

《联合国环境规划署年鉴 2009》对研究全球环境变化的正在进行的各项科研工作进行了阐述，并对可能出现的问题进行了预测。本年鉴旨在提升公众的环境意识，使人们认识到那些可能加快变化进程和威胁人类福祉的环境问题之间是相互关联的。

《联合国环境规划署年鉴 2009》通过六个章节对环境领域的新兴科学及进展情况进行了回顾，同时探讨了：生态系统恶化、对生态系统和人体有害的物质的排放、气候变化的影响、灾害与冲突不断造成的人员及经济损失、以及地球资源的过度开发等各个方面可能带来的累积影响。它呼吁人们必须认识到：面对环境领域不断逼近的危急状态和转折点，实施负责任的环境治理行动已经刻不容缓。

“《联合国环境规划署年鉴 2009》是以 21 世纪人类面临的食物、燃料和金融危机为背景而编写的。”

“这些议题将重点围绕如下方面进行探讨：要实现更加光明的可持续发展的未来，我们是否能够停留在 20 世纪旧经济模式中，还是必须选择充满活力的绿色经济模式 - 这种新的绿色经济模式将鼓励更高的资源利用效率，大大改善生态系统管理，并且在发达国家和发展中国家中推动更加公平合理、更加尊重劳动者权利的劳动就业形势。”

“您将在《年鉴 2009》提供的研究结果中找到答案……”

阿希姆·施泰纳 (Achim Steiner)，联合国副秘书长及联合国环境规划署执行主任

# UNEP 年鉴

不断变化的环境中  
的新科学与新进展

# 2009



UNEP

联合国环境规划署

United Nations Environment Programme  
P.O. Box 30552,  
Nairobi 00100, Kenya  
Tel: (+254) 20 7621234  
Fax: (+254) 20 7623927  
Email: [unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org)

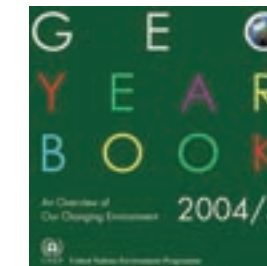
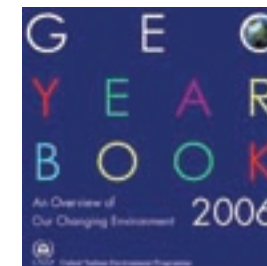
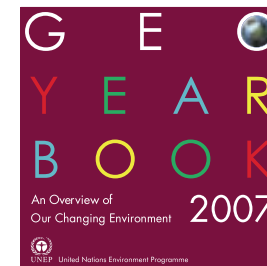
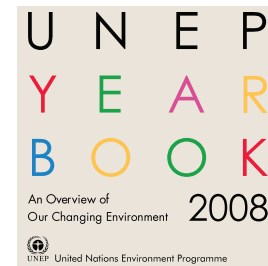
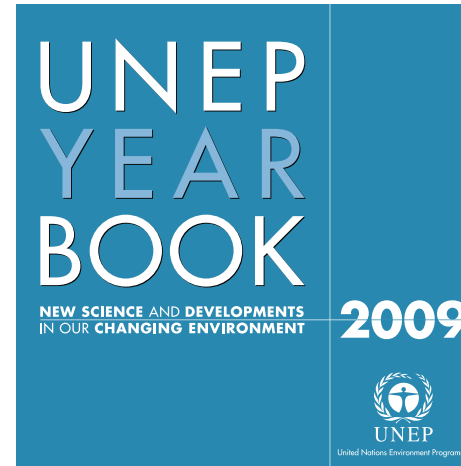
[www.unep.org](http://www.unep.org)

978-92-807-2991-7  
DEW/1125/NA

## 年鉴汇编

### 年鉴 2009

《联合国环境规划署年鉴 2009》收录了 2008 年内的一些科学发现和事件，这些科学发现和事件可能在即将到来的 2009 年内带来重大环境影响或形成重要趋势。本年鉴论述翔实，对生态系统管理、有害物质与危险废物处理、气候变化、灾难与冲突、资源有效利用以及环境治理等各个相关方面的新进展进行了回顾，同时对日趋紧迫的环境问题可能带来的累积效应进行了交叉专题讨论。



© 2009 年联合国环境规划署版权所有

ISBN: 978-92-807-2991-7

UNEP/GC. 25/INF/2

DEW/1125/NA

#### 免责声明

本出版物所载内容和观点不一定反映了参与相关项目的专家、组织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。

本出版物所提及的名称及提供的材料并不意味着联合国环境规划署对任何国家、领土或城市及其权利机构的法律地位（或对其疆界或边界的划定）表达了任何意见。

本出版物若提及任何商业公司或产品，并不意味着联合国环境规划署对其给予认可。

© 地图、照片和图片之版权归各自所有方。

#### 转载规定

如出于教育或非赢利目的，可以任何形式转载本出版物的全部或部分内容，无需版权所有人特别许可，但转载方应注明出处。如转载方能提供任何引用本出版物内容的出版物副本，联合国环境规划署将深表感谢。

未经联合国环境规划署事先书面许可，不得将本出版物再次出售或用于任何商业目的。任何此类许可申请应说明转载目的和意图，并寄送到联合国环境规划署交流与新闻司（DCPI）。通信地址：肯尼亚内罗毕 30552 邮政信箱，邮编 00100。

不得将本出版物中的专有产品相关信息用于宣传或广告。

本出版物由已获 ISO 9001 和 ISO 14001（环境管理）认证的机构负责印刷，所用材料包括：水基涂料、环保油墨，以及采用回收纤维和森林管理理事会（Forest Stewardship Council）认证纤维制成的无氯无酸纸。

#### 编写机构

预警和评估司（DEWA）  
（联合国环境规划署下属机构）  
30552 邮政信箱  
肯尼亚内罗毕，邮编 00100

电话：(+254) 20 7621234  
传真：(+254) 20 7623927  
电子邮箱：unep@unep.org  
网站：www.unep.org

《联合国环境规划署年鉴》网站：<http://www.unep.org/geo/yearbook>

编辑：Catherine McMullen 和 Thomas Hayden  
封面：Look Twice Design 设计公司（加拿大）  
美术、排版与印刷：Phoenix Design Aid（丹麦）  
发行：SMI（Distribution Services）Ltd.（英国）

本出版物可从 [Earthprint.com](http://www.earthprint.com) 网站下载，网址：<http://www.earthprint.com>

联合国环境规划署致力于在全球范围内以及在自身活动中推行环保实践。本出版物采用回收纤维和来自可循环采伐型森林的认证纤维制成的无氯无酸纸印刷。我们的发行政策旨在减少联合国环境规划署的碳足迹。

《联合国环境规划署年鉴 2009》可免费在线下载，网址为：<http://www.unep.org/geo/yearbook/>；您也可以购买年鉴印刷版本，其语言选择包括英文、法文、西班牙文、俄文、阿拉伯文和中文，单本价格为 20.00 美元（另附运费和手续费）。发展中国家订购将优惠 25%。全套年鉴汇编可以优惠价格订购。

如欲订购最新联合国环境规划署年鉴的印刷版本或以前版本，请发送邮件至 [unep@earthprint.org](mailto:unep@earthprint.org)。您亦可通过我们的网上书店在线订购，网址：[www.earthprint.com](http://www.earthprint.com)。邮政汇款地址如下。有关联合国环境规划署出版物的其他信息，请访问：[www.earthprint.com](http://www.earthprint.com)。

EarthPrint Limited  
P.O. Box 119, Stevenage  
Hertfordshire SG14TP, England

请抽出几分钟时间填写我们的在线调查问卷，网址：[www.unep.org/geo/yearbook/](http://www.unep.org/geo/yearbook/)  
我们对您的反馈深表欢迎，并谨致谢意！

# UNEP

# 年鉴

不断变化的环境中  
的新科学与新进展

# 2009



UNEP

联合国环境规划署

# 序言

《UNEP 年鉴 2009》是在 21 世纪人类面临食物、燃料和金融危机为背景的情况下编写的，主要关注了我们新中期战略里的六大领域。

内容将重点围绕如下方面进行探讨：要实现更加光明的可持续发展的未来，我们是否能够停留在 20 世纪旧经济模式中，还是必须选择充满活力的绿色经济模式——这种新的经济模式鼓励更高的资源利用效率，大大改善生态系统管理，并且在发达国家和发展中国家中推动更加公平合理、更加尊重劳动者权利的劳动就业形势。

您将在年鉴 2009 提供的研究结果中找到答案。

生态系统每年可提供价值数万亿美元的商品和服务，是庞大的天然“公共事业公司”，但它正在发生变化——有 25 个国家的整个森林生态系统已经消失，另外还有 29 个国家则减少了 90%。

自 20 世纪 60 年代以来，主要的经济类海洋鱼类生物量减少了 90%。而到本世纪中期，人均可用耕地面积可能会不足 0.1 公顷，这要求我们必须提高农业生产力，但凭借传统方法无法做到这一点。

气候变化是另一个沉痛的例子。无法完全“内部化”持续排放的温室气体，让我们为此付出了仅仅在几年前都无法想象的高额成本。

位于地中海和美国中西部的水库可能很快就会干涸；格陵兰岛冰盖可能正在以每年 100 立方公里多的速度消失，导致了海平面上升。

北极还是一个存放大量甲烷的大仓库。在斯瓦尔巴特群岛西北部，现在有 250 多个地幔柱正在沸腾——意味着危险警告的地球气候“临界”点正在一步步靠近。

本年鉴还着重向您推荐了一些更智能化、更创新的途径。例如生物仿生。位于津巴布韦哈拉雷的东门大楼（Eastgate Building）的制冷系统，是受白蚁建造的蚁巢启发而设计的。与同类建筑相比，它可节省 90% 的能源。

一些国家，如加拿大、智利、墨西哥和美国，对渔民采取了授权的捕捞份额制度，证据表明这种方式可降低甚至逆转生态系统崩溃的风险。

有数千亿美元被用来刺激经济。这正是我们克服当前灾害和重塑市场的机会——市场将不仅为我们的地球，还包括六十亿人口（很快就会增加到九十亿）的生计和福祉带来有利的帮助。简而言之，当前正是启动绿色经济的良好契机。



A handwritten signature in black ink that reads "Achim Steiner".

**阿希姆·施泰纳 (Achim Steiner)**

联合国副秘书长及  
联合国环境规划署  
执行主任



# 目录

序言	ii	<b>灾害与冲突</b>	
简介	iv	简介	31
<b>生态系统管理</b>		灾害、冲突、环境——2008	32
简介	1	人类缺陷和灾害预防	34
变化中的生态系统	2	展望未来	37
生态系统与人类福祉	4	结论	38
新管理范式	6	2008 年重大环境事件地图	40
结论	9	参考文献	42
参考文献	10	<b>资源效率</b>	
<b>有害物质及危险废物</b>		简介	43
简介	11	积极行动，减少浪费	44
食品和饮料中的危险物质	12	从摇篮到坟墓	47
汞污染的历史	14	水资源：亟需更优化的系统	49
纳米技术概述	16	建设性进展	50
核能复兴的挑战	17	结论	51
结论	19	参考文献	52
参考文献	20	<b>环境治理</b>	
<b>气候变化</b>		简介	53
简介	21	实现千年发展目标	54
检测、观察、归因	22	2008 年大事纪要	56
碳汇、碳源和反馈	25	资源重组	58
影响与脆弱性	26	结论	61
临界点	27	参考文献	63
结论	28	缩略语	63
参考文献	30	鸣谢	64

# 简介

《UNEP 年鉴 2009》介绍了有关全球环境变化的科学认识取得的成果和进步，以及对近期可能出现的问题进行了预测。目的在于帮组认识各种加速环境变化，威胁人类福祉的环境问题之间的联系。

本年鉴的各章节均包含了我们在环境变化方面了解到的最新信息。在我们的叙述中，转变是必不可少的词，在很多领域都会出现：从工业化农业转变为生态农业；从浪费资源型社会转变为有效利用资源型社会；从公众团体、私营企业和政府间相互竞争模式转变为在互惠互惠基础上加大合作的模式。

第一章，**生态系统管理**，提出了生态系统对气候变化、人类活动和生态变化的回应速度加快，以及临界阈值正在步步逼近。此外还分析了要求通过生态农业生产粮食的呼吁，以及在确保生态系统管理减少贫困方面，可持续发展原则的潜在作用。

第二章，**有害物质及危险废物**，阐述了用于化学肥料中的合成氮的发现，以及因此引发的空前人口增长和快速发展的大规模工业化学肥料生产。然而，很多化学物质也正在损害我们的环境和健康。

第三章，**气候变化**，主要关注了大气中温室气体浓度升高的最新研究；有关冰川融化和海平面上升速度及分布模式的新发现。对一些特定的地球系统，如海洋循环系统、热带季风系统和常见大气振荡系统等，分析它们产生的后

果。此外还介绍了地球系统中临界元素和临界点的概念。

第四章，**灾害与冲突**，纪录了社会动荡、地震灾害、风暴袭击和旱灾等，威胁着人类生命及其赖以生存的生态系统。尤其是弱势人口，时刻面临着生存风险。尽管越来越多的证据表明灾害的可能性在增加，但是相应的预防和解决措施也正在发挥作用。另外，本章还包含一张 2008 年的重大环境事件地图。

第五章，**资源效率**，介绍了工业生产的替代方式。包括新的生产消费和更有效的资源利用形式的重大转变。制定和增加私营领域现有的解决方案，如工业共生和减少物质成分等方案，以扭转资源匮乏的局面。

最后第六章，**环境治理**，简要总结了前几章的关键知识点，讨论了生态系统恶化的累积效应、对生态系统和人类健康有害的物质排放、气候变化带来的后果、灾害和冲突导致的人类死亡和经济损失，以及资源的过度利用。此外，还号召人们在临界阈值和临界点日益逼近的情况下，要有建立负责任的治理措施的紧迫感。最后，本章还提供了 2008 年大事纪要日历。

本章还进一步分析了人口增长、人类物质欲望膨胀、开采资源没有很好实现其价值等挑战形成的推动因素。这些推动因素造成的影响会不断累积，而且都急需解决，常常让实施环境治理变得复杂和充满挑战。例如，人口增长和物欲膨胀带来的压力，迫使一些工人在国

家公园附近定居，为了生存，他们不得不破坏受保护的生态系统获取资源；或者在这些压力作用下，驱使人们在沿海地区生活和谋生，面临着越加频繁、凶猛的风暴的威胁。

本年鉴还探讨了一些解决方案，例如，有效的防灾准备计划。它可以为社区合作打下基础，成为未来发展项目的铺垫。此外，有效使用资源的工业共生方案，有助于实现可持续的经济增长、防止污染，并提供绿色经济商品。但是重组评估流程和创建具备多种社会和环境效益的新方案，仅仅是通过机构和政府设计的解决方案样本。

# 生态系统管理

地球生态系统正在面临威胁。覆盖地球表面 20% 的土地已因人类活动而显著退化，地球上估计有 60% 的生态系统已被破坏或面临威胁。这就是过度开采自然资源，同时制造大量生态系统无法处理的垃圾，产生的无可辩驳的后果之一。



越南西北部老街省沙巴区 (Lao Cai Province, Sapa district) 黄连山上丰富的动物和植物不得不向大片的山地景观和人工梯田让步。

资料来源: Graham Ford

## 简介

根据生态系统的定义，生态系统对变化具有自我恢复和适应的能力，即使对于突如其来的变化也是如此。这更使得我们对当前全球范围内生态系统功能崩溃的状况感到震撼：在过去 50 年，人类活动的频繁干涉以及人造物质进入自然系统，加快了自然系统的变化，使其正逐步失去调节能力。在栖息地破坏、物种消失、污染和气候变化等各种压力的共同作用下，生态崩溃发生的范围变得更广，程度更严重，可能性更大 (Homer-Dixon 2007)。更糟糕的是，由于多种压力

同时释放，各主要生态系统即将到达临界阈值，而如果超过临界阈值，生态系统将无法从更严重的紊乱中复原。

目前我们仍然无法科学预测各生态系统的临界阈值，但是我们理解累积和非线性变化的能力有了很大提高，为了解生态系统在发生不可逆转的变化之前，能够承受多少压力提供了新的视点 (Willis 等 2007)。重要的是，这些最新成果让我们明白了生态系统的长期健康和人类福祉之间的众多联系。我们清楚地知道，生态系统管理、环境服务和社会经济发展要同时兼顾。

除了气候变化和固有水资源的脆弱性外，2008 年不稳定的能源价格和粮食价格危机，还反映了我们对生态系统施加的压力已经波及到了全球范围，并产生了联动效应。这些事件进一步暴露了当前全球社区中存在的持久经济增长学说内在的脆弱性，也表明传统的高度区域化的生态系统管理方法没有发挥作用。

2008 年，来自社会各个角落的声音都呼吁需要改革。许多国家在以生态系统途径来管理农业和水土保持方面，采取了重要和长期的措施，其中新增加了对综合管理系统的



## 专栏 1: 红色警报: 世界上的哺乳动物正处于危机之中

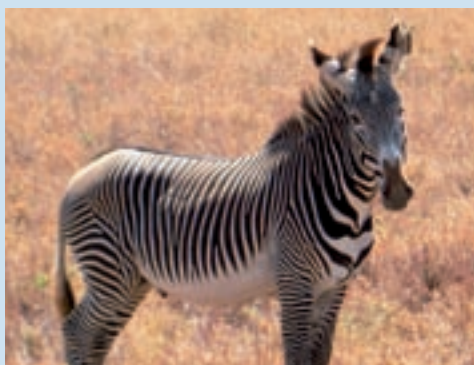
根据《2008 年红色名录指数》的统计 (Red List Index 2008), 世界上已确认的 5487 种哺乳动物中, 有一半以上数量正在下降, 超过 20% 正面临灭绝的威胁。《红色名录》是国际自然保护联盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 持续编写的全球性名录, 广泛被认为是地球上动植物物种分布和保护状况最好的评估。

尽管威胁难以定量, 但我们可以肯定海洋哺乳动物的处境是最糟的, 有 36% 的海洋哺乳动物受到污染、气候变化、鱼网和货轮的伤害而濒临灭绝。自上次 1996 年《红色名录指数》对哺乳动物进行的评估以来, 科学家们已经记录了 700 种以前从未发现过的物种, 其中有 349 种新物种是在马达加斯加和亚马逊河地区发现的。科学家们估计, 在其它地区, 如刚果盆地, 还有更多的物种有待发现。

哺乳动物在受到威胁时, 倾向于聚集在地方性物种资源丰富的生态系统中——而这些生态系统承受着人类活动造成的极大压力。最脆弱的区域包括南亚和东南亚、热带的安第斯山脉 (Andes)、喀麦隆高原 (Cameroonian Highlands)、非洲的艾伯特裂谷 (Albertine Rift) 和印度的西高止山脉 (Western Ghats)。森林采伐和农业扩张迫使动物只能生活在零碎的土地上。

与此同时, 保护区再也不是这些动物的安全避难所: 旅游业给当地带来的经济效益, 吸引着寻求工作的人们在保护区周围定居下来。而这些人却转而进行树木砍伐、丛林狩猎和火烧开荒——最终导致保护区内更多的物种消失。

资料来源: Miller 等 2006, Schipper 等 2008, Wittenyer 等 2008, IUCN 2008



严重的栖息地退化、疾病和饮用水资源减少, 导致细纹斑马濒临灭绝, 目前在肯尼亚和埃塞俄比亚仅有 750 只成年细纹斑马。

资料来源: Jason Jabbour/ UNEP

关注, 这包括同时考虑到了人类和自然的需求, 维护了各自的利益。

### 变化中的生态系统

根据 2005 年的千年生态系统评估报告结果, 地球上生物的多样性遭受了本质上无法挽回的损失, 接受评估的生态系统服务中, 有 60% 正在恶化 (MA 2005) (**专栏 1**)。而发人深省的现实, 引发了各种科学研究和观念的大量涌现。同时也促使我们认真反思我们的管理方法, 以寻找更好的途径解决生态系统不断面临的风险和各种挑战。事态严峻。如果人类想以可容忍的最低生活质量在这个星球上生存, 我们就必须以更为高效、新方式管理和利用我们的生态资产 (Steiner 2008)。

### 铁证如山的退化证据

所有生态系统都在变化之中, 但某些转变却格外明显。毫无疑问, 其中最为明显和重大的生态系统改变就是热带和亚热带生态系统的广泛退化和转变 (**图 1**)。对粮食和其它农产品需求的不断增加, 导致了农业生产的集约化和耕地的剧烈扩张 (Yadvinder 等 2008)。如今, 耕地面积几乎覆盖了地球表面的四分之一。事实上, 至少有 25 个国家的整个森林系统已经消失, 另外有 29 个国家的森林系统缩减了 90% (Dietz 和 Henry 2008)。这种毁灭仍然在以惊人的速度持续蔓延。生态系统的这种急促而广泛的变化, 给各种生态进程和生物地质化学循环带来了极大的压力, 反过来也加深了对地区性和全球性生态系统服务的影响, 因为这些系统服务与基本生态功能的健康状况密切相关。热带和亚热带生态系统的转变带来的连锁反应, 导致流域保护出现重大损失、土壤完整性降低、侵蚀增加、生物多样性消失、碳固存容量降低以及整个地区和本地的空气质量恶化 (Scherr 和 McNeely 2008, Hazell 和 Wood 2008)。

海洋及海岸生态系统也因人类活动而发生着重大变化, 但与其它变化相比却受到人们较少的关注。珊瑚礁、潮间带、河口、海草床及沿海水产养殖经营都经受了严重的污染、退化、破坏和过度利用。水生态系统的衰退迫使全世界的海洋渔业, 连续十年基本上处于停滞状态 (世界银行和联合国粮食与农业组织 2008)。自从 20 世纪 60 年代产业化捕鱼开始以来, 大型经济海洋鱼类的总生物量已惊人地减少了 90% (Halpern 等 2008)。

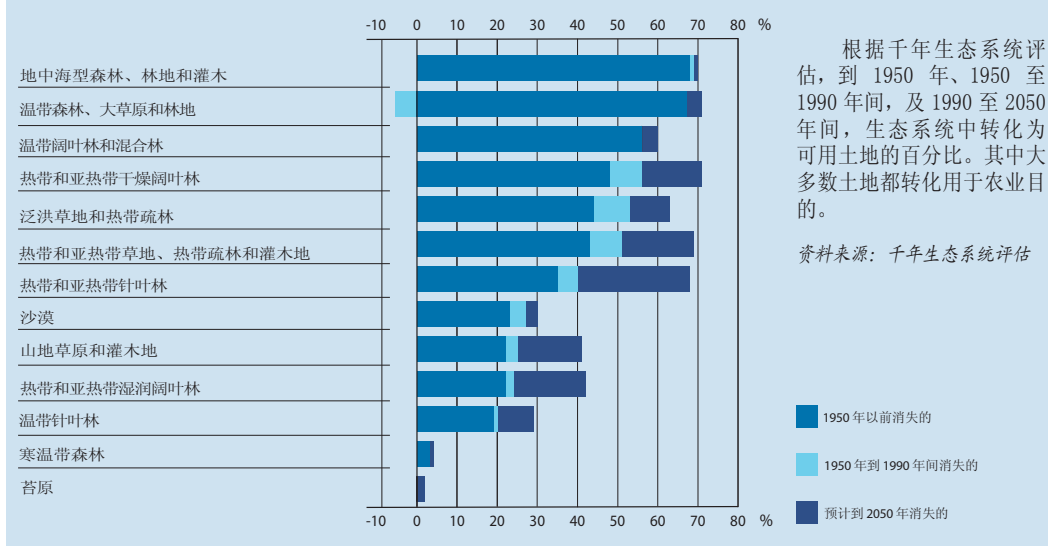
采取行动保护渔业已刻不容缓。世界上超过十亿的人口都依赖于鱼类, 因为鱼类是他们主要的蛋白质来源, 而这些人中大多数属于最弱势的群体。世界银行和联合国粮食与农业组织 2008 年委托进行的研究表明, 对海洋最为宝贵的鱼类资源近乎耗竭式的捕捞, 已导致全球海洋渔业每年净损失大约 500 亿美元。这都是因为过度增长的捕鱼船容量、捕鱼新技术的使用和不当管理, 以及不断增加的污染和栖息地丧失造成的 (世界银行和联合国粮食与农业组织 2008)。

不断飙升的粮食价格、迫在眉睫的能源危机和气候变化带来的更多冲击, 都对海洋生态系统构成了潜在压力。当前, 至关重要的就是通过一系列机构和规章的改革, 来增强海洋生态系统的自我恢复能力。一些国内和国际协商一致, 旨在增加对贫困小规模捕鱼团体的投资, 并授予他们一定权利的改革建议已经出台。这些建议不仅包括取消适得其反的补助金和不当的奖励措施, 还有支持与可持续渔业认证有关的举措, 以及采取新措施来消除非法捕鱼 (世界银行和联合国粮食与农业组织 2008)。

### 变化中的生态系统

最近的研究发现, 不断变化的气候和生物地质化学状况, 导致某些类型的生态系统出现了迁移和一些扩张现象 (Silva 等 2008)。近几年, 随着温度的上升, 科学家观测到北

图 1: 到 2050 年转化为可用土地的百分比



(Furley 1992, Beerling 和 Osborne 2006)。但是, 2008 年在巴西中部发现的证据表明, 该地区的长廊林出人意料地迁移到了其周围的热带疏林区域中。看来气候变化的确会引发这种生态系统迁移, 而随之而来的回馈机制 (包括养分累积和火情控制) 又可能会进一步推动这种扩张过程 (图 2) (Silva 等 2008)。

## 非线性变化和新生生态系统

环境状况正在频繁加速地改变植被地貌的事实, 以及现有自然系统出人意料的回应方式, 让我们不得不怀疑之前对重要的生态系统临界阈值的认识。我们的研究表明, 加速的、急促的、意外的和不可逆转的生态系统改变, 让我们更加难以确定生态系统的未来、人类干预的后果以及改变对人类福祉的影响。

这个事实推动了对监控和早期预警系统的新一轮投资, 也让人们更加意识到替代管理措施的重要性。这些调查研究提高了我们解释和预测影响非线性生态系统变化的动因和正回馈机制的能力 (Dakos 等 2008, Scheffer 等 2006, Lenton 等 2008, Tallis 等 2008)。

对非线性变化的观察和逐渐增大的发生率, 促使我们产生了新生生态系统的概念。

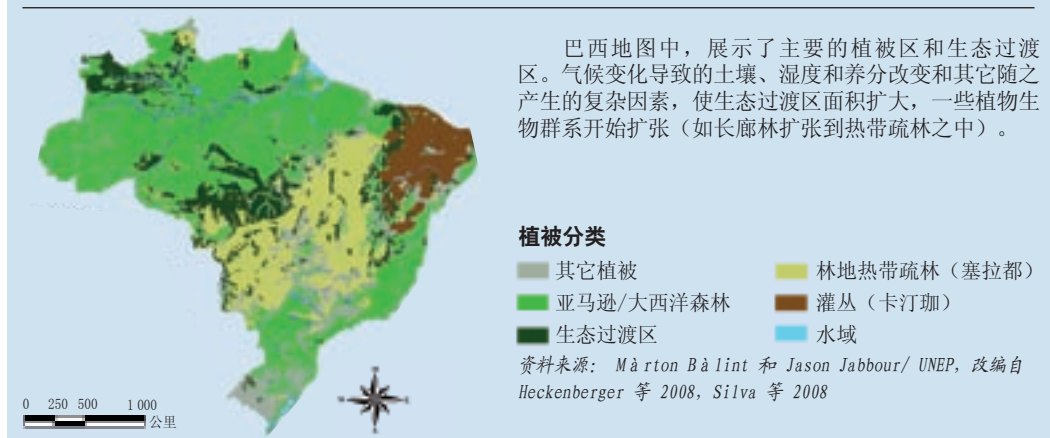
极苔带原逐渐转变为灌丛带。这是因为在冬季温度升高的情况下, 一些灌木能够固定雪层, 而雪层对土壤有保温的作用, 使得当地土壤微生物能在更长的时间内维持生命力, 从而为灌木提供旺盛生长所需的营养物质。这个过程助长了更多的灌木逐渐侵入到苔原之中 (Strum 等 2005)。这种生态系统的移动, 迫使北美驯鹿种群离开传统的牧草区, 去寻找曾经通常在苔原带上才能找到的苔藓和草类 (Tape 等 2006)。2008 年有新证据表明, 虽然北极温度升高促使北美驯鹿牧草资源的可用期提前, 但是北美驯鹿的繁殖周期并未随之提前。这对北美驯鹿的成功繁殖产生了严重的负面影响 (Post 等 2008)。

在俄罗斯乌拉尔山北部, 由于夏季气温的上升和冬季降雨量增加了一倍, 导致西伯利亚落叶松的成分、结构和生长形式都发生了变化 (Devi 等 2008)。在成熟的针叶树林中, 树木通常有 10-20 米高, 并且是单主干树种和多主干树种混合形成的树丛。但是最近的一项研究发现, 1950 年后出现的树木有 90% 都是单主干树, 而这是未熟林的特征之

一。研究人员得出结论, 树木的这种生长状况, 很大程度上反映了新森林在空间和时间上的扩张。在上个世纪, 森林-苔原生态系统在山上的生长范围可能就已经上升了 20-60 米 (Devi 等 2008)。

热带疏林和长廊林是两种截然不同的独立生态系统, 科学家曾经长期以为, 它们之间的边界会因为土壤性质的明显差异 (如含水量、营养成分、通气性和酸性等) 而固定下来

图 2: 巴西境内的植被区和生态过渡区





新生生态系统概念是指，在新的生态条件下，特定生态系统中其物种组合和丰富度以前未被承认的物种群落 (Milton 2003, Seastedt 等 2008, Silva 等 2008)。新生生态系统概念借用了这样一个理念，即当生态系统在遭受伤害和自我恢复的各种状态之间转变时，生态系统会进化，以适应各种不同的干扰因素，并将自身重建，从而同时维持系统运作和容纳一定空间范围内的干扰。人为因素导致了生态变化的速度加快，并将某些生态系统推向消失的边缘。但是这些因素也促使某些生态系统跨越了其历史变化范围，进入到前所未有的，但相对稳定的状态之中 (Sax 和 Gains 2008)。由于新生生态系统及其产生条件在演变，所以管理方法必须要有分析成本和收益的能力。研究当前生态系统功能的状态是必不可少的，但动态系统管理还必须关注可能的发展方向，或对未来变化的预测，以估计预防灾害的机会。新生生态系统需要创新的管理方法，这要求科学家和管理人员之间开展更密切的合作，制定方法和措施来实现短期和长期目标 (Seastedt 等 2008)。

随着美国黄石国家公园的气温逐年变暖，有关园内发生的生态变化级联效应的新见解也油然而生，促使管理人员和科学家重新思考传统的假设和策略。一种生命力极强的蓟科植物，在北美洲已出现了很长时间，最初以为是气候变化致使这种植物在公园里生长旺盛。但是研究人员最近发现，这种蓟的成功繁衍是因为它是一个更大反馈回路中的一部分，在此回路中，与其同时扩张的囊鼠帮助了这种植物扩散。囊鼠在挖地道时会搅动地面土壤，这为它们的食物源蓟创造了理想的生长条件。蓟越多，可喂养的囊鼠就越多，与此同时，灰熊的数量也因二者的充足供应而稳定下来 (Robbins 2008)。最终，公园不再大力控制蓟的生长。

如果新生生态系统一直存在下去，就能提供新的有价值的生态系统产品和服务。至于



美国佛罗里达州阿巴拉契科拉 (Apalachicola) 的一名虾农，讲述墨西哥湾渔业产量急剧下降，渔民面临更加严峻的挑战。  
资料来源: Tara Thompson

这些新系统对未来的多样性、更新和恢复方面能起多少作用，还有待仔细研究。未来生态系统管理的关键目标之一就是最大程度地增加有益的变化，减少不利因素，同时跟踪各种收益和成本的实现过程和持续性 (Hobbs 等 2008)。

## 生态系统和人类福祉

健康的生态系统及其提供的商品和服务，是所有社会生存的基础。但若考虑到工业化国家当前的消耗水平和发展中国家快速增长的物质需求，这些基础就将面临威胁。环境退化和农业发展带来的问题，将威胁人类和生态系统的健康，使后代蒙受巨额代价 (Hazell 和 Wood 2008, Levin 等 2008, RRI 2008)。气候变化和经济全球化的客观存在，使已经面临威胁的地方和全球范围内的生态系统健康加速逼近临界阈值。犯下毁灭性错误的几率正不断增大。

## 生物燃料的前景

在 2008 年，除了生物燃料，很难找到比其更能引来争论的环境问题了。既有人把生物燃料视为可再生、低碳能源解决方案而大加赞赏，也有人认为生产生物燃料会对人类

和环境福祉带来威胁而竭力反对。很多人将生物燃料是“粮食还是燃料”作为了产业中争论的焦点。

整个 2008 年期间，谷物价格出现了多次大幅增长，将粮食的安全和脆弱性问题摆在了人们面前。专家们在生物燃料对谷物价格上涨的影响程度上持不同意见，其中最高的估计为 75%，认为这是由于谷物转换为生物燃料、农夫留出土地来种植能源作物以及金融投机的共同作用 (Chakraborty 2008)。其他人则不太清楚生物燃料和粮食价格之间的关系，认为只要是实施了合理的政策，生物燃料实际上可能减轻当地粮食短缺的状况，并为世界上最贫困的人群增加收入 (Müller 等 2008)。另外一种观点则跳出了粮食与能源之间直接交换的思路，转而将土地使用管理用作评估生物燃料、生物多样性、生态系统完整性和粮食之间关联影响的标准。

在生物燃料生产方式方面，一些以满足当地消费目的的小农生产方式，显示出与占主导地位的大规模农业综合企业模式的差异。同时，这些方式也反映了正在进行的一项重要实验，即在更广的范围内，推动发展中国家实现农村能源自给、创造谋生机会，同时保持环境的完整性。

通过采用生态农业的方式，小农在生产供当地使用的生物柴油或菜油的同时，还能够实现农作物多样性、恢复退化土地的环境保护效益 (Milder 等 2008)。这种策略的潜在好处是，能够增强当地能源安全，提高家庭收入，并创造出依靠少量和需稳定能源的新经济机会 (Ejigu 2008)。如今，这种小规模生物燃料项目正在多个国家中开展。

大规模单一耕作会导致化学农药密集使用、生物多样性损失、土壤退化、野生动植物转移和水资源耗费，不可避免地给环境带来伤害 (表 1)。同样在民生和人权等社会效应方面，也会带来巨大的反响。在一些土地

**表1：2030年生物燃料及水资源消耗情况预测**

	生物燃料产量 (十亿升)	作物	生物燃料所需灌溉水 (km <sup>3</sup> )	实际用于生物燃料的灌溉水百分比
美国/加拿大	51.3	玉米	36.8	20
巴西	34.5	甘蔗	2.5	8
欧盟	23.0	油菜籽	0.5	1
中国	17.7	玉米	35.1	7
印度	9.1	甘蔗	29.1	5
南非	1.8	甘蔗	5.1	30
印度尼西亚	0.8	甘蔗	3.9	7

资料来源: Molden 2008, Serageldin 和 Masood 2008

所有权未受保护或存在纷争的地方, 增加生物燃料生产将导致贫困群体失去拥有和使用土地的重要权利 (Cotula 等 2008)。然而, 不断扩大的国际生物燃料贸易, 让很多发展中国家从中看到了发展经济的机会。

研究者们试图分析不同生物燃料生产过程中的全部成本和收益 (包括改变大片土地用途的影响), 预测固碳损失量, 以及提出生物燃料是造成气候变化的单一因素的可能性 (Fargione 等 2008)。一项新的研究通过全球农业模型, 对土地用途改变导致温室气体排放的情况进行了评估, 结果表明玉米乙醇可使温室气体排放量在 30 年后几乎增加一倍, 并且将持续排放 167 年 (Searchinger 等 2008)。当意识到能源作物种植地区的社会和环境可能会付出的代价后, 最初对生物燃料的热情已消退, 一些制定了混合燃料政策的政府要么重新审视了各自的目标, 要么考虑增加与可持续原料供应相关的限制。

全球化标准的出台, 不仅为可持续性原则和决策制定准则打造了一个框架, 还将在使用更为复杂的生物能源绘图工具和理解当地先决条件和需求, 并制定合理政策过程中发挥重要作用。在发展中国家为促进农村能源自给的小规模生物燃料项目, 对当前主导国际的生物燃料运输要求来说, 是前所未有的挑战 (UN-Energy 2007)。但是这些努力措施是否能转变为有效策略, 使其能够在满足

农村地区能源需求的同时, 还能改善民生、维护生态系统完整性, 这将在未来的数月甚至数年内仍然是个重要的问题。

### 贫困与环境退化的恶性循环

环境退化让全球各地面临风险和不确定性。但是最沉重的负担还在源源不断地涌向最贫困地区和边缘化的本地群体 (Levin 等 2008)。如果当前趋势持续不变, 气候和生态系统变化带来的破坏将继续损害全球至少 20 亿人口的福祉, 还会摧毁人们未来的美好前景 (请参阅“气候变化”, 第三章) (WRI 2008)。然而, 为减缓当前全球经济衰退所消耗的资金, 远远超过了政府发展援助项目可用的金额 (请参阅“环境治理”, 第六章) (Ban, 2008)。

贫困与环境息息相关。人们普遍认为, 各种社会人口因素会加速生态系统退化和自然资源枯竭, 特别是当贫困也是因素之一时, 这种情况会变得更糟糕 (WRI 2008, UN 2008)。人口快速增长和环境退化的现象同时出现, 让我们更加意识到弄清社会、生态系统和治理之间复杂联系的重要性。尽管人类对整个生态系统都造成了改变, 而且这些改变确实为人类福祉和经济发展带来了巨大利益, 但这些利益并未得到公平的分配: 最弱势的人民所能获得的, 是土地退化造成变本加厉的成本投入、无法预测变化带来的更多风险, 以及贫困的加剧 (Holden 等 2006, WRI 2008, Hazell 和 Wood 2008)。

对于大多数发展中国家的人, 尤其是生活在农村地区的人们, 正常的自然环境是他们谋生手段中不可或缺的部分。在谈到实现可持续生态系统管理和消除贫困时, 至关重要的一点就是人与运行中的生态系统之间保持平衡关系 (IAASTD 2008, WWF 2008, UNEP 2007)。世界上农村贫困人口依靠大自然获取的收入, 占其总收入来源的一半以上 (WRI 2008)。据多份可靠的评估表明, 90% 的农村

贫困人口的收入部分或完全地依赖于森林 (WRI 2005)。在非洲农村地区, 作为发展中国家经济支柱的小规模农业, 是 90% 以上人口的主要收入来源 (UN 2008)。而对这种备受批评的耕作方式的依赖, 让贫困地区和当地农村社区不断遭受环境退化和气候与生态系统条件变化所带来的伤害。

在农业生产力低、配套服务不完善和容易遭受自然灾害的地区, 农村贫困人口比例显著上升。在此情形下, 为了生存人们通常不得不过度开采邻近资源 (Hazell 和 Wood 2008)。联合国粮食与农业组织估计, 由于传统农耕地的产量不断下降, 每年有 780 万公顷的森林消失, 变为农耕梯田和轮作耕地 (FAO 2008, FAO 2008b)。低生产率的耕作方式、过度放牧、“刀耕火种”、土地开垦、森林采伐、林区扩张带来的压力, 不仅威胁到日益脆弱的自然资源生态平衡, 也威胁到了依赖这些生态系统的群体的生存状态。最终结果将是一个负面反馈回路, 其中贫穷促使生态系统退化, 而生态系统退化则加深了贫困程度, 并使贫困难以消除 (Wade 等 2008)。

### 生态系统管理与消除贫困

最近几年, 通过生态系统途径来缓解贫困状况的方式受到了极大的关注。将环境问题和生态系统管理, 同消除贫困策略相结合的方式, 已成为可持续发展规划的中心内容 (UNDP 2007, WRI 2008, Svadlenak-Gomez 等 2007)。在当前总体平均收入和农村贫困人口收入之间存在巨大差距、农村贫困人口与土地和自然生态系统息息相关的现实情况下, 如果不考虑农村贫困人口的状况、文化程度、能力和环境需求, 则制定出来的发展战略将很难取得成功。

如能有意识地建立强有力的治理机制, 对于某些依靠自然资源的企业而言, 生态系统管理将成为一种持续为贫困人口提供经济和社



会价值的强大模式，因为该模式改善了自然资源基础，使生态系统在地方和全球区域内提供基础服务的同时，自身得到维护（WRI 2008）。目前，最贫困和弱势的社会群体因为缺乏必要的手段和授权，无法利用依靠自然资源运作的企业来改善其生存状况。甚至在资源丰富的地区，收入也常常被精英阶层据为己有，并且使农村社区和当地生态系统变得更加糟糕（Gardiner 2008, FAO 2007）。

发展农村贫困社区，必须要有创新的策略和运作流程，从而提升当地收益并加强自身能力建设。战胜这些挑战是实现千年发展目标中必不可少的一部分。但我们还缺乏足够的动力来实现目标。

采取行动已变得刻不容缓。当前我们处在全球经济危机和粮食安全危机的困境之中，而对二者的强度和持续时间都无法确定。与此同时，气候变化变得更为明显——通常处于幕后，但越来越成为不可忽视的气候现象。这些状况的发展会直接影响我们为消除贫困而做的努力：经济减速会减少贫困人口的收入；粮食危机会增加全世界饥饿人口数量，使数百万人沦为贫困人口；而气候变化会对贫困人口造成不均衡的冲击。这些问题都非常紧迫，需要我们及时解决，这也是为实现千年发展目标所要做的长期努力（UNDESA 2008）。



在印度尼西亚西瓜哇的一个茶场，女茶农正在采摘茶叶。  
资料来源：M. Edwards/Still Pictures

## 新管理范式

随着新科技的不断涌现，生态系统管理实践也在不断发展变化，由此引发了对管理干预的基本原则、价值和特性的重新思考。道理很简单：那些无法应对和迅速适应变化中的生态系统的管理方法注定会失败，而那些对错误的管理方法不求改进的社会最终也不会走向成功。

尽管挑战艰巨，但一些新进展让人仍然抱有希望。只要我们更加全面、精确地了解生态系统成本、收益和采取行动所付出的代价三者的分布，我们就能够更好地制定应对措施。

## 退化、保护和生产力

预计在四十年后，由于生物条件的限制，人均可用耕地面积将不足 0.1 公顷，这就需要提高农业生产能力，改变传统生产方式（Montgomery 2008）。人们越来越担心各种集约化农业系统会导致土壤质量普遍下降。土壤退化已经影响到了全球几乎 16% 的耕地，对农业生产力和生物多样性等更广泛的生态系统服务带来了严重影响（Hazell 和 Wood 2008）。

一项新的科学研究领域，主要关注在农业中使用空间集约管理方法。这种管理方法改变了传统的土地利用划分方式，将某些区域全部用于粮食生产，而将另外一些区域划分出来用于保护或其它用途（Scherr 和 McNeely, Holden 等 2008）。几十年来，生物多样性保护和农业生产一直被认为是互不相容、相互排斥的两种活动。但是生态农业的实践者们对这种想法却不以为然。他们的方式是将大规模、高投入的单作农场种植，转变为更加多样化、低投入的集约型自然景观系统。

只要具备了合理的管理、政策和治理结构，这些新型的生态农业土地使用嵌合体，就能维护生物多样性，同时满足对生态系统

服务更多的需求，实现农业可持续性的关键目标（Scherr 和 McNeely 2008）。生态农业将粮食生产仅仅视为生态系统可提供的众多服务之一，因此在某种意义上，生态农业鼓励土地拥有者在生产粮食以外，还能带来清洁的空气、甘甜的水、肥沃的土壤和生物多样性（专栏 2）。

生态农业在过去就已存在，并取得了不错的效果：亚马逊河中的特拉普雷塔（Terra Preta）土壤中的土壤有机质、氮和磷含量比相邻的其它土壤大约多 3 倍，而木炭含量则大约多 70 倍。特拉普雷塔土壤的形成，是由于前哥伦比亚时代的原住民，向土壤中添加了大量的碳化残渣、有机废物、排泄物和骨骼。大规模地制造和使用特拉普雷塔土壤，可降低对当前为农业用途而大量被清除的原始森林的压力。这种做法不仅可以维持生物多样性，还可以缓解土地退化和气候变化，而且如果方法得当，还能在一定程度上解决某些社区中的垃圾和卫生问题（Glaser 2007）。

## 增加财政鼓励

第 4 版的《全球环境展望报告》，让人们注意到了环境在实现发展和人类福祉中起的关键作用。报告还向人们提供了一个令人关注的论点，即地球生态系统及其带来的商品和服务，可提供价值数万亿美元的巨大经济机会（UNEP 2007）。这一结论促使我们加快步伐，将我们拥有的自然资本和自然资源，加入到制定和执行生态系统管理的行动中。

最近几年，人们对生态系统服务评估，特别是生物物理评价方面，产生了极大的兴趣，并为此开展了许多科学研究（Cowling 2008）。生态系统服务评价为创造新的财政刺激和经济鼓励政策奠定了基础。新鼓励政策的出台，能规范生态系统商品和服务的使用，甚至重新分配利益归属。

在各种手段中，一种发展迅速、称为“生态系统服务付费（payment for ecosystem

## 专栏 2: 半自然景观和文化景观: 生物多样性及生态系统服务的贮藏库

对生物多样性和景观的保护通常被局限于“人与自然不可互相利用”的简单权衡中: 无人涉足过的原始自然被认为是最好的, 而人类对生态系统的侵犯则是不可接受的。旨在限制人类影响自然生态系统的保护项目的确很重要, 但是对保护生物多样性和生态系统服务而言, 半自然景观的保护项目也是必不可少的。

在历史上, 有各个社会时期传统土地使用下的半自然景观得到了长期发展。这些半自然生态系统, 或称文化景观, 与传统生活动密切相关。人工草地和人工森林是最常见的文化景观类型。这两种类型通过动物啃食、饲料收集、林地废物清理和森林资源收割, 保持在人工条件下的稳定状态中。这些活动改变了景观的重要环境特征, 如湿度、光线、温度和养分循环等。在许多这样的地方, 生物多样性都很丰富, 更重要的是, 与单一作物种植园或农耕地周边的自然生态系统相比, 拥有的珍稀濒危物种比例更高。



美国威斯康星州西南部的 Coon Creek 流域, 曾是美国侵蚀最严重的地区之一。随着土壤和田地恢复措施的进展, 这一壮丽的景观在形态和功能上都得到了重生。

资料来源: Jim Richardson

传统上, 开发文化景观是为了提供特定的生态系统服务。例如, 欧洲的草地被用于放牧和家畜饲料生产。美洲原住民则通过有控制的放火烧林, 为鹿群提供林中草地作为牧草。在北美洲, 糖槭林地被保留下来生产枫糖浆。在中亚地区, 人们对天然果树林和坚果林进行管理, 以提高这些重要食物的产量。

在欧洲, 大多数生态系统是由人工或半人工管理的。但是在上世纪, 这些半自然的生态系统在质量和数量上都有下降。例如在芬兰, 传统人工管理的森林和草场成为了受到威胁最严重的栖息地, 其中的主要景观现在都在消失的边缘。与此同时, 在芬兰, 有近三分之一的濒危物种生活在这些受到威胁和面临消失的森林和草场中。

如果让这些景观任其消失, 我们失去的不仅仅是重要的物种栖息地, 还有珍贵的景观文化价值。这些景观提供了文化生态系统服务, 带来了无法替代的美学和历史价值。半自然和自然景观是许多伟大画家、音乐家和诗人的灵感来源, 还帮助人们形成文化认同。文化景观的美学价值在旅游业和吸引城镇人口来此定居方面, 充分体现了它的重要作用。

当地球上的每个生态系统都感受到了人类影响的时候, 对于未来的生态系统管理来说, 这意味什么? 尽管是人类造成了大范围的环境变化和种群灭绝, 但是我们宝贵的文化景观表明, 人类依然可以维持生态系统的长期发展。我们需要野生景观, 但我们也需要学习历史经验, 懂得如何管理我们的未来。

资料来源: Wittemyer 等 2008, Lindborg 等 2008, Furuta 等 2008, MOE 2007, Raunio 等 2008, Kareiva 2007, Merchant 2005, Schama 1995

services, PES) ”的方式显示出了极大的潜力。这种方式的目的在于让为保护关键生态系统功能做出努力的个人、群体和社区获得回报。这种方法可为贫困和边缘化的人口提供必要的制度平台, 使他们在获取眼前的经济和其它利益时, 还能参与良好的生态系统管理 (WRI 2008)。一些为推进 PES 协议的新计划, 向人们承诺, 在不脱离均衡保护和发展的主要目标条件下, 实现生态和社会共同进步 (Tallis 2008, Svadlenak-Gomez 2008)。PES 通过对生态和人类福祉进行严格监控和合理评估, 为弱势群体、贫困人口及后代承担生态系统被破坏的后果这一趋势提供了重要补救措施 (Schultz 2008, WRI 2008, Hazell 和 Wood 2008)。

### 针对森林采伐的“补偿减排”

科学家及专家一致认为, 保护热带森林是

我们这个时代生态系统管理的主要任务之一。但令人吃惊的是, 每年仍然有 1300 万公顷的森林遭到破坏, 相当于英国面积的一半。土地用途转变和农业扩张是造成热带森林消失的主要原因, 而热带森林消失产生的温室气体排放, 估计占温室气体排放总量的 17%, 是全球变暖的主要原因之一 (Cecon 和 Miramontes 2008, IPCC 2007)。不久以前, 我们还无法确定热带森林在影响和缓和气候变化方面发挥的重要作用; 但据现在的观测, 这已成为事实。

现实的状况, 使“补偿减排”概念由此产生。减少森林采伐和林地退化造成的碳排放 (REDD) 计划, 提倡“防止森林采伐”成为参与国际强制碳市场的合法项目。碳补偿付费机制能为发展中国家提供补偿, 以鼓励他们减少和保持国内森林采伐量低于事先确定的

历史水平 (请参阅“环境治理”, 第六章)。

热心的 REDD 支持者认为, REDD 为减少温室气体排放提供了一系列重要的新激励措施, 这些措施将带来许多额外的好处: 保护生物多样性、保护流域、建设热带森林国家和扶持贫困农村社区。原则上, 补偿减排计划通过向农村社区, 提供长期而稳定的收入共享机制和非财务利益分配渠道, 能够改善贫困人口的福利。但是在实践中, 这些系统可能会带来土地使用受限、资源冲突、权力集中化和当地经济系统失调等问题, 为已处于弱势的群体带来新风险 (Preskett 等 2008)。尽管现有的 REDD 机制强调为扶贫和社区提供更多的帮助, 但多数情况下, 这些需要靠运气才能实现。



## 从粮食危机到农业复兴

2008年春季主食价格的急速上升，威胁到了数千万人的生活，在37个国家内引发了示威活动和粮食骚乱（Gidley 2008）。这些事件也许预示着一个新时期的到来，即全球贫困人口对长期遭受不平等待遇爆发不满。

生态系统管理和粮食危机密切相关，这一点已经很清楚。很多地区已经没有剩余的生存资源和生态恢复的回旋余地。当肥沃的灌溉地和传统渔场不断减少，让社会陷于困境时，气候变化、生态系统崩溃和人口压力这些加速发展的威胁又接踵而来，让人们不得不对未来粮食供应担忧（专栏3）。尽管激烈的争论从未停止，但是粮食安全问题已导致2008年全球政治恐慌却是不争的事实，而且在未来数年内，无疑仍然会成为国际议程的主要内容。

国际社会共同认为，当前全球农业系统需要改组和合理化改革，一些人甚至呼吁进行新的农业革命（Montgomery 2008, Wade 等 2008）。尽管地域政治和农业生态的背景差异让问题变得错综复杂，但不难发现根本差异：采用投入更多化学肥料和科学技术的农业集约化方式；或转变为多层次集约化的生态农业方式（Hazell 和 Wood 2008）。

不可否认，在20世纪中期到晚期，农业集约化方式取得了令人瞩目的成就。正是凭借农业集约化方式，印度、中国和大部分拉丁美洲地区才取得如今经济和社会的巨大进步。20世纪中期出现的全球农业系统确实可以提高产量，但问题是它加速了土壤侵蚀、土壤盐碱化、水体硝化和过度使用合成农药，进而破坏了自然虫害防治及其它生态系统服务，使农业可持续性受到影响。此外，全球农业系统的分布缺陷，使全球人民面临着供应短缺的情况，正如在2008年我们所看到的。尽管很多国家都提高了农作物产量，但社会的自给能力仍然存在巨大、长期和不断扩大的漏洞，远远不能保护未来的资源和生

### 专栏3：通过基于权利的捕捞份额制度避免海洋生态系统崩溃

几十年来，全球渔业从世界海洋生态系统中索取了大量的产品和服务，而海洋却越来越难以满足人类的需求。最近的一项研究，将17种造成生态变化的人为因素组合，绘制了人类影响全球海洋生态系统情况的嵌套式空间模型。结果是残酷的：人类对所有调查过的海洋生态系统都产生了负面影响，其中41%的海洋生态系统都受到不止一种人为因素造成的影响。

由于过度开采和管理不当造成的累积效应，全球商业性渔业大范围崩溃，要求渔业采用生态系统运作方法的呼声越来越高。对渔业资源评估体系和生态系统状态空间指示的改进，可以为一些物种制定更科学的捕鱼限额。但是，由于落后的渔业治理和缺乏系统的资源管理，很多过度捕捞问题变成了人们认可的惯例。资源管理的缺失，让很多只能依靠手工捕鱼的渔民被边缘化，不得不转向从事其它海洋类经济活动。

除了使用生态系统方法，还要结合基于奖励的管理策略和促进资源管理的管制激励措施。加州大学圣塔芭芭拉分校（University of California, Santa Barbara, UCSB）的一项新研究，主张采用一种被称为“基于权利的捕捞份额”的新的解决方案，引起了人们议论纷纷。该方案促进产生生态效应的行为给予奖励，如保障渔民个人拥有固定的总捕鱼量。让渔民参与实现自然资源管制和管理以及可持续发展目标的方式，更能让资源使用者体会到经济激励的效果。经营捕捞份额也可以产生同样的效果。当捕捞份额可以买卖，并且遵循市场供需状况，便可产生资源管理激励。随着渔业管理改善和鱼类数量增加，捕捞份额的价值也将随之上涨。



赞比西河（Zambezi River）上，传统手工操作的渔民正在撒网捕鱼。资料来源：David Gough/ IRIN

加州大学圣塔芭芭拉分校在分析了全球11,135家渔业经营企业的数据库后，发现渔业经营企业在实施了捕捞份额制度改革后，都缓解甚至扭转了崩溃的局势。研究确信，设计良好的捕捞份额计划保障了渔民获取资源的权利，它可以让渔业经营企业崩溃的可能性降低9.0%–13.7%。除了能够解决过度捕捞的问题和改善生态系统效益外，在新西兰、加拿大、墨西哥、智利和美国，各种不同的捕捞份额计划还改善了个人和渔业团体的生存状况。

资料来源：Costello 等，2008；Festa 等，2008；Halpern 等，2008；Mutsert 等，2008

态系统服务（Hazell 和 Wood 2008）。在大多数发展中国家，根深蒂固和不断加剧的贫困源于数百万以妇女为主的小型农场主，无法种植出足够的粮食来供养家庭、社区或国家（AGRA 2008, Ngongi 2008）（专栏4）。这些家庭和社区却无法实现集约化农业系统的规模经济产生的效率（Dossani 2008）。

随着人口持续增加，可用于农业生产的土地不断减少，发展中国家为了防止遭受最严重的全球粮食危机，难以避免会加大投资和采取更广泛的行动。在非洲，新一轮的土地掠夺已开始，财力雄厚的政府和公司正在这里角逐地球上剩余的最后一块廉价土地，以

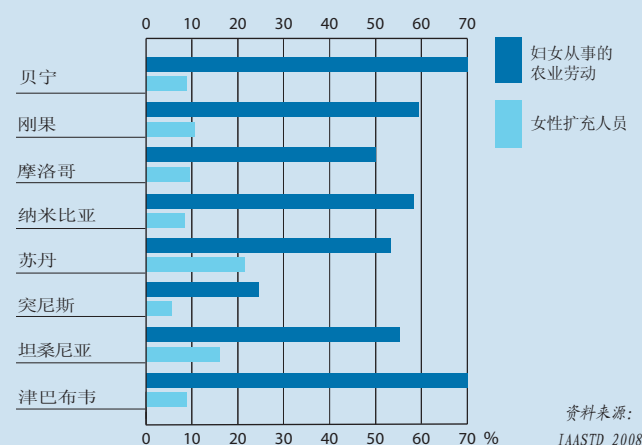
保证自身长期的粮食或生物燃料供应。2008年，包括苏丹、埃塞俄比亚和马达加斯加在内的许多国家，都卷入了大宗土地交易的泥潭中，这些交易的大量详细信息被隐瞒，使很多人怀疑这些交易条款中是否包含有利于当地居民的安全措施（Borger 2008）。另一种新的趋势，是在一个国家种植粮食，在另一个国家开展工业化粮食生产。现在苏丹向沙特阿拉伯出口小麦，向阿拉伯联合酋长国出口喂养骆驼的高粱，向约旦出口小麦、豆类、马铃薯、洋葱、西红柿、橘子和香蕉。苏丹提供土地，其邻国提供资金、管理、技术和设备（Gettleman 2008）。



## 专栏 4： 妇女在发展中国家从事农业劳作

在坦桑尼亚巴加莫约 (Bagamoyo) 的 Mshikamano 妇女集体农场, 一名妇女正背着孩子做种地前的准备工作。在这里, 大约 30 名妇女共用一小块土地来种植水果和蔬菜。由社会因素造成的性别与农业的关系, 是现有全球农业体系的重要动态因素, 同时也是重新构建农业系统过程中的巨大挑战。在大多数发展中国家, 农村妇女参加农业生产和各种收后工作的比例比男性高很多, 而在农业管理服务方面情况则与之相反。随着低报酬、外向型灌溉农业的增加, 对女性劳动力的需求与日俱增。这种发展带来了一定的利益, 但是必须改善全球农村妇女的处境。如果她们从事的农业劳动无法让其获得更高的报酬, 她们就会继续面临着失去健康、工作条件、教育机会、土地和自然资源权利。

资料来源: Tara Thompson



一些机构和研究团体, 强烈要求彻底反思农业在实现公平发展和可持续发展中的作用。他们越来越提倡, 发展农业的方法, 应当承认多种生态系统服务的重要性。在 2008 年发布的一份政府间农业知识、科学、技术评估报告中, 提倡从关注提高生产技术, 转变为关注各种生态系统中, 特别是极易受到生态系统变化伤害地区的小型农场主的需求。研究报告认为, 尽管生产力提高, 贫困人口却从中获益最少, 因此我们需要改善农村生存条件、赋予边缘地区资源所有者一定权利、改善生态系统服务、吸收各类知识, 以及为贫困人口提供更公平的参与市场的机会 (IAASTD 2008)。

2008 年 11 月, 联合国粮食与农业组织呼吁必须抓紧时间制定“世界农业新秩序”, 确保农业生产能满足气候变化下日益增长的需求, 以及实现可持续生态系统管理目标 (FAO 2008)。该组织还提议为世界粮食安全和农业贸易建立一个新的治理系统, 这个系统能够为发达国家和发展中国家的农民, 提供追求舒适得体生活的途径 (Diouf 2008)。

我们能否从高投入、高产出农业中获得的学习经验, 为“世界农业新秩序”定义一个

合理的生态农业系统? 增加化学肥料和技术投入可以在短期内维持农业生产系统的运转, 但要长期维持系统运转将变得越来越困难 (请参阅“有害物质及危险废物”, 第二章) (Montgomery 2008, Pretty 2008)。很快, 现实状况将迫使新的农业范式达到生产与生态系统完整性之间平衡。如果我们能尽快建立这种平衡, 我们就能避免因一如既往的行为必然造成的冲击和恐慌 (Montgomery 2008)。

### 结论

随着 21 世纪的头十年即将结束, 几乎地球上所有的生态系统在结构和功能上都有了显著改变 (Seastedt 等 2008)。在不同程度上, 它们都受到了人类活动的负面影响。人类造成的最广泛的影响, 包括大范围的森林采伐、土地用途转变和细碎化、沙漠化、淡水系统遭破坏、海洋生态系统遭污染和过度开发、养分载荷过量、物种分布发生严重变化和生物多样性损失等。当面对人类对地球生态系统造成的累积影响, 以及随之而来的对碳、水、氮、磷等重要循环系统造成的破坏, 那么认为地球生态系统的前景是“不稳

定”和“不确定”, 只能说是过于乐观。

我们不能对我们的行为再一如既往、视而不见, 因为生态系统管理不当导致的损害将在环境和社会之间产生级联效应, 我们设计的生态系统管理体系, 应当尽可能减少资源浪费, 最大程度地提高社会自给能力, 为最弱势民众提供最佳途径, 使他们获得新的自我恢复的机会。从产业化角度来看, 生态系统管理确实提高了生产力, 但却付出了土壤、水和大气质量以及生态健康被破坏的高额代价。2005 年千年生态系统评估结果显示, 一些酝酿之中的新方法认为, 生产力可以不受环境恶化的影响。而临界阈值的日益逼近, 要求我们尽快实现这个目标。

## 参考文献

- AGRA (2008). Revitalising Small-Scale Farming Across Africa. Alliance for a Green Revolution in Africa, 2008. <http://www.agra-alliance.org/> [Accessed 20 November 2008]
- Ban, K.M. (2008). A difficult time for world economy, global solidarity more important than ever. Secretary-General Press Release for European Development Day in Strasbourg, November 15, 2008 [http://www.unbrussels.org/SS\\_SM\\_11929.pdf](http://www.unbrussels.org/SS_SM_11929.pdf) [Accessed 24 November 2008]
- Beerling, D.J. and Osborne, C.P. (2006). The origin of the savanna biome. *Global Change Biology* 12, 2023-2031
- Borger, J. (2008). Rich countries launch great land grab to safeguard food supply. *The Guardian* 22 November 2008
- Ceccon, E. and Miramontes, O. (2008) Reversing deforestation? Bioenergy and society in two Brazilian models. *Ecological Economics* 67, 311-317
- Chakraborty, A. (2008). Secret report: biofuel caused food crisis: Internal World Bank study delivers blow to plant energy drive. *The Guardian*, July 4, 2008 <http://www.guardian.co.uk/environment/2008/jul/03/biofuels.renewableenergy> [Accessed 24 November 2008]
- Costello, C., Gaines, S.D. and Lynham, J. (2008). Can Catch Shares Prevent Fisheries Collapse? *Science* 321, 1678-1681
- Cotula, L., Dyer, N. and Vermeulen, S. (2008). Fuelling exclusion? The biofuels boom and poor people's access to land. IED, London
- Cowling, M.R., Ego, B., Knight, T.A., O'Farrell, J.P., Reyers, B., Rouget, M., Roux, J.D., Weitz, A. and Wilhelm-Reichman, A. (2008). An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *Proc. Natl. Acad. Sci. PNAS* 105(28), 9483-9488
- Dakos, V., Scheffer, M., Van Nes, E.H., Brovkin, V., Petoukhov, V. and Held, H. (2008). Slowing down as an early warning signal for abrupt climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. PNAS* 105(38), 14308-14312
- Devi, N., Hagedorn, F., Moiseev, P., Bugman, H., Shiyatov, S., Mazepa, V. and Rigling, A. (2008). Expanding forests and changing growth forms of Siberian larch at the Polar Urals treeline during the 20th century. *Global Change Biology* 14(1): 1581-1591
- Dietz, T. and Henry, A.D. (2008). Context and the commons. *Proc. Natl. Acad. Sci., PNAS* 105(36), 13189-13190
- Diouf, J. (2008). FAO Reform: Director-General Diouf Calls for New World Agricultural Order. Food and Agricultural Organization of the United Nations Press Release, November 19, 2008 <http://www.climate-l.org/2008/11/fao-reform-dire.html> [Accessed 21 November 2008]
- Dossani, S. (2008). Human Need and Corporate Greed, Understanding the Call for a New Green Revolution in Africa. Africa Action Special Guest Paper Series, Africa Action, August 2008
- Ejigu, M. (2008). Toward energy and livelihoods security in Africa: Smallholder production and processing of bioenergy as a strategy. *Natural Resources Forum* (32), 152-162
- FAO (2007). The State of Food and Agriculture: Paying Farmers for Environmental Services. Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- FAO (2008). Soaring Food Prices: Facts, Perspectives, Impacts and Actions Required. Report of High-level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy 3-5 June, Rome, Italy. Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- FAO (2008b). Global Forests Resources Assessment. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, Italy
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S. and Hawthorne, P. (2008). Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. *Science* (319), 1235-1238
- Festa, D., Regas, D. and Boonhower, J. (2008). Sharing the Catch, Conserving the Fish. *Issues in Science and Technology*, Winter 2008, 75-84
- Furley, P.A. (1992). Edaphic changes at the forest-savanna boundary with particular reference to the neotropics. In: *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries* (ed. Furley, P.A), 91-117. Chapman & Hall, London
- Furuta, N., Iwatsuki, K., Nishida, H. and Kawamichi, M.(eds) (2008). Conserving Nature: A Japanese Perspective. Biodiversity Network Japan. 79p. <http://www.cbd.int/doc/external/cop-09/bnj-nature-en.pdf> [Accessed 10 November 2008]
- Gardiner, B. (2008). Paying For Forests. GLOBE Forestry Dialogue, September 2008
- Garnett, T.S., Sayer, J. and Du Toit, J. (2007). Improving the Effectiveness of Interventions to Balance Conservation and Development: A Conceptual Framework. *Ecology and Society* 12(1): 2
- Gettleman, J. (2008). Darfur Withers as Sudan Sells Food. *New York Times* August 10, 2008
- Gidley, R. (2008). Where's the global food crisis taking us? Reuters <http://www.enn.com/agriculture/article/37559/print> [Accessed 21 October 2008]
- Glaser, B. (2007). Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. *Phil. Trans. R. Soc. B* 362, 187-196 doi:10.1098/rstb.2006.1978
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R. and Watson, R. (2008). A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science* 319, 948-952
- Hazell, P. and Wood, S. (2008). Drivers of change in global agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363, 495-515
- Hobbs, P., Sayre, K. and Gupta, R. (2008). The Role of Conservation Agriculture in Sustainable Agriculture. *Royal Society Philosophical Transactions* 363(1491), 543-555
- Holden, S., Otsuka, K. and Place, F. (2008). Emerging Land Markets in Africa - Implications for Poverty, Equity and Efficiency. Resources for the Future Press, Washington, D.C.
- Holden, S., Barrett, T. and Hagos, F. (2006). Food-for-Work for Poverty Reduction and Promotion of Sustainable Land Use: Can it Work? *Environment and Development Economics* 11, 15-38
- Homer-Dixon, T. (2007). *The Upside of Down: Catastrophe, Creativity, and the Renewal of Civilization*. Alfred A. Knopf and Random House, Canada
- IAASTD (2008). Executive Summary of the Synthesis Report. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IUCN (2008). Triggering Behavioral Changes - Bringing Values and Principles of Sustainability into Education. International Union for Conservation of Nature - World Conservation Congress Proceedings, Barcelona 2008
- IUCN (2008b). Red List Reveals World's Mammals in Crisis [http://www.vector1media.com/index2.php?option=com\\_content&task=view&id=4725&pop=1&page=0&Itemid=133](http://www.vector1media.com/index2.php?option=com_content&task=view&id=4725&pop=1&page=0&Itemid=133) [Accessed 24 November 2008]
- Kareiva, P., Watts, S., McDonald, R. and Bouche, T. (2007). Domesticated Nature: Shaping landscapes and ecosystems for human welfare. *Science* 316(5833): 1866-1869
- Lenton, T.M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J.W., Lucht, W., Rahmstorf, S. and Schellnhuber, H.J. (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proc. Natl. Acad. Sci., PNAS* 105(6), 1786-1793
- Levin, K., McDermott, C. and Cashore, B. (2008). The climate regime as global forest governance: can reduced emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD) initiatives pass a 'dual effectiveness' test? *International Forestry Review* 10(3), 538-49
- Lindborg, R., Bengtsson, J. and Berg, A. (2008). A landscape perspective on conservation of semi-natural grasslands. *Agriculture Ecosystems and Environment* 125(1-4) 213-222
- MA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. Millennium Ecosystem Assessment.
- Merchant, C. (2005). *Rainventing Eden: The Fate of Nature in Western Culture*. Routledge, New York
- Milder, J.C., McNeely, J.A., Shames, S.A. and Scherr, S.J. (2008). Biofuels and Ecoculture: Can bioenergy production enhance landscape-scale ecosystem conservation and rural livelihoods? *International Journal of Agricultural Sustainability* 6(2), 105-121
- Miller, R.M., Rodriguez, J.P., Aniskowicz-Fowler, T., Bambaradeniya, C., Boles, R., Eaton, M.A., Gärdenfors, U., Keller, V., Molur, S., Walker, S. and Pollock, C. (2006). Extinction Risk and Conservation Priorities. *Science* 313, 441
- Milton, S.J. (2003). Emerging Ecosystems - A Washing-Stone for Ecologists, Economists and Sociologists? *South African Journal of Science* 99: 404-406
- MOE (Government of Japan) (2007). Cabinet Decision November 27, 2008. Outline of the Third Biodiversity Strategy for Japan. Ministry of the Environment, Government of Japan. <http://www.env.go.jp/ev/focus/attach/071210-e.pdf> [Accessed 1 December 2008]
- Molden, D. (2008). Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Earthscan/ International Water Management Institute
- Montgomery, R.D. (2008). *Why we need Another Agricultural Revolution. Dirt: The Erosion of Civilizations*. In Print. University of California Press
- Müller, A., Schmidhuber, J., Hoogeveen, J. and Steduto, P. (2008). Some insights in the effect of growing bio-energy demand on global food security and natural resources. *Water Policy* 10 Supplement 1: 83-94
- Mutsert, de K, Cowan, J.H., Essington, T.E. and Hilborn, R. (2008). Reanalyses of Gulf of Mexico fisheries data: Landings can be misleading in assessments of fisheries and fisheries ecosystems. *Proc. Natl. Acad. Sci. PNAS* 105(7), 2740-2744
- Ngongi, N. (2008). Policy Implications of High Food Prices for Africa. Alliance for a Green Revolution in Africa. <http://www.ifpri.org/pubs/books/ar2007/ar07essay03.pdf> [Accessed 10 December 2008]
- Post, E., Pedersen, C., Wilmers, C. and Forchhammer, M.C. (2008). Warming, plant phenology and the spatial dimension of trophic mismatch for large herbivores. *Proc. R. Soc. B* 275, 2005-2013
- Preskett, L., Huberman, D., Bowen-Jones, E., Edwards, G. and Brown, J. (2008). Making REDD work for the Poor. Draft final report prepared for the Poverty Environment Partnership
- Pretty, J. (2008). Agricultural Sustainability: Concepts, Principles and Evidence. *Royal Society Philosophical Transactions* 363(1491), 447-465
- Raunio, A., Schulman, A. and Kontula, T. (eds). (2008). Assessment of Threatened Habitats in Finland: Parts I & II. The Finnish Environment 8/2008. Vammala Kirjapaino OY, Vammala. 264 pp. (part I), 572 pp. (part II)
- Robbins, J. (2008). In a Warmer Yellowstone Park, a Shifting Environmental Balance. *The New York Times*, March 18, 2008
- RRI (2008). Seeing People through the Trees: Scaling Up Efforts to Advance Rights and Address Poverty, Conflict and Climate Change. Rights and Resources Initiative, Washington DC
- Sax, D.F. and S.D. Gains. (2008). Species invasions and extinctions: The future of native biodiversity on islands. *Proc. Natl. Acad. Sci., PNAS* 105: 11490-11487
- Schama, S. (1995). *Landscape and Memory*. Knopf, New York
- Scheffer, M., Brovkin, V. and Cox, P.M. (2006). Positive feedback between global warming and atmospheric CO2 concentration inferred from past climate change. *Geophys. Res. Lett.* 33: L10702.
- Scherr, S.J. and McNeely, J.A. (eds.) (2008). Biodiversity Conservation and Agricultural Sustainability: Towards a New Paradigm of 'Ecoculture' Landscapes. *Royal Society Philosophical Transactions* 363(1491), 477-494
- Schipper, et al. (2008). The Status of the World's Land and Marine Mammals: Diversity, Threat, and Knowledge. *Science* 322, 225-230
- Schultz, L., Folke, C. and Olsson, P. (2008). Enhancing ecosystem management through social-ecological inventories: lessons from Kristianstads Vattenrike, Sweden. *Environmental Conservation* 34(2), 140-152
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D. and Yu, T. (2008). Land-Use Change Greenhouse Gases Through Emissions from Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases. *Science* (319), 1238
- Seastedt, T.R., Hobbs, R.J. and Suding, K.N. (2008). Management of Novel Ecosystems: Are Novel Approaches Required? *Frontiers in Ecology and the Environment* 6(10), 547-553
- Serageldin, E. and Masood, I. (2008). Water for a growing planet. Draft report - Bibliotheca Alexandrina, Alexandria, Egypt
- Shiva, V. (2008). *Soil not Oil*. South End Press. Cambridge, MA
- Silva, L.C.R., Stenberg, L., Haridasan, M., Hoffmann, W.A., Miralles-Wilhelm, F. and Franco, A.C. (2008). Expansion of Gallery Forests into Brazilian Savannas. *Global Change Biology* 14, 2108-2118
- Steiner, A. (2008). Nature-Based Enterprises Can Help Rural Poor Adapt to Environmental Threats. UNEP Executive-Director Press Release for IUCN World Conservation Congress, Barcelona, Spain October 8, 2008
- Strum, M., Schimel, J., Michaelson, G., Welker, J.M., Oberbauer, S.F., Liston, G.E., Fahnestock, J. and Romanovsky, V.E. (2005). Winter Biological Processes Could Help Convert Arctic Tundra to Shrubland. *BioScience* 55(1), 17-18
- Surowiecki, J. (2008). The Perils of Efficiency. *The New Yorker*, 46
- Svadenak-Gomez, K., Clements, T., Foley, C., Kazakov, N., Miquelle, D. and Stenhouse, R. (2007). Paying for Results: The WCS Experience with Direct Incentives for Conservation. In Redford K.H. and Fearn E. (eds.)
- Tape, K., Sturm, M. and C. Racine. (2006). The evidence for shrub expansion in Northern Alaska and the Pan-Arctic. *Global Change Biology* 12, 686-702, doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01128.x
- Tallis, H., Kareiva, P., Manier, M. and Chang, A. (2008) An ecosystem services framework to support both practical conservation and economic development. *Proc Natl Acad Sci PNAS* 105(28), 9457-9464
- Turner, W.R., Brandon, K., Brooks, T.M., Costanza, R., Da Fonseca, G.A.B. and Portela, R. (2007). Global Conservation of Biodiversity and Ecosystem Services. *BioScience* 57(10), 868-873
- UN (2008). Sustainable Development Report on Africa: Five-Year Review of the Implementation of the World Summit on Sustainable Development Outcomes in Africa. United Nations Economic Commission for Africa, Addis Ababa, Ethiopia, April 2008.
- UNDESA (2008). The Millennium Development Goals Report 2008. <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/The%20Millennium%20Development%20Goals%20Report%202008.pdf> [Accessed 2 December 2008]
- UNDP (2007). Human Development Report 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World. United Nations Development Programme, New York
- UNEP (2007). Global Environmental Outlook 4: Environment for Development. United Nations Environment Programme, Nairobi
- Wade, R.W., Gurr, G.M. and Wratten, S.W. (2008). Ecological Restoration of Farmland: Progress and Prospects. *Royal Society Philosophical Transactions* 363(1492), 831-847
- Willis, K.J., Arau, M.B., Bennett, K.D., Figueroa-Rangel, B., Froyd, C.A., and Myers, N. (2007). How can a knowledge of the past help to conserve the future? Biodiversity conservation and the relevance of long-term ecological studies. *Phil. Trans. R. Soc. B* 362, 175-186 doi:10.1098/rstb.2006.1977
- Wittemyer, G., Elsen, P., Bean, W.T., Burton, A.C.O. and Brashares, J.S. (2008). Accelerated Human Population Growth at Protected Area Edges. *Science* 321, 123-126
- World Bank and FAO (2008). The Sunken Billions: The Economic Justification for Fisheries Reform. Agriculture and Rural Development Department. The World Bank, Washington DC.
- WRI (2008). World Resources 2008: Roots of Resilience—Growing the Wealth of the Poor. World Resources Institute in collaboration with United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme and World Bank, Washington, DC
- WRI (2005). The Wealth of the Poor. Managing Ecosystems to Fight Poverty. World Resources Institute in collaboration with United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme and World Bank, Washington, DC
- WWF (2008). Living Planet Report 2008. World Wildlife Foundation, Geneva
- Yadvinder, M., Roberts, J.T., Betts, R.A., Killen, T.J., Li, W. and Nobre, C.A. (2008). Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon. *Science* 11, 319(5860), 169-172



# 有害物质及危险废物

我们用于生产能源、防治虫害、提高生产力、促进工业流程、改善人类健康以及丢弃的各种化学物质，都会继续存在并危害生态系统和人类健康。



位于加拿大安大略省 (Ontario) 萨德伯里 (Subury) 的镍尾矿。

资料来源: Edward Burtynsky

## 简介

仅仅一个世纪的时间，我们就对环境造成了大量污染。100 年以前，弗里茨·哈伯 (Fritz Haber) 成功地用氢和大气中的氮合成了氨。在武器方面，氨导致了军需品和炸药在二十世纪的扩散；而在化学肥料方面，它帮助人口从 1900 年的 19 亿，增加到 2008 年的近 68.7 亿 (Smil 2001)。

或许更瞩目的，哈伯法 (Haber's process) 加速了大规模的工业化学时代的到来。人类使用基础化学已有几千年的历史了，但是上个世纪的工业和化学革命迅猛发展，将无数的新化学物质带到了我们的环境之中，使其它化学物质的浓度迅速增加到了

前所未有的水平。化学物质的聚集和复杂的化合物对环境造成了级联式的影响 (Erisman 等 2008)。

在哈伯获得突破 50 年后，雷切尔·卡森 (Rachel Carson) 开始研究杀虫剂中的复杂化合物对环境的影响。她在 1962 年出版了《寂静的春天》(Silent Spring) 一书，反响广泛。在该书的推动下，开创了现代环境科学和开展了环境运动。那些在当时还是令人陌生的理念和术语，例如生物放大 (biomagnification)、生物累积 (bioaccumulation)、持久性有机污染物 (persistent organic pollutants)、致癌物质 (carcinogens) 和重金属中毒 (heavy metal

poisoning)，不幸的是现在变得随处可见。

虽然我们对工业和经济发展过程中产生的负面作用在影响生态和人类健康方面进行了长期跟踪，但仍然有大量我们无法确定的情况。近几十年来，通过国际协议、国家立法和提高产业效能等措施，我们已解决了一些有害物质及危险废物带来的问题。

但是，人类企业正在加速生产有毒有害物质，而这些危险化合物正大量进入生命赖以生存的大气、水体和土壤之中，造成了破坏性的影响，并且可能这一过程正在加速发展。地球生态系统和世界上许多最弱势的人口，如儿童、贫困人群和边缘化人群，都是最易受到化学污染伤害的对象。

## 专栏 1：玩具中有什么？

为了使塑料产品柔软有弹性，生产厂商会向其中添加邻苯二甲酸盐（酯）。1998 年以前，邻苯二甲酸盐（酯）被普遍用于制造婴儿的沐浴玩具、咬牙环和其它玩具。

1998 年，一项由丹麦国家环境研究所（Danish National Environmental Research Institute）开展的研究表明，用于制造这些软玩具的邻苯二甲酸盐（酯）会从塑料物质中溶出。欧洲委员会下属的毒性、生态毒性及环境科学委员会（European Commission's Scientific Committee for Toxicity, Ecotoxicity and the Environment）宣布，在动物实验中，发现邻苯二甲酸盐（酯）渗漏会对健康产生不利影响。细胞培养和动物试验确认，不同浓度的邻苯二甲酸盐（酯）都会引起睾丸和卵巢毒性、发育毒性和肝损伤及其肿瘤发育。

动物试验显示，邻苯二甲酸盐（酯）是一种内分泌干扰素。这种化学物质可干扰天然激素的形成、释放、传输、代谢、结合、作用或排除，而天然激素负责正常的新陈代谢，是正常生长发育过程中至关重要的因素。

2007 年，因在中国制造的玩具中发现使用了含铅油漆而引发的多次独立的儿童玩具安全召回事件，促使了大量针对儿童产品所含毒性新规定的诞生。2008 年，美国通过了消费品安全改进法案（Consumer Product Safety Improvement Act），以限制儿童产品中某些物质的过量使用，包括邻苯二甲酸盐（酯）等可能的内分泌干扰素。与此同时，1996 年成立的，旨在制定内分泌干扰素鉴定测试方法的 OECD 内分泌干扰素测试与评估特别工作组（OECD's Endocrine Disrupter Testing and Assessment Task Force），确定了用于判定化合物毒理作用的分析方法。欧盟科研框架计划是欧盟投资最多、内容最丰富的全球性科研与技术开发计划。在 2002 至 2006 年间举行的欧盟第六科研框架计划中，同样提到了内分泌干扰素。在接下来的欧盟第七科研框架计划中，还将继续关注这个话题。第七科研框架计划的开展时间为 2007 至 2013 年。

资料来源：ICIS 2008, WHO/DEPA 2004, Schettler 2005, Canadian Cancer Society 2008, Wolff 2006, EC 2008。



1998 年以前生产的儿童玩具中，有很多都含有邻苯二甲酸盐（酯），使玩具咀嚼起来更柔软。资料来源：Viktoryia Bankova

## 食品和饮料中的危险物质

食品生产、加工、制作和销售技术的发展使得食品贸易实现全球化。食品供应全球化反过来加大了食品供应链中出现污染的风险。难以跟踪和不够透明的多层供应链尤其容易受到危害。尽管食品供应链中含有有害物质已经不是什么新鲜事了，但是在 2008 年，一系列的丑闻使得保障食品安全和质量成为全球议程中首要考虑的问题（专栏 1）。

### 食品中发现有害化合物

2008 年 3 月，产自意大利卡拉布里亚区（Calabria）（包括卡瑟特（Caserta）、那波利（Napoli）和阿韦利诺（Aveellino）省）的马苏里拉奶酪里，发现了超出安全范围含量的二噁英（dioxin）。最终，欧盟（EU）要求意大利必须召回受污染的奶酪且不得出口（路透社 2008, Willey 2008）。意大利官方检查了 130 家马苏里拉奶酪生产地，其中有 25 家二噁英含量超过了欧盟的限制标准（BBC 2008b）。二噁英是多种生产工艺的副产品，包括冶炼、纸浆的氯漂白及某些除草剂和杀虫剂的生产等（WHO 2007）。不过在卡拉布里亚区的这些案例中，官方怀疑牧草地可能是遭到了有毒工业废物的污染，而这些有毒工业废物是控制意大利废物处理行业的犯罪集团非法倾倒的（Saviano 2007, Willey 2008）。

正常情况下，在我们的环境中接触到低浓度水平的二噁英是常有发生的。日常生活中，与受污染的环境和食品的接触都会导致摄入少量的二噁英（Sato 等，2008）。尽管长期、低水平接触该物质的后果还不是非常清楚，但是如果短期大量接触高浓度的二噁英，将会产生极为严重的后果。人类如果短期接触高水平的二噁英，可能会导致皮肤损害并导致肝功能变异，而长期接触会损害免疫系统、发育中的神经系统、内分泌系统和生育功能。研究结果发现，动物长期接触二噁英会导致数种癌症（WHO 2007）。在意大利坎帕尼亚区（Campania）的一些地方，有毒废物倾倒入成了一个严重的问题，与全国水平相比，癌症死亡率和先天性畸形发生率都有显著上升（Comba 等 2006）

2008 年 9 月，中国老百姓发现，生产乳制品的液态奶中测试出含有三聚氰胺。三聚氰胺是一种有毒化学物质，能在蛋白质标准测试中提高测试出的蛋白质含量。在中国，被污染的牛奶致使近 53000 名婴幼儿患病：其中有 47000 名婴儿住院，记录在案的有 6240 例患有肾结石，而且至少有 4 名婴儿因食用掺杂三聚氰胺的婴儿配方奶粉而死亡（WHO 2008）。由中国的国家级检测机构展开的调查发现，国内至少有 22 家牛奶厂商被发现在包括婴儿配方奶粉在内的一些产品中添加了三聚氰胺，含量水平从较低的 0.09 毫克/千克（mg/kg）到惊人的 6191.0 mg/kg。2008 年年底，世界卫生组织（World Health Organization, WHO）宣布三聚氰胺的每日耐受摄入量为 0.2 毫克/每公斤体重（WHO 2008）。

其中至少有两家公司将产品出口到了孟加拉、布隆迪、缅甸、加蓬和也门。在非洲，从西部的科特迪瓦到东部的坦桑尼亚，各国家政府都加入了抵制中国奶制品的行列，以免遭受三聚氰胺毒害。尽管 WHO 仅记录了在中国大陆以及香港、澳门和台湾地区的案例，但是 WTO 也警告其它国家也提高警惕（Magnowski 2008）。

一个月后，即 2008 年 10 月，两起独立的食物丑闻席卷了整个日本。第一个是两家大食品公司在检测到杀虫剂污染后，召回了大约 50 万包方便面（Demetriou 2008）。仅仅在两天后，日本最大的肉制品加工公司发现，他们位于东京附近的工厂所使用的地下水氧化物超标，随后主动召回了 13 种产品（Demetriou 2008）。这次召回涉及了在日本国内出售的近 270 万份香肠和披萨。测试发现在平常用于生产产品的井水中，氰化物含



## 专栏 2：电子垃圾——数码时代的梦魇

如今，电子垃圾被认为是美国的城市废物流中增长最快的部分。在 2004 年，国家安全委员会（National Safety Council）估计，到 2009 年，大约会有 2.5 亿台计算机被废弃。根据硅谷防止有毒物质联盟（Silicon Valley Toxics Coalition）和巴塞尔行动网络（Basel Action Network）的调查，北美人丢弃在社区回收服务设施中的废物，最终有 80% 被打包出口。

出口以后，有许多不同的处理方式：例如，在尼日利亚，存在合法且庞大的旧电器维修和翻新市场，电脑、显示器、电视机和手机均可在此翻新出售。但是，拉各斯（Lagos）的电脑经销商常常抱怨，他们每月从回收处理场收购的 400,000 件旧电器中，有多达 75% 的电器都没有修复价值或市场价值。之后，这些属于危险废物的电子垃圾将被丢弃，通常是以不安全、不规范的方式烧毁。

在中国的贵屿镇，情况则更为糟糕。该镇到处都是回收企业，而美国回收的电子垃圾中有大约 80% 都来到了这里。贵屿镇的回收企业雇佣工人回收电器中的铜、金等有价值材料，而工人们通常没有足够的个人防护装备。大多数情况下，工人为了减少在有毒烟雾中的暴露，采取的唯一预防措施是使用便携式家用风扇。



在中国广东贵屿镇，一名儿童正在电子元件垃圾堆中耐心等待。

资料来源：Greenpeace/Natalie Behring

这种行为的结果是，贵屿镇土壤中一些毒素和重金属的浓度成为了世界最高记录值，严重影响了当地居民的健康。当地环境遭到了严重破坏：水源被污染，饮用水必须用卡车运到镇内。镇里的居民不能自己种植粮食，因为土壤已被完全污染了。他们要生存下来，就必须在回收行业内工作——而这又进一步破坏了他们的健康和周围的环境，让他们更容易受伤害、更依赖于回收活动。

印刷电路板回收活动是重金属释放到地表环境的主要来源之一。2008 年，有分析发现，在回收车间和邻近路面上的灰尘中，铅、铜、锌和镍的平均浓度非常高。在回收车间，铅浓度超过了欧洲允许浓度的 269-2426 倍。铜和锌的浓度则分别超过了 31-994 和 7-73 倍。回收车间附近路面上灰尘中铅和铜的浓度，分别比该地区内非电子垃圾处理场所的灰尘中铅和铜的浓度高 371 和 155 倍。该项研究还确认了，该地区食品市场和公共场所也受到了高浓度的重金属污染。

这种不正规的电子垃圾回收给本地居民带来了严重的健康威胁，尤其是儿童和工人。不论在任何地方，儿童比成人受到健康威胁的几率都要高八倍，因为他们的吞食率更高而体型更小。给当地居民带来的健康影响包括：出生缺陷，中枢神经系统和周围神经系统损伤，血液成分紊乱，肺、肝、肾受损及死亡。

资料来源：Royte 2006, Huo 等 2007, Bi 等 2007, HRA 2008, Leung 等 2008。

量高达政府限制标准的三倍（每日快报，2008）。12 月 6 日，爱尔兰食品安全局（Food Safety Authority of Ireland, FSAI）召回了自 2008 年 9 月 1 日以来购买的所有猪肉制品。因为在对肉类的常规测试中，检测到了超出标准的二噁英含量。调查人员确认，这种化合物是从受污染的动物饲料中摄入的，有 10 家畜牧场使用了这种受污染的动物饲料，其总生产量达到了爱尔兰猪肉供应量的 10%（FSAI 2008）。这些有害的化合物和危险的重金属从人类的各个行业（甚至是资源回收行业）进入生态系统和水体（专栏 2）。

### 水中的化合物

氰化物可通过多种工业流程途径进入地下水蓄水层和水生态系统，例如金属的电镀和表面硬化、从矿石中提炼金银、煤燃烧和气化以及对轮船、集装箱、列车车厢、房屋的熏蒸等（WHO 2007b）。1975 至 2000 年间，共报道了 30 起因交通事故或管道故障导致氰化物大规模泄漏到水系统中的事故（Mudder 和 Botz, 2000）。短期内大量接触被氰化物污染的水，导致的症状包括心血管、呼吸系统和神经生物电反应发生病变（WHO 2007b）。而大脑器官对氰毒性似乎最敏感。

与氰化物相比，有关人类饮用受砷化物污染的水的后果，记载则非常翔实。这是因为，因饮用富砷水而健康受到严重影响的人群，在全世界分布十分广泛。尽管世界上大多数水体在自然情况下的砷含量都较低，但是据我们所知，某些地区的水体的砷含量超标，如孟加拉盆地（Bengal Basin）（WHO 2001a）。在人体内，砷在进入消化和排泄系统之前，就快速地被储存在了脂肪组织中（Indu 等，2007）。这种生物累积过程的结果就是，饮用富砷水 5-20 年后出现砷中毒。砷中毒会导致皮肤癌、膀胱癌、肾癌、肺癌及各种影响足部和腿部血管的疾病，还会导致糖尿病、高血压和生殖障碍（WHO 2001b）。



在过去 20 年，南亚越来越多的国家发现地下水出现砷污染的情况 (Van Geen, 2008)。这些地区在自然情况下的砷污染源于上游地质状况，但当地主要河流捕捞区内的土地使用方式加剧了污染，因为河流会运送并扩散沉淀物及人类活动产生的废料 (Khalequzzaman 等 2008)。在孟加拉国和印度孟加拉邦的洪泛区，由于地表水普遍遭到微生物病原体的污染，因此人们挖掘了数百万个私人水井来抽提地下水 (Michael 和 Voss 2008)。在孟加拉国大约 30% 的私人水井都发现含有超过 0.05 毫克/升的高浓度砷，而且该国一半以上的行政地区的饮用水也被污染了 (Khalequzzaman 等 2008)。其它一些国家和地区在饮用水中也发现了高浓度的砷，包括阿根廷、智利、中国、匈牙利、日本、墨西哥、蒙古、波兰、中国台湾地区和美国。

砷、铅、汞及其它化合物在自然界的含量已经饱和，工业排放使污染状况更加恶化。而工业事故导致的污染则会给周围的群体带来灭顶之灾 (专栏 3)。

### 专栏 3: 美国田纳西州煤灰泄漏

煤灰是电厂和工厂内煤炭燃烧后产生的煤污色的微粒状残余物。煤灰中包含多种致癌物质及砷、铅、硒等多种化合物，很多地区的法律规定使用煤炭供能的行业在从烟囱排烟之前，必须先去除煤灰。自二十世纪七十年代以来，这种对煤灰的“净化”措施被普遍接受后，已阻止了数吨有毒微粒污染物进入大气。但是，几年来一直对煤灰的累积，使煤灰存放成了一个新的问题。

12 月 22 日午夜，美国田纳西州的煤灰堆积场周围的一处挡土墙发生崩塌。近 40 亿升的煤灰泥浆泄入河流网络和邻近的山谷中，使金士顿化石燃料发电厂 (Kingston Fossil Plant) 周围的漫滩堆满了一米以上的污泥。

金士顿化石燃料发电厂向美国环境保护署 (Environmental Protection Agency, EPA) 提交了一份 2007 年的盘存报告，称当年在该煤灰堆积场中堆放了 20,000 千克砷、22,000 千克铅、630,000 千克钡、41,000 千克铬和 63,000 千克锰。这个煤灰堆积场数十年来一直都在累积此类废物。

经营该厂的公营公司——田纳西河谷管理局 (TVA) 与 EPA 及其它机构共同发表了一份联合声明，建议公众避免直接接触煤灰且儿童和宠物应远离受影响的区域。一些本地居民担心自己可能因这些泥浆变干并被风吹起或者渗入水井及其它水源而受到伤害。TVA、EPA 等政府机构及各环保组织已开始对从下游采取水样进行分析。

这次事故给长期存储有害物质尤其是煤灰敲响了警钟，让人意识到其中的潜在危险。随着全球各地众多火电厂开始采用越来越严格的空气质量法规标准，选择安全存储或再利用方式将变得越来越重要 (请参阅“资源效率”，第五章)。

资料来源: Dewan 2008, EPA 2007, EPA 2008, NRC 2006, Sturgis 2008, TVA 2008

## 汞污染的历史

与砷类似，有毒的重金属汞也具有生物累积性。生物长期暴露在富汞水中最终会导致汞中毒。在自然条件下，某些生态系统中也会有汞，但是通常浓度非常低。采矿和木材加工业中使用的加工方法和提取方法，排放出的汞都会达到毒害浓度 (图 2)。这会给人类和环境带来威胁，尤其是那些居住在偏远地区的弱势人口，因为他们直接暴露在不安全的自然资源过度利用和工业排放环境中。

金属汞和其它无机汞化合物都会导致严重的健康问题，但最危险的是有机形式的甲基汞。它可在各种水环境中通过生物作用生成，包括用于水力发电的大坝水库环境中。金属汞聚集在缺氧的水库底部，然后在细菌的作用下转变为可生物吸收的甲基汞并通过食物链向上传递，最终在鱼体内生物累积 (Boudou 等 2005, Pinheiro 等 2007)。

汞是一种毒性极大的物质 (Marques 等 2007)。生长中的儿童和发育中的胎儿接触到汞尤其危险 (ATSDR 1999)。即使孕妇通过饮食摄入甲基汞而接触到了低水平的汞，

也会导致胎儿大脑受到永久性损伤和神经发育遭到破坏。目前已发现，如果胎儿在子宫内接触到中等水平的甲基汞，其儿童期的记忆力、注意力、语言等技能发展都会受到影响 (Heartspring 2008)。

## 记录在案的汞中毒事件

在日本的一个小渔村发生的“水俣病”事件，表明大规模发生汞中毒也是可能的。自 1932 年起，一些塑料厂一直向水俣湾排放含汞的工业废水。二十世纪五十年代早期，随着塑料制品的大量生产，先后在鱼、猫及人类身上发生的汞中毒症状也随之大量涌现。直到 1956 年底，流行病学和医学研究人员才确认，人们出现行走和说话困难以及痉挛症状的原因是食用了受污染的鱼和贝类所致的重金属中毒 (Allchin 1999)。经过一代人以后，到了二十世纪七十年代，“水俣病”带来的后果仍然存在，在年轻时遭受到污染的母亲，生下的孩子都有严重的残疾，包括四肢弯曲、智力低下、耳聋、失明 (Kugler 2004)。

汞污染也威胁了加拿大的原住民数十年之久。二十世纪六十年代末，位于英格利-瓦比贡 (English-Wabigoon) 河系上的安大略省奥吉布维族 (Ontario Ojibwa) 集聚区，人们首次发现了汞中毒对健康构成了极大威胁 (Kingham 等 2007, INAC 2008)。这家生产造纸所需化工原料的化工厂位于上游的德莱敦 (Dryden) 小城，它排放出的含汞废水污染了该水系。在此水生态系统内，废水中的汞转变为甲基汞，然后在鱼体内生物累积到极高的水平，最终鱼被居住在下stream的人食用 (Wheatley 和 Paradis 2005)。1975 年，该地区鱼体内的汞浓度达到了百万分之 (PPM) 0.47 至 5.98，而加拿大卫生部 (Health Canada) 制定的标准则是人类食用的各种鱼体内汞浓度最高为百万分之 (PPM) 0.5 至 1.0 (加拿大卫生部 2007)。

如今，加拿大有很多工厂都使用汞并在

原住民社区附近排放含汞废水。根据加拿大环境部 (Environment Canada) 最新一期的《2006 国家污染物排放目录》(2006 National Pollutant Release Inventory), 在全国 135 个社区周围 50 千米距离内, 总共有 172 家工厂 (NPRI 2006, Schertow 2008)。1970 至 1992 年间, 对加拿大国内 514 个当地社区的原住民体内的甲基汞含量调查后, 初步分析得出, 23% 的人血液内汞浓度超过 20 微克/升, 1.6% 的人血液内汞浓度超过 100 微克/升 (Wheatley 和 Paradis 2005)。2405 份脐带血样表明, 大约 22% 的血样中汞浓度高于加拿大规定的 20 微克/升的成人最大可接受标准, 是 9 微克/升的孕妇最大可接受标

准的 2 倍以上。所发现的母亲体内的最高浓度为 86 微克/升 (Wheatley 和 Paradis 2005)。

### 亚马逊河中的汞排放

1975 年, 亚马逊河地区兴起了淘金热, 到二十世纪八十年代初, 全球金价上升导致金矿数量大幅增加 (Sing 等 2003)。在依靠手工操作从矿石中提炼黄金时, 最常用的方法就是混汞法。混汞法是用金属汞同细磨矿石中的金颗粒结合, 形成汞齐, 然后分离出不需要的矿石成分。要从汞齐中分离出黄金, 就需要对其加热使汞挥发 (Da Costa 等 2008)。在亚马逊盆地, 为数众多的小规模淘金活动导致大量的汞被排放到环境中: 其

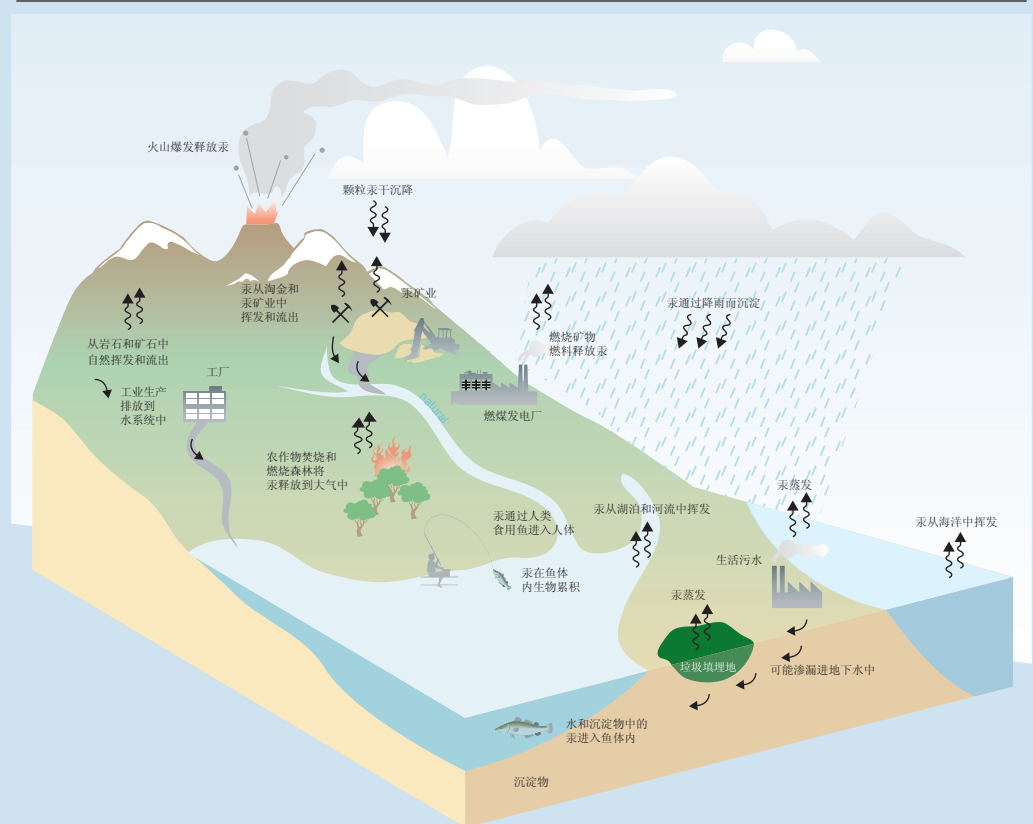
中 5% 至 30% 排放到了河流中, 大约 55% 挥发到了大气中 (Sing 等 2003)。由于处理汞时会健康和环境造成损害, 正规的大型金矿公司已经停止了使用这种方法 (Da Costa 等 2008)。

排放到周围生态系统中汞的总量只能靠估计, 因为在亚马逊盆地的淘金活动中, 汞的使用没有任何监督管理。1988 年的研究估计, 在亚马逊地区, 每生产 1 千克的黄金, 就有 1.32 千克的汞进入大气 (Pfeiffer 和 Lacerda 1988)。其它研究则估计, 手工淘金活动每生产 1 千克黄金要使用 3 千克汞, 不过其中 60% 的汞会被回收, 因此最终每生产 1 千克黄金就会排放 1.2 千克汞 (Lacerda 2003)。1975 至 2002 年间, 在巴西亚马逊河流域地区共生产了大约 2000 吨黄金, 在此地区的环境中留下了接近 3000 吨汞 (Lacerda 2003)。大多数蒸发的汞都在距蒸发源 40 千米的范围内液化并随雨水一起降落下来 (Bastos 等 2006)。

与此同时, 亚马逊河地区很多地方土壤中汞浓度在自然情况下就很高 (Bastos 等 2006, Kehrig 等 2008)。在森林土壤中, 汞浓度比牧地土壤高 1.5-3.0 倍。这是因为人们砍伐森林开荒种地, 让原本通过生物质腐烂过程在森林土壤中循环的汞, 被排放到了大气和水体中 (Lacerda 等 2004, Almeida 等 2005, Marques 等 2007, Kehrig 等 2008)。从 2000 年到 2005 年, 亚马逊河地区的森林采伐增加了约一倍, 其原因包括马德拉河 (Madeira River) 航道开放、巴西和玻利维亚计划在亚马逊河上修建水电站大坝, 以及导致巴西朗多尼亚 (Rondonia) 州和亚马逊 (Amazon) 州出现大规模森林采伐的大豆种植比赛 (soya race) (Bastos 2006)。

黄金提炼、土地用途改变及亚马逊河流域地区的水电站大坝项目, 都促使了水生态系统、鱼类和食用这些鱼类的人群体内的汞浓度不断上升 (Kehrig 等 2008, Marques 等 2007)。早在 15 年甚至更久以前, 我们就已

图 2: 汞循环



汞可通过土壤、水和大气传输。尽管自然界本身也会产生汞, 但是人类活动累积并集中了汞化合物, 并以废物的形式将其扩散到了生态系统中。

资料来源: UNEP/GRID/Arendal



知道，亚马逊河流域鱼类体内的汞浓度上升，对野生生物和人类的健康造成了威胁（Kehrig 等 2008）。由于在亚马逊河流域地区，人们平均每天消耗鱼类达 0.25 千克以上，因此即使是鱼体内汞浓度相对较低，也会导致人类的过多摄取和生物累积（Boischio 和 Henshel 2000, Bastos 2006）。

在亚马逊河流域地区，由于缺乏对淘金和土地用途转变的管理和监控，人们和生态系统都受到了严重的威胁。因此我们需更好地评估和管理汞对土壤、沉积物和水生物资源的污染，考虑采用广泛而系统的方法，认清所有影响亚马逊河流域环境中汞的动态因素（Bastos 等 2006, Barbieri 和 Gardon 2007, Kehrig 等 2008）。当地人的活动方式也需要变得更加可持续化：减少土地养分的长期消耗，减少森林采伐——最终，减少自然汞的转移，避免污染土壤和水体（Farella 等 2007）。在玻利维亚和秘鲁，淘金活动以及随之造成的土地用途转变，现在正逐渐扩展到保护区和原生态地区，而这些地区在保护丰富的生物多样性热点和宝贵的文化资源方面起着重要作用（专栏 4）（Earthworks 2006, Conservation International 2002）。



资料来源：Jose Luis Conceicao  
巴西亚马逊州新阿里普阿南（Novo Aripuana）市 Rio Juma 沿岸的手工淘金活动

#### 专栏 4：“生态保护走廊”里的采矿活动



Vilcabamba-Amboro “生态保护走廊”面积为 3,000 万公顷，横跨玻利维亚和秘鲁两国。2002 年，在全面评估了保护区内获得政府授权的采矿活动后，发现采矿活动对整个走廊产生了显著影响：河水被污染；气体、微粒和噪音的排放；栖息地被分割，造成生物多样性流失；土壤退化。在玻利维亚，只要采矿经营者通过了环境影响评估，证明他们的采矿活动不会影响该地区的环境保护目标，便可得到政府发放的环保许可证，合法开展采矿活动。尽管有这样的规定，但对这次全面评估的结果分析后发现，所有正在经营的采矿活动中，有 76% 都没有环保许可证，只有 24% 有许可证或正在办理之中。不过，无论获得许可证与否，大多数采矿操作都没有采用任何预防或缓解措施来尽量减小对环境的影响（保护国际 Conservation International, 2002）。

#### 纳米技术概述

提到纳米技术，我们就不得不谈到到非常、非常小的微观世界。纳米技术通常是指对至少有一个维小于 100 纳米的物质的处理和利用。一纳米即为十亿分之一米。例如，一个逗号大约横跨 50 万纳米，而一根人类头发的直径大约是 80,000 纳米（Hester 和 Harrison 2007）（图 3）。纳米技术概念的出现至少已有二十年，但在此领域我们只是取得了一点突破，距大规模应用时代的到来还有一段距离。如今，在化妆品、防晒霜和抗菌容器涂料中均可找到纳米粒子的身影。它们可以让网球更有弹性，油漆更耐磨（Jones 2008）。2006 年，全球市场上有 600 多种、总价值高达 500 亿美元的人造商品使用了纳米技术。其中至少有 20% 的食品或食品包装是用纳米技术生产出来的（Bergeson 2008, Osborn 2008）。市场分析人士预计，到 2015 年，全球纳米技术市场总值将在 10,500 至 28,000 亿美元之间，而到 2014 年，将诞生 1000 万个与纳米技术有关的工作机会（Bergeson 2008, Friends of the Earth 2008）。

#### 存在的风险

纳米技术的潜在收益巨大，但其危险性也是如此。其全新特性，让纳米材料得到了快速发展，也因此带来了全新的，有时是不可预知的结果。尽管普遍认为纳米技术在材料、医学和能源应用方面有极大的潜力，但是在对生物、环境和安全的影响方面也存在着极大的不确定性（Bergeson 2008, Heller 和 Peterson 2008）。

虽然目前在毒理学方面的数据极为有限，但到目前为止，还没有发现纳米材料有特殊或明显的毒性（Stern 和 McNeil 2008）。

纳米粒子有各种不同的性质和反应，因此很难全面评估它们对健康和环境的潜在影响（Maynard 2006）。不过，同样是这些性质，让纳米粒子具有尺寸小、高比表面积和高化学活性的特征，从而蕴含了很高的经济价值，但是这也可能会导致材料毒性比原始材料更大（Oberdörster 等 2005）。因为纳米材料中的粒子与比它更大的粒子相比，更容易被生物吸收，导致个体细胞、组织和器官中含量更多。纳米粒子可能通过吸入、吞咽及皮肤吸

收等途径进入人体 (Stern 和 McNeil 2008)。在对人类组织和细胞培养物的研究过程中,发现了一些令人担心的结果:蛋白质的形成物聚集在细胞核内,抑制细胞复制和转录;促进伤口愈合的成纤维细胞存在毒性;DNA 损害 (Chen 和 von Mikecz 2005, Dechsakulthorn 等 2007, Karlsson 等 2008)。动物实验表明,通过肠胃摄入的纳米粒子可对肾、肝和脾产生毒理作用 (Chen 等 2006, Wang 等 2007)。

令科学家最担忧的部位是大脑,因为纳米粒子非常小,能够通过血脑屏障并累积在大脑中,而血脑屏障的主要作用就是阻止毒素进入大脑 (Jones 2008)。无法了解纳米材料的生物学行为,让我们很难预测与其相关的毒性风险。因此有人建议,在每种新纳米材料用于商业用途之前,应当进行针对性的健

康和安全评估 (“地球之友”组织 2008)。

与人体毒理学一样,我们对纳米材料给生态带来的风险也是知之甚少。二氧化钛以纳米形式,通常用于表面涂料、防晒霜和化妆品中,但是它却导致了彩虹鳟鱼出现器病变和呼吸窘迫 (Federici 等 2007)。尽管研究表明,健康皮肤上的细胞对二氧化钛的吸收非常有限,但是实验室的研究结果证明,当这种粒子释放到水环境中时,会伤害藻类和水蚤等指示物种 (Schulz 等 2002, Hund-Rinke 和 Simon 2006)。另一项初步研究发现,与自然条件下的锌粒子相比,纳米规格的锌粒子对绿藻和水蚤的毒性更大,而且负面影响会随时间而累积 (Luo 2007)。

### 管理纳米技术

尽管纳米技术正在迅速发展,而且被越来越多地用于日常产品和生活中,但是有关纳米技术的环境、健康和安全 (EHS) 评估却没有都到相应的开展 (专栏 5)。即使为一种纳米粒子建立在不同条件下的风险模型也是困难重重,更不用说所有类型的纳米粒子组成的新材料了。纳米材料的 EHS 影响研究需要大量的资金,而现在却无法实现。一份 2006 年的分析表明,美国国家纳米技术计划 (National Nanotechnology Initiative) 对至关重要的 EHS 研究提供了大约 1300 万美元的资金——仅占美国联邦对纳米技术研究和开发投资金额的 1% (Rejeski 2008)。根据对 DDT 和铅涂料等物质以往的开发经验,现在对 EHS 风险研究增加投入,可以免于今后的责任和清理成本。最重要的是,现在对 EHS 影响进行研究,让我们能提前制定纳米技术政策,以管理收益和避免伤害 (Heller 和 Peterson 2008)。

### 核能复兴的挑战

自二十世纪七十年代中期以来,法国一直在推行强有力的核能利用政策,到 2004 年,法国已拥有仅次于美国的世界第二大核能发



用纳米粒子表面包覆的木材变得极为防水或“超疏水”。以此方式处理的表面可实现自我洁净,几乎不需要清洁维护。

资料来源: BASF Aktiengesellschaft

### 专栏 5: 纳米食品和包装

纳米技术很对食品行业的种植、生产、加工、包装、运输和消费方式等,很可能产生重要影响。目前,已有纳米粒子被添加到食品中,以改善食品的流动性、颜色及加工期的稳定性或延长储存期。纳米粒子可用作粒状或粉状食品中的防结块剂,以及糖果、奶酪和调味料中的增白剂和增亮剂。不过,由于目前缺少可以识别食品中所用的纳米材料的标签标准,因此无法知道出售的产品中是否包含纳米成分。

欧盟的新兴及新鉴定健康风险科学委员会 (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) 在 2005 年报告中承认,在现有的用于管理纳米毒性风险的法规框架中,存在很多系统性缺陷。然而,最近在审核英国、美国、澳大利亚和日本的管理措施后发现,这几个国家都没有要求生产厂商对其纳米食品和包装在进入市场前进行纳米技术方面的安全评估。

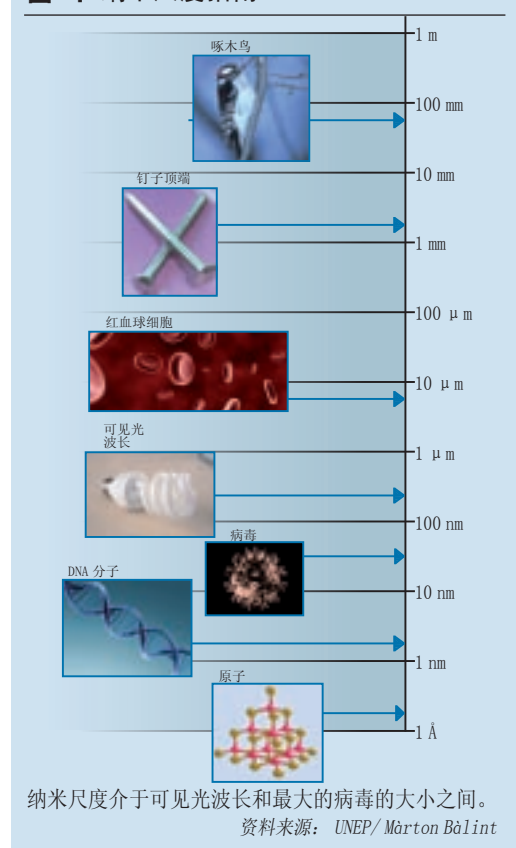
资料来源: 地球之友 2008a, SCENIHR 2005, Bowman 和 Hodge 2007

电量 (WEC 2004)。法国 75% 的电能是由 59 座核电站提供的 (WNA 2008)。法国的核能开发,常常被认为是安全有效利用核能的范例。但是,最近一些行业出现的问题,却让我们思考是否应当期待核能的复兴。

### 能源危机下的安全顾虑

最近发生的一系列令人担忧的事故开始

图 3: 纳米尺度指南





于 2008 年 7 月 7 日。当天，在法国东南部距阿维尼翁 (Avignon) 以北 40 公里的特里卡斯坦 (Tricastin) 镇附近，一家废水处理厂发生了铀泄漏事故。由政府经营的法国阿海珐 (Areva) 核电公司子公司，索加特里 (Socatri) 公司，最初报告估计有 3 万升每升含有 12 克未浓缩铀的液体在储存容器溢出时泄漏 (BBC 2008)。尽管索加特里公司后来更正为只有 6 千升泄漏，但泄漏量仍然超出当地年正常排放标准 100 倍 (Kay 2008)。这些废液渗入地下并流入了附近的 Gaffiere 和 Lauzon 两条河中，而这两条河最终汇入罗纳河 (Rhône) (Ward 2008)。虽然核安全局 (Nuclear Safety Agency) 估计其中一条受污染河的河水铀浓度大约是世界卫生组织标准的一千倍，但是专家表示对于公众的危险

性不大 (Ward 2008, Kay 2008)。不过本地政府依然在该核电站附近的 3 个城镇内采取了应急方案。方案中包括禁止居民用河水灌溉田地、到河里游泳和饮用家里的井水。还有不能食用从受污染的河流中捕捞的鱼。

之后不久，7 月 18 日，位于德龙省伊泽尔河畔罗芒 (Romans-sur-Isère)，距特里卡斯坦镇以北大约 100 公里的一家属于 Areva 的核燃料生产站检测到了浓缩铀泄漏 (Mabe 2008)。工厂的一根从核燃料生产厂输送含铀液体到处理站的地下管道出现断裂，导致部分液体泄漏。此次泄漏是在维护期间才被发现，之前可能已经发生泄漏长达数年。

同样是在 7 月 18 日，法国电力集团 (Electricité de France, EDF) 报告有 15 名员工在位于里昂 (Lyon) 以南的罗纳河谷

(Rhône Valley) 核电站受到了低剂量的核辐射 (Mabe 2008)。两周以后，在特里卡斯坦的一家 EDF 核电站里的 100 名员工也受到了低剂量的核辐射。在维护一个已关闭的反应堆时，辐射传感器检测到了辐射水平上升，而这个反应堆是刚刚几天前因出现泄漏而临时关闭的 (BBC 2008)。这次事故被评定为零分，即用于评定核事故严重性的七分制标准中的最低分，EDF 宣称其员工都没有受到严重的健康威胁 (Mabe 2008)。

这已不是第一次法国人面对放射性泄漏的危险情况。2006 年 5 月，法国东部的 Centre Stockage 1' Aube 核废料弃置站发生泄漏，导致距著名的香槟区 (Champagne) 葡萄园不到 10 公里内的地下水受到低剂量的放射性污染。这个核废料弃置站的废料大多数来自 EDF 和 Areva，弃置站的容器之前已出现过泄漏情况。2006 年同月，由法国国家放射性废物管理局 (France's National Radioactive Waste Management Agency) 在诺曼底 (Normandy) 运营的另一个核废料弃置站也出现了泄漏问题。农民所使用的地下水的辐射水平估计高达欧洲安全标准的 30 倍 (Greenpeace 2006)。

## 远未结束

最近，核能已被认为是应对气候变化的有效措施，世界各地都正在规划发展新的核电站。但是与核生产、放射性废物管理、恐怖主义、核事故有关的安全问题，又构成了许多不利因素。风险与信任、能力和责任是密切相关的 (Bickerstaff 等 2008)。最近发生在法国的泄漏事故，不仅没有证明经验丰富的核电工业已不存安全问题，反而破坏了公众对核电行业的信任。正如核安全信息透明高级委员会 (High Commission for Transparency and Information on Nuclear Safety) 总结道，处理发生在特里卡斯坦的事故时，发现 Socatri 公司存在“一系列故障问题和人为疏忽” (Laurent 2008)。这些事故也提示我们，应从安全的角度和负责



位于法国东南部特里卡斯坦 (Tricastin) 的核发电厂

资料来源: Stefan Kuh



## 专栏 6：农业化学品

合成肥料相对较为便宜、方便易用、容易被植物吸收，过去半个世纪，在合成肥料的帮助下，全球作物产量得到了显著提高。与其类似，合成农药也相对较为便宜，而且至少在最初时候，可有效地消灭害虫、植物病害和杂草。当然，农药之所以能够发挥作用是因为农药有毒，因此农药的生产和使用（尤其是在同时过度使用肥料的情况下）会损害生态系统和人类健康就不足为奇了。但是，使用农药对生态系统和人类造成的后果常常会被忽视，因为最终用户并不能直接或立即感觉到这些后果。

过去几十年密集使用和浪费合成肥料，导致了氮大量流入众多水生态系统中，这让农民、科学家、政府和投资者越来越意识到这是一个挑战。尽管大量使用化学物质在短期内提高了作物产量，但是我们还是未能解决因此而导致的对农田、水体、全球生态系统和人类健康的长期损害。而且，在生产农业化学物质过程中，我们没有考虑到消耗的大量能源和产生的碳足迹。

如今，每年全球共要使用大约 2.1 亿吨的合成肥料，使地球的自然氮循环产生了严重的畸变。在陆地上，氮的过度饱和已破坏了土壤的化学性质，并导致包括钙、镁和钾等重要营养物质流失。具有讽刺意义的是，一种营养物质不均衡地增加，反而导致土壤肥力总体下降，进而导致作物在人工耕作和自然条件下的土地产量都下降。

在水生态系统中，氮含量过高会刺激藻类过度生长。这些植物在死亡时，会消耗水中的溶解氧，进而使其它生物窒息死亡，产生大片氧浓度低、几乎没有生物的水域。在全世界海洋中，一共确定了 150 多个主要“死亡区域”，其中最大的“死亡区域”是波罗的海（Baltic Sea），其次是靠近密西西比河三角洲（Mississippi Delta）的墨西哥湾（Gulf of Mexico）北部区域。海洋从大气中吸收了多余的 CO<sub>2</sub>，使其在海洋内的浓度增高，可能会扩大海洋“死亡区域”的范围。

尽管缺乏充足的理由，很多国家仍然继续增加氨基合成肥料行业的补贴。印度的经济增长速度仅次于中国，2008 年印度政府对肥料行业的补贴达到了 230 亿美元，是印度 GDP 的 3% 以上。随着氮肥消耗的速度猛增，印度对进口化石燃料（合成肥料生产中的关键因素）的依赖也更深。其结果，印度的石油和能源行业成为了另一个过度补贴的行业。

石油产品是很多合成农药的原料，也是合成农药生产过程中的燃料。在过去五十年，农药的使用使目标害虫产生了抗药性，而且农药的过度使用加快了非点源污染的速度。全球大约有 300 万人口遭受了严重的农药污染，而农药污染可导致癌症、先天缺陷和神经系统损害。人类接触到各种污染物的直接原因，就是由进入了饮用水源以及残留在食品中的农药引起的。

从几个方面来看，控制世界对合成肥料和农药的依赖将是一个巨大的挑战。生态的方面，管理途径必须考虑转变为生态农业方式；在有效使用农业化学物质方面，还应制定更为严格的规定（请参阅“生态系统管理”，第一章）；制度和管理方面的缺失，掩盖了农业化学物质将使人类和生态系统健康付出沉痛代价的事实，使我们面临更复杂的挑战。要获得有效的解决方案，就要对产生负面效应的投资加以严格、谨慎的管理，并迅速采取措施废除不恰当的补贴政策，尤其是在经济高速发展的发展中国家。

资料来源：Astill 2008；Kapoor 等，2008；Lie 2007；Science News 2008；WHO 2007；Wu 等，1999；WWI 2008



资料来源：美联社（Associated Press）/ Rajesh Nirgude

任的态度对电厂的工作条件进行检查。特别是新电厂在建设过程中被检查出问题，会破坏公众的信任。这年的三月，法国核安全管理局（nuclear safety authority）在检查芒什省（Manche）弗拉芒维尔（Flamanville）正在新建的第三代欧洲压水式反应堆（Third Generation European Pressurised Reactor）时，发现其中存在缺陷。该机构在反应堆的建筑过程中发现了多处严重缺陷，因此责令暂停修建工作（AFP 2008）。目前看来，核行业的未来似乎取决于人类对核污染的恐惧和不断增长的碳中和能源需求之间的平衡状态。平衡将倾向哪一方，我们还不得而知。

## 结论

快速发展的工业化、不断延伸的全球食品供应链，以及日益普及的提取工艺，导致了許多不同的有害物质进入环境（专栏 6）。只有当发生了紧急事件——石油及化学物质泄漏、食品污染事件、有毒玩具召回，我们才注意到了问题。但事实是，那些普遍存在的低水平污染产生的累积效应，以及各种毒素和生物性能活跃的化合物的缓慢累积，最终会对人类和生态系统的健康带来更为严重的负面影响，尤其是在遭到伤害后的恢复能力方面。控制和迅速采取措施应对污染毒害突发事件是非常重要的。但同样重要的是要预

见、管理和控制那些缓慢而持续的污染。慢性污染与突发事件的预防，都可通过实施合理的措施来实现：尽可能减少生产危险物质、控制危险物质的分散和最终处理，以及使用和采用更安全的物质和方法（请参阅“资源效率”，第五章）。

## 参考文献

- AFP (2008). *Are/As Flamanville nuclear reactor supply chain needs oversight*. Agence France-Presse. <http://www.climatesceptics.org/country/france/flamanville/arevas-flamanville-nuclear-reactor-supply-chain-needs-oversight#more-1714> [Accessed October 2008]
- Allchin, D. (1999). *The poisoning of Minamata*. <http://www1.umn.edu/ships/ethics/minamata.html> [Accessed November 2008]
- Astill, J. (2008). Storm-clouds gathering: What the world recession will do to India's economy. , December 11, 2008
- ATSDR (2008). *ToxFAQs for Mercury*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2999 <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts46.html> [Accessed November 2008]
- Bastos, W., Gomes, J.P., Oliveira, R., Almeida, R., Nascimento, E.L., Bernardi, J.V., De Lacerda, L. Da Silveira, E.G. and Pfeiffer, W.C. (2006). Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil. *Science of the Total Environment*, (368), 344-351
- BBC (2008). *Warning over French Uranium Leak*. BBC News. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/europe/7496998.stm> [Accessed 12 October 2008]
- BBC (2008b). *Concern over French Nuclear Leaks*. BBC News. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/europe/7522712.stm> [Accessed 12 October 2008]
- Bergeson, L. (2008). Nanotechnology, Boom or Bust. *Pollution Engineering*, 39(2007), 14
- Bi, X.H., Thomas, G.O., Jones, K.C., Qu, W.Y., Sheng, G.Y., Martin, F.L. and Fu, J.M. (2007). Exposure of electronics dismantling workers to polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticides in South China. *Environmental Science Technology*, (41), 5647-5653
- Bickerstaff, K., Lorenzoni, I., Pidgeon, N.F., Poortinga, W. and Simmons, P. (2008). Reframings nuclear power in the UK energy debate: nuclear power, climate change mitigation and radioactive waste. *Public Understanding of Science*, (17), 145-169
- Bowman, D. and Hodges, G. (2007). A Small Matter of Regulation: An International Review of Nanotechnology Regulation. *Columbia Science Technology Law Rev.*, (8), 1-32
- Canadian Cancer Society (2008). Phthalates. [http://www.cancer.ca/Canada-wide/Prevention/Specific%20environmental%20contaminants/Phthalates.aspx?sc\\_lang=en](http://www.cancer.ca/Canada-wide/Prevention/Specific%20environmental%20contaminants/Phthalates.aspx?sc_lang=en)
- Chen, M. and von Mikecz, A. (2005). Xenobiotic-induced recruitment of autoantigens to nuclear proteasomes suggests a role for altered antigen processing in scleroderma. *Annals of New York Academy of Science*, 1051 (1), 382-389
- Conservation International (2002). *Minería en el Corredor de Conservación Vicambamba-Amboró (CCVA)* [Mining in the Conservation Corridor Vicambamba-Amboró]. Conservation International. La Paz
- Comba, P., Bianchi, F., Fazzo, L., Martina, L., Menegozzo, M., Minichilli, F., Mitis, F., Musmeci, L., Pizzuti, R., Santoro, M., Trınca, S., and Martuzzi, M. (2006). "Health Impact of Waste Management Campania" Working Group 2006 Cancer Mortality in an Area of Campania (Italy) Characterized by Multiple Toxic Dumping Sites" *Annals of the New York Academy of Sciences*, (1076), 449-461
- Da Costa, G.M., Dos Anjos, L.M., Souza, G.S., Gomes, B.D., Saito, C.A., Pinheiro, M.N., Ventura, D.F., Da Silva, M. and Silveira, L.C. (2008). Mercury toxicity in Amazon gold miners: Visual dysfunction assessed by retinal and cortical electrophysiology. *Environmental Research*, (107), 98-107
- Daily Express (2008). Sausage recall after cyanide scare <http://www.express.co.uk/posts/view/68017/Sausage-recall-after-cyanide-scare> [Accessed November 2008]
- Demetriou, D. (2008). Japanese ham, sausages and other meats follow noodles off the shelves in contamination scare. *The Telegraph* <http://www.telegraph.co.uk/news/>
- Dewan, S. (2008). At plant in coal ash spill, toxic deposits by the ton. *New York Times*, 29 December 2008 [http://www.nytimes.com/2008/12/30/us/30sludge.html?\\_r=1&ref=us](http://www.nytimes.com/2008/12/30/us/30sludge.html?_r=1&ref=us)
- Earthworks (2006). *Yanacocha Gold Mine in Cajamarca, Peru* <http://www.earthworksonline.org/cajamarca.cfm> [Accessed October 2008]
- EC (2008). *Community Strategy for Endocrine Disrupters*. European Commission [http://ec.europa.eu/environment/endocrine/documents/sec\\_2007\\_1635\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/endocrine/documents/sec_2007_1635_en.htm)
- EPA (2007). Notice of data availability on the disposal of coal combustion wastes in landfills and surface impoundments. US Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-WASTE/2007/August/Day-29/117138.htm>
- EPA (2008). EPA's response to the TVA Kingston Fossil Plant fly ash release. US Environmental Protection Agency, 28 Dec 2008 <http://www.epa.gov/region4/kingston/index.html> [Accessed 29 Dec 2008]
- Erismán, J.W., Sutton, M.A., Galloway, J., Klimont, Z. and Winarwar, W. (2008). How a century of ammonia synthesis changed the world. *Nature GeoScience* (1) 636-639
- Farella, N., Davidson, R., Lucotte, M. and Daigle, S. (2007). Nutrient and Mercury Variations n Soils from Family Farms of the Tapajós Region (Brazilian Amazon): Recommendations for Better Farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, (120), 449-462
- Federici, G., Shaw, B. and Handy, R. (2007). Toxicity of titanium dioxide nanoparticles to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Gill injury, oxidative stress, and other physiological effects. *Aquatic Toxicology*, 84(4),415-430
- Friends of the Earth (2008). *Out of the Laboratory and onto our Plates. Nanotechnology in Food and Agriculture*. Revised version. FoE Australia, FoE Europe, and FoE United States
- Greenpeace (2006). *French Nuclear Flagship Halted Below the Water Line*. <http://www.greenpeace.org/international/news/french-nuclear-flagship270508>
- Health Canada (2007). *Canadian standards for various chemical contaminants in food*. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/contaminants/guidelines-directives-eng.php>
- Hester, R.E. and Harrison, R.M. (2007). *Nanotechnology: Consequences for human health and the environment*. Issues in Environmental Science and Technology Royal Society of Chemistry. Cambridge, UK, (24)
- Hund-Rinke, K. and Simon, M. (2006). Ecotoxic effect of photocatalytic active nanoparticles (TiO2) on algae and daphnids. *Environ Science and Pollution Research*, 13(4), 225-232
- Huo, X., Peng, L., Xu, X.J., Zheng, L.K., Qiu, B., Qi, Z.L., Zhang, B., Han, D. and Piao, Z.X. (2007). Elevated blood lead levels of children in Guiyu, an electronic waste recycling town in China. *Environ. Health Perspectives*, (15), 1113-1117
- ICIS (2008). ICIS Chemical Business. *US phthalates ban in children's toys looms* <http://www.icis.com/Articles/2008/10/06/9160591/us-phthalates-ban-in-childrens-toys-looms.html> [Accessed November 2008]
- INAC (2008). *English-Wabigono River Mercury Compensation*. India and Northern Canada Affairs. [http://www.aic-inac.gc.ca/on/ewvr\\_e.html](http://www.aic-inac.gc.ca/on/ewvr_e.html) [Accessed 12 November 2008]
- Jones, M. (2008). Tiny Particles, Major Concerns: Lloyd's Examines Nanotech. *Best's Review*, 108(2008), 9
- Kapoor, V., Singh, U., Patil, S.K., Magrea, H., Shrivastava, L.K., Mishra, V.N., Dasa, R.O., Samadhiyaa, V.K., Sanabrial, J. and Diamond, R. (2008). Rice Growth, Grain Yield, and Floodwater Nutrient Dynamics as Affected by Nutrient Placement Method and Rate. *Agronomy Journal* 100: 526-536
- Karlsson, H., Cronholm, P., Gustafsson, J. and Moeller, L. (2008). Copper Oxide nanoparticles are Highly Toxic: A Comparison Between Metal Oxide Nanoparticles and Carbon Nanotubes. *Chemistry Res. Toxicology*, 21(9), 1726-1732
- Kay, M. (2008). *Contamination fears after leak from French nuclear waste plant*. The Independent. <http://www.independent.co.uk/> [Accessed October 2008]
- Kehrig, H. do A., Howard, B.M. and Malm, O. (2008). Methylmercury in a Predatory Fish (Cichla spp.) Inhabiting the Brazilian Amazon. *Environmental Pollution*, 154(2008),68-76
- Khalequzzaman, M., Faruque, F.S. and Mitra, A.K. (2005). Assessment of Arsenic Contamination of Groundwater and Health Problems in Bangladesh. *International Journal for Environmental Research and Public Health*, 2(2), 204-213
- Kinghorn, A., Solomon, P. and Chan, H.M. (2007). Temporal and spatial trends of mercury in fish collected in the English-Wabigono river system in Ontario, Canada. *Science of the Total Environment*, 372(2-3): 615-623
- Lacerda, L.D. (2003). Updating global mercury emissions from small-scale gold mining and assessing its environmental impacts. *Environment Geology*, 43(2003),308-314
- Laurent, O. (2008). *French nuclear industry has repeated accidents*. <http://www.wsws.org/articles/2008/aug2008/nucl-a01.shtml> [Accessed October 2008]
- Leung, A.O.W., Duzgoren-Aydin, N.S., Cheung, K.C. and Wong, M.H. (2008). Heavy Metals Concentrations of Surface Dust from e-Waste Recycling and its Human Health Implications in Southeast China. *Environmental Science and Technology*, (42),2674-2680
- Lie, E. (2007). Market Power and Market Failure: The Decline of the European Fertilizer Industry and the Expansion of Norsk Hydro. *Enterprise and Society* 9(1): 70-95 doi:10.1093/es/khm084
- Luo, J. (2007). Toxicity and bioaccumulation of nanomaterial in aquatic species. *Journal of the U.S. S/W/P*, 1-16
- Mabe, M. (2008). *Will French Leaks Harm Nuclear's Revival?* *Businessweek* [http://www.businessweek.com/globalbiz/content/jul2008/gb20080728\\_585698.htm?chan=globalbiz\\_europe+index+page\\_top+stories](http://www.businessweek.com/globalbiz/content/jul2008/gb20080728_585698.htm?chan=globalbiz_europe+index+page_top+stories) [Accessed 12 October 2008]
- Magnowski, D. (2008). *African states ban Chinese milk in health alert* <http://www.reuters.com/> [Accessed November 2008]
- Marques, R. C., Garrofe, J., Rodrigues, W., De Freitas Rebelo, M., De Freitas Fonseca, M. and Marshall, E. (2005). Nuclear Power: Is the Friendly Atom Poised for a Comeback? *Science* (309), 1168-9
- Maynard, A. (2006). Nanotechnology: Assessing the risks. *Nanotoday*, 1(2), 22-33
- Mudder, T.I. and Botz, M. (2000). *A global perspective of cyanide*. A background paper of the UNEP/ICME
- NPRI (2006). National Pollution Release Inventory. *Environment Canada*. [http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/2006Summary/p3\\_2\\_e.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/2006Summary/p3_2_e.cfm)
- NRC (2006). Managing Coal Combustion Residues in Mines. US National Research Council, Washington, DC, 2006
- Oberdörster, G., Maynard, A., Donaldson, K., Castranova, V., Fitzpatrick, J., Ausman, K., Carter, J., Karn, B., Kreyling, W., Lai, D., Olin, S., Monteiro-Riviere, N., Warheit, D. and Yang, H. (2005). Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy. *Particle Fibre Toxicology*, (2), 8 Osborn, K. (2008). Professor spreads facts about nanotechnology. The Brown and White. <http://www.thebrownandwhite.com>
- Pfeiffer, W.C. and Lacerda, L.D. (1988). Mercury inputs into the Amazon Region, Brazil. *Environmental Technology*, (9), 325-330
- Pinheiro, M.C.N., Crespo-Lopez, M.E., Vieira, J.L.F., Oikawa, T., Guimaraes, G.A., Araujo, C.C., Amoras, W.W., Ribeiro, D.R., Herculano, A.M., Do Nascimento, J.L.M. and Silveira, L.C.L. (2007). Mercury Pollution and Childhood in Amazon Riverside Villages. *Environment International*, (33),56-61
- Rejeski, D. (2008). *Gearing Up for the Reauthorization of the Nanotechnology R&D Act, Nanotechnology Now*. Project on Emerging nanotechnologies. <http://www.nanotech-now.com/columns/?article=195> [Accessed 13 October 2008]
- Reuters (2008). *Italy must do more to stop dioxin in mozzarella-EU*. <http://uk.reuters.com/> [Accessed November 2008]
- Royle, E. (2006). E-Waste at Large. *The New York Times*, January 27, 2006
- Sato, S., Shirakawa, H., Tomita, S., Ohsaki, Y., Haketa, K., Tooti, O., Santo, N., Tohkin, M., Furukawa, Y., Gonzalez, F. and Komai, M. (2008). Low-dose dioxins alter gene expression related to cholesterol biosynthesis, lipogenesis, and glucose metabolism through the aryl hydrocarbon receptor-mediated pathway in mouse liver. *Toxicology and Applied Pharmacology*, (229), 10-19
- Schertow, J. (2008). *Mad as a hatter. Canada's mercury pollution on indigenous land*. The Dominion. <http://www.dominionpaper.ca/articles/1981> [Accessed November 2008]
- Schettler, T. (2005). *Phthalate Esters and Endocrine Disruption* [http://www.sehn.org/Endocrine\\_Disruption.html](http://www.sehn.org/Endocrine_Disruption.html) [Accessed November 2008]
- Science News (2008). Keeping yields, profits and water quality high. <http://esciencenews.com/articles/2008/05/08/keeping.yields.profits.and.water.quality.high>
- SCENIHR (2005). *Opinion on the appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies*. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Directorate General for Health and Consumer Affairs, European Commission. Brussels
- Sing, K.A., Hryhorczuk, D., Saffirio, G., Sinks, T. Paschal, D.C., Sorensen, J. and Chen, E.H. (2003). Organic Mercury Levels Among the Yanomama of the Brazilian Amazon Basin. *Ambio*, (32),434-439
- Smil, V. (2001) *Enriching the earth: Fritz Haber, Carl Bosch and the Transformation of World Food Production*. MIT Press, Cambridge Massachusetts
- Stern, S.T. and McNeil, S.E. (2008). Nanotechnology Safety Concerns Revisited. *Toxicological Sciences*, (101), 4-21
- Sturgis, S. (2008). Empty promise: The broken federal commitment behind the Tennessee coal ash disaster. Facing South. Institute for Southern Studies. <http://www.southernstudies.org/2008/12/empty-promise-the-broken-federal-commitment-behind-tenne.html>
- TVA 2008. Kingston update page. Tennessee Valley Authority [http://www.tva.gov/emergency/ashslide\\_kingston.htm](http://www.tva.gov/emergency/ashslide_kingston.htm) [Accessed 29 December 2008]
- Van Geen, A. (2008). Arsenic meets dense populations. *Nature Geoscience*, (1),494-496 [Accessed October 2008]
- Wang, J., Zhou, G., Chen, C., Yu, H., Wang, T., Ma, Y., Jia, G., Gai, Y., Li, B., Sun, J., Li, Y., Jiao, F., Zhano, Y. and Chai, Z. (2007). Acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration. *Toxicol Letter*, 168(2), 176-185
- Ward, J. (2008). *Critics Worry as Authorities Ban Water Use*. <http://www.spiegel.de/international/europe/0,1518,564826,00.html>
- Wheatley, B. and Paradis, S. (2005). Exposure of Canadian aboriginal peoples to methylmercury. *Water, Air and Soil Pollution*, (80),3-11
- Willey, D. (2008). *Toxin scare hits mozzarella sales*. BBC News <http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/europe/7308162.stm> [Accessed November 2008]
- WHO/DEPA (2004). *Phthalates in Toys and Child-care articles*. Danish Environmental Protection Agency (DEPA). World Health Organization, Denmark
- WHO (2001a). *Arsenic in drinking water*. World Health Organization <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs210/en/index.html>
- WHO (2001b). *Arsenicosis*. World Health Organization [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/arsenicosis/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/arsenicosis/en/)
- WHO (2007a). *Dioxins and their effects on human health*. World Health Organization <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/en/print.html>
- WHO (2007b). *Cyanide in Drinking-water*. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-Water Quality. World Health Organization. Geneva
- WHO (2008). *Melamine-contamination event, China, September-October 2008*. World Health Organization [http://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/infosan\\_events/en/index.html](http://www.who.int/foodsafety/fs_management/infosan_events/en/index.html)
- WHO (2008a). *Questions and Answers on Melamine*. World Health Organization. <http://www.who.int/csr/media/faq/QAmelamine/en/print.html>
- Wolff, M.S. (2006). Endocrine Disruptors: Challenges for Environmental Research in the 21st Century. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1076, 228-238.
- WNA (2008). *Nuclear Power in France*. Country Briefings. World Nuclear Association <http://world-nuclear.org/info/inf40.html> [Accessed 1 October 2008]
- Wu, C., Maurer, C., Wang, Y., Xue, S. and Davis, D.L. (1999). Water Pollution and Human Health in China. *Environmental Health Perspectives*, 107(4): 251-256
- WWI (2008). *Vital Signs 2007-2008*. Worldwatch Institute, 176p Washington, DC <http://www.worldwatch.org/vs2007> [Accessed 15 December 2008]

# 气候变化

变化中的气候正将许多地球系统推向临界阈值，这将打破地区和全球的环境平衡，从多方面威胁其稳定性。更令人担心的是，我们可能已经跨越了当前文明时间范围内不可逆转的临界点。



风暴前方经过澳大利亚昆士兰州布赖比岛。

资料来源: Barbara Burkhardt

## 简介

气候变化对科学家来说早已不是什么稀奇的现象，也不仅仅是人们关注的众多环境和治理问题之一。它已成为当前最主要、最突出的环境问题，是各级决策者面对的最大挑战（Ban 2008）。它越来越威胁到了经济、健康与安全、食品生产、安全和其它领域。不断变化的天气模式通过日渐不稳的降水量威胁食品生产；上升的海平面污染沿海淡水储备，增加灾害性洪水风险；变暖的大气让本来在热带地区才有的虫害和疾病向南北两极扩散。

新闻里报道的总是坏消息，并且越来越糟糕。冰川和冰原的冰层持续消融，导致加拿大北极群岛第二次出现全年无冰通道，加快了格陵兰岛和南极洲冰原的消融速度。此外，热膨胀-暖流的体积超过赤道至两极之间的冰川和冰盖融化的冷水体积，造成消融加速和海平面上升，上升程度远远超过最新全球科学评估中的预期水平（IPCC 2007）。

惊人的证据显示，人类可能已经接近或跨过了导致主要地球系统和生态系统发生不可逆变化的重要临界点。由于变暖和干旱，亚马逊雨林和北极冻原的多样化生态系

统可能正接近产生巨大变化的临界阈值。高山冰川正以惊人的速度消失，而随之带来的干旱月份供水量减少将影响无数代人。我们无法预测地球系统中形成的气候反馈系统和环境累积效带来的影响。

我们越来越清楚地意识到，温室气体导致升温的局面可能失去控制。但是最严重的气候变化还是可以避免的，只要我们将碳氢水合物能源系统转换为可再生能源系统；启动合理和资金充足的解决项目阻止灾害的发生和大规模迁移。方法还是有的，但是我们必须立即付诸实践。



## 检测、观察、归因

每隔5年或6年，政府间气候变化问题小组（The Intergovernmental Panel on Climate Change）就会发表一次全面的气候变化评估报告（IPCC 2007）。但是几乎每周在同行评论文章和新闻报导中都有最新的研究消息，而在报告中没有提到。例如，政府间气候变化问题小组（IPCC）不能因为自然波动引起的小范围极地气候变化，而正式宣布这是人类造成的影响。2008年，研究人员使用地点明确的格点数据集和四种不同气候模式的模拟显示，发现北极和南极的气候变化不符合自然变化范围，而是直接由于人类的影响造成的（Gillett等2008）。他们由此推断，人类活动已经导致两极地区明显变暖，且可能对当地居民、生物系统、冰盖质量平衡和全球海平面造成严重后果。

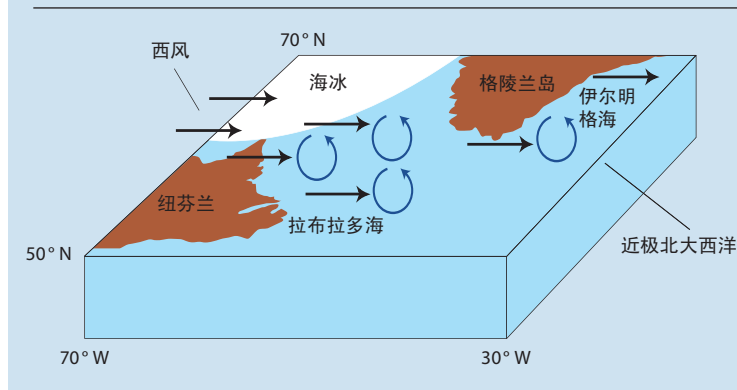
### 北极冰融

2008年新增证据表明，由于空气和海洋温度升高，北极海冰的面积正以远远超过预计的速度快速减缩。美国国家冰雪数据中心（National Snow and Ice Data Center）报告，全年最小的海洋冰层面积出现在9月12日，在北冰洋上的覆盖面积仅有452万平方公里（NSIDC 2008）。自1979年开始卫星监测以来，这是夏季融冰留存面积仅次于最小值。虽然2008年的冰层覆盖面积比2007年的最低记录高10%，但仍比过去30年的平均水平低30%。总之，这两个夏季的冰融状况都是前所未有的。

穿过加拿大北部岛屿的西北航道中，连续两年出现了无冰通道。但是今年，北极西伯利亚海岸沿线的北海航道也出现无冰通道。自100,000多年前，上一次冰河时代以来，这两条无冰通道可能从未出现过（NERSC 2008）。理论上，2008年的航道本应是绕过北极冰帽的。

对北极海冰消融未曾预料，但很有可能

图1：副极地海洋中的深层对流



广阔的海冰层隔绝了来自温暖海洋强劲、寒冷的西风，直到它们于2007至2008年冬季到达拉布拉多海的中心流域。这些不寻常的冷风快速冷却了表层水，冷暖混合水柱达到过去15年从未到达的深度。

资料来源：Lozier 2009

的一个结果是，副极地北大西洋环流中出现明显的海洋强对流逆转。大量表层水在此下沉，形成大西洋环流模式（图1）。伊尔明格海至格陵兰岛南端东面，和拉布拉多海至西南面强大混合洋流的形成原因是，来自加拿大的冷空气引发海洋向空气传递热量，导致大量冷水下沉。最近几年冬天，因来自西部的冷空气受到向南流经戴维斯海峡的洋流高温影响而变暖。然而，2007年至2008年冬季，向南流的表层水为海洋冰融水，温度和含盐量更低，因此冬天在戴维斯海峡快速结冰。来自西部的冷空气在与达格陵兰岛附近的暖流相遇前一直处于低温，相遇后进行的能量交换触发新的环流（Vage等2008）。

北极海冰的总体缩减趋势已至少持续了30年。夏季冰融最多，但冬季浮冰消融也很明显——冰块变薄。由于夏季存留的冰块减少，多年形成的厚冰块数量也随之递减。这让整个海洋冰层系统更易受到未来变暖的伤害，并进一步向无冰北极的未来靠近（Kay等2008，NSIDC 2008）。

北极大气变暖速度是全球其它地区的两倍。在遥远的北方，地球表面的反射能力因冰雪消融而降低，加剧了暖化进程。冰雪将太阳能反射回太空，而裸露的冻原和开阔的海洋等较暗的表面则吸收更多太阳能，并将

能量散发进上面的空气中，加热空气温度。因此，由于反射表面消失，较暗的表面则将热量释放至周围环境中，造成更多冰雪消融。

然而，也可能存在造成北冰洋加速变暖的其它因素。2007年，有大量的冰块在波弗特海、加拿大北部和阿拉斯加融化。这应归咎于南部的暖流侵入，从下至上融化冰层（Perovich等2008）。当地的大气条件也加剧了冰融现象。2007年的晴朗天空让冰雪经受24小时阳光照射，造成更严重的冰雪消融，而初夏的强风也促使冰块成为季节性浮冰，增大了开阔的洋面（Kay等2008）。2008年，强风吹散了冰块，形成更大范围但厚度更小的冰层区（NSIDC 2008）。

2008年期间，有关更系统的自然波动的研究成果也有所增加。新的研究显示，该地区的正常波动主要是受北极涛动和北大西洋涛动影响，其现象为温暖和寒冷时期相互交替，每个时期各持续几年（Keenlyside等2008，Semenov 2008）。两种时期相互交替的现象是由洋流模式的改变引起的。洋流模式改变会给北极带来更多或更少的温暖海水，这又会改变到空气的流动（Graversen等2008）。而近几年，该地区处于温暖时期，这就加重了全球变暖的现象。尽管北极涛动和北大西洋涛动中的时期变化可能掩盖了日

益增强的气候变化趋势，但是一些科学家正在研究气候变化如何对这些及其它涛动造成的影响，如厄尔尼诺南方涛动（Goodkin 等 2008, Goelzer 等 2008）。

## 格陵兰岛和南极洲冰盖融化

北极最大的冰层覆盖着格陵兰岛。部分地区的冰盖厚度达 3 公里。如果这些冰盖融化，预计将使海平面升高 6 米。直到最近，冰河学家推测，因冰盖表面变暖，向下渗透，逐渐融化冰块，冰层将在数千年内缓慢融化。在 IPCC 第 4 次评估报告中提到这个观点（IPCC 2007）。

但如果仅归咎于融化本身，当前的冰盖消融速度则比预期快得多。目前，每年的消融量超过 100 立方公里。2008 年的新发现显示，流入格陵兰西部 Jakobshavn Isbrae 冰川海洋的洋流是最重要的冰融路线之一，其消融量是 1997 年的两倍（Holland 等 2008）。

这一物理过程似乎正在破坏部分格陵兰冰盖的完整性。其精确的破坏机制仍存在争议，但主要存在两种可能性。其一，暖洋流正在破坏 Jakobshavn Isbrae 等主要冰川河口，加速其流动。其二，冰盖表层的融雪水流入冰川裂隙和锅穴，然后到达冰原底部。融雪水润滑了冰层和底层岩床之间的冰冻连接处，再次导致冰川加速流动。2008 年，研究人员报告了一个融雪湖的情况，它是如今每个夏季在格陵兰形成的数以千计的融雪湖之一（Joughin 等 2008, Das 等 2008）。这片 2006 年形成的 4 千米宽的水域在 90 分钟内完全流入冰层深处，其流动速度已超过尼亚加拉大瀑布。

但这一过程对冰融的意义不明。长久以来，人们一直探讨冰川底部水流的范围和影响，以及这些影响如何因冰层大小和温度的不同而变化（Bell 2008, O' Cofaigh 和 Stokes 2008）。部分研究人员认为，由格陵兰岛冰川穴壑流水形成的冰川下的河流只是暂时存



科学家们行走在融雪水 10 多年流经格陵兰岛冰盖表面形成的大峡谷边沿。

资料来源：Sarah Das/伍兹霍尔海洋研究所（Woods Hole Oceanographic Institution）

在，水流迅速分散，而流动的冰块碰到岩床阻挡即停止移动。根据这一观点，此类事件可能仅与每年有 15% 冰山从格陵兰岛形成有关（Van der Waal 等 2008）。但此现象仅发生在少数地点。即使证明格陵兰岛冰川下面的水流没有人们所想的关系重大，这仍旧未能回答为何大片冰盖如此迅速消融的问题。

无论此过程涉及什么，很明显的是，格陵兰岛目前的冰融速度远高于预期速度，而且这种高速消融已经频繁发生。对格陵兰岛冰盖面积的最新历史数据分析表明，如果按照预测的未来几十年的变暖规模发展，所有冰盖很可能全部消融（Charbit 等 2008）。

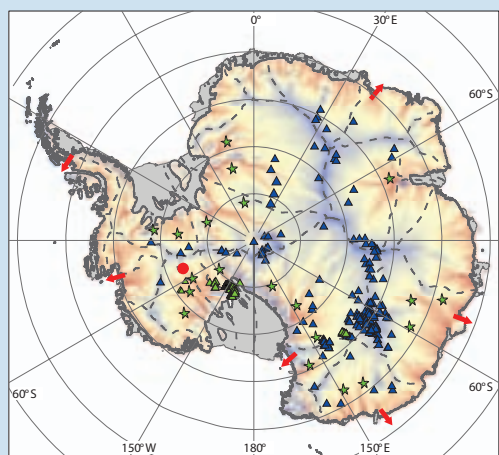
南极洲也出现冰融，尤其是南极洲西部的冰盖。该冰盖如果全部消融，足以让海平面上升 5 米。它就像一艘与水下冰山有着冰冻焊接的沉船，常被认为具有潜在的不稳定性——尤其因为暖洋流可能融化冰盖和岩石

之间的冰冻链接。2008 年研究人员估计，从 2006 年开始以后的 10 年间，南极西部冰盖消失的冰块将增加到 60%（Rignot 等 2008）。从南极洲西部延伸至南美的南极洲半岛的冰融已增至 140%。暖空气和升高的海洋温度加速冰川流动这一过程影响了半岛（Rignot 等 2008）（专栏 1）。

南极洲另一种可能破坏大冰盖整体性的因素是最近大量的冰架消失。这些冰架浮在海洋上，但间接附属于冰盖。冰架常起到软木瓶塞的作用，阻止可能造成海平面上升的陆地冰川消融。

2008 年 2 月，威尔金斯冰架大部分崩塌（Braun 等 2008）。当时，英国南极观测站（British Antarctic Survey）称该冰架正处于崩塌的紧急危险中（BAS 2008）。2008 年 12 月，卫星雷达影像显示，威尔金斯冰架内出现更多裂缝，尤其是稳定冰架边沿的冰桥

## 专栏 1: 南极洲冰下水系



- ▲ 冰下湖
- ▲ 活跃的冰下湖
- ★ 活跃湖汇集区
- ↑ 洪水事件
- 火山活动

始于 2007 年 3 月的国际极地年将于 2009 年 3 月结束，这是一次集中研究不断变化的南北极环境状况的科考活动。此次科考最令人激动的工作包括对冰盖水流动力的研究。新数据显示，极地冰盖下大型水流系统的存在更改了对冰盖稳定性的担忧。

南极洲冰盖下已形成 150 多个冰下湖，其中包括与安大略湖大小相同的东方湖。科学家利用高清冰盖表面图像，通过此前未获承认的互联水文系统对水流运动进行监测，该水文系统包括大型湖泊和河流。虽然互联的范围和程度仍不得而知，但南极洲的潜在水系面积已超过密西西比河流域。

未来 10 年内，极地地区的重要变化将增强冰盖对全球海平面上升的作用。在向海洋传送冰块的冰流和冰川口下，水流和可变形的潮湿沉积物润滑了冰流底部，加速冰层流动。在南极洲，冰下湖能修改冰流和冰川口的速度，为新的冰流支流提供润滑来源。

格陵兰岛和南极洲冰下河流系统为从前的冰盖动力提供了一种非常有价值的现代相似体。史前冰川湖破裂塑造了北美、欧洲和亚洲广大地区的地形。随之而来的洪水也为三角洲和海洋带来了无数沉淀物和淡水——还可能对海洋热盐环流起到临时干扰作用。

资料来源: Allison 等 2007, Bell 2008, Shaw 2002, Toggweiler 和 Russell 2008

顶部。自 2 月的崩塌以来，冰桥宽度已从 6.0 公里缩减至 2.7 公里 (ESA 2008)。

## 海平面上升

最新 IPCC 评估预测，在未来的 1 个世纪中，由于暖洋流的热膨胀和高山冰川消融，全球海平面可能上升 18 至 59 厘米 (IPCC 2007)。但报告结束后，该评估的很多相关研究人员预测，极可能存在更大的上升幅度。新预测部分源于对格陵兰岛和南极洲冰盖物理崩裂可能性的重新评估。

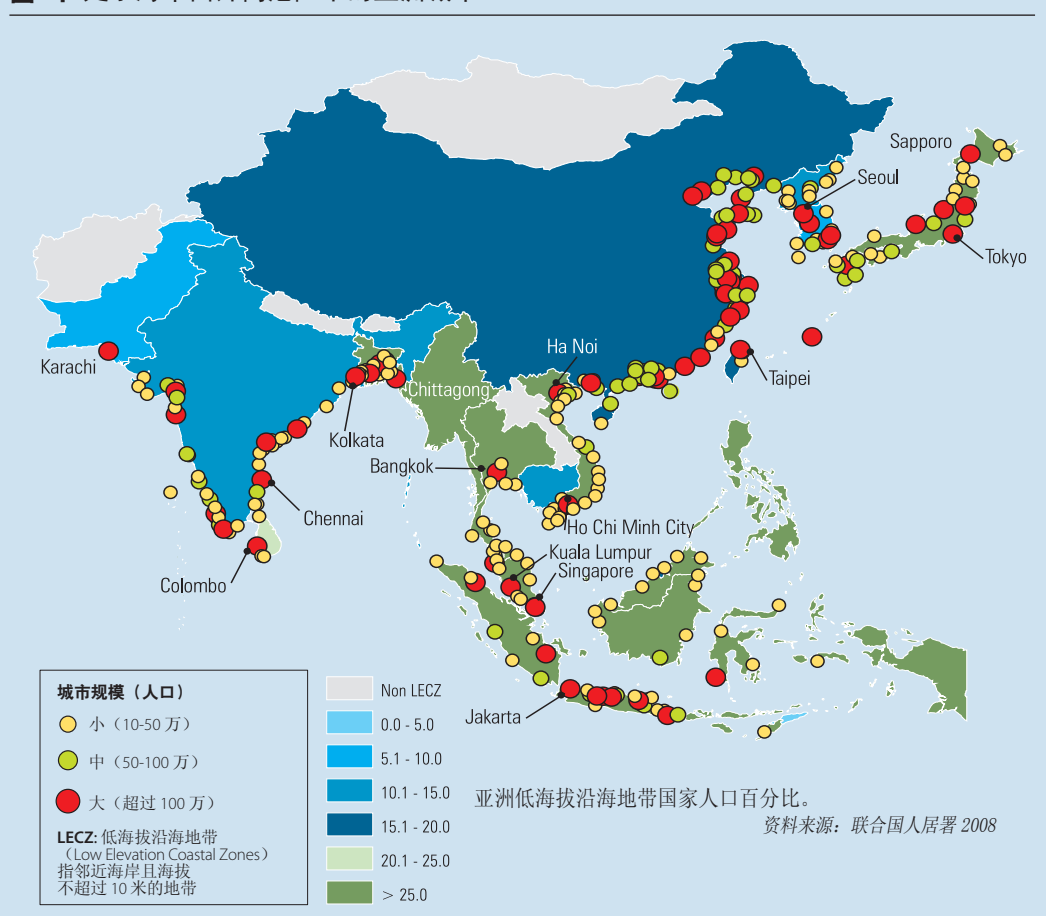
例如，4 月在维也纳欧洲地球科学联盟 (European Geosciences Union at Vienna) 大会上展示的一项研究显示，海平面极可能

上升 0.8 至 1.5 米 (Schiermeier 2008)。另一项对冰盖消融动力的研究称，仅格陵兰岛的冰融流水就可以让海平面在未来 1 个世纪内上升 2 米 (Pfeffer 等 2008)。

这样的上升高度前所未见。海平面在 18 世纪上升了 2.0 厘米，19 世纪上升了 6.0 厘米，20 世纪则上升了 19.0 厘米。根据最初几年的速率推算，海平面将在 21 世纪上升 30.0 厘米 (Jevrejeva 等 2008)。预测结果已在预料之中：当前预测的海平面上升程度与后冰河时代末的水平一致。因此，由于冰盖崩裂，海平面将以每个世纪 70.0 厘米至 130 厘米的高度上升 (Carlson 等 2008)。

全球海平面上升 1 米就将导致无数人流

图 2: 处于海平面升高危险中的亚洲城市





离失所：亚洲 1 亿人，主要包括中国东部、孟加拉和越南；欧洲 1,400 万人；非洲和南美 800 万人（图 2）。然而，就冰盖突然向海洋释放大量融雪水或等量冰块将如何影响海平面的新研究表明，最初的几年里，上涨的水不会以相同的速度四处奔泻。经过几十年的积聚后，上升的海平面才会奔泻至全球各地。

格陵兰岛冰盖的大多数融雪水将首先停留在大西洋（图 3）。融雪水释放的 50 年后，包括墨西哥湾在内的北大西洋部分海平面高度可能超过太平洋海平面 30 倍。同样，研究发现，崩塌的南极洲冰盖的水将淹没南半球的海岸线，而在北半球则会缓慢上升至少 50 年（Stammer 2008）。

但是，不管详细的模型可能显示什么情况，2008 年的研究表明，由于热膨胀、高山冰川消融和冰盖融化，海平面上升可能更显著，且可能比预期提前 2 年。无论气候变化

如何快速缓解，海平面都将上升。因此，努力适应上升的海平面更加迫在眉睫。

## 碳汇、碳源和反馈

未来的气候变化很大程度上将取决于温室气体在大气中积聚的速度。反之，将取决于我们向大气排放的温室气体量以及大自然的吸收能力。

自 2000 年以来，人类的二氧化碳排放速度比前 10 年增加了 4 倍。大部分的二氧化碳排放都来自燃烧化石燃料和制造水泥（请参阅“资源效率”，第五章）。如今，这些排放物比 1992 年增加了 38%。今年，出席地球峰会的各国政府承诺阻止危险的气候变化（全球碳计划 2008）。

同时，吸收部分二氧化碳排放的自然碳汇不能像以前一样有效发挥功能。主要碳汇是海洋、北极冻土和森林生态系统——所有这些碳汇都正在失去其吸收能力。各种研究表明，2007 年，海洋的碳吸收量减少了 1,000 万吨。这是否是长期趋势的一部分，还不明了（CDIAC 2008）。

## 北极的碳

北极的变暖速度超过地球上任何其它地区。北极还储存大量以甲烷形式存在的碳，随着全球变暖，这些甲烷有可能释放。大规模甲烷释放将为全球变暖提供重要的积极反馈，可能将自然生态系统从碳汇转换为碳源，触发无法控制的全球变暖。

碳储存在永久冻土和北冰洋海底等土壤中。2008 年进行修订的两项研究增加了被认为储存在永久冻土中的土壤含碳量。北美的一项研究推断，永久冻土中的碳含量比此前预计的多 60%（Ping 等 2008）。另一项国际研究结果将此前预计的整个北极永久冻土中的碳含量翻了一番（Schuur 等 2008）。这些研究结果表明，目前北方永久冻土中的碳含

量是大气中碳含量的两倍。

调查北极海洋冰融如何影响陆地温度的研究人员预测，北极西部的未来变暖程度可能超过全球平均水平的 3.5 倍以上。这一加速变暖现象在秋季最为明显，并将导致北方泥炭地的永久冻土进一步快速退化（Lawrence 等 2008）。

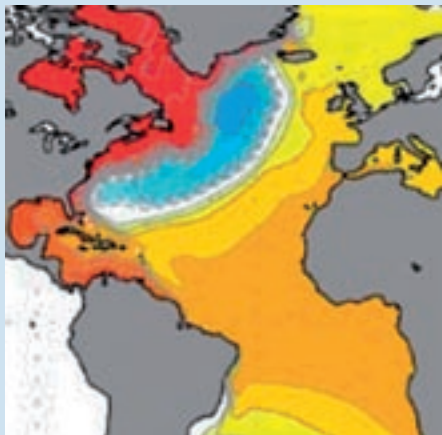
北极地区储存着大量以水合物形式锁在永久冻土冰晶中或北冰洋海床的甲烷。2008 年间，人们非常关注开采海上水合物甲烷作为能源的问题。但气候科学家担心，甲烷水合物可能因永久冻土融化或暖流破坏海上沉积物的稳定性而进入大气（Bohannon 2008）。

2008 年，海洋研究人员发现 250 多股甲烷羽流沿斯瓦尔巴特群岛西部大陆架边沿向上逸散（Connor 2008）。国际西伯利亚陆棚研究报告了从勒拿河三角洲上升的海上甲烷浓度（Semiletov 2008）。同时，研究人员展示，一旦预计含有 5000 亿公吨碳的西伯利亚东部永久冻土融化，形势将不可逆转：一个世纪内可能释放 2500 亿吨（Khvorostyanov 等 2008）。

未冻结的北方泥炭地土壤也含有大量碳，极易受到变暖影响。泥炭的储碳能力很大程度上取决于含水量。气候变暖将让泥炭通透，降低地下水位。一种新模式研究表明，这将导致土壤中大量有机碳流失。在加拿大的马尼托巴湖北部，温度升高 4.0° 摄氏度将释放深层泥炭中隔绝的 86% 的碳（Ise 等 2008）。

2007 和 2008 年，经过近 10 年的稳定后，大气中的甲烷浓度开始呈现上升趋势。最初，研究人员假定更高的浓度将仅限于北半球，并归因于泥炭地的气体释放。但在南半球也侦测出相似的情况，显示了一种全球上升的趋势（Rigby 等 2008）。在确定该读数是一种标志、尖峰信号或令人担忧的新趋势开始前，科学家们需要更多数据加以证明。

图 3：全球海洋对格陵兰岛冰盖消融的回应



地图显示了 10 多年来海洋对与格陵兰冰盖消融相关的区域性淡水压力的回应，其变化以毫米计量。淡水在海洋中的散布和重新分配从初始分界波开始，从拉布拉多海向南面的赤道移动，负海面高度以蓝色阴影描绘，正海面高度以红色和橙色阴影描绘。然后跨越大西洋，向东侧和更远的极地接近。

资料来源：Stammer (2008)

## 森林碳固存

对森林吸收二氧化碳能力存在担忧的原因之一是森林覆盖本身正在减少，导致二氧化碳排放——因土地用途变化造成每年向大气释放 15 亿公吨碳，几乎全部来自热带的森林采伐（全球碳计划 2008，Canadell 和 Raupach 2008）。另一个原因是，即使未受损害的森林也可能遇到麻烦：森林的储碳能力可能已达到极限，而北半球上升的气温可能已减少了植物对碳的吸水。夏季的高温对树木造成重大压力，致使光合作用快速停止。一旦光合作用停止，碳就不能再被固存。受到压力的森林极易受到污染、虫害和疾病的伤害，被转化为碳源（Piao 等 2008）（请参阅“生态系统管理”，第一章）。

## 危险边缘的亚马逊

亚马逊森林覆盖 500 万平方公里，包含全世界四分之一的物种，但是气候变化将其推向危险的边缘。2008 年，英国气象局哈德利中心通过世界上最先进的气候模式预测，亚马逊可能正在靠近关键的临界点。只要跨越这一点，森林将失去赖以维生的每日降雨，土壤会干透，大部分森林随之死去（Harris 等 2008）（专栏 2）。

亚马逊雨林很脆弱的原因之一是它的降雨量完全依赖于热带海洋气温的变化模式，而气候变化却威胁着这一依赖关系。当这种模式被变暖的东太平洋，和比南北大西洋升温跟快的热带北大西洋扰乱时，这种情况将使巴西更干旱。例如，根据在 2008 年的调查发现，2005 年在亚马逊出现的严重干旱是由于北大西洋异常高温（Harris 等 2008）。大气中的二氧化碳浓度增加一倍，就会使亚马逊盆地的降雨量因为海洋温度的上升而减少 40%。降雨量如此减少，将造成雨林植物生长率降低 30%。而这还不包括预计因空气温度升高而直接导致的生长率减少 23%（Harris 等 2008）。

根据这一情况，气温升高和干旱将导致亚马逊盆地大片森林很快从我们的眼前消失。森林消失会使温度升高，预计让该地区在本世纪内的上升温度从 3.3 增至 8.0 摄氏度。即使气温降低到以往的水平，也不会再有往日的降雨量，因为没有森林，无法通过蒸腾作用形成降雨。最终，土壤将在阳光照射下变得干燥，更容易被侵蚀，加重干旱程度（Betts 等 2008，Malhi 等 2008）。

## 碳黑和其它反馈

除温室气体外，还有其它人类产生的重要影响改变了气候。越来越多的证据证明，人类景观中燃烧产生的煤烟、碳黑悬浮微粒是造成气候变异性的的重要因素。全球的碳黑排放量在快速增加，中国的排放量自 2000 年以来已经增加了一倍。碳黑的升温效应可能比

IPCC 的最新报告估计的还要大三倍，使碳黑成为仅次于二氧化碳的最重要气候因素（Ramanathan 和 Carmichael 2008）。

这些研究结果仍然存在争议——特别是因为黑煤烟不仅有升温作用，还有降温的作用。当碳黑落在冰块上会把冰面染黑，使冰面吸收更多太阳能，最终导致当地气温变暖和冰块融化。煤烟可能造成部分地区的冰川消失，甚至喜马拉雅-兴都库什山脉上冰融加速现象也有可能是它造成的（Ramanathan 和 Carmichael, 2008）（专栏 3）。但是，在北美和西伯利亚，不断增多的野外燃烧释放的煤烟也遮挡了阳光直射，起到了降温作用（Stone 等 2008）。

另外一种具有降温作用的空气污染物在 2008 年得到重新评估。硫酸盐悬浮微粒，是酸雨的主要成分，能将阳光反射回太空从而降低大气的温度。新研究表明，特别是从 1980 年开始，通过抑制硫酸盐排放来阻止酸雨形成的措施，造成欧洲和北大西洋气温快速变暖（Ruckstuhl 等 2008，Van Oldenborgh 等 2008）。

另外一项意外的发现是，在中国，日渐增多的酸性硫酸盐沉降，抑制了稻田中的细菌产生自然甲烷，缓解了全球变暖的状况（Gauci 等 2008）。尽管这些反馈信息并没有削弱人造污染物促使了地球升温的论点，但它们仍然存在明显的不确定性。最重要的是，它们体现了地球系统固有的复杂性，以及在不同背景 and 不同范围下，累积效应的各种复杂的平衡关系。

## 影响与脆弱性

新的研究表明，海洋上最强旋风的威力将变得更强大（Elsner 等 2008）。这种增强的趋势在温度相对较低的海洋盆地区域最为明显，因为这里的海水温度上升最快。最显著的要数位于北大西洋的盆地，其次是东部的北太平洋和南部的印度洋盆地。

### 专栏 2：大河奔流

就亚马逊河流入大西洋对海洋碳循环的影响所作的研究中，强调了亚马逊地区在全球气候中的关键作用。全世界最大的河流——亚马逊河运载着全世界五分之一的河水。它将绵延数千公里的泥泞淡水送入大西洋，也带去了氮等雨林养分。水流中的微生物以各种养分为食，使海洋丰富多产，促进浮游生物生长，从而让海洋吸收大气中的二氧化碳。

研究结果就整个海洋系统吸收人为排放物的能力提供了新观点。但他们也强调，海洋碳汇易受陆地环境变化伤害，如森林砍伐和干旱。亚马逊的干旱将损害雨林，减少河流流量，切断养分流，降低海洋吸收空气中二氧化碳的能力。

资料来源：Subramaniam 等 2008



亚马逊河为大洋输送沉降物羽流。

资料来源：NASA



热带旋风仅在海洋温度超过 26° 摄氏度时形成。因此，温度高的海洋将生成更多热带旋风。但事情可能并不这么简单。即使超过了该温度，大多数潜在风暴也不会转变成热带旋风，因为其它大气条件对热带旋风的形成也有重要作用。

一项重要的新模式研究预测，北大西洋的进一步变暖实际上可能阻碍了飓风（热带旋风的地区性名称）的形成。该研究预测，到本世纪后期，每年的飓风数量将减少 18%。这一现象应受到关注，因为同样是这个团队，曾经精确地“后预报”了过去 30 年间飓风的数量（Knutson 等 2008）。

该报告称，除海洋自身的温度外，飓风形成的最重要因素是海洋表面和对流层顶部之间的温差，在这个区域，飓风达到最大高度。作者称，最近北大西洋出现更多的飓风，是因为位于热带的北大西洋海温异常变暖，而对流层的温度没有变化，导致它们之间的温差变大。这有可能是由短期的自然起

伏现象导致的。如果这种共同作用是反常现象，则最近的强飓风增加的趋势可能停止。

但该研究仍存在争议。部分评论家指出，该模式不能重现人们最关注和更频繁的最强飓风。其它评论家指出，该研究结果仅适用于北大西洋。很明显，应当用不同的规则来研究太平洋和其它盆地，这些地区仍然被认为是更多、更危险旋风的高发地。

由于研究人员企图展示在地区和次地区范围内的相关论断，2008 年出现其它一系列对未来极端天气的重要预测。研究结果之一预测，每日的最高温度将以比平均温度快两倍的速度升高（Brown 等 2008）。另一项研究结果指出，变暖后的欧洲很可能出现许多强度更大的降雨（Lenderin 和 van Meijgaard 2008）。

随着世界水资源短缺成为人们日益关注的问题，气候变化对降雨、土壤蒸发和冰川融水等水循环过程可能造成的影响，也成为人们关注的焦点。新的研究结果预测，地中海

和美洲中西部的水库将枯竭，中国和中东地区的河流将干枯，在没有冰川的南亚，山洪暴发将变得越来越不可预知（Barnett 和 Pierce 2008）。

今年，几位研究人员告诫道，对当地气候变化，特别是降雨和河流的预测结果可能过于精确，对这些预测结果的传播可能是很危险的。我们必须接受气候变化的部分方面存在不确定性的事实。但不可预测性决不是延迟对气候变化采取行动的理由。远非如此。不可预测性正是让它如此危险的原因之一（Smith 2008）。

## 临界点

由于存在冰盖崩塌、永久冻土释放甲烷、雨林生态系统变得更干燥和海洋环流模式突然发生变化的可能性不断变大，人们对地球的生命支持系统正临近包含临界点的临界阈值越来越担忧。而越来越多的证据表明这些

### 专栏 3：高山冰融



地区变暖最明晰的信号之一是温带、热带和极地纬度地区的高山冰川普遍消失或变薄。苏黎世大学世界冰川监测服务机构跟踪了 9 大山脉的 30 处参照冰川，其最新数据凸现了冰融现象的严重程度。这些参照冰川在 20 世纪 80 年代早期处于平衡状态，每年积聚的冰雪量与融雪量相当。但在过去 20 年中，冰雪正快速消融。

消融正在加速。最近的对照数据集显示，2005 年至 2006 年，参照冰川的厚度平均减少 1.4 米，几乎是 20 世纪 80 年代和 90 年代年消融量的 5 倍。其中消失最多的是挪威的 Breidalblikkbrae 冰川，全年厚度减少超过 3.0 米，法国的 Ossoue 冰川厚度减少约 3 米，西班牙的马拉德塔冰川厚度减少约 2 米。在 30 个参照冰川中，仅智利的 Echaurren Norte 冰川冰层增厚。报告推断，如果喜马拉雅冰川消失，以其为发源地的河流将成为季节性河流，多达 7.5 亿人可能因此受到严重影响，尤其是印度北部的居民。

危险物质经大气运输，遇水分子浓缩后储存至冰层表面，然后封存在冰川中——如今因冰川消融，正重新释放回环境中。当前限制使用的 DDT 以不曾预料的数量出现在栖息于南极洲部分海岸的阿德利企鹅群中。北美落基山脉冰川融化流出的杀虫剂等有机污染物已经证明，欧洲的冰川下游也发现了多氯联苯或 PBS。由于温带高山冰川消失将给生态系统带来不受欢迎的化学物质，人类正努力应对预期出现的洪水和干旱（请参阅“有害物质及危险废物”，第二章）。

仅南亚地区，就有近 10 亿人依赖喜马拉雅/兴都库什山（HinduKush）脉系统的冰川融雪生存。

资料来源：WGMS 2008a, WGMS 2008b, Geisz 等 2008, Blais 等 2001, Schindler 和 Parker 2002, Branan 2008



情况曾经发生过，更加剧了这些担忧。过去的气候转变，如冰河时代末期，都为突发性转变。研究过去的变化可以帮助预测人为气候变化是否会促成不可逆转的突然变化。

2008年早期，一个科学家团队发表了针对可能包含临界点的脆弱的地球系统的首次详细调查。该团队为这些脆弱的系统引入了术语“临界元素”，并达成了临界点的定义“……一个达到临界阈值的点，达到该点后，一个微小的干扰也可能从本质上改变系统的状态或发展……”（Lenton等2008）。

该团队研究了其中9种元素，并设定了转换时期，以强调政策的关联性。他们还指出了在每个临界元素中临近关键价值的全球温度的平均上升值。

他们认为，与政策相关的元素包括亚洲季风、西非季风、北极海洋冰层、亚马逊顶梢枯死、北方森林消失、热盐环流、厄尔尼诺南方涛动、格陵兰冰盖崩塌和南极洲西部冰盖消融（专栏4）（请参阅“环境治理”，第六章）。该研究告诫人们当心气候顺利转变计划所传达的错误的安全感。相反，由于不断变化的气候，本世纪可能跨越太多关键极限。科学家们希望建立早期预警系统，侦查所指出的临界元素变得不稳定的时间（Lenton等2008）。

早期预警的目的可能因不同地球系统之间的累积相互影响而变得非常复杂，该复杂性还可能存在于多个范围和不同情况中。2008年，观察拉布拉多海和伊尔明厄海意外增强的热盐环流的早期预警成果展示了此类复杂性（Vage等，2008）。另一项新研究发现了厄尔尼诺、亚洲季风和南赤道大西洋表面温度之间的联系。这些远程联系线索中提供了更准确的亚洲季风季节性预报前景，其中也包括可能出现的失败（Kucharski等2008）。

## 结论

气候变化科学中仍存在不确定性，尤其是关于不同期限内的地球系统的活动和交互作用，以及子系统如何对反馈做出反应。要理解不同范围内系统活动的可能临界点性质，还需要特别开展更多的工作。就目前而言，证据表明，我们可能在未来几年内跨越多个临界点，并且可能扰乱支持一半人口农业活动的季节性天气模式，减少海洋和陆地的碳汇，破坏可能在21世纪内引起不可预见的主要冰层的稳定性（Lenton等2008，Schellnhuber 2008）。

广泛和有害气候变化预测背后的基本科学建构基础无可辩驳（IPCC 2007）。除非马上采取行动加以稳定，减低大气中的温室气体浓度，否则这些变化将导致对生态系统、自然资源、人类及其脆弱经济活动的广泛伤害。这些伤害必将结束发达国家的繁荣，威胁发展中国家的基本人类生活（专栏5）。

### 专栏4：非洲的临界点？

有关世界最易受气候变异性伤害的地区之一——萨赫勒地区是否将跨越临界点的争论仍在继续。部分研究表明，如果全球变暖和北大西洋海洋温度变化联合触发更加强劲的西非季风，西非的萨赫勒地区可能经受突如其来的复兴之雨。很久以前，这一临界点曾被跨越：在公元前8500年的极端干旱早期后，萨赫勒的大部分地区从公元前7000年至公元前3000年变得一片葱茏。2008年发布的证据表明，即使这一复兴发生，也不会如部分研究所指的那样突然。对撒哈拉沙漠花粉传授和湖泊沉积物的研究调查了萨赫勒如何从6000年前开始的1000多年内从湿润变干燥的问题。其它研究表明，这一转变仅发生在短短的几十年内。寻找可靠方法预测非洲萨赫勒地区未来降雨模式的工作仍在继续，一项研究表明，20世纪通过研究与海表温度的关系的方法可能不再适用于21世纪。然而，即使萨赫勒不会成为葱郁的风景，也只有良好的治理才能承诺它不会成为冲突和管理不善的根源（请参阅“生态系统管理”，第一章；请参阅“灾害与冲突”，第四章）。

资料来源：IPCC 2007, Kropelin等2008, Brovkin和Claussen 2008, Cook 2008



2008年飓风袭击古巴。

资料来源：美联社（Associated Press）/Eduardo Verdugo



资料来源：Mike Hettwer

发掘自大乍得湖（Mega Lake Chad）岸的尼日尔格伯托（Gobero）考古遗址，距当前湖滨数百公里。这是公元前3300年一位母亲和两个孩子的遗骸。

## 专栏 5：管理无可避免的事件

直到最近，用以解决气候变化问题的技术转让还停留在减排问题上。如果绝大多数全球温室气体排放都来自能源部门，替代能源就成为技术转让的主要焦点。由于能源技术已被提升为中心技术，受到基础设施依赖。发展中国家的决策者将优先考虑通过加快基础设施发展、促进能源运输现代化和刺激私营企业投资大型设备的方式与发达国家的模式竞争。因此，气候背景中的技术转让更多地集中在国家间的经验交流、技术秘诀和设备安排上，尤其是从发达国家到发展中国家，而对国家内部的部署和传播关注相对减少（请参阅“资源效率”，第五章）。

如今，适应技术的问题已开始成为焦点，部分有关减排的技术转让理念已经转入适应领域。然而，这一方法似乎并无作用。

首先，在现代能源基础设施方面适应并不新颖。其次，需要适应技术的部门无所不在，并非由能源等一个部门支配。其三，发展中国家已经获得很多适应技术以及促进行为和方法转换的适应技术。其四，最需要的技术和适应技术可能与减排技术不同，不属于资本密集型，这意味着不存在企业关注的巨大短期利润。

适应技术的选择是一项非常微妙的工作：引进部分技术时应小心谨慎，避免可能的计划外副作用。发展和应用因适应技术的即时性挑战产生的适当标准有助于避免此类问题。

共有 3 种基本标准——效率、公正和效力。首先，任何选定的技术应符合某种效率标准。采用任何特定适应措施或多项措施前，尤其重要的是，以当地标准计算的效益需超过成本。其次，适应技术的选择需进行公平分配也非常重要。在备选项中选择时，决策者可能会考虑哪部分人将特别受益，以及全部成本产生的位置和所承担的人员。其三，虽然部分适应选项有效而公平，但可能在政治、社会或法律方面无法接受，并导致消极影响。简单修改现有法规就可能足以促成所需效果。通常还会涉及文化价值和态度的改变：这些问题可能更难改变。

但如果采用尊重和理性的方式，社会和文化障碍也能得以协商解决，当国家领导确信可从有效的适应技术和科技中获取优势时尤其可行。

适应规划需要特别强调 5 个部分。它们带来挑战，也提供一些可供参考的教训：

在很多沿海地区，技术已帮助社会降低了其对终年与天气有关的危险的脆弱性。经证明，传统和最新发展的工艺和技术能有效降低对天气相关危险的脆弱性，它们将与适应气候变化的技术同样重要。

在水资源方面，水文循环中由气候变化引起的变异性为规划和管理带来更多挑战。考虑到水在维持人类生活、社会及其赖以生存的生态系统中起到的多方面作用，发展适当的适应策略应对此新增的不确定性需要广泛的综合方法。

对农业而言，重要的是考虑用以适应的多种工具包，因为与气候变异性性和气候变化相关的各种影响存在大量不确定性。这是保持灵活性，以转让和采用适当场所、特殊工艺和技术的必要条件。

长期以来，公共健康部门一直致力于应对气候变化带来的健康影响。综合考虑气候变化在未来引发疾病的地点、时间和范围，对增强恢复能力非常重要。面对气候变化健康问题，尤其重要的是设计与医生合作的干预措施，以战胜各种公共健康挑战。

最后，一种综合详尽的治理结构是成功适应的中心问题，这在基础设施项目和城市环境中尤其重要。适应干预措施的范围越广，越需要良好的管理，以确保效率、公平和效力。意识建立和社会团体的参与必不可少，因为成功进行技术转让，使基础设施系统适应不断变化的气候，也需要公众和对此关注的私营企业的诚实参与。

资料来源：Klein 等 2006



资料来源：跨海大桥有限公司 (Strait Crossing Bridge Ltd.)

联邦大桥连接加拿大新不伦瑞克省和爱德华王子岛。这座桥全长 13 公里，考虑到它 100 年的使用寿命，桥墩和桥上路面设计得比规定的适应海平面上升和不同冰冻条件的高度还要高 1 米。

## 参考文献

- AGU (2008). Proceeding of the American Geophysical Union Fall Meeting 2008 December. American Geophysical Union. <http://www.agu.org/meetings/fm08.old/index.php/Program/Session/Search?show=detail&sessid=381> [Accessed 14 December 2008]
- Allison, I., Béland, M., Alverson, K., Bell, R., Carlson, D., Danell, K., Ellis-Evans, C., Fahrback, E., Fantà, E., Fujii, Y., Glaser, G., Goldfarb, L., Hovelsrud, G., Huber, J., Kotlyakov, V., Krupnik, I., Lopez-Martinez, J., Mohr, T., Qin, D., Rachold, V., Rapley, C., Rogne, O., Sarukhyan, E., Summerhayes, C. and Xiao, C. (2007). The scope of science for the International Polar Year 2007–08. Produced by the ICSU/World Meteorological Organization, Geneva
- Ban, K.M. (2008). Statement by United Nations Secretary-General Ban-Ki moon at the opening of the High-Level Segment of COP 14 in Poznań, December 11, 2008 <http://unfccc.int/2860.php>
- Barnett, T.P. and Pierce, D.W. (2008). When will Lake Mead go dry? *Water Resources Research*, 44, W03201, doi:10.1029/2007WR006704
- BAS (2008). *Antarctic ice shelf 'hangs by a thread'*. British Antarctic Survey [http://www.antarctica.ac.uk/press/press\\_releases/press\\_release.php?id=376](http://www.antarctica.ac.uk/press/press_releases/press_release.php?id=376)
- Bell, R.E. (2008). The role of subglacial water in ice-sheet mass balance. *Nature Geoscience* 1(5), 297–304
- Betts, R., Sanderson, M. and Woodward, S. (2008). Effects of large-scale Amazon forest degradation on climate and air quality through fluxes of carbon dioxide, water, energy, mineral dust and isoprene. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1498), 1873–1880
- Blais, J.M., Schindler, D.W., Muir, D.C.G., Sharp, M., Donald, D., Lafrenière, M., Braekelvel, E. and Strachan W.M.J. (2001). *Melting Glaciers: A Major Source of Persistent Organochlorines to Subalpine Bow Lake in Banff National Park, Canada*. [http://ambio.allenpress.com/periserv/?request=get-document&doi=10.1639/j2F0044-7447\(2001\)03\(04\)010%3AMGAMS0J2.0.CO;3B22act-1](http://ambio.allenpress.com/periserv/?request=get-document&doi=10.1639/j2F0044-7447(2001)03(04)010%3AMGAMS0J2.0.CO;3B22act-1)
- Bohannon, J. (2008). Weighing the climate risks of an untapped fossil fuel. *Science*, 319(5871), 1753
- Branan, N. (2008). *Chemicals melt out of glaciers*. [http://www.geotimes.org/aug08/article.html?nid=nr\\_glaciers.html](http://www.geotimes.org/aug08/article.html?nid=nr_glaciers.html) [Accessed 21 November 2008]
- Braun, M., Humbert, A. and Moll, A. (2008). Changes of Wilkins ice shelf over the past 15 years and inferences on its stability. *The Cryosphere Discussions* 2(3), 341–382
- Brovkin, V. and Claussen, M. (2008). Climate-Driven Ecosystem Succession in the Sahara: The Past 6000 Years. *Science*, 322: 1326 DOI: 10.1126/science.1163381 [Accessed 28 November 2008]
- Brown, S.J., Caesar, J. and Ferro, C.A.T. (2008). Global changes in extreme daily temperature since 1950. *Journal of Geophysical Research*, 113, D05115, doi:10.1029/2006JD008091
- Canadell, J.G. and Paupach, M.R. (2008). Managing forest for climate change mitigation. *Science*, 320(5882), 1456–1457
- Carlson, A.E., LeGrande, A.N., Oppo, D.W., Came, R.E., Schmidt, G.A., Anslow, F.S., Licciardi, J.M. and Obbink, E.A. (2008). Rapid early Holocene deglaciation of the Laurentide ice sheet. *Nature Geoscience*, 1(9), 620–624
- CDIAC (2008). Carbon Dioxide Information Analysis Center. <http://cdiac.ornl.gov>
- Charbit, S., Paillard, D. and Ramstein, G. (2008). Amount of CO<sub>2</sub> emissions irreversibly leading to the total melting of Greenland. *Geophysical Research Letter*, 35, L12503, doi:10.1029/2008GL033472
- Connor, S. (2008). Hundreds of methane 'plumes' discovered. *The Independent*, 25 September 2008.
- Cook, K.H. (2008). The mysteries of Sahel droughts. *Nature Geoscience*, 1(10), 647–648
- Cox, P.M., Harris, P.P., Huntingford, C., Betts, R.A., Collins, M., Jones, C.D., Jupp, T.E., Marengo, J.A. and Nobre, C.A. (2008). Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aerosol pollution. *Nature*, 453(7192), 212–215
- Das, S.B., Joughin, I., Behn, M.D., Howat, I.M., King, M.A., Kizalalde, D. and Bhatia, M.P. (2008). Fracture propagation to the base of the Greenland ice sheet during supraglacial lake drainage. *Science*, 320(5877), 778–781
- Elsner, J.B., Kossin, J.P. and Jagger, T.H. (2008). The increasing intensity of the strongest tropical cyclones. *Nature*, 455(7209), 92–94
- ESA (2008). Wilkins Ice Shelf under threat. European Space Agency. [http://www.esa.int/esaCP/SEMXX5AWYNF\\_index\\_1.html](http://www.esa.int/esaCP/SEMXX5AWYNF_index_1.html) [Accessed 10 November 2008]
- Gauci, V., Dise, N.B., Howell, G. and Jenkins, M.E. (2008). Suppression of rice methane emission by sulfate deposition in simulated acid rain. *Journal of Geophysical Research*, 113, G00A07, doi:10.1029/2007JG000501
- Geisz, H.N., Dickhut, R.M., Cochran, M.A., Fraser, W.R. and Ducklow, H.W. (2008). Melting glaciers: a probable source of DDT to the Antarctic marine ecosystem. *Environmental Science and Technology*, 42(11), 3958–3962
- Gillett, N.P., Stone, D.A., Stott, P., Nozawa, T., Karpechko, A.Y., Hegerl, G.C., Wehner, M.F., and Jones, P.D. (2008). Attribution of polar warming to human influence. *Nature Geoscience*, 1, 750–754.
- Global Carbon Project (2008). *An annual update of the global carbon budget and trends*. Carbon Budget 2007. [http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/index\\_new.htm](http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/index_new.htm)
- Goelzer, H., Levermann, A., Rahmstorf, S. (2008). Long-term transient response of ENSO to climate change in a coupled model of intermediate complexity. *Geophysical Research Abstracts*, 10, 1607-7962
- Goodkin, N.F., Hughen, K.A., Doney, S.C. and Curry, W.B. (2008). Increased multidecadal variability of the North Atlantic Oscillation since 1781. *Nature Geoscience*, 1, 844–848 doi: 10.1038/ngeo352
- Graversen, R.G., Mauritzen, T., Tjernstrom, M., Kallen, E. and Svensson, G. (2008). Vertical structure of recent Arctic warming. *Nature*, 451(7174), 53–56
- Harris, P.P., Huntingford, C. and Cox, P.M. (2008). Amazon Basin climate under global warming: the role of sea surface temperature. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1498), 1753–1759
- Holland, D.M., Thomas, R.H., de Young, B., Ribergaard, M.H. and Lyberth, B. (2008). Acceleration of Jakobshavn Isbrae triggered by warm subsurface ocean waters. *Nature Geoscience*, 1(10), 659–664
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The physical science basis: contribution of working group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, New York
- Ise, T., Dunn, A.L., Wofsy, S.C. and Moorcroft, P.R. (2008). High sensitivity of peat decomposition to climate change through water-table feedback. *Nature Geoscience*, doi:10.1038/ngeo331
- Jevrejeva, S., Moore, J.C., Grinsted, A. and Woodworth, P.L. (2008). Recent global sea level acceleration started over 200 years ago? *Geophysical Research Letter*, 35, L08715, doi:10.1029/2008GL033611
- Joughin, I., Das, S.B., King, M.A., Smith, B.E., Howat, I.M. and Moon, T. (2008). Seasonal Speedup Along the Western Flank of the Greenland Ice Sheet. *Science*, 320(5877), 781–783
- Kay, J., l'Ecuyer, T., Gettelman, A., Stephens, G. and O'Dell, C. (2008). The contribution of cloud and radiation anomalies to the 2007 Arctic sea ice extent minimum. *Geophysical Research Letter*, 35, L08503, doi:10.1029/2008GL033451
- Keenlyside, N.S., Latif, M., Jungclauss, J., Kornblueh, L. and Roeckner, E. (2008). Advancing decadal-scale climate prediction in the North Atlantic sector. *Nature*, 453(7191), 84–87
- Khvorostyanov, D.V., Ciais, P., Krinner, G. and Zimov, S.A. (2008). Vulnerability of east Siberia's frozen carbon stores to future warming. *Geophysical Research Letter*, 35, L10703, doi:10.1029/2008GL033639
- Klein, R.J.T., Alam, M., Burton, I., Dougherty, W.W., Ebi, K.L., Fernandes, M., Huber-Lee, A., Rahman, A.A. and Swartz, C. (2006). Application of Environmentally Sound Technologies for Adaptation to Climate Change. Technical Paper FCCC/TP/2006/2, United Nations Framework Convention on Climate Change Secretariat, Bonn, Germany, 107 pp
- Knutson, T.R., Sirutis, J.J., Garner, S.T., Vecchi, G.A. and Held, I.M. (2008). Simulated reduction in Atlantic hurricane frequency under twenty-first century warming conditions. *Nature Geoscience*, 1(6), 359–364
- Kropelin, S., Verschuren, D., Lezine, A.-M., Eggermont, H., Cocquyt, C., Francus, P., Cazet, J.-P., Fagot, M., Rumes, B., Russel, J.M., Darius, F., Conley, D.J., Schuster, M., von Suchodoletz, H., and Engstrom, D.R. (2008). Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: the past 6000 years. *Science*, 320(5877), 765–768
- Kucharski, F., Yoo, J.H., Bracco, A. and Molteni, F. (2008). Atlantic forced component of the Indian monsoon inter-annual variability. *Geophysical Research Letter*, 35, L04706, doi:10.1029/2007GL033037
- Lawrence, D.M., Slater, A.G., Tomas, R.A., Holland, M.M. and Deser, C. (2008). Accelerated Arctic land warming and permafrost degradation during rapid sea ice loss. *Geophysical Research Letter*, 35, L11506, doi:10.1029/2008GL033965
- Lenderin, G. and van Meijgaard, E. (2008). Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes. *Nature Geoscience*, 1(8), 511–514
- Lenton, T.M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J.W., Lucht, W., Rahmstorf, S. and Schellnhuber, H.J. (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 105(6), 1786–1793
- Lozier, S. (2009). Overturning assumptions. *Nature Geoscience* 2, 12–14 [www.nature.com/naturegeoscience](http://www.nature.com/naturegeoscience) [Accessed 20 December 2008]
- Malhi, Y., Roberts, J.T., Betts, R.A., Killeen, T.J., Li, W. and Nobre, C.A. (2008). Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon. *Science*, 319(5860): 169–172 DOI:10.1126/science.1146961
- NESRC (2008). *No new ice minimum in the Arctic in 2008*. Nansen Environmental and Remote Sensing Center. [http://www.nesrc.no/main/index2.php?display=moreinfo&news\\_id=237&displayNews=1](http://www.nesrc.no/main/index2.php?display=moreinfo&news_id=237&displayNews=1)
- NSIDC (2008). *Arctic sea ice news and analysis*. National Snow and Ice Data Center. <http://nsidc.org/arcticseaicenews/>
- O'Cofaigh, C.O. and Stokes, C.R. (2008). Reconstructing ice-sheet dynamics from subglacial sediments and landforms: introduction and overview. *Earth Surface Processes and Landforms*, 33(4), 495–502
- Perovich, D.K., Richter-Menge, J.A., Jones, K.F. and Light, B. (2008). Sunlight, water and ice: extreme Arctic sea ice melt during the summer of 2007. *Geophysical Research Letter*, 35, L11501, doi:10.1029/2008GL034007
- Pfeffer, W.T., Harper, J.T. and O'Neil, S. (2008). Kinematic constraints on glacier contributions to 21st century sea-level rise. *Science*, 321(5894), 1340–1343
- Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Peylin, P., Reichstein, M., Luysaert, S., Margolis, H., Hanf, J., Barr, A., Chen, A., Grelle, A., Hollinger, D.Y., Laurila, T., Lindroth, A., Richardson, A.D. and Vesala, T. (2008). Net carbon dioxide losses of northern ecosystems in response to autumn warming. *Nature*, 451(7174), 49–53
- Ping, C.L., Michaelson, G.J., Jorgenson, M.T., Kimble, J.M., Epstein, H., Romanovsky, V.E. and Walker, D.A. (2008). High stocks of soil organic carbon in the North American Arctic region. *Nature Geoscience*, 1(9), 615–619
- Ramanathan, V. and Carmichael, G. (2008). Global and regional climate changes due to black carbon. *Nature Geoscience*, 1(4), 221–226
- Rigby, M., Prinn, R. G. Fraser, P. J., Simmonds, P. G., Langerfeldts, R. L., Huang, J., Cunnold, D. M., Steele, L. P., Krummel, P. B., Weiss, R. F., O'Doherty, S., Salameh, P. K., Wang, H. J., Harth, C.M., Mühle, J. and Porter, L. W. (2008). Renewed growth of atmospheric methane. *Geophys. Res. Lett.*, 35, L22805, doi:10.1029/2008GL036037.
- Rignot, E., Bamber, J.L., van den Broek, M.R., Davis, C., Li, Y., van deBerg, W.J. and van Meijgaards, E. (2008). Recent Antarctic ice mass loss from radar interferometry and regional climate modeling. *Nature Geoscience*, 1(2), 106–110
- Ruckstuhl, C., Philipona, R., Behrens, K., Coen, M.C., Durr, B., Heimo, A., Matzler, C., Nyeki, S., Ohmura, A., Vuilleumier, L., Weller, M., Wehrli, C. and Zelenka, A. (2008). Aerosol and cloud effects on solar brightening and the recent rapid warming. *Geophysical Research Letter*, 35, L12708, doi:10.1029/2008GL034228
- Schellnhuber, H.J. (2008). Global warming: stop worrying, start panicking? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(38), 14239–14240
- Schiemeier, Q. (2008). *Sea level rise: Linear or not?* Nature Online. [http://blogs.nature.com/news/blog/2008/04/sea\\_level\\_rise\\_linear\\_or\\_not.html](http://blogs.nature.com/news/blog/2008/04/sea_level_rise_linear_or_not.html)
- Schindler, D.W. and Parker, B.R. (2002). *Water Air Soil Pollution. Focus*, 2(3)79–397
- Schuur, E.A.G., Bockheim, J., Canadell, J.G., Euskirchen, E., Field, C.B., Goryachkin, S.V., Hagemann, S., Kuhry, P., Lafluer, P.M., Lee, H., Mazhitova, G., Nelson, F.E., Rinke, A., Romanovsky, V.E., Shiklomanov, N., Tarnocai, C., Venevsky, S., Vohel, J.G. and Zimov, S.A. (2008). Vulnerability of permafrost carbon to climate change: implications for the global carbon cycle. *Bioscience*, 58(8), 701–714
- Semenov, V.A. (2008). Influence of the oceanic inflow to the Barents Sea on Arctic climate variability. *Doklady Earth Sciences*, 418(1), 91–94
- Semiletov, I. (2008). *International Siberian Shelf Study 2008*. International Arctic Research Center, ISS08-Update, 15 September 2008. <http://www.irc.uaf.edu/expeditions/?cat=8>
- Shaw, J. (2002). The meltwater hypothesis for subglacial bedforms. *Quaternary International* 90 (2002) 5–22
- Smith, L.A. (2008). *Climate modelling is still an abstraction of reality*. The uncertainty in climate modelling: In Roundtable discussion. Bulletin of Atomic Sciences. <http://www.thebulletin.org/web-edition/roundtables/the-uncertainty-climate-modeling>
- Sobel, A.H., Maloney, E.D., Bellon, G. and Frierson, D.M. (2008). The role of surface heat fluxes in tropical intraseasonal oscillations. *Nature Geoscience*, 1(10), 653–656
- Stammer, D. (2008). Response of the global ocean to Greenland and Antarctic ice melting. *Journal of Geophysical Research*, 113, C06022, doi:10.1029/2006JC004079
- Stone, R.S., Anderson, G.P., Shettle, E.P., Andrews, E., Loukachine, K., Dutton, E.G., Schaaf, C. and Roman III, M.O. (2008). Radiative impact of boreal smoke in the Arctic: Observed and modelled. *Journal of Geophysical Research*, 113, D14S16, doi:10.1029/2007JD009657
- Subramaniam, A., Yager, P.L., Carpenter, E.J., Mahaffey, C., Bjorn, K., Cooley, S., Kustka, A.B., Montoya, J.P., Sanudo-Wilhelmy, S.A., Shipe, R. and Capone, D.G. (2008). Amazon River enhances diazotrophy and carbon sequestration in the tropical North Atlantic Ocean. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 105(30), 10460–10465
- Thompson, A. (2007). Carbon Consumers: Bacteria cause net CO<sub>2</sub> uptake in the Amazon River plume. *Nature Geoscience*, 5, 66–67
- Toggweiler, J.R. and Russell, J. (2008). Ocean circulation in a warming world. *Nature*, 451, 286–288 doi:10.1038/nature06590
- UN-HABITAT (2008). *State of the World's Cities 2008/9: Harmonious Cities*. London, Earthscan
- Våge, K., Pickart, R.S., Thiery, V., Reverdin, G., Lee, C.M., Petrie, B., Agnew, T.A., Wong, A. and Ribergaard, M.H. (2008). Surprising return of deep convection to the subpolar North Atlantic Ocean in winter 2007–08. *Nature Geoscience*, 2, 67–72 doi:10.1038/NNGEO382
- Van de Wal, R.S.W., Boot, W., van den Broeke, M.R., Smeets, C.J.P.P., Flejner, C.H., Donker, J.J.A. and Oerlemans, J. (2008). Large and rapid melt-induced velocity changes in the ablation zone of the Greenland ice sheet. *Science*, 321(5885), 1111–1113
- Van Oldenborgh, G.J., Drijfhout, S., van Olden, A., Haarsma, R., Steri, A., Severijns, C., Hazeleger, W. and Dijkstra, H. (2008). Western Europe is warming much faster than expected. *Climate of the Past Discussions*, 4(4), 897–928
- WGMS (2008a). *Global glacier changes: facts and figures*. UNEP/World Glacier Monitoring Service, Zurich
- WGMS (2008b). *Glacier mass balance data 2005–2006*. UNEP/World Glacier Monitoring Service, Zurich. <http://www.geo.unizh.ch/wgms/mbb/mbb9/sum06.html>



# 灾害与冲突

近十年来，气候变化的威胁日益加剧，突出表现为风暴、洪水和干旱灾害发生次数和严重性都有明显增加，地震灾害带来了严重的破坏，尽管地震平均数量没有变化。新增和持续的冲突不仅是环境退化的结果，也是其原因所在。



在肯尼亚埃尔多雷特，两个孩子并肩站在大雨中；他们居住的临时避难所收容了大选后骚乱期间转移的 19,000 人。

资料来源: Reuters/Georgina Cranston

## 简介

2008 年充斥着暴力和破坏的画面，从选举争议和食物暴动到持续的战争和内部争斗——其中还贯穿了猛烈的风暴、凶残的洪水、无情的干旱和残忍的地震。人口增加和资源日益紧张，气候变化影响加剧和全球金融危机，许多地区政局持续动荡，这些因素都导致相当多的人更易遭受物理冲击，政治经济危机，以及武装冲突带来的伤害。

地震、热带旋风和干旱等自然灾害可能摧毁人类和重要的基础设施。但在自然灾害中，自然本身也可能成为受害者：环境破坏由对自然系统的损害直接造成，以及事故、石油溢漏、污水泛滥和其它基础设施故障损害间接造成。随后而来的损害可能包括转移或受灾人口对资源的加速开采，以及以紧急情况名义从环境保护中重新分配资金支持（WRI 2003）。

即便如此，希望依旧存在。越来越多的证据显示，灾害预防和准备计划已发挥应有的作用。健全的管理和协定的公共宣传和准备措施可以防止 20 世纪自然灾害的毁灭性破坏。此类管理实践包括正确设置发展计划安全代码，恢复海岸红树林等保护性生态系统以对抗风暴浪涛，种植山地植物以控制土地侵蚀。清晰的事实表明，不合理的灾害预防措施、准备和回应可能加剧基础破坏，让人

## 专栏 1: 不安全与环境后果

濒危物种——东部低地大猩猩 (*Gorilla beringei graueri*) 和山地大猩猩 (*Gorilla beringei beringei*) 在刚果民主共和国 (DRC) 东部各省遭受越来越严重的生存压力。该地区历经几十年的“资源战争”。这里有不断引起争端的资源, 从为满足邻国卢旺达持续需要的炭 (该国因保护环境而禁止生产炭) 到铌铁矿-钽铁矿或钶钽铁矿 (生产大部分现代电器所需的一种稀有矿物质)。

维龙加国家公园是非洲最古老的公园, 其所在地区的脊椎动物物种数量居非洲首位。2007 年 9 月, 武装叛乱分子占领了公园特别指定的大猩猩区, 强迫守林人放弃该区的保护活动。2008 年 9 月, Rumangabo 镇中运营保护区的公园总部被叛乱分子占领, 守林人被迫放弃公园的其它地区。最后, 11 月下旬, 守林人得到允许, 返回公园和大猩猩区。

维龙加大猩猩区跨越 DRC 与乌干达和卢旺达边界草木丛生的山坡。世界仅存的 700 只山地大猩猩中, 有 200 只栖居此处。守林人返回公园后的第一项工作是进行长达 1 个月的山地大猩猩数量统计, 以更新 2007 年 8 月最后收集的信息。早期报告称, 有 5 只雌猩猩正在哺育幼子。这对严酷而通常令人气馁保护工作而言, 是一丝值得欣慰的希望之光。

在持续 10 年的冲突中, 150 位守林人在 DRC 东部被杀, 共有 500 多万人因暴力、饥饿和疾病而死亡或失踪, 人数超过二战以来的任何冲突。

资料来源: Maguwu 2008, Holland 2008, Mongabay 2008

们长期流离失所, 即使在最发达的国家, 受灾人口的公民选举权也会遭到剥夺。

武装冲突使得预防工作面临更大的挑战, 但更多证据同时表明, 相对简单的措施也可以减少此类破坏事件的发生几率或减轻其严重程度。每一场灾害和冲突都为希望拯救生命、风景和未来居住地的人们提供经验教训。其中一些教训, 无论用以鼓舞或告诫人们, 都只会在多年后得到全面重视。然而, 很多教训都适用于现在, 并应受到重视。

## 灾害、冲突、环境——2008

今年年初, 肯尼亚颇具争议的选举发展

成一场暴力动乱。作为联合国人居署和联合国环境规划署总部所在国, 这里陷入了种族间屠杀、性侵犯和大规模破坏的混乱中。据估计, 死亡人数达 1,200 人, 受害者至少有 300,000 人, 主要包括妇女、儿童和老人, 他们位于乡村和城市贫民区的家园被毁, 生活受到威胁, 只能在临时帐篷中居住 (IRIN 2008a)。

正如一个社会的秩序崩溃时通常会发生的一样, 许多当地的环境保护项目都受到了伤害和破坏。南迪森林南北地区和部分 Cherengany 生态系统是受损最严重的地区。部分再植林种植园被烧毁。一些森林管理站也遭到烧毁, 森林管理人员转移。由世界自然基金会 (WWF)、肯尼亚森林工作组、肯尼亚自然组织、国际自然保护联盟 (IUCN)、森林行动网络和肯尼亚森林服务发起的大型损害清单行动是芬兰政府资助计划的一部分, 随后将进行和平建设和修复项目。

在津巴布韦, 文明社会持续衰退, 导致

人们偷猎野生生物和砍伐清理森林获取燃料。政治动荡造成的环境后果持续了一整年——这在刚果民主共和国东部尤其显著 (FEWS 2008, Bird 和 Prowse, 2008) (专栏 1)。

## 中国农历新年

2008 年 1 月下旬和 2 月上旬, 一系列严重的降雪、冰雹和冰暴袭击中国广大地区, 从四川西部经安徽省东部和中部, 直到南方的广东省 (Stone 2008a) (图 1)。受灾地区包括中国众多存留的自然森林: 占地 58,000 公顷的广东南岭自然保护区等重要保护区受到“中国农历新年风暴”的严重损害。据中国国家林业局统计, 总计 2086 万公顷森林遭到风暴毁坏, 令人震惊。受灾地区约占全国森林和林场的十分之一。

据估计, 风暴造成的经济损失高达 210 亿美元。129 人在风暴中丧身, 另有 170 万人转移。由于部分运输系统阻塞, 860 万人被困。数百万人在风暴停歇后遭受数周的燃料短缺

图 1: 中国农历新年风暴袭击了大片区域



2008 年 1 月和 2 月, 异常的寒冷、大雪和冰雹至少影响了中国的 19 个省, 这是记录中袭击中国中部、东部和南部各省最严重的冬季风暴。

资料来源: Márton Bálint 和 Jason Jabbour/UNEP; 改编自 IFRC 2008



和断电困境。虽然环境损害程度更难断定，但值得一提的是受损面积约相当于 2003 年至 2006 年全国重新造林计划的全部面积。早期评估指出，虽然中国本地树木也遭受了严重的损害，但来自美国南部的沼泽松和澳大利亚桉树等引进树种受损更加严重。摧毁性的风暴到来时，中国正打算大范围控制非法砍伐，实施监测和保护计划 (Stone, 2008a)。

## 旋风季节

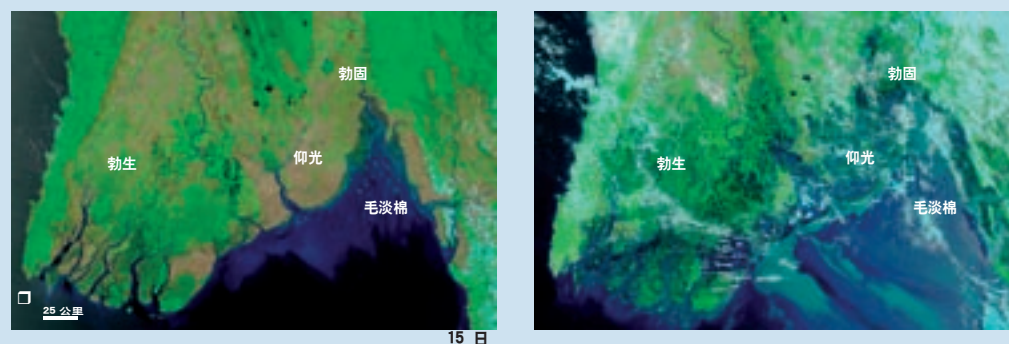
5 月 2 日，纳吉斯旋风在达到巅峰状态时袭击了缅甸海岸，风速达每小时 215 公里。140,000 人在风暴中失踪或死亡，至少 240 万人无家可归或受灾，很多救援机构在灾害发生后数周内都难以接近受害者 (Stover 和 Vinck, 2008)。数以千计在纳吉斯旋风袭击中受伤的人都曾被席卷内陆 40 公里的 3.5 米高的风暴浪涛淹没 (OCHA 2008a) (图 2)。

由于农民寻找肥沃土地和鱼塘空间，缅甸的沿海人口在近几年中快速增长。沿海地区的发展刺激了大规模的红树林砍伐，成为热带地区的普遍现象。与 2004 年的海啸相似，失去保护性树林大大加剧了纳吉斯旋风的损害 (FAO, 2008)。

据估计，20 世纪早期，红树林在伊洛瓦底江三角洲的覆盖面积为 242,811 公顷。到 20 世纪末，仅存留 48,562 公顷。这一损失应归咎于 20 世纪 70 年代木炭工业的繁荣发展，当时的城市燃料需求导致该国森林快速退化。20 世纪 90 年代，农业侵蚀和养虾场的引入导致红树林遭到进一步砍伐 (IRIN, 2008a)。根据灾害评估报告，16,800 公顷本地红树林被毁，约 21,000 公顷森林种植园受损 (PONJA 2008)。

红树林和相关生态系统的进一步损失将对以林业为生的乡村人口造成重大影响。大量工匠、渔民、沿海农民和无地的穷人把周围的森林当作一种赖以谋生的直接和间接收入来源 (IRIN, 2008b)。三角洲还支撑着众多

图 2: 伊洛瓦底江三角洲遭到风暴席卷



缅甸海岸在 2008 年 4 月 15 日 (左) 纳吉斯旋风前和 2008 年 5 月 5 日 (右) 遭到纳吉斯袭击后的卫星图片，展示了海岸平原遭受洪水毁灭性冲击后的状况。  
资料来源: NASA/MODIS 快速回应团队

小型企业，这些企业代表门槛低的穷困家庭生计活动，包括由妇女领导的企业 (PONJA 2008)。

占据三角洲最低处的小型制盐业也被风暴以及强大的浪涛摧毁。据估计，约有 35,000 个农场遭受袭击，大部分为私营，数千人失去谋生之计。三角洲有 9,712 多公顷盐田遭到损害，占全部盐田的 80%。储盐 24,000 公吨以上的新盐仓库也遭到风暴摧毁 (IRIN 2008c)。

据估计，灾害来临时，约有 20,000 名盐农及其家人居住在三角洲上。有人称，制盐工人中十有八九都在风暴中丧生，留下无以为靠的家人继续寻找其它谋生方式 (IRIN 2008d, PONJA 2008)。

## 地球裂缝

2008 年 5 月 12 日，中国四川省的地下岩床中一条 300 公里长的裂缝猛烈撕开。当地时间下午 2:28，被压抑的地震能量从青海-西藏高原和四川盆地的断层间释放出来 (USGS, 2008)。断裂本身仅持续 120 秒，但所形成的里氏 8.0 级地震的影响却将持续多年或几十年。

地震中约有 87,000 人失踪或死亡，350,000 多人受伤，500 万人无家可

归，1,500 万人从该地区撤离，预计直接损失至少达 730 亿美元 (新华社 2008a)。500 多万栋建筑垮塌，其中包括 7,000 所学校，另有 2,100 万栋建筑受损，受灾地区不仅有四川省，还包括重庆、甘肃、湖北、陕西和云南省。北川、都江堰、卧龙和映秀等多个城镇和城市几乎完全被毁。地震的震中位于汶川地区，但其强度让中国大部分地区、孟加拉、泰国和越南的部分地区均有震感 (USGS 2008)。

汶川地震发生在亚洲地震最活跃的地区之一。这是一次深层断裂，距地表 19 公里，中心地带位于四川省首府及重要运输和通讯中心成都西部至西北部 90 公里处 (Burchfiel 等 2008, USGS 2008)。

成都市区未遭受最严重的损害，但很多小中枢和农村地区则未能幸免。一系列强烈的毁灭性余震接踵而至，让救援工作变得更加复杂，加剧了当地居民的压力和担忧。5 月 27 日的两次强余震又摧毁了青川县的 420,000 栋房屋。持续不断的余震、松动的岩石和周围地区陡峭的地形为救援人员和居民带来更多危险 (MCEER, 2008) (图 3)。

除地震和坠落的巨石瓦砾造成的直接损失外，山体滑坡还阻断公路，阻碍救援工作，堰塞了整个地区的河流和溪流。结果造



图 3：地震和余震



地图上显示的是地震震级指示器。圆圈大小表明地震强度。地震震中约在成都西部至西北部 90 公里处；即地图上最大点所在位置。较小的地震发生在震中东北部，普遍紧邻龙门山脉边缘。12 月 9 日，该地区仍有余震发生。

资料来源：NASA, GLCF, Jesse Allen

成了一系列“堰塞湖”，快速注满了清江河等主要水道沿线的水库 (Stone 2008b, NASA 2008a)。

30 多个临时湖泊在不稳固的泥质水坝后形成，淹没了上游地区，如果临时水坝突然决口，山洪爆发可能威胁下游地区。清江河上最大的水库——唐家山堰塞湖威胁着北川至绵阳长达 100 公里的下游地区和 130 万人的安全 (NASA, 2008a)。到 6 月初，官兵们在堵塞物顶部成功挖出一条泄洪渠，并于 6 月 9 日用炸药拓宽了渠道，开始引流湖水 (新华社 2008b) (**专栏 2**)。

四川省西部 7,000 万公顷的横断山脉遭到春季风暴和汶川地震的破坏 (Morell, 2008)。政府正采取行动控制过度放牧的草场，并在中国西部保护、再植和恢复森林，至少可以帮助控制土壤侵蚀和致命的汶川地震后的山体滑坡 (新, 2008)。由于周围分水岭的森林遭到砍伐，该地区在过去几年中还遭受了严重的长江洪灾。1998 年长江洪灾后，四川政府禁止砍伐当地森林，以防止未来的灾

害，中国政府的全国森林保护和再植计划也随后执行。中国计划于 2008 年在全国种植 250 亿棵树 (Morell 2008)。

### 飓风袭击

从 8 月中旬至 9 月中旬的 4 周内，加勒比海东部遭到热带风暴费伊的重创，随即又先后遭到古斯塔夫、汉娜和艾克三大飓风的袭击，整个地区受到毁灭性影响。但受创最重的是海地。海地被视为美洲最不发达的国家，多年的穷困、社会动荡和几近混乱的时期导致森林被大量砍伐。今年，森林砍伐加上终年过度使用山坡，造成坡面严重不稳，遇大雨则引发灾难性的山体滑坡。在这次尤其残酷的飓风季节，戈纳伊夫市遭到异常严重的袭击，救援工作因随后的持续风暴和大桥垮塌而延迟 (OCHA 2008b)。

古斯塔夫和艾克飓风还严重袭击了其邻国古巴。古斯塔夫包含持续的 4 级飓风，8 月下旬着陆古巴西南部时风速高达每小时 240 公里，而艾克飓风则在一周后以每小时 193 公里的速度袭击了古巴东部的奥尔金省。风暴共计损毁 100,000 多栋建筑，造成 200,000 多人无家可归，25 万人撤离最危险的地区 (NASA 2008b)。古巴首都哈瓦那以及旅游度假、石油设施和镍矿开采等重要行业大部分未受损害，但房屋、农业和电网的损失估计达 50 亿美元 (OCHA 2008b)。

2008 年飓风季考验了整个加勒比海地区的灾害预备工作。4 周内有近 800 人丧身，至少 280 万人受灾，600,000 多栋房屋受损或被毁 (OCHA 2008b)。

自然和社会经济系统的恢复能力是缓解灾害和进行灾后恢复的必要条件。颇具讽刺的是，给海地带来致命一击的风暴却是相对较弱的汉娜飓风。海地在经历了费伊和古斯塔夫飓风的连续袭击后变得十分脆弱，而随后的汉娜飓风让海地完全失去了招架之力。(OCHA 2008b)。早期证据表明，古巴完好

### 专栏 2：堰塞湖泄洪



资料来源：Liu Jin/法新社——盖蒂图片社

上图：5 月 12 日地震受损城市北川。下图：6 月 10 日，获得良好控制的泄洪行动淹没了北川的部分地区。

的生态系统和职能良好的政府已帮助该国避免了海地所遭受的致命损失和混乱。

### 人类缺陷和灾害预防

如果海地飓风的摧毁性因贫穷、环境退化和缺乏基础设施而增强，纳吉斯旋风的影响将因缺乏预警和适当的回应而加剧。纳吉斯是 2008 年最具破坏力的自然灾害，这应部分归咎于政府对威胁不予重视，灾害发生后延迟接受国际救援机构救助 (Stover 和 Vinck 2008, OCHA 2008a, Webster 2008)。全国饮食和经济的主要支柱——冬季稻米遭受致命影响。缅甸是稻米净出口国，却在全球稻米和其它主要食品大量短缺的一年中遭受粮食损失。随后而来的淡水洪峰将帮助大多数被淹土地恢复肥力，但至少要有 200 000 公顷土地受到污染，不再适合 2008 年季风季节种植 (IRIN 2008b)。



2008年9月3日被汉娜飓风洪水摧毁的海地戈纳伊夫市（Gonaïves）的房屋鸟瞰图。

资料来源：Marco Dormino/联合国图片

有效的规划、回应和恢复建设计划有赖于对热带旋风、冬季风暴以及持续的干旱和洪水期等不利事件的有效预报和预测。人类已在预测和跟踪热带风暴和旋风领域迈出了一大步，世界气象组织的预报服务覆盖了所有主要旋生成地区。但由纳吉斯旋风以及加勒比海飓风和风暴造成的破坏显示，在最初的灾害预报后，立即开展减灾行动非常必要。根据风暴灾害分析，让发展中地区的热带风暴预报和预警更有效的主要改进有：扩大预报范围，留出更多回应时间；在风暴预报中加入风暴浪涛预报；发展强健而全面的全国灾害救助计划（Webster 2008）。

北印度洋最易受到伤害的人口居住在通讯和运输不畅的河流三角洲沿线和其它低洼的沿海地区（O' Hare 2008）（**专栏 3**）。标准的3日旋风跟踪和强度预报对发达地区的复杂、大规模回应措施而言可能已经足够，正如古巴海岸地区的人员撤离行动。然而，在乡村的不发达地区，通讯受限，人们大多携带牲畜、食品和财物步行，3天的预警期完全不够（Webster 2008）。

### 及时行动，减少损失

近年来，多项研究指出，热带旋风可能

因气候变化而变得更加强烈（Emanuel 2005，Webster 等 2005，Elsner 等 2008）（请参阅“气候变化”，第三章）。虽然这一观点仍存在争议，但北印度洋的气候已到达形成强大的摧毁性旋风的条件。特别是在南亚季风来临不久的前后期间容易出现，那时正是4、5月和10、11月，具备了温暖的水表温度和低层垂直风切变的条件。

从长远看，这些主要热带旋风经常登陆临近北印度洋的国家。但最近几年是个例外。自2006年以来，该水域出现了4次主要热带旋风，而前25年内仅发生了8次类似的风暴。目前还没有充足的数据确定这代表一种持续的趋势还是一种严重的反常现象（Webster 等 2005，Webster 2008）。但其它旋风生成水域也存在类似情况，因此可能并不重要。由于脆弱的沿海地区人口不断增长，其它发展也大行其道，即使风暴频率或强度没有增加，受风暴损害的脆弱性也会增加（O' Hare 2008）。

孟加拉被认为是该地区最容易受到气候变化影响的国家之一，其中包括海平面上升、洪水增多和风暴增强等变化。9月，该国宣布实施一项全面的行动计划，以应对未来10年气候变化的影响（Antony 2008）。孟

### 专栏 3：最弱势的人群

旋风中受灾最严重的人群是该地区最贫穷和最弱势的人群。2008年，在2007年多米尼加共和国热带风暴诺埃尔的幸存者中进行了自然灾害对弱势人群的影响研究。研究发现，家庭的贫困水平影响其准备和应对自然灾害的能力。即使在发达国家，这种关系也同样真实存在。2005年，卡特里娜飓风袭击新奥尔良和美国墨西哥湾海岸时，虽然飓风将在城市附近着陆的预警已提前多日发出，仍有1000多人丧生，其中大部分是穷人。

弱势人群一般包括穷人、儿童、妇女、老人、残疾人和患有艾滋病的人。其它增加弱势性的因素包括技术水平低下；缺乏必要的信息或技能；交通、通讯和健康服务基础设施有限或无法使用；以及不稳定或无能的政治机构。总之，缺乏资源和外部支持让这些弱势人群不能完全预料、准备或保护自己免遭灾害袭击。

不管是否被洪水或战争摧毁家园，流离失所的人们都必须忍受家人分离和死亡的悲痛；失去家庭和财产；经历袭击、政治伤害、情感创伤和压抑。面对灾害，受灾最严重的是弱势人群。例如，在全球范围内，洪灾中成年男子与妇女的死亡比例为1:3或4。

资料来源：Ferris 2008，Huq 2008，O' Hare 2008，联合国提高妇女地位国际研究训练所 2008



为应对2007年锡德旋风的袭击，孟加拉数以万计的人撤离，很多人在蒙格拉附近、达卡南部320公里处的紧急避难所中寻求庇护。

资料来源：Farjana Khan Godhul/ AFP

加拉拥有3个人口密集、紧邻孟加拉湾的三角洲，因此已在旋风损害恢复方面处于领先地位。1970年的宝拉旋风中约有300,000人丧生，1991年的旋风中至少138,000人死亡——其中约80%是妇女和女孩（Ikeda 1995）。2007年11月锡德旋风来袭时，风暴和着陆特



点与 1970 年的旋风相似，仅 3 500 人因此丧生 (AlertNet 2007)。

全国紧急救援网络——包括一系列风暴庇护所、海岸堤防、收音机和手机预警系统以及通过扩音器和骑自行车传送预警的志愿者——已经在全国灾害救助计划中建立。该网络还结合了由美国路易斯安那州大学创建的扩大范围旋风预报和风暴浪涛预报，以及印度气象部的风暴跟踪和强度预报，让孟加拉当局能在锡德事件中监督 200 多万人成功撤离 (AlertNet 2007, Webster 2008)。

## 防震准备

地震倾向于多次袭击同一地区。虽然可能出现毁灭性地震的位置可以通过地球的地震断层网络进行相当准确的标注，但事件发生的准确时间仍旧很难预计。最近几十年里，天气预报和旋风预测的改进已为减轻灾害做出了巨大贡献。类似的改进是否也能在未来帮助减少地震带来物理损害和生命遗失？

答案是可能——但很大程度上取决于纳入考虑的时间范围。别说预测地震日期，提前几小时预测也不会太早实现。但如此长的预警引导时间并不一定能获得重要的有利影响，通过几十年的努力，一些很有希望的迹象正在出现。地震可能是上世纪最致命的灾害；获得几秒钟的预警就可能帮助减少未来的死亡人数 (Malone 2008)。日本于 2007 年实施地震预警系统，使用比地震传播更快的紧急电子信号发送预警。信号由地震仪网络触发，让火车减速，停止电梯运行，警告市民地震将在几分钟内来到 (JMA 2008)。

虽然过去的 15 年里已开展了更多致力于地震预测的研究行动，但预警的目标仍难以达到 (Panakkat 和 Adeli 2008)。最近的多项改进正帮助人们从过去的地震分析中推断未来地震的变化。多个团队已开始对四川盆地及周边地区进行此类分析。

某国际合作团队利用汶川断裂带周围区



由于锡德旋风在孟加拉湾向北移动，40,000 多名红十字会和红新月会志愿者正向民众宣传撤离的必要性。

资料来源：红十字与红新月会国际联合会

域断层压力的电脑模型计算了 3 个相邻断层系统的重要压力增长。作者注意到周围断层部分已 1 个多世纪没有出现断裂，并由此推断 10 年内有 57% 至 71% 的可能出现里氏 6 级或更高级地震，同一时期还有 8% 至 12% 的可能出现里氏 7 级或更高级地震。这些可能性几乎是汶川地震前 10 年的两倍 (Toda 等 2008)。

另一个团队使用四川盆地和周边地区众多活跃断层的电脑模型计算这些断层沿线的地震压力。他们绘制了压力变化图，从而找出相对可能产生大型余震的断层部分 (Parsons 等 2008)。这一“压力转移分析”已在过去成功运用，最著名的案例是 2004 年 12 月 26 日导致灾难性海啸的苏门答腊地震。3 个月后发生了里氏 8.7 级余震，其位置正是根据 12 月 26 日事件成功计算出的承受更大压力的地区 (McCloskey 等 2005)。余震可能持续多年，但增压计算可在几天内完成。根据这些模型制成的地图可确定潜在的未断裂区，以便开展集中减灾行动 (Parsons 等 2008)。

虽然地震预测非常重要，但它不能取代细致的灾害救助规划和公共意识，以及严密、严格实施的建筑规范。很多劣质建筑，尤其是学校的劣质结构，是造成汶川地震大量人员死亡的原因，也正印证了地震学家的

俗语，地震并不杀人，杀人的是建筑 (Stone 2008e)。汶川事件复杂的地球物理学分析无疑将帮助该地区和其它地区精炼风险评估并绘制灾害地图，但更根本的教训则立时可用。虽然地球物理学家和地震学家已经对地球的可移动地壳有了很多了解，但仍有待进一步发现。因此，地震带的安全无法假设也无法确信。规划者、政府机构，尤其是居民千万不能忘记这一教训。

## 缓慢来袭的灾害

风暴和地震，甚至洪水都在短期内发生，而干旱和饥荒则是缓慢进攻的灾害。日渐增多的证据表明，洪水和干旱是振动模式的两个极端，随之而来的即是饥荒 (Eltahir 等 2004)。然而，由于全球气候变化加剧，天气模式和水文循环的普遍动力破坏似乎将在灾害性干旱和洪水中起到愈加重要的作用。在全球淡水资源分布、人口增长模式和水供给预期中断的情况下，再加上地理政治分配和现有的冲突，水文不稳将继续引发或恶化政治紧张局势和武装冲突。

由不断变化的气候造成的预期降水模式转变和水的可用性非常复杂，这已经过政府间气候变化问题小组证明 (Bates 等 2008)。在世界很多地区，淡水已经短缺，随着全球气候变化的发展，其不良态势似乎还将加剧 (IWMI 2007, IPCC 2007) (图 4)。预期将在随后几年受到持续干旱和水源短缺影响的地区包括非洲南部和北部、中东大部分地区、亚洲中部广大地区和印度次大陆、澳洲南部和东部、墨西哥北部和美国西南部 (IPCC 2007)。这一环境变化让未来用水和减灾规划变得异常困难：不断变化的气候正在挑战很多国家默认的有关水管理计划能力和供给的既定假设 (Milly 等 2008)。

很明显，自本世纪初以来，阿富汗及其周围地区一直遭受严重的旱灾 (ICRC 2008)。就水源短缺对激发武装冲突和全球干旱地区敌





在中国的映秀镇，儿童被困在5月12日汶川地震中垮塌的中学里。据估计，该镇的4,000名居民中有1,000名在地震中丧生。  
资料来源：联合国图片/Evan Schneider

意的作用已有多次报道，人们越来越担心阿富汗会成为另一个实例（IRIN 2005, Gall 2008a）。9月，救援机构报告，阿富汗中部和北部正遭受愈加严重的广泛饥饿威胁。2008年初，严酷的冬季天气导致粮食欠收，紧接着是夏季生长季节的严重干旱，500万阿富汗人因此被置于潜在的严重食物短缺危机中（Oxfam 2008）。持续的阿富汗冲突妨碍了向干旱灾区提供救援和发展支持，不断增加的干旱压力也可能削弱整体安全状态（Banzet 等 2007, Gall 2008b）。

## 资源与安全

灾害、环境挑战和冲突之间的相互影响非常复杂。在海地，预先存在的环境退化可能恶化自然灾害的影响，还可能加剧社会紧张局势和国民冲突。在阿富汗和其它经历持续干旱的地区，生存的挑战可能促使环境损害加速，并产生一群没有过多选择、不满而愤慨的勇士——他们是冲突多发地区的危险添加剂（Kaplan 1994, Henriksen 和 Vinci 2008）。

灾害和资源匮乏即使不立即导致冲突，也

很有可能恶化现有冲突。大量证据显示，资源匮乏和潜在冲突之间存在坚实的联系（Smith 和 Vivekananda 2007）。快速增长的人口和资源压力在任何特定情况下都极可能造成暴力和冲突，如苏丹和其它地区现有的敌意状态（UNEP 2008）。持续的干旱和肥沃土壤的缺乏已促成了达尔富尔的现有冲突，该地区水资源有限，自1972年来记录的20个最干旱年份中该地区就有16个（UNEP 2007）。

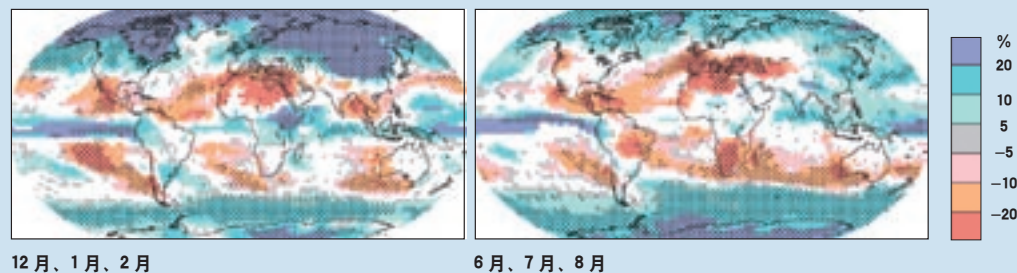
人们正在讨论一种有时被称作“资源诅

咒”的相对影响（Ross 2008）。必要资源的缺乏始终是社会紧张局势和冲突的原因。但大量高价值、可销售资源也被认为是武装冲突的一种潜在根源，过去20年中，至少有18次国内战争由自然资源引起（UNEP 2008）。还有多种资源诅咒模式，包括使用宝石、木材或药品等高价值商品收益支持因自然资源收入分配不均引起的斗争和冲突。只要突出的资源所有权问题未得以解决，资源诅咒就可能成为引起敌意的导火线，作为维持现有冲突的资金来源或冲突决定的不利诱因（Le Billon 2007）。虽然这一模式的确在部分实例中出现，但最近更多的分析推断，资源诅咒并非注定如此。相反，受到良好管理的自然资源使用应是一个国家持续发展策略中极有价值的部分（Brunnschweiler 和 Bulte 2008）（参见环境治理，第6章）。

## 展望未来

无疑，自然灾害的发生率和严重程度可随时间推移在当地和全球范围内获得改变。证据表明，灾害的发生率已上升了半个多世纪，且还有继续上升的趋势。更具体而言，虽然地震和火山爆发等地质灾害的数量在过去的一个世纪中基本保持不变，但风暴、洪水和干旱等水文-气象灾害自1950年以来急剧

图4：降雨变化的投影模式



根据多元模式分析，投影中显示了2090年至2099年相对1980年至1999年的降水变化。白色地区表示在某趋势上少于三分之二的模式达成一致，而斑点区则表示十分之九的模式在某趋势上达成一致。

资料来源：IPCC 2007



喀布尔河曾是数千公顷土地的灌溉水源和多个发电水库的水源，如今却因为持续的干旱露出枯干的河床。

资料来源: Catherine McMullen/UNEP

增加 (Eshghi 和 Larson 2008)。这些事件的频率在 2000 年和 2007 年间以平均每年 8.4% 的比率增长, 造成平均每年至少损失 80,000 美元 (CRED 2008)。据另一份分析统计, 灾害总量已从 1900 至 1940 年间的每 10 年 100 次增至 20 世纪 90 年代的每 10 年 3,000 次 (O'Brien 等 2008)。第三种意见指出 2000 年至 2005 年的灾害总数为 4 850—其性质和可怕程度已升至“科技灾害”, 如火车事故和建筑坍塌, 以及天气事件 (Eshghi 和 Larson 2008)。

对不同灾害和预防选项的研究显示了完好生态系统相对灾害的恢复作用、正确设计的建筑和基础设施的关键重要性, 以及预报和预警系统的潜在贡献。但海地和缅甸的事例显示, 除物理和后勤现实、地震震级或人口撤离速度外, 还存在对灾害程度起作用的其它因素。研究人员研究了人类相对自然危险的脆弱性和恢复能力, 使用术语“社会脆弱性”描述影响人类相对环境变化的脆弱性的各种因素 (Cutter 和 Finch 2008)。对特定人口而言, 这些因素可能包括社会经济等级、性别、年龄、种族或民族背景、移民身份和房屋享有权—无论受影响个人租借或拥有自己的房屋。

人类相对环境变化的脆弱性可能随时间推移而增强或降低, 与变化的人口和社会经

济因素保持一致。一个国家的整体脆弱性增强还是降低还可能与发展和迁移的大范围模式相对应。全球范围内, 密集的人口不断向沿海地区集中, 相对海岸洪水和热带风暴的敏感性也随之增强 (Webster 等 2005)。就美国过去半个世纪相对灾害的脆弱性变化所做的定量评估显示了人口运动的更多微妙影响 (Cutter 和 Finch 2008)。作者发现, 在此人口和社会经济显著变化的时期, 相对自然灾害的脆弱性呈现全国整体性降低, 但伴有增加的地区变异性。对增强的脆弱性起着最一致作用的因素是城市密集度、种族/民族和社会经济地位。有趣的是, 年龄在很多地区也是重要的因素, 包括北达科塔的北部各州、南达科塔和蒙大拿。这些州和其它州的很多地区都因年轻人外出寻找职业和发展机会而导致人口老龄化, 更加脆弱的老年人被留在家中。

这些详细的研究已在一些其它地区开展, 包括墨西哥雅基峡谷和印度的部分地区, 但世界大多数地区仍旧缺乏对人类相对环境变化的脆弱性变化的深层研究 (Luers 等 2003, O'Brien 等 2004)。在被称为人类历史上最大规模的移民中, 约有 2 亿人在近几十年中从中国的农村迁移到城市 (MN 2008)。这一运动大多从内陆移向日渐拥挤的沿海城市, 在此, 相对台风、洪水、地震和其它因

素的脆弱性增强已得到确认。从美国北部各州或墨西哥雅基峡谷的经验推测, 年轻人大量外迁将导致来源地区因中国的大规模移民而脆弱性增强。在洪水减灾行动的特殊情况下, 研究人员推断, 强调减轻洪灾的结构和法规方法而忽视人类脆弱性, 实际上可能通过风险转移过程增加了长期的洪水风险 (Wilhelmi 和 Kelman 2008)。在预计相对自然灾害的当前和未来脆弱性中, 规划者和管理者必须严密关注灾害的物理关联, 如地震带和降雨的变化模式以及风暴活动。然而, 调查证据和推理指出, 社会、地理和人口变化也须纳入考虑 (Wisner 2003)。

## 结论

很多情况下, 尤其对发展中国家而言, 国际援助在灾害回应和恢复行动中都是重要元素。20 世纪, 估计死于自然灾害的人数为 6,200 万, 超过 1950 年前灾害死亡人数的 85% (CRED 2008)。社会科学家将死亡率的大量减少大部分归因于全球人类团体的努力, 但也质疑国际灾害回应是否无意中对国家灾害准备造成了不良后果。他们特别注重国家在灾害预防与灾后救济和恢复之间的花费平衡。他们使用新的诱因定量模式和国际灾害援助的结果指出, 对灾后国际援助的期望可





资料来源: Tim McKulka/联合国图片

逃离苏丹的激烈战事后,从国内转移的人群获得世界粮食计划署分发的紧急食品援助配给。

全球震惊事件重负正在减轻。人们不断认识到,自然灾害、环境压力和资源使用可能引发或恶化民众和军事冲突(UNEP 2008)。除采取行动缓解气候变化外,规划者、管理者和当地居民无法改变自然震惊事件的发生率。但从最初的震惊到成熟的灾害或冲突缓解之路正通过社会、政治和物理空间延伸,我们可以因此进行良好的规划和尽责的决定。这一路径由数以千计的官方报告、管理计划和个人决策决定。正是因为这些计划和决定,科学和经验才能指出,善治才能决定——我们是否能最小化灾害损害和避免无益的暴力冲突。

能导致“紧急援助”影响,不良、腐败或无反应政府将忽视对灾害预防的投资,期望免费外国援助在任何自然灾害后快速到达(Werker 和 Cohen 2008)。

外来援助的出现或期待实际上可能加剧了灾害的严重性,这一令人不安的理论推断并非反对国际灾害援助。相反,救济援助政策必须考虑紧急援助影响。这包括分散救济运输,鼓励当地政治发展和奖励非灾害。对政府而言,所有部分都有助于灾害准备和预防。虽然灾害救济是发达国家和发展中国家之间最基本和重要的财富转移方式之一,但和其他转移方式一样,它可能导致动机不纯,或被自私的领导者控制:国内政策和国际救济行动应缓解而不是“加剧”自然的愤怒力量(Werker 和 Cohen 2008)。

在地震、风暴、火灾、干旱或战争等令人“震惊”的突发事件,与生命死亡或所受损害等“后续型灾害”之间,研究人员进行了明确区分(Werker 和 Cohen 2008)。日渐增多的证据表明,部分“令人震惊”事件的频率和严重性正日渐增加,尤其是受全球气候系统影响的事件。当然,也绝对不会认为



# 2008 年重大环境事件地图



干旱



洪水和风暴



景观变化



生物多样性热点



冰层变化和  
海平面上升



工业事故



流行病



地震



冲突

资料来源：请访问 [http://www.unep.org/geo/yearbook/yb2009/significant\\_map](http://www.unep.org/geo/yearbook/yb2009/significant_map)





2008年初, 研究人员发现, 在斯瓦尔巴特群岛 (Svalbard) 西北部大陆架边缘, 有 250 个以上的地幔柱中的甲烷正在沸腾。



9月, 北冰洋海冰缩小到自卫星从 1979 年开始测量以来第二个最小的面积。



国际西伯利亚大陆架研究 (International Siberian Shelf Study) 报告称, 勒拿河三角洲 (Lena River delta) 近海的甲烷浓度上升。

7月, 大量强风暴、暴雨、龙卷风和冰雹袭击了德国, 导致人员伤亡和严重损失。

2008年8月格鲁吉亚与俄国爆发了武装冲突, 有报告称冲突对生物栖息地和基础设施造成了损害, 不过港口和石化设施造成的污染目前仍在控制之中。

2008年1月和2月, 严重的冬季暴风雪, 使中国南部和中部的 7,800 万人口受灾。

年初, 中亚地区遭遇了数十年来的最低温。

在中国, 有超过 54,000 名婴幼儿因食用受三聚氰胺污染的奶制品而接受治疗。

自3月以来, 在中国安徽省阜阳市发生了 4,496 例婴幼儿手足口病, 导致 22 例死亡。

1月11日, 巴格达一百年首次降雪, 导致大约 50 人和 15,000 只动物死亡。

5月, 中国四川省发生 8.0 级地震, 导致超过 69,000 人死亡。这在有史以来地震造成的死亡人数中位列第十九。

6月中旬, 暴雨袭击了中国南部地区, 引发的洪水和泥石流导致 57 人死亡和大约 40 亿美元的经济损失。

1月的大雪和低温导致阿富汗全国有 300 多人死亡。

北尼日利亚 (Northern Nigeria) 目前正面临新一轮的野生 1 型脊髓灰质炎病毒爆发, 而且已开始向国际蔓延。

5月, 强热带风暴“纳尔吉斯” (Nargis) 横扫了伊洛瓦底江三角洲 (Irrawaddy delta) 和缅甸最大的城市仰光, 带来了暴雨、强风和风暴雨潮。这是 2008 年世界上最严重的灾难, 超过 14 万人失踪或死亡, 数百万人受灾。

6月, 台风“风神” (Fengshen) 对菲律宾造成了严重破坏。它引发了大量的惨案, 包括一艘载有 800 人的轮渡倾覆。

1月, 肯尼亚在选举后爆发的动荡导致出现人道主义危机, 25 万平民流离失所, 基础设施和保护计划都遭到损坏。

9月, 在刚果民主共和国的维朗奇国家公园 (DRC's Virunga National Park), 发布了多张霍加狓 (Okapi) 的珍贵照片。霍加狓是一种很害羞的动物, 与长颈鹿属于同一科目, 其腿部长着斑马类似的条纹。霍加狓伸出鬼没, 难觅踪影, 以至于一度被认为是传说中的动物。

一种被认为已灭绝的鹿——苏门答腊毛冠鹿 (Sumatran Muntjac), 已被确认出现在印度尼西亚苏门答腊西部偏远山区, 距人类上次发现这种鹿大约已有 80 年。

2008年, 津巴布韦的偷猎犀牛现象增加, 境况令人担忧; 犀牛角作为一种催情药, 价格极高。

澳大利亚东南部的干燥气候条件, 加剧了该地区内大部分地区的长期干旱, 维多利亚州 (Victoria) 遭遇了有记录以来第九个最干旱的一年。



## 参考文献

- AlertNet 2007. Cyclone Sidr would have killed 100,000 net long ago. *Reuters AlertNet*. <http://www.alertnet.org/db/blogs/19216/2007/10/16-165438-1.htm>
- Antony, A. (2008). Bangladesh steps up to tackle climate problems. *SciDevNet*, 11 September. <http://www.scidev.net/en/climate-change-and-energy/climate-change-impacts/news/bangladesh-steps-up-to-tackle-climate-change.html> [Accessed 7 October 2008]
- Banzet, A., Bousquet, C., Boyer, B., de Geoffroy, A., Grünwald, F., Kauffmann, D., Pascal, P. and Rivière, N. (2007). Linking Relief, Rehabilitation and Development in Afghanistan to Improve Aid Effectiveness: Main Successes and Challenges Ahead. *Urgence Rehabilitation Développement (URD)* 2007, [www.reliefweb.int/rw/RWFFiles2007.nsf/FilesByRWDocUnidFilename/SODA-7BM8VG-full\\_report.pdf/\\$File/full\\_report.pdf](http://www.reliefweb.int/rw/RWFFiles2007.nsf/FilesByRWDocUnidFilename/SODA-7BM8VG-full_report.pdf/$File/full_report.pdf) [Accessed 21 November 2008]
- Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S. and Palutikof, J.P., Eds., (2008). *Climate Change and Water*. Technical paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC Secretariat*, Geneva
- Bird, K. and Prowse, M. (2008). Vulnerability, Poverty and Coping in Zimbabwe. Research Paper No. 2008/41: *United Nations University and World Institute for Development Economics Research*, April 2008
- Brunschweiler, C.N. and Bulte, E.H. (2008). Linking Natural Resources to Slow Growth and More Conflict. *Science*, 320: 616-617
- Burchfiel, B.C., Royden, L.H., van der Hilst, R.D., Hager, B.H., Chen, Z., King, R.W., Li, C., Lü, J., Yao, H. and Kirby, E. (2008). A geological and geophysical context for the Wenchuan earthquake of 12 May 2008, Sichuan, People's Republic of China. *GSA Today*, 18(7), 4-11
- CRED (2008). *Annual disaster statistical review: The numbers and trends 2007*. Center for Research on the Epidemiology of Disasters, Brussels
- Cutter, S.L., Boruff, B.J. and Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly* 84(2): 242-261 <http://webra.cas.sc.edu/hvri/products/sovi.aspx> [Accessed 10 December 2008]
- Elsner, J., Kossin, J. P. and Jagger, T. H. (2008). The increasing intensity of the strongest tropical cyclones. *Nature*, 445, 92-95
- Eltahir, E.A.B., Loux, B., Yamana, T.K. and Bombles, A. (2004). A See-Saw Oscillation Between the Amazon and Congo Basins. *Geophysical Research Letters*, 31, L23201, doi:10.1029/2004GL021160.
- Emanuel, K. (2005). Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*, 436, 686-688
- Eshghi, K., and Larson, R. C. (2008). Disasters: lessons from the past 105 years. *Disaster Prevention and Management*, 17(1), 62-82
- FAO (2008). Intact mangroves could have reduced Nargis damage. *FAO Newsroom*, 15 May. <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2008/1000839/index.html> [Accessed 26 September 2008]
- Ferris, E. (2008). Natural Disaster and Conflict-Induced Displacement: Similarities, Difference and Inter-Connections. *Brookings Institute*. [http://www.brookings.edu/speeches/2008/0327\\_displacement\\_ferris.aspx?p=1](http://www.brookings.edu/speeches/2008/0327_displacement_ferris.aspx?p=1) [Accessed 16 December 2008]
- FEWS (2008). Zimbabwe Livelihood Profiles. *Famine Early Warning System Network – USAID* <http://www.fews.net/livelihood/zw/Profiling.pdf> [Accessed 29 November 2008]
- Gall, C. (2008a). War and drought threaten Afghan food supply. *New York Times*, September 19
- Gall, C. (2008b). Hunger and Food Prices Push Afghanistan to Brink. *New York Times*, <http://www.nytimes.com/2008/05/16/world/asia/16kandahar.html?hp> [Accessed 1 December 2008]
- Henriksen, R and Vinci, A. (2008). Combat Motivation in Non-State Armed Groups. *Terrorism and Political Violence* 20, 1: 87 – 109
- Holland, H. (2008). Rangers return to Congo gorilla park. *Reuters* [www.reuters.com/article/environmentNews/idUSTRE4AK61620081121](http://www.reuters.com/article/environmentNews/idUSTRE4AK61620081121) [Accessed 15 December 2008]
- Huq, S. (2008). Countries must prepare for and adapt to cyclone impact. *SciDevNet* <http://www.scidev.net/en/agriculture-and-environment/tropical-cyclones-1/opinions/countries-must-prepare-for-and-adapt-to-cyclone-im.html> [Accessed 16 December 2008]
- ICRC (2008). Latest report on ICRC activities in the field (January – August 2008). *International Committee of the Red Cross* <http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/EDIS-7JJKRC?OpenDocument> [Accessed 7 October 2008]
- IFRA (2008). China: Snow disaster Information Bulletin No. 1 *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies* [www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/CMAS-7BHQZV?OpenDocument](http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/CMAS-7BHQZV?OpenDocument) [Accessed 15 December 2008]
- Ikeda, K. (1995). Gender Differences in Human Loss and Vulnerability in Natural Disasters: A Case Study from Bangladesh. *Indian Journal of Gender Studies*, 2(2): 171-193, DOI: 10.1177/097152159500200202
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva
- IRIN (2008a). Myanmar: Shortage of seedlings holds back mangrove recovery. *International Regional Information Networks, UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs*. <http://www.irinnews.org/report.aspx?ReportId=81449> [Accessed 30 November 2008]
- IRIN (2008b). Myanmar: Cyclone survivors face water shortages. *International Regional Information Networks, UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs*. <http://www.irinnews.org/Report.aspx?ReportId=82129> [Accessed 30 December 2008]
- IRIN (2008c). Myanmar: Salt farmers battling to rebuild livelihoods. *International Regional Information Networks, UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs*. <http://www.irinnews.org/Report.aspx?ReportId=81689> [Accessed 30 November 2008]
- IRIN (2008d). Myanmar: food assistance "likely" for up to a year. *International Regional Information Networks, UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs*. <http://www.irinnews.org/report.aspx?ReportId=78631> [Accessed 23 October 2008]
- IRIN (2005). Afghanistan: Water a serious problem nationwide. *International Regional Information Networks, UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs*. <http://www.irinnews.org/report.aspx?reportid=20150> [Accessed 30 October 2008]
- IWMI (2007). *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute
- JMA (2008). What is the earthquake early warning? Japan Meteorological Agency. <http://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/eev1.html> [Accessed 13 October 2008]
- Kaplan, R.D. (1994). The Coming Anarchy: How scarcity, crime, overpopulation, tribalism, and disease are rapidly destroying the social fabric of our planet. *The Atlantic*, February 1994 <http://www.theatlantic.com/doc/199402/anarchy> [Accessed 12 October 2008]
- Le Billon, P. (2007). Natural Resources and Armed Conflict. *The Canadian Consortium on Human Security, Human Security Bulletin*, 5(2): 1-26 <http://www.humansecurityinfo.org/vol5lebillon/4527474069> [Accessed 9 November 2008]
- Luers A.L., Lobell D.B., Sklar L.S., Addams C.L. and Matson P.A. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environ. Change*, 13, 255-267
- Maguww, F. (2008). Land Reform, Famine and Environmental Degradation in Zimbabwe *Journal of Human Security*, 9(2): 32-46
- Malone, S. (2008). A warning about early warning. *Seismological Research Letters*, 79(5), 603-604
- McCloskey, J., Nalbant, S. S. and Steacy, S. (2005). Indonesian earthquake: Earthquake risk from co-seismic stress. *Nature* 434, 291
- MCEER (2008). China earthquake, Sichuan Province news & statistics. *Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research*. <http://mceer.buffalo.edu/info/service/disasters/china-earthquake-sichuan.asp> [Accessed 8 October 2008]
- Milly, P.C.D., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R.M., Kundzewicz, Z.W., Lettenmaier, D.P. and Stouffer, R.J., (2008). *Science*, 319, 573-574
- MN (2008). China: Migrants, Taiwan. *Migration News*, 14, 2 [http://migration.ucdavis.edu/mn/more.php?id=3353\\_0\\_3\\_0](http://migration.ucdavis.edu/mn/more.php?id=3353_0_3_0)
- Mongabay (2008). Rangers return to Virunga and begin gorilla census. [http://news.mongabay.com/2008/1201-hance\\_congo\\_gorillas.html](http://news.mongabay.com/2008/1201-hance_congo_gorillas.html) [Accessed 10 December 2008]
- Morell, V. (2008). Letting 1000 forests bloom. *Science*, 321, 1442-1443
- NASA (2008a). Earthquake near Chengdu, China. *NASA Earth Observatory, USA*. [http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural\\_hazards\\_v2.php3?img\\_id=14882](http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php3?img_id=14882) [Accessed 6 October 2008]
- NASA (2008b). Storm-churned waters off Cuba. *NASA Earth Observatory, USA*. [http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural\\_hazards\\_v2.php3?img\\_id=15041](http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php3?img_id=15041) [Accessed 6 October 2008]
- Panakkat, A., and Adeli, H. (2008). Recent efforts in earthquake prediction (1990-2007). *Natural Hazards Rev.* 9(2), 70-80
- Parsons, T., Ji, C. and Kirby, E. (2008). Stress changes from the 2008 Wenchuan earthquake and increased hazard in the Sichuan basin. *Nature*, 454, 509-510
- PONJA (2008). *Post-Nargis Joint Assessment*. <http://www.asean.org/21765.pdf> [Accessed 4 October 2008]
- O'Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U., Venemad, H., Aandahl, G., Tompkins, H., Javed, A., Bhadwal, S., Barg, S., Nygaard J. and West, J. (2004). Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environ. Change* 14, 303-313
- O'Brien, K., Sygna, L., Leichenko, R., Adger, W. N., Barnett, J., Mitchell, T., Schipper, L., Tanner, T., (2003). OFDA/CRED. EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. Center for Research on the Epidemiology of Disasters. Brussels: Université Catholique de Louvain
- OHCA (2008a). Myanmar: Cyclone Nargis, Situation Report No. 3, United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. <http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/MUMA7EE2E7?OpenDocument&query=Nargis> [Accessed 12 December 2008]
- OHCA (2008b). Situation Report 15 – Caribbean Hurricane Season. [http://www.reliefweb.int/rw/RWFiles2008.nsf/FilesByRWDocUnidFilename/FBUO-7JJCTL-full\\_report.pdf/\\$File/full\\_report.pdf](http://www.reliefweb.int/rw/RWFiles2008.nsf/FilesByRWDocUnidFilename/FBUO-7JJCTL-full_report.pdf/$File/full_report.pdf) [Accessed 12 December 2008]
- O'Hare, G. (2008). Cyclones in the Indian Ocean: facts and figures. *SciDevNet* <http://www.scidev.net/en/agriculture-and-environment/tropical-cyclones-1/features/cyclones-in-the-indian-ocean-facts-and-figures.html#> [Accessed 16 December 2008]
- Oxfam (2008). Afghanistan: Time running out to avert winter of hunger warns Oxfam. <http://www.oxfam.org.uk/applications/blogs/pressoffice/?p=1468> [Accessed 24 September 2008]
- Ross, M. (2008). The Natural resource curse: How wealth can make you poor. In *Natural Resources and Violent Conflict – Options and Actions* (eds. I. Bannon and P. Collier). World Bank, Washington, D.C.
- Smith, D. and Vvekananda, J. (2007). *A Climate of Conflict: The links between climate change, peace and war*. International Alert, London
- Stone, R. (2008a). An unpredictably violent fault. *Science*, 320, 1578-1580
- Stone, R. (2008b). Landslides, flooding pose threats as experts survey quake's impact. *Science*, 320, 996-997
- Stone, R. (2008c). Lessons of disasters past could guide Sichuan's revival. *Science*, 321, 476
- Stover, E., and Vinck, P. (2008). Cyclone Nargis and the politics of relief and reconstruction aid in Burma (Myanmar). *Journal of the American Medical Association* 300(6), 729-731
- Toda, S., Lin, J., Meghraoui, M., and Stein, R. (2008). 12 May 2008 M-7.9 Wenchuan, China, earthquake calculated to increase failure stress and seismicity rate on three major fault systems. *Geophys. Res. Lett.* 35, L17305, doi:10.1029/2008GL034903, 2008.
- UN-INSTRAW (2008). UN study: Vulnerable populations and natural disasters. Press Release <http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/FBUO-7KADEV?OpenDocument> [Accessed 16 December 2008]
- USGS (2008). Magnitude 7.9 – Eastern Sichuan, China. U.S. Geological Survey. <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/recenteqsw/Quakes/us2008ryan.php> [Accessed 12 October 2008]
- UNEP (2008). From conflict to peacebuilding: The role of natural resources and the environment. UNEP Expert Advisory Group on Environment, Conflict and Peacebuilding
- UNEP (2007). *Sudan Post-Conflict Environmental Assessment*. United Nations Environment Programme, Geneva. <http://www.unep.org/sudan/> [Accessed 02 October]
- Webster, P.J. (2008). Myanmar's deadly daffodil. *Nature Geoscience*, doi: 10.1038/ngeo257
- Webster, P. J., Holland, G. J., Curry, J. A., and Chang, H.-R. (2005). Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment *Science* 309(5742), 1844-1846
- Werker, E.D. and Cohen, C. (2008). The political economy of "natural" disasters. *Journal of Conflict Resolution*, 52(6):795-819 DOI: 10.1177/0022002708322157
- Wilhelmi, O. and Kelman, I. (2008). Elements of a flood disaster: The role of vulnerability in disaster risk reduction. In: *Third Symposium on Policy and Socio-Economic Research at the 88th American Meteorological Society Annual Meeting*, 20-24 January 2008, New Orleans, Louisiana
- Wisner, B. (2003). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters* Routledge, New York, USA
- WRI (2003). *A Guide to World Resources 2002-2004 - Decisions for the Earth: Balance, Voice and Power*. World Resources Institute, Washington D.C.
- Xin, H. (2008). A green fervor sweeps the Qinghai-Tibetan Plateau. *Science*, 321, 633-635
- Xinhua (2008a). Quake costs China 73 bln USD: says official think tank. *Xinhua News Agency*. [http://news.xinhuanet.com/english/2008-06/18/content\\_8394282.htm](http://news.xinhuanet.com/english/2008-06/18/content_8394282.htm)
- Xinhua (2008b). Drainage of China's main quake lake goes smoothly, high alert remains. *Xinhua News Agency*. [http://news.xinhuanet.com/english/2008-06/08/content\\_8326965.htm](http://news.xinhuanet.com/english/2008-06/08/content_8326965.htm)



# 资源效率

工业和环境的管理缺失并不是发展过程中的必然要素。我们可以找到尽量减少过度开发和污染的绝佳良策。产业生态学原则（如产品周期分析和产业共生）的应用既有利于确保公共利益，也有利于建设健康的社区。



丹麦凯隆堡市产业共生园区（Kalundborg Symbiosis Industrial zone）的一家发电厂蒸汽管道和乙醇浓缩再利用设施

资料来源：Ove Andersen

## 简介

我们对于资源的消耗超过了大自然的再生能力，而我们制造废物的速度也超过了地球系统的处理能力。2008年发布的研究结果显然使这一信息更加令人触目惊心：人类对地球资源的消耗大约超过地球再生能力的30%（WWF，2008）。由于全球人口的持续增长以及物质需求的日益增加，这一生态赤字每年仍在不断扩大。

我们对于生产系统及消费系统的管理不当是造成这一根本问题的原因所在。而正是由于这一原因，才导致了自然资源的匮乏、原料的浪费、污染和气候变化。要想在各地区和全球范围内避免资源匮乏日益逼近生态系统崩溃的临界点，我们就必须从根本上转变我们的生产模式与消费模式，包括积极采用创新技术以及显著改善资源利用效率（IEA 2008a）。

改善资源效率也是实现千年发展目标

（MDGs）中可持续发展和经济健康要求的必要手段。例如，MDG 7 制定了确保环境可持续性的四大目标：逆转环境资源的损失趋势、减少生物多样性的丧失、提高安全饮水与基本卫生水平、以及改善至少1亿贫民窟居住人口的生活水平。以上目标的实现均离不开资源效率的有效改善。

改善能源效率不仅需要依赖于技术的发展，同时也需要依赖于政府、企业以及民间组织的

## 专栏 1: 词汇摘要

为了表述资源效率所涉及的各种方法和层面,我们使用了大量定义。本章将对其中的部分定义进行阐述与说明:

产业生态学是指开放式循环系统向封闭式循环系统转移的产业流程。在开放式循环系统中,资源和资本将最终脱离系统而成为废物;而在封闭式系统中,废物则会转化成新流程的输入来源。

产业共生是指副产品资源在一个或多个产业主体之间的流动,其宗旨是实现资源节约。产业共生属于产业生态学下的一个子目,其重点关注的对象是物质和能源的交换。

仿生学是研究自然的模式、系统、过程及组成,并对其进行模仿或从中汲取创作灵感以解决不可持续性实践所带来的问题的一门科学。

生命周期分析旨在对产品生命周期内的环境交换与影响进行收集整理,其宗旨是最大限度地减少环境交换与影响。

物质减量化是指服务于社会经济职能的必要物质在数量上的绝对或相对减少。

资料来源: UNEP 2008, SCORE 2008, Ausubel 和 Waggoner 2008

新型框架和举措。这意味着单单只是减少容易对付的“软柿子”领域内的排放、或重新设计明显低效的流程还是远远不够的。幸运的是,我们仍有机会采取可持续发展的消费与生产实践,从而最终实现全面发展的目标、促进经济的健康发展,同时增强环境的稳定性。这需要远见卓识和自觉的协作行动,而这一积极行动所具有的潜在优势则远远胜过了持续自满所隐藏的巨大危机(专栏 1)(图 1)。

## 积极行动、减少浪费

根据经济发展水平、贸易格局和产业结构的不同,发展速度及资源开采密度在三大地区存在着明显差异。这三大地区分别为参与经济合作发展组织(OECD)的国家;包括巴西、俄罗斯、印度、印度尼西亚、中国和南非等在内的新兴工业化国家;以及其余的发展中国家。新兴工业化国家的发展及资源开采密

度预计增长最快,而 OECD 国家在全球资源开采总量中的份额将有所下降。随着新兴经济力量对世界市场的影响,全球人口的增长预期与日剧增,从而导致了资源利用集约化程度的急剧攀升(OECD 2008, IEA 2008b)。以上预期结果对建筑结构与应用、运输、食品生产和水资源利用等方面的要求提出新的挑战。

去年,全球垃圾倾倒总量超过了二十亿吨。其中以发达国家产生的垃圾数量位居前列,每人每天扔掉的固体垃圾达 1.4 公斤。但近几年来,由于不少公众开始努力减少垃圾、增加回收,从而使得这一状况趋于平稳。随着欠发达国家的经济发展,这些地区预计将会产生更多的垃圾。2004 年,中国超过美国,成为世界上最大的垃圾制造国:预

订至 2030 年,中国每年的垃圾产量将达到近 5 亿吨(Medina 2007)(图 2)。

## 建筑环境

在发达国家,大部分原材料消耗和能源总耗量的 30-40% 用于建筑环境(包括大楼、公路和其他建筑)及其制造和运营(WBCSD 2007)。提高建筑领域的资源效率必须考虑如下方面:建筑材料和工艺;包括照明、风机和泵浦等在内的能耗设施;以及影响能源利用的产品(如窗户、绝缘设施等)。

1996 年,建筑师和施工方曾经将仿生学原则成功地应用于建筑环境,他们依据白蚁巢穴中的自动冷却系统,对位于津巴布韦哈拉雷(Harare)的东门大厦(Eastgate Building)

图 1: 亚洲实现可持续消费的模式

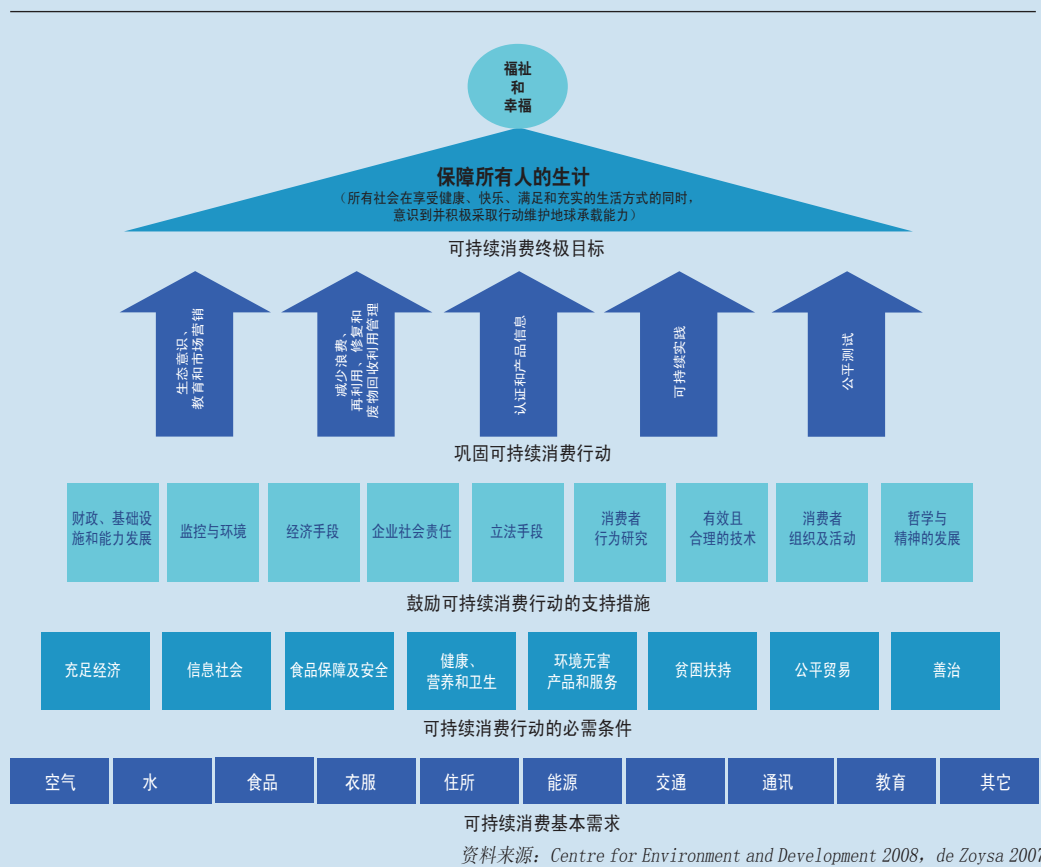
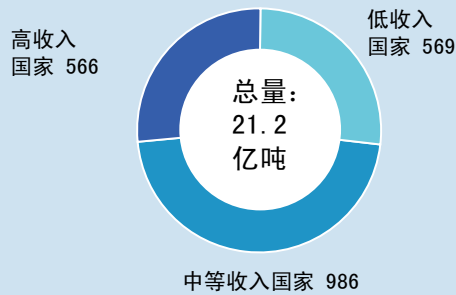


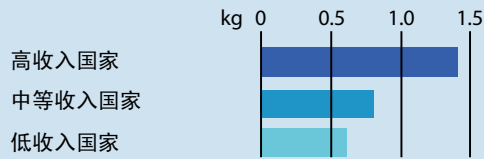


图 2: 垃圾相关数据

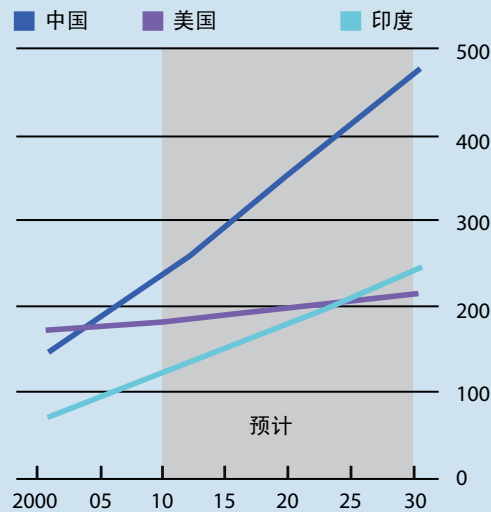
2007 年全球倾倒的垃圾总量



2007 年人均每日产生的垃圾



百万吨



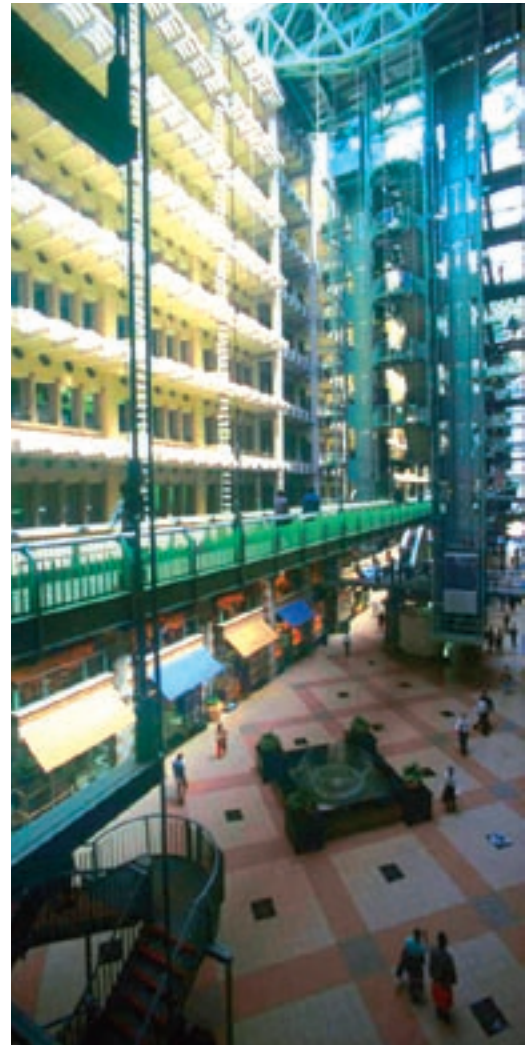
资料来源: Medina 2007

进行了样板化设计与施工。这一建筑设计灵感来自对磁白蚁修建楔型巢穴过程的观察,其塔状巢穴总是指向北方。这使得楔型建筑能够在清早和黄昏时分广泛地采集热量,而其顶部仅有少部分面向中午的烈日。所有表面均设有通风孔。随着室内气度升高,空气逐渐升腾并通过上部通风孔排出,从而使凉爽的新鲜空气通过下部通风孔产生自动循环。东门大厦采用了基于同一原理的被动式冷却系统,同时还运用其他结构(如宽型窗檐)以作为补充(Webb 1994)。自开业伊始,这座拥有 5,600 平米的零售空间、26,000 平米办公面积以及 450 个车位的大型商业建筑,其能源消耗比同等规模的其他建筑平均低 90%,仅空调整约费用就超过 350 万美元(仿生协会 2008)。

在建筑领域,应用资源效率原则已成为一种全球现象。根据一项全球调查,各地区大约有 32% 的建筑行业专业人士估计:当地已有 10% 以上的建筑开始关注资源效率问题。另有 53% 的受访者表示:在未来五年内,其 60% 以上的建筑项目将致力于这些原则的应用。(麦格劳-希尔建筑信息公司 2008)。加拿大、法国和英国等几个国家现已先后启动了旨在促进建筑环境能源中立的相关计划;根据计划,建筑所产生的能源与其所消耗的能源应总体相当(WBCSD 2007)。

建筑垃圾对于资源效率的提升也是一种挑战。仅英国而言,建筑业每年所消耗的材料就达 4 亿吨以上;而因拆除、挖掘和施工所造成的垃圾将近 1.2 亿万吨,这一数量大约占英国垃圾总量的三分之一(WRAP 2008)。大约 2,500 万吨的建筑垃圾最终未经任何回收或重新利用就在垃圾场终结了使命,其潜在价值将近 20 亿美元。2008 年 10 月,英国废品与资源行动计划组织(Waste & Resources Action Programme)启动了自愿行业协议,该协议旨在 2012 年之前实现建筑垃圾减少 50% 的目标(WRAP 2008)。

许多建筑的存续时间至少为一代,因此,在新一代的资源消耗建筑成为普遍惯例之前,重要的是必须提升建筑环境中的建筑标准效率。随着发展中国家建筑行业的迅速扩张,其建筑面积预计至 2030 年将在现有基础上翻上一番,这使得采用可持续产品、系统和材料变得非常重要(专栏 2)(IEA 2008b)。政府可以制定相关的建筑法规,以大范围地推广可持续建筑实践、太阳能加热装置、节能灯、以及最节能的家用电器和办公设备(IEA 2008b)。



东门大厦(Eastgate Building)的设计旨在利用基于自然模式的建筑方法获得最佳的气候舒适度。

资料来源: Mick Pearce



## 交通运输：更智能、更合理

由于实践传统和设计传统两大因素的影响，交通运输领域对于液体碳氢燃料的依赖程度非比寻常（IEA 2006）。2006年，在与能源相关的CO<sub>2</sub>排放中，交通运输领域占据了全球总量的23%（IEA 2006）。

### 专栏 2：建筑环境的材料改进

混凝土是世界上最常见的建筑材料：其全球年产量大约为23.5亿吨，即世界人均拥有量达到一立方米。尽管混凝土只需要水、钙基水泥与砾石或碎石便可混合而成，但水泥的制造离不开高温加热工艺，且通常需要以煤炭作为燃料。生产水泥需要在窑炉内加热碳酸钙或石灰石，并使炉内温度达到1000摄氏度。而这一加热过程以及所需氧化钙化合物的分离过程均会释放大量的二氧化碳。总体而言，全球CO<sub>2</sub>排放总量的大约百分之五来自于世界各地的水泥生产（请参阅“气候变化”，第二章）。

由于含有水泥的成份，混凝土具有坚固、持久、可塑性强和成本相对低廉等优点，从而成为一种理想的建筑材料，而其唯一的缺点就是CO<sub>2</sub>排放。由于水泥应用的广泛性及其污染排放影响的严重性，水泥生产成为治理工作的重点，其中包括：制定资源效率计划、修订生产协议以及寻找代用材料。如果能使水泥的CO<sub>2</sub>排放量减少10%，便可实现《京都议定书》（Kyoto Protocol）中总减排目标的五分之一，而《京都议定书》规定的总减排目标为5.2%。

水泥的坚固性与持久性源于其水化硅酸钙颗粒易于自然形成质地紧密的结构，而且即便是对于球状物体也同样适用。目前，美国麻省理工学院的研究者们正在尝试设计一种具有相同堆积密度且无需高温燃烧的代用矿物质，这可以作为寻找代用材料的一个典范。他们对使用来自许多其他工业流程的一种废物——镁化合物尤其感兴趣。

针对水泥基本配方的另一种替代方案或有可能缓解另外一个环保痼疾——煤灰处理（请参阅“有害物质及危险废物”，第二章）。利用来自燃煤发电厂烟囱中的无机颗粒——煤灰——配制混凝土将有两方面的好处：既可以变废为宝，又无需另外燃烧。新型的地质聚合物混凝土替代材料是来自自煤灰和渣铁的硅与铝为基本成分。这一替代方案有望将目前水泥生产中的CO<sub>2</sub>排放量减少达20%，同时实现工业废物的再次利用。不仅如此，采用该方案所制造的产品将具有更为出色的耐化学风化性。

资料来源：Worrell 等 2001, Constantindes 和 Ulm 2007, IPCC 2007, CSI 2008, Climate Change Corp 2008, Geopolymer Institute 2008



太阳能热水器在越南胡志明市越来越受欢迎。越南政府于2008年制定了一项对太阳能热水器安装费提供部分补贴的计划。该计划既对当地制造商提供了支持，每年还能节约5,700万千瓦当量电力或4,900吨当量石油。

资料来源：Dong Ngo/CNET.com

对于交通及交通污染的增长预期主要源于两大因素：发展中国家私家车保有量的增加、以及国际客运及货运的发展。最近一项研究调查表明：尽管最近几年的环保工作成绩斐然，但对于因交通而导致的环境质量下降，其80%是由汽车和其他私家车辆造成的（Tukker 等 2006）。人类除了要承担因车辆使用量的增加而带来的呼吸道问题、交通事故、噪音和污染物排放等人们所熟知的直接成本外，还要承担因交通流量和拥挤所产生的间接成本，包括生产力下降（WBSCD 2001）。据估计，2005年的公路行驶车辆为6.5亿辆，而这一数字预计到2030年将增加一倍以上（IEA 2008b）。

2005年，美国土木工程师协会（American Society of Civil Engineers）预测：交通基础设施将成为21世纪的主要挑战之一，单一的新技术、新燃料、新定价机制或新政策等调整措施均不能从根本上解决城市的交通问题（ASCE 2005）。这一问题的复杂性意味着交通运输领域需要引入先进的解决方案和新型的商业模式。只有在减少人均

材料和燃料使用量的同时，让更多的人员和产品以有效方式实现既定目标，才能真正提高资源效率（专栏3）。

在应用实践中，其中尤其引入瞩目的当数美国密西根大学提出的“可持续机动性与可行性的研究和改造计划”（SMART）。该计划旨在与各类利益相关者展开广泛合作，以期改善印度班加罗尔和金奈、南非九个城市以及美国数个城市的城市基础设施。此项计划的战略是采用尽可能高效环保的方法，修建有利于疏通人流的枢纽中心，进而改善公共交通运输（Zielinski 2008）。

金奈项目的第一阶段主要是面向最可能拥有私家车且技术熟练的个人、以及每日成千上万往返于相同路线的电脑与软件企业月票乘客，最终实现减少交通拥挤和污染的目标。铁路和公交系统将配备无线技术，以便员工能够途中工作，同时提高生产效率和缩短月票乘客的工作日。月票乘客可以在离其工作场所最近的站点换乘低污染的私营专线巴士或出租车，也可以租用自行车或直接步行前往最终目的地。此项目利用月票乘客的

### 专栏 3：租赁车辆

法国巴黎的月票乘客以极大热情参与了一项Vélib自行车租赁计划。该计划开始于2007年7月，可供出租的自行车数量已翻番至20,000辆，出租点共有1,400个。该计划的成功激发人们推出了旨在提供汽车替代品的新计划。2008年6月，巴黎市长宣布该市将自2010年启动这一计划在市内和郊区的700个Autolib乘车点投放4,000里辆小型电动汽车。法国SNCF铁路公司或将负责运营其车站之外的Autolib乘车点。

然而部分批评人士认为这类计划是一种倒退，这只会使Vélib计划原有望缓解的交通拥挤状况更为严重。其他人则预测，也许该计划最终只会演变为一种自驾出租车服务。

倡议人士表示，计算机系统的应用将确保用户准确地了解需要在何地下车，从而保证始终都有可用空位以及避免停车问题。除此之外的其他计划主要是将自行车与汽车租赁计划的费用支付和传统公共交通模式的票务系统整合在一起。

资料来源：Fairley 2008, Appleton 2008

手机来收集乘客的出行数据，而这些数据将被随之用于预测交通运输的状况与需求。最后，月票乘客还能使用手机即时查看系统各个方面的当前状况，从而选择最高效的出行方式和路线（Cherubal 2008）。

南非之所以实施 SMART 项目，在一定程度上是为了应对 2010 年世界杯足球赛可能面临的挑战。但在此之后，该项目将有望成为改善南非人民日后生活与工作条件的一大遗产。SMART 项目寄希望于通过提供廉价便利的公共交通，以减少贫困和促进就业（南非交通部 2008）。

航运效率在交通运输领域中具有特殊的代表意义。每年，3,000 万以上的航班翱翔蓝天（WTO 2006）。2006 年，航空领域产生的废气排放占全球总量的 11%，其温室气体排放在全球总量中的比例不到百分之二（IEA 2008b, IPCC 1999）。目前，尽管航空运输废气排放对全球变暖所起的作用相对较小，但是它们的影响力却更大，因为有害气体被直接排放至大气上层（Kimber 2007）。

公众关注度的日益提升、航空旅行的极大随意性以及燃料价格的波动，这所有因素一起将资源效率提到了航空工业的议事日程之首。目前，飞机制造商正在测试基于藻类植物的生物燃料；同时航空公司为了减少喷气燃料的消耗，也在对飞行高度和飞行计划进行优化。尽早淘汰低效飞机也将是发挥重要作用的举措之一，尤其新型飞机的出现可能使每位乘客每公里的效率提高 50%。尽管这些举措都具有积极的意义，但是其中大多数只能在中远期看到影响，所以可能实现的总体改善程度依然值得商榷（IEA 2008b）。

航空业的部分利益相关者认为，让乘客购票时做出知情选择或将有助于更快地实现既定目标。21 世纪初期，20% 的航运能力处于空座运行状态，而航空公司对于飞机的专线专用造成了多架飞机运营同一航线，这种情况在欧洲尤为突出。此外，非直达航班由于涉及多次起降操作，其排放的 CO<sub>2</sub> 比直

达航班将近高 30%。在出租车往返跑道过程中可能产生近 9% 的废气排放；而使用小型拖拽飞机也可显著降低喷气燃料消耗和废气排放。在大多数情况下，乘客并不了解这些低效运行的情况。关于航班效率的环保标签使飞行员能够进行航线选择，从而最终引导市场采取更加高效的做法（Kimber 2007）。

实际上，即便采取这些措施，其影响也是有限的。商用飞机的数量预计将从 2006 年的 18,000 架增加到 2030 年的 44,000 架。交通流量的增加或有可能抵消任何业已提高效率（IEA 2008）。

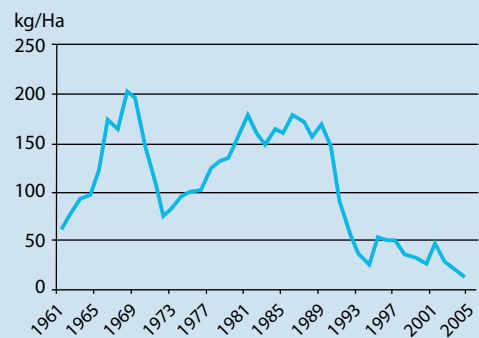
### 食品：食物供应链中的巨大差异

现代农业系统制造食品所需的能量超过了其食品所能提供的能量（Stout 和 Best 2001, FAO 2003）。肉类和肉制品在环境方面的影响最为突出：据估计，肉制品在全球变暖方面的影响占有所有食品的 4-12%（Tukker 等 2006）。世界各地的民间组织、公司和政府现正在采取相关措施，以期改善食品供应链的资源效率（请参阅“生态系统管理”，第一章）。

在全球重新思考更具持续性的新型农业及食品安全模式之际，古巴最近的实践可以为我们提供重要的经验。1991 年前苏联解体后，古巴完全摒弃了传统的大规模单种栽培系统，取而代之的是食品及农耕制度的大规模去工业化。在此之前，国家的农业生产主要依赖于对石化肥料、杀虫剂、燃料和先进机械的进口及大力补贴（Raffensperger 2008, FAO 2003）。在前苏联最终解体的同一年，古巴的贸易损失高达 80%，同时因为突然断掉了近 130 万吨的化肥供应，结果致使农业生产下降了 50%（Ewing 2008）。前苏联的解体促使古巴以大力补贴为基础的农业生产体系向整体害虫控制以及低资本、小规模有机农耕体系进行重要的模式转型（图 3）（请参阅“有害物质及危险废物”，第二章）。

最新研究已确认，面临重重困难的古巴通

图 3：古巴的合成肥料使用



苏联解体之后，古巴被迫停止使用人造肥料。

资料来源：Earth Trends 2008, FAOSTAT 2008

过实施半有机化的城镇农业改革，设法避免了国内的食物危机。此项研究是针对古巴重大农业转型进行的首次系统实证调查，其结果为所需的体制结构和广泛的管理动态学转变提供了颇有价值的见解（Wright 2008）。时至今日，古巴的农业生产体系欣欣向荣，基本上实现了自给自足。作为衍生优势，古巴还在土壤保护、有机化耕作方法、生物杀虫剂和蠕虫堆肥方面处于领先地位（Wright 2008）。通过挑战传统的全球及私有化食品安全战略——即使其原因是迫于形势的要求而非自主的选择——但是古巴的确已经有效地打破了似曾一度阻碍可持续性生态农业体系的建立并使之主流化的政策障碍。

### 从摇篮到坟墓

作为产业生态学的重要工具之一，生命周期分析是对产品生命周期内的环境交流和环境影响进行收集整理。传统的生命周期分析主要涵盖“从摇篮到坟墓”这一过程中的三个处理阶段：从摇篮至入口，即原料的提取与精加工；从入口至出口，即产品的制造；从出口至坟墓，即产品的使用和处置（USEPA 2003）。已有产业生态专家对每个处理阶段进行了检



测，以便考虑如何才能提高其效率。

在此以前，产业生态学和生命周期分析还只是主要应用于工业过程。而今，人们日益意识到，产业生态学和生命周期分析同样适用于原料商品的整个供应链：矿产资源的开采与精炼是一个高能耗过程，而这一过程中所产生的气体、液体和固体副产品既可能是污染物，又可能作为其他流程的原料。将产业生态学和生命周期分析应用于采矿与选矿工艺显然是一个顺理成章的步骤（Pearce, 2007）。

在当今社会所使用的所有原料中，金属最有可能实现无限的循环使用。金属的耐用性和可回收性使其整体生命周期的影响得以降低，这一影响有时甚至低于非金属材料。从理论上讲，金属的生命周期是无限的，但是它们同时也是不可再生的，因此其数量是有限的。根据分析显示，我们很有可能进入这样一个阶段：勘测地球表面可用于再回收利用的金属废料可能比粗提取过程更具经济

效益（Gerst 和 Graedel 2008）。

最近，研究人员对铜、镍、铅、铝、钛以及钢与不锈钢等六种广泛使用的金属进行了“从摇篮到出口”的生命周期分析，而分析结果显示，针对资源效率战略进行严肃而认真的思考已势在必行。以总体能量需求、全球变暖可能性和酸化可能性作为考量依据，钛、铝等轻金属在“从摇篮到出口”阶段的环境影响最为突出；而钢、铅两种金属在这些方面的影响则最小。就固体垃圾的产生数量而言，镍、铜两种金属的影响最为显著，其中包括采矿垃圾、尾矿、矿渣以及发电厂灰分（Norgate 等 2007）（请参阅“有害物质及危险废物”，第二章）。

据专家预计：随着原料需求的日益增加，高品位矿石将消耗殆尽，而提取和处理低品位矿石所带来的环境影响将进一步扩大。正因为如此，对“从摇篮到坟墓”的现有分析进行重新评估已成为当务之急。在未

来社会，在某些产品中使用环境影响较小的重金属以替代环境影响较大的轻金属将有可能进一步提高资源的利用效率——尤其当这些产品不便于运输时（Norgate 等 2007）。

## 物质减量化

产业生态专家在检测处理阶段时可能会关注一些效率因素，其中包括物质减量化：即什么是不必要的？什么是可以削减的？然而，物质减量化常常是在资源价格日趋提高时，通过对变化情况下的非预期效率进行确认，或对相关流程进行重新考虑来实现的，因此其并未涵盖于对正常生命周期进行分析的过程之中。此外，当见多识广的买方要求选择一些原料消耗更少的产品或服务时，也会促进物质减量化的实现。拒绝包装承诺表明了对无为消耗原料的抵制意识。制造商为了满足更低消耗的市场需求而制定的产品决策也有可以促进物质减量化。原色棉花制造商所使用的资源更少，但其产品价格可能更高。物质减量化的目标是要实现以少换多。一些研究者提出：物质减量化可能在避免环境进一步恶化以及实现环保经济方面发挥关键作用（Ausubel 和 Waggoner 2008）。

在生命周期分析中，产业生态专家们可能关注的另一个因素就是副产品共生，即利用一个生产流程的工业废料为另一个流程提供原料。这种产业共生模式的宗旨就是要形成一个公司内部或几个公司之间的完整循环（图 4）。在英国，全国产业共生计划（National Industrial Symbiosis Programme）共吸纳了 8,000 多家成员公司，并已经从垃圾场上转移出了 410 多万吨商业垃圾。该计划为环境消灭了 351,000 吨危险废物，节约了 930 万吨水源，同时节省了 634 万吨原材料（请参阅“有害物质及危险废物”，第二章）。此外，该计划所减少的二氧化碳排放量达 460 万吨，其为成员企业带来了 2.08 亿美元的额外销售收入，同时为他

图 4：丹麦凯隆堡市的产业共生

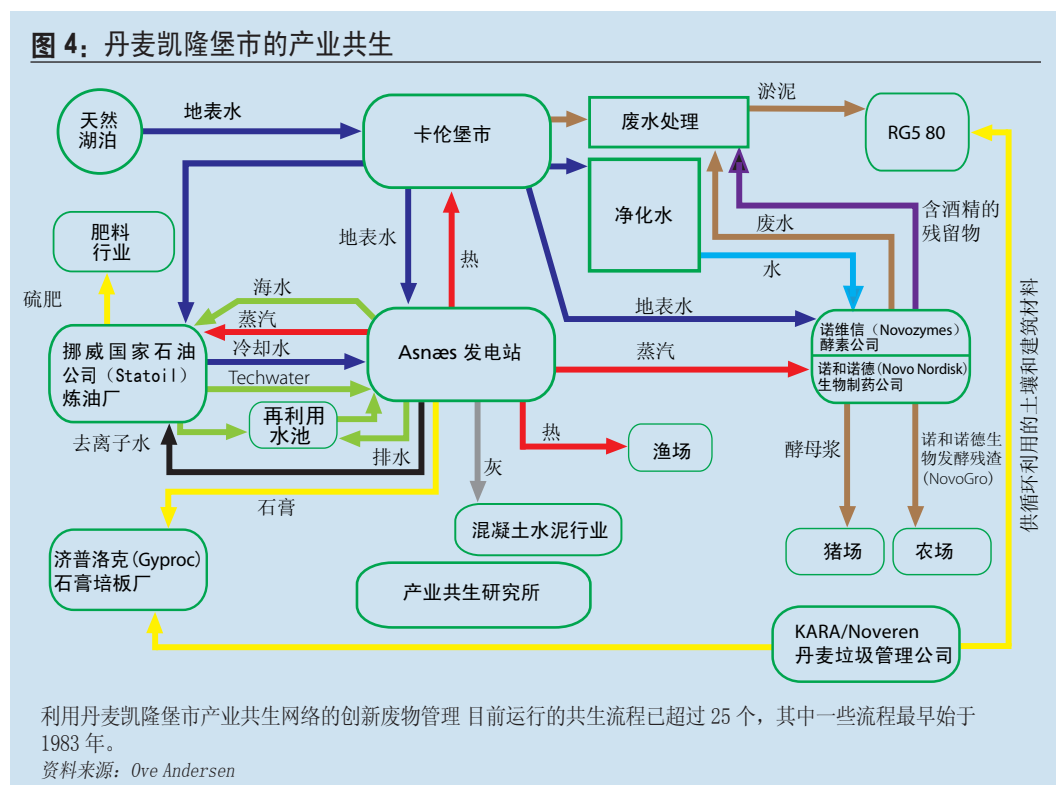
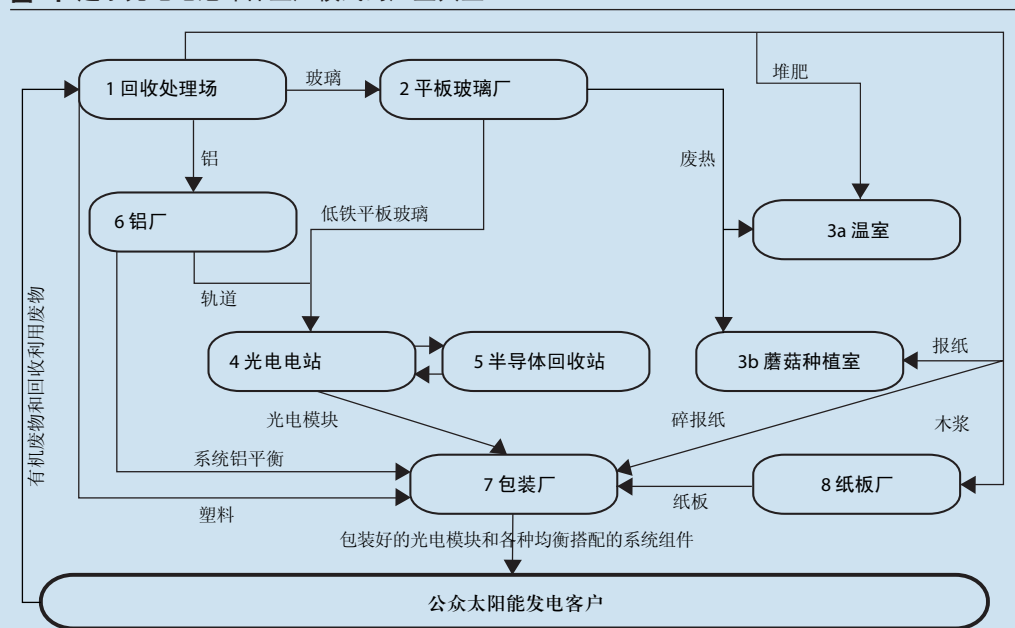


图 5: 适于光电电池环保生产模式的产业共生



根据产业共生原则设计制造循环 (manufacturing loop) 有可能使新技术更加利于环保。一种能够整合八家工厂流程的系统可能是一项经济可行的中期政府投资, 而该项投资将促进更广泛地实施太阳光电能源计划。  
资料来源: Pearce 2008

们节省将近 1.7 亿美元的费用开支 (NISP, 2008)。近来, 包括芝加哥和上海在内的许多城市都着手实施了类似的产业共生项目, 其参与者通常涉及公共机构和私有企业 (图 5) (Managan 和 Olivetti 2008)。

## 水资源: 亟需更优化的系统

2008 年, 《地球生态报告》(Living Planet Report) 首次将全球、国家和个人水足迹等新措施纳入其中 (WWF, 2008)。根据报告显示, 全球每人的年平均耗水量为 124 万升。然而这其中存在着巨大的差异性: 美国的人均耗水量是世界平均值的两倍, 每年达 248 万升; 而也门的人均耗水量仅为平均值的一半, 每年仅为 619,000 升。据《2008 年经济合作发展组织环境展望》(OECD Environmental Outlook 2008) 预测,

截至 2030 年, 39 亿人口的生活区域将面临严重的缺水压力, 其中尤以南亚和中国为最 (OECD, 2008)。这一预测使得当前面临用水危机的人口数量又将增加十亿之众。在大多数的发展中国家, 尤其是非洲和亚洲的农村地区, 其用水需求远远超过了当地的供水能力。

据 2008 年发布的一份重要报告显示, 如果现有食品生产和环境趋势得不到改善, 则水源危机必将迫在眉睫 (请参阅“生态系统管理”, 第一章; “气候变化”, 第三章; “灾害与冲突”, 第四章)。对许多人而言, 灾害已经来临。今天, 8.79 亿人缺乏足够的清洁饮水—缺水人群主要集中于农村地区; 而 25 亿人口的家庭中尚无任何改良的卫生设施 (Serageldin 和 Masood, 2008)。如果现有趋势持续下去, 我们在避免全面水资源危机方面所抱有的任何希望都必须依赖于立即采取紧急战略以对水资源政策进行改革, 尤其是

针对耗水量占全球总量 70% 的农业领域更应如此。改进所有降水充沛地区的食品生产, 进而提高水资源的生产效率是当前最为迫切的一大需要 (Serageldin 和 Masood 2008)。

目前, 有关水资源政策的现行做法主要以用水分配和径流水资源管理为主, 其中径流水资源包括河流、湖泊、湿地、蓄水层、地下水以及人工储水设施中的地表水流 (Röckstrom 和 Barron 2007)。事实上, 世界上 80% 的农业用地以全球 60-70% 的食物来源依赖于渗透并驻留在土壤中的降水 (Serageldin 和 Masood 2008)。由于缺乏任何形式的降水管理, 大量小型农场主的经营普遍存在高风险与靠天吃饭的特点。在撒哈拉沙漠以南的非洲地区, 95% 以上的农业为雨养模式; 而在印度, 仍有大约 60% 的农业严重依赖于降水, 尽管当地近年来的灌溉系统有所发展 (Röckstrom 和 Barron, 2007)。在以上许多地区, 由于生长季节关键阶段的缺水因素, 导致了农作物长期面临着产量缺口的问题——热带草原的粮食平均产量仅为最高预估产量的 25% 左右。农作物的产量低下以及频繁歉收迫使农民更加关注如何降低风险, 而不是如何提高产量。除此之外, 还有一些不利因素阻碍着农业投资于更为高效的



肯尼亚马赛马拉 (Masai Mara) 妇女在她们的雨水蓄槽旁边。雨水收集是一种盛行数百年的简单而廉价的技术。非洲的人均年储水量极低, 其数量不足以维持其以农业为基础的生活方式。  
资料来源: Elizabeth Khaka/UNEP



的工艺或技术。根据国际水资源管理研究所（International Water Management Institute）于 2008 年所做的一项评估，假设水资源的生产效率无法得到显著提高（尤其在杂粮农作物方面），则截至 2050 年，全球需水量将预计达到现有供水量的两倍左右。

数学建模和实地研究证明：将集约化农耕模式与作为补充灌溉的降水蓄积相结合，将显著提高农作物的供水量及其吸水能力（Röckstrom 和 Barron 2007）。在印度南部的半干旱地区，只需增加 50 毫米的补充灌溉水源即缓解干旱早期的旱情，并使农作物的产量增加 70–120%（Sivannapan 1992）。在肯尼亚的麦瓦拉（Mwala），增加雨养玉米农作系统中的降水蓄留量将使产量提高 40%；与现行做法相比，将补充灌溉与其他方法结合运用，五年内便可实现产量提高 50% 的目标（Röckstrom 和 Barron 2007）。

尽管深入了解雨养农作系统中农作物、土壤、水分和大气之间的关系仍有待展开更多的研究。不过，早期的研究结果已表明：在最低产量范围内实现最优化的生产率是完全有可能的（Serageldin 和 Masood 2008，Röckstrom 和 Barron 2007）。因此，水资源政策或可考虑通过投资储水设施，以改善整个生长周期内的降水供应状况，从而最终以可持续的方式提高农作物的产量和人们的生活水平。

此外，有毒废水的利用和处理也是有待进一步专门研究的另一领域（专栏 4）。在发展中国家，城市污水是农业灌溉的主要来源。如果处理得当，城市污水可以显著降低肥料的成本支出（Serageldin 和 Masood 2008）。然而，不对其进行相应的处理则可能致使含有重金属的城市污水进入食品链中，从而导致包括皮肤病、痢疾感染等严重的健康问题（请参阅“有害物质及危险废物”，第二章）。最近一项研究对非洲、亚洲、拉丁美洲和中东等 53 个城市的废水进行了检测，结果发现：80% 受调查城市所消费的

食物是利用污染废水生产出来的（Raschid-Sally 和 Jayakody，2008）。尽管发展中国家的决策者们已经充分认识到了这一现实，但依然所作甚少（Serageldin 和 Masood 2008）。

## 建设性进展

在《可持续消费与生产行动计划》（Action Plan for Sustainable Consumption and Production）中，可持续消费研究交流

### 专栏 4：改善工业水源管理

尽管工业的用水量远远低于农业，但随着国民收入的增加，工业用水量也会相应增加。在中低收入国家，工业用水量占总用水量的 10%，而这一数据高收入国家则达到 59%。为了消除用水量与经济增长之间的递增关系，多个经济合作发展组织成员国均已采取了相关措施，主要是通过发展创新技术以及普及节约用水意识等手段。从中期规划而言，推广更为节水的产业流程将成为节约用水的最佳机遇。为此，政府需要采取措施以提高效率、鼓励污水再利用、以及推广降水的收集与利用。

世界企业可持续发展协会（World Business Council for Sustainable Development）发布的案例研究表明：不同产业均有可能在很大程度上实现节约用水。芬兰一家现代化造纸厂实现了从化学纸浆到热磨机纸浆的工艺转型，同时安装了生物污水处理设备。在过去 20 年里，这些举措帮助公司实现节水 90% 以上。印度一家纺织厂开始在合成纤维织物中使用铝材替代铝材，从而使用水量减少 80%，同时还能当地农民提供用于灌溉的净化污水。一家墨西哥甘蔗厂改进其内务处理技术，同时将生产用水和污水进行分离，从而使用水量节约 90%。

当赢得巴西圣保罗州 300 公里的高速公路专营权之后，西班牙公司 Obrascon Huarte Lain S.A. (OHL) 开始采取措施以尽量减少公路建设对当地堪称世界最大的蓄水层产生影响。据估计，加拉尼蓄水层含水量达 40,000 km<sup>3</sup>，该蓄水层在巴西、巴拉圭、乌拉圭及阿根廷境内的地下延伸面积达 120 km<sup>2</sup>。OHL 在拟定公路设计方案时特别使水源沿高速公路网流向 520 个拦水坝，其总储水量达 2,000,000 m<sup>3</sup>。该系统能有效地降低水流速度，从而使之缓慢地渗入地下以补充蓄水层。尽管 OHL 在水坝修筑方面无利可图，却因为减少了道路维护和避免了严重冲刷，从而得以显著地节约成本。

资料来源：Molden 2008, WBCSD 2008

（Sustainable Consumption Research Exchange）网络提出了下面五大问题，而这些问题在当前经济危机和现代环保意识出现之前曾被认为是颇有争议的（SCORE 2008）。

- 市场体系是否存在根本性不足？
- 我们是否应该努力逆行生长？
- 市场如何促进公平与公正？
- 如果对整个环境或社会带来伤害，我们是否应该接受消费者主权？
- 我们如何以物质减量化方式实现发展目标？
- 我们如何才能保持企业、消费者和政府之间的公正平衡？

有一种方法被称之为“满足策略（sufficiency strategy）”或“知足经济（economics of enough）”，该方法主要是通过说服生产者和消费者根据需求而不是欲望进行一切活动，进而显著降低总体消费。由于这种利他主义行为很难成为消费者的自发意识，因而支持者们主张政府采取积极措施以影响生产者和消费者的行为（Alcott 2008）。

## 中国开始应对挑战

2008 年，中国召开的全国人民代表大会通过了《中华人民共和国循环经济促进法》（Circular Economy Law of the People's Republic of China），并拟于 2009 年 1 月 1 日起正式实施。与直接消费不同，循环经济（CE）主要旨在促进产业共生和物质交换（Pintér 2006）。

新法规定了不同管理层对于促进循环经济所应承担的责任以及处理违法行为的权力。法律呼吁所有各方积极参与旨在促进循环经济的行动，从而使所有人都能真正成为利益相关者和管理者（Squires 等，2008）。

为了与上述工作形成补充，中国正在制定旨在识别产品资源消费水平的标识体系，同时拟将技术、设备、材料和产品划分为三大类：即鼓励类、限制类和淘汰类，然后公布相关的分类目录。

对于使用淘汰类项目的单位，政府可处以

没收设备或原料、最高罚款 30,000 美元或者关停企业的惩罚。而对于进口淘汰类项目的单位，则必须按规定予以退回，且最高可能处以 150,000 美元的罚金。进口方身份不明者，可让承运方负责退回或令其承担相应的处理费用。此外，任何金融机构不得向生产、进口、分销或使用淘汰类项目的企业提供任何形式的信贷。

国际法律分析专家们认为：该部法律对宣布中国致力于可持续发展的承诺具有重要意义。然而，仅将其作为一项政策声明，那么其实际意义将寥寥无几。这当中所面临的主要问题在于缺乏制定循环经济相应措施的具体时间框架。而与此同时，人们普遍认为，省级和地方政府将继续把发展置于环境之上，并可能对挑战其权威的基层努力进行压制（McElwee 2008）。

一旦中国成功地落实循环经济理念，那么它将在为全球范围内设立生产力与竞争力的新标准。为了评估中国能否实现其循环经济的目標，中国国家发展与改革委员会（National Development and Reform Commission）正在会同不同部门，以期制定一系列能源和材料周转的检测指标。这些指标将有利于公众进一步理解循环经济的两个方面，即物质生产与消费所造成的累计环境影响、

以及经济组织将原材料转化为有用产品并产生最少垃圾的物质效率（Pintér 2006）。

循环经济模式认为经济与地球生物物理和地球物理体系是一个不可分割的整体，同时也承认前者对后者存在极强的依赖关系。其一，是为了获得生产所需的必要原材料；其二，是为了吸收或处理生产或消费所产生的垃圾（McElwee, 2008; Ayers 和 Simmons, 1994; Robert 和 Eriksson, 1991）。

## 结论

可持续的生活方式需要我们依据自然条件和自然标准对资源进行管理（WWF, 2008）。这意味着，每个领域的决策实施都必须兼顾更为广泛的生态影响，同时人类必须找到跨越人为边界（地界限和政治界限）以对资源进行管理的方法，从而从整体上确保与维护生态系统的健康。

人类、人类社会和人类经济完全融合于地球系统的经济结构中，即陆圈、生物圈以及将其结合在一起的生态系统。我们只有了解地球系统的生成资源运行方式以及如何循环利用后续副产品，才能学会如何与自然共处，而不是违背自然规律（框 5）。



中国农基鱼塘系统已有二百年的发展历史，该系统在数代农民的努力下日趋完美，现已成为一种结合鲤鱼和其他淡水鱼养殖的集约化农业循环经济模式。其赖以存在的基础包括：最大限度地实现土地与水资源之间的内部输入；优化资源利用效率；以及尽量减少废物。

资料来源：M. Harvey/Still Pictures

## 专栏 5：强大的地球系统



北非、中东和欧洲的集成化多源电网规划图

资料来源：TREC

2000 年，全球潜在风能大约为 72,000 千兆瓦，该数字几乎是世界总能源需求的五倍，相当于电力需求的七倍。在一小时之内到达地球的太阳辐射将足以供应人类一年的能源需求。这幅恢宏的图画或许能使我们能源的担忧变得有些微不足道——但挑战在于如何真正将这些能源充分利用起来。

风能和太阳能是非凡的魅力，因为它们是可再生资源。其将取之不尽、用之不竭，甚至还不用担心成为垄断者勾心斗角的筹码：在安装完涡轮机、镜面或面板之后，它们唯一需要消耗的燃料将直接取材于大自然。无论是温室气体的排放还是有害物质的产生，唯一的污染源只是局限于设备的生产过程。本《资源效率》章节对包括仿生学、共生和物质减量化等在内的产业生态学原则如何促进能源效率进行了阐述，其例证包括东门大厦通风系统、太阳能电池板的环保制造以及丹麦利用多余热量维持渔场生产。这些都能可以促进能源生产。

撒哈拉沙漠可能成为欧洲可靠的动力之源。2007 年 11 月，欧洲议会首次讨论了跨地中海可再生能源公司（Trans-Mediterranean Renewable Energy Corporation）旨在建立可再生发电资源网络的相关提案。提案拟在三十年里斥资 4,000 亿美元在沙漠中修建发电站，以期在 2050 年以前解决北非、中东的三分之二的能源需求以及欧洲大多数的能源需求。除了向伙伴国提供能源以及减少二氧化碳排放外，该提案所具有其他优势还包括提供多余热量以满足脱盐工艺的要求。每个太阳能发电机组车间均需降温系统，如能利用资源效率原则进行适当设计，则可利用海水降温进行脱盐。

该计划不仅仅包括太阳能，同时还综合考虑了风能发电、水能发电和生物能发电。多种条件因素的创新发展使得这些愿景逐渐成为现实：气候变化是最主要的动因之一。

资料来源：Archer 和 Jacobson 2004, Gramling 2008, Economist 2008, TREC 2008



## 参考文献

- Alcott, B. (2008). The sufficiency strategy: Would rich-world frugality lower environmental impact? *Ecological Economics* 64 (4): 770-786
- Appleton, M. (2008). Move over Velib, Autolib is on its way. *Bikeradar.com* <http://www.bikeradar.com/commuting/news/article/move-over-velib-autolib-is-on-its-way-17274> [Accessed 20 November 2008]
- Archer, C. L., and M. Z. Jacobson (2005). Evaluation of global wind power, *J. Geophys. Res.*, 110, D12110, doi:10.1029/2004JD005462.
- ASCE (2005). *Report Card 2005*, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia
- Ausubel, J. H. and Waggoner, P. E. (2008). Dematerialization: Variety, caution, and persistence. *PNAS*. 105(35), 12774-12779. <http://phe.rockefeller.edu/docs/PNAS-2008-Ausubel-0806099105.pdf>
- Ayers, R.U. and Simonis, U.E., eds. (1994). *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*, United Nations University Press, Tokyo
- Biomimicry Guild (2008). *Case Studies in Biomimicry*, Biomimicry Guild. <http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/> [Accessed 8 October 2008]
- Cherubal, R. (2008). *New Mobility Hubs in Chennai*. Sustainable Mobility and Accessibility Research and Transformation. [http://um-smart.org/project\\_research/New\\_Mobility\\_Hubs\\_Chennai.pdf](http://um-smart.org/project_research/New_Mobility_Hubs_Chennai.pdf) [Accessed December 2008]
- Constantinides, G., and Ulm, F.-J., (2007). The nanogranular nature of C-S-H, *J. Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 55(1), 64-90, Elsevier Science, Amsterdam
- CSI 2008. Cement Sustainability Initiative. The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) Cement Home. <http://www.wbcscement.org/> [accessed 30 Dec 2008]
- Earth Trends (2008). Earth Trend Environmental Information: Agriculture and Food Searchable Database. [http://earthtrends.wri.org/searchable\\_db/index.php?theme=8](http://earthtrends.wri.org/searchable_db/index.php?theme=8) [Accessed 3 December 2008]
- Economist (2008). Wind of Change. *The Economist*, December 4, [http://www.economist.com/science/tq/displaystory.cfm?story\\_id=12673331](http://www.economist.com/science/tq/displaystory.cfm?story_id=12673331) [Accessed 10 December]
- Ewing, E. (2008). Cuba's organic revolution. *Guardian News*, Friday 4 April 2008 <http://www.guardian.co.uk/environment/2008/apr/04/organics.food?gsrc=rss&feed=networkfront> [Accessed 10 November 2008]
- Fairley, P. (2008). Paris Pursues Electric Car Sharing: Remember MIT's stackable City Cars? Paris is writing the business plan. *Technology Review*, Published by MIT Massachusetts Institute of Technology, Monday, December 15, 2008 <http://www.technologyreview.com/blog/editors/22462/> [Accessed 20 December 2008]
- FAO (2003). Fertilizer use by crop in Cuba. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Land and Plant Nutrition Management service, Rome
- FAOSTAT (2008). FertiStat - Fertilizer Use Statistics. FAO Plant Production and Protection Division. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome <http://faostat.fao.org/site/575/default.aspx#ancor> [Accessed 1 December 2008]
- Geopolymer Institute (2008). The Geopolymer Institute Online Library. <http://www.geopolymer.org/category/library> [Accessed 12 December 2008]
- Gerst, M.D. and Graedel, T.E. (2008). In-Use Stocks of Metals: Status and Implications. *Environmental Science and Technology*, 42(19): 7038-7045 DOI:10.1021/es800420p
- Gramling, C. (2008). Desert Power: A Solar Renaissance, *Geotimes*, April 2008 [http://www.geotimes.org/apr08/article.html?id=feature\\_solar.html](http://www.geotimes.org/apr08/article.html?id=feature_solar.html) [Accessed 10 May 2008]
- IEA (2006). *World Energy Outlook 2006*, OECD/International Energy Agency, Paris <http://www.worldenergyoutlook.org/2006.asp> [Accessed 21 November 2008]
- IEA (2008a). *World Energy Outlook 2008*, OECD/International Energy Agency, Paris <http://www.worldenergyoutlook.org/2007.asp> [Accessed 21 November 2008]
- IEA (2008b). *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, OECD/International Energy Agency, Paris
- IPCC (1999). *Special Report: Aviation and the Atmosphere*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva
- IPCC (2007). *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, UK and New York, US
- ISI (2008). Industrial Symbiosis in Kalundborg Denmark. <http://www.symbiosis.dk/industrial-symbiosis.aspx> Industrial Symbiosis Institute. [Accessed 10 December 2008]
- Kimber, H. (2007). *Flight Plan: Taking Responsibility for Aviation Emissions*, The Carbon Consultancy, commissioned by the International Institute for Environment and Development (IIED). <http://www.iied.org/pubs/pdfs/17019IIED.pdf> [Accessed 19 October 2008]
- Managan, A., and Olivetti, E (2008). *By-product Synergy Networks: Driving Innovation through Waste Reduction and Carbon Mitigation*, US Business Council for Sustainable Development. <http://usbcsc.org/resources/documents/Clean%20Tech%20BPS%20Networks.pdf> [Accessed October 2008]
- McGraw-Hill Construction Analytics (2008). *Global Green Building Trends*, McGraw-Hill, Columbus, Ohio
- McEwee, C. (2008). Who's Cleaning Up This Mess? Rising environmental awareness is affecting business in China. *China Business Review*, January-February, <http://www.chinabusinessreview.com/public/0801/mcewee.html>
- Medina, M. (2007). *The World's Scavengers: Salvaging for Sustainable Consumption and Production* AltaMira Press, Lanham, Maryland, USA
- Molden, D., ed. (2007). *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, International Water Management Institute, Earthscan, Sterling
- NISP (2008). *About NISP - Approach & Achievements*. National Industrial Symbiosis Programme. [http://www.nisp.org.uk/about\\_us\\_approach.aspx](http://www.nisp.org.uk/about_us_approach.aspx) [Accessed December 2008]
- Norgate, T.E., Jahanshahi, S., and Rankin, W.J. (2007). Assessing the environmental impact of metal production processes, *Journal of Cleaner Production*, 15(8-9), 838-48
- OECD (2008). *OECD Environmental Outlook to 2080*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris
- Pearce, J.M. (2007). Green Production and Industry, in P. Robbins (Eds), *Encyclopedia of Environment and Society*. Sage Publications, Inc. 2007
- Pearce, J. (2008). Industrial symbiosis of very large-scale photovoltaic manufacturing, *Renewable Energy*, 33(5), 1101-1108
- Peter, V. (2006). *Eco-Industries Scoring Paper*, Europe Innova. <http://www.europe-innova.org/servelet/Doc?cid=60058&lg=EN> [Accessed 19 November 2008]
- Pintér, L. (2006). *International Experience in Establishing Indicators for the Circular Economy and Considerations for China*, International Institute for Sustainable Development (IISD). [http://www.iisd.org/pdf/2006/measure\\_circular\\_economy\\_china.pdf](http://www.iisd.org/pdf/2006/measure_circular_economy_china.pdf) [Accessed 21 October 2008]
- Raffensperger, L. (2008). Changes on the Horizon for Cuba's Sustainable Agriculture. *World Resources Institute*. <http://earthtrends.wri.org/updates/node/306> [Accessed 12 November 2008]
- Raschid-Sally, L. and Jayakody, P. (2008). Drivers and characteristics of wastewater agriculture in developing countries – results from a global assessment. *Comprehensive Assessment for Water Management in Agriculture Program of the International Water Management Institute*, Sri Lanka
- Robert, K.-H. and K.-E. Eriksson (1991). From the Big Bang to sustainable societies, *Reviews in Oncology*, 4(2), 5-14
- Röckström, J. and Barron, J. (2007). Water productivity in rain-fed systems: Overview of challenges and analysis of opportunities in water scarcity prone savannahs, *Irrigation Science*, 25(3): 299-311
- SCORE (2008). *Sustainable Consumption and Production: A Framework for Action*, draft discussion paper, Sustainable Consumption Research, Delft
- Serageldin, E. and Masood, I. (2008). Water for a growing planet. Draft report - Bibliotheca Alexandrina, Alexandria, Egypt
- Svannapan, R.K. (1992). *Status Report on Drip Irrigation in India*, report prepared for the Indian National Committee on Irrigation and Drainage, New Delhi
- South African Department of Transport (2008). *2010 World Cup Transport Projects*, South African Department of Transport. <http://www.transport.gov.za/2010/DefaultPages/Homedefault.asp> [Accessed 29 October 2008]
- Squire, Sanders & Dempsey, LLP (2008). *Circular Economy Law of the People's Republic of China* (unofficial translation), Squire, Sanders & Dempsey, Beijing. <http://www.chinaenvironmentallaw.com/wp-content/uploads/2008/09/circular-economy-law-cn-en-final.pdf> [Accessed 24 October 2008]
- Stout, B.A. and Best, G. (2001). Effective Energy Use and Climate Change: Needs of Rural Areas in Developing Countries. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. Presented at the First State Forum on Agriculture, Energy and the Environment, at the Centro Universitario Vinculacion con el Entorno, Silao, Guanajuato, Mexico. Invited Overview Paper. Vol. III
- Tukker, A., Huppes, G., Heijungs, R., de Koning A., van Oers, L., Suh, S., Geerken, T., Van Holderbeke, M., Jansen, B., and Nielsen, P. (2006). *Environmental Impacts of Products (EIPRO)*, European Commission, Brussels
- TREC (2008). Solar Plan: Union for the Mediterranean. <http://www.desertec.org/downloads/solarplan.pdf> [Accessed 15 December 2008]
- UNEP (2008). *UNEP Thematic Priority on Resource Efficiency – Sustainable Consumption and Production: Looking Forward to 2010-2013* (draft 4, 2 July 2008). Internal Document. United Nations Environment Programme, Nairobi
- USEPA (2003). *Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts (TRACI): User's Guide and System Documentation*, US Environmental Protection Agency, Washington DC
- WBCSD (2001). *Mobility 2001: World Mobility at the End of the Twentieth Century and Its Sustainability*, World Business Council for Sustainable Development, Geneva. [http://www.wbcscd.org/web/projects/mobility/english\\_full\\_report.pdf](http://www.wbcscd.org/web/projects/mobility/english_full_report.pdf) [Accessed 9 October 2008]
- WBCSD (2007). *Energy Efficiency in Buildings: Business Realities and Opportunities*, World Business Council for Sustainable Development, Geneva
- WBCSD (2008). *Case studies*, World Business Council for Sustainable Development. <http://www.wbcscd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuID=ODY&doOpen=18&ClickMenu=RightMenu> [Accessed September-November 2008]
- Worrell, E., Price, L., Martin, N. Hendriks, C., and Ozawa, M. L. (2001). Carbon dioxide emissions from the global cement industry, *Annual Review of Energy and the Environment*, 26, 303-29, Annual Reviews, Palo Alto, CA.
- WRAP (2008). How do you measure up? WRAP launches major new voluntary initiative to halve waste landfill, press release, Waste Resource & Action Programme. [http://www.wrap.org.uk/wrap\\_corporate/news/how\\_do\\_you\\_measure.html](http://www.wrap.org.uk/wrap_corporate/news/how_do_you_measure.html) [Accessed 2 November 2008]
- Wright, J. (2008). Sustainable Agriculture and Food Security in an Era of Oil Scarcity: Lessons from Cuba. Earthscan Publications, November 2008, 256 p
- WTO (2006). see [www.world-tourism.org](http://www.world-tourism.org), World Tourism Organization. [Accessed 18 October 2008]
- WWF (2008). *Living Planet Report 2008*, World Wildlife Foundation, Geneva
- Zielinski, S. (2008). *New Mobility: The Next Generation of Sustainable Urban Transportation*, University of Michigan, Ann Arbor. [http://um-smart.org/project\\_research/New\\_Mobility\\_Hubs\\_Chennai.pdf](http://um-smart.org/project_research/New_Mobility_Hubs_Chennai.pdf) [Accessed November 2008]

# 环境治理

人类、人类社会和人类经济完全融合于地球系统的经济结构中，即陆圈、生物圈以及将其结合在一起的生态系统。该综合系统治理是 21 世纪面临的最重要挑战之一



私用园地使城市居民有机会种植自己的食物。巴伐利亚这一小片市民菜地位于多瑙施陶夫城 (Donaustauf) 附近的多瑙河 (Danube River) 北岸。

资料来源: Klaus Leidorf

## 简介

地球生态系统正在面临威胁。人类活动已使百分之二十的地球土地严重退化，60% 的已评估地球生态系统现已受到损害或面临威胁。这种无可辩驳的模式是自然资源过度开发的表现形式之一，而这种模式所产生的废物已超过了生态系统的处理能力（请参阅“生态系统管理”，第一章）。

我们用于生产能源、控制虫害、提高生产率、催化工业流程和满足人类健康需求的化学制品，以及我们抛弃的化学制品，正在使生态系统不断恶化，并使人类健康陷于危险境地（请参阅“有害物质及危险废物”，第二章）。

气候变化正在将许多地球系统逼近临界阈值，地区性和全球性的环境平衡因此而发生改变，各个层面的稳定性均已受到不同程度的威胁。令人担忧的是，我们也许已经超越了临界点，这种趋势在我们当前的文明阶段是不可逆转的（请参阅“气候变化”，第三章）。

最近几十年来，在具有毁灭性的地震灾害的平均次数保持稳定的同时，风暴、洪水和干旱的频率和严重程度却明显增加，这证明了气候变化的威胁正在日益加剧。新的冲突和现有的冲突可能即是环境恶化的原因，同时又是环境恶化的结果。（请参阅“灾害与冲突”，第四章）。

工业和环境的管理缺失并不是发展过程中的必然要素。我们可以找到尽量减少过度开发和污染的绝佳良策。产业生态学原则（如产品周期分析和产业共生）的应用既有利于确保公共利益，也有利于建设健康的社区（请参阅“资源效率”，第五章）。

人类、人类社会和人类经济完全融合于地球系统的经济结构中，即陆圈、生物圈以及将其结合在一起的生态系统。该综合系统治理是 21 世纪面临的最重要挑战之一。

环境恶化和工业发展在工业革命期间相伴而生，并且一路走入了当今时代，然而这种关系并不具有必然性，同时也不能延续下去。进



行坚定、适当和文明的治理势在必行。助长自然资源过度开发和垃圾产生行为的经济体系正有待全新设计。确保新经济体系不再重复过度开发和污染等错误的时机已经到来。

## 实现千年发展目标

《全球检测报告 2008》(Global Monitoring Report 2008)旨在阐述《联合国千年发展目标 2008》的进展情况,其在实现千年发展目标(MDGs)的进程中肩负着承前启后的作用:即回顾过去,展望 2015 年的最后期限。报告研究显示:为了应对危及所有国家、尤其是贫穷国家和人民福祉的气候变化,采取紧急行动已刻不容缓。报告还强调:发展与环境可持续性目标是密切相关的,而实现这些目标的道路也是相辅相成的(World Bank 2008)。

在当今全球经济低迷时期,优先性问题应运而生:环境与发展目标是否将迷失在新的经济范式之中?但是在九月份举行的联合国高层会议上,成员国再次对千年发展目标做出庄严承诺(UN, 2008a)。十二月下旬,参加“发展筹资问题国际会议(Conference on Financing for Development)”的联合国成员国一致同意:在当前经济衰退情况下,将不会减少发展援助。本次会议旨在审查蒙特雷共识(Monterrey Consensus)的执行情况。在本次会议上,欧盟承诺其所有成员国将于 2015 年之前提供国民生产总值的 0.7% 作为官方发展援助。经济合作发展组织国家早于 1970 年便首次做出了上述许诺。而自 1970 年至今,仅有丹麦、卢森堡、荷兰、挪威和瑞典等国才全额兑现并超过了其当初所承诺的 0.7% (UN 2008b, OECD 2008)。尽管部分 OECD 成员国再次重申其承诺,但是千年发展目标仍然受到严峻环境压力的挑战,这使得身肩重任的环境治理更显重要。

## 压力日益增加

如果政策还是一如既往,忍饥挨饿或日收入不到 1 美元的人群比例将不会像 MDGs 系列目标所预期的那样:在 1990 年至 2015 期间减少百分之五十。在 2010 年前,全球生物多样性的消失速度不会呈现放缓趋势。气候变化的影响也不会只局限于一致认定的范围之内。而实现水资源供应以及卫生设施的相关目标几乎更是无从谈起(UNDP 2008, UNFCCC 1992, World Bank 2008)。

压力的不断增加正在迫使环境极限日趋恶化:世界人口的持续增长、人类物质欲望不断膨胀以及为满足其物质欲望而正在开发和即将开发的自然资源,都在对生态系统健康、土地利用和能源消费产生重要的影响。

其挑战之所在,就是既要满足这些日益膨胀的欲望,又要确保环境的可持续性(UN, 2004; UN, 2006a)。预测人口趋势和千方百计减少人口增长对资源的影响均无法超越环境的局限性,也无法掩盖人类活动已日益逼近临界阈值的事实。

### 专栏 1: 是寓言故事吗?

2007 年的一次会议上讲述了一个有关移民和环境的故事:在一个国家...

“... 因为人口迅速增加,农业变得异常重要。每位妇女平均生育了十二至十六个孩子,尽管政府制定了相关计划来缓解环境恶化,生态系统依然承受着巨大压力。”

在过去数十年中,农业耕地上的树木一直属于国家,因此农民没有保护树木的积极性。经过多次讨论之后,政府将树木所有权转至用户手中,结果林木数量成倍增长。现在,树木得到了保护,人们收获了树皮、水果及其他产品。树木转而蓄留水分、调节气候和保护农耕地免受侵蚀。

然而,每位妇女生育的平均子女人数抵消了生态系统的生产能力。假如您单独研究环境的改善情况,本地区堪称楷模。而假如单独研究社会系统,则很难说其环境得到了充分改善。当考虑两者间的动态关系时,情况显然是非常严峻的。”

资料来源: IOM, 2008

这些欲望的满足可以使用较少物质投入。向消耗的物质减量化过渡将有助于剥离发展与资源开发以及相关环境恶化之间的关系(Ausubel 和 Waggoner 2008)。

## 对地球系统的进一步认知

在过去二十年内,基于系统和混沌学理论且在不同层面应用于生态系统的流程模式说明,认知地球系统的动力机制是非常重要的。

认知内容包括地球系统和生态系统跨越临界阈值、转换机制、飘忽不定或因相变而对变化环境做出反应的趋势,有时包括在人类相关时间段内向不可逆转的相位过渡。

例如,地球上的冰雪正在经历典型的相变:冰块消融于水中,然后蒸发进入大气。罗马帝国铅矿开采时代进入空中的颗粒最后落到冰川之上,现在随着融化水流重新进入环境中(Branan 2008)。如果我们今天能够停止所有温室气体排放的话,那么这些冰雪可能会在 50 代人类繁衍过程中重新堆积在一起。气候变化对物种分布和选择正在产生的影响可能对生态系统及其功能产生类似的重大改变(图 1)(请参阅“生态系统管理”,第一章)。

生态系统研究者们指出:由于恢复能力较低而使机制发生改变的可能性正在进一步增加。通过观察微小扰动恢复速率的临界松弛,可以对阈值方法进行预测(Van Nes 和 Scheffer 2007)。该临界松弛已在逼近临界阈值的热盐环流模式中得到证明(Held 和 Klien 2004)。

2008 年上半年,一次审查将“临界元素”概念引入了以气候所导致的急剧变化为主题的讨论。临界元素是地球系统的宏观组成部分,其用于表示发生急剧变化、越过临界点的可能性(Lenton 等 2008)。在此以前,大多数的临界阈值工作是基于对湖泊、热带草原或河岸区域生态系统层面内的观察和实验。现在,这些概念已被应用于一千公里以上的不同范围,其主要关注受到气候变

化影响的环境（专栏 2）。

受到检测的地球系统临界点部分是依据如下方面进行选择的：在政治时间框架内，或者说在我们认为决策者们关心其子孙的 100 年期限内，它们是否可能受到影响；在道德时间框架内，或者说在我们认为是一个文明延续期的 1000 年期限内，这种影响是否是必要的；依据专家观点，社会是否足够关心。

临界元素也涉及一些序列依赖性。例如，北极海冰消融和格陵兰岛冰盖消失将给海洋表面带来大量淡水，热盐对流随之受到影响。此外，厄尔尼诺南方震荡将对亚马逊雨林的顶死带来影响（Lenton 和 others 2008）。

高山冰川消失是引起人们注意并且日益加剧的气候变化所致地球系统之一，临界元素研究并没有将其纳入其中。安第斯山脉的冰川消失将影响亚马逊雨林的水源供应和湿

度，同时对潜在顶死带来影响。此外，大气层褐云中的碳黑和气候变化导致喜马拉雅-兴都库什山脉冰川的消失，并随之引起印度夏季季风的相变。

有关恢复能力衰退的专著发表于 2007 年，临界元素的相关专著发表于 2008 年 1 月。大量新的科学信息使得环境治理的迫切需求进一步增强和突显，以促使其做出响应并对全球与国际预防措施进行协调。（请参阅以前章节）。

我们必须对高山冰川的消融和因之造成的所有影响承担责任，上述影响包括：灌溉用水、水力、不间断供水供应和农业生产能力的丧失；可能发生的冲突和移民。我们正在目睹北极海冰的消融、冻土消融的加剧、格陵兰岛冰盖的消失以及西南极洲冰盖的断裂（请参阅“气候变化”，第三章）。

## 专栏 2：临界元素

九大临界元素被认为可能引起地球系统的急剧变化。依据更新的数据与信息跟踪变化特点和速度，此处提供的时间框架或将进一步修正。

印度夏季季风——区域性大气层褐云是可能扰乱季风的众多气候变化相关因素之一。预计的时间框架：一年。

撒哈拉和西部非洲季风——季风的微小变化已在过去几年里引起撒哈拉沙漠急剧的干湿变化。某些模式证实了潮湿季节的突然回归。预计的时间框架：10 年。

北极夏季海冰——随着海冰的融化，海洋表面颜色变深，并因此能比冰吸收更多热量，最终导致温度进一步升高。预计的时间框架：10 年。

亚马逊热带雨林——热带雨林临界物质的逐渐失去将可能减少内部水分循环，最终造成更多顶死现象。可能时间框架：50 年。

北部森林——生长季节和干旱期的延长使森林在火灾和害虫面前更加脆弱。预计的时间框架：50 年。

大西洋热盐环流——区域性冰层融化使北大西洋海水的盐分降低。这将可能使海洋循环系统停止运行，其中包括墨西哥湾暖流，该地区高浓度海水的下沉成为墨西哥湾暖流的驱动力。预计的时间框架：100 年。

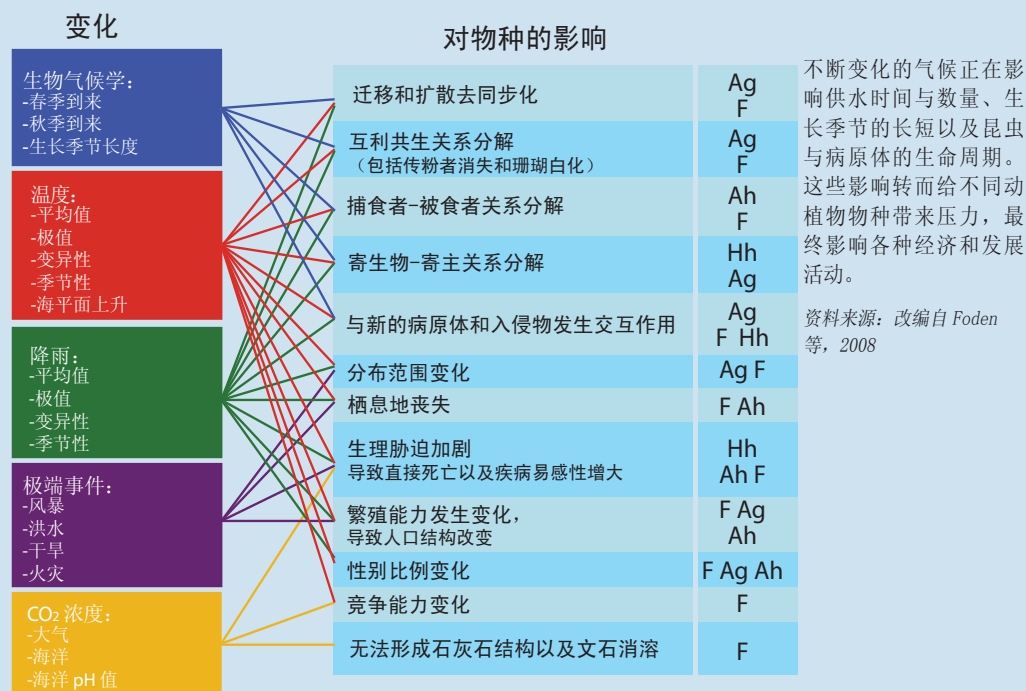
厄尔尼诺南方震荡（ENSO）——厄尔尼诺现象的发生周而复始。气候变化表明厄尔尼诺南方震荡将进入一个近乎永久性的开始阶段。预计的时间框架：100 年。

格陵兰岛冰盖——随着冰盖融化，地表冰高度逐渐降低，于是低海拔表面温度进一步升高，这随之加快了冰层融化速度，促使冰盖发生断裂。预计的时间框架：300 年。

西南极洲冰盖——冰盖是和山下山脉冻结在一起的，因此随着海洋温度上升，极可能突然发生破碎崩塌。预计的时间框架：300 年。

资料来源：Lenton 等 2008

F图 1：气候变化、动植物反应以及积极活动之间的相互关联



Ag - 农业, F - 渔业, Ah - 畜牧业, Hh - 人类健康

## 盈亏计算

虽然每个章节所阐述的主题为我们了解全球环境变化和临界阈值提供了不同的切入点，但是每个主题之间的关系正在逐渐突显出来。气候变化影响着灾害与冲突；生态系统管理不当所产生的有毒化学制品将对人类及其他生物带来危害。灾害可能使生态系统的机制转换进一步加快。有害物质的积聚可能造成海洋死亡地带，从而使用海洋生态系



# 2008 年大事纪要

## 一月

**1月15日** 保护国际 (Conservation International)、科苏梅尔岛旅游局 (Department of Tourism) 以及佛罗里达加勒比海游船协会 (Florida-Caribbean Cruise Association) 签署相关协议, 以保护这个全球知名游船热点的濒危生物多样性。协议主要内容包括意识、交通、废物、管理和执法等诸方面。

**1月21日** 美国国家海洋大气管理局 (NOAA) 和加拿大环境部 (Environment Canada) 签署了气象服务合作跨境协议。协议目标包括改善天气和气候检测与预测、以及气候变化支持性研究。

## 二月

**2月7日** 挪威批准在 2008 年解禁期捕猎 1,052 头小须鲸。渔业与海岸事务部 (Ministry of Fisheries and Coastal Affairs) 说, 这一配额将不会威胁小须鲸的总体数量。



S. MORGAN/静态图片

**2月20-22日** 在联合国环境规划署执行理事会 (UNEP Governing Council) 第十次会议上, 与会国家讨论了联合国环境规划署制定的 2010-2013 年中期战略。主题包括六个专题性重点领域以及《全球环境展望-4 报告》、化学品与废物管理、北极地区可持续发展以及《全球应对气候变化十年计划》(International Decade for Combating Climate Change)。

**3月26日** 首届非洲水资源周 (African Water Week) 在突尼斯开幕, 其主办方包括非洲部长水事理事会 (African Ministers' Council on Water) 和非洲开发银行 (African Development Bank)。与会者同意加快水安全工作进展, 同时制定非洲地下水委员会 (Africa Groundwater Commission) 相关计划。



J. ORGEN SCHWITTE/静态图片

**3月31日** 来自 163 个国家的 1100 位代表汇聚泰国, 进行《京都议定书》替代性气候协议的首轮正式会谈。新协议将于 2009 年年底前完成拟定, 以便在《京都议定书》于 2012 年结束之前留有批准时间。

## 四月

**4月8日** 欧洲议会的法律事务委员会 (Legal Affairs Committee) 建议应将损害环境视为犯罪行为。欧盟成员国可以对有可能损害空气、土壤、水源、植物和动物的行为提出刑事指控。

**4月17日** 澳大利亚联邦及州级环保官员历时六年, 最终也没能就禁用塑料袋达成全国性协议。自 2009 年 1 月, 南澳大利亚州将实施禁令。澳大利亚每年会扔掉约四十亿个塑料袋。

**5月12-16日** 《生物安全卡塔赫纳议定书》(Cartagena Protocol on Biosafety) 第四次缔约方会议在波恩举行, 会议就谈判时间表与框架达成一致。针对基因改造生物体跨界移运可能造成的损害责任和赔偿, 将制定具有法律约束力的规则和程序。

**5月14日** 在 16 届联合国可持续发展委员会 (UN Commission on Sustainable Development) 大会上, 联合国秘书长潘基文向与会代表讲话。他督促代表们献计献策, 并针对土地、农业、农村发展、沙漠化以及非洲采取切实行动, 以寻求可持续发展。



S. P. AP/REUTERS

**5月14日** 根据其《濒危物种法案》, 美国将北极熊列入濒危物种名单, 因为气候变化正导致北极熊海冰栖息地的逐渐消失。美国政府的科学家们预测: 到 2050 年, 全球 25,000 只北极熊中将有三分之二消失。



B. LICHTENBERGER/静态图片

**6月7-12日** 非洲部长级环境大会 (AMCEN) 第十二次会议和阿比让公约 (Abidjan Convention) 缔约方首次临时会议在约翰内斯堡举行。非洲部长级环境大会 (AMCEN) 通过了“非洲气候路线图 (从约翰内斯堡, 经非洲, 至哥本哈根)”。

**6月24-28日** 科学家和决策者们相聚乌干达, 参加在那里举行的首届非洲地下水与气候国际会议。在探讨地下水对改善非洲生活的作用之后, 他们通过了旨在督促制定法律与制度框架的坎帕拉声明 (Kampala Statement)。

## 七月

**7月2-10日** 在其第 32 届会议上, 联合国教科文组织所属的世界遗产委员会 (World Heritage Committee) 在其世界遗产名录又增加了八个新自然景区。其中包括新喀里多尼亚泻湖的一部分。



L. C. ROGER/静态图片

## 八月

**8月26-29日** 联合国环境规划署和世界卫生组织 (WHO) 在加蓬组织召开了首届非洲健康与环境部际大会 (African Inter-ministerial Conference on Health and Environment)。会议目标包括成立健康与环境战略联盟、以及建立疾病防控网络。

**9月27日** 美国参议院通过相关法令, 允许于 9 月 30 日终止近海石油钻探长期禁令。美国沿海多数地区将因此允许进行油气勘探。



B. EVANS & P. ARNOLD/静态图片

**9月29日** 加利福尼亚州州长阿诺德·施瓦辛格 (Arnold Schwarzenegger) 签署了绿色化学法案, 以期与管理与癌症、荷尔蒙紊乱以及其他健康影响相关的化学制品提供综合计划。这些新措施包括 80,000 种现在正在使用的化学物质。

**9月30日** 世界海洋理事会 (World Ocean Council) 成立大会在纽约召开。来自航运、石油天然气、渔业、游船旅游、水产养殖、港口以及其他海洋产业的代表参加了大会, 以促进依赖全球海洋可持续性利用的相关产业部门之间展开对话。

## 十月

**10月15日** 在印度巴西南非对话论坛 (India-Brazil-South Africa Dialogue Forum) 第三次峰会上, 与会领导人强调了获取遗传资源和利益共享的重要性, 呼吁及时成功地结束具有法律约束力的国际机制相关谈判。



B. DENBERG/静态图片

**11月16-19日** 与会者参加了在沙特阿拉伯召开的水资源与干旱环境国际会议 (International Conference on Water Resources and Arid Environments) 以及首届阿拉伯水资源论坛 (First Arab Water Forum)。会议讨论的内容涵盖了气候变化及其对水资源与干旱环境的影响、阿拉伯水资源政策进展以及阿拉伯世界水资源危机管理。

**11月17-18日** 哈萨克斯坦举行中亚水资源联合与加强水资源管理区域合作 (Water Unites - Strengthening Regional Cooperation on Water Management in Central Asia) 国际会议。大会讨论了咸海面积萎缩以及上下游国家就泄水和水资源分配签署相关协议的紧迫性。

**11月27日** 英国宣布批准其海洋及沿海资源使用法案 (Marine and Coastal Access Bill)。该法案将通过建立旨在实现海洋及沿海环境可持续发展的相关体系, 为海洋政策提供首个连贯统一的国内法律框架。



S. PARI S. 联合国

**2月21日**哥斯达黎加、冰岛、新西兰和挪威加入了联合国环境规划署和联合国环境管理小组 (Environment Management Group) 联合倡议而成立的气候平衡网络 (CN Net)。该全球信息交换网络旨在减少社会各领域的温室气体排放。



J. JABBARIE/联合国环境规划署

**5月15日**欧盟和加纳宣布其将于6月份正式签署一项自愿伙伴关系协议 (Voluntary Partnership Agreement)，以期控制非法砍伐和推动木材出口验证。由于非法砍伐，发展中国家已损失了约100亿美元的公共资产。

**8月27日**加纳环境保护局禁止进口被认为不适合当地环境或给人类健康、动物、作物及环境产生危险的25种农用化学品。受禁化学品包括八氯环烯、阿尔德林、异狄氏剂、氯丹杀虫剂、敌菌丹和DDT。

**10月27-31日**在《防止倾倒废物和其他物质污染海洋公约》(Convention on Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter) 第30届缔约方协商会议以及伦敦议定书 (London Protocol) 第三次会议上，相关各方通过了一项非约束性决议，该决议仅允许用于合法科学研究的海洋肥沃化。

**11月29日**卡塔尔召开《发展筹资问题国际会议》(International Conference on Financing for Development)，与会代表强调了在经济低迷时期继续履行援助承诺的必要性。代表们对食品安全、能源与日用品价格、气候变化、全球金融危机以及多边贸易谈判之间的关联性挑战表示了关注。

## 三月

**3月9日**多个亚太国家宣布将在最后期限2010年到来之前逐步淘汰氟氯化碳，该期限是由《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》(Montreal Protocol for Substances that Deplete the Ozone Layer) 规定的。据印度尼西亚报告，这些消耗臭氧层物质 (ODSs) 的非法进口行为仍然存在。

**4月19日**欧盟退出其在汽油及柴油中强制添加10%生物燃料成分的提案。科学家警告说：作为欧盟在2020年减少温室气体排放倡议的关键组成部分，该目标将可能对食品生产带来非预期的影响。

**5月19-30日**在波恩召开的《生物多样性公约》(Convention on Biological Diversity) 第九次缔约方大会与会代表制定了资源获取与利益共享谈判路线图、海洋保护区科学标准以及海洋肥沃化预防措施。

**8月29日**中国批准旨在促进“循环经济”的相关法律，该法于2009年1月1日生效，其目的是促进能源节约和减少污染。2010年目标包括将每单位GDP的能耗量减少20%，同时实现主要污染物较2005年水平降低10%。

**10月29日**在韩国召开的拉姆萨国际湿地公约 (Ramsar Convention on Wetlands) 第十次缔约方大会上，拉姆萨秘书处 (Ramsar Secretariat)、达能集团 (Danone Group) 以及国际自然与自然资源保护联盟 (IUCN) 建立了旨在应对气候变化的合作伙伴关系。达能集团承诺将尽量减少其温室气体排放，并将通过湿地恢复来抵消其现有温室气体排放。

## 十二月

**12月1-12日**在波兰举行的联合国《气候变化纲要公约》第十四次缔约国大会 (UNFCCC COP-14 Climate Change Conference) 为全球共同解决气候变化问题制定了议事日程，为2009年丹麦哥本哈根举行的第五次缔约国会议做好了相应准备。届时，将结束有关2012年后气候协议的相关谈判。

**3月11日**澳大利亚批准《京都议定书》(Kyoto Protocol) 开始生效，该国承诺在2050年之前实现温室气体排放量比2000年水平减少60%的目标。科摩罗、中非共和国、汤加、圣多美和普林西比、圣基茨和尼维斯以及塞尔维亚也于2008年签署了该议定书。

KLEIN, I. L. & HUBERT, M. L./蒂姆·伯纳斯-李



## 五月

**5月13日**巴西环境部部长 Marina Silva 在其努力保护亚马逊热带雨林的斗争中铩羽而归后宣布辞职。她曾经被誉为绿色运动斗士，但同时也饱受强农农业组织的冷嘲热讽。

L. ANTOINE/蒂姆·伯纳斯-李



## 六月

**6月3-5日**世界粮食安全高层会议在罗马召开。会议提出了食品价格在数年内依然将处于高位的警示，同时呼吁采取紧急联合行动来应对最弱势国家和民众可能受到的负面影响。

## 九月

**9月15-19日**在马达加斯加召开的《非洲-欧亚大陆迁徙性水鸟保护协定》(African-Eurasian Migratory Waterbird Agreement) 第四次缔约方会议通过了《琵鹭行动计划》(Spoonbill Action Plan)。目前，沿主要迁徙路线的迁徙水鸟数量已经下降了41%。

H. PIERRE/蒂姆·伯纳斯-李



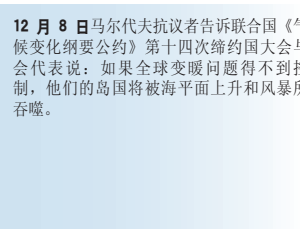
J. SUNS/蒂姆·伯纳斯-李

## 十一月

**11月11-15日**在西班牙召开的首届海洋生物多样性世界大会上，与会代表讨论了即将于2010年结束的海洋生物普查进展状况。本次普查将使用地图、DNA条码以及生物量估计方法列出多达250,000种已命名物种。

**12月5日**巴西新任环境部部长 Carlos Minc 宣布为了应对气候变化，计划在未来十年内减少森林砍伐量70%。目标包括：在2017年之前，每年砍伐量从7300平方英里减少到1900平方英里，从而可避免大约48亿吨的CO<sub>2</sub>排放量。

C. GLUCK/OWEN



**3月20日**《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES) 暂时中止尼日利亚的缔约方身份，因其被指称违反了相关公约条款规定。根据本公约，尼日利亚将被禁止进出口任何动植物物种。

**5月12日**世界上最大的航运国之一——马绍尔群岛 (Marshall Islands) 批准了五项国际海事组织 (International Maritime Organization) 协议，其中包括伦敦议定书 (London Protocol)。批准国数量达到了35个，占世界船运总吨位的29.73%。



SERLIN/ANDIA/蒂姆·伯纳斯-李

**9月24日**联合国秘书长潘基文 (Ban Ki-moon) 和挪威首相延斯·斯托尔滕贝格 (Jens Stoltenberg) 宣布新的联合国减少森林滥伐及退化造成的温室气体排放 (UN-REDD) 计划。将近20%的人为二氧化碳排放是因为热带森林砍伐造成的。

**9月12日**当选总统巴拉克·奥巴马 (Barack Obama) 宣布能源将是其首要工作之一。就职之后，他计划淘汰燃煤发电方式，转向可再生能源，同时在气候变化方面效仿欧洲做法。





统因此遭受灭顶之灾。农业垃圾和气候变化使珊瑚礁遭遇厄运。总而言之，资源效率的缺乏已确实成为上述章节所阐述的所有问题的根源之所在。

在单独考虑每个主题时，这些关系是不容易被理解的。而只有把其作为支持人类所有活动的更大的地球系统之组成部分时，我们才能深入剖析这些主题。累积效应来自和最近全球化脉动相同的现象。我们不再与世隔绝，我们的生活不再超然于其他方面的影响。在我们当今相互关联的世界上，一个地区广泛的社会或环境失调将可能影响整个系统（Costanza 等 2007）。认识到这种相互关联甚至相互依赖性使得理性地治理环境成为必需，这种治理将兼顾多层次以及千秋万代

的需求。人类、人类社会和人类经济完全融合于地球系统的经济结构中，即陆圈、生物圈以及将其结合在一起的生态系统（Ehrlich 和 Erhlich 2008）。

### 资源重组

最近的全球环境评估强调：为了解决持续性环境问题，需要研究制定创新政策和制度体系。为了实施政策以及监督加强合规性，相关国家内部需要充足资金和人力。这需要充分关注当地情况和当地居民，例如通过增强地方权利和确保当地使用并维护自然资源的权利，使人们的脆弱性降低（WRI, 2008）。在国际层面上，为了使该方面的情况进一步改善，相关手段包括：使大

量环保条约更加合理化；加强国际组织；制定更加一致的国际机制（UN 2006b）。

应对这些挑战的许多解决方案已经公诸于众，可行措施在理论上是能够承受的。这些问题的顽固性需要一贯的长期政策。这将提供更具确定性的市场，从而促使私有领域更愿意进行必要的投资（OECD 2007）。此外，此类长期政策还需包括具体的远期目标和恰当的进展评估指标。这即包括尚未制定目标的政策领域（如能源供应）、以及已经制定了近期目标的相关领域（如生物多样性）。

### 推广宝贵经验，获得多重利益

我们现正在实施一些涵盖部门性和以问题为导向的国际协议内容的新举措，以期提供

表1：累积效应（有待依据新科学以及其他咨询方式进行后续修订）

主题	生态系统管理	气候变化	灾害与冲突	有害物质与危险废物	资源效率
生态系统管理	反馈：森林砍伐导致临界物质的消失，进而使顶死现象加剧（如：亚马逊热带雨林）	土壤侵蚀导致农业资源低效，水资源缺乏导致生态系统破坏	灾害可能使生态系统的机制转换进一步加快；交战方实施破坏庄稼和污染资源的焦土政策，进而引起灾难和饥荒等后果	有害物质的积聚可能造成海洋死亡地带，海洋生态系统因此遭受灭顶之灾。农业垃圾和气候变化使珊瑚礁遭遇厄运	废料管理不当引起硝化过度和海洋死亡地带
气候变化	海洋酸化导致珊瑚礁破坏，作为渔业生存基础的生态系统也因之消失	反馈：海冰融化引起海洋表面颜色变深，海洋表面因此吸收更多太阳辐射，结果使当地环境温度升高	缓发型灾害引发稀有资源的争夺冲突；在新地点，昆虫及病原体影响增加	随着冰层融化，危险物质侵入环境；山洪暴发使隔离废物受到侵蚀；洪水淹没危险、有毒及医疗废料封存容器	空调的能源需求迫使电厂采取灯火管制和停电措施
灾害与冲突	土壤退化和生态系统消失引发移民问题和可能冲突	更频繁的强烈飓风袭击人口稠密的沿海地区；为远离海平面上升威胁，土地之争进一步增加，结果引起移民和冲突	反馈：一种灾害所产生的破坏性会加剧应对另一灾害的脆弱性	废物封存场所的大量突发溢流进入水源、土壤和大气层，这将需要立即采取代价高昂的清理响应措施	迁移人口疯狂掠夺生态系统，观测卫星拍摄到的是满目疮痍的画面
有害物质及危险废物	纳米粒子的释放可能威胁生态系统健康，放射性物质的泄露可能影响突变速率	洪水淹没危险、有毒以及医疗危险废物存放场所	非正规危险采矿方式使冲突加剧，财富导致法制缺失	反馈：工业污染致使其疾病抵抗能力降低，并使先天性缺陷和癌症发生率增加	资源低效使水源、土壤和大气受到污染
资源效率	食品生产、加工、处理和分销导致食品供应链的污染及紊乱	气候模式改变导致沙漠化以及水分土壤资源的丧失	国内动乱和政府管理不当导致营养不良、霍乱爆发、供水及卫生基础设施的破坏	混凝土中添加煤灰可减少产生温室气体的水泥用量，同时还能避免产生危险废物	反馈：过度开发和污染对景区和定居地造成破坏与污染，从而导致企业和定居点在资源遭受厄运后，不得不迁往他处。

全方位且能产生不同积极效果的解决方案。全球海洋评估流程和避免毁林计划作为其中的两项举措，其希望对小规模评估与项目提供的经验进行验证，同时希望在全球及地方范围内带来利益。

在地球提供的所有自然服务价值中，海洋发挥着三分之二的作用，这包括气候控制和水文循环。尽管具有显而易见的经济利益，但是世界海洋仍在继续退化，并持续受到如下因素的威胁：气候变化、污染、物质变化以及过度捕捞和人口增长对生态系统带来的更大压力。

海洋占地球总面积的百分之七十，然而我们并不了解整个海洋世界正在发生的一切。为了响应 2002 年可持续发展峰会（2002 World Summit on Sustainable Development）所做出的承诺，联合国教科文组织（UN Educational, Scientific, and Cultural Organization）下属的政府间海洋学委员会

（Intergovernmental Oceanographic Commission）和联合国环境规划署（UN Environmental Programme）正在制定相应流程，以确保全球海洋系统受到定期检测和评估。

正待研究的报告流程将确定海洋环境变化基线、趋势和前景，同时设定相应计划，对全球整个海洋系统的状况、尤其海洋系统与社会之间的全面互动关系进行定期评估。该流程的设立将基于现有区域性和全球性评估，并将提供相应框架，以便整合部门性和专题性评估。这些评估将特别包括区域性和次区域性评估，其内容涵盖河流对沿海及海洋环境的影响。

该流程将组织、分析和传达相关信息，以便决策者及其他利益相关人能够做出知情决策，进而减少人类对海洋的影响和保护未来的出路。这一宗旨在于改善海洋监测与观测方式，同时综合利用相应指标（包括确认尤其令人担忧的状况）。最后，该流程还将

提供相关建议、网络、支持和能力建构，以便加强正在进行的专题性、区域性和全国性评估（UNEP, 2008）。

在地球上遭受威胁程度最为严峻的生态系统中，热带雨林是其中之一。热带雨林不仅提供了整个社会赖以生存的基本环境功能和生态系统服务，还为全球将近一半的已知动植物物种提供了栖息地，拥有无与伦比的地球生物多样性。同时，热带雨林还具有保持水土、保护河流域的作用，可以作为抵御自然灾害的缓冲区域。不仅如此，热带雨林还为超过 15 亿人口提供生活来源，他们中的许多人都过着仅能维持基本温饱的生活，而其基本生存则在很大程度上依赖于富碳森林的馈赠。这些生态系统被形象地称为地球之肺，其在过滤调节空气、消除大气二氧化碳以及释放基本氧气方面发挥着关键作用。

减少森林滥伐及退化造成的温室气体排放（REDD）是缓解气候变化进程的有效方法

**表2：动力、主题和相互关联（有待依据新科学以及项目与计划相关检测评估进行后续修订）**

主题	生态系统管理	有害物质与危险废物	气候变化	灾害与冲突	资源效率	环境治理
<b>动力</b>						
<b>人口增长</b>	人均可用耕地的减少；沿海地区及保护区的人口压力	有毒物质侵害尤其对儿童发育和孕妇以及当地居民将产生不利影响	海平面上升、沙漠化、集约化以及风暴频率的增加导致更多移民	脆弱地区的弱势民众；土地改革；地震摧毁基础设施；缓发型灾害	发展中国家建筑领域的迅速扩张；食品生产中的能源消费；用水威胁	土地使用权；产权；水资源供应改善
<b>日益增长的资源需求</b>	工厂化农场经营；生态农业；半自然景观；渔业崩溃；热带雨林消失；红树林及珊瑚礁的破坏	水源硝化作用；杀虫剂；电子垃圾；地下水中的砷；汞污染；纳米技术的命运；	生物燃料生产和森林碳封存使食品及木材存量面临压力；酸化作用影响渔业；冰川消失造成下游晚季枯水	国内动乱破坏；资源战争；红树林消失；季节更替；极端天气；滑坡；复杂紧急情况	消费增长；生物燃料生产；中国循环经济；工业产量的非物质化；产业共生	以权利为主导的捕鱼股份制；综合管理系统；分离生产效率与环境恶化之间的关系；补偿支付，减少森林滥伐及退化造成的温室气体排放（REDD）；温室气体目标；促进技术转让
<b>经济增长</b>	农村低生产力农业实践；生态系统商品与服务评估；压力重重的亚马逊热带雨林；日益飙升的能源价格；日益升高的食品价格。	合成肥料、杀虫剂、毒性物料贸易；电子垃圾；日用品需求导致污染；	农业、航运及燃料供应失衡造成的经济损失；更多风暴造成的损失影响了保险业和基础设施的稳定性。	贫困和社会动荡诱发的森林砍伐；旅游收入损失；暴风雨毁掉庄稼，造成食物和经济收益损失；科技灾难。	新兴工业化国家对矿产及生物资源摄取强劲增长；城市地区的公共交通	金融市场低迷；发展壮大的生物燃料贸易；知足经济
<b>可持续性发展计划（MDGs）</b>	每年因砍伐造成的森林损失面积相当于巴拿马或塞拉利昂	不良环境健康方面的经济负担每年可能占 GDP 总量的 1.5-4%。	发展中国家最易受到气候变化的影响，其适应能力最差	增加援助，提高其效益；实现人类发展的更佳效果	自然资源的枯竭常常与国民财富下降存在联系	因政策制定与执行能力之间的差距，制度与政策绩效存在不均衡进展；环境贸易冲突

资料来源：改编自 World Bank, 2008



之一。这一认识使得补偿性减排概念应运而生。为了帮助拥有热带森林的发展中国家参与《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)进程中的全球温室气体减排努力,这一概念被当作利用新碳市场向这些国家提供合算公平方法的问题解决办法。其基本前提是向那些自愿承诺减少国内森林砍伐量并使其稳定于既定历史水平以下的发展中国家提供补偿。因此,REDD 可能在一定程度上成为在公平合理的基础上进行全球碳融资的一种手段,无论其是借助市场还是基于基金的方法。部分支持者们建议 REDD 提供既能减少温室气体排放又能同时实现如下数种辅助目标的新激励方案:热带森林国家的生物多样性保护、河流域保护、农村地区扶贫以及能力建构。

避免毁林计划急需进一步采取有效的措施,为此,2007 年专门做出了一项决定;在此之后,REDD 发展势头在 2008 年迅速加快。这是在继两年实验期的相关指导原则制定之后。尽管具体的架构和规则仍有待进一步确定,但现在看来,国际性的 REDD 机制将逐渐成为 2012 年后国际气候变化框架的关键组成部分。

2008 年是许多示范项目得以成功实施和获得大量资金投入的一年,这证明政府及其他机构对 REDD 实现多重利益的潜力越来越来立场一致。但从反面而言,随着科学和政治辩论的推进,新的复杂性、不确定性和争议性问题不断浮现。其中最令人关注的焦点之一便与方法论问题有关。这些问题包括:如何选择和组成森林砍伐基线;如何将退化问题纳入这些计算过程;如何设定砍伐速度量化与检测标准;如何履行机构职能以确保准确性;以及如何确保在与决策者相关的时空范围内以获得相应结果。

这些均是关键性问题,其中多数依然悬而未决。但是,即便这些问题得到了解决,其依然有可能被治理问题的阴影所笼罩。最后结果可能更多地依赖政治选择与决策,而不是技术信息,因为规则的选择将最终决定

什么将成为新型生态体系服务的支付方式(Karsenty and others 2008)。正因为如此,REDD 实施方面最具分化性的挑战很可能是治理问题。土地使用权和保有制度普遍存在的不平等、边缘化人群在资金和信息使用权方面所受到的限制、精英阶层对财政收入的挪用,这类治理失效的例子还有很多,而它们可能在很大程度上抵消 REDD 计划为当地与全球所带来的利益(Preskett 等 2008)。

由于 REDD 计划可能被大范围的推广,而不同地区可能拥有不同水平的附属价值,即生物多样性、淡水、或当地的生活功能,因此,较高的实施成本可能不利于保护某些无法立竿见影的森林价值。而这结果意味着需要更多资源。鉴于这一原因,最近已有少数提案开始关注于评价森林效用的全面功能,而不仅仅是只停留在碳储量方面(Gardiner, 2008; Trivedi 等, 2008)。但由于这些问题已超出了有待争议的 REDD 机制的预期范畴,故不可能成为下一个 UNFCCC 协议的组成部分。因这一争议而可能导致的结果是:以碳为重点的森林保护或将发展压力转移到其他低碳生态系统中。假如将保护投资直接用于热带森林,而食物及生物能作物方面的需求又不断增加,那么其他地区可能将面临更大的压力,并成为开发和土地利用变化的新目标。

REDD 为减少温室气体排放提供了创新和复合成本效益的机遇,同时带来生物多样性和社会利益,其潜力将很大程度上依赖于管理和监督。我们有望建筑一个国际性的保护机制,以帮助实现这些基于设计的多重利益。因此至关重要,科学家、从业人员以及决策者们应共同对 REDD 存在的未期负面影响以及潜在机遇进行确认、评估和规划。虽然 REDD 在未来无法减轻解决森林退化根源的压力,也无法单枪匹马地化解我们的气候危机,但这一概念已经成为促使我们重新思考生态系统管理的强大力量。时至今日,森林

面积仍在继续缩小,全球气候仍在变化,所以,我们需要对新的观点进行讨论、接受、测试、拒绝或改进。制定一项避免毁林计划以最大程度上实现多重利益,可以通过有效、公平和具体的创新方法为应对环境挑战开创先例。

## 关于选择利益

大多数人对术语“临界点”的使用非常熟悉,因为几乎每种语言都有对其进行生动描述的俗语:“压垮驼背的最后一根稻草”(A straw that breaks a camel's back);“使水溢出的最后一滴水”(a drop that makes a container overflow);或者“推到巨物的最后一次触碰”(a nudge that topples a large object)。它揭示了在一种系统中的压力逐渐积聚而形成延迟反应(Scheffer 等, 2001)。在地质学和工程学方面,不同类型的松散粒状材料呈现出各具特色的稳定或静止角度,其决定因素包括:颗粒形状、材料密度和其他因素。一旦超过这个角度,边坡崩塌随即发生。这一概念常应用于山区雪崩威胁的分类(Barbolini 等 2004)。



亚马逊热带雨林燃烧树木残骸:森林砍伐仍然是全球 CO<sub>2</sub> 排放的重要致因。

资料来源: UN-HABITAT/istockphoto

此术语含义早期多用于社会学领域，以描述细微的延迟现象，即诱发因素达到使一个特定人群引起反应之前的临界阶段。这种现象在流行病学、流行趋势和社区内人口转变中均有所记述（Gladwell 2000）。但是，该术语可以从其他角度进行考虑，该角度表明有机会可以通过最小的付出实现状况的改变（Gladwell 2000）。在这种情况下，较小努力可以产生实现预期效果的动力。这种视角已成为许多项目的灵感之源，这些项目的目标是创造临界状态，进而改变更大环境。它们包括位于高犯罪率城市社区的私人园地，人们将其改种为红树林沼泽，同时恢复湿地（Marten 等 2005）。

正是从潜在机遇的这种意义出发，我们认为这是启动环境健康经济审慎相变的有利时机。利用“休克疗法”来实现宏观经济目标是目前普遍接受的一种做法（Sachs 和 Lipton, 1990）。这种经济休克疗法是指采取一系列政策以将经济置于自由下落状态，仅当市场机制发生作用时，才使其稳定下来。经济休克疗法提倡放松管制、打破规则和非市场机制标准。这种方法在 2007 年曾被人们严厉批评为“危机资本主义”和“休克主义”（Klein 2007）。

目前，以廉价的碳氢化合物燃料运输、全球化商品与服务交易以及争分夺秒的货币交易为驱动力的全球经济无疑处于显而易见的休克状态。它为体系的改良和升级提供了无与伦比的绝佳良机，而这个体系源自这样一个世界：工业革命尚未开始，全球被划分为不同殖民地，全球人口数量仅相当于现在的欧洲人口。

新方法的时代已经到来，支持这种观点的力量愈发壮大：据联合国大会主席的发言，蒙特雷共识发展筹资问题后续国际会议（Follow-up International Conference on Financing for Development on the Implementation of the Monterrey Consensus）

承认了在过去数年内，国际背景已经发生深刻变迁。在会议期间，参与讨论者一致表示摒弃二战后秩序所代表的模式，这种模式被称为“布雷顿森林体系”或“华盛顿共识”（UN 2008b）。

这一有利时机呼吁建立一种经济体系，这种经济体系重视我们的生活和幸福赖以存在的商品与服务，其基础是数十年来可持续发展过程的思考与活动。在过去二十年中，生态经济学已将产业生态学等原理应用到了经济领域。这种方法提供了有关主要经济范式转变的丰富数据、信息和知识。新的经济范式将重视生态系统服务、成本和公共财产作用，同时对历史经验教训进行反思，以确保我们拥有以史为鉴的选择权（Pearce 等 1989, Costanza 2008）。

## 结论

实际经济（real economy）是指在地球系统所决定的经济范围内，有助于促进可持续福祉的各种因素。其与国内生产总值（GDP）所表述的市场经济是相对的。要想对实际经济进行评估，我们需要评测与涵盖大自然及我们的社会对人类福祉所做出的非市场性贡献。生态经济学家将这些贡献分为四种基本的资本类型，其对支持作为人类福祉来源的实际经济而言是必不可少的：建构成本、人力资本、社会成本和自然成本（Costanza 2008）。

经济体系的更佳模式将显然基于可持续人类福祉目标，同时它将使用明确认可该目标的进展评测方法。使用真实发展指数（GPI）替代 GDP 来跟踪了解经济健康状况就是此类替代方法之一。这种测评方法说明了生态的可持续性、社会的公平性以及实际经济效率的重要性。生态可持续性意味着承认自然和社会资本并不能由建构资本及人力资本无限制地替代，同时市场经济的发展面临着地球系统实际的局限性。气候变化或许是

这些限制中最为明显和最令人关注的一大要素（Costanza 2008）。

社会的公平性意味着承认财富分配是社会资本和生活质量的重要决定因素。传统的发展模式表面上看来是为了减少贫困，它使人们相信实现减困扶贫的最佳方式就是增加 GDP。而这种设想已为事实所否认。为此，我们迫切需要明确关注分配问题（Stiglitz 2008）。

收入不均的加剧实际上降低了整个社会的福祉，这不仅仅针对穷人，更是针对不同的收入阶层。真正的经济效率意味着要超越现有的商品与服务，吸纳可能影响分配体系中可持续人类福祉的所有资源。我们的现行市场分配体系排除了绝大多数非市场性的自然与社会资本资产及服务，而这些在人类福祉中发挥着巨大的作用（Costanza 2008）。

现行发展模式忽视了这一事实，故而不能实现真正的经济效率。一个新型的生态可持续发展模式需要评测和涵盖自然及社会资本所做出的贡献，从而拥有向真正的经济效率进一步迈进的可能性。这一新型的发展模式还将确认：对于有效管理有利于人类福祉的全部资源而言，建立一套完善而全面的财产权利机制必不可少。

例如，大多数的自然和社会资本资产都属于公共物品。将其转化为私有财产并不能取得良好的效果。从另一方面来说，任其成为不附加任何财产权利的开放性公用资源同样无法达到理想的效果。这一点，我们从水资源、土壤和大气污染等事故中可以得出共识。我们需要一种对这些资源进行财产化而非私有化的替代方案（Barnes, 2006）。为实现这一目标，人们提出了多种公共财产权制度，其中包括不同形式的公共财产信托公司（Barnes 等 2008）。

除调节市场经济外，可持续发展治理还应当扩大公共财产领域方面发挥重要作用，其手段包括对自然及社会资本资产进行



财产化和有效管理。在嵌套层面上，可持续发展治理将有助于社会形成共同愿景，展望美好未来（Daly, 1996）（表 3）。

在全球化背景下，实现可持续治理的关键是在适应性管理范式的基础上，制定一套超越层面、部门、利益相关人群以及年龄的综合性方案。而在适应性管理范式中，政策的制定将是一种旨在确认不确定性而非静态答案的反复实验。1997 年里斯本会议针对海洋可持续治理达成了六条核心原则，这些原则体现了综合环境治理的基本标准。在过去十年中，里斯本原则已成为公共自然及社会资源使用管理的基本指导方针（Costanza 等 1998）。

**职责：**公共资产资源使用权利同时包含维护职责，其使用应当基于经济高效、社会公平和生态可持续方式。个人及公司的职责与动机应当相互协调，并与广泛的社会及生态目标之间保持一致。

**层面匹配：**自然及社会资本资产管理问题很少局限于单一层面。决策权应当赋予不同的机构层次，它们应当：实现投入最大化；确保信息在这些机构以及其他利益相关人之间流动；兼顾所有权和相关主体；同时内化成本和效益。相应治理层面应当是那些拥有最相关信息、能够做出及时高效反应并且具有嵌套关系（能够超越层面界限进行整合）的机构。

**预防措施：**当潜在的不可逆影响对自然及社会资本资产存在不确定性时，有关其应用的决策应当慎之又慎。其活动可能损害自然及社会资本的人们应当承担举证责任。

**适应性管理：**鉴于公共资产管理存在某种程度的不确定性，决策者们应当不断收集整理有关适应性改进目标的生态、社会及经济信息。

**完全成本分配：**针对自然及社会资本使用做出可选择性决策时，所有内部和外部成本与收益应当予以确认和分配，其中包括社会及生态成本与收益。适当情况下，市场应当进行调整，以反映完全成本。

**参与：**所有利益相关者均应积极参与自然及社会资本资产相关决策的制定与实施过程。完整的利益主体意识和参与将有助于制定令人接受的可靠规则，这些规则可以对相应职责进行适当确认和分配。

表3：可持续发展模式

	现行发展模式 《华盛顿共识》	可持续发展模式 正在兴起的《绿色共识》
首要政策目标	<b>更多：</b> 在传统意义上，经济增长以 GDP 为衡量指标。这一认识基于增长将最终解决其他的所有问题。更多总是意味着更好。	<b>更好：</b> 秉承改善生活质量原则，工作重点从增长转向发展；认识到注重增长常常带来负面影响，并非总是上佳之策。
主要度量指标	GDP	GPI（或类似指标）
衡量/承载能力	不成问题，因为人们主观认为：市场能通过新技术克服任何资源局限性，资源替代物总是唾手可得的。	作为可持续发展决定因素的首要关注方面自然和社会资本并不可以被无限替代，地球系统存在实际的局限性。
分配/贫困	被贬低为国家政策过程，涓滴效应是：水涨众船高。	首要关注方面，因为它直接影响生活质量和社会成本，同时在某些具体方面，其状况常常因注重增长而恶化。
经济效率/分配	首要关注方面，但是通常仅包括与 GDP 相关的产品、服务和制度。	首要关注方面，但是包括市场及非市场产品、服务及影响。强调需要整合自然及社会资本价值，以实现真正的分配效率。
财产权利	强调私有财产和传统市场。	强调与系统性质及规模相适应的财产权利机制均衡，同时强调权责关系。除了私有和公共财产之外，共有财产机构将发挥更大作用。
治理角色	尽量减少其影响，同时在可能情况下取而代之以私有和市场机制。	发挥关键作用，包括在系列公共资产机构中担任仲裁人、服务人和经纪人等角色。
治理原则	自由市场资本主义。	里斯本可持续治理原则。

现行发展模式的基本特点和基于生态经济学理论的新兴模式。

资料来源：改编自 Costanza, 2008

## 参考文献

Ausubel, J. and Waggoner, P.E. (2008). Dematerialization: Variety, caution, and persistence. *Proc. Natl. Acad. Sci. PNAS*. <http://pne.rockefeller.edu/docs/PNAS-2008-Ausubel-0806099105.pdf> [Accessed 21 December 2008]

Barbolini, M., Cappabianca, F. and Savi, F. (2004). Risk assessment in avalanche prone areas. *Annals of Glaciology* 38, 115-122

Barnes, P. (2006). *Capitalism 3.0: A Guide to Reclaiming the Commons*. Berrett-Koehler Publishers, Inc. San Francisco, USA

Barnes, P., Costanza, R., Hawken, P., Orr, D., Ostrom, E., Umaña, A., and Young, O. (2008). Creating an Earth Atmospheric Trust. *Science* 24(5864):724.

Branan, N. (2008). Chemicals melt out of glaciers. *Geotimes*. [http://www.geotimes.org/aug08/article.html?id=nn\\_glaciers.html](http://www.geotimes.org/aug08/article.html?id=nn_glaciers.html) [Accessed 21 November 2008]

Costanza, R. (2008). Stewardship for a 'full' world. *Current History*, 107:30-35 [http://www.uvm.edu/gjee/publications/Costanza\\_Stewardship\\_2008.pdf](http://www.uvm.edu/gjee/publications/Costanza_Stewardship_2008.pdf) [Accessed 21 November 2008]

Costanza, R., F. Andrade, P. Antunes, M. van den Belt, D. Boersma, D. F. Boesch, F. Catarino, S. Hanna, K. Limburg, B. Low, M. Mollitor, G. Pereira, S. Rayner, R. Santos, J. Wilson, and M. Young. (1998). Principles for sustainable governance of the oceans. *Science* 281:198-199

Costanza, R., Graumlich, L., Steffen, W., Crumley, C., Dearing, J., Hibbard, K., Leemans, R., Redman, C. and Schimel, D. (2007). Sustainability or Collapse: What can we learn from integrating the history of humans and the rest of nature? *Ambio* 36(7), 522-527

Daly, H.E. (1996). *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Boston: Beacon Press, pp. 253

Enrich P.R. and Erlich A.H. (2008). Nature's Economy and the Human Economy. *Environ Resource Econ.* 39:9-16 DOI 10.1007/s10640-007-9177-5

Foden, W., Mace, G., Vié, J.-C., Angulo, A., Butchart, S., DeVantier, L., Dublin, H., Gutsche, A., Stuart, S. and Turak, E. (2008). Species susceptibility to climate change impacts. In: J.-C. Vié, C. Hilton-Taylor and S.N. Stuart (eds). *The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Gland, Switzerland.

Gardiner, B. (2008). Paying For Forests. *GLOBE Forestry Dialogue*, September 2008

Gladwell, M. (2000). *The Tipping Point: How little things can make a big difference*. Little, Brown, New York

Held, H. and Kleinen, T. (2004). Detection of climate system bifurcations by degenerate fingerprinting. *Geophysical Research Letters* 31:L23207

IOM (2008). International Dialogue on Migration N°10 - Expert Seminar: Migration and the Environment. *International Dialogue on Migration*, p107

IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK

Karsenty, A., Guéneau, S., Capistrano, D., Singer, B. and Peyron, J.L. (2008). Summary of the Proceedings of the International Workshop "The International Regime, Avoided Deforestation and the Evolution of Public and Private Policies Towards Forests in Developing Countries" held in Paris, 21-23 November 2007. *International Forestry Review* 10(3), 424-428

Klein, N. (2007). *The Shock Doctrine: The Rise of Disaster Capitalism*. Penguin Group, New York

Lenton, T.M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J.W., Lucht, W., Rahmstorf, S. and Schellnhuber, H.J. (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of National Academy of Sciences* 105(6), 1786-1793

Marten, G., Brooks, S., and Suutari, A. (2005). Environmental Tipping Points: A New Slant on Strategic Environmentalism. *World Watch Magazine* 6(10), p.10-14

Miles, L. and Kapos, V. (2008). Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Global Land-Use Implications. *Science* 320, 1454-55

OECD (2008). Aid targets slipping out of reach? Organization for Economic Cooperation and Development <http://www.oecd.org/dataoecd/47/25/41724314.pdf> [Accessed 10 December 2008]

OECD (2007). OECD Principles for Private Sector Participation in Infrastructure. Organisation for Economic Co-operation and Development <http://www.oecd.org/dataoecd/41/33/38309896.pdf> [Accessed 5 December 2008]

Pearce, D., Markandya, A. and Barbier, E.B. (1989). Blueprint for a green economy: Earthscan, London, Great Britain, 1989. 192 pp., Blueprint 2: Greening the World Economy: David Pearce (Editor), Earthscan, London, Great Britain, 1991. 232 pp. pp. 75-7

Preskett, L., Huberman, D., Bowen-Jones, E., Edwards, G. and Brown, J. (2008). Making REDD Work for the Poor. Draft final report prepared for the Poverty Environment Partnership

Sachs, J. and Lipton, D. (1990). Poland's Economic Reform. *Foreign Affairs*, Summer 1990

Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J.A., Folke, C. and Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413,591-596

Stiglitz, J. (2008). Problems with GDP as an Economic Barometer. Interview with Agence France-Presse 8 January 2008. <http://technorati.com/videos/youtube.com/%2Fwatch%3Fv%3DQJLaJMNW6GA>

Trivedi, M., Mitchell, A., Mardas, N., Murray-Philipson, H., Parker, C. and Pappageorgiou, S. (2008). Think PINC - Designing a global ecosystem services payment mechanism to complement REDD. *GCP Forest Foresight Paper 5, Global Canopy Programme*, Wytham, Oxford, UK

UN (2004). Proceedings of the United Nations Technical Working Group on Long-Range Population Projections, United Nations Headquarters, New York, 30 June 2003. Department of Economic and Social Affairs, United Nations Secretariat, Population Division. [http://www.un.org/esa/population/publications/longrange/long-range\\_working\\_paper\\_final.PDF](http://www.un.org/esa/population/publications/longrange/long-range_working_paper_final.PDF) [Accessed 12 November 2008]

UN (2006a). World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database. United Nations Population Division. <http://esa.un.org/unpp/>

UN (2006b). Delivering as One: Secretary-General's High-level Panel on UN System-wide Coherence in the Areas of Development, Humanitarian Assistance, and the Environment. United Nations. <http://www.un.org/events/panel/resources/pdfs/HLP-SWC-FinalReport.pdf> [Accessed 19 December 2008]

UN (2008a). End Poverty 2015-Millennium Development Goals High-level Event. United Nations. <http://www.un.org/millenniumgoals/2008highlevel/>

UN (2008b). General Assembly President hails Doha Conference as paving way for 'people centred development'. International Conference on Financing for Development Press Release 2 December 2008. <http://www.un.org/esa/td/doha/press/brookmannpressconf.pdf>

UNDP (2008). Poverty Eradication, MDGs and Climate Change. United Nations Development Programme, Energy and Environment. <http://www.undp.org/climatechange/adap01.htm> [Accessed 1 November 2008]

UNEP (2008). Assessment of the State of the Marine Environment. United Nations Environment Programme, Division of Early Warning and Assessment. <http://www.unep.org/dewa/assessments/Ecosystems/water/marineassessment/index.asp> [Accessed 1 November 2008]

UNFCCC (1992) United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations FCCC/INFORMAL/84/GE.05-62220 (E) 2007/05

Van Nes, H.E. and Scheffer, M. (2007). Slow Recovery from Perturbations as a Generic Indicator of a Nearby Catastrophic Shift. *American Naturalist* 169(6), 738-746

World Bank (2008). Global Monitoring Report: MDGs and the Environment—Agenda for Inclusive and Sustainable Development. World Bank/ International Monetary Fund. Washington DC, USA

WRI (2008). *World Resources 2008: Roots of Resilience - Growing the Wealth of the Poor*. World Resources Institute. <http://www.wri.org/publication/world-resources-2008-roots-of-resilience> [Accessed 19 November 2008]

## 缩略语

AFP	法国新闻社	
AGU	美国地球物理学会	
AGRA	非洲绿色革命联盟	
ASN	美国肾脏病学会	
ASCE	美国土木工程师协会	
ATSDR	美国毒物疾病登记署	
BAN	巴塞尔行动网络	
BAS	英国南极观测组织	
BBC	英国广播公司	
CBD	生物多样性公约	
CCVA	维卡邦巴-阿巴罗自然保护区走廊	
CDIAC	二氧化碳资讯分析中心	二氧化碳
COP	缔约方会议	
CRED	世界灾害流行病学研究中心	
CRIIRAD	放射学研究与资讯委员会	
CSA	卢伯中、低放射性废弃物处置场	
DDT	氯二苯三氯乙烷	
DEPA	丹麦环境保护署	
EC	欧盟委员会	
EDF	法国电力公司	
EHS	环境、健康和安全	
ENSO	厄尔尼诺南方震荡	
ESA	欧洲航天局	
E-waste	电子垃圾	
FAO	联合国粮食及农业组织	
FEWS	饥荒预警系统	
FIFA	国际足球联合会	
FP6	6 第 7 框架计划	
FP7	7 第 7 框架计划	
GDP	国内生产总值	
GEO	全球环境展望	

GHG	温室气体
GPI	真实发展指数
HCTISN	核安全透明与资讯高级专员公署
HFA	兵库行动纲领
IAASTD	农业发展知识与科技国际评估
ICRC	国际红十字会
IEA	国际能源署
IMO	国际海事组织
INAC	印第安暨北方发展事务部
IPCC	政府间气候变化问题小组
IRIN	综合地区资讯网
IUCN	自然保护国际联盟
IWMI	国际水资源管理研究所
JMA	日本气象厅
MA	千年生态系统评估
MCEER	美国多学科地震工程研究中心
MDGs	千年发展目标
mg/kg	毫克/千克
mg/l	毫克/升
MIT	麻省理工学院
MOE	日本政府环境省
NASA	(美国) 国家航空和航天局
NDRC	国家发展与改革委员会
NERSC	南森环境遥感中心
NGO	非政府组织
NSIDC	美国国家冰雪数据中心
OECD	经济合作与发展组织
OFDA	美国对外灾害援助办公室
PES	生态系统服务付费
PONJA	Nargis 后期联合评估
PVC	聚氯乙烯

REDD	减少森林滥伐及退化造成的温室气体排放
RRI	权利与资源计划
SCENHIR	新兴及新鉴定健康风险科学委员会
SoVI	社会脆弱程度指数
UCSB	圣巴巴拉加利福尼亚大学
UK	英国
UN	联合国
UNDESA	联合国经济及社会理事会
UNDP	联合国开发计划署
UNEP	联合国环境规划署
UNFCCC	联合国气候变化框架公约
UN-Habitat	联合国人类住区规划署
USA	美利坚合众国
US BCSD	美国企业永续发展委员会
USD	美元
US\$	美元
USEPA	美国环境保护局
USGS	美国地质调查局
WEC	世界能源委员会
WGMS	世界冰川监测服务机构
WHO	世界卫生组织
WNA	世界核能协会
WRI	世界资源学会
WTO	世界贸易组织
WWF	世界野生动物基金会



# 鸣谢

## 生态系统管理

### 主要作者：

Jason Jabbour, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

### 投稿人：

Traci Birge, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

Carol Hunsberger, 卡尔顿大学, 加拿大渥太华

Mirjam Schomaker, 顾问, 法国

### 审阅人：

Marten Scheffer, 瓦赫宁根大学, 荷兰瓦赫宁根

Martin Kijazi, 多伦多大学, 加拿大多伦多

Marcus Lee, 世界银行, 美国华盛顿哥伦比亚特区

Tim Kasten, Elizabeth Migongo–Bake, Matthew Woods 和 Adriaan Tas, 联合国环境规划署政策执行司, 肯尼亚首都内罗毕

Monika MacDevette 和 Barney Dickson, 联合国环境规划署世界保护与监测中心, 英国剑桥

Martina Otto, 联合国环境规划署技术、工业与经济司, 法国巴黎

Anne–France White, 联合国规划署通讯与新闻司, 肯尼亚首都内罗毕

### 章节协调人：

Jason Jabbour, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

## 有害物质及危险废物

### 主要作者：

Tahia Devisscher, 斯德哥尔摩环境研究所, 英国牛津

### 投稿人：

Thomas Hayden, 斯坦福大学, 美国斯坦福

Jason Jabbour, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

### 审阅人：

Patrice Jourda, Cocody 大学, 科特迪瓦阿比让

David Rickerby, 欧盟联合研究中心, 意大利伊士普拉

### 章节协调人：

Thierry Oliveira, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

## 气候变化

### 主要作者：

Fred Pearce, 作家和特约记者, 英国

### 投稿人：

Catherine McMullen, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

### 审阅人：

Tim Lenton, 东英吉利大学, 英国诺威奇

John Christensen, 联合国环境规划署/里索实验室, 丹麦罗斯基尔

Olivier Deleuze, 联合国环境规划署区域合作司, 肯尼亚首都内罗毕

Volodymyr Demkine 和 Jason Jabbour, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

Kaveh Zahedi 和 Mark Radka, 联合国环境规划署技术、工业与经济司, 法国巴黎

Jian Liu 和 Anna Kontorov, 联合国环境规划署政策执行司, 肯尼亚首都内罗毕

### 章节协调人：

Neeiyati Patel, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

## 灾害与冲突

### 主要作者：

Thomas Hayden, 斯坦福大学, 美国斯坦福

### 投稿人：

Catherine McMullen, Jason Jabbour 和 Márton Bálint, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

### 审阅人：

Norberto Fernandez, Peter Gilruth 和 Neeiyati Patel, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

Johannes Refisch, 联合国环境规划署政策执行司, 肯尼亚首都内罗毕

### 章节协调人：

Volodymyr Demkine, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

## 资源效率

### 主要作者：

Catherine McMullen, Susanne Bech, Jason Jabbour, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

以及 Marilyn Smith, Science Writer, 法国巴黎

### 投稿人：

Bas de Leeuw, 联合国环境规划署技术、工业与经济司, 肯尼亚首都内罗毕

John Kryger, 产业共生协会, 丹麦凯隆堡市

Michael Kuhndt, Christa Liedke 和 Patrick Schröder, 联合国环境规划署/渥普特研究所, 德国乌帕塔尔

Guido Sonnemann, 联合国环境规划署技术、工业与经济司, 法国巴黎

### 审阅人：

Girish Sethi, 能源和资源学会, 印度新德里

Weishuang Qu, 千年研究所, 美国阿林顿

Jinhua Zhang, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 泰国曼谷

Surya Prakash Chandak, 联合国环境规划署技术、工业与经济司, 日本草津市

### 章节协调人：

Susanne Bech, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

## 环境治理

### 主要作者：

Catherine McMullen, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

### 投稿人：

Jason Jabbour, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

Anna Stabrawa 和 Jinhua Zhang, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 泰国曼谷

Diana Rizzolio, Jaap van Woerden 和 Ron Witt, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 瑞士日内瓦

Adel Farid Abdel–Kader, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 巴林麦纳麦

Ashbindu Singh, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 美国华盛顿哥伦比亚特区

### 审阅人：

Jan Bakkes, 荷兰环保评估署, 荷兰比尔托芬镇

Ian Douglas, SCOPE 与曼彻斯特大学, 英国曼彻斯特

Tim Lenton, 东英吉利大学, 英国诺威奇

Bedrich Moldan, 查尔斯大学, 捷克共和国布拉格

Marten Scheffer, 瓦赫宁根大学, 荷兰瓦赫宁根

Marko Berglund, 联合国环境规划署环境法律法规司司长, 肯尼亚首都内罗毕

Marko Berglund, 联合国环境规划署政策与方案执行办公室首席顾问, 肯尼亚首都内罗毕

Peter Gilruth, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

### 章节协调人：

Catherine McMullen, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚首都内罗毕

## 制作

### 内罗毕制作团队：

Susanne Bech

Jason Jabbour

Catherine McMullen

### 支持团队：

Márton Bálint

Audrey Ringler

Cornelius Okello

Neeiyati Patel

Matthias Philippi

Beth Ingraham

Nalini Sharma

Harsha Dave

Sylvia Adams

Josephine Nyokabi Mwangi

### 编辑：

Catherine McMullen

Thomas Hayden