

U N E P

年
鉴

变化中的
环境综述

2008



UNEP 联合国环境规划署

© 2008 年联合国环境规划署版权所有

ISBN: 978-92-807-2876-7

UNEP/GCSS/X/INF/2

DEW/1005/NA

免责声明

本出版物所载内容和观点不一定反映协助专家、组织或联合国环境规划署的观点或政策，也不表示它们同意这些观点。

本出版物所用名称和提供的材料并不意味着联合国环境规划署对任何国家、领土或城市及其权力机构的法律地位，或对其疆界和边界的划定表达了任何意见。

本出版物若提到非盈利机构、商业公司或产品，并不意味着联合国环境规划署给予认可。

© 地图、照片和图片之版权归各自所有者。

转载

如为教育和非赢利性目的，可以以任何形式转载本出版物的全部或部分內容，无须版权所有人特别许可，但转载方应注明出处。如果转载方能寄给联合国环境规划署一份他引用本出版物內容的出版物，联合国环境规划署将会表示感谢。

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其他商业目的。如果有人想出售本出版物或将本出版物用于其他商业目的，他应该把说明其目的和意图的再出版申请书寄至联合国环境规划署通讯与新闻司（DCPI），地址是：邮政信箱 30552，内罗毕 00100，肯尼亚。

不得利用本出版物中有关专利产品的信息进行宣传或做广告。

制作者：

联合国环境规划署

预警和评估司（DEWA）

邮政信箱 30552

内罗毕 00100 · 肯尼亚

电话：(+254) 20 7621234

传真：(+254) 20 7623927

电子邮件：uneppub@unep.org

联合国环境规划署网站：www.unep.org

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

编辑：Paul Harrison

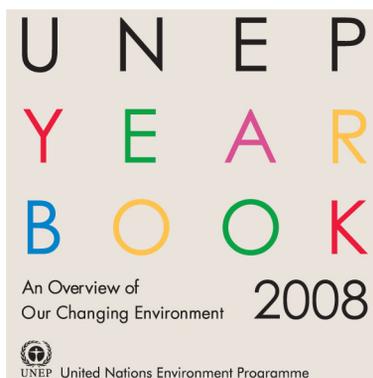
美术、排版与印刷：Phoenix Design Aid（丹麦）

发行：SMI（Distribution Services）Ltd.（英国）

本出版物可从 Earthprint.com 购买，网址为：<http://www.earthprint.com>。

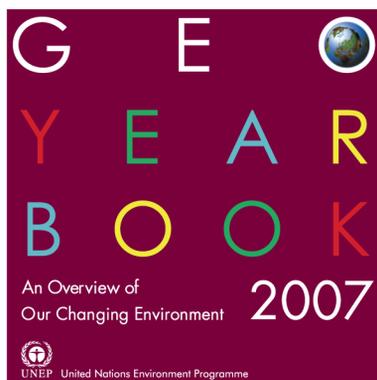
联合国环境规划署致力于推广全球与自身组织活动的合理化环保实践。本出版物完全采用来自可持续性森林的无氯无酸纸张印刷。我们的发行政策旨在降低联合国环境规划署的碳足迹。

历届年鉴



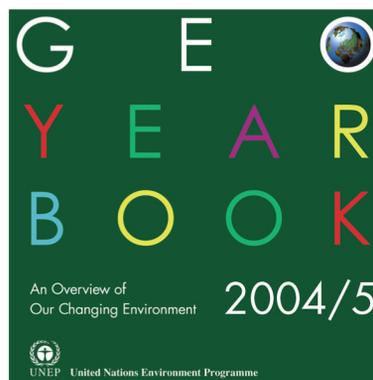
《联合国环境规划署年鉴 2008》

2008 年度的《联合国环境规划署年鉴》的《专题论述》部份考察了如何利用市场与金融机制加快实现向低碳环保经济的过渡。本章节强调了合理化的政策响应对于支持上述机制的必要性。《新的挑战》一章论述了因北极变暖与地区性反馈作用而产生的甲烷释放具有一定的复杂性，因而增加了此过程中风险因素的不确定性。



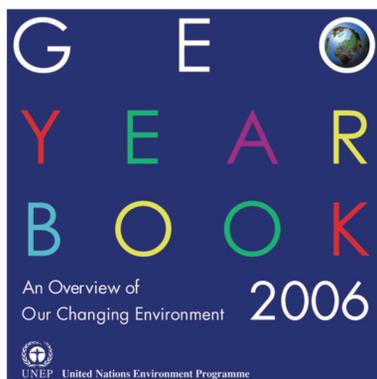
《全球环境展望年鉴 2007》

《全球环境展望年鉴 2007》专题论述部分分析的关于环境与全球化相结合的机遇和风险是从动态和相互作用的角度考虑的。经过可靠管理，各类风险可被化解甚至转化成机遇。如果不加管理或者管理不当，机遇则很容易转化成风险。《新的挑战》一章分析了纳米技术对环境与人类健康的影响。



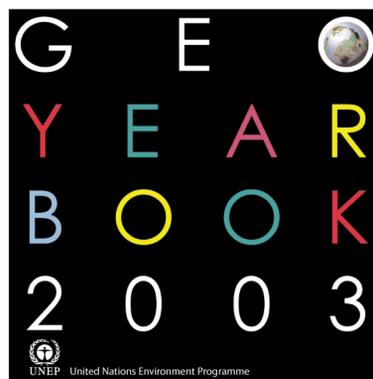
《全球环境展望年鉴 2004/5》

《全球环境展望年鉴 2004/5》专题论述部分着眼于探索性别、贫困与环境之间的联系。《新的挑战》一章探索了环境变化如何引发传染病的爆发和再爆发，证明了良好的环境管理可以最大程度地减少不利趋势。它还概括介绍了海洋盐分的近期变化，并逐步解释了这一变化为何会产生严重后果。



《全球环境展望年鉴 2006》

《全球环境展望年鉴 2006》专题论述部分分析了与能源有关的空气污染对环境、社会经济和公共健康造成的影响。能源消耗引发空气污染，全球对气候变化和能源安全与获取的关注也随之日益急增。《新的挑战》一章分析了与食品安全有关的政策影响的两个主题。第一个主题探索了气候变化过程中的粮食生产问题，第二个主题确定了海洋生态系统中鱼类与贝类养殖对环境的影响和最佳实践。



《全球环境展望年鉴 2003》

《全球环境展望年鉴 2003》专题论述部分的主题是水。水在实现各类国际上一致达成的发展目标方面发挥着重要作用。这些目标包括 2000 年联合国千年首脑会议提出的《千年宣言》(Millennium Declaration) 中的目标。《新的挑战》一章重点描述了与氮循环和海洋渔业有关的科研成果。

在线免费下载《年鉴》的最新版本，网址为：<http://www.unep.org/geo/yearbook/>，或购买《年鉴》印刷本，网址为：www.earthprint.com。购买全套《年鉴》可获优惠。
《年鉴》有英语、法语、西班牙语、俄语、阿拉伯语和中文版本。



U N E P

年鉴

2008

变化中的环境综述



目录

序言	iii
全球综述	1
2007 年大事纪要	2
关注气候变化	4
重大气候异常与事件	8
生物多样性压力	10
环境管理	14
专题论述：整合资源：运用市场与金融手段应对气候变化	17
简介	18
承担责任	19
碳市场——限额与贸易	24
排放权交易的未来	30
政府角色	32
新的挑战：来自北极的甲烷	37
北极的气候反馈	38
永冻土融化产生的甲烷	39
水合物产生的甲烷	41
自然界的改变	42
展望未来	45
缩略语	49
鸣谢	50



序言

气候变化动因无疑已成为2007年的焦点，印尼气候公约会议对巴厘岛路线图（Bali Road Map）的采纳则更是将这一趋势推向了顶点。气候变化及其对濒危生态系统、地缘政治稳定与经济安全的影响已经不仅仅是科学家与谈判代表们所关心的话题，如今它已演变为一项公认的全球公共问题，需要一代人甚至多代人在全球范围内付诸关注与努力。

《联合国环境规划署年鉴2008》中所列举的观点、事件与问题仅是2007年涌现的众多观点、事件与问题的一部份，毋庸置疑，这些都是围绕气候变化这一主题而展开的。由联合国环境规划署与世界气象组织（World Meteorological Organization）联合组建的政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change）编写的《第四次评估报告》对是否正在发生气候变化的问题进行了总结，同时对气候变化可能产生的影响进行了详细分析。

这些研究结果在结合联合国环境规划署《全球环境展望4》（GEO-4）等其它2007年度报告所得出的结论基础上，不仅对气候挑战进行了深入分析，同时也阐述在其它领域所面临的更多挑战，包括因日益加

剧的环境变迁而对生态系统完整性与人类福祉造成的影响，尤其是对具有时代标志意义的社会经济体系造成的影响。

本《联合国环境规划署年鉴》的《全球综述》部份重点阐述了有关碳排放量增长的最新观点，包括海洋酸化、气象模式变化、全球冰雪消融以及海平面上升等问题的日益严重。此外，《综述》一章还对生态多样化所面临的压力进行了剖析，简要概括了2007年度发生的重大环境事件与气候异常现象，综合评述了国际环境管理所取得的进展。

《联合国环境规划署年鉴 2008》在《专题论述》中进一步深化了2007年《专题论述》中提出的“环境与全球化”主题，分析了过去十年间里如何对由联合国、民间社会以及商业与金融领域共同发起的、旨在应对气候变化危机的市场与金融机制进行设计与验证。不断发展壮大的碳市场便是上述机制之一，它为政府如何通过整合资源，制定有效的政策激励体制来促进向环保型经济的过渡提供了宝贵的经验。而这一过渡对高效与新型的消费与生产提出了要求，同时也为我们提供了巨大的机遇。之所以称之为巨大的机遇是因为这些需求有可能超越整个世界的经济、社会与安全结构。为了适应这一需

求，我们必须秉承经验、运用智慧，不断创造出适用于快速全球化市场的新工具与新方法。

气候变化对于北极物理体系与生物体系的影响已得到了充分论证：作为全球气候体系中一个重要组成要素，北极的暖化速度已经相当于地球其它地区的两倍。《新的挑战》中提出的最新发现确认了北极内的主要反馈机制正在释放出越来越多的甲烷，这是一种强效的温室气体，来自于消融的永冻土与海洋水合物矿藏（可用来开采清洁能源的矿藏）。在区域范围内，加剧暖化的反馈机制在未来长达一个世纪的时间里仍可能占据主导地位，因此北极也将不可避免地持续释放出甲烷。由于来自北极消融地区的甲烷释放量与释放速度尚未可知，因此这也成为在气候变化风险研究时一个普遍关注的问题。

《联合国环境规划署年鉴》致力于搭建起一座连接科学与政策制定的桥梁，并旨在通过这一方式向环境部长及其他决策者们通报与全球环境重要性有关的新问题。《联合国环境规划署年鉴2008》探讨了某些政策问题，包括加大对气候与能源研究的投入力度，建立战略性的知识合作伙伴关系，以及促





进全球响应以实现向环保低碳型经济的稳步过渡。

大家可能已经注意到，我们已将《全球环境展望年鉴》更名为《联合国环境规划署年鉴》。这主要为了更好地体现联合国环境规划署的专家们在《年鉴》编写工作中所给予的大力支持与广泛参与。我们对《年鉴》的整体内容进行了精简，从而确保在一年结束之际我们能够对重大的环境发展问题做出及时的分析与总结。因此这也使得我们能够以联合国的所有工作语言向大家提供全文的《联合国环境规划署年鉴》。希望这本《联合国环境规划署年鉴2008》能以丰富的内容以飨读者，并在联合国环境规划署理事会暨全球部长级环境论坛第十次

特别会议（10th Special Session of the UNEP Governing Council/Global Ministerial Environment Forum）上引发讨论热潮。像以往一样，我们期待着您的反馈意见。



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



全球综述



© F.X. Pelletier/静态图片

2007 年大事纪要
关注气候变化
2007 年重大气候异常与事件
生物多样性
环境管理

2007 年大事纪要

一月

1月10日世界观察研究所 (Worldwatch Institute) 在其《世界形势2007》(2007 State of the World) 的报告中指出, 快速而无序的城市化进程使人类健康与环境付出了惨重的代价。预计至2008年底, 地球上的一半人口 (66亿) 将在城市里生活。

1月22日作为一个杰出的商业机构与领先的环境组织, 美国气候行动合作伙伴 (United States Climate Action Partnership) 号召美国联邦政府尽快出台强有力的国家立法, 以要求降低主要温室气体 (GHG) 的排放。

1月30日世界冰川监察中心 (World Glaciers Monitoring Center) 在其报告中指出, 自2000年至2005年期间, 山岳冰川的消融速度已达到二十世纪九十年代平均水平的1.6倍, 更为二十世纪八十年代平均水平的3倍, 而这主要归结于气候变化速度的加快以及人为因素造成的气候变化。



格洛贝勒, 少, 非利普/德意志图片

二月

2月12日文莱达鲁萨兰国、印尼与马来西亚共同签署了一份旨在保存“婆罗洲心脏”的历史性宣言。这一多边宣言将致力于保存与持续管理世界上最为重要的生物多样性中心之一。

3月15日八国集团 (G8) 环境部长与来自巴西、中国、印度、墨西哥、南美、欧洲委员会、联合国与世界自然保护联盟 (IUCN) 的代表在波茨坦举行会谈, 就全球面临的气候变化与生物多样性挑战展开讨论。十三国部长就《波茨坦倡议》(Postdam Initiative) 达成了一致协议, 并将评估核算由于生物物种减少而必须付出的经济成本。

FANOS XAHER/REUTERS/世界自然基金会



3月22日世界水日——世界自然基金会 (WWF) 在《世界十大危机河流》(World's Top Rivers at Risk) 的报告中指出, 各大洲的主要河流都面临着来自筑坝、污染、过度捕捞、入侵物种、水资源短缺或气候变化的威胁。

四月

4月17日联合国安全理事会 (UN Security Council) 首次展开了对气候变化的讨论。会议着眼于气候变化对于和平与安全的影响。在一部分与会人员对安理会在这一问题上所扮演的角色产生质疑的同时, 另一部份人员则呼吁联合国应当考虑召开一次全球峰会。

六月

6月1日《关于化学品注册、评估、许可和限制制度》(Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals, REACH) 的欧盟法规正式生效。在历经了长达四年多的谈判与协商阶段后, 化学品登记、评估与授权机制的出台将对各类工业领域产生重要影响, 包括从上游的化学品制造商直至下游的化工产品终端用户。

6月7日全球八大工业化国家中的六个国家就“截止至2050年将全球二氧化碳排放量减少至少一半”的协议达成一致意见, 并承诺将为实现这一目标而共同努力。俄美两国是八国集团 (G8) 中仅有的持保留意见的国家。但作为让步, 所有八国成员同意坚持“持续地”减少排放量。

6月8日在继世界自然基金会与当地环境组织多年的支持与保护工作后, 俄国政府成立了国家首个保护西伯利亚虎国家公园——佐夫泰格拉 (Zov Tigra)。



杰, 马尔雅/德意志图片

6月22日联合国环境规划署颁布的《苏丹冲突后环境评估》(Sudan Post-Conflict Environmental Assessment) 报告表明, 达尔福尔 (Darfur) 及苏丹其它地区的和平与生活与环境挑战之间存在着密不可分的关系。报告呼吁国家及地区领导人注重环境意识, 把握机遇以实现环境的持续管理。

7月12日墨西哥宣布其将于2007年种植250万棵树木, 这代表了在以国家为单位响应联合国环境规划署倡议的“为地球植树10亿棵” (Plant for the Planet: Billion Tree Campaign) 运动中所做出的最高承诺。

7月31日印度人口密度最高的城市尤塔普拉德什邦 (Uttar Pradesh) 政府的林业局成功地创造了在一天内种植1050万棵树的纪录。



罗恩, 古拉/德意志图片

八月

8月9日来自东南亚与东亚国家的环境部长与高层官员签署了《环境暨健康曼谷宣言》(Bangkok Declaration on Environment and Health), 共同致力于减少亚洲地区每年因各种环境与健康风险而导致的660万人死亡。

十月

10月1日美国国家冰雪数据中心 (US National Snow and Ice Data Center) 宣布北冰海冰在2007年的融冰季节已直线跌落至自1979年以来卫星测量数据的最低水平。



SKYMAN COPPER/德意志图片

10月1-3日参加瑞士召开的达沃斯气候变化与旅游会议 (Davos Conference on Climate Change and Tourism) 的与会国一致认为, 旅游行业必须减少其温室气体 (GHG) 的排放, 调整以往的商业操作与旅游目的地, 提高能源效率, 以及募集资金以帮助贫困地区与国家。

10月11日欧洲环境署 (European Environment Agency) 公布了其关于53个国家环境状况的第四次评估报告, 着重提出了空气污染、生物多样性损失以及跨区域的水质下降等问题。报告指出空气污染可能会使西欧与中欧地区的人均预期寿命减少一年的时间。

10月12日诺贝尔和平奖被联合颁发给了美国前副总统戈尔·戈尔 (Al Gore) 与政府间气候变化专门委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change), 以表彰他们为确立和传播更多有关人类活动引起气候变化的知识, 继而为采取应对这一变化的措施奠定了基础所做出的贡献。



MATT ARTZ

十一月

11月1日据科学家报道, 在十月份发生的导致2000多个家庭毁灭的加利福尼亚森林火灾, 仅在一周时间内便向大气排放了近800万吨的二氧化碳, 这相当于加利福尼亚州整个月的化石燃料排放量。

11月12-17日国际间气候变化专门委员会 (International Panel on Climate Change) 公布了其《第四次评估报告》(Fourth Assessment Report) 的总结报告, 其中对气候变化及影响、适应措施以及未来情景设想进行了详述。

11月20日刚果宣布成立桑库鲁 (Sankuru) 自然保护区, 通过禁止捕猎与森林采伐来拯救与人类亲缘关系最近的类人猿——倭黑猩猩。这个面积达到30,570平方公里的保护区是美国与刚果的保护组织与政府机构共同创建的。



2月26日《美国国家科学院院刊》(Proceedings of the US National Academy of Science)发表的最新研究表明,非法象牙交易已上升到过去二十年间未见之程度,这将威胁削弱对拯救濒危非洲象群所做出的努力。



MARTIN HARVEY / 视觉中国

2月26日由美国前副总统艾·戈尔 (Al Gore) 主创的纪录片《难以忽视的真相》(An Inconvenient Truth)——一部旨在告诫人们气候变化危险性的影片——在第79届奥斯卡颁奖典礼上荣获了“奥斯卡最佳纪录片奖”。

4月20日超过600位商业领袖与专家参加了在新加坡召开的全球环境商业峰会 (Global Business Summit for the Environment), 这也是亚洲地区举办的首届类似会议。会议提出了增强企业的环境责任意识, 以及私营企业领域如何应对气候变化挑战等问题。

4月24日享有至高荣誉的戈德曼环境奖 (Goldman Environmental Prize) 评选出六位获奖人, 其中一位是来自爱尔兰的农场主, 他因反对让壳牌石油 (Shell Oil) 的天然气管道通过自己的农场而被捕入狱; 另一位是来自冰岛的企业家, 他通过一种独创的方式将捕鱼权全部买下以拯救北大西洋的野生鲑鱼。

五月

5月14-17日来自全球三十多座大城市的市政与商界领导人齐聚纽约参加第二届“C40大城市气候峰会” (C40 Large Cities Climate Summit)。所有与会城市在联合公报中共同号召国家政府授权城市应对气候变化。

5月16日联合国环境规划署中国连同联合国环境规划署以及若干多边环境协议 (Multilateral Environmental Agreements) 秘书处共同颁布了一项针对非法交易碳氟化合物与其它消耗臭氧层物质的计划。其初衷旨在通过海关官员的培训打击每年价值已达到100亿美元的环境犯罪行业。

三月

3月8日在欧洲联盟 (EU) 政府首脑春季理事会 (Spring Council) 会议上, 27个成员国批准制定了一项新的目标, 旨在将截止2020年的温室气体总体排放量减少到相当于1990年排放水平的20%。欧洲目前的二氧化碳 (CO2) 排放量占全球的15%。

5月25日印度环境部长宣称, 国家现行的环境政策以及国家在能源效率、保护措施、能源行业改革、燃油向清洁能源转变及植树造林方面所做出的努力将使印度在2020年实现温室气体排放量减少25%以上的目标。

6月28日美国鱼类与野生动物保护委员会 (US Fish and Wildlife Service) 正式宣布, 白头鹰的种群数量已得到恢复, 现已从美国濒危物种与受威胁物种清单中除名。同时除名的还有区域特征明显的西大湖 (Western Great Lakes) 灰狼种群与黄石 (Yellowstone) 大灰熊种群。



ALLOCS THEO / 视觉中国

七月

7月1日中国——全球最大的氟里昂与哈龙制造商——关闭了六家仅存工厂中的五家, 将中国实现《蒙特利尔协议》(Montreal Protocol) 在2010年最后期限前逐步淘汰发展中国家两大消耗臭氧层化学品的目标向前推进了两年零六个月的时间。

7月1日经济合作与发展组织 (Organization for Economic Cooperation and Development) 公布了有史以来首份关于中国环境表现的评价, 强调了快速的经济增长、工业化及城市化已经对环境构成了日益严峻的压力, 造成了对人类健康的极大伤害及自然资源的极度消耗。

7月6日在联合国全球契约领导人峰会 (UN Global Compact Leaders Summit) 上, 来自全球153家企业的首席执行官承诺将加快应对气候变化的步伐, 并号召政府同意采取相关措施, 以便在2012年《京都议定书》(Kyoto Protocol) 约定期满时能建立起切实可行的气候包容型市场机制。

8月28日据科学家报道, 沿北美洲境内北极海岸线行走的西北航道 (North-West Passage) ——一条正常情况下应为冰冻的海域航道——现已开航。这是自1972年开始实施监测以来冰量最少的一年。



张源 / 视觉中国

九月

9月20日越南偏远山区的雾林、密克罗尼西亚 (Micronesia) 众多的环礁以及萨尔瓦多 (El Salvador) 的红树林被联合国教科文组织 (UNESCO) 列入世界生物圈保护区网络 (World Network of Biosphere Reserves) 中的23个新增生态系统。世界生物圈保护区网络 (World Network of Biosphere Reserves) 的宗旨是帮助当地社区应对生物多样性损失以及促进可持续发展。

9月24日联合国秘书长潘基文 (Ban Ki-moon) 在联合国总部纽约召开了一次有史以来最盛大的气候变化全球领导人会议。秘书长呼吁全球150多个国家的高层官员组成联盟, 共同加快对已被列入其最高议事日程的气候变化问题做出全球响应。

10月25日在与全球各地区的利益相关方展开了长达五年时间的深入探讨后, 联合国环境规划署公布了《第四次全球环境展望评估报告》(Global Environmental Outlook Assessment Report)。报告命名为《为了发展的环境》(Environment for Development) 揭示了有关环境的最新研究成果, 着重分析了需要给予政策关注的新问题。

10月25日加拿大政府宣布拥有10,000平方公里的国家海洋保护区 (National Marine Conservation Area) 在苏必利尔湖 (Lake Superior) 正式建成, 这将成为世界上最大的淡水海洋保护区。

10月26日九个非洲国家在由法国政府与野生动物迁徙物种保护公约 (Convention on Migratory Species of Wild Animals, CMS) 于巴黎共同召开的会议上签署了一项旨在进一步保护大猩猩的新协议。

10月30日根据巴西空间研究所 (National Institute for Space Research) 公布的一份报告显示, 亚马逊地区的毁林速度相对2004年以前的水平呈现出复苏趋势。12月, 环境部宣布毁林速度已从1976年0.5%上升到了2006年的17%, 与上一报告年度的数据相比减少了20%。



MARK EDWARDS / 视觉中国

11月27日联合国渔业部长就一项关于蓝鳍金枪鱼的多年库存补充计划达成一致协议。蓝鳍金枪鱼是一种极其珍贵而又倍受威胁的鱼类物种, 它被广泛地用于烹制生鱼片与寿司。在发现其16,779.5公吨的年配额全部用完后, 欧洲委员会已于九月开始禁止欧盟捕鱼者在2008年以前对蓝鳍金枪鱼进行捕捞。

11月28-30日纪念全球二氧化碳 (CO2) 记录工作50周年的座谈会在夏威夷召开。座谈会强调了保持长期的全球记录对于促使社会清理自己的足迹以便日后管理具有重大的意义。

十二月

12月3日澳大利亚新任总理陆克文 (Kevin Rudd) 宣布国家已正式签署并通过了《京都议定书》(Kyoto Protocol)。根据该条约, 澳大利亚需要达成的目标是在2008至2012年承诺期间将温室气体的排放量限制在1990年排放水平的108%。然而陆克文 (Kevin Rudd) 积极地表示, 澳大利亚可能会在这一目标的基础上再降低一个百分点。



ISV / 视觉中国

12月3-14日在巴厘岛召开的联合国气候变化会议一致通过了巴厘岛路线图 (Bali Road Map), 制定了未来两年的谈判路径, 以就2012年后的后京都协议达成一致意见。



全球综述

2007年，气候变化的问题得到了全球的广泛关注。国际间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change）的《第四次评估报告》（Fourth Assessment Report）已完全消除了对气候变化的范围与危险性尚存合理疑虑的所有看法。生物多样性的影响尤为严峻，因为来自人类活动的压力——如滥伐森林、水底拖网、生物燃料生产——已对地球上的生态系统构成了威胁。



数以百计的车辆在济南大街上行驶，中国人正在试图穿越浓烟黑雾、空气污染与漫长的交通拥堵慢慢前行。据中国汽车工业协会统计，2007年的中国经历了汽车销售增长速度最快的一年。
来源：Sinopictures/静态图片

关注气候变化

国际间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）《第四次评估报告》（Fourth Assessment Report, AR4）的发表包含了2007年期间公布的四份报告。其一是国际间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作小组（Working Group 1）关于科学认知的报告；其二是第二工作小组（Working Group 2）有关影响与适应问题的阐述；其三是第三工作小组（Working Group 3）有关经济与缓解措施的分析；最后在十一月底，国际间气候变化专门委员会（IPCC）发布了有关整体评估的《综合报告》。每一次报告的发表都使全球进一步意识到了气候变化问题的重要性（IPCC 2007a-d）。与此同时，2007年还见证了不断来自经济、发展与环境等资源领域的旨在强调气候变化如何对不同领域的利害关系与目标造成影响的各类报告（如 Christian Aid 2007、国际警报2007（International Alert 2007）、UNDP 2007、Lehman Brothers 2007 和 Oxfam 2007）。

大气温室气体日益增多

《第四次评估报告》（AR4）认定了于2006年初正式公布的科学研究。作为一家专门从事地球碳循环研究的国际化科研计划联盟，全球碳计划（Global Carbon Project）于2006年初公布了自己的研究成果，指出二氧化碳排放的增长速度尤甚于国际间气候变化专门委员会（IPCC）采纳的强度最大的化石燃料排放情景。2000年至2005年期间，这一增长速度已超过了每年3.3%的比率（Raupach 等 2007）。

发达国家与发展中国家的含碳能源使用均呈稳

定或略微增长的趋势：在人口数量与人均国民生产总值增长的同时，尚无一个地区采用脱碳能源（Canadell and others 2007, USCCP 2007）。

排放增长速度最高的是处于快速工业化进程的发展中国家，其中以中国尤甚。拥有全球80%人口的发展中国家占了2004年排放增长量的73%，以及排放总量的41%，而在其工业化的初期，仅占全球累计排放量的23%（Raupach 等2007）。

专栏 1: 酸海

在人类活动向大气层排放的碳负荷中，如果不是有近一半的排量已为地球上的海洋所吸收，则气候变化的影响无疑将会演变得更加恶劣。然而这种碳负荷会改变海洋的酸碱平衡度（pH）——即海洋是呈酸性，还是碱性。

通常情况下，我们的海洋应略呈碱性。但当二氧化碳溶解于海水后，会被释放氢离子（H⁺）。溶解的二氧化碳越多，氢离子的浓度越高，酸性也就随之增加。研究者们指出，目前海洋所吸收的碳含量已经超过了过去近2000万年来海洋所吸收的含量。在那一时期，海洋生物在微呈碱性——pH 值 8.0 ~ 8.3——的海水中实现了进化至顶盛的过程。

海洋酸化对于海洋生态系统以及栖居于这些生态系统中的生物体所产生的影响是近年来才得到公认的。最受威胁的生物当属那些通过分泌碳化钙产生壳体的软体动物（如牡蛎、蛤蜊、贻贝与海螺）以及那些建造复杂珊瑚礁的腔肠类珊瑚虫。

按照二氧化碳目前的人类排放速度来计算，直至二十一世纪末，海洋酸化的结果将完全抑制软体动物与钙质浮游生物产生其赖以生存的钙。到那时，珊瑚礁可能会崩塌，而珊瑚礁所构建的多元化生态系统——众多海洋鱼类的栖息乐园——将只会保留在照片中。（UNEP 2007、Plymouth Marine Laboratory 2007和 Stone 2007）

来源：UNEP 2007, Plymouth Marine Laboratory 2007, Stone 2007



大气二氧化碳浓度的增加还来自于另一个值得警惕的原因：为海洋所吸收的二氧化碳正在减少（Canadell and others 2007）。自1957年首次记录二氧化碳浓度以来，科学家们通过对碳循环源汇的追踪发现海洋已成为了一个重要的人为二氧化碳排放的碳汇。自1800年以来，海洋已吸收了近乎一半的来自化石燃料与其它工业碳源所排放的二氧化碳，而目前的吸收量仍然达到25~30%（Sabine 等2004）（专栏1）。

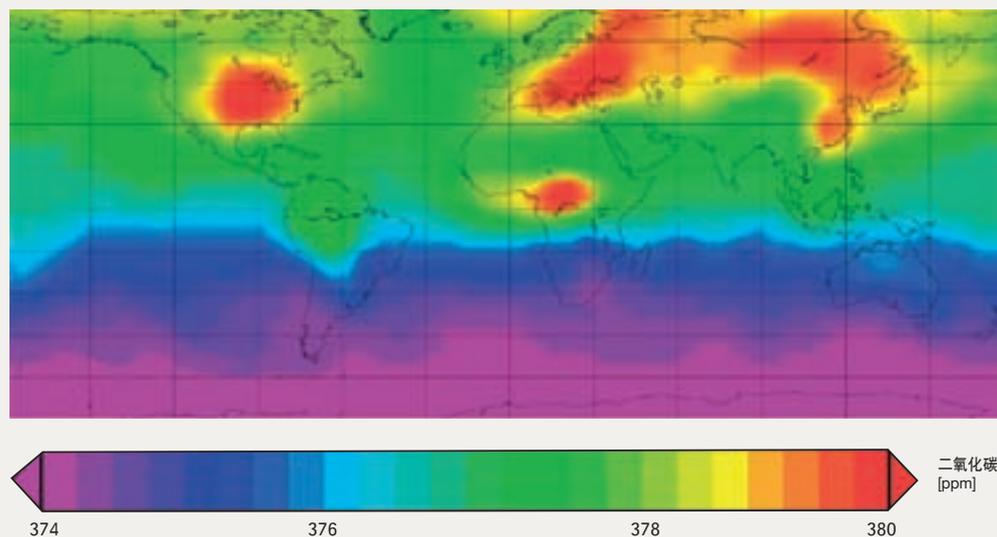
根据分析北大西洋海船观测数据所获得的研究结果表明，一个区域是否具有巨大的碳汇能力取决于其是否拥有低温高盐条件下的水密度所产生的强烈的垂直循环。研究发现，在二十世纪九十年代至2002~2005年间，研究区域的二氧化碳吸收量减少了一半以上。这是由于海洋内碳浓度的增加导致了垂直混合的减少以及水面缓冲能力的降低。另一项研究还发现，在1981年至2004年期间，南大洋对于二氧化碳的年吸收能力正在以每年8000万吨的速度递减。这可能是由于风向分布的变化而引起——目前的风向分布不利于二氧化碳从海水表面进入海水深层（LeQuere等到2007）。尽管两项研究均认为导致观测现象的产生归结于各种复杂而相关的原因，但气候变化是其论证的一个重要因素。

世界气象组织（World Meteorological Organization）公布的2006年大气温室气体浓度数据显示，二氧化碳与氧化二氮（N₂O）已达到有史以来的最高水平，而甲烷浓度持续稳定（WMO 2007）（表1）。大气二氧化碳浓度的持续增加所形成的碳循环将



Dendronephthya 软珊瑚花园，斐济
来源：Paul Humann/fishid

图1：碳追踪器（Carbon Tracker）显示的大气二氧化碳浓度



碳追踪器（CarbonTracker）是一种用于监测在全球、地区到城市范围内工业与生物过程碳通量的工具。监测记录始于2000年，显示为指代368至372百万分率的刻度色条，最新的全套数据集来自2005。色谱条范围包括374至380百万分率。这是由美国国家海洋及大气管理局（NOAA）编制的，用于为美国气候变化科学计划署（CCSP）于2007年11月发表的《第一次碳循环状态报告》（First State of the Carbon Cycle Report）提供参考。

由美国国家海洋及大气管理局（NOAA）碳追踪器模型计算的2005年二氧化碳列平均克分子分数（ppm）（见：<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/carbontracker/>）。蓝色区域表示二氧化碳浓度相对较低，红色区域则表示二氧化碳浓度相对较高。

来源：NOAA Research 2007, USCCSP 2007

使气候变化较预期的更快、更剧烈（Canadell 等2007）（图1）。

降水模式与风暴活动

最新公布的研究结果证明，全球范围内的湿度与降水变化归结于人为因素的影响（Willett and others 2007, Zhang and others 2007）。其变化已超过了模型模拟所预期的程度，并已对降水变化敏感型区域，如萨赫勒（Sahel）等境内的生态系统、农业与人类健康造成了严重的影响（Zhang and others 2007）。降水模式与湿度的变化是影响人类热应激事件、地表水文、生态完整性、以及地理分布与风暴强度的重要因素（Willett 等2007）。

正如科学家们对气候变化的预言一样，今年出现了频繁的风暴与异常的气象模式，然而值得庆幸的是，这两方面的事件已引起了人们的特别关注，因为它们验证了提前预警与灾难防御的重要性。

尽管大多数风暴在接近干旱的阿拉伯半岛时都

会逐渐减弱，但热带气旋古努（Tropical Cyclone Gonu）仍然成为了阿拉伯海域有史以来最强烈的一次风暴，这堪称通常只产生普通气旋的整个北印度洋，包括孟加拉海湾在内所记录的最强风暴（JTWC 2007, NASA 2007）。部份石油钻塔被关

表1：温室气体丰度趋势

2006年全球主要温室气体的全年平均丰度及历史趋势关系。

	二氧化碳 (ppm)	甲烷 (ppb)	氧化二氮 (ppb)
2006年全球	381.2	1785	320.1
2006年相比1750年**	136%	255%	119%
自1997年的平均年增长量	1.93	2.4	0.76

**前工业混合比率设定为二氧化碳：280ppm，甲烷：700ppb，以及氧化二氮：270ppb。

来源：WMO GHG Bulletin 2007





停,有的则被撤离。阿曼被迫疏散了首都马斯喀特及周近地区的2万人群、以及两个岛屿上的所有人口。由政府为他们提供住所、物资与药品。在伊朗,4万人被迫从沿海地区撤离。伊朗红新月会(Iranian Red Crescent)与国家灾难特遣部队(National Disaster Task Force)全力出动。目前两个国家的情况已经得到了控制(ReliefWeb 2007a)。

11月,热带气旋(Tropical Cyclone Sidr)登陆恒河三角洲西侧,横扫全球人口最密集的低地。该地区在以往的风暴中曾因遭受洪水淹没与风暴巨浪的双重袭击而造成过惨重的人员伤亡。1970年,在同一地区登陆的风暴曾导致30,000人死亡,成为了现代史上最致命的自然灾害之一。另一次是在1991年,类似的旋风再次使138,000人无辜丧生。而这一次,超过3,000人丧生,更有数百万人无以维持生计。尽管对于灾难防御的持续



在锡德气旋(Cyclone Sidr)肆虐后,一位孟加拉男孩推自行车经过一片狼藉的莎伦克霍拉(Sarankhola)镇集。超过200万人被迫在锡德袭击沿海低地前撤离该地区。与气旋的强烈程度相对,此次死亡的损失相对较小,但已造成了400多万人无家可归。来源: Ruth Fremson/纽约时报(The New York Times)

投资已初显成效,但挑战形势依然严峻(ReliefWeb 2007b)。

在过去十年间里,北大西洋飓风活动与气候变化之间的关系已得到了广泛的讨论。海表温度与厄尔尼诺南方涛动(El Niño-Southern Oscillation)循环是目前已经公认的相关因素。研究学者们提出了10年、12年与40年循环周期的理论(Goldenberg and others 2001, NASA 2001)。2007年美国国家大气研究中心(US National Center for Atmospheric Research)的科学家们指出,自1900年起大西洋海盆内的飓风活动增加了一倍。科学家们的观测发现,热带风暴的增加分为了三个阶段,而到1995年则达到了近年来增长的极限,这与不断升高的海表温度存在着密不可分的关系。飓风在风暴中所占的比例约为55%,这一数据由于总量的增长而保持未变。但风速超过175公里/小时的强飓风所占比例却有明显提高(荷兰和 Webster 2007)。

对于北大西洋地区的研究结果表明,飓风活动在异常活跃的2004与2005年呈现出明显的增长趋势,导致飓风形成的原因可能存在诸多不确定因素。而飓风活动相对平缓的2006与2007年则可能是由于受到了大规模的沙尘暴影响——这是由于在5至8月份期间,撒哈拉沙漠上会产生自东向西移动的沙尘暴,并将异常干燥的空气带往大西洋海盆(Evan等2006, Klotzbach和Gray 2007)。

冰雪消融与海平面的不断上升

海平面也正在以超出预期的速度不断上升。《国际间气候变化专门委员会第四次报告》(IPCC AR4)指出,目前海平面上升的主要原因归结于海洋热膨胀与冰川消融,但认为这与格陵兰及南极洲冰原的消融关系不大(IPCC 2007c)。如果不考虑因海洋暖化所造成的膨胀,则对于已观测到的海平面上升而言,目前多数是由于冰雪消融所导致的。冰川与冰盖(冰雪覆盖面积少于50,000平方公里的区域)占据了冰雪消融总量的40%以上,超过了两大冰原的消融量(Meier等2007)。

自二十世纪九十年代末以来,冰川与冰盖的消融已呈现增长的趋势,其中一部份是来自于海洋边界冰川的过度融化与消退。海界冰川消融速度的加快



古努气旋(Cyclone Gonu)留下一条残缺不全的公路——洪水淹没街道,电线倒塌,供水设施受损,以及海岸基础设施遭到破坏。来源: Dilip Correa/ Daijiworld.com

可能是由于冰川与海床之间的海底接触薄弱,以致使内陆冰迅速外流以及冰川水被排流,进而产生了动态的不稳定性。这种不稳定性尚未在气候模式中得到充分体现,代表着海平面上升存在更大增长的可能性。预计至2100年,因冰川消融所导致的海平面上升可能达到0.1~0.25米,这已超过了《第四次报告》(AR4)所提出的预测值(Meier et al 2007)。不过全球正在对冰川的消融进行观测记录,其模式可以以阿尔卑斯山脉的详细记录为例。评估表明,在1850年至1975年期间欧洲阿尔卑斯山脉的冰川消融约占总量的一半,1975至2000年期间占了剩余的25%,而另有10~15%发生于2000至2005年期间(Haeblerli等2007)。

目前,研究学家们尚不能将冰原的动态变化纳入其研究模式。引起这类变化的影响因素包括冰架下的暖流导致冰层变薄与不稳定,以及从垂直冰洞或冰穴中渗出的融水对冰原底部的冰与岩石间接接触面产生了润滑效应等等。在格陵兰冰原中,冰下水的润滑效应表现得尤为突出,与过去的19年相比,2007年内格陵兰冰原发生消融的天数增加了25~30天。根据最新的研究结果显示,整个格陵兰冰原

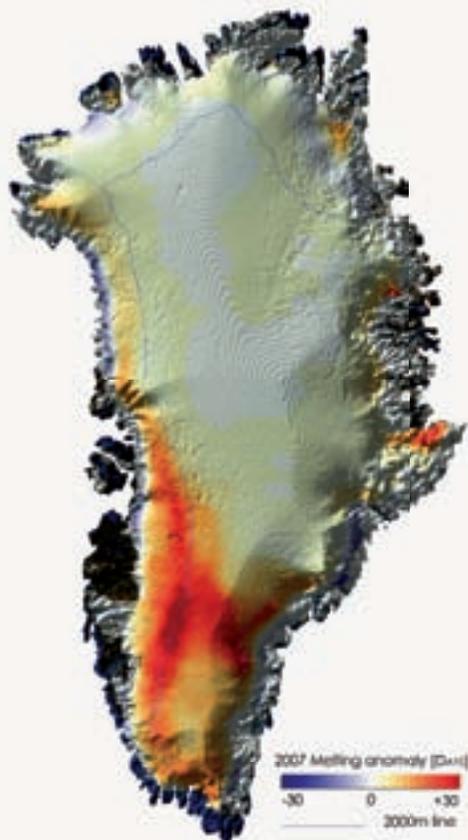




的消融在2007年呈现出整体增长的趋势，而在高海拔区域更是超过历年的记录，已高出平均水平150% (Tedesco 2007) (图2)。

数据表明南极洲也正面临着大面积消融的威胁。按照目前的速度计算，格陵兰与南极洲两个地区的冰原消融总量预计约为每年1250亿吨，而这已足以让海平面每年上升0.35毫米。目前海平面上升的速度为每年3.0毫米。在南极洲与格陵兰的冰雪消融以及海界冰川消融的共同作用下，海平面每年上升的速度将有可能超出《第四次评估报告》(AR4)中所公布数据的15~20% (Wingham 2007)。

图2: 格陵兰冰原的季节性消融 (2007年)



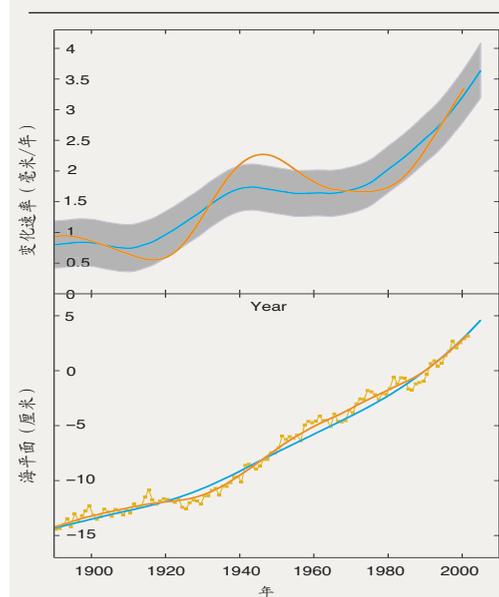
图片显示为2007年格陵兰地区所记录的冰雪消融天数。红色代表平均消融天数超过20天的区域 (Tedesco 2007)。

对于导致海平面上升的变化因素，目前的认识依然有限，但部份科学家已编制出了一份全球大气温度与海平面上升之间的简化关系图 (Rahmstorf 2007) (图3)。根据上个世纪所观测到的海平面上升数据，可以预测到在未来将呈现出一个直线上升的走势，由正常排放途径所引起的气候暖化将导致海平面在二十一世纪内上升0.5~1.4米。这一关系的分析是合理的，因为海平面上升的主要原因只能来自于海水的膨胀与山岳冰川的消融——至于南极洲与格陵兰冰原的消融，目前尚未发挥主要作用 (Rahmstorf 2007 和 Hansen 2007)。

北极的政治定位

2007年，北冰洋海冰的收缩达到有史以来的最高记录 (ESA 2007)。在6至7月期间持续盘旋于北极上空的高压系统产生了以下三方面的影响，导致了冰雪消融的增加：北极漫长的白天拥有晴朗的天空与持久的日照、带有暖空气的北风、以及携带着西伯利亚冰雪的气流覆盖着大面积的开放水域 (NSIDC 2007)。《第四次评估报告》(AR4) 预测至2100年，北极的冰雪将会完全消失 (IPCC 2007b)。然而有些科学研究预测北极无冰将会提前到2040年。2007年底研究学者们又提出了至2013年，北极的夏季可能再也看不到冰雪 (Holland 等2006和Borenstein 2007)。对于日后可能出现的大面积开放水域，有可能引发国际上对该地区的主权主张。俄国已将一面旗帜插于北极点的海床之上，而加拿大与丹麦则继续合作以展开绘制罗蒙诺索夫海岭 (Lomonosov Ridge) 地图的长期研究计划 (Continental Shelf Project 2006)。该海岭被认为是一个富含石油与天然矿藏的地区，现已有三个主权国家分别根据《海洋法》(Law of the Sea) 的相关条例将该地区主张为本国的大陆架延伸。而美国则主张整个北冰洋海域应当作为国际水域 (Shukman 2007)。

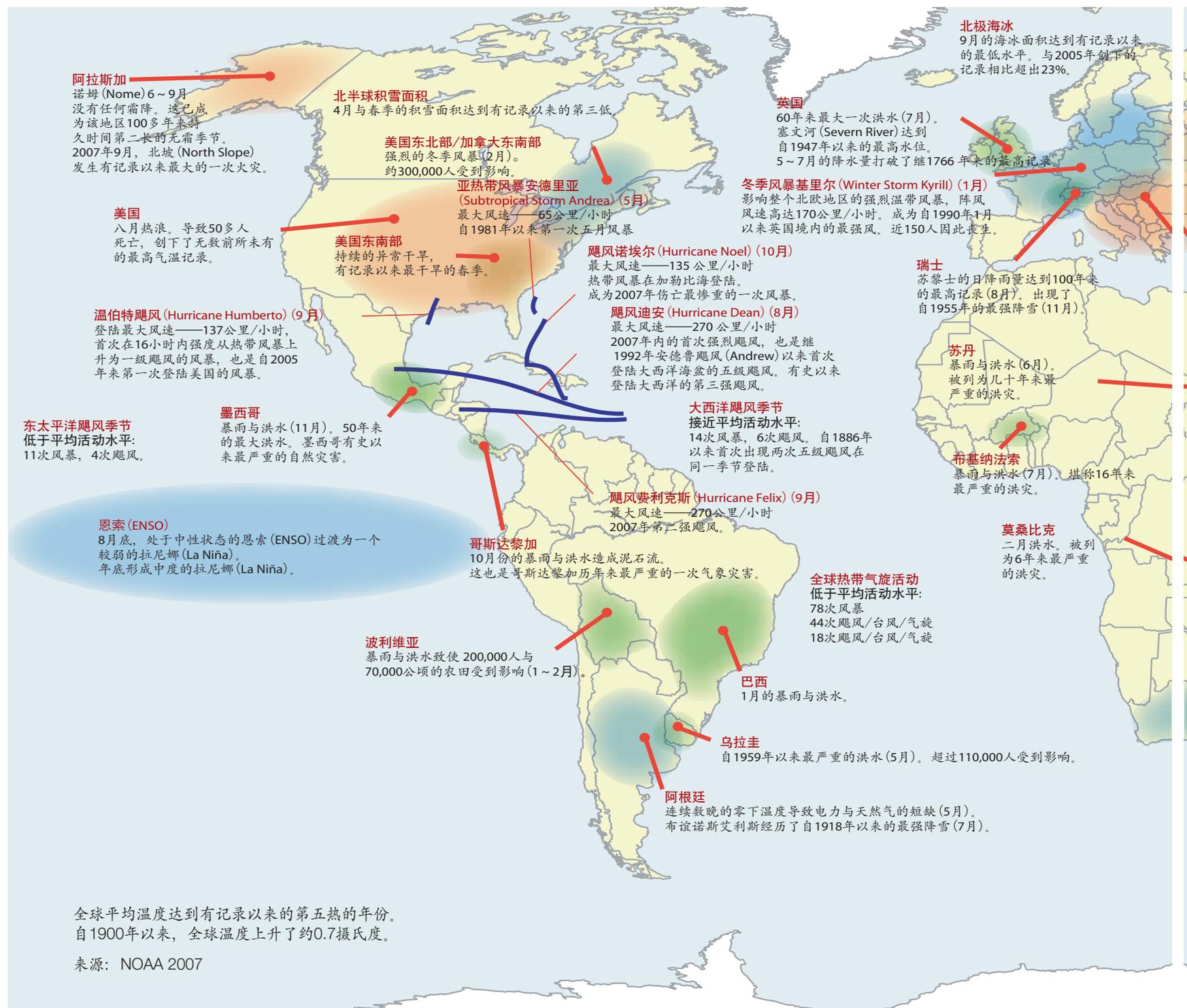
图3: 海平面上升与温度上升的关系

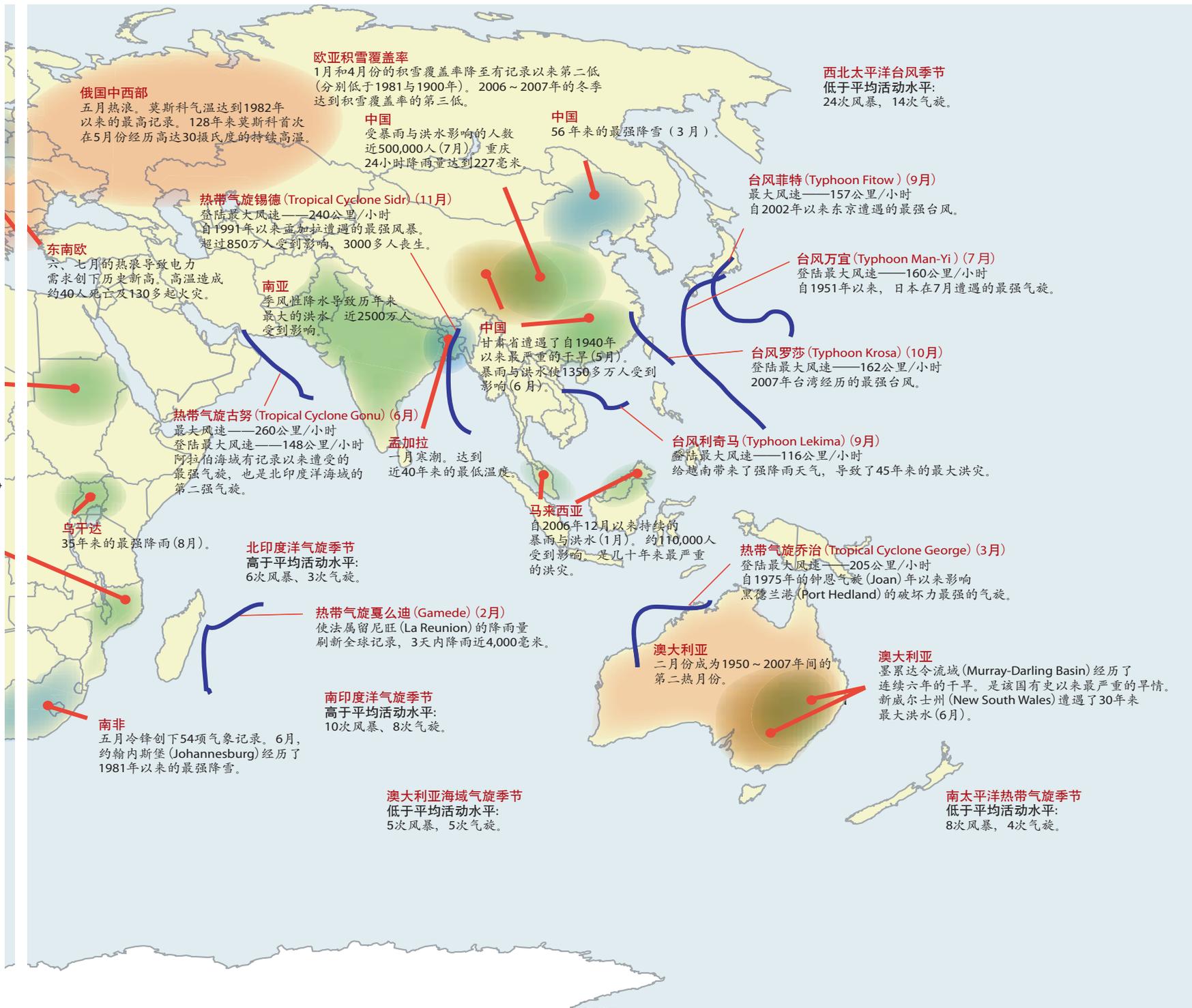


以上图表显示了温度与因热膨胀和冰川消融所引起的海平面上升之间的整体关系。上：变化速率 (毫米每年)——红色线是根据验潮仪观测数据所获得的海平面上升平滑线，蓝色线是根据全球平均温度所得出的计算值。下：海平面变化 (厘米)——数据同上，相对于1990年的海平面上升，棕色线为海平面的全年未平滑数据 (Rahmstorf 2007)。



2007年重大气候异常与事件







生物多样性压力

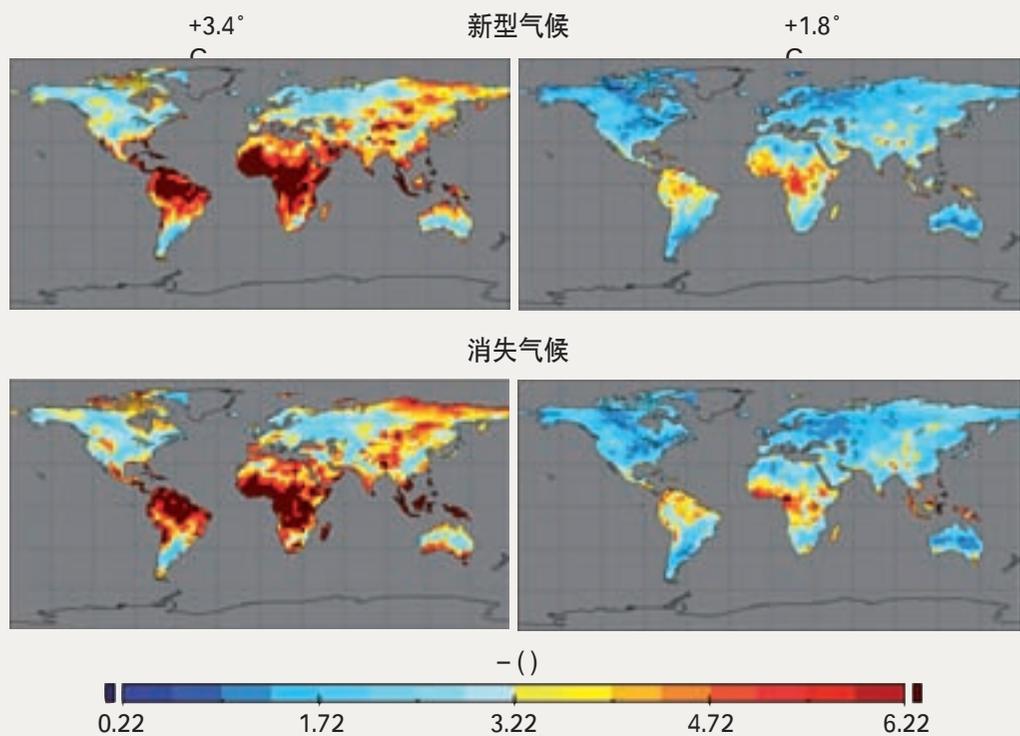
气候变化对生物多样性会造成严重的影响。根据一项对5.2亿多年以前的化石记录——自动物出现骨骼以来——所展开的古生物学研究表明，温度越高，生物的多样性则越低。在对海表温度近似数据与化石记录所显示的生物多样性之间可能存在的关系进行研究后，研究学者们发现，任何形式的气候变化与物种灭绝之间都存在着相互联系，不仅如此，气温变暖与生物多样性损失之间也有着相互联系。此外，研究家们还进一步发现，幸存于暖化气候的生物进化成新的物种并重新构建起生态系统之前的适应过程存在着时间上的滞后性（Mayhew等2007）。

最新的地理分析结果显示，受到气候变化威胁最大的地区更容易导致生态系统与相关物种的灭绝（图4）。这项研究采用了国际间气候变化专门委员会（IPCC）的情景设想，对可能出现的升温及所造成的变化进行了推测。假设至2100年全球平均气温升高3.4摄氏度，那么地球表面的气候可能会消失10~48%。某些集中于热带山地与大陆高纬度地区的气候可能随之消失。这类濒危气候以及曾由此进化而来的渐危生态系统包括：热带山地森林——尤其是安第斯山脉的雾林——南非的高山硬叶灌木群落（fynbos）、以及某些北极气候（参阅《新的挑战》）。同一时期，12~39%的地球表面——尤其是热带与亚热带地区——可能形成新型气候。



刚果民主共和国的雌性西部低地大猩猩（Western Lowland Gorilla）与幼猩猩
来源：Vernay Pierre/静态图片

图4：预测2100年的新型气候与消失气候



根据国际气候变化专门委员会（IPCC）两大情景设想绘制的消失气候与新型气候世界图，一种设想温度升高3.4摄氏度，一种假设温度上升1.8摄氏度。几乎所有地区都会发生变化——黄色与红色代表与目前状态相比变化幅度较大的，蓝色则代表变化幅度较小的（Williams等2007）。

消失气候区域与生物多样性及特有现象的关键热点——包括安第斯山脉、中美洲、南非与东非、喜马拉雅山脉、菲律宾以及澳大利亚与马来半岛之间的岛屿等——几乎是重叠的。在地面，由于预测的新型气候区域与预测的消失气候区域之间并无密切联系，因此受威胁物种可能没有机会适应新型气候。但是通过建立关联的保护走廊与专门的保护区，以及进行迁置等各项措施可以帮助物种扩散以及适应新型气候。

如全球气温只升高1.8摄氏度，则潜在威胁将会大大降低：截止2100年，预计4~20%的地表将出现气候消失，新型气候产生的比例大致相同（Williams等2007）。

濒危物种

现有数据表明，生物多样性正在呈逐渐降低的趋

势，即所谓的全球灭绝危机（Eldredge 2001）。在世界自然保护联盟（World Conservation Union, IUCN）的《2007红名单》（2007 Red List）上，受威胁物种的数量已从2006年的16,118种上升为16,306种（IUCN 2007a）。

被公认是渐危生态系统的标志性物种的巨猿目前已全部被列为濒危物种或极濒危物种——受威胁的最高程度。2007年，濒危类的西部大猩猩（Gorilla gorilla）被重新定级为极濒危类。在过去的20~25年间内，由于丛林交易与埃博拉（Ebola）病毒的侵害，其主要亚种——西部低地大猩猩（G. gorilla gorilla）的种群数量已减少了60%以上（IUCN 2007a）。形势最为严峻的山地大猩猩（G. beringei beringei）倍受关注，在数月时间内，九只大猩猩被猎杀于刚果民主共和国的





维龙加国家公园 (Virunga National Park) —— 一个近年来长期冲突与危机不断的地区 (Leakey 2007)。

令人稍感欣慰的是, 作为大猩猩故乡的九个国家——中非共和国、乌干达、刚果民主共和国、刚果共和国、尼日利亚、赤道几内亚、安哥拉、喀麦隆与加蓬——已根据野生动物迁移动物保护公约 (Convention on Migratory Species of Wild Animals) 达成了一项具有法律约束力的《大猩猩协议》 (Gorilla Agreement), 旨在通过支持执法、赋予法律与司法权力等手段打击大猩猩的偷猎行为。刚果民主共和国已新建了桑库鲁自然保护区 (Sankuru Nature Reserve) 以保护濒危的倭黑猩猩。保护区包括300多万公顷的热带雨林地区, 是世界上最大的巨猿接壤保护区【倭黑猩猩保护倡议2007 (Bonobo Conservation Initiative 2007)】。

珊瑚虫受到威胁

海洋珊瑚虫物种首登《2007红名单》 (2007 Red List), 这是有史以来的第一次。由于受到阿尼娜 (El Niño) 与气候变化的影响, 十种加拉帕戈斯 (Galápagos) 珊瑚虫物种被列入了名单之中, 其中两种为极濒危物种, 一种为渐危物种。根据世界自然保护联盟 (IUCN) 的建议, 所有加拉帕戈斯岛屿 (Galápagos) 已全部被列为处于危险中的世界遗产 (World Heritage) 名单。世界自然保护联盟与联合国教科文组织 (IUCN-UNESCO) 的调查发现, 自1996年至2007年期间, 岛屿的年游客量已从40,000人次增加到了120,000人次, 而旅游移民正在使当地居民的人口数量以每年4%的速度增长。目前, 外来入侵植被物种的数量已超过了本土物种, 而加拉帕戈斯岛屿 (Galápagos) 的500种本土物种中已有180种被列入了《世界自然

保护联盟红名单》 (IUCN Red List) 中 (IUCN 2007b)。

珊瑚礁生态系统正面临着来自污染、海底拖网、潜水、收藏与气候变化的持续威胁 (专栏2)。一项关于印度洋—太平洋珊瑚礁的调查评估发现, 与50%的前工业水平相比, 2003年的平均珊瑚覆盖率仅为22% (Bruno 和 Selig 2007)。珊瑚覆盖率在过去的二十年间以每年1%, 即约150,000公顷的速度递减, 而1997年至2003期间的减少量已然超过每年2%, 即316,800公顷。珊瑚覆盖率的损失速度已经超过了热带雨林 (IUCN 2007b)。

保护工作

对于生物多样性的保护使我们看到了一丝希望。非洲象群数量可能正在增加。《非洲象状况报告2007》 (African Elephant Status Report

专栏2: 限制海底拖网的扩大

2007年在限制海底拖网方面取得了一些重大的进展。3月, 联合国大会 (UN General Assembly) 采纳了有关改善渔业可持续性的《第61/105号决议》。该决议号召国家与区域渔业管理组织 (RFMO) 采取相关措施, 以防止因海底拖网对渐危海洋生态系统 (VME), 尤其是火山、热液喷口、冷水珊瑚与海绵区等产生“重大不利影响”。

许多区域渔业管理组织 (RFMO) 正在对这一号召做出响应。1月, 西北大西洋渔业组织 (Northwest Atlantic Fisheries Organization) 关闭了四个海山区域在2010年12月以前的所有海底拖网作业。6月, 北太平洋渔业管理委员会 (North Pacific Fishery Management Council) 关闭了在北白令海 (Bering Sea) 约4600万公顷范围内的海底拖网, 以对那些可能因全球变暖而导致鱼类资源萎缩的区域进行保护。至于南白令海 (Bering Sea) 中已经造成海床生态系统破坏的区域, 则对海底拖网进行了限制。

2007年9月, 各国为了组建南太平洋区域渔业管理组织 (SPRFMO), 并通过针对该区域的全套临时措施而共同努力。渐危海洋生态系统 (VME) 内的捕捞作业最迟拟将在2010年得到严格控制。对于捕捞经营, 将根据控制所允许的作业范围进行评估, 成员国还将对任何影响渐危海洋生态系统 (VME) 的开发进行监控与报告。

然而, 实施必要的综合保护却因为许多限制条件的存在而受到了制约。大多数的渐危海洋生态系统 (VME) 目前尚未被准确测绘: 有关其特征、内在独立性与过程的认知依然十分有限。而南太平洋渔业管理组织 (SPRFMO) 目前仍是一个目标, 尚未正式成立, 因此执行与实施完全是基于自愿的基础上。在南太平洋渔业管理组织 (SPRFMO) 框架以外的国家将不受协议的制约, 而方便旗船仍可继续在会员国专属经济区 (Exclusive Economic Zones) 以外的南太平洋海域从事海底拖网作业。

来源: 阿拉斯加海洋保护理事会 (Alaska Marine Conservation Council) 2007、Clark等2006、EO4 2007、Kittingman 和 Lai 2004、SPRFMO 2007a、SPRFMO 2007b 和联合国2006



海底拖网是指沿海床对拖网进行拖拉以打捞底栖鱼类物种。这种捕捞方法会对海床生态系统造成大面积的破坏, 因而受到保护论者的强烈反对。中国的拖网渔船正在长江入海口附近对海床上淤泥进行翻搅。

来源: J. Allen/美国航天局地球观测站 (NASA Earth Observatory)





印度巴乌纳加一座实验农场正在种植麻风果油植株，准备生产生物柴油。印度油料行业内最大的私营企业之一Reliance Industries已经启动了一项大型的实验性项目，种植麻风果。100,000公顷的种植面积每年能够产出250,000 - 300,000吨麻风果原油。
资料来源: J. Boethling/ Still Pictures

生物燃料的威胁与前景

为了避免产生如化石燃料一样的温室气体排放，生物燃料已经得到了广泛推广。但在2007年期间，随着生物燃料作物种植面积的扩大以及食品价格的上涨，有关生物燃料的争议也不断加剧。2007年4月，联合国能源机制（UN-Energy）——一个由20个联合国机构组成的联盟——公布了一份对生物燃料提出重要质疑的报告：生物燃料是否会对粮食作物造成冲击，是否会导致食品价格上涨以及加剧食品安全问题？生物燃料的生产是否会对已经面临危险的生态系统造成进一步恶化？在考虑整个生产链时，生物燃料是否会加剧气候危机？生物燃料型生产的转化会对妇女、小农场主以及农村社会的完整性产生什么样的影响？报告提议通过一个全面的相关利益方过程以对可持续性发展的生物燃料应用做出规划（UN-Energy 2007）。

生物燃料的应用在人类学会用火时就已经开始了。在最近的几十年时间，生物燃料已经以当地产生的沼气这一形式改进了印度、尼泊尔与中国境内一些小型社区的能源消耗。在尼泊尔，72%的沼气厂与厕所相连，因此人类的健康与卫生条件同时也得到了显著地改善。

目前的争议主要集中在农业生物燃料，也就是有人所称的农业燃料。包括利用玉米、油椰子、糖、芥花、麻疯、芒属、高粱、小麦及其它植物所生产的燃料，主要用于取代交通领域中的化石燃料（USDA 2007）。

许多国家已经制定了生物燃料，尤其是乙醇在燃料混合中的强制比例：欧洲要求截止2020年，生物燃料必须占到交通燃料的10%。哥伦比亚、委内瑞拉与泰国则要求燃料中的乙醇含量必须达到10%。而在中国，交通燃料消耗量最大的五个省规则了10%的强制混合比例。

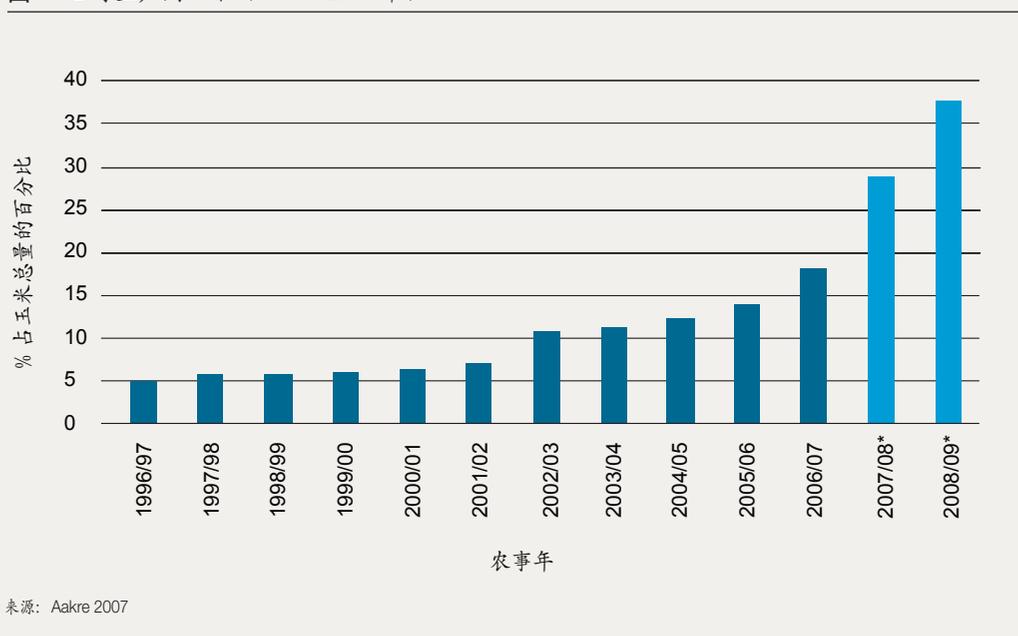
这些法律规定使得生物燃料作物的种植在该地区得到了迅速的发展。对棕榈油的大量需求已导致南非出现了严重的毁林现象（UN-Energy 2007）。而全球范围内的食品物价上涨，尤其是玉米类食品，则可部份归结为因种植生物燃料型作物而进行的投资（Economist 2007, Pachauri and Hazell 2006）（图5）。

谷物价格的上涨会对许多其它食品，包括肉类与奶制品的成本造成影响。在亚洲地区，由于生产1公斤肉需要13公斤高蛋白谷物，因此肉类与奶制品消费的快速增加已明显受到了影响（Pimental and Pimental 2003）。

2007) 估计2007年非洲象的数量已达到554,973只，其中包括确定数据与可能数据。与对南非与东非（约占三分二的范围）地区多次调查所获得的数据相比较，确定种类的象群数量增加了66,302只，自2002年最近一次调查以来的年增长率达到了4%（Blanc等2007）。

2007年还可以看到在体现生物多样性的重要中心地区已设立起了广泛的保护区域。文莱达鲁萨兰、印度尼西亚与马来西亚就保护与持续管理2200万公顷——约占岛屿三分之一面积——的婆罗洲（Borneo）赤道雨林达成了一致意见（WWF 2007）。马达加斯加政府建立了15个总面积超过100万公顷保护区（Conservation International 2007）。

图5: 乙醇生产用玉米（1996~2009年）





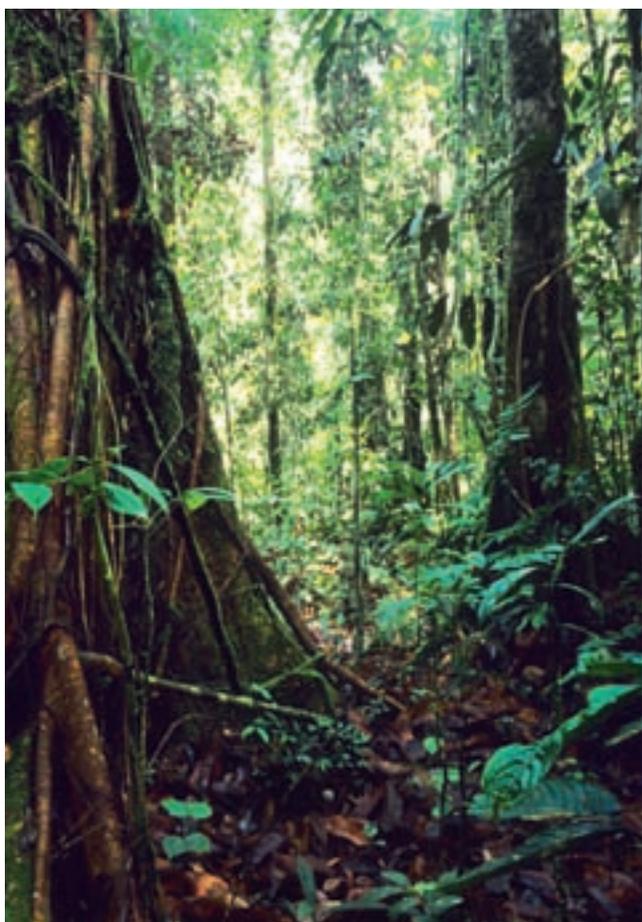
许多发展机构担忧生物燃料生产将对农村社区的生活及其赖以生存的生态系统产生影响。尽管从理想状况来说，生物燃料作物可以为农村地区，也是世界上的众多贫困地区创造就业机会，小规模的生产可能对这类社区产生促进作用。然而生物燃料的生产更倾向于大规模的工业化农业，这无疑将对传统作物的生产造成冲击，尤其是对妇女，其次是农村社区中的大多数男性劳动力（UN-Energy 2007）。

与农业产业化生物燃料生产相关的另一个问题在于可能增加每公顷种植土地的用水量——这又将再

一次对当地社区以及需要进行生活用水运输的人员，尤其是妇女造成重大影响。此外，土壤生产力的下降、化肥的影响、以及农药的施用都可能给当地社区的健康带来真正的危害。这些综合因素的影响可能会导致农村人员被迫离开自己的土地（UN-Energy 2007）。

生物燃料的生产对于实现向低碳型经济的过渡有实际的潜在作用，但它还必须有助于实现可持续发展。扶持发展类似于森林与其它资源认证体制的社区型合作农业企业可以帮助解决小型农场主与当地社区所面临的部份挑战。大规模的单一作物经营

可能对生态系统与遗传资源构成威胁，进而导致水土流失、养分淋失以及生物多样性损失（专栏3）。不过，通过谨慎的管理以及小规模自下而上方法的运用，生物燃料的生产将可以为未来的可持续性发展做出贡献（UN-Energy 2007和 UNEP 2007）。



作为世界上最丰富与最古老的生态系统之一，砂劳越婆罗洲（Sarawak Borneo）与马来西亚境内的主要热带雨林正在受到来自开发与非法砍伐树木以从事棕榈油生产的持续威胁。当地居民已经对砍伐行为提出抗议与抵制，许多非法砍伐者因此被拒捕与监禁。

来源：N. Dickinson/静态图片

专栏3: 斯瓦巴尔特全球种子库（THE SVALBARD GLOBAL SEED VAULT）

6月，挪威政府开始在斯瓦巴尔特（Svalbard）群岛的斯匹次卑尔根岛（Spitsbergen Island）上的朗依尔镇（Longyearbyen）附近着手兴建一个国际种子储藏库。该设施将提供一个安全与长期的冷藏库以用于保存植物资源。建成后，斯瓦巴尔特（Svalbard）种子库将可容纳多达450万不同种类的种子：理想目标是汇集全球所有主要粮食作物的样本。该设施的兴建与收集工作的展开得到了来自盖茨基金会（Gates Foundation）、全球农作物多样性信托基金（Global Crop Diversity Trust）及其它非赢利性组织所提供的捐助。

收集建立种子库的目的是要预防灾害，比如在受到地区或全球性大规模灾难之时，能够在任意地方迅速恢复事物生产。在上个世纪80年代早期最早构思这一种子库时，主要考虑的威胁来自核战争和地理变化。2002年，联合国通过了《粮食和农业植物遗传资源国际条约》，生物多样性的缺失以及气候变化成了新的紧迫问题，促使人们再次提出这个概念。

斯瓦巴尔特（Svalbard）设施将根据严格的计划对来自世界各地的种子进行采集。大多数主要粮食作物的种子如按适量水分进行干燥与包装后，在适当温度条件下进行储藏一般能存活数百年甚至数千年的时间。收集的种子将按照最适合长期储藏的条件进行保存，通过利用斯匹次卑尔根（Spitsbergen）深层永冻土的天然低温与人工制冷系统相结合的方法将温度保持在零下18摄氏度。储藏库是从山体内挖出120米的沙岩，然后采用1米的钢筋水泥作为内衬。该设施采用了世界上最节能与最可靠的结构，运行成本低，而且几乎不需要进行维护。

尽管没有任何一个地方可以百分之百地担保可免受自然与人为因素的威胁，但斯瓦巴尔特（Svalbard）所提供的保护却是其它地区难以企及的。北纬78——距挪威陆地最北端以北约1000公里——提供了适度的寒冷与隔离环境。区域内无火山与明显的地震活动，而且位置高于预测的潜在海平面上升高度，因而具有适合长期储藏的理想条件。此外，区域内还提供了良好的基础设施，包括可靠的电力供应与附近的机场。

寄存人对储藏库内所保存的材料享有最终所有权。但该设施归属挪威政府所有，并由北欧基因库（Nordic Gene Bank）进行管理。该组织自1984年开始利用瑞士境内一个废弃的煤矿内所兴建的设施对种子进行保存。

来源：Ejven 2006, Fowler 2007, NORAGRIC 2006, Skovmand 2007



建筑工人站在斯瓦巴尔特全球种子库（The Svalbard Global Seed Vault）入口处的脚手架下方。

来源：M. Tefre/全球作物多样性信托基金会（Global Crop Diversity Trust）



国际环境管理：2007年进展

2007年见证了一系列有关国际环境协议（MEA）、全球贸易谈判及其它政府间活动的全球环境会议，其目的是为了应对已有与新兴的全球环境挑战（专栏1与专栏2），并在气候变化、平流层臭氧损耗、持久有机污染物以及生物多样性损失等重要问题上取得了进展（图1）。

气候变化是2007年环境管理讨论的核心。4月，联合国安全理事会首次就气候变化对和平与安全的影响提出辩论，共有55个代表团参加了讨论。部份政府对安理会在这一问题中所扮演的角色提出了质疑，而其它成员，如小岛屿发展中国家则对这一倡议表示欢迎（UN 2007a）。9月，联合国秘书长应2007年12月印度尼西亚巴厘岛会议的要求，在第62届纽约联合国大会开幕前一天就气候变化问题举行了一次高端活动（UN 2007b）。在巴厘岛召开的《联合国气候变化框架公约》第十三届缔约国大会（13th Conference of Parties to the UN Framework Convention on Climate Change）与《京都议定书》第三届缔约国大会（Kyoto Protocol's 3rd Meeting of Parties）上，来自187个国家的政府代表一致同意发起谈判并制定了一份国际行动纲领，以期在2009年举行最后谈判，从而确保在《京都议

定书》（Kyoto Protocol）第一阶段承诺期满时，能有一项新的协议从2013年开始实施生效（UNFCCC 2007）。

9月，《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》（Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer）在其故乡举行了二十周年纪念活动，旨在加快工业化国家与发展中国家分别在2020年与2030年之前逐步淘汰臭氧消耗与温室增效型氢氟碳化物（HCFC）的进程。在过去的二十年时间里，协议缔约国已减少了70%臭氧消耗物质的使用（IISD 2007b, UNEP 2007b）。

5月，180多家政府、政府间机构与非政府组织在塞内加尔达喀尔举行会谈，以商讨如何促进与筹资实施《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》（Stockholm Convention of Persistent Organic Pollutants）。实施计划包括进行全球监测，成立提供技术援助的区域中心，以及国家对于计划的应用等方面。为支持实施议程，与会成员还采取了切实可行的措施：展开效力评估，组建区域协调组织（groups of coordination）。

由联合国环境规划署理事会（UNEP Governing

Council）组建的汞问题不限成员名额特设工作组于2007年2月在曼谷召开了政府会议。代表们是在是否需要采用进一步的志愿措施，运用已有的或新的国际法工具等问题上取得了进展。联合国环境规划署理事会（UNEP Governing Council）将在收到工作组于2008年2月与2009年2月分别提交的一份进度报告与最终报告后制定出一份全球行动纲领（IISD 2007d）。

6月，在荷兰海牙举行的《濒危国际野生动植物国际贸易公约》第十四届缔约国大会（14th Conference of the Parties to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora）上，野生动植物的非法贸易与法规的有效实施成为了各政府关注的焦点。代表们通过了一份旨在制定贯彻与实施目标的《濒危野生动植物国际贸易公约战略视野2008~2013》（CITES Strategic Vision 2008-2013）——一份关于《公约》符合性与年专家配额管理的指导方针。非洲国家就象牙交易与非洲象保护问题上达成的一致协议是会议取得的主要成果。象牙非法交易中有组织犯罪活动的增加与非洲市场的全球化进程有着密不可分的关系，这也是有效实施《濒危国际野生动植物国际贸易公

图1：多边环境协议的区域批准情况

	维也纳/蒙特利尔议定书	联合国气候变化框架公约	京都议定书	生物多样性公约	卡特赫拉议定书	濒危国际野生动植物贸易公约	野生动物迁徙物种保护公约	联合国防治荒漠化公约	世界遗产公约	联合国海洋法公约	林沙公约	巴塞尔公约	鹿特丹公约	斯德哥尔摩公约
非洲 (53)	53	52	46	53	41	52	33	53	50	41	47	45	32	41
亚太地区 (46)	45	46	40	48	31	33	10	46	40	34	28	33	23	32
欧洲 (50)	47	48	46	46	40	46	37	46	49	42	47	47	30	30
拉丁美洲与加勒比海 (34)	33	33	32	32	24	32	11	33	32	27	27	30	16	23
北美 (2)	2	2	1	1	0	2	0	2	2	1	2	1	1	1
西亚 (12)	10	10	10	10	6	7	3	10	11	9	5	10	7	7
全球 (197)	190	191	175	190	142	172	94	190	184	154	156	166	109	134
2006 ~ 2007 年缔约国增加数量	2	9	19	3	4	0	12	1	3	7	11	0	3	3

多边环境协议（MEA）是国际环境管理中的重要组成部分之一（UNEP 2002 和 UNEP 2007a）。2007年，上述一览表中所包括的14个多边环境协议（MEA）共新增了约58个缔约方，其中多数来自亚太地区（19）与非洲地区（16）。关于生物多样性的《卡特赫拉议定书》（Cartagena Protocol）（9）以及关于温室气体排放的《京都议定书》（19），后者包括了稍后12月3日澳大利亚的批准加入，是批准数量较多的协议。《关于持久有机污染物的斯德哥尔摩公约》（10）、《关于在国际贸易中对某些危险化学品与农药采取事先知情同意程序的鹿特丹公约》（7）等协议也仍在持续收到批准。

注释：多边环境协议（MEA）缔约方是指已对其批准、加入、接受或核准的文件进行存档的国家与国际组织。数据截止至2007年12月19日。黑山（欧洲）与东帝汶（亚太地区）于2007年加入区域国家名单。

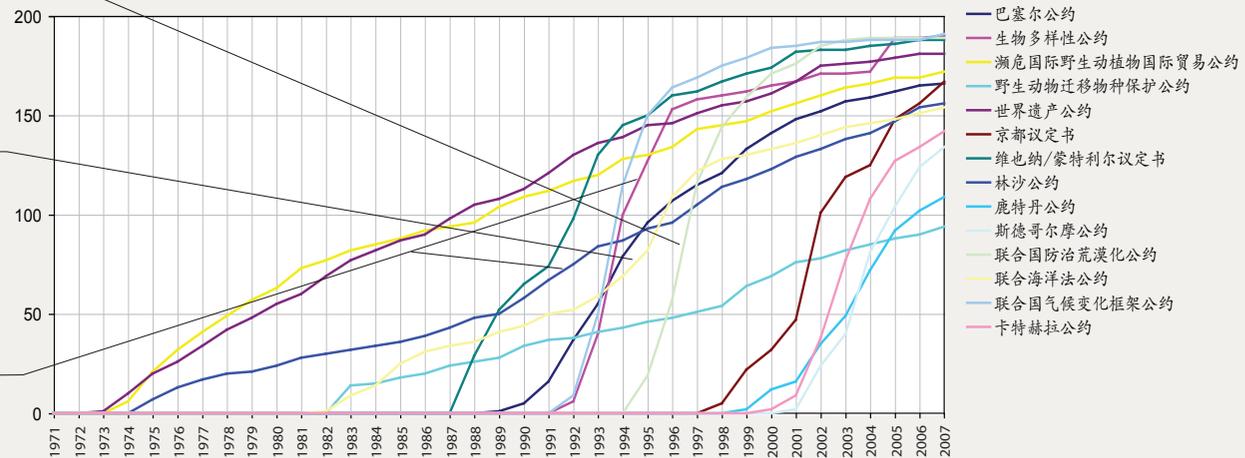
来源：UNEP GEO Data Portal, 由各多边环境协议（MEA）秘书处汇编。



9月，来自贝宁共和国 (Benin) 的吕克·尼亚卡贾 (Luc Gnacadja) 被任命为《联合国防治荒漠化公约》(UNCCD) 的新一届执行秘书。因为气候变化的不断恶化，一百多个国家，包括美国的三分之一、西班牙的五分之一、拉丁美洲与加勒比海的四分之一以及非洲三分之二的土地正在遭受着来自荒漠化的影响。而在中国，受影响的人群更是成千上万。

2007年，庆祝了《联合国海洋法公约》(UNCLOS) 首次签署 25 年周年纪念。该公约是首个对需要约束性裁决的强制性争端解决机制做出规定的多边条约。由于沿海人口增长而导致的污染以及气候变化所引发全球渔业资源的消耗与海洋环境的恶化已成为环境所面临的严峻挑战。

2007年5月，《生物多样性公约》(CBD) 以及《林沙公约》(Ramsar) 发表了一份关于水、湿地、生物多样性与气候变化的联合报告，对湿地的持续退化给予了高度关注。尽管湿地面积仅占地球表面的 6%，但其陆地碳储量却占了全球的 35%。



约》(CITES) 的贸易法规所面临的一个严峻挑战 (IISD 2007e, TRAFFIC 2007 和 CITES 2007)。

2月，由世界贸易组织 (World Trade Organisation, WTO) 主持的全球贸易谈判多哈回合 (Doha Round) 重新召开。WTO 的贸易与环境委员会 (WTO Committee on Trade and Environment) 在接下来的几个月内恢复了有关多边环境协议 (MEA) 与世界贸易组织 (WTO) 间关系的特别谈判会议。委员会希望对世

界贸易组织 (WTO) 的法规与多边环境协议 (MEA) 具体贸易义务之间的关系进行澄清。其中最关键的问题在于争端解决委员会是否应当在适当的问题上寻求与听从多边环境协议 (MEA) 的专家意见，以及是否应在剩余的多哈回合 (Doha Round) 中向部份多边环境协议 (MEA) 秘书处授以永久观察员身份 (IISD 2007f)。

专栏1: 加强国际环境管理体系的基本模块

国际环境管理的讨论焦点集中于如何正确地应对生态系统变化与环境恶化，以及如何减轻繁重的报告与会议义务。2007年6月，在一份来自《联合国活动制度框架非正式协商进程》的报告中提出了关于采用基本模块加强环境管理体系的建议。建议包括：

- 将联合国环境规划署纳入于2001年成立的以加强关于生物多样性、气候变化与荒漠化的三个里约公约之间合作的联合联络小组；
- 建立一个在联合国大会 (UNGA) 指导下的进行的程序，对多边环境协议 (MEA) 的议题、程序与行政事务进行集中管理；
- 促进多边环境协议 (MEA) 的国家活动与东道国及联合国体系间的协调；以及
- 在世界贸易组织 (World Trade Organization) 的相关委员会中设立联合国环境规划署与多边环境协议 (MEA) 的正式观察员席位。于2008年举行的第62届联合国大会 (UNGA) 将继续对涉及《非正式协商进程》的国际环境管理展开相关谈判 (IISD 2007g)。

专栏2: 在全球与国家范围内联合履行关于化学品的公约

有关化学品公约之间的合作与协调取得了持续发展，包括《关于持久有机污染物的斯德哥尔摩公约》(the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants)、《关于对某些危险化学品与农药的国际贸易采取事先知情同意程序的鹿特丹公约》(Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade) 以及《关于控制危险废物越境转移及其处置的巴塞尔公约》(Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal)。

关系密切的三大公约目前正在运用联合履约的方法以简化公约缔约方所履行的报告与监控义务。以加强三大公约间合作为宗旨的特设联合工作组已于2007年举行了第一次会议。各国政府对合作与协调的具体事项进行了讨论，制定了有关工作组未来工作及识别政府职能需要的指导原则与优先顺序。各国的主要目标集中于前瞻性环境管理工具的开发、环保型技术的应用、公共教育与意识的提升、以及金融资源的动员等诸多方面 (Ad Hoc Joint Working Group 2007)。



参考文献

- Aakre, W. (2007). Biofuels Industry and Impacts on Agriculture. North Dakota State University, Extension Services, January 2007
<http://www.ag.ndsu.nodak.edu/aginfo/farmmgmt/farmmgmt.htm> [Accessed 10 December 2007]
- Ad Hoc Joint Working Group (2007). Official Documents for the second meeting of AHJWG.
http://ahjwg.chem.unep.ch/index.php?option=com_content&task=section&id=11&Itemid=61
[Accessed 17 December 2007]
- Alaska Marine Conservation Council (2007). *Bering Sea Bottom Trawl Boundary*.
<http://www.akmarine.org/our-work/conservation-fisheries-marine-life/bering-sea-bottom-trawl-boundary>
[Accessed 5 November 2007]
- BBC (2007). 'crime against humanity'. BBC News, 27 October.
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/7065061.stm> [Accessed 5 November 2007]
- BBC (2007). Canada to strengthen Arctic claim. BBC News, 10 August.
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/6941426.stm> [Accessed 14 September 2007]
- Blain, S. et al (2007). Effect of natural iron fertilization on carbon sequestration in the Southern Ocean. *Nature*, 446:1070, doi:10.1038/nature05700
- Blanc, J.J., Barnes R.F.W., Craig, G.C., Dublin, H.T., Thouless, C.R., Douglas Hamilton, I. and Hart, J.A. (2007). *African Elephant Status Report 2007*. IUCN-The World Conservation Union, Gland
- Bonobo Conservation Initiative (2007). *Massive New Rainforest Reserve Established in the Democratic Republic of Congo*. www.bonobo.org/newreserve.html
- Boyd, P. W. et al (2007). Mesoscale Iron Enrichment Experiments 1993-2005. *Science*, 315:612. DOI: 10.1126/science.1131669
- Bruno, J.F. and Selig, E.R. (2007). Regional Decline of Coral Cover in the Indo-Pacific: Timing, Extent, and Subregional Comparisons. *PLoS ONE* 2(8), e711. doi:10.1371/journal.pone.0000711
- Canadell, J.G., Le Quééré, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E.T., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A. and Marland G. (2007). Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007 Oct 25
- CITES (2007). CITES conference to consider new trade rules for marine, timber and other wild-life species. Press Release. http://www.cites.org/eng/news/press/2007/0705_presskit.shtml
[Accessed 7 December 2007]
- Clark, M.R., Tittensor, D., Rogers, A.D., Brewin, P., Schlacher, T., Rowden, A., Stocks, K. and Consalvey, M. (2006). Seamounts, deep-sea corals and fisheries: vulnerability of deep-sea corals to fishing on seamounts beyond areas of national jurisdiction. UNEP-WCMC, Cambridge UK
- Conservation International (2007). *Madagascar Creates 1 Million Hectares of New Protected Areas*. Press release, April 30, 2007
http://web.conservation.org/xp/news/press_releases/2007/043007a.xml
[Accessed 10 September 2007]
- Continental Shelf Project (2006) *LORITA-1 Lomonosov Ridge Test of Appurtenance* http://a76.dk/expeditions_uk/lorita-1_uk/ [Accessed 15 November 2007]
- Christian Aid (2007). *Human tide: the real migration crisis*. A Christian Aid Report. May 2007
- Economist (2007) Food Prices: Cheap no more. *The Sixth Extinction*
<http://www.actionbioscience.org/newfrontiers/eldredge2.html> [Accessed 15 November 2007]
- ESA (2007). *Satellites witness lowest Arctic ice coverage in history*. European Space Agency.
http://www.esa.int/esaCP/SEMYYTC13J6F_index_1.html [Accessed 20 November 2007]
- Ejlen, G.H. (2006). Seeds of the world to be conserved on Svalbard. Norwegian Government Press Centre. 30 May 2006
- Fowler, C. (2007). Norway to build 'fail-safe' conservation site on Arctic Archipelago: A publication about agricultural biodiversity. Global Crop Diversity Trust.
- Goldenberg, S.B, Landsea, C.W., Mestas-Nuñez, A.M. and Gray, W.M. (2001) The Recent Increase in Atlantic Hurricane Activity: Causes and Implications *Science* 20 July 2001: 474-479.
- Haeblerl, W., Hoelzle, M., Paul, F., Zemp, M. (2007). Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps. *Annals of Glaciology*, 46, 2007
- Hansen, J. (2007). Scientific reticence and sea level rise. *Environ. Res. Lett.* 2,024002 doi:10.1088/1748-9326/2/2/024002
- ISD (2007a). *Briefing Note On The Negotiation Of The Paris Agreement*. *Earth Negotiations Bulletin*. International Institute for Sustainable Development.
http://www.iisd.ca/cms/brief/CMS_Gorilla_Agreement_Brief.html [Accessed 15 November 2007]
- ISD (2007b). MEA Bulletin. 33. <http://www.iisd.ca/email/mea-1.htm> [Accessed 1 December 2007]
- ISD (2007c). Earth Negotiations Bulletin. 15 (149, 152).
<http://www.mail-archive.com/enb@lists.iisd.ca/> [Accessed 7 December 2007]
- ISD (2007d). Earth Negotiations Bulletin. 16 (59).
<http://www.iisd.ca/vol16/enb1659e.html> [Accessed 7 December 2007]
- ISD (2007e). Earth Negotiations Bulletin. 21 (61).
<http://www.iisd.ca/download/pdf/enb2161e.pdf> [Accessed 7 December 2007]
- ISD (2007f). MEA Linkages Bulletin. 23, 26, 36.
<http://www.iisd.ca/mea-l/> [Accessed 1 December 2007]
- ISD (2007g). MEA Linkages Bulletin. 28. <http://www.iisd.ca/mea-l/> [Accessed 7 December 2007]
- IPCC (2007a). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp
- IPCC (2007b). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 851 pp
- IPCC (2007c). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp
- IPCC (2007d). *IPCC Fourth Assessment Report Summary for Policymakers of the AR4 Synthesis Report*. IPCC, Geneva
- IPEN (2007). International POPs Elimination Network Newsletter, June 2007.
http://www.ipen.org/ipenweb/news/cop3_report.pdf [Accessed 7 December 2007]
- IUCN (2007a). *2007 Red List of Threatened Species*. IUCN - the World Conservation Union, Gland. Online at <http://www.iucn.org/themes/ssc/redlist.htm> [Accessed 20 November 2007]
- IUCN (2007b). *Galapagos Islands added to the World Heritage Danger List*. Press release. IUCN - the World Conservation Union, Gland JTWC (2007a) Current Northwest Pacific/North Indian Ocean* Tropical Systems.
- International Alert (2007). *A climate of Conflict: The links between climate change, peace and war*. November 2007
- Joint Typhoon Warning Center <https://metocph.nmci.navy.mil/jtwc.php> [Accessed 7 June 2007]
- JTWC (2007b) *Current Northwest Pacific/North Indian Ocean* Tropical Systems*. Joint Typhoon Warning Center <https://metocph.nmci.navy.mil/jtwc.php> [Accessed 16 November 2007]
- Kitchingman, A. and Lai, S. (2004). Inferences on potential seamount locations from mid-resolution bathymetric data. In *Seamounts: Biodiversity and Fisheries* (eds. Morato, T. and Pauly, D.). UBC Fisheries Centre, Vancouver
- Leakey, R. (2007). Conservation alone is not enough. BBC News, 10 September 2007.
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/6983914.stm> [Accessed 20 November 2007]
- Lehman Brothers (2007). *The Business of Climate Change II: Policy is accelerating with major implications for companies and investors*. Lehman Brothers, September 2007
- Le Quééré, C., Rödenbeck, C., Buitenhuis, E.T., Conway, T.J., Langenfelds, R., Gomez, A., Labuschagne, C., Ramonet, M., Nakazawa, T., Metz, T., Gillett, N. and Heimann, M. (2007). Saturation of the Southern Ocean CO₂ Sink Due to Recent Climate Change. *Science*, 316, 1735 Mayhew, P., Jenkins, B.J. and Benton, T.G. (2007). A long-term association between global temperature and biodiversity, origination and extinction in the fossil record. *Proc. R. Soc. B*
- Meier, M.F., Dyrgerger, M.B., Rick, U.K., O'Neil, S., Pfeffer, W. T., Anderson, R. S., Anderson, S.P., Glazovsky, A.F. (2007). Glaciers Dominate Eustatic Sea-Level Rise in the 21st Century. *Science*, online. doi: 10.1126/science.1143906
- Morton, O. (2007). Is This What It Takes To Save The World? *Nature*, 447, 132
- NASA (2001). *Scientists: Future Atlantic Hurricane Picture is Highly Complex*.
<http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/MediaAlerts/2001/200109205219.html>
[Accessed 24 November 2007]
- NASA (2007c) *Tropical Cyclone Gonu*.
http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php3?img_id=14293
[Accessed 20 August 2007]
- NCDC (2007). *The Monthly Global (land and ocean combined into an anomaly) Index (degrees C)*.
ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomales/monthlyland_and_ocean.90S.90N.df_1901-2000.mean.dat [Accessed 19 November 2007]
- NORAGRIC (2006). Study to Assess the Feasibility of Establishing a Svalbard Arctic Seed Depository for the International Community. Centre for International Environment and Development Studies (NORAGRIC). 19 June 2006.
- NSIDC (2007) *Arctic Sea Ice News Fall 2007*
http://nsidc.org/news/press/2007_seaiceminimum/20070810_index.html
[Accessed 15 November 2007]
- Oxfam (2007). Climate Alarm: Disasters Increase Climate Change Bites. In: From Weather Alert to Climate Alarm, Oxfam International Briefing Paper, November 2007
- Pachauri, R.K. and Hazell, P. (2006). Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Plymouth Marine Lab (2007). Ocean Acidification—the other half of the CO₂ problem. Fact Sheet 7: EUR-OCEANS Knowledge Transfer Unit.
http://www.eur-oceans.eu/WP9/Factsheets/FS7/FS7_webprint.pdf
- Rahmstorf, S. (2007). A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science*, 315, 368-70
- Rahmstorf, S., Cazenave, A., Church, J.A., Hansen, J.E., Keeling, R.F., Parker, D.E. and Somerville R.C.J. (2007). Recent Climate Observations Compared to Projections. *Science*, 316, 709
- Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quééré, C., Canadell, J.G., Klepper, G. and Field, C.B. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proc Natl Acad Sci* 104(24), 10288-93
- ReliefWeb (2007) Oman/Iran Cyclone Gonu, OCHA Situation Map No.1, 07 June, 2007.
<http://www.reliefweb.int/rw/RWB.NSF/db900SID/JOPA-73YHLA?OpenDocument&rc=3&emid=TC-2007-000075-OMN> [Accessed 16 June 2007]
- ReliefWeb (2007b). Bangladesh: Disaster Management Information Centre situation report 08 Dec 2007 18:00 [http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/THOU-79P2WL/\\$File/Full_Report.pdf](http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/THOU-79P2WL/$File/Full_Report.pdf)
[Accessed 1 December 2007]
- Sabine, C.L., Feely, R.A., Gruber, N., Key, R.M., Lee, K., Bullister, J.L., Wanninkhof, R., Wong, C.S., Wallace, D.W.R., Tilbrook, B., Millero, F.J., Peng, T.H., Kozyr, A., Ono, T., Rios, A.F. (2004). The oceanic sink for anthropogenic CO₂. *Science* 305, 367
- Schuster, U. and Watson, A. (2007). A variable and decreasing sink for atmospheric CO₂ in the North Atlantic. *Journal of Geophysical Research*, 112, C11006
- Shepherd, A. and Wingham, D. (2007). Recent Sea-Level Contributions of the Antarctic and Greenland Ice Sheets. *Science* 315, 5818
- Shukman, D. (2007). Ice melt raises passage tension. BBC News, 8 October 2007.
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7033498.stm> [Accessed 1 November 2007]
- Skovmand, B. (2007). The Svalbard International Seed Depository, The Nordic Genebank, Norway. www.epcgjg.org/SteeringCommittee/SC10/InfNewDev/SISD.doc
[Accessed 30 November 2007]
- SPRFMO (2007a). *Draft Benthic Assessment Framework*. SPRFMO-IV-SWG-06.
<http://www.southpacificrmo.org/event/fourth-meeting/?operation=documents>
[Accessed 10 November 2007]
- SPRFMO (2007b). *Report of the Science Working Group*.
<http://www.southpacificrmo.org/event/fourth-meeting/?operation=documents>
[Accessed 15 November 2007]
- Stone, R. (2007). "A World Without Corals?". *Science* 316 (5825): 678-681
- Tedesco, M. (2007). *NASA Finds Greenland Snow Melting Hit Record High in High Places*.
http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/greenland_recordhigh.html
[Accessed 15 November 2007]
- TRAFFIC (2007). Fourteenth meeting of the Conference of the Parties: Interpretation and implementation of the Convention. Species trade and conservation issues: Elephants.
<http://www.cites.org/eng/cop/14/doc/E14-53-2.pdf> [Accessed 7 December 2007]
- UN (2007a). UN Security Council 5663rd Meeting. Press Release.
<http://www.un.org/News/Press/docs/2007/sc9000.doc.html> [Accessed 7 December 2007]
- UN (2007b). The Future in our Hands: Addressing the Leadership Challenge of Climate Change. Press Release. <http://www.un.org/climatechange/2007highlevel/>
[Accessed 13 December 2007]
- UNDP (2007). *Human Development Report 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. United Nations Development Programme, New York
- UNEP (2007a). *Global Environmental Outlook 4: Environment for Development*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP (2007). Speech by Achim Steiner at the Opening of the 19th Meeting of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=518&ArticleID=5667&l=en>
[Accessed 3 December 2007]
- UN-Energy (2007). *Sustainable Bioenergy: A framework for Decision Makers*. United Nations Energy. <http://esa.un.org/un-energy/pdf/ususdev.Biofuels.FAO.pdf> [Accessed 25 November 2007]
- UNFCCC (2007). UN Breakthrough on climate change reached in Bali.
http://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/application/pdf/20071215_bali_final_press_release.pdf [Accessed 17 December 2007]
- USCCSP (2007). *The First State of the Carbon Cycle Report (SOCCR): The North American Carbon Budget and Implications for the Global Carbon Cycle*. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research.
- UNGA (2007). Informal Consultative Process on the Institutional Framework for the United Nations' Environmental Activities: Co-Chair's Options Paper.
<http://www.un.org/ga/president/61/follow-up/environment/EG-OptionsPaper.PDF>
[Accessed 26 November 2007]
- USDA (2007). USDA Global Conference on Agricultural Biofuels: Research and Economics. Minneapolis, Minnesota August 20-22, 2007
- Willet, K.M., Gillett, N.P., Jones, P.D. and Thorne, P.W., Attribution of observed surface humidity changes to human influence. *Nature* 449, 710
- Williams, J.W., Jackson, S.T., and Kutzbach, J. E. (2007). Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD. *Proc Natl Acad Sci*, 104(14):5738-42
- WMO (2007) *WMO Greenhouse Gas Bulletin*, No.3, November 23 2007
<http://www.wmo.ch/pages/prog/arep/gaw/gwg/documents/ghg-bulletin-3.pdf>
- WWF (2007). *A third of Borneo to be conserved under new rainforest declaration*. Press release, 12 Feb 2007. http://www.panda.org/news_facts/newsroom/index.cfm?uNewsID=93980
- Zhang, X., Zwiers, F.W., Heger, G.C., Lambert, F.H., Gillett, N.P., Solomon, S. Stott, P.A. and Nozawa, T. (2007). Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Nature*, online. doi:10.1038/nature06025

专题论述



© P. Frischmuth/静态图片

整合资源:

运用市场与金融手段应对气候变化

简介
承担责任
碳市场——限额与贸易
排放权交易的未来
政府角色



整合资源： 运用市场与金融手段应对气候变化

新的发展正在以前所未有的方式汇集在一起以应对我们面临的气候危机。私营领域迫于来自民间社会的压力，正在不断地积极参与环境、社会与治理问题的解决。国家政府需要在坚持平等与扶助贫困的原则基础上，通过制定相关标准、提供科研支持及建立激励机制等方式来进一步推动这类响应，从而实现向环保低碳型经济的过渡。

简介

人类活动所消耗的资源与产生的废物正在超过地球自然系统重生与处理的速度。关于这一问题，尤其是由此导致的温室气体（GHG）排放与气候危机已得到了日益广泛的关注。创新的思考家们认为，商业、市场与金融机制将与民间社会的努力以及各级地方政府的鼓励动因一同起到十分重要的作用。在越来越关注气候变化影响的同时，许

多国家政府还需要进一步出台协调与支持政策，以促进与加快各项行动方案的实施。

联合国秘书长潘基文（Ban Ki-moon）讲到：“气候变化是全世界面临的一个十分复杂而具有多层面性的严重威胁。应对这一威胁需要从根本上关注可持续性发展与全球公正性；关注脆弱性与恢复力；关注经济，关注扶贫与社会；以及关注我们希望留给下一

代的是一个什么样的世界……我们不能再这样长久地继续下去……我们不能再沿续以往的商业模式。是时候在全球范围内采取果断的行动了。”（Ban 2007）。

国际间气候变专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change）的《第四次评估报告》（Fourth Assessment Report）认为，“自1750年以来，人类活动已对气候变暖产生了重大影响”的可能性达到了95%（IPCC 2007）。这类活动包括工业加工、发电厂、交通运输、农业生产，即造成地球大气温室气体成份增加并最终导致气候变化的货物与服务的全球市场拓展活动。自1750年以来，由于全球人口数量增长了约10倍，人们追求更高生活水平的愿望需要通过更多全球市场的产品才能得以满足（IPCC 2007）。

2007年10月，《第四次全球环境展望报告》做出了这样的总结：“关于应对温室气体排放问题的紧迫性尚未引起人们的足够重视……气候变化是目前全球面临的一个重大挑战。其影响已经开始显现，亿万人群正在因为水的可用性、食品安全性与海平面上升的变化而深受影响……为避免气候变化带来更加严重的后果，我们必须采取果断的措施以降低能源、交通、林业与农业领域的气体排放”（UNEP 2007）。



来自约克郡（Yorkshire）埃格（Eggborough）燃煤电厂的污染。随着煤碳依赖型能源生产的不断增长——中国拟于未来十年时间内新建 544 座燃煤电站——这代表着避免气候变化所面临的又一严峻挑战。
来源：C. James/静态图片





《联合国开发计划署人类发展报告 2007/2008》(UNDP Human Development Report for 2007/2008) 强调, 气候变化正在使公平性面临更加严峻的挑战: “气候变化是界定当代人类发展的一个主要问题……来自气候变化的威胁正在侵害人类的自由并限制人类的选择。它对人类的进步将会使未来变得越来越美好的教化原则提出了质疑……在发展中国家中, 气候变化所带来的影响已经迫使数百万全世界最贫困的人们疲于应付……全世界并不缺乏解决问题的经济实力与技术能力。如果不能有效地抑制气候变化, 这只能说明我们未能孕育出愿意积极合作的政治。这一结果不仅代表着政治想象与领导能力的失败, 更是人类历史上前所未有的道德失败”(UNDP 2007)。

尽管阻碍是空前的, 挑战也是严峻的, 但人类的智慧已然创造出新的工具与方法来应对气候变化所带来的危机。在过去几十年的时间里, 随着经济振兴与社会稳定之间关系理念的不断发 展, 以该目标为导向的创新能力的基 础得以奠定。

这一要素可用于对某些发展进行阐述分析, 即在民间社会压力的促进下, 私营领域的生产开始关注解决环境、社会与治理等问题。这些发展正在以前所未有的方式汇集在一起以应对我们面临的气候危机。在这一情势下, 作为扮演着重要角色的国家政府需要通过制定相关标准、提供科研支持以及建立激励机制等方式来推动这类响应, 从而实现向环保型经济的过渡。

承担责任

构成一个健康与可持续社会的各要素之间是相互交织的。有效地利用土地、水、能源与其它自然资源有助于实现可持续的生活, 提高企业的生产效率, 降低处理与清洁的成本。安全的产品与良好的工作条件能够吸引负责的客户, 同时最大限度地避免因事故导致的悲剧与惨重损失。教育、保健与平等机会有利于促进社区的稳定与劳动者生产力的提高。良好的治

理、合理的法律法规与明确的所有权对于安全性、有效性与创新性具有至关重要的意义 (Porter 和 Kramer 2006)。

在人类历史上, 经济生产力与能源消耗的增长——尤其是利用化石燃料所产生的能源——有着密不可分的关系。自1750年以来, 经济发展的动力毫无疑问来自于森林的砍伐与树木的燃烧, 以及后来煤碳、石油与天然气的利用 (IEA 2007)。然而, 经济增长与碳消耗相分离是完全可能实现的。提高能源的利用效率便能在降低能源消耗的同时刺激经济的增长。在1990~2005年期间, 部份工业化地区曾有意于实现碳消耗与国家生产力的分离, 从而进一步降低碳密度, 但根据最新数据显示, 这种潜在“趋势”尚未真正确立, 目前也未呈现出增长的迹象 (Lovins 2006、Raupach 等 2007) (参阅《全球综述》)。

随着可持续能源所占比例的不断 增加, 能源利用与温室气体排放相分离可能成为现实。最近数十年来在光伏发电科技、地热系统、微水电、风轮机及其它可再生能 源领域所取得创新成果已清晰地表明, 污染已不再



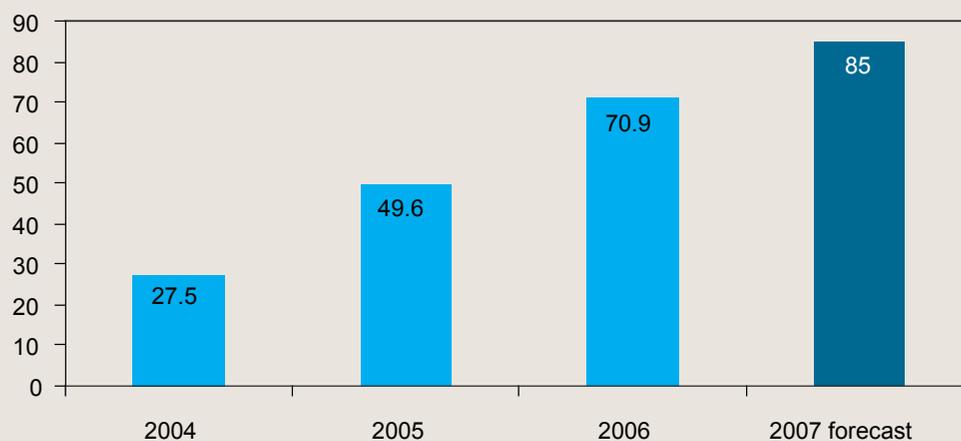
德国下萨克森州 (Lower Saxony) 的风轮机。

来源: H. Pieper/静态图片

是发展过程中不可避免的副效应 (图表1)。

全球范围内的各个阶层正在积极应对来自气候变化的威胁, 包括自上而下的国家政府

图表1: 2004~2007年全球关于可持续能源的投资 (十亿美元)



从2004年至2006年的两年时间内, 全世界对于可持续能源的投资已增加了一倍以上, 而2007年预计在融资周期各阶段所吸纳的巨额资本投资也将达到850亿美元。

注释: 此图表仅代表新增投资, 不包括风险资本与私募资本的收购。

来源: 改编自 Greenwood 等2007、New Energy Finance 2006





专栏1: 全球百强企业——全球最具可持续发展能力的企业

2004年,企业骑士(Corporate Knights)和伊诺万斯投资策略价值顾问公司(Innovest Strategic Value Advisors)发起了“全球百强企业”的评选活动,该民间合作项目旨在引起世人对全球最具可持续发展能力的企业的关注。具体来讲,“全球百强企业”的任务是研究企业在社会中的作用,通过宣传管理完善、表现优良的企业推进现有企业的可持续性行动计划,并且帮助公众从更广的角度了解企业。

“全球百强企业”名录,每年在达沃斯世界经济论坛举行期间进行发布,它精选了一批在应对各自领域内的挑战、实现可持续性发展方面具备杰出实力的上市公司。基于美国一家跨国投资顾问公司,即Innovest(伊诺万斯投资策略价值顾问公司)的研究和分析,该名录就企业对环境、社会和公司治理中的风险及机遇的管理能力进行评价。根据71项具体的评价范畴,名录对大约1800家跨国企业进行了分析,并且按照其行业分类进行了排名。然而,该排名并不能完全评价企业表现,或者实施绝对的可持续性评级。事实上,在最终出版的“同类最佳”的名录中,排名先后遵循了字母顺序。根据“全球百强企业”的方法论,此举的根本原因在于,不同的行业面临着千差万别的社会、环境和运营动态,因此若将来自不同行业领域里的公司进行比较(比如石油、燃气行业与电信行业之间),就会传递错误的信息。

目前,越来越多的企业开始采用可持续性作为一个统一理念,用来帮助自己理解一些复杂主题,比如气候变化、生物多样性、能源价格和短缺、收入分配、社会公正和公司治理。最近,Innovest的执行总裁马修·珂南(Mathew Kierman)如是强调,“全球百强企业在应对投资者和其他利益相关方要求完善危机管理(比如气候变化)方面表现得非常积极主动”。今年是“全球百强企业”发起的第四个年头,其支持者认为,面对由于不断加强的环境审查和监管行动所带来的万亿美元的投资狂潮,那些在可持续性方面领先的公司,更有条件把握此次机遇。

来源: 2007全球百强企业

专栏2: 企业责任原则: 全球契约

2000年,为纪念人类新千年的开启,大约有30家企业加入了一项由联合国发起的有关企业公民的《全球契约》,该契约彰显了人类在环境、社会和公司治理方面的努力。截至2007年初,总共有3800家政府机构、企业、劳工和民间社会组织加入了该契约。《全球契约》的签署成员相信,负责任的企业行为不仅能增加利润,还能提高社会资本,从而推动普遍发展和可持续性市场。

为实现其目标,《全球契约》力争在全球推行10条原则,旨在规范企业在人权、劳工、环境和反腐败等领域里的负责任行为。

企业应该:

1. 对保护国际社会公认的人权给予支持和尊重
2. 保证不参与人权破坏行为
3. 支持结社自由,并切实认可劳工谈判的权利
4. 支持摒弃所有形式的强迫和强制劳动
5. 支持切实废止童工现象
6. 支持摒弃在就业和职业方面的歧视现象
7. 支持应对环境挑战的预防措施
8. 采取主动,承担更多的环境责任
9. 鼓励环境友好型技术的开发和传播
10. 努力抵御各种腐败现象,包括敲诈勒索和受贿

来源: 2007全球契约

追踪到《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)及其《京都议定书》(Kyoto Protocol)的下属委员会、地方政府与市级政府委员会与合作伙伴的跟进、更有由民间社会与企业领域推动的自下而上的行动方案。

企业在环境、社会和公司治理问题上的标准

通过确立应对环境、社会和公司治理问题(ESG)的企业标准,私营行业中已经开始实施某些大有可为的举措。这些对于可持续发展来说都是些根本性的问题。过去十年,由于逐渐认识到这些问题间存在的关联性,人们研究出了新的途径来解决这些长期无法攻克的问题(专栏1和2)。

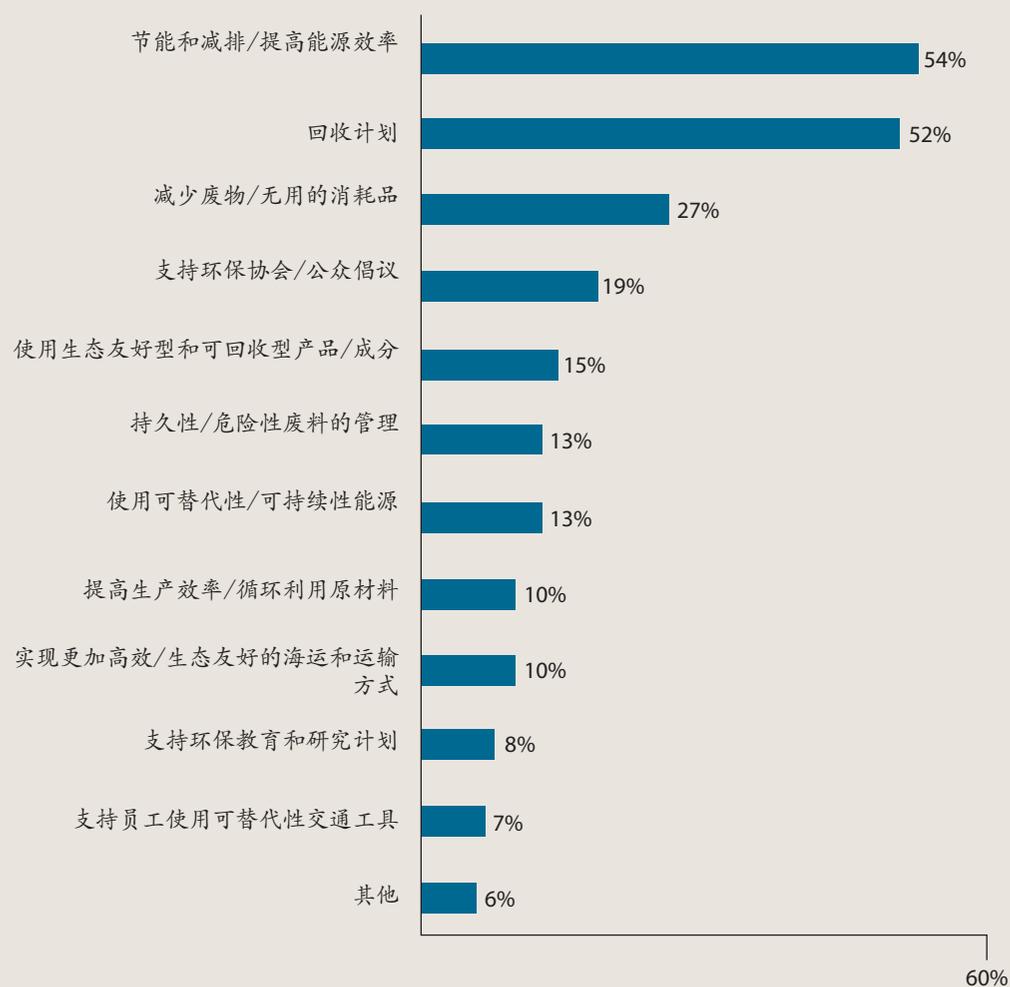
十年前,当许多公司纷纷声明自己已经接受可持续性这一概念时,人们却表示了怀疑:有关‘塑造环保形象’的指责批评了企业在宣传自己环保业绩方面的广告上花费了过多的金钱和时间,却在实际的环保行动上投入甚少。批评过后,迎来的又是民间社会组织对许多企业采取的反对行动,涉及行业包括石油、化工、伐木、矿产、化妆品和食品供应等。

如今,情况已经彻底改变了。越来越多的企业经理们开始考虑解决ESG问题所能带来的切实、长远的效益——这种效益远非仅仅是解决公共关系问题而已。借助于创造性思维,并且通过与民间社会组织顾问的频繁协商,许多公司已经发现,他们能够生产出超过其本身产品和服务价值的社会型“商品”。对于这一点的最好说明是:现在许多公司纷纷行动起来,通过降低能源成本和实现整个运作过程中废物的最小化来提高效率(洛文斯(Lovins)2006)(图2)。

现在,私营行业对ESG问题的承诺在很大程度上已经付诸实践,成为切实之举。过去十年,我们看到有许多的行业协会、咨询公司和MBA专业课程适时而起,其目的在于



图2: 环保行动计划



在对150家企业进行的一项调查中，我们发现环保行动计划在“企业社会责任”计划中是非常重要的。该调查要求受访者对其公司目前正在实施的或计划将在未来12个月内实施的环保行动计划作出描述。结果发现，有70%的公司目前正在积极实施各项行动计划，其中大部分公司都在努力寻求降低总体能源消耗的方法。

来源：蒙哥马利（Montgomery）和普赖尔（Prior），2007，AMR 研究公司，2007

帮助企业将可持续性融入其战略和运作过程中去。在所采取的一些专门行动计划中，包括一项“商界领袖人权倡议”，其目的在于消除阻止企业在维护普遍人权中发挥作用的一切障碍。另外一项重要的行动计划是“挖掘行业透明度计划”，其目的是通过对公司

付款和政府从石油、燃气和矿产中所获收入的核查和全面披露，支持加强资源丰富国家中的公司治理工作（BLIHR 2007, EITI 2007）。

正如哈佛商学院战略与竞争方面的大师，迈克尔·波特（Michael Porter）所言，这种

对企业社会责任（CSR）的全新态度所创造的机遇，能够为企业所利用，“共享价值不仅可以推动经济和社会的发展，而且能够改变企业与社会对彼此的看法”。如果从战略性的角度来看，CSR 将会成为社会进步的源泉，因为企业会将他们大量的资源、专有知识和远见卓识应用到让全社会受益的活动中去（波特（Porter）和克雷默（Kramer），2006）。

企业的社会责任和投资者

企业的社会责任不仅已成为一种吸引客户眼球的重要的企业证书，而且还能给企业带来长远的收益以及潜在投资者的关注。据估计，目前诸如退休基金这样的机构资产产业主控制着全球投资总额的近86%（阿姆拜切尔（Ambachtsheer），2006）。这些业主中有许多人都是各自资本市场上的主导力量，具有左右经济增长性质的巨大潜能。

他们的显著特点是趋避风险，因为对于他们来说，受托责任才是高于一切的优先考量——受托人的一切行为和投资决策都必须符合股东或受益人的最佳长远利益。简而言之，在投资决策中，任何可能对受益人投资价值产生重大冲击的情况都必须经过合理考虑。（阿姆拜切尔（Ambachtsheer）2006，哈雷（Hawley）2006，沃克（Walker）2007）。

现在全世界已经认可，气候变化将会对投资价值产生重大的影响。在“联合国责任投资原则”中，上述意识得到了集中体现，前者是 ESG 目标与投资过程的一种结合，它是在联合国环境署金融计划和《联合国全球契约》的共同推动下由一群投资者开发制定的。截至目前，已经有近240位资产产业主、资产管理人和投资服务机构签署了该《原则》，其资产总额超过了10万亿美元（PRI 2007）。

这些机构资产产业主会让其资产经理和分析师对企业对环境、社会和公司治理方面的管

理进行仔细审查，这一点尤为重要。而且，如果投资者觉得某些决策会给他们的投资价值带来风险，他们可以通过“积极所有权”战略，直接参与到企业中来，要求其改

进决策中的 ESG 目标。对于能够遵循最佳 ESG 实践的企业来说，这些投资战略会让其收益，即提升他们在投资同行中的形象。而另一方面，通过保留推荐权，他们还能促使那

些未遵循最佳 ESG 实践的企业主动改进他们的表现（专栏3）。

于此，责任的概念也得到了不断发展。当有关企业该“对谁”（股东或所有利益相关方）负责的问题引起不断争论时，人们对全球经济互赖性的进一步认识又引出有关责任概念的一个新的观察角度。那些肩负着受托责任的人必须清楚那些可能影响投资价值的不断涌现出来的且持续存在的情况。在我们这个日益全球化且受资源限制的世界，这些情况包括：水资源商品化、林业碳封存、作为未来创新资源的生物多样性、作为一种资产的良好社区关系、环境立法和劳工标准所带来的附加值。在我们这个日益全球化和通信驱动的世界，公民们充当了企业行为的

专栏3: 应对环境、社会和治理问题的投资者网络

目前全球出现了一些合作论坛，通过此类论坛，投资者可以就环境、社会和治理问题（比如气候危机）对企业施加压力：

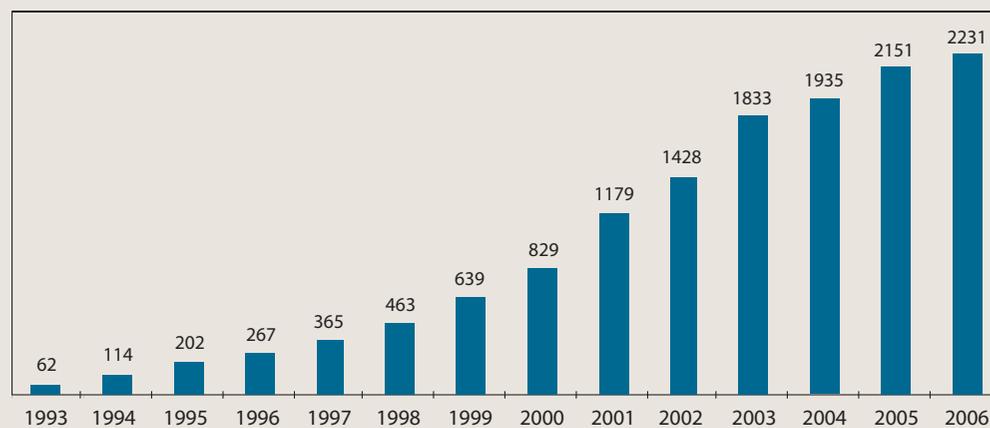
作为一家非赢利性组织，国际企业治理网（ICGN）提供了一个由投资者领导的网络论坛，用于国际社会交流有关企业治理问题的观点和信息，并且开发和鼓励遵循企业治理标准和方针。ICGN 欢迎一切有志于开发优秀公司治理的人士成为其会员。截至2007年，ICGN 成员所持资产总额估计超过了10万亿美元（ICGN 2007）。

机构投资者委员会是美国目前最重要的股东权利组织。作为一个非赢利性组织，其成员包括了130家公共、劳工和企业退休基金，资产总额超过3万亿美元。该委员会致力于对其成员和公众进行企业治理方面的教育，并且提倡对从管理层薪酬到公司董事选举的各个方面采取强有力的治理标准（CII 2007）。

气候变化机构投资者团体（IIGCC）是为退休基金和其他机构投资者就气候变化问题设立的一个合作论坛。IIGCC 主要致力于鼓励其成员参与投资的企业和市场，对业务中所面临的涉及气候变化和向低碳经济模式转变的重大风险和机遇进行积极应对。

气候风险投资者网络是由机构投资者和金融机构组成的交流网络，主要致力于让人们更好地了解因气候变化所带来的金融风险和投资机遇。INCR 于2003年11月在联合国举行的第一届气候风险机构投资者峰会上发起建立，目前已拥有逾50位机构投资者，其管理的资产总额超过了3万亿美元。该组织成员通过举办教育论坛、股东决议和其他行动，参与企业和政策制定者的活动，从而确保他们的投资长期、健康地运作（INCR 2007）。

图3: 从1993至2006年，提交企业社会责任报告的数量增长情况



注：数据涵盖在 CSR 上提交报告的公司数量 - 总共约有来自91个国家的3644家公司提交了报告。

来源：格林伍德(Greenwood)等人，2007，CorporateRegister.com 2007



出于保护部分亚马逊雨林的需，厄瓜多尔放弃了能够给它带来3.5亿美元年收入的大型油田的开发。目前，厄瓜多尔政府正在向国际社会寻求补偿，以弥补因此带来的损失。厄瓜多尔总统拉斐尔·科雷亚（Rafael Correa）强调说，保护雨林、放弃石油开发，这是对全球环境效益的认可，国际社会有责任承担我们为此付出的代价。

来源：P.C. Vega/ Majority Wor



见证人，他们将所有的发现结果传播给不断觉醒的全球人类。如果企业对环境、社会 and 治理问题所带来风险和机遇不给予足够的重视，那么它就可能会做出拙劣的决策，从而对千万人所倚重的投资组合造成长期的负面影响。公民监督企业行为的一种方式关注他们的 CSR 报告（沃克（Walker）2007）（图3）。

“普遍所有权”已成为负责任投资的发展方向。这也就是承认，诸如退休基金这样的大型投资机构通过多样化的投资组合（股票、债券和其他资产），已经将其利益延伸至全球经济的广泛领域。这种多样化程度也就意味着，这些基金的投资者在几乎整个市场经济中都占了一部分股份。因此，在他们持股的企业中，如果有一家企业是污染企业，那么另一家企业的利润可能会因此而受损。说得更正式一点，对某只基金来说，其个别持股所带来的正面和负面的外在因素会影响到它的整体投资回报。它的某些持股会因其他

持股的外在因素而承受某些苦果。相反，在他们持股的企业中，如果不存在污染企业，那么其他企业几乎不可能因污染而利益受损（Ambachtscheer 2006）。

此处的一个基本要点就是，所有资产业主都有动力去将影响其投资组合中每一产品的负面外在因素降至最低（比如污染、腐败或者强迫劳动），反之，也能实现正面外在因素的最大化（比如企业的社会责任）。这样一种途径可以将其投资者的风险降至最低，同时实现其长期回报的最大化。

公司责任和碳经济

保险和再保险行业对气候变化所带来的威胁更具意识、更为敏感。因为他们的利益取决于气候变化的直接影响所造成的风险系数——洪水旱灾愈为严重，保险业的赔偿费用就愈高。如果他们的风险过大、赔偿过多，保险业以及支持他们的再保险公司便会退出行业。20世纪90年代期间，在国际减灾十年的

国家和国际委员会成员中，来自保险业的比例不断扩大，这说明了保险业在全球的日益崛起。同时，不断攀升的天气灾害损失与气候变化之间的关系也愈为突出。从成立伊始，政府间气候变化专门委员会就不断受益于保险业代表的积极参与和贡献。全球最大的再保险商 Munich Re，发起建立了《慕尼黑气候保险行动计划》，旨在开发制定保险解决方案以应对极端天气事件所造成的巨大损失，尤其是在发展中国家（Munich Re 2007）（图4）（专栏4）。

对于大多数企业决策者来说，这个关键问题仅集中在这样一点上，即他们的决策是否能实现股东收益的最大化。所有证据表明，高

专栏4：小额保险： 支持发展中国家的企业

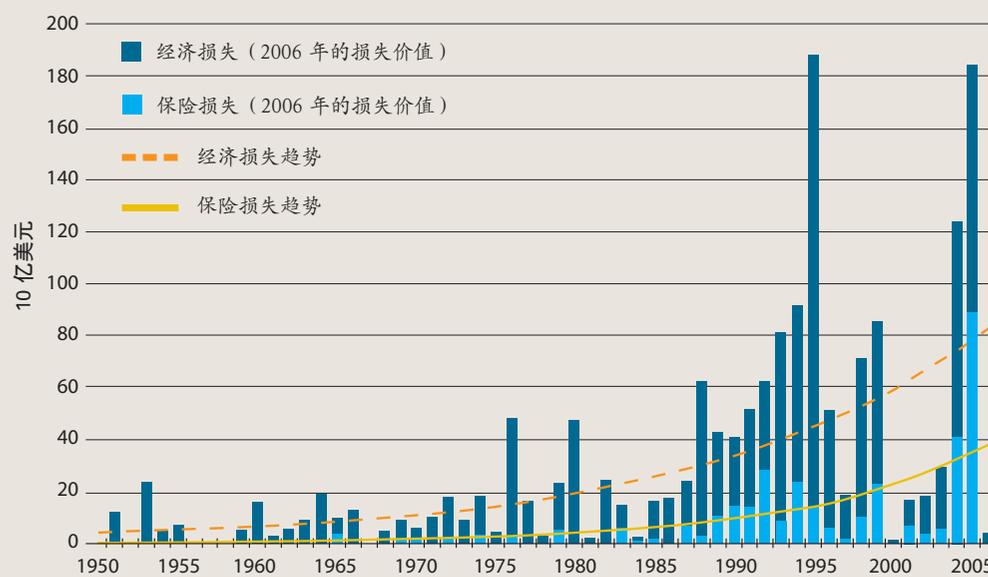
1991年，小岛屿国家联盟（AOSIS）首次提出以工业化国家资助的基金形式，采用与保险有关的解决方案，应对气候变化所带来的影响。《联合国气候变化框架公约》第4.8条款和《京都议定书》第3.14条款都呼吁工业化国家研究制定出帮助发展中国家应对气候变化的措施，其中保险被认为是一种可行性选择。

国际保险覆盖率数据显示，全球保险业的购买率存在很大差异。目前在非洲、亚洲和拉丁美洲，基本不存在对灾难性事件的保险服务，更别说是购买保险了。据估计，在全球日支配能力不足2美元的25亿人口中，仅有1000万人能够购买保险。

为此，分析人士给出了三个理由：首先，许多人负担不起保险费用。其次，往往缺乏必要的基础设施，特别是乡村地区。第三，在某些国家中，商业保险的概念几乎闻所未闻。

为扫除上述羁绊，小额保险可发挥重要作用。在这方面，某些发展中国家的农业领域里已经有了很好的开始。目前，基于降雨量指数的天气保险计划正处在开发阶段。该保险的赔偿条件是，某一指定期限内的降雨量少于特定标准。如此一来，农民们在面对因气候变化所带来的日益严重的旱灾时，就可以保护自己的利益（慕尼黑再保险公司（Munich Re），2007，联合国环境规划署金融行动机构（UNEP FI），2006）。

图4：从1950至2006年，全球极端天气事件所造成的损失（通货膨胀因素已考虑在内）



来源：IPCC（政府间气候变化专门委员会）2001，罗施（Rauch），2007



收益往往是与高标准的企业社会责任联系在一起的。根据高盛银行（Goldman Sachs，全球主要投资银行之一）在2007年7月公布的一份报告，在所涵盖的6个行业中——能源、矿产、钢铁、食品、饮料和传媒——那些被公认为在执行 ESG 政策方面处于前列的企业创造出了可持续的竞争优势，并且自2005年8月以来，其市场业绩超越了一般股票市场25个百分点。与此同时，这些企业中有72%的市场业绩在同一时期要优于其产业同行们（Goldman Sachs 2007）。

而表现最佳的企业还在不断地为气候变化问题尽心尽力，将其作为他们企业社会责任的重要组成部分。《FT500强》是以企业收入为标准的全球500强企业名录，它由《财经时报》（Financial Times Newspaper）每年进行编制。从2000年以来，非赢利性的碳排放披露项目（CDP）一直就气候变化问题对《财富500强》上列出的企业进行跟踪调查。在其2007年的报告中，CDP揭示，《财富500强》的企业中有77%披露了自己在碳排放

方面的表现。在这383家企业中，有76%正在执行温室气体减排计划，这与2006年时的48%相比的确是个长足的进步。而碳排放披露率最高的要属那些碳密集型企业：石油和燃气行业、国际电力公用事业、北美电力公司、金属、矿产和钢铁业。2007年，碳排放披露项目的全体参与者代表了41万亿美元的投资总额（CDP 2007 Report）（图5）。

那么，这些行业巨头是如何执行温室气体减排计划的呢？其实，他们的做法跟普通企业并无二样。首先，通过提高效率和坚持成本-效益分析，他们尽可能地做到减排。而当他们的减排成本过高时，他们会转向碳市场，以抵消他们剩余的碳减排任务。所谓碳抵消就是指购买一种可以抵偿碳排放的商品。碳抵消的价格越高，企业就越可能在生产过程中做好减排工作。如果某企业所在国家是根据《京都议定书》（Kyoto Protocol）承诺进行温室气体减排的国家，那么它的减排就必须接受特定的国家核查，并且遵守由政府制定的抵消规则。

从理论上讲，按照排放市场的计划，碳抵消的价格将会逐年升高，而通过使用新技术和采用高效方式，减排成本必将会降低。

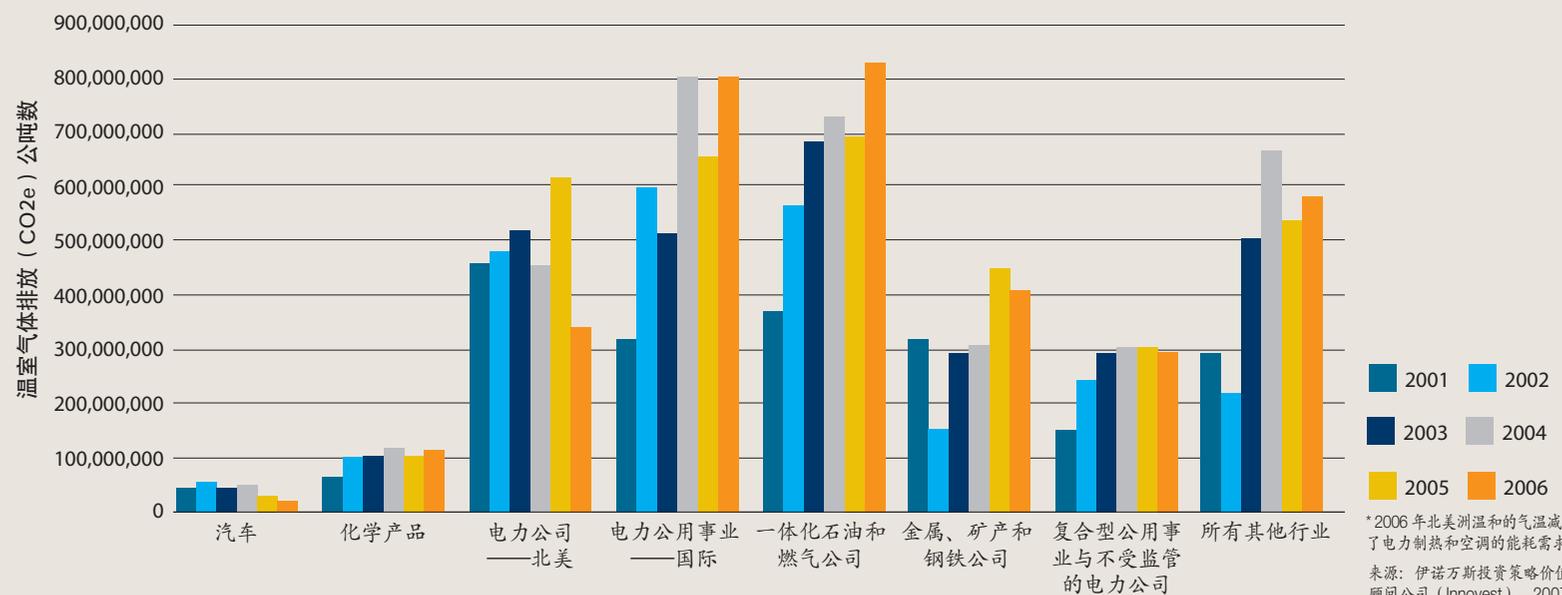
碳市场——限额与贸易

碳价是由不断增长的全球碳抵消市场决定的。美国的硫交易市场是建立碳市场的基本模型。在1990年，美国的立法者为二氧化硫的排放确立了一个全国总体限值，要求将排放最终减少50%。如果是在传统的指挥-管理制度下，燃煤公用事业将别无选择，而只能购买昂贵的污染控制技术，以达到较低的排放目标值。然而，美国却采用了一项基于市场的“限额贸易”制度。公用事业既可以自己直接减排，也可以从其他已经超额完成减排任务的企业中购买减排配额。这样，企业就有了减排动力，因为他们可以出售多余的赔额，而那些未减排的企业则必须购买更多的赔额或者面临高额的罚款（IETA 2007）。

从碳排放中创造商品

1997年，《京都议定书》为工业化国家确立了二氧化碳当量的减排承诺。一个国家一

图5：2001至2006年，碳密集型工业排放





旦签署《议定书》，它就必须要在2008至2012年期间，实现所述承诺。为帮助签署各方实现承诺，《议定书》确立了三个机制——清洁发展机制（CDM），联合履约（JI）和国际排放交易。这些机制的设立，既是为了减排又是为了支持可持续发展，两者具有同等的重要性（联合国气候变化框架公约（UNFCCC），2007）。

目前，全球已出现了若干个碳市场。在很大程度上，这些市场是按照不同的价格水平独立进行交易的。随着欧盟排放交易体制中CDM和JI信用额度的增多，这些市场中的价格最终会趋于一致。价格和交易量能反映出许多因素，包括排放限额严密性的差异、执行标准、交易费用、项目监控和审计。就像纸币一样，纸张本身并无任何价值：碳信用价值完全取决于支持它们的组织的信誉度（维克托（Victor）和卡伦沃德（Cullenward）2007）。

清洁发展机制：

清洁发展机制的制定目的在于激励碳减排，支持可持续发展，并且允许工业化国家在实现其减排目标方面具备灵活性。在CDM市场上交易的商品是核准减排额度（CERs），它是以二氧化碳当量的公吨数进行计算的。

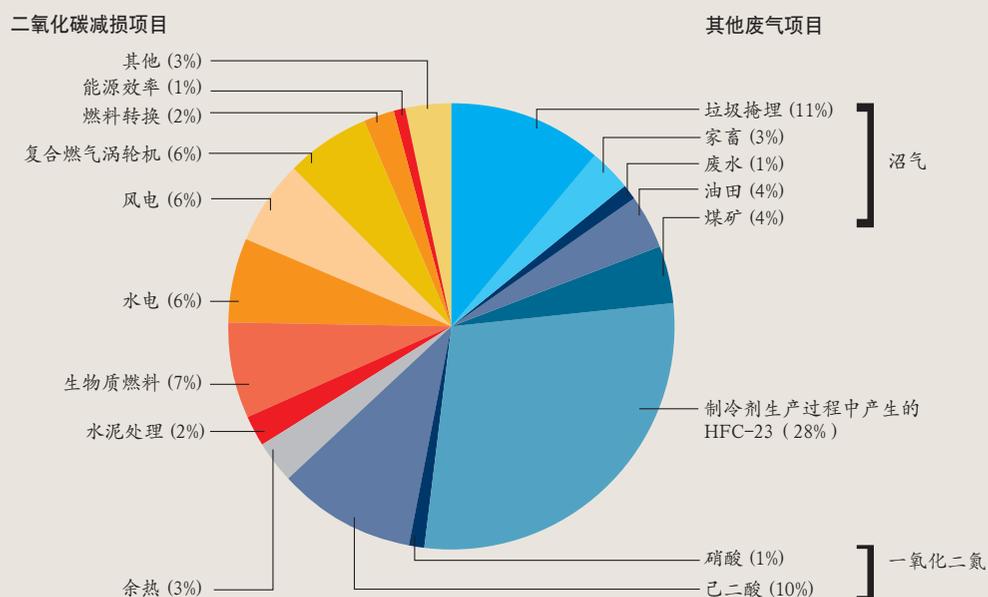
CDM计划启动于2001年11月，但直到三年以后才注册了第一项目，并于2005年10月签发出第一批CERs。该机制允许项目参与者通过在发展中国家开展减排项目赚取CERs，然后将其出售给工业化国家的买家。项目范围从风电场到水电站较为丰富，并且包括能源效率项目以及任何非二氧化碳工业温室气体的减排项目。此后，又对项目的额外性引入了一些规则：2003年12月的大规模造林和再造林项目，2004年12月的小规模造林和再造林项目，以及2005年12月的减排行动计划组合（图6）。项目必须经过一个严格的注册过程方能取得资格，从而确保实际可测量的减排相对于项目缺失情况下的排放具有额外性。

该机制由一个执行委员会进行监督，后者对那些根据《京都议定书》（Kyoto Protocol）承诺进行温室气体减排的国家负最终责任。截至2007年11月28日，先后共有852个项目在49个国家内进行了注册。截至2012年，即到《京都议定书》第一个承诺期结束为止，上述项目有望赚取10.8亿美元的CERs。如果再加上核准过程中的项目，CERs的价值有望会超过25亿美元（UNFCCC 2007）。截至2007年10月，CDM执行委员会已经先后签发了总价值为8,590万美元的CERs（CDM EB 2007）。尽管CDM遭遇了相当缓慢的开始过程，但是目前该机制发展势头良好，全球已经有2,600个项目进入了核准阶段（UNFCCC 2007）。

某些非政府环保组织和市场观察人士对有些CERs的环境完整性提出了质疑，进而怀疑起它们与真正可持续发展的联系。在现存的CDM项目中，有近40%是致力于减少工业废气，比如HFC-23和N₂O。在所有的CERs中，有25%是用于分解HFC-23的。而这也成为人们普遍引用的例子，用来质疑CDM项目的可持续发展目标。20世纪90年代初期，发展中国家的企业开始生产HCFC制冷剂，将其作为代替破坏臭氧层的CFC制冷剂的一个妙法。然而，在HCFC的生产过程中会产生一种名为HFC-23的副产品，后者的全球变暖潜值达到了11,700。这也就是说，每减少1公吨的HFC-23排放，就相当于减少11,700公吨的二氧化碳。制冷剂企业发现安装焚化炉燃烧HFC-23相对比较便宜。而一旦将其转化为CERs，每公吨被分解的HFC-23就可作为11,700的碳信用进行出售。分析人士声称，所有的HFC-23都可通过提供焚化炉和让生产者有偿捕集和分解的方式以每公吨0.30美元的代价进行清除，而不必以每公吨大约15美元的代价向他们购买CDM信用（瓦拉（Wara）2007）。

CDM的维护者也认为，目前的CERs，尤其是分配用于分解HFC-23的CERs，已成为“最

图6：全球碳市场上的现存项目

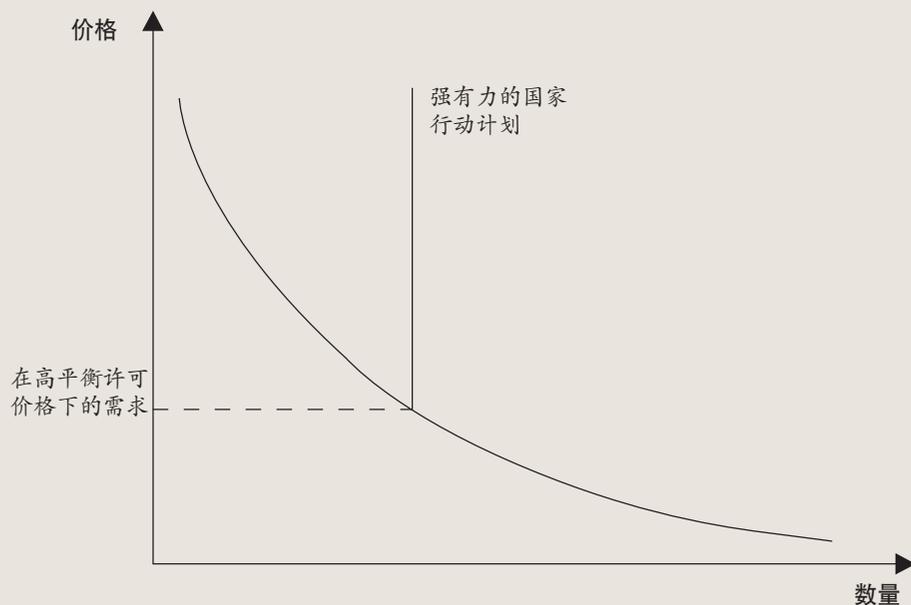


来源：瓦拉（Wara），2007





图7: 减排供应边际成本和碳配额需求曲线



EU ETS 下可供配额总量和减排边际成本与自由市场上减排配额预期的销售价格之间的关系。

减排曲线边际成本决定了配额需求。它向我们描绘了，当可供配额的储量降低时，额外减排的边际成本是如何升高的。从其形状可以看出，当减排量增加时，每一额外减排单位的实现难度就愈高。如果该曲线与固定的配额储量相交，则每一配额的价格便可确定。

来源：《经济学前沿》，2006

容易得手的果实”，在这方面须采取一些更为严格的行动。“最容易得手的果实”或者最能获利的项目这一概念，向来被人认为是在CDM市场的发展初期，用来吸引犹豫不决的参与者的诱饵。在一个新建的市场，畸变现象在所难免，但可以通过让市场趋于均衡而加以消除。

联合履约：

通过联合履约，签署《京都议定书》作出减排承诺的一个国家可以在其它任何有减排承诺的国家中开展减排项目，并且可以将其享有的减排成果计入其在《议定书》中的减排目标。联合履约项目可以帮助赚取减排量单位（ERUs），每一单位相当于1公吨的二氧化碳。

从核查和监督方面来看，该机制类似于

CDM，但是其目标是针对工业化国家的项目，尤其是那些经济转型国家。与CDM相同，所有的减排必须是实际可测量的，且相对于项目缺失情况下的排放具有额外性。联合履约机制设置了一个监督委员会，它由《京都议定书》的签署方管理。联合履约的核查程序2007年初才开始运行，因此目前的项目评估能力非常有限，第一批ERUs也将在2008年的某个时候进行签发（JI 2007）。

碳排放成为减排承诺市场上的商品

欧盟排放交易体制（EU ETS）是全球最大的跨国温室气体排放交易体制。该体制包括了欧盟全部25个成员国，于2005年1月开始运行。个别的温室气体来源国若想参与该体制，必须符合由签

署《京都议定书》作出减排承诺的国家确立的规定。

在该体制下，欧盟内部的二氧化碳排放大户必须监控其二氧化碳的排放情况并提交相关的年度报告。而且每年他们还必须向各自政府申请相当于其当年二氧化碳排放量的排放配额。这些排放企业可以从其政府手上无偿获得配额或者从其他方面进行购买。如果某排放企业获得的免费排放配额有多余，它可以将其出售给任何人。

为保证排放配额交易的切实发生（以及确实减少二氧化碳的排放），欧盟政府必须确保发放给排放企业的配额总量少于其通常业务情况下的排放量。每个欧盟成员国所能支配的配额总量由成员国国家配置计划（NAP）进行界定。不幸的是，在第一阶段（2005-2007），有些国家给企业分配了过多的配额，从而造成许多企业将配额出售给未进行过多分配的国家的企业而获利，最终未实现减排目标（图7）。

在第一阶段，EU ETS 包括了12,000家排放大户，占到欧盟二氧化碳排放总量的近40%，行业领域涵盖了能源活动（燃烧企业、矿物油精炼、炼焦炉）、黑色金属生产和加工、采矿业（水泥溶渣、玻璃和陶瓷砖）、纸浆、纸制品和木板行业等。

第二个阶段将从2008年延续至2012年，其覆盖范围将有很大的扩展。所有的温室气体将被纳入其中，而不仅仅是二氧化碳；航空业的排放也有望被归入其中；另外，四个非欧盟成员国，即挪威、冰岛、列支敦士登和瑞士也有望参与到该体制中来。鉴于目前航空业的排放量正在不断攀升，将其纳入该体制意义颇为重大。由于航空业的纳入，每年对排放配额的需求量会有1,000-1,200万吨吨二氧化碳的增量（ETS 2007，点碳咨询公司（Point Carbon）2007）（图8）。





来自商业航班的排气尾迹。二氧化碳是航空业产生的主要温室气体，此外，飞机还排放出水蒸气和一氧化二氮。据估计，全球16,000架商业航班每年排放的二氧化碳达到了6亿公吨，相当于非洲全年人类活动所产生的二氧化碳总量。

来源: J. Khandani/静态图片

图8: 欧盟航空公司燃油价格和燃油总体效率的发展



以上数字表明了航空业中燃油价格对燃油效率总体变化的历史影响。鉴于燃油燃烧与二氧化碳排放之间的直接联系，该数字也表明了燃油消耗增长与旨在降低二氧化碳排放的燃油效率措施之间的关系。将航空业纳入 EU ETS，必将会推动更多永久性的燃油效率措施付诸实施。

来源: 《经济学前沿》，2006

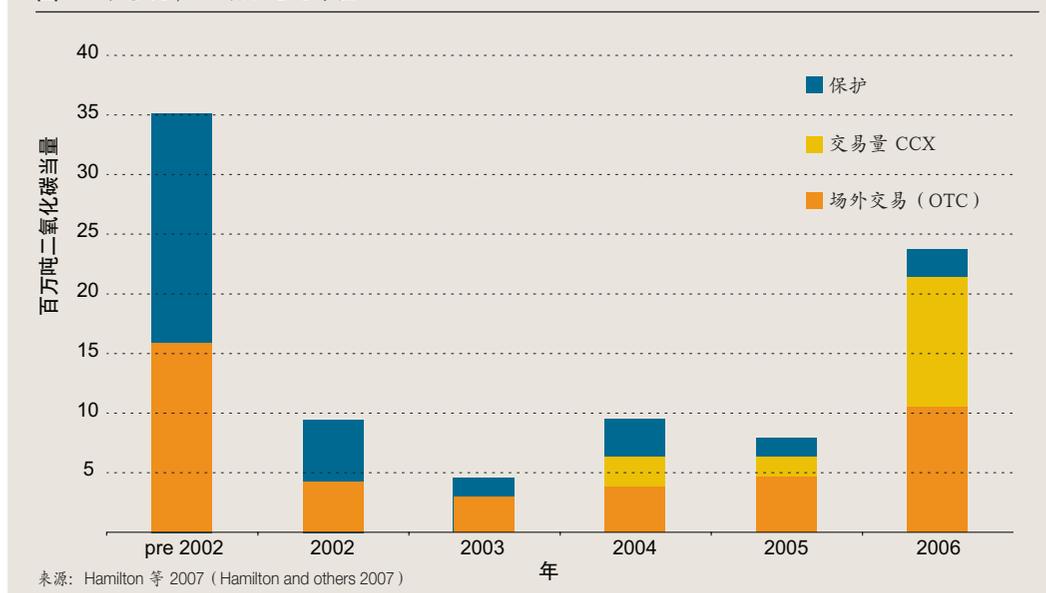
目前，国际社会在 EU ETS 和 CDM 和 JI 机制之间建立直接联系的努力，即按照惯例，使用 CDM 的 CERs 和 JI 的 ERUs 来抵偿欧盟国家的配额赤字，还必须取决于环境完整性问题的解决。当有人建议通过建立 CDM 和 JI 信用额度快速通道以兑现欧盟成员国的减排承诺时，民间社会组织的代表提出质疑，此举是否会降低欧盟内部实现减排目标的动力。争论强调，这些减排任务如果能在欧盟内部得以实现，会给欧洲人带来额外的福祉，比如更加洁净的空气、更多的就业机会、新技术和向环境友好型经济的转变。正如某些评论家所言，这种介于 EU ETS 和 CDM 及 JI 之间的快速通道就是现代社会中的“大赦”。有钱人可以规避这些问题，他们所要做的就是购买足够数量的 CERs 或者 ERUs，然后赦免自己——只要有钱就行 (CAN-E 2007)。

在经过广泛的磋商之后，以欧洲气候行动网络为代表的民间社会组织最终同意了快速通道的想法，但却提出了这样的限定要求，





图9: 自愿碳市场的历史交易量



即所有为兑现欧盟减排承诺而购买的 CERs 或者 ERUs 必须是有益环境、支持可持续发展的。可惜的是,上述条件在2007年关于直接联系的最终文件中并未得到保留。

自愿性计划下的碳减排

自愿减排市场包括通过具有法律约束力的交易方式进行的商品交换,以及通过场外交易方式(OTC)进行碳补偿销售的公司或机构。这些交易具有严格标准,公司将从中获得可证实的补偿。场外交易机构的可靠性存在差异,但是正在努力制定相关标准(图9和10)。

芝加哥气候交易所(CCX)现已成为其他自愿碳市场交易所的范例,它们分别位于英国、澳大利亚、印度和加拿大。CCX 创始人曾经参与制定美国硫交易制度以及《京都议定书》(Kyoto Protocol)金融机制的谈判工作。当美国没有批准《京都议定书》的时候,他们毅然决定建立市场。2007年,CCX

拥有来自发达和发展中国家的330多个成员,他们计划通过涉及不同活动的已验证项目来补偿其碳足迹。

参加 CCX 的一个基本动机就是学习 CCX 在碳市场方面的经验,以期为以后可能出现的总量管制与排放交易做好准备(Fahey 2007)。排放成员包括公司及其他机构,它们除了通过签署减排法律合同所做出的承诺之外,没有任何约束性承诺。这些参与成员也赢得了在企业的社会责任方面发挥先锋作用的美誉。这些成员其中包括市政当局、汽车制造商、煤矿、林业公司、化学品制造商、钢铁公司及其他,它们来自美国、巴西、德国、加拿大以及其他国家(CCX2007)。

CCX 排放成员做出自愿但具有法律约束力的承诺,以实现它们根据议定计划所设定的年度温室气体(GHG)减排目标。那些碳排放量低于目标的成员将拥有供销售或储存的剩余排放配额,那些排放量高于目标的成员

应当购买二氧化碳金融工具(CFI),商品交易在 CCX 进行。

每一笔 CFI 合同就等于100公吨二氧化碳当量。CFI 合同包括配额和补偿。根据其排放基准线和计划,向排放成员发放排放配额。向封存、破坏或替代温室气体的合格项目所有方或买方发放排放补偿。缓解状态出现之后,就发放排放补偿;同时向 CCX 提交核实文件。

合格的排放补偿项目分类包括牧场土壤碳封存;垃圾填埋场甲烷;能源效率与燃料转换;像风能、太阳能、水电及生物燃料之类的可再生能源项目;畜禽养殖场的农业甲烷收集与燃烧(像沼气池和封盖氧化塘);如通过持续保护性耕作与草皮种植进行的农业土壤碳封存;森林碳项目,包括植树造林和森林改良、城市植树造林以及在特定地区进行的联合植树造林和森林保护项目(CCX 2007, Fahey 2007)(专栏5)。

最近场外交易补偿市场受到人们的严厉批评,因为如此多的项目完全缺乏规范的引导(Davies 2007b)。客户不了解项目是否存在;如果存在,客户不了解是否排放已进行核算或价格是否合理。许多受人欢迎的项目涉及到植树造林,但是即使这种令人赞赏的项目也是问题重重。树木在数十年内对碳具有封存作用,但是如何解释洪涝期间的碳封存变化率?大型植树造林项目由于如下原因受到人们的批评,包括破坏供水、移民、剥夺牧民的放牧权以及种植土壤的碳释放量高于封存量(Davies 2007b)。

正在逐步制定的计划向购买方保证碳补偿代表真正的减排数量,对环境没有任何损害性影响。2007年9月实施了自愿性碳标准(VCS),旨在向碳补偿 OTC 市场注入信心,今年早些时候,碳补偿市场受到了严格的强制审查。碳项目计划、国际排放交易协会(International Emissions Trading Association)



图10: 根据类型划分的自愿碳市场区域分布



来源: Hamilton 等2007 (Hamilton and others 2007)

表1: 温室气体排放交易市场: 范围与规模

	2006 年体积 (百万公吨二氧化碳当量)	2006 年价值 (百万美元)
温室气体补偿市场		
自愿市场总量	23.7	91
自愿场外交易*	13.4	54.9
芝加哥气候交易所†	10.3	36.1
其他温室气体交易计划		
欧盟排放交易计划	1,101	24,357
主要清洁发展机制	450	4,813
二级清洁发展机制	25	444
联合履约	16	141
新南威尔士	20	225

*' 场外交易'

北美唯一将自愿且具有法律约束力的减排和温室气体排放交易与补偿整合于一起的市场。于2005年启动, 是全球最大的规范的多国家、多领域温室气体排放交易计划。

来源: Gillenwater 等2007 (Gillenwater and others 2007)

以及世界可持续发展工商理事会 (World Business Council for Sustainable Development) 在征询市场专家、民间组织和

业界意见的基础上, 制定了以上标准。资源性标准获得国际标准化组织 (International Organization for Standardization) 的批准, 确

专栏5: 生物燃气项目支付

2003年, 印度非营利性机构 Andhyodaya 在 Kerala 地区建立了一项计划, 该计划利用动物粪便为当地社区提供生物燃气。在计划实施之前, 当地社区使用木材作为燃料, 人们每天花费许多时间寻找燃料——年轻女孩每日的工作就是寻找燃料, 这使得她们不能上学接受教育。生物燃气系统使这些女孩获得了平生首次进入课堂的机会。两年内, 生物燃气系统因疏于维修而失效; 当地人们并无多大动力要去维修这些系统, 因为他们可以让女孩们再次辍学并重新踏上拾柴之路。

但是, Andhyodaya 计划负责人听说了补偿计划, 与 CCX 代表就生物燃气计划的概念进行了探讨。他们一起评估了该系统实施碳补偿计划的可能性, 改进了技术不足之处, 培训了当地基本技术维护代表, 建立检测与审查计划并恢复了家庭生物燃气供应。

碳补偿支付直接流入当地社区, 因此给维护生物燃气系统带来了一笔稳定收入。女孩们重新回到课堂, 计划正在发展壮大; 当地社区获得了一笔单独的持续收益, 可以为不稳定的生活提供额外的保障 (Kurian 2004, CCX 2007)。

认符合关于温室气体排放量化与报告标准, 以及关于组织与项目主张及认可要求的 ISO 14064 和14065系列规定。

这一黄金标准 (Gold Standard) 是关于碳排放补偿的方案体系, 得到了将近50个民间社会组织的认可。黄金标准仅认可那些关注能源消耗根本性变化并且脱离化石燃料型经济的可再生能源与能源效率项目。黄金标准根据能源效率和利用可再生能源替代化石燃料开发的特点, 对清洁发展机制 (CDM) 和 JI 信用进行确认。

自愿性市场可能存在交汇区域。虽然黄金标准坚决反对任何形式的封存, 但是它并不排斥其他项目的有效性。交易所通过土壤封存以及森林项目已促进了温室气体的减排效



加拿大英属哥伦比亚一处因砍伐森林而造成大面积缺乏植被的地区，而这里曾经是古老的海岸温带雨林。根据 IPCC 第四次评估报告，全球 GHG 排放有 20% 是因砍伐森林而造成。
来源：D. Garcia / 静态图片

果。自愿性碳标准（VCS）努力将其 SO 高标准要求带入国际市场的所有碳信用交易中，其中包括通过其各种封存形式获得的碳信用交易（VCS 2007）。

排放权交易的未来

各个层次的沟通和协作将确保碳市场的利益最终达成一致——这只是迟早的问题。（CCX 2007, GS 2007）（表1）。现在，不同的排放交易项目之间存在许多交易。例如，从事衍生品交易的芝加哥气候期货交易所 CCX 的全资附属公司；在2007年9月24日，该机构拍卖了 UNFCCC 发放的 163 784 公吨二氧化碳的 CER 配额，竞拍得主是印度的一家风能农场。该活动曾经十三次认购超额，同时标志着 CER 拍卖首次在规范的交易中心进行。CDM 和 JI 均提供黄金标准认可的碳信用——当然，仅限于能源效率和可再生能源项目。

关于处于考虑中的其他项目类型，封存遵循能源效率和燃料转换原则，以促进实施和潜在的经济收益。碳封存可以是生物性或地

质性的。生物封存是通过光合作用吸收二氧化碳，将碳储存在纤维素和木质素分子以及树木或其他植物材料之内形成的结果。依据碳市场，生物封存包括植树造林和再造林——森林种植与培植项目。地质封存是大气中二氧化碳与矿物质之间的化学作用，该过程形成的通常为方解石和白云石的碳酸盐岩。实际上，它也称作风化作用，但是在碳市场上，地质封存通常称作碳捕获和存储。

生物封存

通过植树造林和再造林进行封存成为了发展生态补偿领域（PES）的范例。针对 CDM/JI 封存，正在考虑的一个概念就是避免碳排放——目前人们称之为减少伐林和林地退化造成的碳排放（REDD）。这种“碳减排”不是捕获大气中二氧化碳并将其封存在树中，它是通过不砍伐森林避免空气中碳的增加而发挥作用——因为碳被封存起来了。因为选择使用再生能源并考虑能源效率，它可以与碳排放信用相比——测算将不进入大气的碳

也考虑在内。CCX 在“森林改良”和“森林保护”方面，通过其补偿项目对 REDD 计划进行支持。砍伐森林导致了温室气体排放占全球总量的20%，超过了全球交通总量。根据所有碳循环测算方法，保护现有森林是所有气候危机应对方式中的基本要素（UNEP2007）。

一些人认为将 REDD 计划作为可行的 CDM/JI 机制可能成为发展生态补偿计划的促进因素，最终超出了碳封存范畴。通过 REDD 计划，生态系统保护提供了一个为特定地区确定更广泛系列生态服务的机会。在碳市场，捆绑式信用与碳补偿拥有同等价值，但是它通过其生物多样性保护特点或传统生活保护因素，给买方提供了额外价值（专栏 6）。

一个典型的 REDD 实施计划是在2007年10月，当时世界银行宣布建立“森林碳伙伴基金（FCPF）”，旨在促使相关国家保护其森林。通过为相关国家的现有森林分配经济价





专栏6: 在碳市场中不断发展的生态补偿

国际生态补偿 (PES) 在向环保无害经济的转变过程中, 是促进性别和社会经济平等的智能工具。包括气候与洪水调节、过滤法水质维护以及土壤形成在内的生态系统服务是由大自然提供的, 同时由本地社区进行维护。生态补偿计划向那些为保证生态系统服务的开展, 而进行着富有意义且成效显著的活动的群体提供补偿 (UNEP 2007)。生态补偿计划与项目在许多国家正在兴起, 典型范例包括自上而下和自下而上进行的努力。

坦桑尼亚将乡村社区纳入生态系统服务市场的最大障碍之一就是检测和衡量所提供的高昂成本和技术复杂性。京都: 全球思考, 本地运作 (K: TGAL) 是由荷兰政府发起的一项研究与能力发展计划, 该计划支持将现有森林的社区管理纳入依据未来国际气候变化协议进行的合格碳减排活动。K: TGAL 拥有多个实验性项目, 旨在开发简单廉价的地理信息系统 (GIS) 技术和协议, 并培训农村社区成员利用以上技术与协议对社区森林封存的碳进行测量。



坦桑尼亚乡村森林委员会在 GPS/GIS 工具方面的习惯做法

来源: J.J. Verplanke/国际地理信息科学与地球观测 (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC))

根据 K: TGAL 的规定, 一批研究人员和项目协调员对来自每个坦桑尼亚乡村森林委员会 (共四个) 的四到七位村民进行培训, 培训内容包括对碳存量变化进行评测的森林调查与绘图技术。村民学会对森林区域进行绘图, 根据生态类型对森林进行分层, 使用便携式全球定位系统 (GPS) 对固定取样地点进行准确定位, 测量野外森林生物群的相关参数, 使用手提电脑准确记录数据、分析所搜集的数据, 得出结论并恢复供未来评测使用的固定取样地点。

在每个村庄都找到了每年平均封存碳总量为 1,300 公吨的森林。这个团队估计, 依目前价格计算, 每个村庄每年的碳销售平均所得是 6,500 美元。该研究团队的结果表明, 这一收入水平将可能足以激励村民保护森林。但是他们也提出销售这些森林提供的附带生态系统服务 (包括水源和生物多样性的保护) 将可能带来更大的激励作用, 并进一步缓解这些村庄多数人的贫困状况 (K: TGAL 2007, EMCF 2007)。

墨西哥: 经过多年积极的为 CDM/JI 市场开发和营销碳封存项目, 墨西哥的 Grupo Ecológico Sierra Gorda 及其合作机构 Bosque Sustentable 改变了工作思路, 决定从事承认扶贫与生物多样性附加值的自愿市场工作。Bosque Sustentable 完成了 2006 年资源市场中针对联合国基金会的首笔销售, 联合国基金会将补偿其碳足迹并对联合国发起的扶一项贫项目提供支持。

Bosque Sustentable 现即将完成针对联合国基金会的第二笔销售和针对总部在英国的联合国土地信托 (World Land Trust) 的一笔销售。联合国土地信托正在向一系列欧洲的自愿买主销售 Sierra Gorda 碳与环境补偿 (Sierra Gorda Carbon and Environmental Offsets)。这一系列销售突出显示了与调整市场相对的自愿市场所存在的主要优势, 这使得 Bosque Sustentable 可以走近那些不仅仅对碳封存感兴趣的买方 (EMCF 2007, 联合国基金会 2007)。

值, PCPF 首先与利比里亚、刚果民主共和国、圭亚那、苏里南共和国以及其他发展中国家合作, 缓解其贫困状况并带来新的经济收益, 而且相关国家无需出售森林砍伐权。同时, 该计划将帮助维持森林给当地人带来的自然收益, 包括新鲜水源、食品以及医药。

为了有资格参加 FCPF 计划, 相关国家必须展示它们确实大幅降低了森林砍伐率。它们必须确定森林的现有状况, 以将其作为以后测算森林保存率的基准线。另外, 它们需要确立森林的碳含量, 以证明它们在整个区域内一直维持着一定水平的碳封存和森林覆盖。如果在这一国家, 有的地方进行着森林保护, 然而另外的地方依然在肆意砍伐, 那么该国家就不适用这一计划 (世界银行 2007)。

地质封存

碳捕获与存储 (CCS) 作为应对气候危机的一个可能的解决方案, 人们对其已探讨了数十年。当前方案就是捕获化石燃料生产带来的二氧化碳, 将其存储在曾经含有化石燃料的地质层组中。迄今为止, CCS 仅仅减少了化石燃料生产与加工造成的排放量。凭借现有技术, 它还不能消除进入大气的排放, 它也不能去除大气中的现有碳。

石油行业通常向废弃油田内注入二氧化碳来加大其内部压力, 以促进剩余石油向钻井孔流动, 最终使总体回收率进一步提高。这种做法有利于获得经济利益。在多数化石燃料生产设施中, 尤其没有碳捕获与存储相关经济利益的国家 (像降低排放税), 目前 CCS 在经济方面是不可行的。只有当提高温室气体排放费用的时候, 该方案才会具有可行性。碳捕获与存储不仅仅适用于化石燃料行业中。石灰、水泥和混凝土行业也将严重依赖于根据严格的总量管制与交易制度开发的 CCS 技术。业内目前声称碳补偿支付和“补贴”一样是必不可少的。但是如果总量管制与交易制度真正发挥其实际作用, 碳





专栏7: 地质工程: 世界范围的技术修正?

气候危机促使一系列建议产生, 它们旨在进行大规模的干预, 以应对全球变暖; 人们称之为地质工程。这些干预措施包括向太空发射反射器以及向高层大气释放硫——这两项措施的目的都是为了增加地球的反射率(参见《新的挑战》)。科学家通过支出和系统建模分析, 对这两项特别计划进行了缜密审查。分析表明, 如果真正实施以上计划, 这些干预措施的费用将会十分高昂, 需要国际间的合作并可能造成全局性的严重伤害。

一种不同类型的干预措施就是考虑开发部分海洋的二氧化碳封存能力; 这些海洋营养丰富, 但是由于缺乏铁物质, 不利于浮游生物的生长。向这些海洋区域加入大量的铁物质可能会促进浮游生物的蓬勃生长, 浮游生物将黏合碳分子并最后将其封存在深层海底。过去二十年里, 已进行了许多小规模实验, 并在促进浮游生物蓬勃生长方面取得了一定进展。这些实验也引发了人们对“铁施肥”概念正反两方面的激烈争论。科学家们提出的最大顾虑就是: 这种做法会干预海洋生命赖以生存的营养循环。打破这种循环将给海洋生态系统带来严重挑战, 海洋生态系统已经遭受到人类活动的过度开发而濒临危险的境地(参见《全球综述》)。2007年9月, 《防止污染海洋公约》(Convention on the Prevention of Marine Pollution)发布的一项声明中指出“计划使用微量营养元素进行大规模施肥旨在封存二氧化碳的做法, 在目前是没有得到完全证明的。”

另一个办法就是一种完全的人工二氧化碳收集装置, 该装置模拟了进行光合作用的树木所拥有的碳封存能力。基于鱼缸过滤装置所采用的技术和美国哥伦比亚大学地球研究所科学家开发的技术, 这种称为“空气捕获”的方法将直接把空气中的二氧化碳去除。它相对开发中的二氧化碳捕获与存储技术的优势就是: 它可以收集位于理想储存地质沉积层的二氧化碳。冰岛政府和地球研究所非常希望将空气捕获技术与玄武岩地质封存技术联合在一起。这一计划是否有助于解决气候危机将离不开现有实验的成功进行和它所得到的资金支持, 以及所涉及的法规约束。

来源: Lackner 2003, Lackner and Sachs 2005, IMO 2007, Morton 2007



空气捕获概念的设计创意在于将空气中二氧化碳提取出来

来源: ©Stonehaven CCS

排放的代价将如此高昂, 因此 CCS 将成为水泥和化石燃料行业的经济可行性方案 (IPCC 2005)。

更多极具创意性的可能方案正在浮出水面。冰岛正在进行有关碳封存的理论实验, 该实验由冰岛、法国和美国的国家政府和科研机构发起。为了尽量降低运输费用——它常常是费用巨大的主要原因——将从当地企业的生产过程中采集二氧化碳。将二氧化碳注入冰岛地下富含钙和镁的玄武岩层中, 旨在再现数百万年中形成方解石与白云石沉积以及黏合碳分子的自然过程。以上的沉积类型在每个大洲都很常见(Gislason 等2007)

当应对全球气候危机的时候, CCS 及相关计划可提供补充性的可选解决方案(专栏7)但是它们不能替代能源效率、可再生能源的开发以及生物封存。CCS 可对以上其他方案发挥补充作用。

政府角色

全球碳市场的创建已经改变了世界应对气候危机的态度。经过十年的实践, 可以考虑碳市场营销的实验阶段了。从示范项目到全面实施时机已经到来。排放交易和碳市场——以及气候变化所带来的其他有效应对措施的未来都是逐渐发展、精心安排和十分紧迫的。

在环境商品的构成及市场设计方面的十年探索带来了系列改革创新, 这使得人们对新型经济的到来满怀希冀。这一新型经济已初显雏形。许多必要技术已经问世。许多最成功的市场主体和金融决策人正在表明其建立新型经济的决心, 可再生能源成为了新型经济的有效燃料。他们的企业活动日益遵循着环境、社会和政府管理原则在进行, 同时投资基金也逐渐按照普遍所有的概念进行运作; 根据普遍所有的概念, 世界经济和环境是一个相互依存的整体。





奖励与惩罚

全球经济在飞速发展，人口也在持续增长，但是在过去数年中见到的能源强度的改善却已不再。大气中的二氧化碳含量和其他温室气体在不断增加，然而海洋吸收二氧化碳的能力在日益下降（Point Carbon 2007, GEO Portal 2007, Raupach et al 2007, Canadell 2007）（参见《全球综述》）。

为了使新的发展达到所需的规模与范围，政府必须发挥更强有力的鼓励和促进作用。依然是障碍重重，旧的税收与补贴习惯使我们禁不住仍旧沿袭传统的做法，只有政府才能改变这一切。只有政府才能针对好的做法进行奖励和刺激，针对坏的做法进行惩罚。迄今为止，所缺乏的就是在完全解放私营部门和民间团体合作伙伴的创造能力方面所需要的政治意愿和政策协调。

促进向可再生能源未来转换的政策选择有许多。我们需要从原来对“好的方面”（如收入）征税转变到对“坏的方面”（如资源浪费、污染和温室气体排放）征税。我们需要废除许多明显不当的奖励与补贴，它们依然存在于化石燃料与低效技术应用方面。我们需要能够促进开发高效低碳能源的积极奖励措施。积极奖励措施包括金融要素，如税收减免、补贴、直接补助、贷款担保、采购政策以及优惠收购价格等。这些直接的经济干预需要如下方面的补充，包括国家研究、发展与配置计划；基础设施投资；技术帮助与推广服务；通过教育、信息传播和环保标识措施来培养人们对此的认识；以及奖励与表彰计划。这些奖励可以利用惩罚与限制性政策方案进行平衡，包括排污税；总量管制与交易计划；以及效率、排放与组合的最低标准。（Goldemberg and Chu 2006）。



中国王城（Wangcheng）的农民使用水桶和水泵从淡水泉里面取水。
来源：Sinopictures/静态图片

设定标准

许多政府与当地和区域性管理部门已在进行初步行动了。2007年，一些国家、美国各州、加拿大各省以及欧盟启动了国际碳行动伙伴（International Carbon Action Partnership），它们已在积极地通过强制性总量管制与交易制度进一步推进碳市场的发展。该伙伴关系基于这样的观点，即：全球碳市场将成为气候变化解决方案中一个低成本高效能的组成部分。ICAP 认识到解决气候变化需要将私人投资大量转移到清洁技术和低碳研究与目标方面，最终协调和支持其成员参与到碳市场其中（ICAP 2007）。

率先走在前面的公司意识到积极的政府领导在这些问题方面的必要性。2007年，美国许多大型的高碳公司加入了游说联盟活动，对

有关温室气体排放的联邦强制性立法提供支持。“美国气候行动联盟（USCAP）”是一个联盟组织，它包括 Dow Chemical、Caterpillar、ConocoPhillips、BP America、DuPont、General Electric、John Deere、PepsiCo、General Motors 以及 Ford 等，它们同时又是其创始成员。USCAP 呼吁建立一个强制性的经济领域总量管制与交易计划，以使法规明确并创造新的经济机会（CDP 2007, USCAP 2007）。

公平与公正

市场可对稀有资源进行有效分配，但是市场本身不能解决公平与公正问题。考虑公平与公正问题是政府的基本作用和道德责任。在促进向新型高效低碳经济转变的过程中，政府所做的一切都必须考虑到公平与公正问题。





向高效低碳能源转变的过程中，其中最具挑战性的任务之一就是同时对发展目标提供支持。虽然政府努力解决众多贫民发展的基本需求，但是这种发展必须结合相关战略，以适应正在加剧的气候危机。气候变化正对赤贫人群和地区带来最严重的打击，因此他们的适应需求应当被纳入业已实施的发展计划以及将来实施的发展规划中。

在发展中国家，穷人的幸福生活严重依赖于生态体系服务，这些资源交换常常是通过非市场渠道进行的。将这些生态系统服务纳入正规市场可能将使一些人群陷入贫穷境地，尤其是妇女、老人和孤儿。同样，如果对人们习惯认

为免费的服务（如个人消费的清洁水、呼吸的清洁空气或用于洪水调节的湿地）收取费用，将引发道德与权利问题。因此，在实施定价或市场计划的同时，需要引入一些最好建立在自下而上社区计划基础上的补偿或再分配机制（Goldemberg and Chu 2007）。

促进效率

政府与私营机构和社区组织合作，在促进向新型经济转换方面有许多可行的方法。一个颇具可行性的动议就是《节能建筑更新计划》（Energy Efficiency Building Retrofit Programme）——关注城市地区的《克林顿气候行动》（CCI）全球计划。城市大约占

全球所有能源消耗和温室气体排放总量的75%。建筑几乎占全球温室气体排放总量的40%——如在纽约和伦敦等城市，这一数字接近70%。

《克林顿气候行动》（CCI）使四家世界最大的能源服务公司、五家最大的银行和十六个世界最大的城市联合起来，减少现有建筑的能源消耗。参与城市同意使其市政大楼更加节能，同时鼓励私有建筑所有方采用节能技术对其建筑进行改造。CCI及其合作伙伴将协助参与城市发起和制定计划，在节能与清洁能源产品的安装及维护方面对本地工人进行培训。通过对现有建筑进行改造，该计划旨在实现节能20-50%（CCI 2007）。

节能扩散与金融机制必须针对贫穷的较小社区。CCI的《节能建筑更新计划》（Energy Efficiency Building Retrofit Programme）和其他促进节能与再生能源的著名计划可以作为较简单的范例。也可对这些范例进行定制，以适应城市贫穷阶层的发展需求。例如，贫民区的水源与卫生服务可以和节能供电设施同步进行。在社区或街区，带有生物燃气回收设施的卫生装置将会创造碳补偿收益，同时使居民更加健康和更安全。这类计划可由妇女和老年人、经常全天使用此类设施的人员进行管理（亚洲电力杂志 Asian Power Magazine 2007, GAIN 2007, Ho 2005）（参见《全球综述》）。

研究、开发、展开

在气候危机任何有效应对措施所需要的基础研究与开发方面，政府有责任发挥重要作用对其提供支持。该研发工作超越了特大工程项目和工业解决方案的硬技术研究，同时这些方面将对全球的成就发挥重要作用。应用系统分析和绿色设计原则需要与社区适应方案相结合，社区适应方案在不同范围内以补充和整合为基础。这将需要相关的支持，以深入了解人们和社区如何适应变化，以及如何确保他们不选择可能导致生态系统破坏



中国——意大利生态与节能建筑——北京清华大学

北京清华大学校园内的一个新型的先进建筑将节能上升到一个新高度。这座新建筑将作为大学在环境保护与节能方面的教育、培训与研究研究中心。其设施的构思是通过同时采用被动和主动的策略，最大限度地利用太阳能，其中包括1000平方米的太阳能电池板。电池板与建筑的结构设计相结合，在为建筑阳台提供遮荫的同时，还能有效采集太阳能。大学与构思这一结构的设计师们希望该建筑也能培养和突出节能建筑的创新潜力，尤其是在二氧化碳排放方面。

来源：© D. Domenicali/ dphoto.it courtesy of MCA





和未来冲突的适应不良的道路。另一个研究领域就是确定和实施特定情况下的方法，以对目前正在采用的不同经济手段的成败进行检测和评估（专栏7和8）

在如下几个领域内，直接的研发支持可促进我们应对气候危机。

1) 生态系统价值评估将促进对植物中、土壤中和湿地中以及排放中的碳分配以适当价格。如果恰当进行，价值评估可以说明不

同生物封存计划对性别平等和社区统一性所产生的影响

2) 针对发达与发展中国家的富人和穷人，需要开发和部署相应的能源效率技巧和技术；同时在分配与实施过程中，考虑性别与平等问题。

3) 在可再生能源及相应技术与分配体系方面进行大量投资将加快向环保无害型经济的平稳转变。

4) 为开发高效的生物与地质碳捕获及封存技术，需提供相应的流程和材料，这需要支持相关的科学实验，并且从基本的社会经济层面加以推广。

5) 必须在如下方面对生物燃料生产进行检测：包括实际碳循环效率、生态系统破坏、土壤肥力、对主要食物可用性的影响以及公平与公正的影响。

专栏7: 关键信息总结

十年的示范和学习已经孕育了一个每年数十亿美元碳市场——但是现在是逐渐发展和精心布局的时机。

民间社会、私营部门以及地方各级政府部门纷纷呼吁国家政府推进制定总量管制与交易市场的全球标准。

在生产和消费循环的每一个层面，对改善能源效率提供支持，这将极大地促进向环保无害型经济的转变。

在气候与能源研究与开发方面的投资是转变过程重要的组成部分，但是配置通过携手合作和基层实践获得的知识、技术和技巧则需要各方的通力支持。

向环保无害、低碳型经济的转变为创新者带来了巨大良机——同时它通过可再生能源和社区生态系统服务供给，为贫穷和弱势群体赢得了真正清洁发展的非常机遇。



专栏8: 政策选择

在向环保无害型经济的转变过程中，发达国家必须发挥带头作用。在气候变化问题方面，它们肩负着历史责任。在率先大幅减少温室气体排放和帮助发展中国家随后跟进方面，它们拥有丰富的经济资源和技术能力。无论是在发达国家还是在发展中国家，如下目标的支持性政策将会促进向环保无害型经济的转变进程。

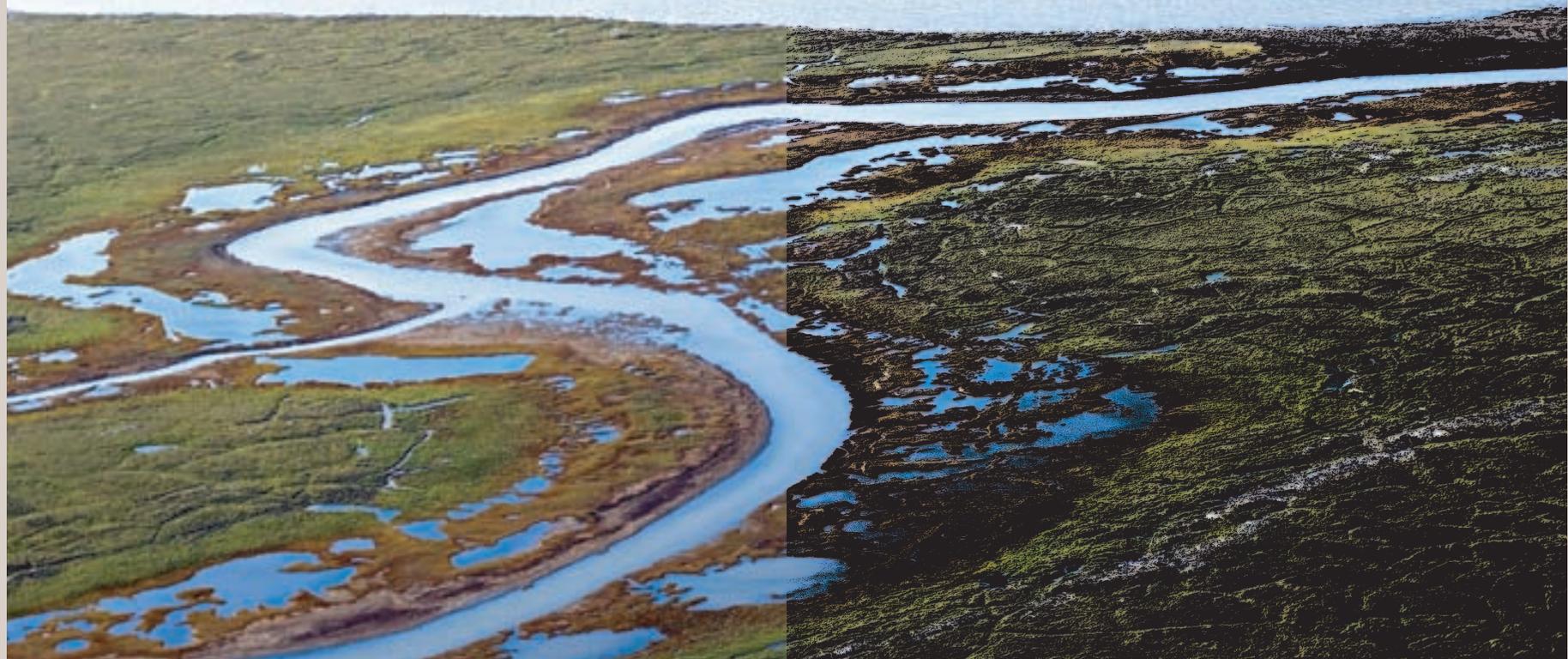
- 1) 通过建立当地、国家以及国际范围的总量管制与交易和/或收入中性排放税制度，确定一个排放价格。
- 2) 在每一个层面和部门实施能源效率计划。
- 3) 对可再生能源技术与技巧的大规模研究、开发与展开提供支持。
- 4) 因为在发展融资和实施方面，适应变化气候的影响处于优先地位，因此应当以可持续方式满足最贫穷阶层的基本能源需求。
- 5) 确保在新能源及适应政策的制定之初，就考虑到公平与公正原则，而不是事后想到。
- 6) 加快开发工业生产过程中的碳捕获与封存技术。
- 7) 生物燃料生产的管理应兼顾到可持续性目标和生态系统服务保护。



参考文献

- Ambachtsheer, J. (2006). *Responsible Investment: What Is It All About?* Mercer Investment Consulting. <http://www.pensionsatwork.ca/english/pdfs/lectures/AmbachtsheerSlides.pdf> [Accessed 12 October 2007]
- Ban, K.M. (2007). *Address to High-level Event On Climate Change*. <http://www.un.org/webcast/climatechange/highlevel/2007/pdfs/sg.pdf> [Accessed 31 October 2007]
- Baue, B. (2007). Emissions Trading Commodifies Carbon, But Does It Really Help Solve Climate Change? *Social Funds*, October 15, 2007. <http://www.socialfunds.com/news/article.cgi/2393.html> [Accessed 25 October 2007]
- BHLRI (2007). *The Business Leaders Initiative on Human Rights*. <http://www.bhlri.org/> [Accessed 2 November 2007]
- BioEcon (2007) *Economics and Institutions for Biodiversity Conservation*, Ninth Annual BioEcon Conference, Kings College Cambridge, UK; September 20-21, 2007
- Canadell, J.G., Le Quéré, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E.T., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A. and Marland G. (2007). Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc Natl Acad Sci, U S A*. 2007 Oct 25 www.pnas.org/cgi/doi/10.1073.pnas.0702737104 [Accessed 3 November 2007]
- CCI (2007). *Clinton Climate Initiative*. <http://www.clintonfoundation.org/cf-pgm-cci-home.htm> [Accessed 22 October 2007]
- CCX (2007). *Chicago Climate Exchange*. <http://www.chicagoclimatex.com/> [Accessed 14 September 2007]
- CII (2007). *The Council of Institutional Investors*. <http://www.cii.org/about/index.html> [Accessed 2 November 2007]
- Davies, N. (2007). Truth about Kyoto: huge profits, little carbon saved. *The Guardian*, Saturday June 2 <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jun/02/india.greenpolitics> [Accessed 20 August 2007]
- Davies, N. (2007b). The inconvenient truth about the carbon offset industry. *The Guardian*, Saturday June 16 2007. <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jun/16/climatechange.climatechange> [Accessed 20 August 2007]
- ETI (2007). *Extractive Industries Transparency Initiative*. <http://www.eitransparency.org/> [Accessed 2 November 2007]
- EU ETS (2007). *European Union Emission Trading Scheme*. <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission.htm> [Accessed 30 September 2007]
- Fahey, M., (2007). The Chicago Climate Exchange: A Precursor of What's to Come, *Urban Land* September
- Frontier Economics (2006). Economic consideration of extending the EU ETS to include aviation. A REPORT PREPARED FOR THE EUROPEAN LOW FARES AIRLINE ASSOCIATION (ELFAA). March 2006. Frontier Economics Ltd, London.
- Gillenwater, M., Broekhoff, D., Trexler, M., Hyman, J. and Fowler, R. (2007). Policing the voluntary carbon market. *Nature Reports Climate Change* 11 October 2007 doi:10.1038/climate.2007.58 <http://www.nature.com/climate/2007/0711/full/climate.2007.58.html> [Accessed 30 November 2007]
- Gislason, S.R., Gunnlaugsson, E., Broecker, W.S., Oelkers, E.H., Matter, J.M., Stefansson, A., Arnorsson, S., Bjornsson, G., Fridriksson, T., and Lackner, K. (2007). Permanent CO₂ Sequestration Into Basalt: the Hellisheidi, Iceland Project. *Geophysical Research Abstracts*, 9, 07153
- Global100 (2007). Global 100 Most Sustainable Corporations in the World. www.global100.org [Accessed 1 December 2007]
- Goldman Sachs (2007). Introducing GS SUSTAIN. Goldman Sachs Global Investment Research. http://www.unglobalcompact.org/docs/summit2007/gss_esg_embargoed_until030707.pdf [Accessed 2 November 2007]
- Greenwood, C., Hohler, A., Liebreich, M., Sonntag-O'Brien, V. and Usher, E. (2007). Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency in OECD and Developing Countries. United Nations Environment Programme and New Energy Finance Ltd.
- Hamilton, K., Bayon, R., Turner, G and Higgins, D. (2007). State of the Voluntary Carbon Market 2007: Picking Up Steam
- Hawley, J.P. and Williams, A.T. (2000). *The Rise of Fiduciary Capitalism: How Institutional Investors Can Make Corporate America More Democratic*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia
- IAC (2007). *Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future*. InterAcademy Council, Amsterdam. <http://www.interacademycouncil.net> [Accessed 2 November 2007]
- ICGN (2007). *International Corporate Governance Network*. <http://www.icgn.org/organisation/index.php> [Accessed 2 November 2007]
- IEA (2006). *World Energy Outlook 2006*. International Energy Agency, Paris
- IIGCC (2007). *The Institutional Investors Group on Climate Change*. <http://www.iigcc.org/> [Accessed 2 November 2007]
- IMO (2007). Large-scale ocean fertilization operations not currently justified. Press briefing, International Marine Organization. www.imo.org/includes/blastData.asp?doc_id=8708/Press%20briefing%2016-11-07.doc [Accessed 21 November 2007]
- INCR (2007). *The Investor Network on Climate Risk*. <http://www.incr.com/NETCOMMUNITY/Page.aspx?pid=198&scid=2> [Accessed 2 November 2007]
- Innovest (2007). *Carbon Disclosure Project Report 2007: Global FT500*. Innovest Strategic Value Advisors. <http://www.cdproject.net/> [Accessed 25 October 2007]
- IPCC (2001). *Climate Change 2001: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2005). *Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2007b). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- ISO (2007). *International Organization for Standardization*. <http://www.iso.org/iso/home.htm> [Accessed 20 November 2007]
- ITEA (2007). *International Trading Emissions Association*. <http://www.iet.org/iet/www/pages/index.php> [Accessed 2 November 2007]
- Lackner, K.S. (2003). A Guide to CO₂ Sequestration. *Science*, 300, 1677
- Lackner, K.S. and Sachs, J.D. (2005). A Robust Strategy for Sustainable Energy. Project Muse: Brookings Paper on Economic Activity, Columbia University
- Lovins, L.H. (2006). *The Business Case for Climate Protection*. Natural Capital Solutions, Eldorado Springs, CO. http://summits.ncaat.org/docs/BusinessCase_forClimateProtection.pdf [Assessed 2 October 2007]
- Kurian, P.K., (2004) *Socio-economic and environmental impact of Bio Gas Programme with special reference to the Karunapuram and Kanchiyar Panchayaths of Idukki District*. Kerala Research Programme on Local Level Development
- MA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. Millennium Ecosystem Assessment. <http://www.meaeb.org/en/products.aspx> [Assessed 10 November 2007]
- MCII (2007). *Munich Re Group: Munich Climate Insurance Initiative*. http://www.climate-insurance.org/front_content.php [Accessed 20 November 2007]
- Morton, O. (2007). Is This What it Takes to Save the World? *Nature*, 447, 132
- Nature (2007). Carbon copies. *Nature* 445, 584-585. doi:10.1038/445595a. <http://www.nature.com/nature/journal/v445/n7128/full/445584a.html> [Accessed 25 November 2007]
- Porter, M.E. and Kramer, M.R. (2006). Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. *Harvard Business Review*, 84(12), 78-92
- Rauch, E. (2007). Climate Change: A Relevant Risk of Change. In: *Risk Prevention Congress, 3 February 2007 Bruxelles*. Prepared by Geo Risks Research Munich Re
- Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quéré, C., Canadell, J.G., Klepper, G., and Field, C.B. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proc Natl Acad Sci*, 104(24) 10288-10293. <http://www.pnas.org/cgi/content/short/104/24/10288>
- Shah, A. (2007). *Flexibility Mechanisms*. Global Issues. <http://www.globalissues.org/Env/Issues/GlobalWarming/Mechanisms.asp> [Accessed 25 November 2007]
- UNDP (2007). *Human Development Report 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. United Nations Development Programme, New York. <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-8/>
- UNEP (2007). *Global Environmental Outlook 4: Environment for Development*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP FI (2006). *Adaptation and Vulnerability to Climate Change: The Role of the Finance Sector*. United Nations Environment Programme Finance Initiative. http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_briefing_adaptation_vulnerability_2006.pdf [Accessed 20 August 2007]
- UNEP FI (2007) *Bloom or Bust: Biodiversity and Ecosystem Services-A Financial Sector Briefing*. UNEP FI Biodiversity and Ecosystems Services Work Stream http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEOBriefing_biodiversity_01.pdf [Accessed 20 August 2007]
- UN Global Compact (2007). *The Global Compact: Ten Principles*. United Nations Global Compact. <http://www.unglobalcompact.org/AboutTheGC/TheTenPrinciples/index.html> [Accessed 10 October 2007]
- United Nations (2007). *Mechanisms to Help Reduce Emissions*. Gateway to the UN System's Work on Climate Change. <http://www.un.org/climatechange/background/mechanisms.shtml> [Accessed 20 October 2007]
- UNFCCC (2007). *Joint Implementation*. United Nations Framework Convention on Climate Change. http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php [Accessed 10 August 2007]
- UNFCCC CDM (2007). *Clean Development Mechanism*. United Nations Framework Convention on Climate Change. <http://cdm.unfccc.int/index.html> [Accessed 10 August 2007]
- UNPRI (2007). *Principles for Responsible Investment*. UNEP Finance Initiative and the UN Global Compact, New York. <http://www.unpri.org/files/pri.pdf> [Accessed 2 November 2007]
- USCAP (2007). *A Call for Action. Consensus Principles and Recommendations from the U.S. Climate Action Partnership*. United States Climate Action Partnership, Washington DC. www.us-cap.org/USCAPCallForAction.pdf [Accessed 20 November 2007]
- VCS (2007). *The Voluntary Carbon Standard*. <http://www.v-c-s.org/> [Accessed 27 November 2007]
- Victor, D.G. and Cullenward, D. (2007). Making Carbon Markets Work: Limiting climate change without damaging the world economy depends on stronger and smarter market signals to regulate carbon dioxide. *Scientific American*, September 24, 2007 <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=29896DAF-E7F2-99DF-3CB3CA01486CA951> [Accessed 24 September 2007]
- Walker, P. (2007). Sustainable Profits. *Africa Investor* Nov-Dec 2007 http://www.africa-investor.com/article_mag.asp?id=2177&magazineid=21 [Accessed 27 November 2007]
- Wara, M. (2007). Is the global carbon market working? *Nature* 445, 595-596. <http://www.nature.com/nature/journal/v445/n7128/full/445595a.html> [Accessed 10 October 2007]
- World Bank CF (2007). *Forest Carbon Partnership Facility*. The World Bank Carbon Finance Unit. <http://carbonfinance.org/Router.cfm?itemID=3&Page=Funds> [Accessed 20 November 2007]
- World Bank Group (2007). *Environmental Valuation*. The World Bank Group. <http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/enext.nsf/PrintFriendly/2452A2007BF697D685256D21006E77F0?Opendocument> [Accessed 20 November 2007]

新的挑战



© S. Kazlowski / 静态图片

来自北极的甲烷

全球变暖的未知因素

北极的气候反馈
永冻土融化产生的甲烷
水合物产生的甲烷
自然界的
变化
展望未来



来自北极的甲烷 全球变暖的未知因素

北极温度的日益增长可能导致消融的永冻土和海洋沉积释放大量甲烷。冰雪覆盖减少、灌木与乔木生长范围的不断推进使次区域范围的反射率进一步降低，这样就导致永冻土进一步升温融化并释放更多甲烷。次区域过程的结果就是造成更多的甲烷释放出来，随之使全球变暖的趋势进一步加剧。这些新发现使得加快气候与能源方针决策的制定更加刻不容缓。

北极的气候反馈

北极是世界气候体系的重要组成部分，其变暖速度几乎是世界其他地区的两倍。该变暖趋势已影响了北极生态体系以及依靠它生存的人们的生活；在过去的数十年里，这一趋势受到了人们的密切关注；预计在二十一世纪，这一趋势还将持续下去（ACIA 2004, ACIA 2005）。“正向反馈”机制在北极运行着，其累加效应造成那里加速变暖。

正向反馈是对最初刺激因素的一种反应，该反应使刺激因素的影响进一步扩大。负向反馈则是对最初刺激因素的影响起到抑制作用。在北极地区，针对气温升高的正负反馈都在发挥作用，但是正向反馈占据了主导地位。一些反馈已经被人们广泛了解和充分认识，然而其他反馈仅在最近才为人们所认识。海冰的迅速减少是几个重要的北极气候反馈之一。另一方面与海洋环流的变化有关；海洋环流变化是因为更多淡水流入海洋造成的，这些淡水则来自陆地冰川和海冰融化以及降水与河川径流的增加。

本章将简要回顾主要的反馈形式，同时重点关注可能带来严重全球性后果的一个潜在反馈：融化永冻土层和甲烷水合物沉积层的甲烷释放。

虽然甲烷在大气中存续时间相对较短——大约为10年，但是它是一种威力强大的温室气体，其变暖潜力是二氧化碳的25倍（IPCC 2007）。有

关融化永冻土层和水合物沉积层可能释放甲烷的最新发现表明，后果是严重且令人忧虑的。据测算，源于所有自然和人为渠道的全球甲烷排放量为每年5-6亿公吨。最近估算表明，当前来自地球

土壤的甲烷排放量为每年1.5-2.5亿公吨之间。其中总排量的四分之一到三分之一来自北极湿地，这使其成为地球上最大的甲烷排放来源之一（IPCC 2007）。



全球变暖趋势已对一些社区带来了影响（如加拿大 Nunavut 的 Cape Dorset）。对比20世纪60年代，这里的结冰时间推迟了大约一个月，而冰的融化时间则提前了一个月。海结冰时间的缩短限制了该社区前往临近区域和理想狩猎地的行为。

来源：Goujon / 静态图片





世界各地都将感受到甲烷排放量增加后果，尤其是地球进一步变暖。地球进一步变暖将导致更多的冰融化——冰川、冰盖和冰原——这将使全球的海平面进一步升高。

永冻土融化产生的甲烷

土壤微生物产生和消耗甲烷。北极永冻土的融化造成低氧（厌氧）和水涝土壤条件；在这种土壤条件下，产生甲烷的微生物占据主导地位(图1)。在北方高纬度地区的外面，多数消耗甲烷的微生物活动是在富氧（有氧）和排水良好的土壤条件下进行的（IPCC 2007）。

当前来自北极土壤和湖泊的甲烷排放

在20世纪后期，北方高纬度陆地生态系统甲烷

的模拟与测算估计排放量是每年从3,100万公吨到1亿零6百万公吨。最近几年，随着新的反馈形式为大家所认识，这一不确定范围在继续增加。甲烷吸收的估计总量将更低——0至1,500万公吨（Zhuang and other 2004s）。一项最近的过程建模研究表明，在二十世纪末，这一地区甲烷的年度净排放速度是5,100万公吨。在北纬45°北部永冻土地区的甲烷净排放量中，64%来自俄罗斯，11%来自加拿大，7%来自阿拉斯加（Zhuang 等2004）。

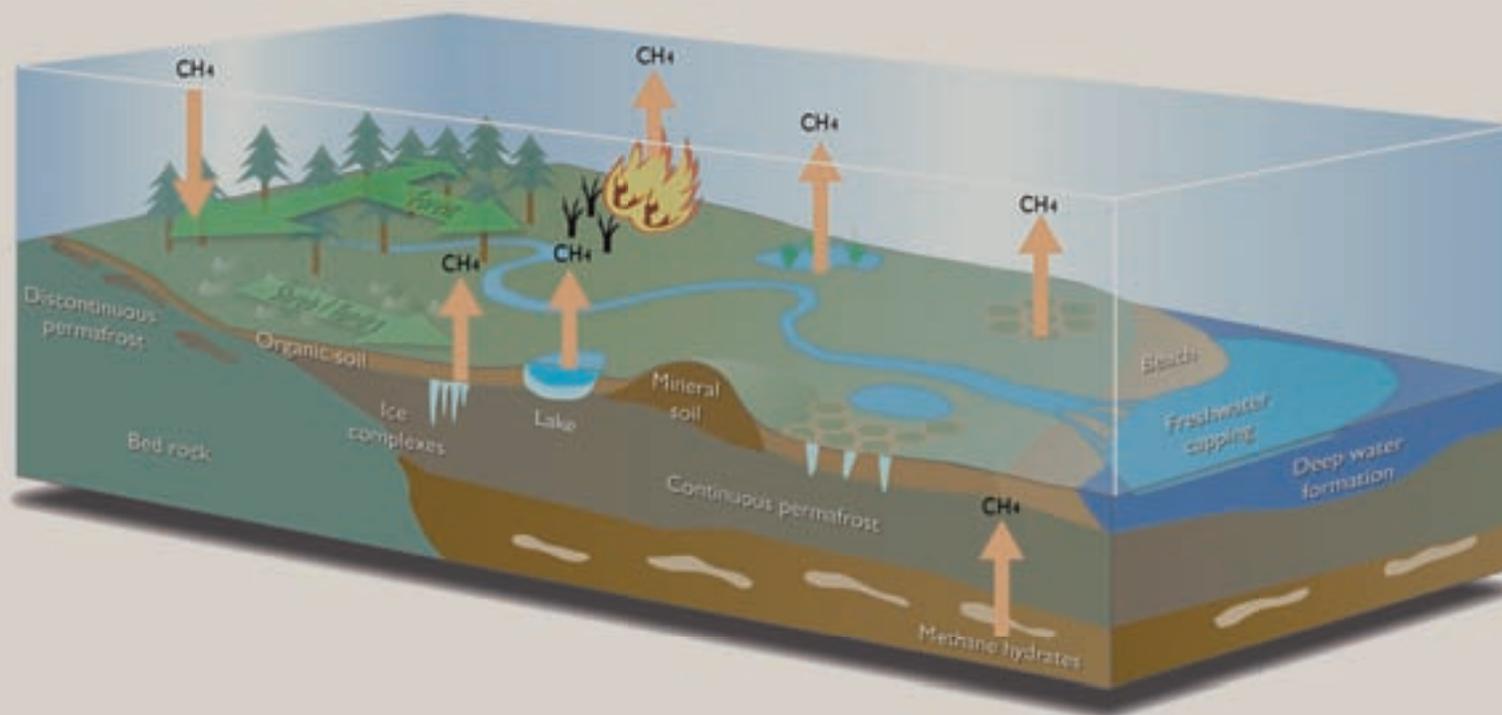
最近研究指出北极湖泊作为甲烷来源的潜在重要性（Walter 等2006）。永冻土层是指连续两年以上保持冻结的土层。它位于多数北极景观的下面，其厚度从几米到数百米不等。永冻土层促进了湖泊的形成和延续，在一些北极地区，陆地面

积的20-30%为湖泊所覆盖。（Smith 等2007, Riordan 等2006）。当永冻土层融化的时候，它就形成热喀斯特——一种地面塌陷和下沉的地貌，其表面的湖泊面积进一步扩大或形成新的湖泊、湿地和环形坑。辽阔的现代北部和亚北极地区是过去热喀斯特地形的遗迹。一项普查报告表明，北方、亚北极和北极湖泊释放了大量的甲烷（Bastviken 等2004）。虽然很少的研究试图对整个北部高纬度湖泊的甲烷排放进行估测，但是最近的一项研究采用了来自西伯利亚和阿拉斯加的数据，研究结果估计北极湖泊每年释放1,500至3,500万公吨的甲烷（Walter 等2007a）。

北极土壤和湖泊甲烷排放的未来变化

对21世纪的一般气候设想估计，由于永冻土层

图1: 北极地区的主要甲烷来源



北极地区的甲烷（CH₄）有多种来源。包括正在融化的永冻土中的细菌、湖泊和池塘、火灾和甲烷水合物中微生物等。
来源：2004年和2005年资讯时代之亚洲与公众创用国际研讨会





热点区域是西伯利亚北部某湖底冒出的甲烷在湖面形成了圆形泥泞区域。

来源: Katey Walter

的继续融化和土壤温度的持续升温, 北极地区的甲烷排放量将达到每年5,400万公吨至1亿零500万公吨之间——其中较高范围值是现在水平的两倍 (Zhuang 等2006)。一项湿地与气候动态学的耦合模拟也表明该地区的排放量将翻倍 (Gedney 等2004)。

这些设想没有考虑到湿地和泥炭地的热喀斯特动力学、火灾与水文变化之间的复杂交互作用 (Jorgenson 等2007, Zimov 等2006)。这样的热喀斯特交互作用可能使甲烷排放量高于模拟值。这些估计也没有将热喀斯特湖泊中腐败有机质的融化所可能产生的巨大影响考虑在内 (专栏1)。

如果永冻土层的融化继续加剧, 土壤的重要表层部分和湖泊环境变得越来越温暖湿润, 就有可能发生这些排放量的骤然增加。在甲烷排放量增加的背后, 至少有三个不同机制。

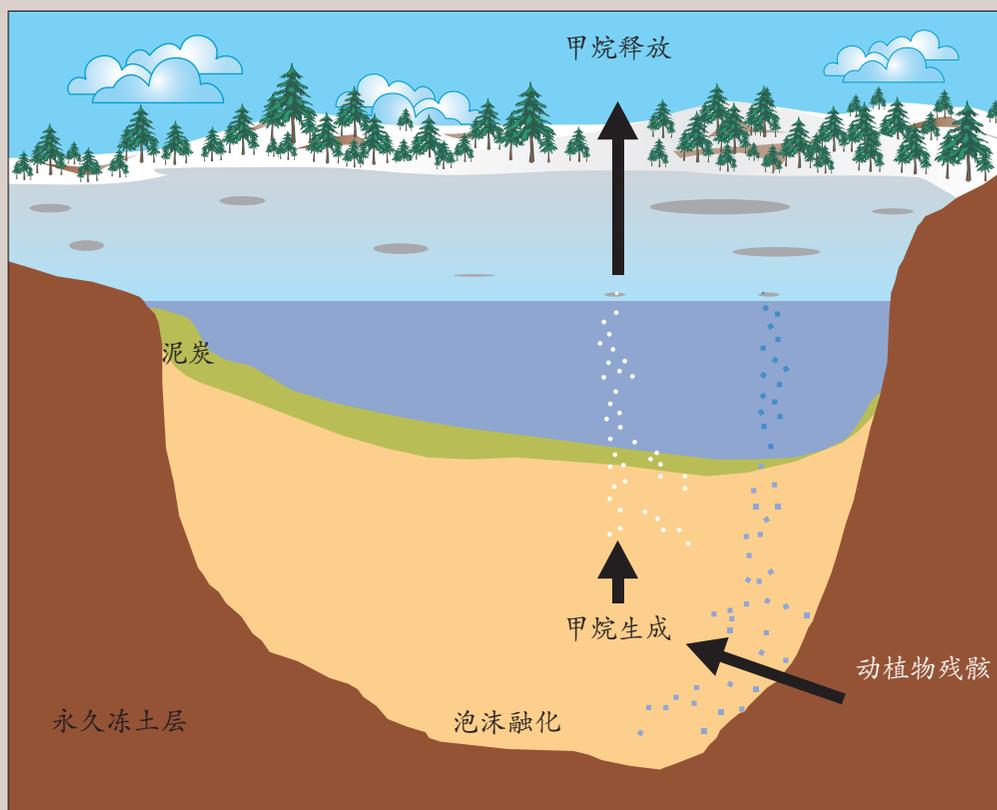
1. 融化或活性层变得更深, 土壤一直保持潮湿状态, 这样就形成了厌氧条件, 这种条件有利于产生甲烷的微生物分解有机物质和储存的泥炭。
2. 热喀斯特湖泊的扩大和变暖使更多旧的有机物质分解, 因为其融化给产生甲烷的微生物创造了更有利环境。

专栏 1: 随着永久冻土层的降解, 北极湖泊中将释放出甲烷。

北极大量甲烷释放的一种潜在来源是埋藏在永久冻土浅表层千万年 (表层下1—25米处) 的植物、动物和微生物残骸等有机物的腐化。这一重要的甲烷来源还未列入现有对未来气候变暖的预测中。

北极永冻土有机物中储存的碳含量惊人。预计大约为7500至9500亿公吨——约等于甚至超过了以二氧化碳形式存在于大气中的碳含量 (约8000亿公吨) (Zimov 等2006年, ACIA 2005年, Smith 等2004年) 这一数据还不包括存在于深层永久冻土层中、永冻土水合物中或其它非冻土含碳池中的碳。

如今, 约5000亿公吨碳储存在西伯利亚北部含冰量超高的永久冻土层中。(Zimov 等2006年) 如果这一地区的暖化速度如预想中的正常温室气体排放速度一样, 从热融湖群的新融泥浆中释放的碳化物将成为对气候暖化的一种最强大的反馈。有专家估计, 仅西伯利亚的热融湖群一项就将增加500亿公吨的甲烷排放量, 是目前大气中甲烷含量的十倍 (Walter 等2007年)。过去几十年中观测到的热融湖群的形成和扩大表明, 这种现象已悄然发生 (Walter 等2006年)。



这一数据显示, 热融湖群和甲烷的动态释放有很大联系。随着永冻土开始融化, 冻土中的有机物出现在湖底沉积物中, 促使产生甲烷的微生物生长, 从而生成并释放出大量甲烷。新沉积物中产生的甲烷从融化的泡沫顶部以气泡形式在湖面上缓慢逸散。位于湖底深处的老沉积物, 以及湖底融化的冻土产生的甲烷从湖底融化的泡沫中以气柱形式向湖面逸散。这些气泡来源点和热区的释放量非常大。热融湖群形成的时间从几十年到几个世纪不等, 继续存在的时间则可达几百年至1万年。

来源: Walter 等2007a, Walter 等2007 c.





3. 当融化深入到利用冰水截留甲烷的土层时，水合物的沉积就形成了，压力与温度机制的不稳定可能使陆地和海底的永冻土区域释放出大量甲烷。

最近的发现表明这些变化已经在发生。对阿拉斯加、加拿大和斯堪地纳维亚北部的研究已经发现区域内地表状况更加潮湿，那里的永冻土边缘正在后退（Walter 等2006, Walter 等2007a）。这就增加了整个地区的甲烷排放量（Christensen 等2004, Johansson 等2006）。有明显证据表明，西伯利亚北部的热喀斯特湖泊的数量和面积正在扩大——说明与之相关的甲烷排放热点也在增加。这些地形变化对全球大气预算有着重大影响（Walter 等2006, Walter 等2007a）。

水合物产生的甲烷

地球甲烷蕴藏丰富，其储量超过地球煤炭、石油和天然气已探明储量的总和；甲烷经冷冻成为一种冰物质，人们称之为甲烷气水包合物或水合物。包合物是一种化合物的泛称；在该化合物中，一种物质分子在物理上被另外一种物质分子形成的笼形结构包围起来。水合物是一个专门术语，此时的笼形结构是由冰水分子构成的。地球上的多数水合物都充满甲烷，它们在压力作用下散布在地球的沉积层内，它此时的浓度较低。

随着温度上升或压力减小，甲烷将逃逸到大气中，此时它则变成了威力强大的温室气体。甲烷逐渐与大气中的氧气发生反应，转化为二氧化碳和水。正如化石燃料产生的碳一样，甲烷水合物产生的碳最后以二氧化碳的形式也在大气中积聚起来。稳定性计算表明，如果温度仅仅上升几个摄氏度，甲烷水合物就将开始变得不稳定了。鉴于甲烷水合物沉积层中碳的巨大蕴藏量，甲烷水合物的任何大规模异动都可能带来巨大的全球影响。

海洋水合物

多数甲烷水合物蕴藏在地球海洋的沉积层内，北冰洋也在其中。这些含有水合物的沉积层深埋在层状沉积物的里面，其位置在海底下方的数百米深处。海洋的日照表层浮游生物将产生有机碳，当有机碳沉到海底并可能与浮游生物外壳及地面粘土埋在一起时，就形成了沉积。在成千上万年的岁月流失中，沉积物不断积聚。最后在海底下方的数百米深处，细菌从浮游生物的残留物中产生甲烷。如果生成的甲烷达到一定数量，其中的一部分将在压力作用下进入甲烷水合物里面。在甲烷生成活跃的地方（《新的挑战41》（EMERGING CHALLENGES 41）），甲烷水合物可能向海底转移，并产生巨大的冰冻气体水合物固态晶体。

海洋气体水合物沉积层的甲烷估计蕴藏着2万亿至5万亿公吨碳，某些人的估计蕴藏量达10万亿公吨（Buffett and Archer 2004, Milkov 2004）。相比较而言，煤炭作为蕴藏量最丰富的化石燃料，估计蕴藏着大约5亿公吨碳（Rogner 1997）（图2）。来自海底水合物沉积层的甲烷可以三种可能形式离



在墨西哥湾海底进行的一次甲烷水合物观测中，人们首次发现了冰蠕虫（*Hesiocaeca methanicola*）（Fisher 等2000年）
来源：Ian R. MacDonald 德州农工大学(Texas A&M University)

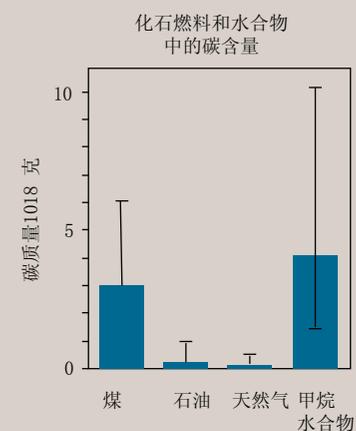
开沉积物：溶解、气泡和水合物块。溶解甲烷的化学特性在含氧海洋水层中是不稳定的，它在水中会转化为二氧化碳。甲烷气泡通常在海洋水层中只能上升数百米，然后溶解。水合物块像冰一样漂浮在水中，它可以比溶解或气泡形式更有效地将甲烷带到大气中（Brewer 等2002）。

现在，来自水合物（包括海洋和永冻土两种来源）的甲烷排放量估计大约是每年500万公吨，这一数量的可能变化范围是40万至1,220万公吨（Wuebbles and Hayhoe 2002）。

与永冻土相关的气体水合物

在北极永冻土的相关沉积层内可以找到水合物。但是，因为水合物的稳定性离不开相对较高的压力条件，因此它们不可能在浅层永冻土内稳定存在。沉积物和土壤的渗透率也是可能影响水合物稳定性的另一因素。有时，冰冻地下水在土壤中形成了一个密封冰层，这一密封冰层可增加地下岩石或土壤中的空隙压力（Dallimore and Collett 1995）。

图2: 甲烷水合物和化石燃料中的碳含量对比



诸如焦油沙和石油一类的化石燃料（以柱形表示）和潜在的传统原料（以直线表示）储量已得以探明。以水合物形式存储的甲烷预计储量：以柱形表示预计最大储量，直线表示预计最小储量。
来源：Archer 2007年、Rogner 1997年





永冻土中的水合物总量尚不清楚——估计总量在75亿至4,000亿公吨碳之间（Gornitz and Fung 1994）。气候变化造成这些甲烷水合物突然失去稳定性的可能性也尚不清楚。

随着北极海岸线的融化，密封在沉积层和土壤中的甲烷水合物可能会逐渐接触到海洋水体。随着冰体融化和土壤消融，地面将塌陷，更多的冰、土壤和沉积物将面临海洋侵蚀的影响。西伯利亚北部尤其易受侵蚀，其所有岛屿已经消失在历史的长河中（Romankevich 1984）。据测算，沿大陆架海洋的溶解甲烷浓度是大气浓度的25倍，这说明在浅海环境和生物活动条件下，正在发生甲烷水合物逃逸和消融永冻土的甲烷排放（Shakhova 等2005）。

甲烷水合物的未来

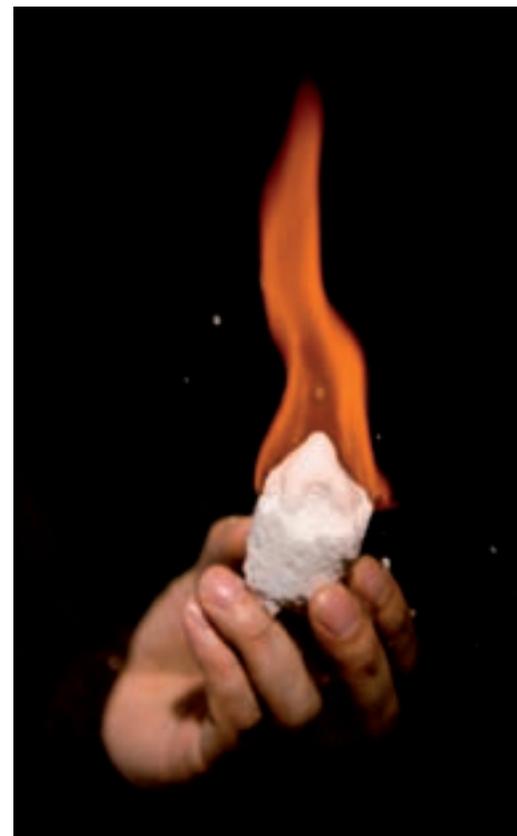
甲烷水合物的研究正在为科学家另辟蹊径，包括提取甲烷水合物用于能源目的的可能性（专栏2）。

如果考虑到甲烷水合物对气候变化所带来的潜在影响，科学家依然没有解决的问题包括：

- 甲烷水合物的藏量是多少？
- 随着变暖趋势逐渐加剧，它的不稳定性如何？以及
- 通过水合物融化释放的甲烷以什么方式和速度到达海洋或大气？

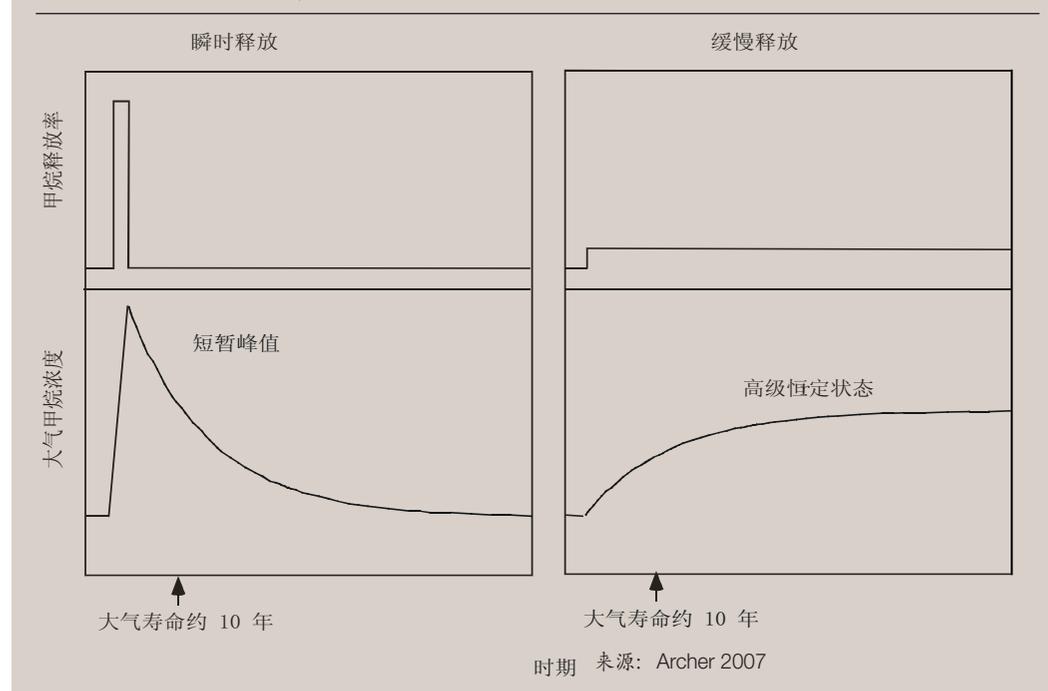
同时，甲烷是一种威力强大的温室气体，甲烷氧化后，其碳元素依然像二氧化碳一样影响气候。甲烷不断排入大气中所产生的影响应当视其释放形式而定——瞬间释放还是缓慢持久的释放（图3）。

一种情形是在短时间内释放大量的甲烷，使大气成分的构成比例发生显著变化。这将使甲烷浓度达到峰值，随后浓度将下降。现在，大气中有50亿公吨甲烷。全球正在经历的气候变暖是因为二氧化碳在大气积聚造成的；如果大气中再增加500亿公



甲烷水合物的冰质原料与冰类似，但可以被点燃。
来源：加拿大国家研究委员会

图3：甲烷释放率对大气中甲烷浓度的影响



吨甲烷，气候变暖幅度将增加一倍。一些科学家认为，以往大气中的甲烷含量已出现过峰值，但是找到可迅速释放如此多甲烷的有效机制依然是困难重重（Archer 2007, Schiermeier 2003）。

我们未来的一个较可行办法就是：逐渐增加水合物和热喀斯特甲烷来源向大气释放甲烷的持续速度。自十九世纪初以来，人为甲烷来源（像稻田、化石燃料工业以及家畜）已经使大气中的甲烷浓度增加了一倍。100年内释放大约500亿公吨碳将使大气甲烷再次增加一倍。在下个世纪里，水合物是否会大量释放甲烷还是难以预测的，但是这种情况的发生是非常可能的。

自然界的反馈

甲烷反馈是在范围较广的系列北极气候反馈环境下进行的(专栏3)。其中的一些气候反馈正在改变着





专栏2: 甲烷水合物能否作为能源使用?

据估计,全球水合物中的甲烷总含量相当于或超过其它所有传统化石燃料的总量,由此引出了开采水合物中的甲烷作为一种化石能源的设想。燃烧甲烷将释放二氧化碳,但与其它化石燃料相比,其能量产生过程中释放的二氧化碳却少得多。

大多数甲烷水合物都不够集中,无法实现有效的开采(Milkov等2002年)。最有可能的近期开采目标是沉积在陆地及浅海永冻土中的水合物。西伯利亚 Messoyakha 地区已拥有了50多口矿井(Krason 2000年)。某国际财团也已在加拿大的马更些三角洲 Mallik 地区开设了多处矿井(Chatti等2005年、Kerr 2004年)。相对容易开采的、具有渗透性的海底水合沉积物位于日本海、北美太平洋西北部及墨西哥湾。美国南卡罗莱纳州海岸的布雷克海脊等其它地区的甲烷水合物开采受到沉积物的不可渗透性和低浓度限制,近期无法进行有效开采。(Kvenvolden 1999年)

甲烷水合物开采也具有风险。开采甲烷可能动摇部分大陆斜坡(Chatti等2005年、Grauls 2001年、Kvenvolden 1999年)。有专家提出,在此过程中使用二氧化碳水合物替代甲烷水合物,不仅可以储藏二氧化碳,还能保持大陆斜坡的稳定性。(Warzinski和Holder 1998年)

预计甲烷水合物的开采可能提供今后十年甲烷开采总量的10%,相当于过去30多年在煤层中开采的甲烷增长量(Grauls 2001年、Kerr 2004年)。甲烷水合物因此成为一种重要能源——但全球水合物中含有的甲烷总量并未达到其预计总量。

自然环境,同时地表反射率变化以及除甲烷之外其他温室气体的吸收也与之存在联系。

反射率的变化

在几千年沿袭至今的气候条件下,北极地表是非常明亮的,因为覆盖其地表的冰雪和稀疏植被将许多太阳辐射重新反射回宇宙。春季融雪的提前和秋季封雪的推迟使反射率显著降低——短波辐射的被反射率从原来的大约80%减少到仅仅20%。除了使全球平均温度提高之外,这也使本地区的温度进一步提高;同时全球变暖首先造成了冰雪融化(图4和5)。

例如在阿拉斯加的苔原地带,在1979年至2000年期间,因为冰雪融化和因之造成的反射率降低,大气升温的增长幅度估计为每平方米10.5瓦(Chapin等2005)。将该估计数字放在具体环境中来说,就是每秒钟到达地表的太阳能全球平均值是大约每平方米168瓦。在所有的北极地区,季节与冰雪持续时间的变化估计在1979年至2000年期间,使得大气升温幅度大约为每平方米3瓦(Euskirchen等2007)。

本世纪,北极雪盖预计还将继续减少。假设一如往常一样,21世纪温室气体排放量继续增加,一个全球变暖的情况就会发生。该变暖情况预计会使北极每年的封雪天数大约减少40天。现在,北极雪盖的持续时间大约为每年200天。在21世纪,该量值变化将可能使北极的大气升温幅度超

专栏3: 北极地区主要气候反馈

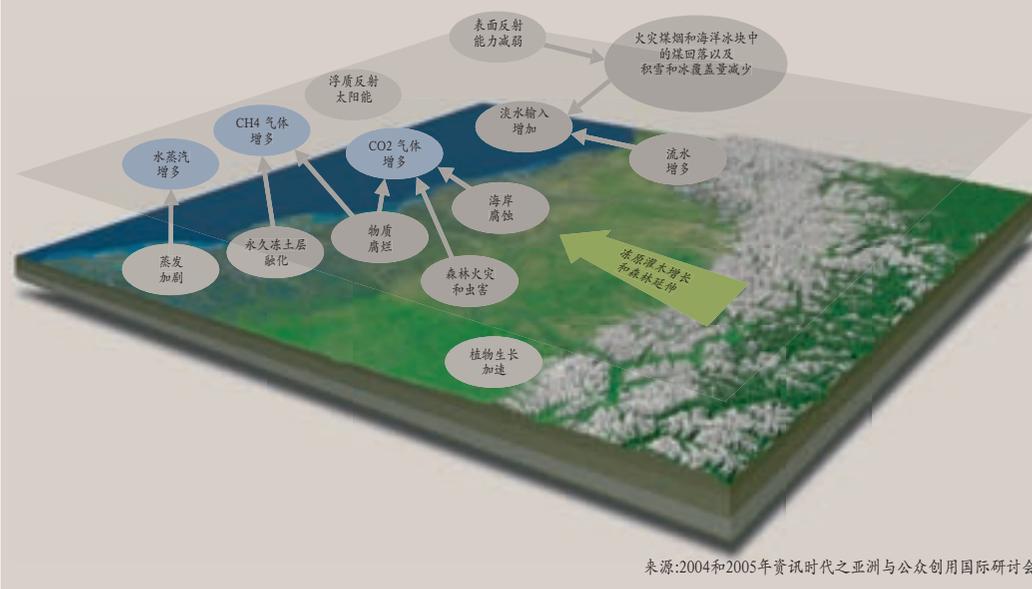
促使气候暖化的北极反馈

- 气候暖化导致蒸发加剧以及大气中的重要温室气体——水蒸气增加。
- 气候暖化加速冰雪消融,降低地球表面反射能力,从而增加了对太阳能的吸收。冻原的灌木增多、野外火灾频发释放出大量煤烟以及化石燃料的燃烧污染了冰雪,也降低了其反射能力。
- 气候暖化导致永久冻土层融化,加速了土壤中的有机物分解,造成更频繁的火灾和虫害,加剧了海岸腐蚀及腐烂原料的分解。上述情况均导致了温室气体甲烷(CH₄)和二氧化碳(CO₂)的排放增多。

缓解气候暖化的主要北极反馈

- 频繁火灾释放至大气中的微粒(浮质)能反射太阳能。
- 气候暖化促使植物大量生长,吸收更多二氧化碳。北移的北半球森林生态系统将在植被和土壤中储藏更多碳。
- 冰块融化和降水、流水增多,流入海洋的淡水也随之增加。这将减缓热盐环流,减少海洋向大气层传输的热量。

来源: McGuire 等2006。





过每平方米10瓦。这大约是大气二氧化碳浓度加倍所造成升温幅度（每平方米4.4瓦）的2.5倍（Houghton等2001）。

北部森林大火日渐频发以及在当地和其他地区燃烧煤炭与柴油，造成烟尘或碳黑飘落下来成为了北极的地表沉积物。它落在冰雪上面，会使其反射率进一步降低（Stohl等2006, Flanner等2007）。北美地区北部（Kasischke and Turetsky 2006）和北极其他地区的火灾事故频发，更多烟尘的沉积可能将加剧变暖趋势。

灌木丛覆盖面积也在扩大。实验性研究表明，北极的夏季温度再增加1°C就将在十年内使现有灌木丛面积进一步扩大（Arft等1999）。总体而言，在北极的许多地区，好像出现了灌木丛面积扩大的迹象（Callaghan等2005）（图6）。这一点在北极阿拉斯加得到了最佳印证；自1950年以来，那里的灌木丛面积已经大约增加16%（Tape等2006）。虽然迄今为止，植被变化好像对北极阿拉斯加的大气升温影响较小，但是如果苔原完全成为灌木丛，将可能使该地区的夏季升温幅度达到大约为每平方米8.9瓦（Chapin等2005）。

北极地区的乔木林也在向北和上坡延伸。在过去的50多年里，乔木林的范围扩大在俄罗斯、加拿大和阿拉斯加都曾有记载（McGuire等2007）。斯堪的纳维亚山区在过去50多年里，随着温度的升高，乔木林范围已经向上坡延伸（Callaghan等2004）。如果阿拉斯加北部的苔原完全被乔木林覆盖，当地的夏季升温幅度将达到大约是每平方米26瓦（Chapin等2005）。

在早春季节，冰雪就被灌木丛和乔木林所覆盖；在夏季，面积扩大的灌木丛和乔木林捕获了更多的热能；这一切都成为气候变暖的正向反馈（Chapin等2005）。在北极巴伦支地区进行的植被变化建模实验清楚地表明，这些变化将使夏季和冬季的反射率降低幅度接近18%（Wolf等在新闻中）。

所有这些降低反射率的反馈使变暖趋势进一步发展，其影响超过了也在发挥作用的负向反馈。负向反馈的一个例子就是野外火灾生成的悬浮微粒——当烟尘悬浮在空中时，个体颗粒可能会反射阳光并使温度降低。这些微小颗粒也可能促进高海拔地区云的形成，对阳光起着反射作用。但是烟尘沉积在地表所造成的升温效应超过了悬浮烟尘微粒可能具有的降温作用。

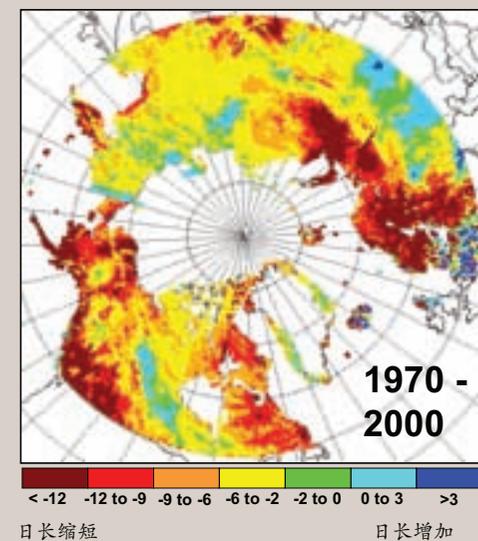
碳的排放与吸收

占多数的正面反馈表明，气候暖化促使土壤中的有机物分解、火灾频发、虫害加剧（造成树木死亡和森林衰退）、海岸腐蚀加剧和腐烂物质分解，从而导致二氧化碳释放大增。少数反面反馈表明，气候暖化也增加了陆地和海洋中植物对二氧化碳的消耗，这有助于降低空气中的二氧化碳浓度。过去的数千年中，这种碳的消耗一直在北极占据支配地位，大量碳积聚在冻原中，更多的则积聚在地球北部的森林土壤中。随着地球北部森林生态系统北移，替代了冻原生态系统的，森林土壤能持续增加北极的碳储量（Betts 2000年、Callaghan等2005年）。

目前的分析表明，气候暖化将是今后全球气候的主要趋势。由于降雪减少，灌木和树木覆盖面积增加造成的气候变暖对气候系统的影响远大于碳储存

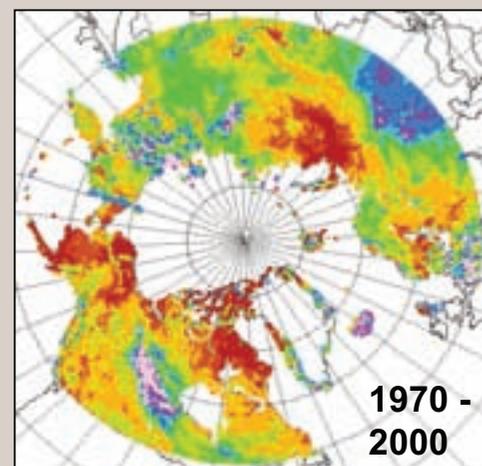
量增加所造成的气候变冷的影响（Betts 2000年、Chapin等2005年 Euskirchen等2006年、Euskirchen等2007年）。

图4: 1970年至2000年积雪覆盖土地的持续时间变化



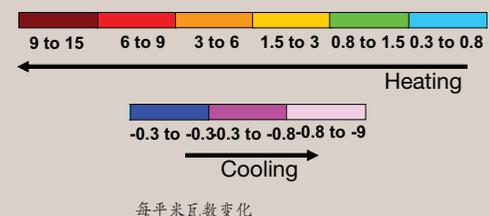
北50°N积雪覆盖土地的持续时间变化。据估计，1970年至2000年中，年均积雪覆盖时间减少了7.5天。
来源: Euskirchen等2007年。

图5: 1970年至2000年大气升温变化



1970年至2000年预测的大气升温变化与积雪覆盖时间变化有关。据估计，1970年至2000年，整个北极的积雪覆盖时间减少了7.5天，这已导致了大气热量增加了3.0瓦·平米。

来源: Euskirchen等2007年。



每平方米瓦数变化





降雪和植被数量的预期变化还可能对生物多样性和地球北部本土居民造成重大影响。气候变暖将使灌木植物增多，森林火灾更易频发，同时减少地衣的数量及种类；地衣是驯鹿赖以生存的重要越冬食品，而驯鹿则是当地居民的主要食物（Cornelissen 等 2001年、Rupp 等 2006年）。驼鹿等其它动物则可能随之快速繁殖，从而导致本地居民生存资源的数量和种类发生更大变化，而他们已经面临着河流枯竭的危险和海洋冰冻季节延长造成的狩猎机会减少的困难。对于萨米人、因纽特人、涅涅茨人等与陆地和海洋有着密切传统联系的北方土著居民来说，这些变化将在物质和文化方面对他们产生深远影响。随着树木和灌木群的北移，新物种及其生存资源也随之移动。生态系统研究表明，北极将经历气候特征消失、生态系统萎缩和异常气候增多造成的众多小生态环境（详见全球综述）北极地区不同海拔的山脉生态系统也发生了一些显著变化。除了各种气候变化，还出现了冰川融化、煤烟沉积以及冰川表面反射能力改变等现象，永久冻土层的融化和植被的侵占正改变着天气模式。（专栏4）



在芬兰库萨莫，北方森林带中出现的石灰性土壤和各种地貌促进了种类相对丰富的植被生长。
来源：K. Salminen/静态图片

球变暖未知数的重要原因。这种显著的变化表明，使全球气候和区域气候暖化加剧的北极反馈将主导以后的50至100年（McGuire 等2006年）（专栏5）。

跨越，将对整个地球造成严重影响（详见全球综述）。因此，为了减少未来的气候暖化现象，避免出现上述问题的发生，出台相应的政策已迫在眉睫（专栏6）。

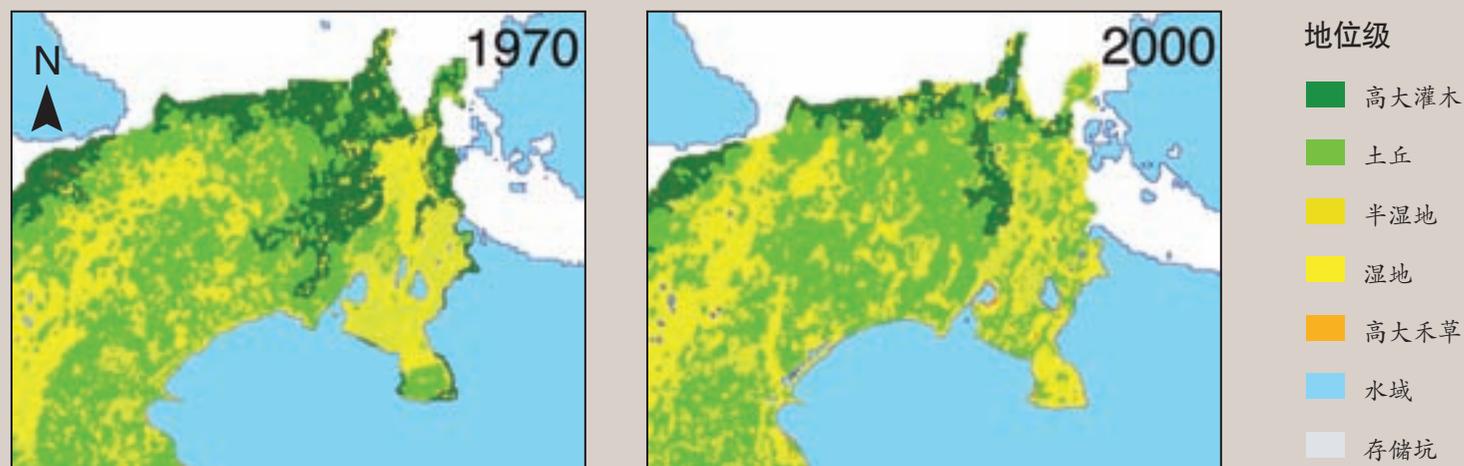
展望未来

由北极永久冻土层的融化造成的甲烷释放是全

随着全球变暖趋势的持续，这些反馈也将加剧。我们可能已接近了一个后果难以预料的极限，一旦

从目前北极的各种反馈来看，我们对这种现象的内在联系、相对重要性以及规划净平衡的了解还远

图6: 1970年至2000年瑞典 Stordalen 泥潭中的植被变化。



图片显示，1970年至2000年间，随着永久冻土层融化和甲烷释放量增加，出现了高灌木植物北移和重要的植被变化。这一说明是对 Stordalen 泥潭持续广泛监测研究的一部分，该泥潭位于瑞典北极圈北部约150公里处。植被地位级的分布已在彩色红外线鸟瞰图中标明。

来源：Malme 等2005年





远不够。在存在上述不确定因素和不足的情况下，增强对北极地区气候的变化将如何影响全球气候这个问题的理解，对我们至关重要。此外，我们还要进行一个重要的步骤，那就是测定甲烷水合物的位置和存量，研究未来气候变化可能对它们产生的影响，以及它们进入海洋和大气的可能路径以及移动速率。

非常明显，全球气候极易受到北极反馈的影响，其后果可能是灾难性的。减轻这些后果的唯一办法是：大力减少温室气体的排放，并使其浓度维持在一个固定水平。除了长期减少二氧化碳和其它温室气体的排放，近期应重点减少在大气中存在时间较短的甲烷和煤烟的排放；一旦做到这点，其价值无

法估量。永久冻土层的融化以及海洋不稳定水合物释放的大量甲烷进入大气将导致不可逆转的异常气候变化。我们决不能跨越这一极限。有效减少人为造成的气候变暖将有助于很好地避免这一结果。（Hansen 等2007年）

专栏4: 北极以外地区的冰川和永久冻土层融化: 青藏高原



来源:新华社



来源: Jicheng He/中国科学院

永冻土融化正影响着高海拔地区的环境和生物。青藏高原的冰川面积约594万公顷，约5590立方米冰块。永冻土面积也达1亿5000万公顷。冻土的含冰量是冰川的两倍多。青藏高原是长江和黄河的发源地，这两条大河是农业、林业和渔业以及下游经济活动和生态环境等的中心河流。河流还向下游盆地输送大量土壤。

气候持续暖化造成青藏高原冰雪融化持续增加，不可避免地影响着中国和周边地区的经济和环境。在过去半个世纪里，全球气候暖化加速了高原冰雪的融化。冰川面积减少了7%，致使中国西北部河流水量增加了5.5%。然而，导致冰川融化的高温也加剧了中国西北部的蒸发，土壤腐蚀、沙尘暴增多也引发更多旱灾，扩大了土地沙漠化。中国北部遭受了严重的沙尘暴袭击，加剧了西北地区的土壤沙漠化。例如，2006年4月17日发生的一次沙尘暴就向北京地区倾倒了336000公吨沙尘，造成首都地区的空气质量达到危险标准（Yao 等2007年）。





降雪和植被变化也可能对生物多样性产生重大影响。近期一场大雪过后，这里的驯鹿必须向地下刨挖才能找到可食用的地衣。

来源: Inger Marie Gaup Eira/ 网址: www.ealat.org

专栏5: 重要信息概要

- 预计本世纪内北极的甲烷排放量将至少翻倍。这一情况的出现是由于冰雪融化和湿地有机土壤持续升温造成湿地面积增加。上述因素也将导致全球气温升高。
- 据估计，仅西伯利亚北部的永久冻土层融化释放的甲烷量就将达到目前热融湖群甲烷排放量的十倍。
- 甲烷水合物是未来的一种长期持续的甲烷释放来源。
- 北极冰雪覆盖面减少降低了地球表面反射能力，其升温作用相当于过去30多年二氧化碳释放的作用。这一循环反馈的影响可能随着未来的气候暖化而增加。
- 如果灌木快速发展并覆盖整个北极冻原，这对当地夏季温度升高的作用相当于目前的二氧化碳作用的两倍。
- 北极气候反馈的意义具有全球性，它们对地球大气中的碳浓度产生重大影响。温室气体增加导致的气候变化将在全球范围内引发海平面上升、激烈风暴和威胁性生态系统等严重后果。

专栏6: 政策因素

气候和能源研究投资

目前，迫切需要对气候变化研究进行大量投资，以评估其对人类和环境的影响，并增强人类和自然系统的适应能力。关于北极和全球反馈的讨论强调了我们将面对巨大技术挑战的紧迫性：如何向低碳能源系统转化。这一转化包括增强能源有效性、降低碳浓度、促进对化石燃料释放的二氧化碳进行生物和地质封存投资与甲烷相关的研究和开发需要更好地了解甲烷水合物及其作为清洁能源来源的潜力，以及将甲烷循环融入全球处理模式，包括气候变化模式。

知识交流

作为决策者，应基于对各种政策目标的全面了解来正确制定方针策略，应充分了解各种途径将导致的不同结果，包括了解跨越危险极限后可能造成意外结果的风险。考虑一种新能源选择时，应进行完全的风险和利益分析，将当地和全球影响同时纳入考虑。应尽快通过多种推动性合作，交流气候变化及其对自然和人类影响的知识，以及技术和政策解决方案，并探讨挑战的紧迫性和其中存在的大量机会。明确说来，更好地理解甲烷循环及其影响、诱因和气候变化反馈，有赖于充分的知识交流，从而架设科学和政策之间的桥梁。

全球政治回应

要战胜北极变暖 and 甲烷释放增加带来的挑战，需要全球各界在近期和未来进行积极回应。近期分析表明，向高效低碳能源系统转变能提供重要的经济机会，且对全球范围内的国民生产总值仅造成极小或适度的影响（IPCC 2007, Stern 2006）。把经济与全球气候政策回应相结合，将对促进新兴经济、发展中国家和发达国家的政府、工业和社会机构积极参与全球政策回应起到关键作用。

参考文献

- ACIA (2004). *Impacts of a Warming Arctic, synthesis report of the Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge University Press Cambridge, UK
- ACIA (2005). *Arctic Climate Impact Assessment Scientific Report*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Archer, D.E. (2007). Methane hydrate stability and anthropogenic climate change. *Biogeosciences*, 4, 993-1057
- Arft, A.M., Walker, M.D., Gurevitch, J., Alatalo, J.M., Bret-Harte, M.S., Dale, M., Diemer, M., Gugerli, F., Henry, G.H.R., Jones, M.H., Hollister, R., Jónsdóttir, I.S., Laine, K., Lévesque, E., Marion, G.M., Molau, U., Molgaard, P., Nordenhäll, U., Raszhivin, V., Robinson, C.H., Starr, G., Stenström, A., Stenström, M., Totland, Ø., Turner, L., Walker, L., Webber, P., Welker, J.M. and Wookey, P.A. (1999). Response patterns of tundra plant species to experimental warming: A meta-analysis of the International Tundra Experiment. *Ecological Monographs*, 69, 491-511
- Bastviken, D., Cole, J., Pace M. and Tranvik, L. (2004). Methane emissions from lakes: Dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB4009
- Betts, R.A. (2000). Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature*, 408, 187-190
- Brewer, P.G., Paull, C., Peltzer, E.T., Ussler, W., Rehder, G. and Friederich, G. (2002). Measurements of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Geophysical Research Letters*, 29(22), 2081
- Buffett, B. and Archer, D.E. (2004). Global inventory of methane clathrate: Sensitivity to changes in environmental conditions. *Earth and Planetary Science Letters*, 227, 185-199
- Callaghan, T.V., Bjorn, L.O., Chapin, F.S., III, Chernov, Y., Christensen, T.R., Huntley, B., Ims, R., Johansson, M., Joly, D., Jonasson, S., Matveyeva, N., Oechel, W.C., Panikov, N. and Shaver, G.R. (2005). Arctic Tundra and Polar Desert Ecosystems. In *Arctic Climate Impact Assessment* (ed. R. Corell). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 243-352
- Chapin, F.S., III, Sturm, M., Serreze, M.C., McFadden, J.P., Key, J.R., Lloyd, A.H., McGuire, A.D., Rupp, T.S., Lynch, A.H., Schimel, J.P., Beringer, J., Chapman, W.L., Epstein, H.E., Euskirchen, E., Hinzman, L.D., Ja, G., Ping, C.L., Tape, K.D., Thompson, C.D., Walker, D.A. and Welker, J.M. (2005). Role of land-surface changes in arctic summer warming. *Science*, 310, 657-660
- Chatti, I., Delahaye, A., Fournaison, L. and Petitet, J.P. (2005). Benefits and drawbacks of clathrate hydrates: A review of their areas of interest. *Energy Conversion and Management*, 46 (9-10), 1333-1343
- Christensen, T.R., Johansson, T., Malmer, N., Åkerman, J., Friberg, T., Crill, P., Mastepanov, M. and Svensson, B. (2004). Thawing sub-arctic permafrost: Effects on vegetation and methane emissions. *Geophysical Research Letters*, 31, L04501
- Cornelissen, J.H.C., Callaghan, T.V., Alatalo, J.M., Michelsen, A., Graglia, E., Hartley, A.E., Hik, D.S., Hobbie, S.E., Press, M.C., Robinson, C.H., Henry, G.H.R., Shaver, G.R., Phoenix, G.K., Gwynn Jones, D., Jonasson, S., Chapin, F.S., III, Molau, U., Neill, C., Lee, J.A., Melillo, J.M., Sveinbjornsson, B. and Aerts, R. (2001). Global change and arctic ecosystems: Is lichen decline a function of increases in vascular plant biomass? *Journal of Ecology*, 89, 984-994
- Dallimore, S.R. and Collett, T.S. (1995). Intrapermafrost gas hydrates from a deep core-hole in the Mackenzie Delta, Northwest-Territories, Canada. *Geology*, 23 (6), 527-530
- Euskirchen, S.E., McGuire, A.D., Kicklighter, D.W., Zhuang, Q., Clein, J.S., Dargaville, R.J., Dye, D.G., Kimball, J.S., McDonald, K.C., Melillo, J.M., Romanovsky, V.E. and Smith, N.V. (2006). Importance of recent shifts in soil thermal dynamics on growing season length, productivity, and carbon sequestration in terrestrial high-latitude ecosystems. *Global Change Biology*, 12, 731-750
- Euskirchen, S.E., McGuire, A.D. and Chapin, F.S., III (2007). Energy feedbacks to the climate system due to reduced high latitude snow cover during 20th century warming. *Global Change Biology*, in press
- Fisher, C.R., MacDonald, I.R., Sassen, R., Young, C.M., Macko, S.A., Hourdez, S., Carney, R.S., Joye, S. and McMullin, E. (2000) Methane Ice Worms: *Hesiocaeca methanicola* Colonizing Fossil Fuel Reserves. *Naturwissenschaften*, 87, 4, 184-187
- Flanner, M.G., Zender, C.S., Randerson, J.T. and Rasch, P.J. (2007). Present-day climate forcing and response from black carbon in snow. *Journal of Geophysical Research*, 112, D11202
- Gedney, N., Cox, P.M. and Huntingford C. (2004). Climate feedback from wetland methane emissions. *Geophysical Research Letters*, 31, L20503
- Gornitz, V. and Fung, I. (1994). Potential distribution of methane hydrate in the world's oceans. *Global Biogeochemical Cycles*, 8, 335-347
- Grauls, D. (2001). Gas hydrates: Importance and applications in petroleum exploration. *Marine and Petroleum Geology*, 18(4), 519-523
- Hansen, J. and Sato, M. (2007). *Global Warming: East-West Connections*. NASA Goddard Institute for Space Studies and Columbia University Earth Institute. www.columbia.edu/~jeh1/East-West_070925.pdf
- Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Nogue, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. and Johnson, C.A. (eds.) (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. http://ipccwg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html
- Johansson, T., Malmer, N., Crill, P.M., Mastepanov, M. and Christensen, T.R. (2006). Decadal vegetation changes in a northern peatland, greenhouse gas fluxes and net radiative forcing. *Global Change Biology*, 12(12), 2352-2369
- Jorgenson, M.T. and Shur, Y. (2007). Evolution of lakes and basins in northern Alaska and discussion of the thaw lake cycle. *Journal of Geophysical Research*, 112, F02S17. doi:10.1029/2006JF000531
- Kasischke, E.S. and Turetsky, M.R. (2006). Recent changes in the fire regime across the North American boreal region: spatial and temporal patterns of burning across Canada and Alaska. *Geophysical Research Letters*, 33, L09703
- Kerr, R.A., (2004). Energy - Gas hydrate resource: Smaller but sooner. *Science*, 303(5660), 946-947
- Krasov, J. (2000). Messoyakh Gas Field (W. Siberia) - A model for development of the methane hydrate deposits of Mackenzie Delta. In *Gas Hydrates: Challenges for the Future* (eds G.D. Holder and P.R. Bishno). Annals of the New York Academy of Sciences, 912: 173-188
- Kvienvolden, K.A. (1999). Potential effects of gas hydrate on human welfare. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96, 3420-3426
- Malmer, N., Johansson, T., Olsrud, M. and Christensen, T. (2005). Vegetation, climatic changes and net carbon sequestration in a North-Scandinavian subarctic mire over 30 years. *Global Change Biology*, 2005(11), 1895-1909
- McGuire, A.D., Chapin, F.S., III, Walsh, J.E. and Wirth, C. (2006). Integrated Regional Changes in Arctic Climate Feedbacks: Implications for the global climate system. *Annual Review of Environment and Resources*, 31, 61-91
- McGuire, A.D., Chapin, F.S., III, Wirth, C., Apps, M., Bhatti, J., Callaghan, T., Christensen, T.R., Clein, J.S., Fukuda, M., Maximov, T., Onuchin, A., Shvidenko, A. and Vaganov, E. (2007). Responses of high latitude ecosystems to global change: Potential consequences for the patake system. In *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. (eds J.G. Canadell, D.E. Pataki and L.F. Pitelka) The IGBP Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Milkov, A.V. (2004). Global estimates of hydrate-bound gas in marine sediments: how much is really out there? *Earth-Science Reviews*, 66(3-4), 183-197
- Milkov, A.V. and Sassen R. (2002). Economic geology of offshore gas hydrate accumulations and provinces. *Marine and Petroleum Geology*, 19(1), 1-11
- Riordan, B., Verbyla, D. and McGuire, A.D. (2006). Shrinking ponds in subarctic Alaska based on 1950-2002 remotely sensed images. *Journal of Geophysical Research*, 11, G04002
- Rogner, H-H. (1997) An assessment of world hydrocarbon resources. *Annual Review of Energy and the Environment*, 22, 217-262
- Romankevich, E.A. (1984). *Geochemistry of Organic Matter in the Ocean*, Springer, New York
- Rupp, T. S., Olson, M., Henkelman, J., Adams, L., Dale, B., Joly, K., Collins W. and Starfield, A.M. (2006). Simulating the influence of a changing fire regime on Caribou winter foraging habitat. *Ecological Applications*, 16, 1730-1743
- Schiermeier, Q. (2003). Gas Leak! *Nature*, 423, 681-2
- Shakhova, N., Semiletov, I. and Pantelev, G. (2005). The distribution of methane on the Siberian arctic shelves: Implications for the marine methane cycle. *Geophysical Research Letters*, 32, L09601
- Smith, L.C., MacDonald, G.M., Velichko, A.A., Beilman, D.W., Borisova, O.K., Frey, K.E., Kremenetski, K.V. and Sheng, Y. (2004). Siberian peatlands a net carbon sink and global methane source since the early Holocene. *Science*, 303, 353-356
- Smith, L.C., Sheng, Y. and MacDonald, G.M. (2007). A first pan-arctic assessment of the influence of glaciation, permafrost, topography and peatlands on northern lake distribution. *Permafrost Periglac. Processes*, 18(2)
- Stern, N. (2006). *Stern Review on the economics of climate change*. http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm
- Stohl, A., Andrews, E., Burkhardt, J.F., Forster, C., Herber, A., Hoch, S.W., Kowal, D., Lunder, C., Mefford, T., Ogren, J.A., Sharma, S., Spichtinger, N., Stebel, K., Stone, R., Ström, J., Tørseth, K., Wehrl, C. and Yttri, K.E. (2006). Pan-Arctic enhancements of light absorbing aerosol concentrations due to North American boreal forest fires during summer 2004. *Journal of Geophysical Research*, 111, D22214
- Tape, K., Sturm, M. and Racine, C. (2006). The evidence for shrub expansion in Northern Alaska and the Pan-Arctic. *Global Change Biology*, 12, 686-702
- Walter, M.K., Zimov, S.A., Chanton, J.P., Verbyla, D. and Chapin, F.S., III (2006). Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming. *Nature*, 443, 71-75
- Walter, K.M., Smith, L.C. and Chapin, F.S., III (2007a). Methane bubbling from northern lakes: Present and future contributions to the global methane budget. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 365, 1657-1676
- Walter, K.M., Duguay, C., Jeffries, M., Engram, M. and Chapin, F.S., III (2007b). Potential use of synthetic aperture radar (SAR) for estimating methane ebullition from arctic lakes. *Journal of the American Water Research Association*, in press
- Walter, K.M., Edwards, M.E., Grosse, G., Zimov, S.A., and Chapin, F.S., III (2007c). Thermokarst Lakes as a Source of Atmospheric CH₄ During the Last Deglaciation. *Science*, 318, 633-636
- Warzinski, R. and Holder, G. (1998). Gas clathrate hydrates. *Energy & Fuels*, 12(2), 189-190
- Wolf, A., Larsson, K. and Callaghan, T.V. (2007). Future vegetation changes in the Barents Region. *Climatic Change*, in press
- Wuebbles, D.J. and Hayhoe, K. (2002). Atmospheric methane and global change. *Earth-Science Reviews*, 57, 177-210
- Yao, T., Pu, J., Lu, A., Wang, Y. and Yu, W. (2007). Recent Glacial Retreat and Its Impact on Hydrological Processes on the Tibetan Plateau, China, and Surrounding Regions. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 39(4), 642-650
- Zhuang, Q., Melillo, J.M., Kicklighter, D.W., Prinn, R.G., McGuire, D.A., Stuedler, P.A., Felzer, B.S. and Hu, S. (2004). Methane fluxes between terrestrial ecosystems and the atmosphere at northern high latitudes during the past century: A retrospective analysis with a process-based biogeochemistry model. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB3010
- Zhuang, Q., Melillo, J.M., Sarofim, M.C., Kicklighter, D.W., McGuire, A.D., Felzer, B.S., Sokolov, A., Prinn, R.G., Stuedler, P.A. and Hu, S. (2006). CO₂ and CH₄ exchanges between land ecosystems and the atmosphere in northern high latitudes over the 21st century. *Geophysical Research Letters*, 33, L17403
- Zimov, S.A., Schuur, E.A.G. and Chapin, F.S., III (2006). Permafrost and the global carbon budget. *Science*, 312, 1612-1613

缩略语

ACIA	北极气候影响评估机构	IDNDR	国际减灾十年	UNFCCC	联合国气候变化框架公约
AOSIS	小岛屿联盟	IEA	国际能源署	UNGA	联合国大会
AR4	政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第四次评估综合报告	IETA	国际排放交易协会	UNGA	联合国大会
BLIHR	人权商业领导者协会	IIGCC	应对气候变化机构投资者集团	US	美国
BP	超越石油 (前英国石油公司)	IISD	国际可持续发展	US\$	美元
CAN-E	欧洲应对气候变化行动网络	IMF	国际货币基金组织	USA	美国
CAP	碳行动合作伙伴	IMO	国际海事组织	USCAP	美国气候行动合作组织
Cartagena Protocol	生物多样性公约 (CBD) 之卡塔赫纳生物安全议定书	INCR	气候风险投资者网络	USCCSP	美国气候变化科学计划
CBD	生物多样性公约	IPEN	国际持久性有机污染物消除联盟	USDA	美国农业部
CCFE	芝加哥气候期货交易所	IPCC	政府间气候变化专门委员会	VCS	自愿性碳抵消标准
CCI	克林顿气候行动	ISO	国际标准化组织	Vienna Convention	维也纳保护公约和保护臭氧层和关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书
CCS	二氧化碳捕捉与封存	IUCN	世界自然资源保护联盟	/ Montreal Protocol	维也纳保护公约和保护臭氧层和关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书
CX	芝加哥气候交易所	Jl	联合实施	VMEs	海洋生态系统
CDM	清洁发展机制	JTWC	联合台风警报中心	WBCSD	世界企业可持续发展协会
CDP	碳揭露专案	K:TGAL	京都议定书: 全球思维、本地行动	WMO	世界气象组织
CER	经核证的减排量	Kyoto Protocol	联合国气候变化框架公约京都议定书	WTO	世界贸易组织
CFC	含氯氟烃	MA	千年生态系统评估	WWF	世界野生动物基金会
CFI	二氧化碳金融工具	MBA	工商管理硕士		
CH ₄	甲烷	MCII	Munich Climate Insurance Initiative		
CII	机构投资者委员会	MEAs	国际多边环境协议		
CITES	濒危野生动植物种国际贸易公约	mm	毫米		
cm	公分	mt	公吨		
CMS	野生动物迁徙物种保护公约	N ₂ O	二氧化氮		
CO ₂	二氧化碳	NAP	国家分配计划		
CO _{2eq}	二氧化碳等同物	NASA	美国国家航空航天局		
COP	缔约国大会	NGO	非政府组织		
CSR	企业社会责任	NOAA	美国国家海洋和大气局		
DRC	刚果民主共和国	NSIDC	国家冰雪数据中心		
EB	执行委员会	OECD	经济合作与发展组织		
EITI	采掘业透明度行动计划	OTC	柜台交易, 场外交易		
ELFAA	欧洲廉价航空协会	PES	生态服务付费		
ERU	减排单位	POPs	持久性有机污染物		
ESA	濒危物种法	ppb	10 亿分之一		
ESG	环境、社会和治理因素	ppm	百万分率		
ETS	(欧盟) 排放交易机制	PRI	责任投资原则		
EU	欧盟	Ramsar	国际重要水鸟栖息地保育公约		
FCPF	森林碳伙伴基金	Convention	国际重要水鸟栖息地保育公约		
GDP	国内生产总值	R&D	研究与开发		
GEO	(联合国环境规划署) 全球环境展望	REDD	减少森林砍伐和森林退化带来的温室气体排放计划		
GHG	温室气体	RFMOs	区域性渔业管理组织		
GIS	地理资讯系统	Rotterdam	关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约		
GPS	全球定位系统	SPRFMO	南太平洋区域渔业管理组织		
GS	高盛	Stockholm	关于持久性有机污染物斯德哥尔摩公约		
GWP	全球变暖潜能值	UK	英国		
H ⁺	氢离子	UN	联合国		
HCFC	含氯氟烃	UNCCD	联合国打击沙漠化公约, 尤其针对部分非洲遭受严重干旱和沙漠化的国家		
Heritage	保护世界文化和自然遗产公约	UNCLOS	联合国海洋法会议		
Convention	保护世界文化和自然遗产公约	UNDP	联合国开发计划署		
HFC-23	三氟甲烷	UNESCO	联合国教科文组织		
IAC	国际科学院委员会	UNEP	联合国环境规划署		
ICAP	国际碳行动合作伙伴	UNEP FI	联合国环境规划署金融倡议		
ICGN	国际公司管治网				

鸣谢

全球综述

主要作者:

Paul Harrison

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:

Susanne Bech 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

Masaharu Nagai, 联合国环境规划署环境法律法规司, 肯尼亚内罗毕

Benjamin Simmons, 联合国环境规划署工业和经济司, 瑞士日内瓦

Michael Raupach 和 Josep Canadell, 全球碳计划, 联邦科学与工业研究组织, 海洋及大气研究, 澳大利亚堪培拉

Klaus Lackner, 地球工程研究中心, 哥伦比亚大学

评论家:

Joana Akrofi, Marion Cheadle, Volodymyr Demkine, R. Norberto Fernandez, Peter Gilruth 和 Christian Lambrechts 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚内罗毕

Masaharu Nagai, 联合国环境规划署环境法律法规司, 肯尼亚内罗毕

Monika MacDevette, 联合国环境规划署世界保护监测中心, 英国剑桥大学

Melanie Virtue, Johannes Refisch 和 Matthew Wood 联合国环境规划署巨藤生存项目, 肯尼亚内罗毕

专题论述: 整合资源:

运用市场与金融手段应对气候变化

主要作者:

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

Philip Walker, 联合国环境规划署金融行动, 南非开普敦

主要专家:

Hunter Lovins, 自然资本主义解决方案, 美国 Springs 旗鱼市

Richard Sander, 加利福尼亚洛杉矶大学, 美国

投稿人:

Paul Clements-Hunt 和 Louise Gallagher, 联合国环境规划署金融行动, 瑞士日内瓦

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

Sami Kamel, 联合国环境规划署全球信息数据中心, 丹麦 Roskilde

Fulai Sheng, 联合国环境规划署工业和经济司, 瑞士日内瓦

Qian Yi, 清华大学, 中国北京

Michael Raupach 和 Josep Canadell, 全球碳计划, 联邦科学与工业研究组织, 海洋及大气研究, 澳大利亚首都堪培拉

Klaus Lackner, 地球工程研究中心, 哥伦比亚大学

评论家:

Susanne Bech 和 Marion Cheadle, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚内罗毕

Anantha Duraipapp, 联合国环境规划署环境政策执行司, 肯尼亚内罗毕

Will Ferretti, 芝加哥气候交流计划, 美国芝加哥

Julie Gorte, Calvert 集团, 美国贝塞斯达

Janos Pasztor, UNEMG, 瑞士日内瓦

Lisa Petrovic, 联合国环境规划署金融行动, 加拿大多伦多

Mark Radka, 联合国环境规划署工业和经济司, 法国巴黎

Nathalie Ryan 和 Susan Steinhagen 联合国环境规划署金融行动, 瑞士日内瓦

新的挑战: 来自北极的甲烷:

全球变暖的未知因素

主要作者:

Robert W. Corell, H. John Heinz III Center for 科学经济和环境中心, 美国华盛顿

Susan Joy Hassol, 气候交流协会, 美国 Basalt

Jerry Melillo, 海洋生态实验室, 美国 Woods Hole

投稿人:

David Archer, 芝加哥大学, 美国芝加哥

Eugenie Euskirchen 和 F. Stuart Chapin, 北极生态研究所, 阿拉斯加大学, 美国费尔班克斯

A. David McGuire, 美国地质调查研究所, 阿拉斯加大学, 美国费尔班克斯

Torben R. Christensen, 兰德大学, 瑞典兰德

Veronique Plocq Fichet, 环境问题科学委员会, 法国巴黎

Katey Walter, 阿拉斯加大学, 美国费尔班克斯

Qianlai Zhuang, Purdue 大学, 美国西部拉波特

Terry Callaghan, 瑞典皇家科学院阿比斯科学考察站/雪菲尔德北极生态中心, 英国雪菲尔德

Susanne Bech 和 JCatherine McMullen, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚内罗毕

评论家:

Ivan Conesa Alcolea, 欧洲委员会调查总司, 比利时布鲁塞尔

Ray Boswell, 美国能源部——国家能源技术实验室, 美国摩根

Marion Cheadle 和 Jason Jabbour, 联合国环境规划署早期预警和评估司, 肯尼亚内罗毕

Joan Eamer 和 Svein Tveitdal, 联合国环境规划署/全球资源信息数据中心, 挪威 Arendal

Peter Kouwenhoven, 国际气候变化研究所/ Waikato 大学, 新西兰汉密尔顿

Valery P. Kukhar, 乌克兰国家科学研究院, 乌克兰 Kiev

Jeff Price, 加利福尼亚州立大学, 美国芝加哥

Hans Martin Seip, 奥斯陆大学, 挪威奥斯陆

制作

内罗毕制作团队人员:

Susanne Bech
R. Norberto Fernandez
Jason Jabbour
Catherine McMullen

支持团队人员:

Marion Cheadle
Volodymyr Demkine
Salif Diop
Martin Embeletobbo
Peter Gilruth
Christian Lambrechts
Graciela Metternicht

外联人员:

Beth Ingraham
Francis Njoroge
Nick Nuttal
Audrey Ringler

编辑:

Paul Harrison

翻译:

Phoenix Design Aid



2008年联合国环境规划署(UNEP) 年鉴调查问卷

请填写以下调查问卷，就本文件发表您的意见——谢谢！

2008年联合国环境规划署年鉴（原名全球环境展望年鉴）是联合国环境规划署与世界各国的环境专家合作，就环境变化问题提交的第五次年度报告。

1. 您如何评价本年鉴内容的有用性？	非常有用	有用	不太有用	毫无用处	无评价
全球综述：年末概述过去的一年中对环境可能造成积极或消极影响的全球环境问题。					
专题论述： 各界合作： 私营企业利用市场和经济抗击气候变化的经验教训。					
新的挑战： 北极甲烷释放： 全球变暖未知因素					
2007年大事一览表					
2007年环境管理观察和进程					
请在以上指定位置填写附加评论。					

2. 您认为本年鉴在以下方面的信息是否充分？	非常充分	充分	不太充分	不充分	无评价
简述年度全球重大环境问题。					
当前和未来环境问题相关政策的详细信息。					
环境变化及其趋势综述。					
加强国际环境管理和政策框架的进程信息。					
国家、地区 and 全球的环境保护行动意识。					

3. 请简述本年鉴将或已为您提供了什么重要用途（例如，仅提供信息，提供调查背景，提供决策帮助等）：

4. 个人信息

请选择您所属的组织类型：

- 政府
 发展组织
 非政府/民间协会
 学术/研究机构
 国际组织
 私营企业
 报社或媒体

其它类型（请说明）： _____

职务

- 部长/主任
 经理
 顾问
 科学家
 学生
 技术专家
 记者

其它（请说明）： _____

谢谢！

请填写完整的调查问卷寄至以下地址：

EarthPrint 有限公司
119号邮箱
赫特福德郡斯蒂芬内奇
英国，邮编：SG14TP

您也可选择在上网填写问卷，网址：
www.unep.org/unep/geo/yearbook/yb2008/



《联合国环境规划署年鉴 2008》（原《全球环境展望年鉴》）是联合国环境规划署（United Nations Environment Programme）协同全球众多环境专家共同编写的有关环境变迁的第五次年度报告。

《联合国环境规划署年鉴 2008》重点强调了气候变迁、生态系统完整性、人类福祉以及经济发展所呈现的日趋复杂性与彼此间的相互关系；考察了旨在解决环境恶化问题的经济机制与市场需求导向的产生及影响；描述了促使人们意识到全球气候与环境变迁并因此做出响应的最新研究成果和政策抉择。

《联合国环境规划署年鉴 2008》划分为以下三大章节，着眼于环境方面的最新事件、发展及科学成果：

《全球综述》回顾了 2007 年度广为关注的重大环境事件。以地区性经验为例，配合图表与照片进行说明。此外，本章节还列举了有关环境前沿的最新科学与政策发展。

《专题论述》评述了市场与金融领域为对抗日益严重的环境危机所做出的创造性贡献。本章节还对经过多年碳市场实验后所萌生的模式进行了分析。最后对促进向环保型经济过渡的下一步重要措施提出了尝试性规划。

《新的挑战》考察了关于北极气候反馈作用的最新科学成果。来自永冻土融化与水合物矿藏所释放的甲烷加剧了全球变暖的趋势。本章节强调了加大在气候与能源研究、知识合作伙伴以及全球政治响应等方面的投资力度以迎接严峻挑战已刻不容缓。

对于致力与关心环境变迁问题的人士来说，《联合国环境规划署年鉴 2008》是一份极具重要性、参考性与权威性的读物。



www.unep.org

联合国环境规划署

邮政信箱 30552

内罗毕 00100

肯尼亚

电话：(+254) 20 7621234

传真：(+254) 20 7623927

电子邮箱：unepub@unep.org

978-92-807-2876-7

DEW/1005/NA