

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2011年9月15日 第18期（总第84期）

气候变化科学专辑

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆
邮编：730000 电话：0931-8270063

甘肃省兰州市天水中路8号
<http://www.llas.ac.cn>

目 录

气候变化适应

英国适应气候变化——衡量进展..... 1

气候变化事实与影响

灌溉对全球碳吸收的影响..... 7

夏季干旱将削减CO₂和热量对未来气候条件下植物生长的正面效应 8

气候变化科技前沿

研究发现在评估温室气体排放的同时应考虑作物情况..... 9

研究显示：使用天然气对减缓全球变暖收效甚微..... 10

气候变化减缓

惩罚“搭便车”国家：博弈论有助于气候变化谈判..... 11

气候变化适应

编者按：继 2010 年 9 月 16 日，英国气候变化适应小组委员会¹（The Adaptation Sub-Committee, ASC）公布了英国应对气候变化的第一份国家评估报告——《英国如何为气候变化做充分的准备》（*How Well Prepared is the UK for Climate Change*）之后，2011 年 7 月 14 日，气候变化适应小组委员会发布了其第二份关于英国如何应对气候变化影响和风险的评估报告——《英国适应气候变化——衡量进展》（*Adapting to Climate Change in the UK - Measuring Progress*）。该报告制定了一系列衡量英国适应气候变化进展的指标，重点关注了 3 个优先领域：土地利用规划、水资源管理、建筑物的设计与翻新。我们对报告的主要内容进行了整理，以供参考。

英国适应气候变化——衡量进展

1 背景

气候变化仍是全球最大的环境挑战，过去的 100 年间，主要由于化石燃料燃烧和土地利用变化，温室气体在大气中大量累积。同期，全球平均气温上升了约 0.8℃，21 世纪的前 10 年是有仪器记录以来最温暖的 10 年。同时，全球气候变化的趋势进一步加剧。过去 10 年，由于能源使用引起的 CO₂ 排放量增加了 30%，即使碳排放峰值在未来 10 年内出现，而之后每年以 3%~4% 的速度减少排放，到 2100 年全球气温升高 2℃ 的概率仍有 50%。

在减少温室气体排放的同时，适应气候变化是英国应对气候变化行动的重要组成部分。英国将不可能避免气候变化的负面影响，无论是来自本国的直接影响，还是全球其他地区的间接影响。通过为这些可能的影响做好充分的准备，有利于减少气候变化对英国的不利影响，并可以充分利用未来较温暖的气候可能带来的一些有利条件。

气候变化适应小组委员会可以帮助英国为气候变化做好准备，包括为气候变化可能带来的风险和机遇提供建议，监测英国在应对气候变化方面取得的相关进展。与气候变化减缓相比，监测气候变化适应的进展相对较难，这是因为气候变化适应没有类似于碳排放量的清晰的衡量尺度，也没有明确的目标。在第一份评估报告——《英国如何为气候变化做充分的准备》中，适应气候变化小组委员会建立了一个框架——适应阶梯（见图 1）来评估适应气候变化所取得的进展。本报告发展了这一框架来进一步确定气候变化适应进展的指标，并将这些指标应用到三个优先领域，

¹ 根据《2008 气候变化法案》（*Climate Change Act 2008*），英国气候变化委员会（Committee on Climate Change, CCC）下设了适应小组委员会（The Adaptation Sub-Committee, ASC），小组委员会就气候变化对英国的影响等问题向英国政府和行政部门提供独立的建议，并评估政府在实施国家适应计划（National Adaptation Programme）上所做出的进展，确保英国能有效地应对气候变化的影响。

即土地利用规划、水资源管理、建筑物的设计与翻新。研究人员关注了衡量适应气候变化进展的指标，而不是依赖衡量适应气候变化活动数目的传统方法。

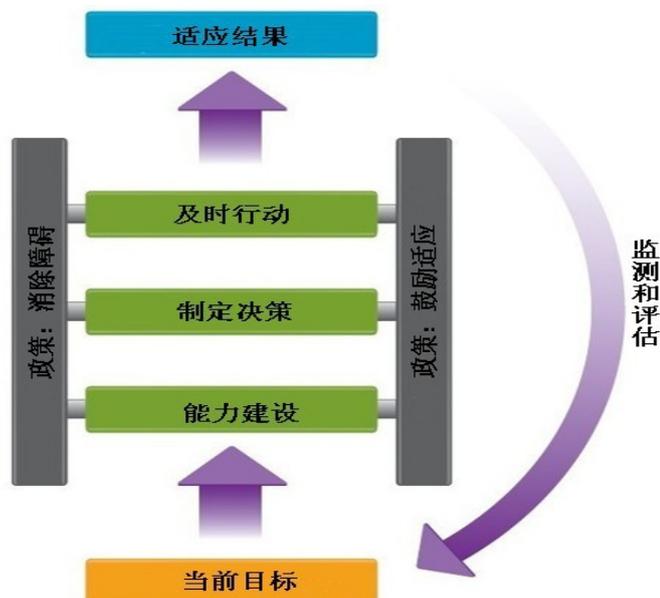


图 1 ASC 的监测框架（适应阶梯）

2 引言：制定准备的指标

2.1 报告的目标

该报告主要有 3 个目标：

- （1）发展评估第一个报告中介绍的气候变化准备工作的框架。
- （2）应用该框架来采用一个更加量化的方法，从而评估英国在应对气候变化准备工作上所取得的进展。
- （3）就制定英国第一份《气候变化风险评估》（*Climate Change Risk Assessment*）报告向政府提供法制性的建议。

2.2 准备的指标

本报告将第一份报告中的适应阶梯发展成为一套指标，以用来评估适应工作的进展，并重点应用到土地利用规划、水资源管理、建筑物的设计与翻新等 3 个领域中。在这一过程中，研究人员解决了基于适应阶梯的 3 个问题（见图 2）。

2.2.1 结果——面对目前和未来的会风险，英国会变得脆弱吗？

研究人员已经确定了 2 种以结果为基础的指标：

（1）影响——来自气候变化对英国经济、社会和环境的主要影响的实际（现实）损失。我们可以测定极端天气的现实影响，例如热浪引起的死亡。这一类指标的问题是如果没有长期的观测，很难从长期的趋势中区分出年度间的变异。

（2）脆弱性的组成部分——为了解决这些困难，一个评估适应结果的合理指标（a sensible proxy）是理解英国对气候变化风险的潜在脆弱性是增加的还是降低的。脆弱性是由一系列的社会经济因素（例如年龄、健康、损失、建筑物的位置和形式等）

决定的，这些因素影响应对气候风险、敏感性和能力的暴露程度²。一些脆弱性不容易适应，比如老年人口的数量（我们称之为“前后关系的”）。但是一些脆弱性是可以解决的，比如一些易发生洪水地区的发展速度（我们称之为“可控的”）。跟踪脆弱性趋势的指标提供了测量适应结果的基础。

2.2.2 行动——我们能看到低悔（low-regret）适应行动的充分采用吗？

我们已开始确定适应行动的指标，这里有两大类的行动需要考虑：

- (1) 无论未来气候如何变化，能带来益处的低悔行动。
- (2) 需要一个更复杂的决策过程来确定其适应性和成本效益的行动。

我们从适应气候变化进展顺利的社会所期冀的最低限度是目前低悔适应选择正在被实施。因此，我们采用经济分析来监管低悔行动在部门间的实施，从而确定指标。

2.2.3 决策——长期决策能系统地为气候风险负责吗？

由于更复杂的和长期的决策涉及到利弊的权衡，低悔行动并不是总能实现。因此，为了评估准备工作，我们需要采用审查决策，以补充对结果（影响的变化和脆弱性的组成部分）和低悔行动的监督。

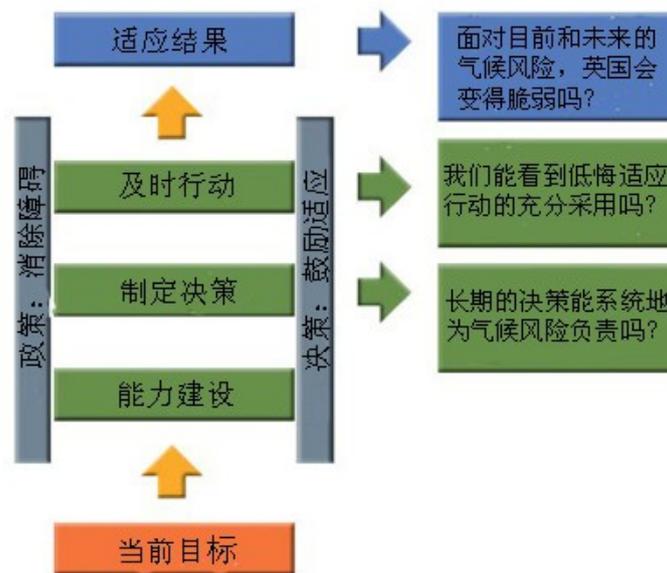


图 2 采用 ASC 适应阶梯评估准备工作

3 英国对气候变化的脆弱性如何？

评估准备工作的出发点是理解英国如何能较好地应对当前的气候，以及理解英国对气候的潜在脆弱性如何改变。我们的评估表明，尽管极端天气事件有着可测量的影响，一般情况下英国能够较好地应对当前的气候变化。无论如何，这里还有一些可能会加剧英国气候变化脆弱性的重要因素。

- (1) 一些系统正在接近其应对能力的极限。有证据表明，一些部门，比如公共

² 我们针对测量的脆弱性的组成部分是以政府间气候变化专门委员会（2007）制定的框架为基础的。

供水，不仅要应对当前条件，在某些情况下可能要以牺牲环境成本为代价。随着气候变化的发生，如果没有进一步的行动，英国将不可能维持其适应性。

(2) 气候变化的脆弱性正在增加，这可能是一些地区由于人口趋势和经济发展模式等因素造成的。

(3) 气候变化的脆弱性并不是均匀分配的，某些群体（比如老年人）和某些地区（比如低洼沿海地区）对极端天气事件和气候变化的脆弱性较高。

(4) 气候变化的影响可能陡然升高。在全球变暖的趋势下，英国预计将遭遇更加频繁和更大强度的极端天气，包括热浪、干旱和洪水。在某些情况下，气候变化的影响可能是非线性的，可能会有突发情况，一旦超过某些阈值，无疑会加重英国气候变化的脆弱性。

4 土地利用规划

土地利用规划是气候变化脆弱性的关键因素，这是因为地方的决策和新规划的设计对未来有重要影响，而且实际上是不可更改的。土地利用规划在 ASC 的第一份报告中被确定为一个优先事项。过去 10 多年通过对 11 个地方当局土地利用变化的研究发现：

(1) 在 9 个有河水和沿海洪水风险的地方当局中，其中 8 个地方面临洪水风险的地区出现扩张，其中 4 个地方的风险发展速率高于总体水平。

(2) 在 4 个沿海地方当局中，其中有 3 个地方的海岸线侵蚀地区增加，其中 2 个地方发现未保护海岸线发展的速率高于总体水平。

(3) 在调查的 6 个城市当局中，其中 5 个城市的硬路面的面积增加，而且主要是以牺牲城市绿地为代价的，同时，6 个城市的绿地面积均出现不同程度的减少，这有可能加剧地表洪水和城市的热岛效应。

(4) 调查的发展应用(Development applications)包括在产权水平(property level)的各级适应，从河流和沿海洪水风险地区几乎所有的应用(96%)到地表洪水风险地区 55%的应用。在一个伦敦行政区中，70%的应用包括减少供水压力的措施，28%的应用有应对炎热的措施。

这表明土地利用规划的决策有可能增加一些地区对气候影响的脆弱性。同样，适应措施，比如防御洪水的投资和产权层次措施的应用，至少可以部分地抵消这种脆弱性。无论如何，发展的决定要考虑到对基础设施（比如防御洪水）未来维护成本和气候变化的影响等因素。但是，未来如何解决这些成本仍存在的问题。

在规划未来区域发展时，地方当局面临难以取舍的困境，因为限制气候变化影响风险地区的发展可能会给当地经济带来重大的影响。

(1) 尽管我们发现了一些长期的、战略的适应规划，比如海岸线管理规划(Shoreline Management Plans)，但是目前还不清楚这些规划对当地发展规划政策和

实际发展决策的影响。

(2) 有限的证据表明, 在做出关于地方规划新发展的战略定位的决定时, 地方当局会把长期的成本考虑进去。

地方当局应该采取战略性的方法来管理在社区尺度和产权水平上脆弱性。这将需要明确地权衡气候影响的长期成本 and 发展的社会经济效益之间关系。

5 水资源管理

近几十年来, 除非有非常严重干旱和破坏性洪水的发生, 很少出现重大供水中断事件的发生。自来水公司的持续投资提高了水供应的安全性。

目前的水平和抽水的模式已经带来了一定的环境成本。环保局的统计数据表明抽水可能会给 11% 的河流和 35% 的地下水带来环境损失。气候变化可能会增加供水系统的压力。自来水公司估计, 到 2035 年, 英格兰可能出现 45% 的水资源供应缺口, 而气候变化对水资源短缺发生的贡献率至少有 80%。较低的河流流量将加剧抽水对环境的压力, 这很有可能是气候变化的结果。

从 2010 年到 2015 年, 自来水公司将投资 14 亿英镑来解决潜在的水资源供应短缺问题。但是, 目前还没有特定的投资来解决由气候变化带来的短缺问题。我们的分析表明, 在低悔需求管理措施上还有较大的空间。自来水公司应该像政府和家庭一样在解决这一问题上发挥重要的作用。

有必要较好地将长期的气候不确定性以一种方式整合到投资规划中, 这种方式允许自来水公司制定与风险成比例的适应措施, 并允许监管机构和消费者对其进行评估。这应该有助于低悔措施的实行, 突出在投资决策中需要做出更加难以取舍的地方。

目前的抽水许可体制是阻碍进步的一个重大障碍, 因为目前的机制没有充分考虑抽水的环境影响, 也没有足够的灵活性来应对不断变化的水供应。

6 设计和翻新建筑物

建筑物是适应气候变化的一个优先领域, 因为有关建筑物的设计、施工和翻新的决定要持续很长时间的, 而要扭转这种状况可能代价较高。建筑物已经对当前的气候风险(比如洪水、风暴、炎热和下沉等)很脆弱。水管布置、家用电器和居住者的行为影响对水的需求, 这也是适应的一个优先目标。今后, 温度的升高可能使建筑物更加不舒适, 如果不采取及时的行动, 更加极端的天气事件(比如洪水)可能使居住者面临更大的风险。

气候影响的风险和严重程度是相关的。洪水和海岸侵蚀的风险取决于房产的地理位置, 然而与农村地区相比, 城市中心面临极端气温的风险更大, 其原因是城市地区存在热岛效应。管理这些风险的适应措施可以在多种空间尺度上执行, 从个人

建筑物到更宽泛的街区甚至到流域尺度。

我们的分析已经确定了一系列成本有效的、低悔的投资措施，这些措施的实施能应对炎热和洪水，有助于节约新房和现有住房的用水。

(1) 一些终生升级措施能提高水利用效率，包括低流量和点击水龙头、低流量厕所和淋浴，这些措施可以在现有住房中实施，且不会产生额外费用。如果这些措施能得到全面的实施，可以减少 1/3 的用水。

(2) 减少洪水损失的一揽子措施将需要每个家庭投资 500~2500 英镑。这些措施包括空心砖块、门夹 (door-guards)、墙壁重新勾缝、排水塞或者止回阀等。

(3) 一些低成本的措施可以降低现有房屋的炎热状况，提高居住者的舒适水平，减少在可替代制冷措施上的投资需求。这些措施包括能减少余热和增加遮阳的高能效设备。

(4) 一些类似的成本有效措施可以在新房的设计和施工阶段实施。然而，由于新房在整体住房中的比例较低，所以这可能对社会的效益有限。

我们从地方当局开发应用的调查中发现，一些新房已经采取了低悔适应行动。然而，我们很少发现低悔适应措施在现有房屋中的使用。

新的政策方针被要求来促进低悔措施在所有住房的广泛实行，这应该采取行动解决现有的障碍，包括薄弱的激励机制、缺乏信息、缺乏资金和隐性成本。现有的建筑相关的计划，比如《绿色协议》(Green Deal) 和《可持续住宅守则》(Code for Sustainable Homes) 可以为整个建筑行业适应气候变化创造发展机遇。

7 结论和下一步工作

本报告进一步发展了我们的框架，并将其应用到选定的优先领域，从而评估英国在应对气候变化准备工作上的进展。我们得出了这样的结论，英国的某些部门（比如供水）正在接近其应对目前气候变化能力的极限，同时，由于在一些地区（低洼地区）和人口趋势（人口老龄化）等发展模式的原因，气候变化的脆弱性正在潜在增加。

在我们第一份有法定意义的进展报告出台之前，在发展框架上还有一些工作要开展：

(1) 持续发展指标框架，在这过程中，要应用指标框架来评估其他优先领域的准备工作。

(2) 为政府适应气候变化的经济分析提供建议，并通告国家适应计划 (National Adaptation Programme)，同时为下一个《气候变化风险评估》(Climate Change Risk Assessment) 报告积累经验。

我们建议政府应该确保：

(1)《气候变化风险评估》报告要充分考虑各种不确定性因素，提供一个透明的风险比较，并交叉检验其结果与目前气候脆弱性的关系。

(2) 国家适应计划设置了适应结果，并将政策实施到位，以促进行动和健全长期决策的及时实施。

(郭艳 编译)

原文题目: Adapting to Climate Change in the UK - Measuring Progress

来源: http://hmccc.s3.amazonaws.com/ASC/ASC%20Adaptation%20Report_print_spreads.pdf

气候变化事实与影响

灌溉对全球碳吸收的影响

根据威斯康星大学麦迪逊分校的一项新研究：在全球范围内，灌溉所增加的农业产量大致相当于整个美国农业的总产值。

这对大气中碳的吸收有额外的作用，这也意味着水资源短缺——这是与全球变暖同样的大问题——可能会通过正反馈过程促进全球变暖。

这项新研究定量分析了 1998 年至 2002 年灌溉对全球农业生产力的贡献，估算了通过减少农田水分驱动下的碳吸收量。该研究结果发表于 8 月 25 日由美国地球物理联合会主办的《全球生物化学循环》(*Global Biogeochemical Cycles*) 期刊中。

该研究报告的作者威斯康星大学麦迪逊分校教授，也是尼尔森环境研究所的学者 Mutlu Ozdogan，他认为，“如果计算单单由灌溉影响农业的生产量，总计约 0.4Pg (1Pg=1×10¹⁵g) 碳，这几乎与美国农业总生产力相等”。

这项研究也定量地表明了，灌溉会以非线性方式增加生产量，换句话说，在干旱地方增加少量水的影响比在湿润地方加入大量的水要大。Ozdogan 说道“灌溉量大不一定就意味着高产，有时收益反而会低产”。他说，这已在一定的领域内被证实，但在全球尺度上也是通用的。

有趣的是，他还发现，全球当前的总体灌溉情况已接近最优水平，达到了最大收益。虽然这对当前的农民来讲是条好消息，但这也意味着如果未来食物需求量增高，那么用灌溉来增产粮食的作用将是有限的。

这项研究为定量管理和决策影响全球碳平衡、在灌溉景观评估水和碳的经济价值方面提供了重要的研究发现。Ozdogan 说道“既然我们有灌溉增加碳积累的精确空间地图，我们还有关于水进入这些区域所产生价值的准确信息。那么我们也许就能够提出这些区域中碳的价值。当然，另外一方面也存在，目前世界各地的许多地区保持灌溉是未来解决土壤的盐碱化问题”。

目前的研究未将输出灌溉用水的地区的影响纳入分析。Ozdogan 认为，更好地理解灌溉、生产力和碳之间的联系将有助于研究人员了解这些因子对下游的影响，如农业区的水资源短缺如何影响区域碳循环和气候变化。

这项研究是威斯康星大学麦迪逊分校可持续发展与全球环境中心一项历史工作的延续，并对多个免费使用的气候和生态系统模型、地图和数据集进行了开发。国家航空和航天局应用科学项目提供了部分资助。

(赵红 编译)

原文题目: Irrigation's Impacts on Global Carbon Uptake

来源: <http://www.news.wisc.edu/19674>

夏季干旱将削减CO₂和热量对未来气候条件下植物生长的正面效应

尽管今年夏季的丹麦经历阴雨绵绵，但大多数科学家一致认为 2075 年前全球气温升高将加剧夏季干旱。由Risø DTU领导的大型项目CLIMAITE，已在《全球变化生物学》(*Global Change Biology*)中发布了他的首篇评述，其结论可能有些令人惊讶，即我们已预测的大气中CO₂浓度增加会刺激植物生长，而其与高温结合后将显著地限制植物生长——特别是在干旱的夏季。为了观察植物的快速生长，科学家经常将植物置于升高的二氧化碳浓度下进行研究，第一篇对综合CLIMAITE项目的评述显示，夏季干旱和潜在的促进植物成长因素相结合，如更高的气温和增高的二氧化碳浓度，将会显著增加二氧化碳浓度升高对植物生长的限制影响。

Risø DTU 生物系统部门的研究者，也是这篇科学报告的主要作者 Klaus Steenberg Larsen 解释道“你以前所看过的升高二氧化碳浓度下植物生产速率显著高的研究，通常是基于周围环境受控，只有二氧化碳浓度变化。我们根本上有这样的理论，就是务必要考虑不同气候变化的结合，因为未来植物将同时暴露于多重环境的变化”。CLIMAITE 是丹麦的一个主要研究气候变化的研究中心，由于它们可能出现于 2075 年，事实上会影响生物过程和生态系统。基础科学论文前两年的数据结果清楚地表明，在未来我们不能够预测在我们所处的纬度范围内植物增长是否加快。

CLIMAITE 活动的核心是一个普通的区域尺度的试验地，在受控条件下实验室还进行许多对比试验。气候的掌握仍然用二氧化碳、温度和降水来控制，例如用二氧化碳喷射流，将雨水隔离的窗帘。

Klaus Steenberg Larsen 解释道“我们已经设计了实验，实验处理或者暴露于较高的二氧化碳浓度，加热，或者单独的夏季干旱情况，处理包含三种条件的任意结合。以这种方式，我们可以看到生态系统如何受每种气候变量的影响，以及三种气候现象结合后会是何种情况”。

研究区位于 Jægerspris 附近的军事训练区。他们在这里建立一个实验设施，以使用开放式空气二氧化碳浓度增高技术 (Free Air Carbon Enrichment, FACE) 来提

升二氧化碳浓度。地面温度升高 1℃要采用被动的夜间增温、改变降雨量或干旱通过夏季进行 4~6 周的卷帘来获得。在所有的 48 个实验小区中共设计 8 种不同的实验处理，CLIMAITE 是同类设施中占地面积最大的设计之一。Klaus Steenberg Larsen 说“我们测量很多指标，例如降水中的氮、植物、土壤动物、微生物还有土壤水分。氮通常是限制植物生长的因素，对生态系统如何反应气候变化起到至关重要的作用。试验结果来自 2006 和 2007 年，试验将进行到 2014 年。但需要 20~30 个工作人员花费很多时间收集试验结果，并对设计的不同处理的结果进行分析和说明。我们可以清楚地看出尤其干燥的土壤对氮生产有极显著的负影响，同样也可能发生在植物成长过程中，甚至发生在那些二氧化碳浓度增高和变暖地区”。

来自田间试验的结果对未来的政策制定和直接采取阻止气候变化行动起到重要作用。第一步是将所得的知识建立全球气候模型。例如，将不同气候变量进行相互作用，得到的就是 CLIMAITE 实验的结果。

（赵红 编译）

原文题目：Summer Drought Limits the Positive Effects of CO₂ and Heat on Plant Growth in Future Climate

来源：<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/08/110823104918.htm>

气候变化科技前沿动态

研究发现在评估温室气体排放的同时应考虑作物情况

测量农田温室气体排放量的同时应考虑到作物本身的情况——这是《环境质量杂志》（*Journal of Environmental Quality*）9~10 月刊中的一篇研究报告得出的结论。该研究检测了农业措施，如耕作等对氧化亚氮（N₂O）等温室气体排放的影响。本次研究的领导者，美国农业部农业研究服务部的土壤科学家 Rod Venterea 表示，生产单位作物产量所产生的温室气体排放量与传统意义上单位土壤面积的排放量结果截然不同。

他的研究小组发现，当以单位面积排放量为表达方式时，N₂O 排放总量不会显著受耕作方式的影响。而当他们以单位粮食产量为表达方式时，免耕的排放量显著高于常规耕作。N₂O 是许多农业系统的副产品，是一种很强效的温室气体，其温室效应是二氧化碳的 300 多倍。

该研究结果报告、评估并提出了农业的减排潜力，其对于了解农业如何产生温室气体具有重大意义。Venterea 解释道“以单位面积排放量计算，该研究中免耕排放的 N₂O 在数值上略高于传统耕作，但在统计学上没有表现出显著性差异。但是，当我们考虑到免耕减少产量的事实，其单位产量的温室气体排放量就显著高于常规耕作。关键是，我们需要把 N₂O 排放量和产量放在一起进行讨论。”

以往的研究通常仅考虑施肥和耕作等农业管理措施对N₂O排放量的影响，现有的报道考虑这些措施同时对作物情况的影响非常少。此外，温室气体排放量通常是以单位面积为表达基础，例如每公顷土地排放多少公斤N₂O。近期的研究建议用单位产量来表达温室气体排放量可能更具意义，而实际上此类研究甚少。

为了查看以产量规模计算如何改变排放情况，美国农业部的研究人员与明尼苏达大学的同事进行了合作，对明尼苏达州不同耕作和施用氮肥措施下N₂O排放量、粮食产量和作物氮吸收量进行连续三个生长季的测量。明尼苏达州长期定位耕作试验站已有18年历史，试验主要进行免耕和常规耕作两种处理，种植作物为玉米和大豆。

当科学家们用单位粮食产量和单位产氮量来计算N₂O排放量时发现，免耕措施的温室气体排放量分别显著高于常规耕作52%和66%。换句话说，在此类耕作制度和气候情况下，生产相同的粮食产量，免耕措施比常规耕作措施产生更多的N₂O。这是由于两方面原因：一是免耕产量较低；二是以单位面积的排放量计算时，免耕措施的N₂O排放略高于常规耕作。

部分连续采用免耕管理的中西部地区粮食产量降低被归因于春季土温较低，它可能会抑制作物的生长发育。但在其他地域，免耕实际上可以增加粮食产量。

Venterea说道：“因此，其他地区以单位粮食产量来表达温室气体排放量可能揭示免耕的优点。”本项研究是由美国农业部国家粮食和农业研究所及农艺研究基金会共同资助。

(赵红 编译)

原文题目：Study Finds Crop Performance Matters When Evaluating Greenhouse Gas Emissions

来源：http://www.eurekalert.org/pub_releases/2011-09/aso-a-sfc090211.php

研究显示：使用天然气对减缓全球变暖收效甚微

近期发表于《气候变化通讯》(*Climatic Change Letters*)的一项研究指出，尽管燃烧天然气释放的CO₂远远低于煤炭，但是过度使用天然气可能并不会显著地减缓气候变化。

美国国家大气研究中心(NCAR)的研究人员Tom Wigley强调了化石燃料燃烧影响地球气候的复杂而又相互矛盾的方式：虽然煤炭的使用会释放导致气候变暖的CO₂，但是也释放出大量的硫酸盐和其他颗粒物，它们对环境有危害，却可以阻止阳光照射从而冷却地球。由于使用天然气泄漏的CH₄数量的不确定性，情况变得更加复杂。CH₄是一种增温潜力较大的温室气体。

Wigley的计算机模拟表明，就全球范围而言，至少到2050年，如果部分由煤炭转向使用天然气，可能会加速气候变化，即使在使用天然气的过程中没有泄漏任何CH₄。之后，更大程度地使用天然气可能会减缓全球平均气温的上升速率。

Wigley指出，更多地使用天然气将减少CO₂排放，但是却对解决气候问题贡献甚少。通过使用天然气来减缓全球变暖需要几百年时间，而且只是在一些细枝末节问

题上发挥效用。

与其他化石燃料相比，煤炭的燃烧会释放更多的CO₂，以及较高浓度水平的其他污染物，包括SO₂、N₂O和颗粒物。由于天然气在燃烧过程中释放的污染物较少，部分能源专家建议更多地使用天然气以减缓全球变暖和减少能源利用对环境的影响。但是天然气对气候变化的影响却难以计算。最近的研究已经转向天然气是否可以显著减缓气候变化的速率，部分原因是由于CH₄泄漏问题的不确定性。

Wigley的新研究试图更全面地探讨这一问题，将硫酸盐颗粒物的冷却效应与煤炭燃烧一并考虑，并分析CH₄复杂的气候影响，例如影响臭氧和水汽等其他大气气体。通过运行一系列的计算机模拟，Wigley发现减少50%的煤炭使用量并相应增加天然气的使用量将使全球平均气温在未来40年增加0.1°F。使用天然气可以逐步减少全球变暖的速率，但是气温只会下降很小的幅度，与目前的能源趋势预测的到2100年上升5.4°F相比。

研究表明，如果从天然气中泄漏的CH₄速率可以控制在2%左右，到2100年变暖将会减缓0.2°F以内。变暖的减缓在零泄漏的假设情景下更为明显，到2100年将减缓0.2~0.3°F。但是在10%的高泄漏速率情景下，2140年后全球变暖才会得以减缓。在各种泄漏情景中，天然气的相对冷却作用将在2100年后持续发挥效力，抵消全球变暖。

研究还发现，由于CH₄的生命周期，需要将CH₄泄漏控制在2%以内，以保证天然气对气候的影响小于煤炭。煤炭开采业务与天然气的使用释放了数量不等的CH₄，但是逸出气体对气候的影响也取决于其他气体的排放量，例如CO和N₂O，它们可以影响CH₄在大气中的滞留时间。

（曾静静 编译）

原文题目：Switching from Coal to Natural Gas would Do Little for Global Climate, Study Indicates

来源：<http://www.physorg.com/news/2011-09-coal-natural-gas-global-climate.html>

气候变化减缓

惩罚“搭便车”国家：博弈论有助于气候变化谈判

减少全球温室气体排放的国际努力受到“搭便车”国家的阻碍。2011年9月8日出版的《美国国家科学院院刊》(PNAS)上，发表了题为《阻止气候变化减缓行动及其他多次的公益活动中的搭便车行为的自我实施战略》(*Self-enforcing Strategies to Deter Free-riding in the Climate Change Mitigation Game and Other Repeated Public Good Games*)的文章，运用经济博弈论得出了如何处理这些国家的新途径研究。在这项研究中，来自波茨坦气候影响研究所的科学家们表示如何至少在书面上实现一个更大程度的国际合作。

这项研究首席科学家Jobst Heitzig说：“‘搭便车’国家是指即便大多数国际社

会成员已承诺减少温室气体排放，仍毫无节制的排放CO₂的国家”。他们免费享受由其他国家提供资金进行的气候保护措施的利益，例如通过CO₂节能措施转换到可再生能源。搭便车国家让其他致力于减缓全球变暖的国家单方面的行动失去价值，这会使他们丧失信心。Heitzig 说：“因此，这就是博弈论的研究到如今还被认为是一种希望的原因，在保护全球气候这种特殊公共利益的问题是，与其悲观观望，还不如实现更好的合作”。

然而，当国际社会将惩罚这些未设定减排目标的国家时，长期的保护气候国际合作就变得更加可能，据研究人员称，如果一个国家在承诺期内排放的CO₂超过协定规定的数量，别的国家就可能在下一个承诺期违背其承诺。Heitzig说。“搭便车的国家不能仅仅指望别的国家为他们履行气候保护义务，他们应该有义务做出自己的贡献”。

这样的战略将是灵活和动态的，即它不会立刻终止合作，而会逐步改变策略，其反应最终是适当的。科学家计算，在短期内排放量可能会进一步失衡，但在长期将会达到稳定。与长期论证的征收惩罚税的措施形成鲜明对比——被看做是全球经济的问题——这里的制裁是依附于自身的减排系统，例如通过一个排放配额的临时再分配。

然而，Heitzig 强调，这项分析是建立于一整套的假设之上的：①这里所用的博弈论假定所有参与者从根本上是理性的；②它假定所有的参与者分担的气候保护的基本目标；③国际气候政策模型被极大的简化。该模型的研究假设，在最坏的情况下，在长期成本效益的优化地问题上，参与者将会表现出纯粹的自私。

除博弈论的计算以外，各国还有很好的理由在气候保护方面发挥主导作用。PIK 主管 Hans Joachim Schellnhuber 解释道：“他们可以成为其他国家的典范。并且无论谁领先重新设计自己的能源系统，得益于对创新性的输出，他们会有更多的机会成为国际技术领导者。在实际的政治中，博弈论虽然不能直接给出战略方针，但可以很好地给战略选择的建议。”

这项研究是在波茨坦地质风险分析、环境变化及可持续发展研究集群(Potsdam Research Cluster for Georisk Analysis, Environmental Change and Sustainability, RROGRESS)的框架内开展，由地理学家、气候学家和政策科学家共同合作进行的。他们一起为政府和行政决策者发展具体的方案，以便更有效地应对气候变化的风险。在 PROGRESS 研究领域，最新研究中所描述的方法将进一步开发和适用于其他领域的研究。

(马瀚青 编译)

原文题目：Penalizing Free-riders: Game Theory could Help Climate Negotiators

来源：<http://www.pik-potsdam.de/pik-frontpage>

版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

中国科学院国家科学图书馆

National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称系列《快报》)是由中科院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中科院基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术研究与发展局、规划战略局等中科院专业局、职能局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动,每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、整体集成的思路,按照中科院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象一是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;二是中科院所属研究所领导及相关科技战略研究专家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科技战略研究专家。系列《快报》内容力图恰当地兼顾好科技决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现分13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《基础科学专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息技术专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100080)

联系人:冷伏海 王俊

电话:(010)62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; wangj@mail.las.ac.cn

气候变化科学专辑

联系人:曲建升 曾静静 王勤花

电话:(0931)8270035、8270063

电子邮件:jsqu@lzb.ac.cn; zengjj@llas.ac.cn; wangqh@llas.ac.cn