-of-sustainable-insurance.pdf>
- UNEP FI IWG. (2007). Insuring for Sustainability: Why and how the leaders are doing it. Insurance Working Group. Available at: https://www.allianz.com/staticresources/en/responsibility/media/documents/v_1275078369000/insuring_for_sustainability.pdf
- UNEP and Partners. (2009). Catalysing low carbon growth in developing economies: Public finance mechanisms to scale up private sector investment in climate solutions. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/catalysing_lowcarbon_growth.pdf
- UNEP FI and PRI. (2010). Universal Ownership: Why environmental externalities matter to institutional investors. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/universal_ownership.pdf
- UNEP FI PWG (2011a). Implementing Responsible Property Investment Strategies. Available at: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/responsible_property_toolkit4.pdf
- UNEP FI PWG. (2011b). An Investors' Perspective on Environmental Metrics for Property. Property Working Group Available at: <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/EnvironmentalMetrics.pdf>
- UNEP FI and WBCSD. (2010). Translating ESG into sustainable business value – key insights for companies and investors. Available at: <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/translatingESG.pdf>
- UNEP SBICI. (2007). Buildings & Climate Change: Status, Challenges and Opportunities. Available at: <http://www.unep.org/sbici/pdfs/BuildingsandClimateChange.pdf>
- UNEP SEFI. (2010). Global Trends in Sustainable Energy Investment in 2010. Available at: <http://sefi.unep.org/english/globaltrends2010.html>
- US SEC. (2010). Interpretive Guidance on Disclosure Related to Business or Legal Developments Regarding Climate Change. Securities and Exchange Commission. Washington D.C.
- Veolia Environmental Services. (2009). From waste to resource - an abstract of world waste survey. Chalmin, P. and Gaillochet, C. November, 2009. Available at: http://www.veolia-environmentalservices.com/veolia/ressourcesfiles/1/927,753,Abstract_2009_GB-1.pdf
- World Bank. (2010a). World Development Report 2010: Development and Climate Change. Available at: <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf>
- World Bank. (2010b). World Development Indicators. Available at: <http://data.worldbank.org/sites/default/files/wdi-final.pdf>
- World Economic Forum. (2010a). Green Investing 2010 – Policy Mechanisms to Bridge the Finance Gap. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_IV_GreenInvesting_Report_2010.pdf

World Economic Forum. (2010b). Global Risks 2010: A Global Risk Network Report. Executive Summary. p.6. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_IV_GreenInvesting_Report_2010.pdf

World Federation of Exchanges. (2009). Exchanges and Sustainable Investment. Sidy, D. Available at: <http://www.world-exchanges.org/sustainability/WFE-ESG.pdf>

World Water Council. (2003). Financing Water For All. Executive Summary. World Panel on Financing Water Infrastructure. Available at: http://financingwaterforall.org/fileadmin/wwc/Library/Publications_and_reports/CamdessusReport.pdf

WWF International and Profundo. (2008). The Palm Oil Financing Handbook. Available at: http://assets.panda.org/downloads/the_palmoil_financing_handbook.pdf





总结



总结

迈向绿色经济，使我们有望实现可持续发展的经济，并以前所未有的幅度，快速有效地消除贫困。绿色经济具有这样的潜力是源于两种正在发生的变化。第一，我们所处的世界和面对的风险发生了极大的变化。这些变化需要我们从根本上反思经济增长的方式。第二，人们逐渐认识到自然环境是构筑我们物质财富的基础，作为人类发展、繁荣和福祉的源泉，我们必须善加管理。

正如本报告所述，森林、水、土壤和渔业等自然资源十分重要，尤其对于农村地区的贫困人口而言更是如此，加强这些自然资源的建设需要对公共和个人投资进行重新分配，这可以通过政策改革和一系列促成条件来激励。绿色投资将会促进新行业和技术的发展，包括：可再生能源技术、资源和能源效率较高的建筑和设备、低碳公共运输体系、高效的基础设施和清洁能源汽车以及废弃物处置和回用设备。这些新技术和领域将是未来经济发展和增长的主要动力。为了保证向绿色经济的顺利过渡，同时需要补充对人力资本的投资，包括与“绿化”相关的知识架构、管理手段和技术技巧，以确保经济发展平稳地过渡到更加可持续的道路。

本报告的一个主要结论是：绿色经济可以支持发展、提高收入并创造就业，而所谓的在经济增长和环境可持续性之间进行权衡毫无意义。如果人们使用全部有价值的资产（包括自然资源）来衡量财富，而不是仅仅局限于来自生产线的产品，结果更能支持上述结论。报告指出：短期内，绿色情景下的经济增长可能低于常规发展情景；然而长期来看，即2020年以后，无论是按传统经济指标（GDP增长），还是更为全面的指标（人均GDP增长）评价，绿色经济都将优于常规经济模式。

本报告还指出：在诸如农业、建筑、林业和交通等重要领域，无论短期、中期还是长期，与常规经济模式相比，绿色经济可带来更多的就业机会。在资本严重匮乏的领域（如渔业），为了增加自然资源储备，对其进行“绿化”虽然可以避免在这些行业中永久地丧失就业机会，但在短中期内却无法避免收入和工作机会的减少。于是，需要制定一些过渡性措施，使得劳动者免受生计方面的消极影响。

绿色经济转型需要大量私人投资，同时，为了消除不恰当补贴和经济活动的外部成本，也需要制定合理的公共政策并起到指导性作用。另外，为有效启动绿色经济转型而提供的公共投资也必不可少。

与公共部门的财政资源相比，可用的私人资本量更多。然而，许多发展中国家却很难得到这些私人资金。在向绿色经济过渡的初始阶段，必须依靠创新的融资机

制来筹集绿色投资所需的大量资金。鉴于此，人们对新的绿色气候基金会和最近的REDD+资金机制寄予厚望，以期获得所需的财政支持。当国家财政状况受限时，国际发展银行是提供财政援助的理想选择，可以帮助这些国家步入绿色经济的发展轨道。

未来研究方向

本报告分析了推动绿色投资所需的条件，以及投资“绿化”全球经济的潜在效益。报告中对于投资低碳与资源高效利用技术和社会包容型经济增长间的协同作用提供了新视角。

毫无疑问，随着新研究的进行，新的知识局限与空白领域也将随之出现。本报告提出了需要进一步研究的领域和方向，以期向绿色经济转型提供更多指导。这些研究应该有助于解答以下问题：

1. 在全球范围内怎样从褐色经济平稳而公正地过渡到绿色经济？ 在这份报告中，主要讨论了通过能力建设、培训和教育方面的努力来解决过渡时期的问题。不过同样重要的是，各国应该以怎样的速度从目前占主导地位的褐色经济过渡到绿色经济。而且，许多国家的基础设施和工业基础是按照褐色经济模式发展起来的，这导致褐色经济的模式很难被轻易打破，在许多情况下可能还要持续一段时间。想要迈入绿色经济，应该如何克服这种惯性？

2. 怎样确保绿色经济政策不被贸易保护主义用做借口？ 本报告指出了贸易在促进国家间环境技术交流和调度中发挥的积极作用。同样，也对利用绿色经济政策作为贸易保护主义的借口提出了警告。应对这个问题还需采取一些有效的手段。在某些国家，“购买国货”被认为是一项绿色经济政策，因为降低运输需求可减少生态足迹。不过，这种政策可能会对其他国家的出口产生负面影响，包括那些需要从国外进口物资用于减轻贫穷和提高生活水平的国家。

此外还有一个矛盾在逐渐显现。某些国家对可再生能源技术之类的绿色经济部门给予扶持，这为本国企业在出口这些技术时带来了竞争优势。于是我们要思考这样的问题：在承认国家需要介入向绿色经济的转型并给予助力的同时，如何才能保证公平贸易？

3. 如何衡量绿色经济转型的进展？ 本报告的各章节中提出了多种指标，重点衡量以下方面：

■ 挑战程度，例如，CO₂排放等级和缺乏能源供应的人口数；

■ 机遇大小，例如更多资源高效利用和低碳技术的市场规模；

■ 颁布的政策，如可再生能源目标；

■ 政策实施的成果，如已经达到的循环利用率，以及生产和消费的物质强度与能源强度。

尽管不同领域需要不同的数学模型来衡量“绿化”过程中的进展，但在国家经济的层面上仍需要对数据进行汇总，为制定政策提供依据。目前，这样的汇总结果并不完全依赖/符合统计数字。接下来，需要开展进一步研究以挑选出几个指标，通过它们可以衡量各国在由褐色经济向绿色经济转变过程中的进展。例如，衡量经济繁荣和财富创造应该有更加充分的标准，而不仅仅是传统的GDP指标。

迈向绿色经济

在国家以及全球的层面上，本报告对迈向绿色经济进行了一些初步的探讨，并列举出了一些关键问题。本报告指出：绿色经济重视自然资本，并主张对其投资。更好地维持生态系统的服务，有利于提高贫穷的农村居民的收入，也有助于加强生态安全。生态友好的耕作方式大大提高了农民的产量。此外，绿色经济的发展战略中还包括清洁水的获取、卫生设施的改进，以及创新的非并网式发电（太阳能发电、生物质能等），这些因素也有助于减轻贫困。

绿色经济采用清洁能源和低碳技术取代化石燃料，可以缓解气候变化，创造体面的工作机会，并且能减少进口依赖。提高能源与资源利用效率的新技术提供了新的机遇，抵消了褐色经济中损失的工作机会。物质

与能源的高效利用成为一种主要的驱动力，可以促进更好的废弃物管理、更多的公共交通、绿色建筑以及在食物链上减少浪费。

规范、标准和目标对于明确发展方向具有重要意义。同时，必须允许发展中国家以自己的速度前进，尊重他们的发展目标、国情和局限。对于发展中国家的技术与能力建设、创造国际市场和建立合法的绿色经济基础设施等方面，发达国家发挥着关键作用。

为了实现向绿色经济的顺利转型，必须具备良好的促成条件并筹集充足的资金。显然，这两个条件都是有可能具备的。对于环境和社会有害的补贴是不可取的，必须逐渐淘汰。然而，在特定的情形和一定的时期内，合理运用补贴对绿色经济可以起到促进作用。税收和其他基于市场的手段也可以用于刺激转型所需的投资与创新。绿色经济转型所需的资金量很大，不过通过合理的公共政策和创新的融资机制也是可能实现的。

绿色经济产生的就业机会并不逊于褐色经济，在中长期的时间尺度上还会超越后者，同时还可带来显著的环境和社会效益。转型的道路上面临着许多风险和挑战，但最大的风险就是维持现状，而不进行任何的“绿色”转变。

迈向绿色经济需要全世界的领导者、民间团体和主导企业一起参与到这场变革中来，也需要政策制定者及其支持民众对财富、繁荣和福祉的衡量标准进行长期思考。

