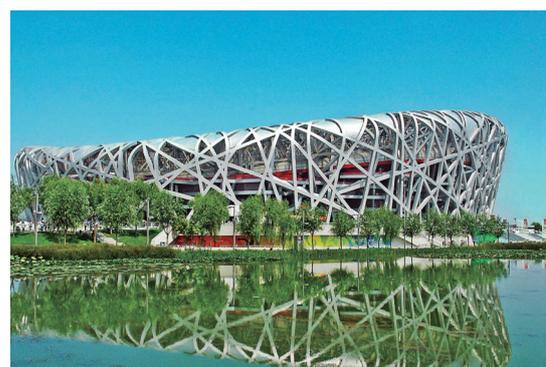


中国资源效率： 经济学与展望



中国资源效率： 经济学与展望

James West, Heinz Schandl, Sonja Heyenga

澳大利亚联邦科学与工业研究组织

陈劭锋

中国科学院科技政策与管理科学研究所



引用

West J, Schandl H, Heyenga S, 陈劭锋. 中国资源效率：经济学与展望. UNEP, 2013.

© 联合国环境署 (UNEP) 2013 版权所有

ISBN: 978-92-807-3318-1

Job No: DEW/1632/BE

免责声明

本出版物所刊载的内容和观点仅反映作者的观点，不一定代表协作组织—澳大利亚联邦科学与工业组织 (CSIRO) 或联合国环境规划署 (UNEP) 的观点或政策，也不表示他们同意这些观点。

本出版物中使用的标识和说明，凡涉及到任何国家、领土、城市或当局的法律地位抑或是边境或疆域划界的内容，不代表联合国环境署任何观点的表达。对于本出版物中所提及的商业公司或商业产品，并不意味着联合国环境规划署给予认可。

© 图片版权说明

封面图片 (由左上方顺时针方向) 版权归昵图网所有。

翻印

出于教育或非赢利目的，只要标明出处，本出版可以以任何形式全部或部分翻印，而无需版权所有人特别许可。如果能收到引用本出版物作为出处的任何刊物，联合国环境署将不胜感激。

未经联合国环境署事先书面许可，不得将该出版物用于转售或其他任何商业目的。如果要申请此类许可，需要说明翻印的目的和意图，应将申请书寄给联合国环境署传播与新闻司 (DCPI) 司长，邮政信箱 30552，肯尼亚内罗毕，邮编 00100。

不得将本出版物中有关专利产品的信息用于宣传或广告。

出版

联合国环境署早期预警与评估司

联合国环境署亚太区域办公室

联合国大楼 2 层，Rajdamnern Nok 大道

曼谷 10200，泰国

电话：+662-288-2617/1133

传真：+ 662-280-3829

E-mail: uneproap@un.org

网址：www.unep.org/roap

中国资源效率：经济学与展望

出版日期：2013 年 7 月

网站：www.unep.org

项目协调人 / 编辑：张金华，Anna Stabrawa / 联合国环境署

封面设计和排版：张艺

印刷：北京奥世达盛图文制作有限公司 (秋世印刷)

中文翻译：陈劭锋、苏利阳、秦海波、梁丽华、刘扬、岳文婧、郑红霞、潘明麒、陈茜、邱明晶

联合国环境署

在全球及自身的活动中推广

无害环境的做法。本出版物的印刷采用的是 100% 的再生纸、植物油墨和其他环保方式。我们的发行政策旨在减少联合国环境署的碳足迹。

前言



在过去的几十年里，中国引人注目的经济增长导致其国内外的自然资源需求以人类史上前所未有的方式增长。

当经济增长让数百万人口摆脱贫困之时，与那些自然资源的开采、加工和利用相联系的严峻环境挑战也接踵而至，无论是在建设领域，还是在发电领域。

但是，正如本报告所表明的，中国的发展轨迹还可以通过其它途径来审视。实际上，当与全球和区域图景进行比较时，中国资源效率的提高在某些方面位居全球最佳行列。

例如，1970-2009年间，中国的能源效率以年均3.9%的名义增长率提高，超过全球不到0.7%和整个亚太地区0.13%的平均增幅。

这些仅为《中国资源效率：经济学与展望》报告的部分发现。该报告是联合国环境署与其区域伙伴—澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）和中国科学院科技政策

与管理科学研究所（IPM, CAS）共同努力的结果。

报告强调，近几年来，中国已经在可再生能源到汽车尾气排放标准领域出台了大量的政策，这些政策正在促进资源效率的提高并且推动向绿色经济和生态文明转型。但是，许多这样的政策效果只能在未来显现出来。

报告同时也指出，中国和其他新兴经济体一样，如果要真正实现更高的资源效率和可持续经济模式转型，不仅需要在资源节约型的基础设施如节能建筑领域，而且也需要在人力资本和治理能力领域进行大规模投资。

考虑到中国对全球市场及可持续性的影响，在某种程度上可以说，中国的发展路径也是世界的发展路径。

本报告有助于读者更加全面地了解中国取得的发展成就以及未来几年乃至几十年内中国在提高资源效率、实现经济增长与资源利用脱钩方面面临的机遇和挑战。



阿希姆·施泰纳
联合国副秘书长

联合国环境署执行主任

目 录

Contents

前言	I
致谢	V
1 主要信息	1
2 概要	2
3 引言	3
4 中国的物质利用模式与物质效率 (1970–2008)	4
专栏 1 数据库构建方法及数据来源	4
5 中国的物质利用驱动因子 (1970–2008)	9
6 中国的能源利用模式与能源效率 (1970–2009)	11
7 中国的能源利用驱动因子 (1970–2005)	16
8 中国的水资源利用模式与水资源效率 (1980–2005)	18
9 中国的温室气体排放 (1970–2005)	20
10 中国的资源效率政策	22
参考文献	29



致 谢

本报告是澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 与联合国环境规划署 (UNEP) 亚太区域办公室项目合作的成果。

作者感谢 UNEP 亚太区域办公室的 Anna Stabrawa、张金华和 Panvirush Vittayapraphakul 为本报告所作的贡献和评议。同时也感谢 CSIRO 生态系统科学的 Tommy Wiedmann 和 Karin Hosking, UNEP 的 Ananda Dias, 蒋南青, 李少毅, Stefanos Fotiou 和 Janet Salem, 中国科学院科技政策与管理科学研究所的刘扬、黄宝荣、李颖明、宋敦江、潘明麒、苏利阳以及菲律宾的 Anthony Chiu 分别对本报告进行了评议和编辑。



1 主要信息

- ◆ 在过去的数十年里，中国经济发展的巨大进步极大地增加了其对自然资源的需求，因此与那些资源的开采、加工和利用相关的环境压力也大为增加。
- ◆ 迄今为止，富裕度的增加是中国资源压力最重要的驱动因子，其影响远远超过人口增长所带来的影响。
- ◆ 相对于亚太地区和全球而言，中国提高资源效率的成效尤为突出。遗憾的是，这些改善不足以抵消因人均收入增加而导致的新增资源需求。而且近期内中国资源效率的提高速度有所放缓。
- ◆ 就人均而言，中国不再是一个资源需求低的国家，其需求水平相当于甚至高于许多工业化国家。然而，这一事实要联系到其作为其它国家终端消费品的主要供应商这一角色来看待。
- ◆ 按绝对量来说，中国产业转型的全球资源需求规模效应前所未有的。这源于中国巨大的人口数量。在千年之交，全球物质消费年增长的大部分是由中国的经济转型所引发的。
- ◆ 尽管物质需求大规模增加，但是中国总体上仍然继续依靠国内供应来满足其绝大部分新增资源需求。然而，中国对一些关键物质的进口依存度迅速增加。
- ◆ 由于中国依靠自身来满足其主要的资源需求，因此一些先进的工业化国家所达到的极高表观资源效率不可能成为中国的现实标杆。
- ◆ 近年来，中国陆续出台了一系列的相关政策措施来提高资源效率。但是，许多这样的政策效果只能在未来的岁月里显现出来。

2 概 要

近几十年来，中国经济发展和社会进步的速度异常之快。一般而言，作为一个国家工业化和城市化进程的案例，中国物质生活水平的快速提高伴随着人均资源需求量的大幅增加，并且与资源的开采、加工和利用相联系的环境压力也相应增加。

虽然其他国家也曾经历过快速的发展阶段，但是中国的产业转型在其影响的绝对人口数量上是史无前例的。人均物质消费的快速增加与规模巨大的人口总量相结合，导致中国从上世纪七十年代相对适中的物质消费国一跃成为千年之交主导全球物质消费增长的国家。中国虽然对全球能源需求的影响也十分巨大，但是不如其物质需求的影响那么深远。

事实上，相较于亚太地区 and 全球而言，中国在提高能源和物质利用效率方面的成效尤为突出，但是其对资源的新增需求仍然是巨大的。近几十年来，中国的资源效率成就巨大，尤其在能源强度方面。然而，值得关注的是，在大部分研究期内，中国物质强度的提高速度已经大大减缓，尽管该速度仍优于亚太地区和全球的平均速度。中国最近出台了大量提高资源效率的相关政策，但是这些政策能否有助于中国资源效率的提高速度回到早些时候的快速度，仍有待观察。

如果把稳定或减少环境影响作为政策目标的话，中国在资源效率方面的斐然成就仍然远未达到该政策目标所要求的水平。在整个研究期，中国的总物质和能源消费增长速度高于全球平均水平。如果最近的政策举措不能足以证明中国可以快速提高其资源效率，并且这种提高速度快于迄今为止中国所经历的最快速度，可以预计中国的环境压力将继续快速增大。所以，一切照旧的话，很难设想中国的资源利用效率会达到企及的水平。这意味着如果中国要维持较高的经济增长水平的同时避免其自然环境进一步和大规模退化，就需要生产和基础设施系统前所未有的创新来支撑中国的现代化。

在评估中国资源利用和资源效率的总体绩效时，需要考虑一些特殊情况。首先，中国近期的发展模式是高度的出口导向型模式，因此中国有很大一部分的物质消费是用来生产其他国家的最终消费品。而且，不像许多老牌的工业化国家，中国仍通过国内开采来满足其大部分资源需求，尽管它对金属矿石和一些化石燃料的进口依赖度迅速增加。这种相对较高的自给率，有其一些重要的优势，特别是能够确保供应安全性，但是也有明显的缺点。也许最大的缺点是中国在人口稠密的领土上面临着巨大的、与资源开采和加工相关联的环境压力。

中国物质自给率相对较高的另一个影响是其表观物质消费也处于类似的较高水平，因为中国通过国内来满足其一次物质和能源需求，并且所有相关的压力都出现在其国内。其中一个重要的含义就是，期望中国达到这些发达国家那样极高的表观资源效率水平是不现实的，因为这些国家已经将其大部分的资源 and 能源密集型生产环节转移到了域外（除非中国亦是如此）。

3 引言

从已有的工作 (UNEP, 2011) 来看, 中国的资源效率趋势现在主导着整个亚太地区的资源效率趋势, 而亚太地区的资源利用轨迹又决定着全球的资源利用轨迹, 这种情形已经显而易见。在此背景下, 形成一份关于中国资源效率的翔实报告恰逢其时。目前, 中国的资源需求已经对全球的资源流动产生了深远的影响。然而, 迄今为止中国尚未完成其工业化和城市化进程, 人均 GDP 仍然只是其国内经济最发达地区的一小部分。可以预期, 中国将继续推进其现代化建设, 提高人民生活水平。在这种情况下, 了解经济持续增长将对保持环境质量和满足自然资源需求能力提出巨大挑战是十分重要的。而对资源效率趋势及其内在的驱动因子进行详细分析则是了解这些挑战的关键组成部分。

与 UNEP (2011) 报告相比, 这份报告对中国提供了更为详细的数据和分析。它可以看作是那份报告的聚焦单个国家版本, 因此其框架结构大致相同。报告大部分章节中使用的基础数据仅来自完成 UNEP (2011) 报告所搜集整理的中国具体数据, 数据的时间跨度是 1970-2005 年。例外的是, 该报告主要对物质流数据进行了更新和修订, 数据的时间序列有所扩展, 覆盖到 1970-2008 年。

4 中国的物质利用模式与物质效率 (1970–2008)

人类利用自然资源（包括物质、能源、水和土地）以支撑其所有的社会经济活动。通过开采、提炼和转变，自然资源的价值得以提升从而服务于广泛的消费活动。一些自然资源在消费过程中被耗尽（例如食品、饲料和燃料），而另一些则转化为耐用消费品（如建筑物、基础设施、机械和消费品），持续时间更长。在生产-消费过程中的各个阶段都会产生废弃物和排放物，最终，在其生命周期的最后阶段，每种初级资源都会作为一种废弃物或者排放物而被排泄到环境中去。

历史上，全球大部分资源使用增长出现在高收入的经合组织（OECD）国家，但是最近，亚太地区已成为全球主要的资源消费者。到 20 世纪末，亚太地区的物质使用总量已超过世界其它地区。自 1990 年代以来，中国一直是该地区极高增长轨迹的中心（UNEP, 2011）。

专栏 1：数据库构建方法及数据源

有关本报告所依据的新数据库构建方法和所有的基础数据源的详细技术说明附件详见附件网站，附件的要点总结如下：

采用的所有主要基础数据集都来源于公开渠道（尽管并非都是免费）。这些来源包括：美国能源信息署（2011），世界粮农组织（2011a, 2011b, 2011c, 2011d），国际能源署（2011a, 2011b, 2011c, 2011d），联合国统计司（2011a, 2011b），美国地质调查局（2011）。由于基础数据的可得性、一致性和可靠性问题，亚太地区的许多小国家被排除在数据库之外。在数据库中保留的 29 个国家包括：澳大利亚、孟加拉国、文莱、柬埔寨、中国、朝鲜、斐济、印度、印度尼西亚、日本、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、老挝、马来西亚、蒙古、缅甸、尼泊尔、新西兰、巴基斯坦、巴布亚新几内亚、菲律宾、韩国、新加坡、斯里兰卡、塔吉克斯坦、泰国、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦和越南。数据库涵盖的物质种类是欧盟统计局（2011）描述的物质流核算框架中所考虑的那些原材料，也就是生物质、建筑用矿物、化石燃料、金属矿石和工业矿物。重要的是，虽然采用的基础数据集通常具有很高的质量，但是当新数据库要求在开采的或类似的基础上进行时，这些数据集往往都是根据一种物质的开采值来划定。例如，美国地质调查局（2011）一般会根据金属含量给出开采量数据，而新数据库中的开采量则需要根据开采的矿石量来定。这至少要求对不同的金属应用不同的假定矿石品位。就物质的一些子类别而言，当任何一种缺少或没有直接的基础数据时，其吨位数必须通过模拟和推断来确定。一个著名的例子就是模拟放牧的生物量。

数据库的编制方法尽可能符合欧盟统计局（2011）所建立的指南，但是当与指南存在明显的偏离时，其背后的根据和实施情况的详细说明见：<http://www.cse.csiro.au/forms/files/MFA-Technical-Annex.pdf>。

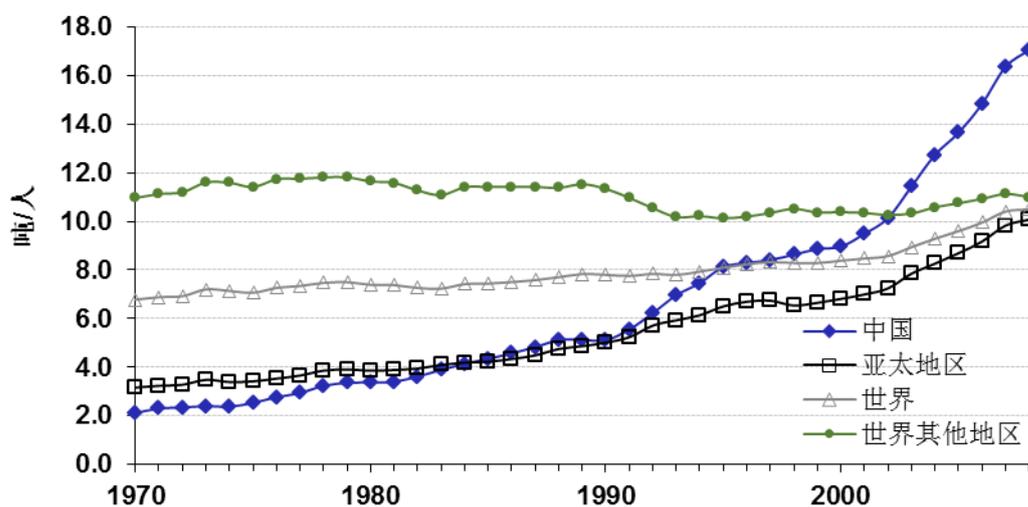


图1 1970—2008年中国、亚太地区、全球（不包括亚太地区）和世界其他地区人均国内物质消耗量

中国物质利用的快速增长轨迹已经融入到全球进程中（图1）。中国人均原材料消费量已经从1970年占世界平均水平的31%增加到2008年世界平均水平的162%以上。即使在极具活力的亚太地区，中国人均国内物质消费量（DMC）的增速也非常突出，1970-2008年年均增长5.6%，几乎是该地区平均增速的两倍。此外，中国本已很高的人均国内物质消费增速从2000年前后又开始加速，在21世纪头十年平均增速超过9%。

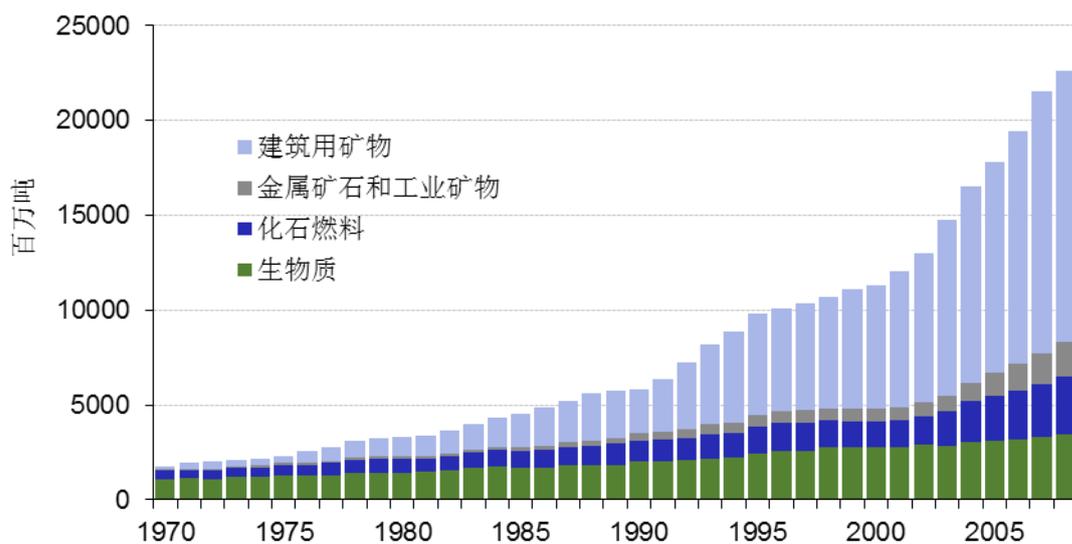


图2 1970-2008年中国四类主要物质消费

图2展示了中国四类主要物质消费构成。这也清楚地反映了中国在经历从农业社会到工业社会的社会代谢转型过程中，国内物质消费总量的巨大规模及不同类型物质相对重要性的变化。1970年，中国物质消费总量为17亿吨，约占当年世界总量的7%，排在第三位。到2008年，中国物质消费量达到226亿吨，占世界总量的32%，成为迄今为止世界上最大的原材料消费国，几乎是排名第二的美国的四倍。

在研究期间，中国消费的四类主要物质相对份额发生了重要转变。生物质占总物质消费的比重从1970年的63%下降到2008年的15%，同时在这一时期的后半段，由于大规模的城市化及倚重主要基础设施投资，导致建筑用矿物的份额从8%上升到63%。金属矿石和工业矿物的份额也基本上也翻了一番，从4%上升到8%，而化石燃料的份额则从25%下降到14%。虽然化石燃料的相对份额有所下降，但是化石燃料的总消费量实际上却在此期间增加了7倍多，年名义增长率为5.3%。

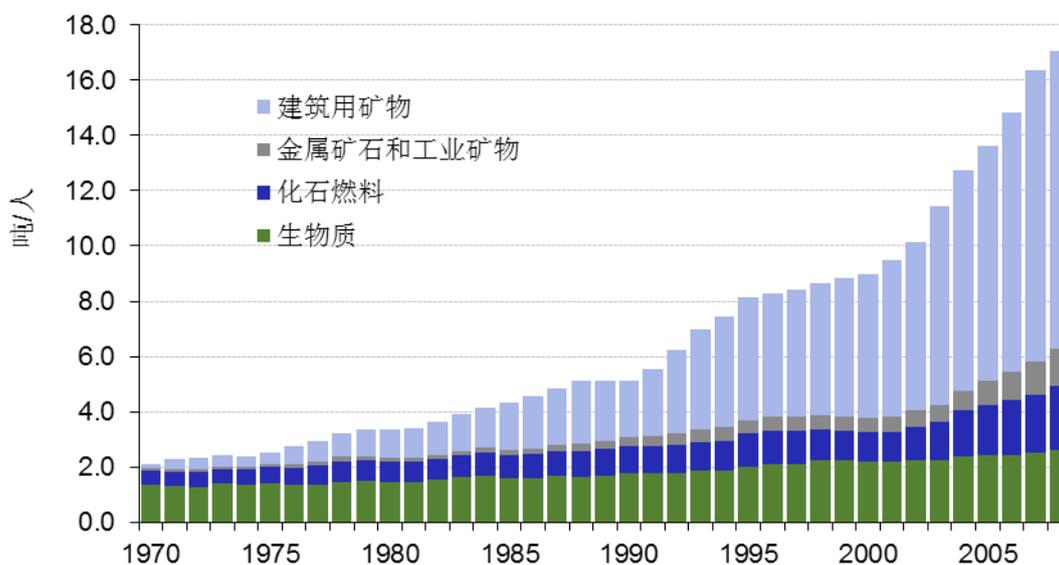


图3 1970-2008年中国四类主要物质的人均国内消费量

图3给出了四类主要物质各自的人均消费量变化情况，而图4则表明了中国人均国内物质开采量。这两个图极其相似，说明了中国大部分物质总体需求的相对自给程度。即便是经历了1990-2008年间的极高速增长，中国国内物质消费总量增速仅比国内总开采量增速超出不到3%，也就是说，中国能够足以通过提高开采速度来几乎满足其需求。虽然这是一个令人鼓舞的结果，但是在对单种物质类别的考察后发现其进口依存度明显增加。

图5显示了1970-2008年间中国人均物质贸易差额（等于人均国内物质消费量减去人均国内物质开采量）变化情况，这表明中国正越来越依赖于进口。图中最明显的特征就是金属矿石和工业矿物净进口量的快速增长（图5）。到2008年，中国金属矿石和工业矿物的净进口量占到国内此类物质消费的25%。而十年前这一比例仅为9%。此外，几乎可以肯定地说，中国在此类物质上对外国供应商的依赖程度要远远高于25%这个粗算数，因为这类物质的贸易品与它们最初的开采方式相比常常需要高度提炼。例如，国际上一般交易的是铜精矿和金属，而不是开采的铜矿石。由于这类产品的金属含量通常是单位重量的原开采矿金属含量的数十到数百倍，所以进口1吨产品就可以替代国内开采的很多吨矿石。

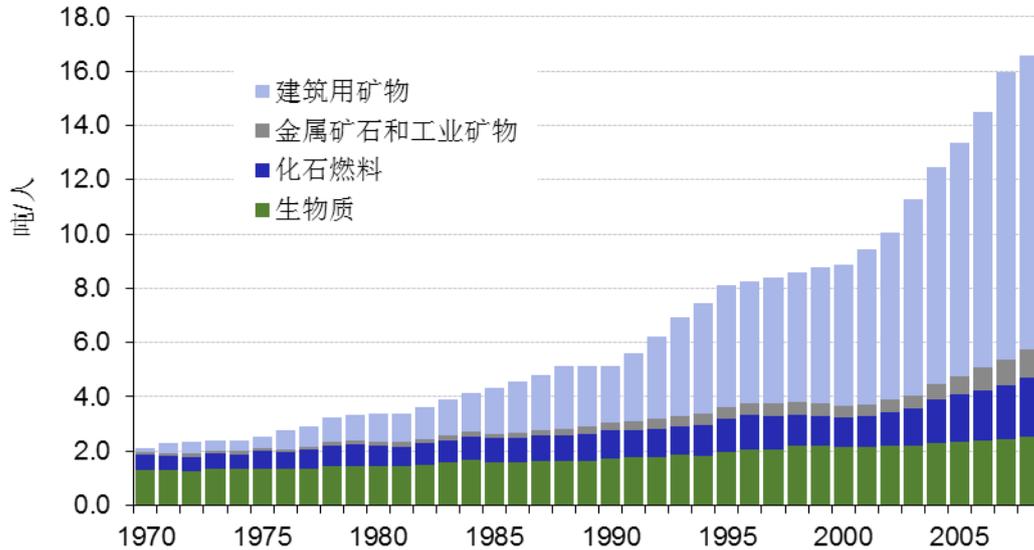


图4 1970-2008年中国四类主要物质人均国内开采量

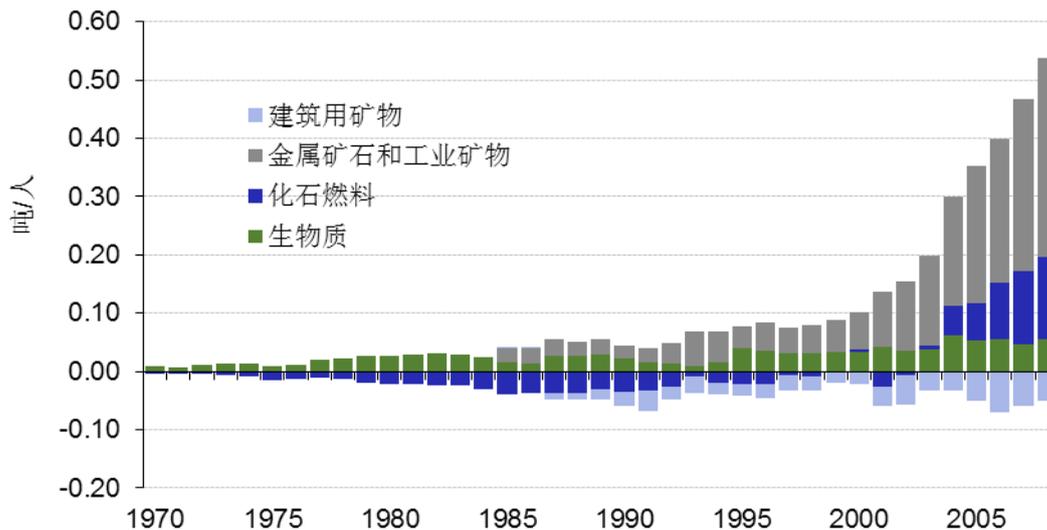


图5 1970-2008年中国四类主要物质人均物质贸易差额

在此情形下，似乎有可能看到中国经济对外国金属产品的依赖已超过国内的开采。这种集中效应发挥作用的程度，在不同类型的物质之间变化很大 (Schandl and West, 2012)。

图5所示的另一个主要特征是中国从化石燃料的净出口国变成了净进口国。与国内开采量相比，净进口量仍然相对较小，占6%左右，但是在2004-2008年间，其年均名义增长率为22%。而且值得关注的是，当我们将化石燃料类汇总数据拆分开来的时候，发现这个类别进口的大部分是石油。通常认为石油是最容易遭遇限产的化石能源，因此也是三种主要化石燃料（煤炭、天然气和石油）中，最先经受价格上扬压力的化石燃料。

中国的生物质净进口量也在增长，1970-2008年间其名义增长率不到3%，但是其份额相对于国内开采量而言仍然很小，低于3%。

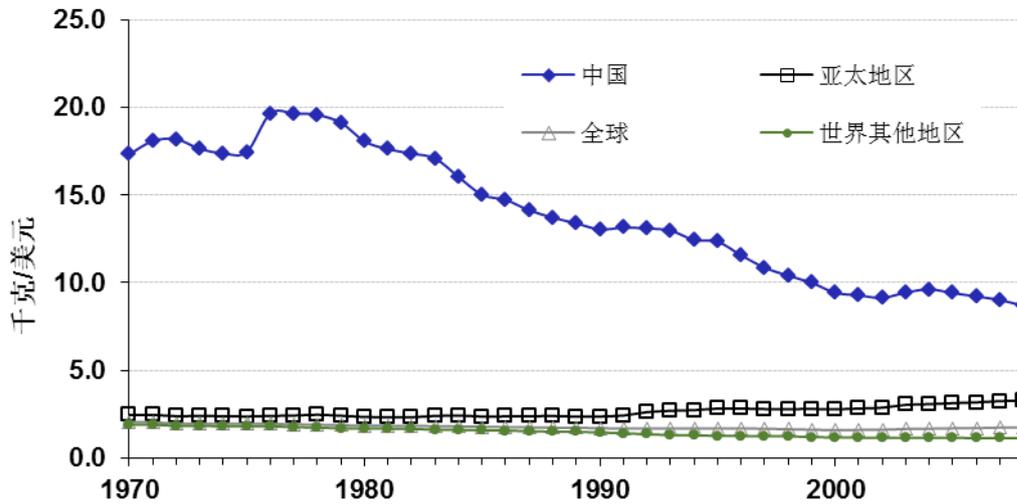


图6 1970-2008年中国、亚太地区、全球和世界其他地区（不包括亚太地区）物质强度比较

图6表明了中国经济的物质强度(由DMC/GDP计算)演变过程。物质强度(MI)是一个很重要的指标,它表征一个经济体努力使其增长与不断增加的原材料投入脱钩的程度。在1970-2008年的大部分时间里,中国的物质强度呈现出明显的下降(改善)趋势,其中1970-2000年间,年名义增长率下降约2%。然而,物质强度的改善速度并不足以抵消此间经济快速增长造成的日益严峻的环境压力,但它确实在某种程度上起到了一定的减缓作用。遗憾的是,自2000年以来,中国经历了一段极高速的经济增长期,在此期间,物质强度的不断改善势头几乎停滞不前,每年下降不到1%。结果,中国伴随原材料开采而带来的环境压力可能以类似于其快速的经济增长速度而增加。在中国的发展过程中,开采压力肯定还没有出现朝环境库兹涅茨曲线方向发展的迹象,也就是随着人均收入的增加,人均国内物质消费量也持续快速增加。从图3中易知,乐观一点的原因可能是建筑用矿物的增长已成为国内物质消费增加的最大因素。建筑用矿物,不像化石燃料、大多数生物质及一些金属矿石,几乎被全部用于建设存量型的、寿命周期长的基础设施和建筑物,而非作为生产和服务的消费性投入,因此目前很多这样的国内物质消费本质上将不会持续,很可能在较长时期内有助于提高中国的资源效率。例如,从建设更便捷和更有效率的交通通讯网络以及高质量和高能效的建筑物到取代旧的、低能效的发电技术和工厂,可望提高资源效率。但是,这种乐观的结果在多大程度上实现,只有经过很长一段时间后才可以显现出来,并且必须经受高消费相关的其他因素快速增长的考验,例如汽车保有量迅速增加,2003-2008年间每年以18%以上的名义速度增长(World Bank, 2011)。

5 中国的物质利用驱动因子（1970—2008）

一个经济体的资源消费水平受到多重因素的驱动。Ehrlich and Holdren (1971) 提出的 $I = P \times A \times T$ 方程 (IPAT) 是一个广泛使用的分析框架。它将任何具体的环境影响背后的驱动因子概念化为人口 (P)、人口的富裕度水平 ($A = \text{GDP}/P$) 与技术系数 (T) 的乘积。必须强调的是技术系数 T 只是强度即被研究经济体每单位经济产出的环境影响, 与或多或少的先进技术概念没有简单的联系。有鉴于此, 考虑用国内物质消费 (DMC) 来表征环境影响, 所以 T 可以定义为 DMC/GDP , 也就是物质强度 (MI)。本节中的 DMC 和 MI 下标有其对应的 IPAT 变量, 即 $\text{DMC}_{(I)}$ 和 $\text{MI}_{(T)}$ 。

利用这个框架的最初形式, 可以直接确定某一因子的变化对 I 造成的影响。在其他因素相同的情况下, 人口增加 10%, 将会导致 I 增加 10%。但是由于方程的乘法性质, 当两个或者两个以上的因子同时发生变化时, 这种情形变得不再清楚。进一步而言, 如果我们希望将 $\text{DMC}_{(I)}$ 变化的“责任”按比例分配给不同的因子, 使各部分之和等于 100%。这个分配问题的一种解决方案就是通过将 IPAT 因子转化为对数形式, 给出 IPAT 方程的加和形式, 才可以把百分比贡献分配给不同因子并且其加和等于 100%。由此我们便得到可满足前文所述要求的 IPAT 方程的改进形式。表 1 中的最后三列就是应用这种技术的结果。

表 1 显示了中国、亚太地区以及整个全球在过去的四十年里, 人口、富裕度以及物质强度 ($\text{MI}_{(T)}$) 在驱动 $\text{DMC}_{(I)}$ 增长中的相对重要性是如何变化的。通过表 1 可以明显看到, 对于所研究的每个 10 年时间段, 中国的 $\text{DMC}_{(I)}$ 的增加速度都远高于世界平均水平, 也大大高于整个亚太地区。重要的是, 对于中国、亚太地区和全球而言, 各个驱动因子的相对重要性极其不同。在前三个十年中, 亚太地区和全球人口增加与富裕度增加相比都是相对重要的。而对于中国而言, 富裕度的增加在所有的研究时段中则是超强的驱动因子。1970-1980 年间, 中国富裕度的增加对 $\text{DMC}_{(I)}$ 增加的贡献超过人口增长的两倍。而到 2000-2008 年最近一个时段, 富裕度增加的贡献已超过人口增加影响的 20 倍。除头 10 年里 $\text{MI}_{(T)}$ 的变化轻微加剧 $\text{DMC}_{(I)}$ 增长外, 其它各时期均对 $\text{DMC}_{(I)}$ 增长率起着减缓作用。1980-2000 年期间, $\text{MI}_{(T)}$ 的减缓作用相当强劲, 虽然抵消了 2-3 倍的、因人口增长导致的 $\text{DMC}_{(I)}$ 增长, 然而与富裕度增加的影响相比, 仍相形见绌。在除 1970-1980 年外的其它各时期, 中国 $\text{MI}_{(T)}$ 的改善速度已经快于亚太地区或全球。在 1990-2000 年以及 2000-2008 年间, 中国 $\text{MI}_{(T)}$ 的快速改善与整个亚太地区的显著退化形成了鲜明的对比。中国快速的经济增长则是造成亚太地区 $\text{MI}_{(T)}$ 退化的主要原因。这个有点令人啼笑皆非的结果来自于这样一个事实: 尽管中国的 $\text{MI}_{(T)}$ 已经获得巨大的改善, 但是仍然比亚太地区的其他主要经济体高得多, 特别是日本, 它的 $\text{MI}_{(T)}$ 可能是世界最低的。随着中国在亚太地区经济中的相对份额不断增长, 整个亚太地区的平均 $\text{MI}_{(T)}$ 也在向中国一侧靠近, 也就是逐渐增加。

在此很重要的一点就是，中国能够并且应该追求旨在降低 $MI_{(T)}$ 和提高资源效率的政策，特别是在看到 2000-2008 年间中国的 $MI_{(T)}$ 改善速度降低之后，但中国不可能达到日本的 $MI_{(T)}$ 水平。其原因是日本极低的 $MI_{(T)}$ 背后的一个主要因素是，它将许多物质最密集型的产业都转移到了海外，特别是金属矿产和工业矿物的初级采掘业。这意味着只有相对较少吨位的粗金属和金属精矿国际贸易量被计入日本的 $DMC_{(I)}$ 中。相比之下，中国总体上仍然拥有一个非常庞大的采矿和采掘部门。Schandl 和 West (2012) 详细讨论了国际商品贸易中原材料的提炼对那些开采原材料而不是进口原材料国家表现物质消费的影响。简而言之，当进口提炼过的原材料可以降低一个国家的 $DMC_{(I)}$ 时，而这种表面上的改善只是减少了另外一个国家的成效，而从可持续性的观点来看可能收效甚微。

表 1 四个时期（1970-1980、1980-1990、1990-2000 和 2000-2008 年）中国、亚太地区和全球国内物质消费（DMI）增长的主要驱动因子比较

	DMC _(I) (%)	DMC _(I) (吨)	P	A	MI _(T)	对数转化后的贡献份额		
						P	A	MI _(T)
1970 - 1980								
中国	91%	1,573,721,266	20%	53%	4%	28%	65%	6%
亚太地区	50%	3,114,312,314	23%	28%	-4%	50%	60%	-11%
全球	32%	7,919,652,804	21%	21%	-10%	68%	70%	-38%
1980 - 1990								
中国	76%	2,498,626,023	16%	110%	-28%	26%	132%	-58%
亚太地区	58%	5,445,357,573	22%	31%	1%	41%	56%	3%
全球	26%	8,544,041,368	19%	14%	-8%	76%	60%	-36%
1990 - 2000								
中国	95%	5,512,745,379	11%	142%	-28%	16%	133%	-49%
亚太地区	57%	8,397,112,868	15%	18%	17%	31%	35%	34%
全球	24%	9,797,934,834	15%	15%	-6%	66%	64%	-31%
2000 - 2008								
中国	100%	11,266,439,041	5%	107%	-8%	7%	105%	-12%
亚太地区	61%	14,248,243,163	9%	26%	18%	18%	48%	34%
全球	37%	19,074,496,272	10%	14%	10%	30%	42%	28%

6 中国的能源利用模式和能源效率 (1970-2009)

对于现代社会而言，获取丰富能源的重要性难以用语言表达。实际上，所有主要的工业生产过程都是以能源的极大规模投入为标志。农业部门劳动生产率的现代化和提高过程在很大程度上被认为是以化石能源替代人力和畜力，更间接地替代其它投入，例如以化石能源密集型的化肥替代天然肥料 - 粪肥。大规模的服务部门，也是最发达经济体的特征，只有通过劳动生产率的大幅提高才能成为可能，而劳动生产率的大幅提高是在过去的 200 年里对自然资源进行开采、转化和分配给终端消费者的过程中实现的。所有这些均依赖于集中式能源的大规模投入，主要是化石燃料投入 (UNEP, 2011)。

中国经历快速的工业化时期已有数十年了，自千年之交以来，工业化进程更是明显提速。以一次能源供应总量 (TPES) 来衡量，中国的人均能源消费量占世界平均水平的比例已经从 1970 年的 31% 上升到 2005 年的 74% 和 2009 年的 95%。虽然这种增长相当可观，但还是明显低于前一章节所看到的物质消费增长水平。图 7 表明，直到 2000 年的时候，中国的人均能源使用量与整个亚太地区大体保持一致。似乎从 2001 年起，中国的一次能源供应总量的增速则快得多。1970-2000 年间，中国人均一次能源供应总量年均增长 2.1%，而在 2000-2005 年以及 2005-2009 年间，其年均增速分别提升到 8.5% 和 6.5%。

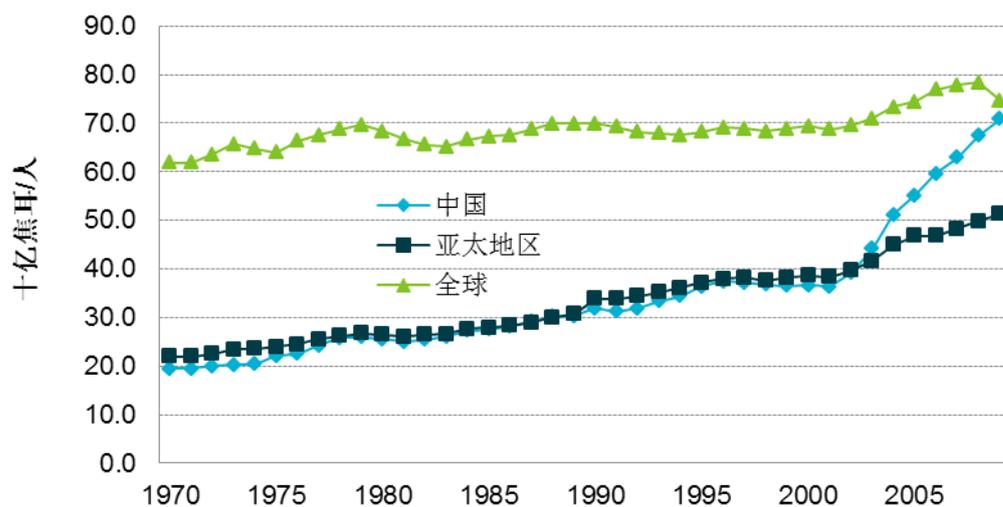


图 7 人均一次能源供应总量

主要数据来源：IEA, 2007b; IEA, 2007a; World Bank, 2011

图 7 表明了中国一次能源供应总量¹的 6 种主要来源分类构成。此外，虽然一次能源供应总量增长相当强劲，但是一直比物质消费增速低得多。这或者意味着中国的经济迈向使用更少的能源密集型物质，或者得益于主要生产过程的能源效率随时间的强力改善。1970-2009 年间，中国能源供应总量年均增长 4.6%。

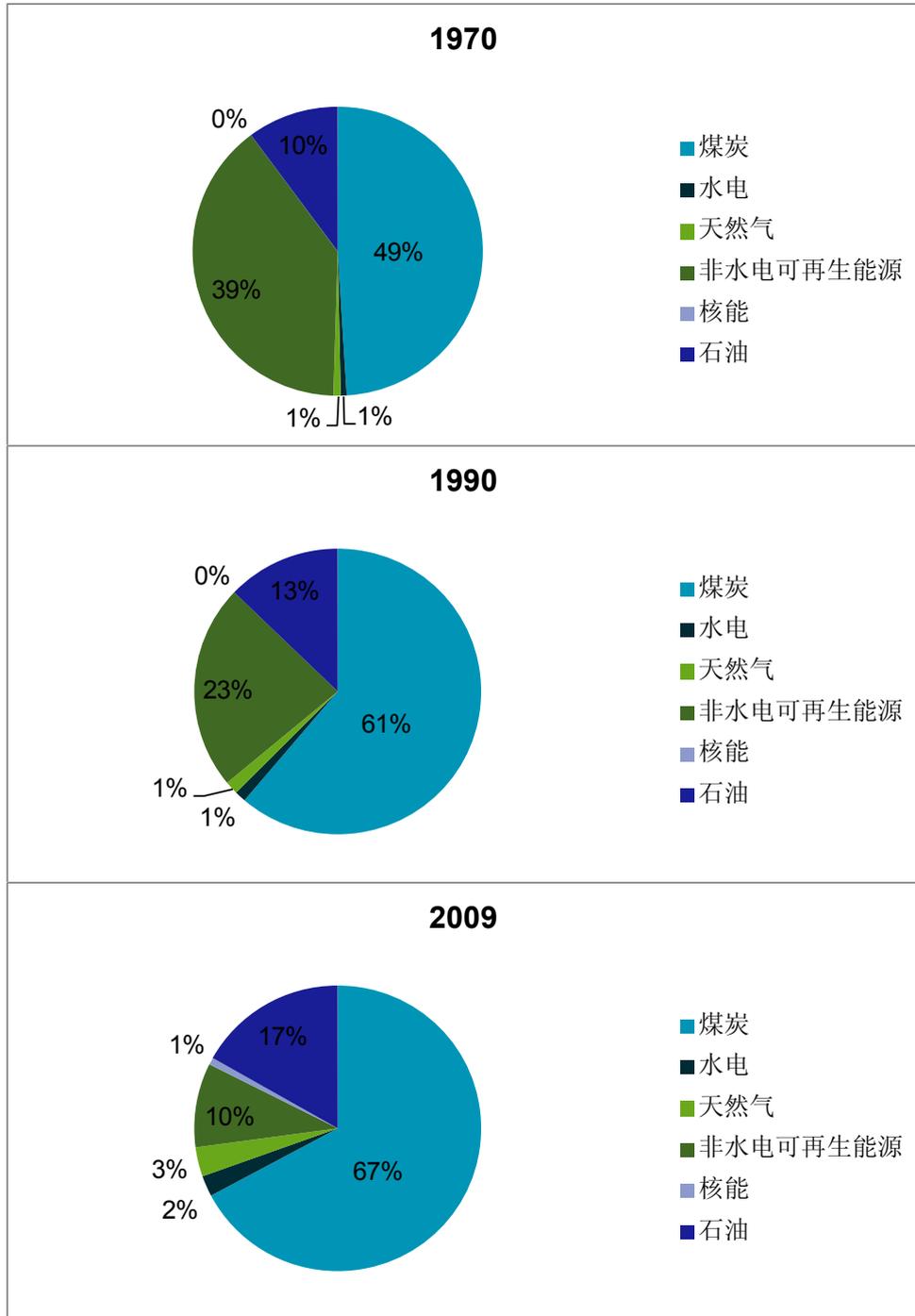


图 8 1970、1990 和 2009 年间一次能源供应总量来源份额的变化情况

来源：IEA, 2007 a; IEA, 2007 b; IEA, 2011c

¹ 本节所使用的基础数据源没有物质数据源那么丰富多样，实际上所有的能源流数据均来自国际能源署 (IEA) 出版物 (IEA, 2007 a, 2007 b, 2007 c, 2007 d)，国内生产总值 (GDP) 和增加值信息来自世界银行数据 (世界银行, 2009)

随着一次能源供应总量的增长，不同能源的相对重要性也发生了显著变化。图 8 表明了 1970、1990 和 2009 年间这些能源相对份额的变化情况。可以看到，非水电类的可再生能源（主要是生物燃料和废物）份额大幅减少，从 1970 年的 39% 下降到 2009 年的 10%，而各种化石能源所占比重强劲增长，这与研究期内社会有机体代谢从以生物质为基础的经济向很大程度上以矿物质为基础的工业化社会转型是一致的。自 1970s 以来，煤炭的份额增幅最大，现在已经占到一次能源供应总量的 67%。石油占 17%，而天然气份额很小只占 3%。煤炭份额的大幅增加也导致二氧化碳排放量快速增长。

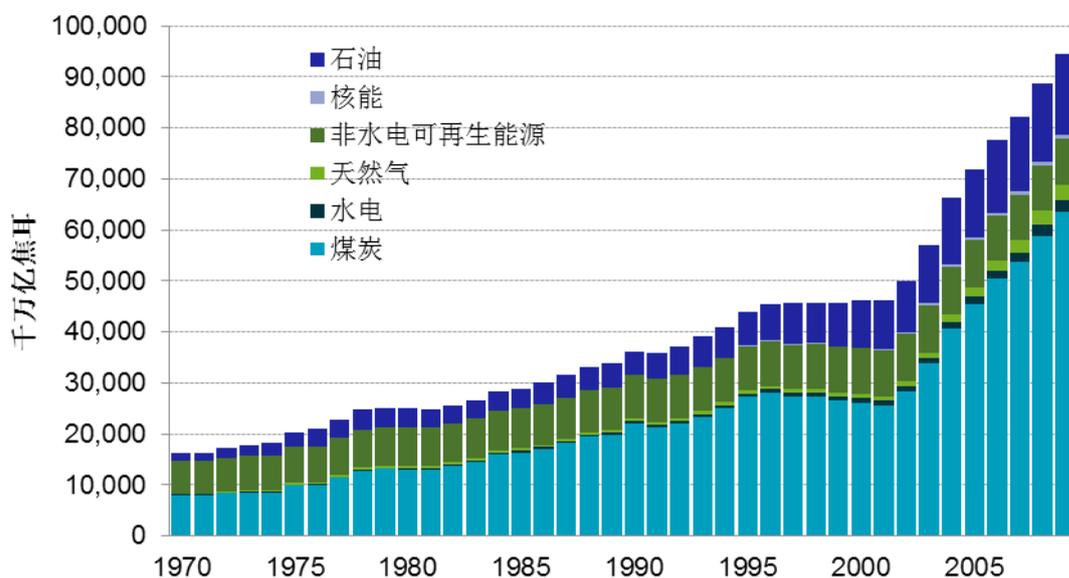


图 9 不同类型的一次能源供应总量

来源：IEA, 2007 a; IEA, 2007 b; IEA, 2011c

在图 9 中的时间序列所揭示的整个一次能源供应结构中，煤炭的轨迹特别有趣。自 1970 年起，煤炭消费连续保持着合理的增长速度，但是从 1990 年代中期到 2001 年，煤炭消费量却连续下降。在同一时期，其它能源消费要么保持平稳要么持续增长。紧随其后的是煤炭消费的一个极快增长期，8 年之内煤炭消费增加了近 2.5 倍。中国煤炭的“复兴”可以通过参考图 10 得到部分解释。由图 10 可以看到，中国完全能够通过大规模扩大国内煤炭开采量来满足其能源需求，其国内煤炭开采量大约是煤炭消费量的 105%。相比之下，国内石油开采量作为一次能源供应总量中的第二大组成部分，仅占到石油消费量的 57%。通过扩大煤炭在能源结构中的份额，中国保持了相对较高的能源自给率。

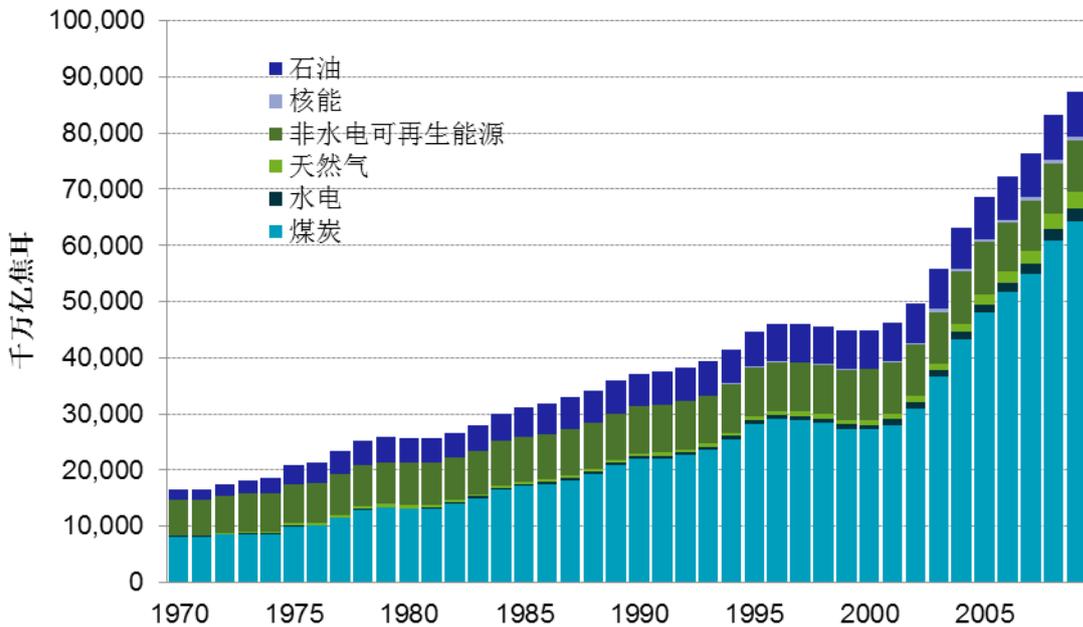


图 10 不同类型的国内一次能源生产量

来源：IEA, 2007 a; IEA, 2007 b; IEA, 2011c

图 11 表明，1970-2009 年间，中国将能源转化为经济产出的效率，用 TPES/GDP（能源强度）来衡量，大大提高。在整个时期内，能源强度（EI）以年均 3.91% 的名义速度下降。到目前为止，中国能源效率的提高速度高于世界 0.68% 和亚太地区的 0.13% 的年均增长速度。尽管得到极大提高，中国的能源效率仍旧低于全球和亚太地区标准。2009 年，中国每单位经济产出的能源需求是全球平均水平的近 2.5 倍，约为亚太地区的两倍。无论如何，当中国经济在亚太地区经济中的相对份额增加时，它在降低能源强度方面所取得的成就大大阻止了整个亚太地区能源强度的快速增加。遗憾的是，这种情形似乎已经发生了改变。中国的能源强度从 2000 年起减缓了改善速度，而其 GDP 在整个亚太地区 GDP 总和中的比重却持续增加。

图 12 提供了 1970-2005 年中国经济三大行业的能源效率情况。从图中可以看出，工业部门的能源效率改善最大，但是迄今为止，它仍然是能源转换效率最低的部门。此外，进入新千年后，工业部门的能源强度趋势发生了转变而迈向逐步增加，这一点表明中国的经济模式在极大促进工业部门发展的同时，本身在提高能源效率方面所发挥的作用很少。从 1970 年代末到 2000 年，中国能源强度的持续改善，可能是这一时期体制改革与技术现代化相结合的一次性收益。如果是这样的话，未来要获得进一步的收益可能更难，因为新工厂与其要替代或加强的现有工厂之间在过程效率上的差距越来越小，并且大规模无效率地配置经济资源配置更难识别。如果情况属实，未来能源效率的进一步改善可能很大程度上需要通过促进相对于工业部门而言的非能源密集型部门如服务部门的成长来实现。

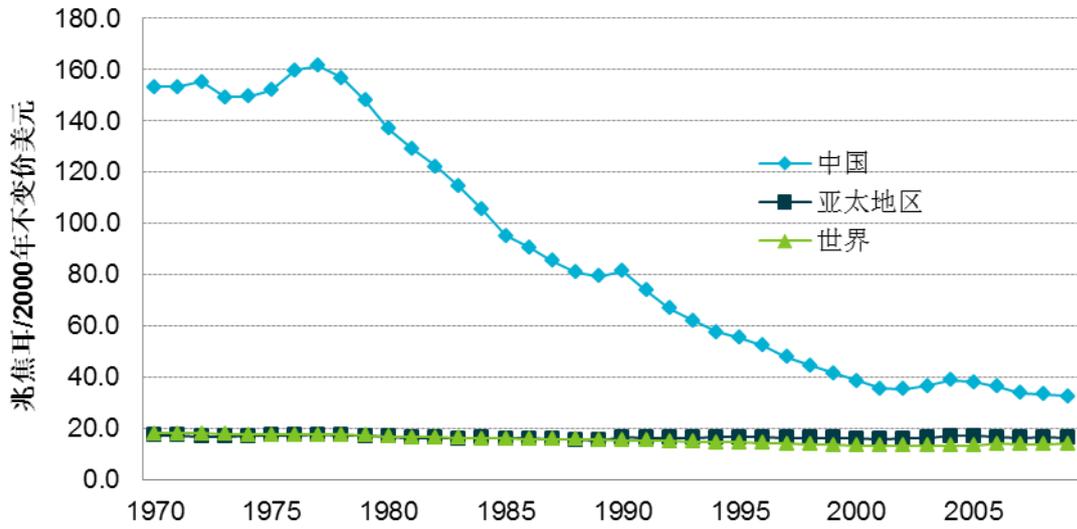


图 11 中国经济的能源强度与世界和亚太地区平均水平的比较

(美元是基于汇率的 2000 年不变价)

来源：IEA, 2007b; IEA, 2007a; World Bank, 2011

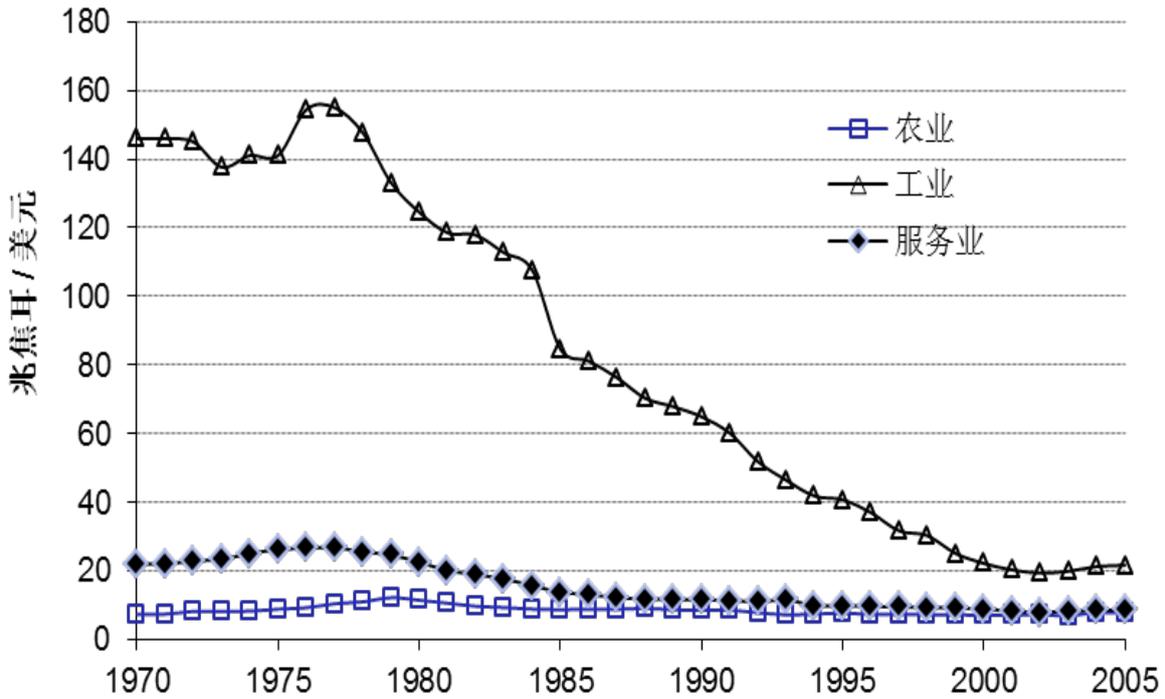


图 12 中国经济的农业、工业和服务部门的能源强度 (美元是基于汇率的 2000 年不变价)

来源：IEA, 2007b; IEA, 2007a; World Bank, 2012

7 中国的能源利用驱动因子 (1970–2005)

本节采用 IPAT 框架来分析中国一次能源供应总量的驱动因子，该框架在前面的物质消费部分已讨论过。读者可以参考前面章节第一段中对 IPAT 方程的解释。在此唯一的不同就是环境影响 (I) 用一次能源供应总量表征，所以相应的技术系数 (T) 为能源强度 (EI)。在本节中，一次能源供应总量和能源强度所对应的 IPAT 变量均带有下标即 TPES (I) 和 EI (T)。

表 2 显示了中国、亚太地区和整个世界在 1975-2005 年间 3 个 10 年时段内，人口、富裕度和能源强度在驱动各自能源供应总量增长中的相对重要性变化情况。在所研究的每 10 年一个时段内，中国一次能源供应总量的增速大约比全球平均水平快 2-3 倍，但是与整个亚太地区的快速增长率大体类似，只是在研究的最后 10 年 (1995-2005)，增长速度才明显超过亚太地区平均水平。正如在前文的物质研究部分所看到的，中国、亚太地区和全球的每个驱动因子的相对重要性极其不同。在每个 10 年中，亚太地区和全球尺度上人口的增加相对于富裕度的增加而言是比较重要的 (其贡献率是富裕度的 60%-140%)。但是对于中国来说，富裕度增加的贡献率一直是人口的五倍以上。

表 2 中国、亚太地区和全球三个时段 (1975-1985, 1985-1995, 1995-2005) 一次能源供应总量增长的主要驱动因子比较

	TPES _(I) (%)	TPES _(I) (兆焦)	P	A	EI _(T)	对数转化后的贡献份额		
						P	A	EI _(T)
1975 - 1985								
中国	43%	8,710	15%	99%	-37%	38%	193%	-131%
亚太地区	40%	21,368	20%	26%	-7%	54%	68%	-22%
全球	25%	64,653	19%	15%	-9%	77%	64%	-41%
1985 - 1995								
中国	51%	14,889	15%	127%	-42%	33%	198%	-131%
亚太地区	61%	45,222	21%	28%	4%	39%	52%	8%
全球	19%	61,752	17%	13%	-10%	92%	68%	-60%
1995 - 2005								
中国	64%	28,029	8%	120%	-31%	16%	160%	-76%
亚太地区	42%	50,638	13%	22%	3%	35%	57%	8%
全球	24%	92,548	14%	19%	-8%	59%	79%	-39%

中国降低能源强度的成就对减缓一次能源供应总量增长的作用要比前面所看到的物质的作用大。在从 1975-1995 年的前两个时期内，能源强度的降低大约抵消了因富裕度增加而导致的一次能源供应总量增加量的 2/3，而在 1995-2005 年间，仍抵消掉富裕度作用的近一半。在所有的时段内，能源强度的下降都抵消了因人口增长而导致的一次能源供应量增加量的好几倍。很显然，中国能源强度的改善对国家层面的能源利用有着很强的抑制作用。然而，随着中国在亚太地区经济中的份额不断增加，其能源强度的降低速度还不能快到足以避免整个亚太地区能源强度边际增加的地步。1975-1985 年间，亚太地区的能源强度下降了，但是在从 1985-2005 年的两个 10 年里，随着亚太经济活动重心快速地由区域内能源强度低的经济体向能源强度高的经济体转移，首先是中国，结果该地区的能源强度都增加了。这同早前所看到的物质强度情况类似。虽然它的变化没有物质强度那么显著，但是其作用强到足以超过各个国家所取得的进步。与物质一样，亚太地区一些高能效国家获得低能源强度的途径，尤其是将原材料的能源密集型加工环节转移到海外，这种途径可能不会为中国未来的发展提供很有意义的模范作用。即使中国通过这种途径获得低能源强度，但是许多重要问题如与资源耗竭和温室气体排放相关的问题，会在全球层面上显现出来。在此情形下，通过外包除降低当地的环境压力外还能够得到多少并不清楚。提高生产过程效率则完全是另一回事，它表达的是真正的收益，因为它使得用更少的资源支撑一定的生活水平成为可能。无论是在工业还是服务业，提高过程效率都是维持或提高人们生活水平同时又能减少其环境影响的能力基础。虽然有很好的证据表明，过程效率的增加由于“反弹效应”的作用（Jenkins, Nordhaus and Shellenberger, 2011）并没有像预期的那样减少资源使用，但是这种现象的存在并不足以否定对更高过程效率的追求。这是因为反弹效应的影响是次要的，并且假定效率收益将通过再投资以确保更高的物质生活水平。虽然该假设对于目前大多数经济体而言可能是一个合理的假设，但是完全可以通过政策来显著影响反弹效应的作用范围。反过来，那些能够以降低过程效率来提高物质生活水平的政策是难以想象的。

8 中国的水资源利用模式与水效率 (1980–2005)

除了是所有生命的基础之外，水资源还与资源的经济利用息息相关，它既可作为投入到生产和消费活动中的一种物质，又可作为废弃物的汇。遗憾的是，或许由于单位价值低，或者建立严格而又连续的水资源帐户很困难，抑或是水资源统计数据汇编非常糟糕，数据本质上零散又需要重大修正。近期中国看来像是对一些关键的水资源统计数据进行了重大修正²。有鉴于此，报告的这一部分内容有些简短而且分析有限。

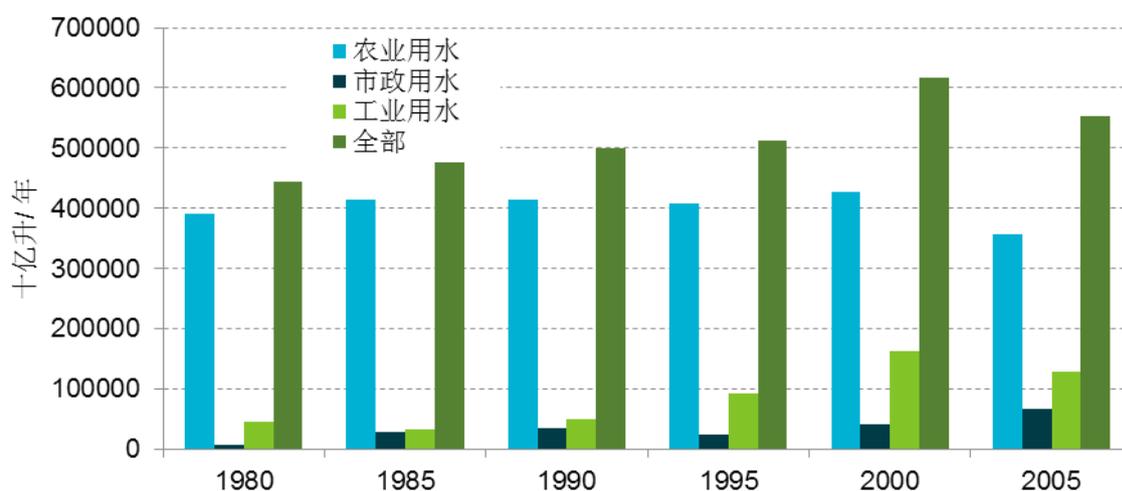


图 13 1980-2005 年中国经济主要行业的年取水量

来源：FAO, 2010; World Bank, 2010

图 13 所示，与物质和能源消费的极快增长率相比，1980-2005 年间，中国总取水量的增长得到了控制。而且这种增长似乎随着时间呈线性趋势，而不像前面所看到的物质和能源的名义增长。图 13 反映了不同行业之间的增长是很不均衡的，农业部门用水量的显著下降完全被工业和市政用水的增长所抵消。在这二十五年里，三个行业用水量的变化分别为：农业用水降低了 8%，工业用水增长了 81%，城市用水增长了 797%，用水总量增长了 25%。

由表 3 可知，1998-2002 年间，中国农业用水比重低于亚太地区的代表水平，而工业的份额则是该地区平均水平的两倍以上，市政用水份额基本持平。2003-2007 年间（这里没有相应的图表展示），中国的行业份额大体相似，只有市政用水例外，其份额几乎翻了一番，达到 12%。市政用水份额的增加是以农业和工业用水份额的下降为代价，农业用水份额轻微下降到 65%，而工业则下降至 23%。

² 这里所使用的数据来源于 FAO Aquastat 或 WDI 数据库，2010 年初可在线获得。但是此后，来自这两个数据源的值已经发生了变化。最重要的是现在不再提供 1998-2002 年间任何年份的中国农业用水（或总用水量）的估计值，这表明这一时期数据的可靠性较差。但是由于原 REEO 报告区域汇总数据就是针对这一时期并且为了完整性，所以仍保留这部分数据用以制作图表。

表 3 1998-2002 年间中国和亚太地区行业用水情况

	农业用水量 (十亿升)	占总用水量的比 例 (%)	工业用水量 (十亿升)	占总用水量 的比例 (%)	市政用水量 (十亿升)	占总用水量 的比例 (%)	总用水量 (十亿升)
中国	426,900	69.2%	162,000	26.3%	41470	6.7%	617,000
亚太地区	1,848,041	81.5%	259,385	11.4%	161260	7.1%	2,268,726

来源：FAO, 2010; UNEP, 2011

表 4 1998-2002 年间中国及亚太地区行业平均单位美元 GDP 的用水量 (用水强度)

	所有部门 (升/美元)	农业 (升/美元)	工业 (升/美元)	家庭 ³ (升/美元)
中国	515	2,365	294	75
亚太地区	273	3,454	93	35

来源：FAO, 2010; UNEP, 2011

表 4 表明，1998-2002 年间，中国经济的用水效率只有亚太地区的一半。各行业绩效变化很大，农业用水密集程度低于亚太地区平均水平，而工业和市政行业则是地区平均水平的 2-3 倍。采用 2003-2007 年间的行业取水量和 2005 年的 GDP 计算表明，在接下来的 5 年里，中国整个经济的平均用水强度大大降低，达到 290 升 / 美元。

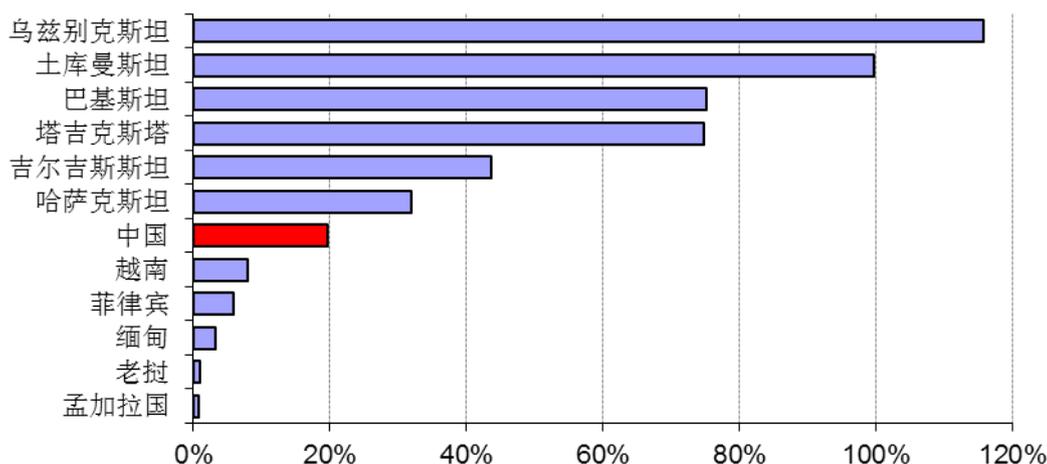


图 14 中国及其西部和东南部相邻国家的水资源开采指数

中国境内可再生淡水资源量有 2813000GL，而 2003-2007 年间中国总取水量是 54000 GL，因此其水资源开采指数 (WEI) 为 19.7%，略低于国际上普遍接受的 20% 的临界值 (Marcuello and Lallana, 2003)，该临界值表明一个国家存在水资源压力⁴。虽然这是一个令人欣慰的结果，但是我们必须认识到中国各地区的水资源压力很可能充满变数。UNEP (2011) 指出，亚太地区水资源压力最大的国家大多出现在中国的西部边境，而位于中国东南部的国家则很少或者根本没有水资源压力。可以预期，中国各地区遵循着大体相似的水资源压力分布模式。

3 “家庭”用水强度是用 Aquastat 数据库中“市政”取水量除以 WDI 统计数据中家庭部门增加值 (美元是基于汇率的 2000 年不变价) 得来的。因此存在一定程度的统计口径不匹配问题。

4 WEI 低于 10% -- 无压力; WEI 在 10-20% 之间 -- 低压力; WEI 大于 20% -- 有压力; WEI 大于 40% -- 高压力。”

9 中国的温室气体排放（1970–2005）

图 15 提供了中国温室气体（GHG）排放量和排放强度的总体变化趋势。由图可以清楚地看到，1970-2005 年的大部分时间内，尤其是 1970 年代末至 2000 年代初，中国温室气体排放强度实现了大幅度的下降。在整个时段内，中国二氧化碳排放强度平均以 2.7% 的年名义速度下降。这种改善对于减缓二氧化碳排放以及更广泛的温室气体（即用二氧化碳、甲烷和氮氧化物的二氧化碳当量总和来衡量，记为 3GHG）排放都是明显的。3GHG 只是从 1990 年才开始进行测度。尽管温室气体排放强度下降，但是同一时期内人均温室气体排放量却以年均 4.1% 的名义速度快速增长，并且从千年之交开始增速加快。人均温室气体排放量加速与温室气体排放强度的拐点相一致，后者实际上是自 1970 年代末以来首次出现增加。该拐点也与煤炭在中国能源结构的份额快速增长相符合，这一点在早前的能源部分已讨论过。

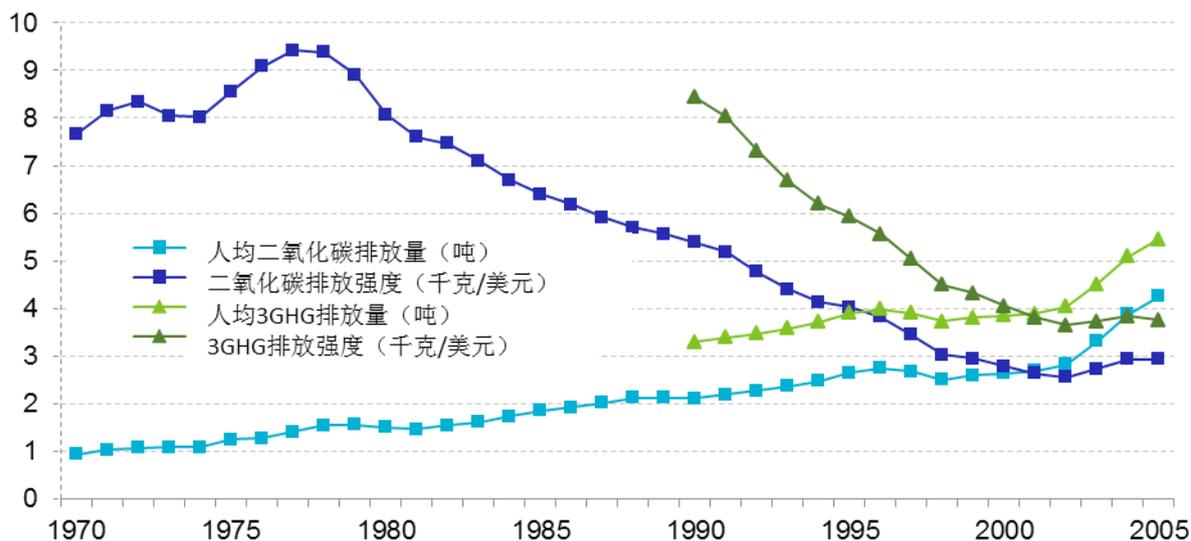


图 15 1970-2005 年中国温室气体排放强度和人均排放量

注：3GHG 是指世界银行（2009）给出的二氧化碳、甲烷和氮氧化物排放的二氧化碳当量值总和

表 5 比较了中国与整个亚太地区及世界其它地区（不包括亚太地区）温室气体排放强度的变化轨迹。由表可知，在 15 年的考察期间，中国温室气体排放强度的下降速度比世界其他地区或亚太地区快得多，而亚太地区几乎没有下降。尽管中国在控制温室气体排放强度方面取得明显的进步，但中国的经济依然是温室气体排放密集型的，其单位产出的温室气体排放量是世界其他国家的 4 倍以上、亚太地区的 2 倍多，正如之前在物质和能源部分所讨论过的，多数亚太地区未能显著降低其温室气体排放强度可以归因于中国在该地区经济中的份额快速增长。

表 5 1990-2005 年中国、亚太地区和世界其它地区温室气体排放强度

	1990	1995	2000	2005
中国	8.43	5.93	4.06	3.75
亚太地区	1.66	1.65	1.55	1.62
世界其它地区	1.23	1.07	0.95	0.91

注：温室气体值是指直接排放的二氧化碳、甲烷和氮氧化物的二氧化碳当量值

数据来源：UNEP, 2011; World Bank, 2009

表 6 比较了 2000/2001 年中国与所选择的亚太地区其它国家之间人均温室气体排放情况。该表显示虽然中国的人均温室气体排放量那时仍处于相对较低的水平，但是要说明的重要一点是人均温室气体直接排放量与温室气体足迹之间的差异，后者考虑了体现在国际贸易中的排放量。就中国而言，这两个指标之间的差异表明其温室气体排放量的 25% 以上实际上来自为世界其它地区提供消费产品。这与像日本这类国家形成鲜明对比。它们进口许多产品而温室气体排放密集型的生产过程是在其它地方进行的。在日本，体现在其产品消费中的温室气体，只有 78% 用以说明其直接排放。当基于人均表观消费或排放进行国与国之间的比较时，这是要考虑的非常重要的一点，并且应该推敲一些国家在降低其物质 / 能源 / 排放强度方面的成功经验和做法在多大程度上能够用以引导更大规模或范围的实践。具体来说，中国应该将其排放密集型的生产过程外包到什么地方，而且根据可持续性，这样做将会得到什么？

表 6 2000/2001 年中国和亚太地区 5 个其它国家人均温室气体直接排放量与温室气体足迹比较

	人均温室气体直接排放量 (二氧化碳当量, 吨)	人均温室气体足迹 (二氧化碳当量, 吨)
中国	3.9	3.1
日本	10.7	13.8
印度	2.1	1.8
澳大利亚	28.9	20.6
印度尼西亚	2.8	1.9

数据来源：Hertwich and Peters, 2009; World Bank, 2009

10 中国的资源效率政策

占世界约 1/5 人口的中国正处于快速的城市化进程中。2011 年，中国的城市化率已经达到 51% (CNSB, 2012)。到 2030 年，新增城市人口预计将超过 3 亿，届时有近 60% 的人口居住在城市地区 (Laquian, 2006)。近几十年以来，中国经济的快速增长已经伴随着自然资源的大量耗竭、主要生态系统退化以及严重的环境污染，包括水资源枯竭和污染、水土流失、荒漠化、酸雨、沙尘暴和森林滥伐等一些较为紧迫的环境问题。而环境污染中有很大部分则来自工业生产 (Hicks and Dietmar, 2007)。

10.1 国民经济和社会发展五年规划

环境目标已被整合到数个国家政策和法规之中，包括《循环经济促进法》和《清洁生产促进法》。中国国民经济和社会发展五年规划也将可持续消费与生产 (SCP) 原则纳入其中，构成了协调中国国家公共政策优先领域的基础。该规划由国家发展和改革委员会 (NDRC) 制定并由全国人民代表大会批准通过。可持续消费与生产原则是通过量化污染排放目标以及资源效率目标纳入其中的。

“十一五”规划 (2006-2010) 的经济政策目标与以前的规划相比有了重大的转变。它越来越关注更均衡和可持续的增长、更高的资源效率、更好的生活水平和城乡协调发展。规划的一个关键任务和战略重点则是“建立资源节约型、环境友好型社会” (World Bank, 2008)。在五年内要实现的最重要的可持续消费与生产相关目标包括以下几点：

- ◆ 单位 GDP 能耗下降 20%
- ◆ SO₂ 和 COD 排放总量减少 10%
- ◆ 单位工业增加值用水量减少 30%
- ◆ 工业固体废物综合利用率提高到 60%

到 2010 年底，中国基本上实现了“十一五”规划所设定的节能减排目标，包括单位 GDP 能耗下降 19.1%，累计减少 CO₂ 排放 14.6 亿吨，SO₂ 排放量减少 14.29%，COD 排放量减少 12.45%。

“十二五”规划 (2011-2015) 正在延续以前规划的广泛政策取向，包含可持续增长、经济重组、社会公平和环境保护四大主题。中国政府努力寻求将经济的价值链更多地上移到服务业和高技术行业。在“十二五”规划中，中国首次设置了 17% 的碳强度减排目标并且意图到 2015 年能源强度下降 16%。其它约束性目标包括以下几方面 (Lommen, 2011)：

- ◆ 非化石能源占一次能源比重增加 3.1%
- ◆ 森林覆盖率增加 1.3%
- ◆ SO₂ 和 COD 排放量下降 8%

- ◆ 氮氧化物和氨氮排放减少 10%
- ◆ 单位工业增加值用水量降低 30%
- ◆ 杜绝耕地流失

七大产业被列为“十二五”期间的优先发展产业⁵，这与“十二五”规划的可持续增长和产业链上移的目标一致。这些产业对 GDP 贡献目标设定为从 2010 年的 2% 增加到 2015 年的 8% (KPMG, 2011a)。

10.2 循环经济促进法

中国是第一批将循环经济 (CE) 途径作为经济和工业发展新模式的国家之一。循环经济理念追求的是通过激进式地提高资源利用效率以及大幅减少污染物排放来改变经济增长模式，其最终目标是实现经济增长与自然资源消耗以及环境退化的脱钩 (World Bank, 2009)。中国政府一直从多方面促进循环经济，包括立法、政策改革、试点项目、监测及评估。《循环经济促进法》于 2009 年正式生效。它是一个综合性的框架法，旨在提高资源效率、保护环境和实现可持续发展。由于该法内容非常宽泛而又涉及面广，因此它的实施需要制定相关的配套法规来支撑。当前中国政府正起草“循环经济发展规划”，将会勾勒出有效实施循环经济的主要任务和必要措施。

《循环经济促进法》的成功实施还存在着一些阻碍因素，包括改变当前产业结构的难度，缺乏资金、先进技术和信息支持，公众和私营部门环保意识薄弱以及缺乏有效的实施机制等 (Geng, 2009; Xue et al, 2010)。

10.3 清洁生产促进法

20 世纪 90 年代初期，中国开始实施清洁生产并将其作为应对严重的环境问题的一种途径。国家和地方纷纷制定清洁生产政策，并开展了一系列的清洁生产活动，诸如开展示范项目、成立培训和推广中心以及创建国家清洁生产中心 (CNCPC) (Hicks and Dietmar, 2007)。今天，《清洁生产促进法》(2003) 支配着国家所有清洁生产活动的实施，旨在促进清洁生产、提高资源利用效率、减少和避免污染物的产生。该法不仅鼓励在单个企业层面开展清洁生产，同时也支持通过发展生态工业在更广泛的企业之间和区域层面实施清洁生产，而且还要求对重点污染企业开展强制性清洁生产审核。除了遵守国家以及地方标准之外，法律也鼓励企业与地方政府达成自愿协议以提高其能源和环境绩效 (Andrews-Speed, 2009)。

尽管清洁生产在中国已有相对较长的时间，但是在执行过程中仍面临着一些挑战。总的来说，业已证明鼓励企业执行清洁生产措施并提供足够资源确保采纳清洁生产是很难的 (Hicks and Dietmar, 2007)。而缺乏清洁生产意识、缺少完善的制度框架、难以创造清洁生产服务市场也被认为是清洁生产实施过程中常见的障碍 (Genget al., 2010)。对于中小型企业 (SMEs) 而言，采纳清洁生产最突出的障碍就是缺乏经济激励政策、环境执法不严和启动资本成本高 (Shi et al., 2008)。

⁵ 七大优先发展产业包括：新能源（核能、风能、太阳能）；清洁能源汽车；节能与环保；生物技术；新材料（稀土和高端半导体）；新一代信息技术（宽带网络、网络安全基础设施）；高端设备制造（航空航天和电信设备）

10.4 粮食和农业相关政策

自 20 世纪 90 年代中期以来，中国政府一直关注其粮食的持续供给能力以满足不断增长的人口粮食需求。在过去的十年里，有 12% 以上的耕地因城市化和工业化而失去 (OECD, 2010)。这些失去的耕地大部分集中在高产耕作区以及土壤比其它地区肥沃的沿海和中部省份 (Lichtenberg and Ding, 2008)。

中央政府把农用地保护置于高度优先的位置，在很大程度上不仅出于粮食安全考虑而且也是为了保护农民因地方政府试图将集体所有用地转换为工业和住宅用地而失去土地 (Kamal-Chaoui et al., 2009)。1999 年实施的《土地管理法》旨在保护环境敏感的土地和农用地，并且协调城市用地的开发和规划。该法律强化了耕地保护措施，规定各行政地区耕地总量不减少 (Lichtenberg and Ding, 2008)。

《循环经济促进法》包含了发展生态农业和提高农业部门整体效率的相关条款。例如，鼓励农业生产者采纳种植、养殖和灌溉技术以减少水、化肥和农药的使用，也建议农业部门推广使用节能农业机械。

农业现代化也是“十二五”规划的一个主要优先领域。农业发展的主要目标包括粮食生产能力每年不低于 5.4 亿吨，耕地保有量不低于 121.2 万平方公里。实现农业现代化、提高农业生产效率可以通过多种途径，包括建立流通保障体系、供应链现代化、生产和质量控制标准化、增加农村发展资金并确保消费者安全。

10.5 建筑与建设业相关政策

从能源供应和碳排放的角度来看，中国快速的经济发展和城市化对建筑和建设业提出了重大挑战。中国是世界上最大的新建项目市场，楼层建筑面积每年增加 20 亿平方米，主要分布在城市地区 (Li and Colombier, 2009)。这些新增建筑面积中，有 60% 用于居住，30% 为公共建筑⁶，其余 10% 用于工业发展 (Shui et al., 2009)。由于大量的能源损耗在建筑物的供暖或制冷上，因此建筑业是中国政府制定政策的一个优先领域。目前，建筑行业的能源消费量约占中国能源消费总量的 30%，并且这一比例还正在稳步增长 (li and yao, 2009)。

“十一五”规划提出了建筑行业的节能目标，即节约一次能源 1 亿吨标准煤 (Levine et al., 2010)。建筑节能可以通过更好地执行建筑能效规范和标准、改变现有建筑模式、改造供热系统、提高政府办公建筑和大型公共建筑的能源管理等方式来实现 (Price et al., 2011)。“十二五”规划也对建筑业提出了雄心勃勃的节能目标⁷。此外，《清洁生产促进法》包含了采用更高效的建筑和建设技术、工艺来实现节能、节水、节地和节材等相关条款。

近年来，中国已通过居住和公共建筑的建筑规范，集中在供暖、通风和空调以及照明、热水和用电等方面。2005 年颁布了居住和公共建筑节能设计国家标准。住房和城乡建设部 (MOHURD) 管理中国的建筑业并协调国家的建筑节能规范。表 7 列出了住建部为了提高建筑能源所颁布的法规、政策和方案。

6 中国的公共建筑是指非住宅建筑包括商用、教育和政府建筑。

7 “十二五”规划中建筑业的节能的详细情况在报告撰写期间还未公布。

表 7 中国近期颁布的建筑能效法规、政策和方案

- 国家绿色建筑创新奖（2004-2007）
- 关于新建居住建筑严格执行节能设计标准的通知（2005）
- 关于开展建筑节能专项检查的通知（2006）
- 绿色建筑技术导则（2005）
- 民用建筑节能管理规定（2005）
- 民用建筑能效测评标识技术导则（2006）
- 国家机关办公建筑和大型公共建筑能源审计导则（2007）
- 绿色建筑评价标识（2008）
- 高等学校节约型校园建设管理与技术导则（2008）
- 民用建筑节能条例（2008）

来源：Shui et al., 2009; Levine et al., 2010

在建设和行业还存在着落实上的挑战。例如，建筑规范的执行率在小城市和农村地区仍不清楚，而在大城市被认为是比较精确的，因为在大城市地方政府可以通过定期和随机抽查来强制执行（Zhou et al., 2011）。

10.6 交通运输业相关政策

20 世纪 90 年代初期以来，中国政府把汽车产业作为国民经济的一个支柱产业，从而使中国进入到快速的机动化进程中。今天，中国已经是世界上主要的汽车生产国并且超过美国成为世界上最大的汽车市场（Cao and XU, 2010; Pan, 2011）。尽管国内人均汽车拥有量依旧很低，但发展速度很快。中国汽车登记数从 1994 年的 100 万辆增加到 2008 年的近 3300 万辆（Pan, 2011）。为此政府部门大力扩展道路通车能力，以满足私人机动车辆不断增加的需求。

中国政府已采取许多规章来减少机动车对环境和健康的负面影响。修订后的《节约能源法》（2007）旨在促进清洁和替代能源的利用，鼓励开发和使用高能效汽车，包括酒精燃料汽车、混合动力汽车、电动汽车、压缩天然气汽车等（Prakash, 2008）。同时，强制性燃油经济标准业已建立起来以减少私家车排放。

近年来，中国的公共交通服务需求也迅速扩大，尤其是在城市地区。“十二五”规划提出优先发展公共交通，如建立起长达 45000 公里的高速铁路网，并提高地铁和轻轨的覆盖率（Pew Centre, 2011）。与此同时，规划还提出要通过新建七条由北京出发的高速公路和九条南北走向的高速公路来扩展中国的路网（KPMG, 2011b）。

10.7 制造业和消费品相关政策

中国是世界上最大的家用电器生产和消费国之一（Price 等, 2011）。“十一五”期间，国家通过强化家电标准和能效标识等政策以降低能源强度。现在国家为 30 种家电设备制定了最低能效标准，强制要求能耗水平比以前平均降低 10%（Price 等, 2011）。一种被称之为“中国能效标识（CEL）”的强制性能源信息标签已经为 13 种家电建立起来，以提高消费者节能意识并推动市场转型。

“十二五”规划要求制造业降低能源强度。那些未完成节能目标的工业设施面临被关闭的风险。规划的另一个重要部分是扩大国内消费。其中一个关键目标是继续建立鼓励国内消费支出的环境，社会消

费品零售总额目标增加 16% (KPMG, 2011a)。预计个人所得税将发生较大改变并降低使得工人有更多的可支配收入。

10.8 城市发展和土地利用相关政策

中国目前正经历大规模的城市化进程。2008 年，中国有 6 亿多人生活在 655 个城市，城市化率达到 45.7% (Woetzel 等, 2009)。预计到 2020 年，中国的城市化率将达到 55%，2030 年达到 58% (Li 和 Colombier, 2009)。随着城市化进程快速推进，未来 20 年将有 3-4 亿农村居民转移到城市地区。中国的城市化已导致城市无序扩张、耕地流失、能源和自然资源需求快速增加等问题并且给社会服务带来挑战。

“十一五”规划更重视大都市圈的发展，包括把一些重点城镇更好地纳入到大都市经济圈的措施。

“十一五”规划要求到 2010 年底中国城市化水平达到 47%，而且还通过城乡‘均衡’发展促进城市化 (Kamal-Chaoui 等, 2009)。“十二五”规划则设置了到 2015 年将城市化率提高到 51.5% 的目标 (KPMG, 2011a)。这意味着每年约有 800 万农村劳动力转移到城市。与此同时，城市则需要创造超过 4500 万个工作岗位，才能保证登记失业率不超过 5%。中国的中西部地区尤其需要加速推进城市化，这应通过开放户籍制度来实现，而这一制度过去一直控制和约束城乡之间的人口迁移。城市化总体目标是减少农村人口向东部沿海地区转移，逐步推进内陆地区如内蒙古、西安、重庆和成都、昆明和贵州等地区的中心城市发展 (NZTE, 2011)。

10.9 能源、水和污染物相关政策

中国是继美国之后的第二大能源消费国，拥有世界上增长最快的能源消耗部门 (Yang, 2010)。中国能源的主体是碳密集的化石燃料，能源供应以煤为主 (Chai 和 Zhang, 2010)。中国政府已经为降低能源强度和提提高能源效率做出了巨大的努力。近年来，工业一直是节能工作的重点，许多旧的、规模小、效率低的工厂被关闭 (Andrew-Speed, 2009)。

中国“十一五”规划要求到 2010 年能源强度比 2005 年降低 20%。初步评估结果表明，能源强度降低了 19.1%，比目标值低近 1 个百分点 (Chow, 2011)。关闭低效的电力和工业设施被认为对该时期能源强度下降做出了贡献，据报道关闭的热容量为 72.1 兆瓦 (Lewis, 2011)。继“十一五”规划宣布 20% 的能源强度下降目标后，政府出台了一系列政策，为该目标的实现提供支撑 (见下表 8)。

表 8 中国降低能源强度相关政策

政策	主要内容
节约能源法 (2007)	<ul style="list-style-type: none"> ● 将节能中长期规划的要素法律化 ● 注重政府自身的节能行为和绩效
可再生能源中长期发展规划 (2007)	<ul style="list-style-type: none"> ● 到 2010 年，可再生能源消费量占一次能源消费总量达到 10%，2020 年达到 15%
可再生能源法 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> ● 促进可再生能源发展 ● 为能源定价、专项资金、专门进口电网装备设施提供了框架
节能中长期专项规划 (2004)	<ul style="list-style-type: none"> ● 为工业、交通运输和建筑行业制定具体的节能目标 ● 要求修订现有能源政策并且认识到经济激励的重要性

来源：UNDP, 2010; Cao and Xu, 2010; ADB, 2010

“十二五”规划还包括一个具有法律约束性的16%的能源强度下降目标，略低于上一个五年规划目标。中国政府也在开发一系列市场机制来补充能源部门现有的规章和标准。“十二五”规划中建议的主要市场机制包括碳税、资源税和碳排放交易⁸。

中国的水资源存在着供应短缺、污染严重和经常浪费等问题（Chunmei and Zhaolan, 2010）。主要河流和湖泊的水污染已成为国家最迫切关注的环境问题之一。60%以上的大湖存在着富营养化的现象，75%以上流经城市地区的河水不适合饮用或渔业（Wang, 2011）。此外，近40%的人口生活在水资源短缺地区（UNDP, 2011）。水资源的过度开采已经引发了一系列严重的环境问题，包括地面沉降、海水入侵和生态系统恶化等（Jiang, 2009）。

中国政府已认识到其水资源问题，并采取多项措施促进水资源的可持续利用。“十一五”规划和“十二五”规划中均有许多水资源管理的政策目标和优先领域。除了单位工业增加值用水量下降30%的约束性目标被纳入到两个五年规划外，其它政策目标还包括加强流域管理、保护饮用水源、整治跨界水污染、加强农业节水以及增加城市污水处理（Jiang, 2009）。《循环经济促进法》中也涉及到水资源可持续利用的若干条款，包括使用再生水清洁道路、绿化和美化环境，发展农业节水灌溉设施，制定政府机构用水定额，企业开发先进废水循环利用技术等。中国还积极投资各类项目以增强供水能力。最突出的一个例子是耗资620亿美元的南水北调工程。该工程为华北干旱地区提供生活和工业用水，每年调水450亿立方米（Jiang, 2009）。

在城市化和富裕水平不断提高的驱动下，中国近期已超越美国成为世界上最大的城市固体废物产生国。然而，与其它环境问题如空气污染和水卫生相比，中国城市固体废物管理问题很少引起注意（Wang, 2011）。而政策努力的方向主要集中在提高固体废弃物的处理上。中国政府已出台了一系列政策来鼓励焚化炉投资，包括投资退税、贷款优先、贷款利息补贴和购买电价补贴（Wang, 2011）。已有若干政策得以实施以应对严重的废物问题，包括《固体废物污染环境防治法（1995）》、《城市生活垃圾管理办法》以及《废弃电器电子产品回收处理管理条例（2011）》。

10.10 经济和市场工具

中国政府已采取了一系列的经济手段来强化资源节约和保护。2008年全球金融危机后，中国政府宣布了一项具有鲜明绿色倾向的经济刺激方案。在为期两年的时间内，将5860亿美元投入到十个重要领域，包括电力、健康、水和农村基础设施建设（UNEP, 2009）。支持绿色经济增长的项目成为经济刺激方案的重要组成部分，例如超过500亿美元直接分配到能效项目（World Resources Institute, 2008）。

2008年，中国政府出台了一项财政补贴资金用以推广节能照明产品。就每种高能效照明产品而言，当多数用户得到30%补助时，居民用户可以得到50%的补助（Wei, 2009）。环境税改革（ETR）方面也取得了进展。最近国家通过了一项新的企业所得税法，对节能与环保产品和设备进行投资的企业给予税收优惠。此外，中国2006年调整了消费税，提高了大型低效车辆的税赋（Zhou et al., 2010）。

行业自愿协议也是中国节能工作的一部分。在“千家企业节能行动计划”（NDRC, 2008）下，参与

8 新的气候变化法预计在未来的2-3年内结合现有的气候政策来起草，并且将为未来的制度奠定法律基础，

企业与当地政府签订节能协议，有望形成节能计划和能效目标、建立报告和审计制度以及开展培训。该计划目标是 2005-2010 年间节能 1 亿吨煤当量。

10.11 政策挑战

中国政府正致力于建设资源节约、环境友好型社会，并成功地制定了大量的、具有环境目标的政策。最值得关注的是采用了循环经济路径，来实现经济增长与资源消耗脱钩的愿景。《循环经济促进法》是世界上第一部将循环经济作为国家经济和社会发展战略重点的国家级法律，因此与传统的线性经济模式有着很大的差别。

一个更鼓舞人心的发展趋势是可持续发展目标已成功地进入到国家发展计划的主流。“十一五”规划包含了提高能效和主要污染物减排约束性目标。“十二五”规划在既有成就基础上设立了碳强度减排约束性目标。同时，为了实现中央在“十二五”规划中设计的环境目标，越来越多的政府官员将进行绩效考核。

然而，尽管国家层面的综合性政策已经存在，但实施起来仍困难重重。一些政策缺乏配套的法规来规范更详尽的实施行动。例如，《循环经济发展规划》，将包含实施《循环经济促进法》所需的、更具操作性的任务和措施，在 2012 年底才获得通过。这种拖延阻碍了 2009 年生效的《循环经济促进法》的有效实施。

由于缺乏技术、资金和人力资源，许多得以实施的政策往往得不到恰当的评价和监测。一些部门和地区缺乏实施机制也导致其政策执行率差。因此开发国家层面的指标体系是非常重要的，它可以使政策的制定者评估政策措施的有效性并加强执行力度。

地方政府在贯彻执行资源效率政策上所面临的困难是一个需要克服的主要挑战。在中国，环境守法和执法责任主要在地方，而地方的资金、人力资源和技术设备往往不足。地方政府官员的能力也需要通过不断培训并定期提供新规信息来进行强化。

参考文献

- Andrews-Speed, P, 2009. China's ongoing energy efficiency drive: Origins, progress and prospects, *Energy Policy*, 37, 1331-1344.
- Cao, M. And Xu, Y., 2010. Climate protection and motor vehicle regulations: Evaluation of motor vehicle regulations in China in the context of greenhouse gas management, *Natural Resources Forum*, 34, 266-274.
- Chow, G.C., 2011. *Economic Planning in China*, CEPS Working Paper No. 219, Center for Economic Policy Studies, Princeton University, United States.
- Chunmei, W. And Zhaolan, L., 2010. Environmental Policies in China over the Past 10 Years: Progress, Problems and Prospects, *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1701-1712.
- CNSB. 2012. *Statistical Communique on 2011 National Economic and Social Development of China*. Beijing: China National Statistics Bureau.
- Ehrlich, P. R. & J. P. Holdren (1971) Impact of Population Growth. *Science*, 171, 1212-1217.
- EIA. 2011. *International Energy Statistics*. U.S. Energy Information Administration.
- Eurostat. 2011. *Economy Wide Material Flow Accounts (EW-MFA): Compilation Guidelines for Eurostat's 2011 EW-MFA questionnaire*
- FAO. 2010. *Aquastat*. Food and agriculture organization of the United Nations.
- FAO. 2011a. *Subscribers section - Bulk downloads-Food balance sheets*. Food and agriculture organization of the United Nations.
- FAO. 2011b. *Subscribers section - Bulk downloads-Forestry*. Food and agriculture organization of the United Nations.
- FAO. 2011c. *Subscribers section-Bulk downloads-Production*. Food and agriculture organization of the United Nations.
- FAO. 2011d. *Subscribers section - Bulk downloads-Trade*. Food and agriculture organization of the United Nations.
- Geng, Y., 2009. *Circular economy policy of China: Role of policy research towards a shift from institution building to implementation*, Presentation, Chinese Academy of Sciences, UNEP.
- Geng, Y., Xinbei, W., Qinghua, Z. And Hengxin, Z., 2010. *Regional initiatives on promoting cleaner production in China: a case of Liaoning*, *Journal of Cleaner Production*, 18, 1502-1508.
- Hertwich, E. G. & G. P. Peters (2009) *Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis*. *Environmental Science & Technology*, 43, 6414-6420.
- Hicks, C. and Dietmar, R., 2007. *Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China*, *Journal of Cleaner Production*, 15, 395-408.
- IEA. 2007a. *Energy balances of Non-OECD countries*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. 2007b. *Energy balances of OECD countries*.

- Paris: International Energy Agency.
- IEA. 2011a. Energy balances of Non-OECD countries. Paris: International Energy Agency.
- IEA. 2011b. Energy balances of OECD countries. Paris: International Energy Agency.
- IEA. 2011c. Energy statistics of Non-OECD countries. Paris: International Energy Agency.
- IEA. 2011d. Energy statistics of OECD countries. Paris: International Energy Agency.
- Jenkins, J., T. Nordhaus & M. Shellenberger. 2011. Energy Emergence: Rebound and Backfire as Emergent Phenomena. Breakthrough Institute.
- Jiang, Y., 2009. China's water scarcity, *Journal of Environmental Management*, 90, 3185-3196.
- Kamal-Chaoui, L., Leman, E. and Rufei, Z., 2009. Urban Trends and Policy in China, *OECD Regional Development Working Papers*, 2009/1, OECD Publishing.
- KPMG, 2011a. China's 12th Five-Year Plan: Overview, KPMG, China.
- KPMG, 2011b. China's 12th Five Year Plan: Transportation and Logistics, KPMG, China.
- Laquian, A.A., 2006. People's Republic of China, B. Roberts and T. Kanaley (Eds.) *Urbanization and Sustainability in Asia: Case Studies of Good Practice*, Asian Development Bank, Philippines.
- Levine, M.D., Price, L., Zhou, N. Fridley, D., Aden, N., Lu, H., McNeil, M., Zheng, N. And Yining, Q., 2010. Assessment of China's Energy-Saving and Emission-Reduction Accomplishments and Opportunities During the 11th Five Year Plan,
- Lewis, J., 2011. Energy and Climate Goals of China's 12th Five-Year Plan, *Pew Center on Global Climate Change*, Arlington, United States.
- Li, J. and Colombier, M., 2009. Managing carbon emissions in China through building energy efficiency, *Journal of Environmental Management*, 90, 2436-2447.
- Li, B. And Yao, R., 2009. Urbanisation and its impact on building energy consumption and efficiency in China, *Renewable Energy*, 34, 1994-1998.
- Lichtenberg, E. and Ding, C., 2008. Assessing farmland protection policy in China, *Land Use Policy*, 25, 59-68.
- Lommen, Y.F., 2011. Toward Sustainable Growth in the People's Republic of China: the 12th Five-Year Plan, *ADB Brief No. 7*, Manila, the Philippines.
- Marcuello, C. & C. Lallana. 2003. Indicator Fact Sheet - (WQ01c) Water exploitation index. European Environment Agency.
- NDRC, 2008. NDRC No. 58 Public Communiqué. National Development and Reform Commission, Beijing.
- NZTE, 2011. Report on the 12th Five-Year Plan: An in-depth overview and analysis of China's policy blueprint for years 2011-2015, *New Zealand Trade and Enterprises*, Auckland.
- OECD, 2010. Trends in Urbanisation and Urban Policies in OECD Countries: What Lessons for China? *Organisation for Economic Co-operation and Development*,
- Pan, H., 2011. Implementing Sustainable Urban Travel Policies in China, *Discussion Paper No. 2011-12*, International Transport Forum, OECD.
- Prakash, M., 2008. Promoting environmentally sustainable transport in the People's Republic of China,

- Asian Development Bank, Philippines.
- Price, L., Levine, M.D., Zhou, N., Fridley, D., Aden, N., Lu, H., McNeil, M., Zheng, N., Qin, Y. and Yowargana, P., 2011. Assessment of China's energy-saving and emission-reduction accomplishments and opportunities during the 11th Five Year Plan, *Energy Policy*, 39, 2165-2178.
- Schandl, H. & J. West (2012) Material Flows and Material Productivity in China, Australia, and Japan. *Journal of Industrial Ecology*, DOI: 10.1111/j.1530-9290.2011.00420.x.
- Shi, H., Peng, S.Z., Liu, Y. and Zhong, P., 2008. Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives, *Journal of Cleaner Production*, 16, 842-852.
- Shui, B., Evans, M., Lin, H., Jian, W., Liu, B. Song, B. And Somasundaram, S., 2009. Country Report on Building Energy Codes in China, Pacific Northwest National Laboratory, Prepared for the U.S. Department of Energy.
- UN Statistics Division. 2011a. Commodity Trade Statistics Database United Nations.
- UN Statistics Division. 2011b. Industrial Commodity Production Statistics Database 1950 - 2008. ed. U. Nations. New York.
- UNEP. 2011. Resource Efficiency: Economics and Outlook for Asia and the Pacific. Bangkok: United Nations Environment Programme.
- UNDP, 2010. China and a Sustainable Future: Towards a Low Carbon Economy and Society, UNDP, Beijing, China.
- UNEP, 2009. Green Economy Fact Sheet. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- UNDP, 2011. China 2011-2015: Country Programme Document, UNDP, Beijing, China.
- USGS. 2011. Commodity statistics and information. USGS.
- Wang, R., 2011. Environmental and resource sustainability of Chinese cities: A review of issues, policies, practices and effects, *Natural Resources Forum*, 35, pp.112-121.
- Wei, 2009. Practice and experience of promoting efficient lighting in China. International Conference on Green Industry in Asia, Manila.
- Woetzel, J., J. Devan, J. L. Jordan, S. Negri, and D. Farrell. 2009. Preparing for China's Urban Billion. McKinsey Global Institute.
- World Bank, 2008. Mid-term Evaluation of China's 11th Five Year Plan, Poverty Reduction and Economic Management Unit, World Bank.
- World Bank, 2009. Developing a Circular Economy in China: Highlights and Recommendations, Policy Note, World Bank Technical Assistance Program, World Bank.
- World Bank. 2009. World Development Indicators 2009. World Bank.
- World Bank. 2010. World Development Indicators 2010. World Bank.
- World Bank. 2011. World Development Indicators 2011. World Bank.
- World Resources Institute, 2008. A 'green lining' in China's economic stimulus plan. Retrieved 26 April 2012 from www.wri.org/stories/2008/11/green-lining-chinas-economic-stimulus-plan.



- Xue, B., Chen, X., Geng, Y., Guo, X., Lu, C., Zhang, Z. And Lu, C., 2010. Survey of officials' awareness on circular economy development in China: Based on municipal and county level, *Resources, Conservation and Recycling*, 54, 1296-1302.
- Zhou, N., Levine, M.D. and Price, L., 2010. Overview of current energy-efficiency policies in China. *Energy Policy*, 38(11), 6439-6452.
- Zhou, N., Mcneil, M. and Levine, M., 2011. Assessment of building energy-saving policies and programs in China during the 11th Five-Year Plan, *Energy Efficiency*.

这份报告旨在补充 UNEP (2011) 报告——《亚太地区资源效率：经济学与展望》。它就中国提供了更为详尽的数据和分析，可以认为是原报告的国家单行版。报告内容主要是对中国的资源利用模式、资源效率、资源利用驱动因子、温室气体排放和资源效率政策等方面进行深入分析。

如果需要更多信息，请联系：

联合国环境署亚太区域办公室
联合国大楼 2 层， Rajdamnern Nok 大道
曼谷 10200， 泰国
电话：+662-288-2617/1133
传真：+ 662-280-3829
E-mail: uneproap@un.org
网址：www.unep.org/roap

