

科学研究动态监测快报

2022 年 2 月 20 日 第 4 期 (总第 334 期)

气候变化科学专辑

- ◇ 麦肯锡：全球实现净零排放所需资本支出达 275 万亿美元
- ◇ 美国陆军发布《2022 年陆军气候战略》
- ◇ 伍德麦肯兹：能源转型将使 2050 年全球 GDP 减少 2%
- ◇ 未来资源研究所发布世界碳定价数据库报告
- ◇ 英美政府积极支持海上发电项目
- ◇ OECD 为提高全球土壤碳储量提出 4 条政策措施
- ◇ 英国发布 2022 年气候变化风险评估报告
- ◇ ENSO 变率及变暖增加导致区域干旱风险增强
- ◇ 热带气旋将导致美国部分地区联合极端事件激增约 200 倍
- ◇ 卫星探测到全球石油和天然气甲烷超排放源
- ◇ 研究评估基于植被的气候解决方案的减缓潜力
- ◇ 人口增长将是美国洪水风险上升的最主要因素
- ◇ 中国城市化和农村人口减少带来了巨大但短暂的碳汇
- ◇ EEA 评估欧洲天气与气候相关事件造成的损失情况

中国科学院兰州文献情报中心
中国科学院资源环境科学信息中心

目 录

本期热点

麦肯锡：全球实现净零排放所需资本支出达 275 万亿美元..... 1

气候政策与战略

美国陆军发布《2022 年陆军气候战略》..... 4

气候变化减缓与适应

伍德麦肯兹：能源转型将使 2050 年全球 GDP 减少 2% 5

未来资源研究所发布世界碳定价数据库报告..... 7

英美政府积极支持海上发电项目..... 8

OECD 为提高全球土壤碳储量提出 4 条政策措施..... 9

气候变化事实与影响

英国发布 2022 年气候变化风险评估报告..... 9

ENSO 变率及变暖增加导致区域干旱风险增强..... 11

热带气旋将导致美国部分地区联合极端事件激增约 200 倍..... 12

前沿研究动态

卫星探测到全球石油和天然气甲烷超排放源..... 12

研究评估基于植被的气候解决方案的减缓潜力..... 13

人口增长将是美国洪水风险上升的最主要因素..... 13

中国城市化和农村人口减少带来了巨大但短暂的碳汇..... 14

数据与图表

EEA 评估欧洲天气与气候相关事件造成的损失情况..... 15

专辑主编：曲建升

本期责编：裴惠娟

执行主编：曾静静

E-mail: peihj@llas.ac.cn

本期热点

麦肯锡：全球实现净零排放所需资本支出达 275 万亿美元

1 月 25 日，麦肯锡公司（McKinsey & Company）发布题为《净零排放：成本与回报》（*The Net-zero Transition: What It Would Cost, What It Could Bring*）的报告指出，为了能在 2050 年实现温室气体净零排放，全球需要投入巨额的资本支出，预计总共将达到 275 万亿美元。报告研究了低碳转型对 69 个国家各方面的影响，包括行业需求、资本配置、成本与就业等方面，这些国家的排放量占全球排放量的 85%。本文整理了该报告的核心观点，以供参考。

1 净零转型的六个特征

全球所有行业和各个国家在净零转型中具有以下 6 方面的特征：

（1）**普遍参与**。全球所有行业、所有国家都对温室气体排放做出贡献，实现净零排放需要全球经济的普遍转型。此外，所有系统都高度相互依赖，需确保相关的减排行动在各个系统之间协调一致。

（2）**意义重大**。为了实现净零转型，2021—2050 年，全球能源和土地利用系统在实物资产方面的资本支出估计要达到 275 万亿美元，平均每年 9.2 万亿美元。

（3）**支出侧重于前期投入**。2026—2030 年全球在转型方面的支出占国内生产总值的比重将从目前的 6.8% 左右上升到 8.8%，之后将会有所下降。

（4）**不均衡性**。转型所带来的风险在各个国家、行业、地区、社区和个人之间参差不齐。占 GDP20% 左右的行业最直接地受到转型的影响；低收入国家或经济严重依赖化石燃料资源生产行业的国家将受到更大的影响；国家内部，如果某些社区的经济严重依赖高排放水平的行业，那么它们受到的影响可能比其他社区更大；任何成本或价格的上涨都会对低收入家庭造成最大的影响。

（5）**承受风险**。所有的净零转型情景都将面临风险，包括：物理气候风险；劳动力市场混乱；大规模资产搁浅；无序的能源转型；能源市场与经济的波动；市场价格下跌。

（6）**丰富的机遇**。随着世界向净零经济转型，如果各国、各行业和企业能够进入不断增长的市场，它们将面临巨大的机遇，包括：防止物理气候风险的积累；降低气候变化最具灾难性影响的可能性；脱碳可以提高效率，并为低排放产品与服务开辟市场，因此会带来增长的机会。

2 净零转型带来的变化

（1）**需求**。高排放产品的需求将萎缩，而低排放产品的使用将创造增长机会。

随着替代产品（例如电动汽车）的销售从 2020 年占新车销售的 5% 增加到 2050 年的几乎 100%，对内燃机汽车的需求最终将消失。2050 年的电力需求将是目前的 2 倍多，而氢与生物燃料的产量将增加 10 倍以上。

（2）**资本配置**。在净零转型期间，需求的变化将引发现有实物资产的退役或转型以及新实物资产的购置，导致实物资产支出的变化。与目前相比，资产支出将显著增加，估计 2021—2050 年全球实物资产支出将达到 275 万亿美元。目前用于高排放资产的大约 1 万亿美元需要重新配置到低排放资产上。

（3）**成本**。随着工艺的改进和高排放资产的更换或改造，生产成本也会发生变化，并随之影响到消费成本。在钢铁和水泥行业，生产成本将分别较当前水平上升约 30% 和 45%。其他行业的总体成本可能会下降。到 2025 年，在大多数地区，电动汽车的总拥有成本可能会低于内燃机汽车，在某些地区这一速度甚至会更快。

（4）**消费者支出**。在短期内，消费者可能面临价格上升和前期资本成本增加的风险，受影响的程度将因消费者支出习惯以及公司是否会转嫁成本等因素而异。

（5）**就业机会**。净零转型将对劳动力产生重大影响，到 21 世纪中叶全球将新增约 2 亿个工作岗位，减少约 1.85 亿个工作岗位。涉及化石燃料开采与生产的工作岗位需求将会减少 900 万个，而依赖化石燃料的相关电力行业岗位需求将会减少 400 万个。可再生能源发电、氢能源以及生物能源的工作岗位将会增加 800 万个。

3 零净转型对各行业的影响不均衡

暴露程度最高的是占全球 GDP20% 左右的行业，包括直接排放大量温室气体（如煤炭和天然气发电行业）和销售排放温室气体产品（如化石燃料）的行业。另外 10% 的 GDP 来自具有高排放供应链的行业，如建筑业。占 GDP70% 左右的其他行业的直接风险不那么明显，但由于依赖于高度暴露的行业，因此也会受到转型的影响。各行业所受影响主要包括：

（1）**化石燃料行业**。到 2050 年，石油和天然气的产量将分别比目前降低 55% 和 70%。用于能源使用的煤炭生产将几乎被取消。到 2050 年，化石燃料开采和生产行业的就业需求可能会直接减少约 900 万个就业岗位。

（2）**电力行业**。2021—2050 年，电力行业转型需要大量的资本支出，约有 1 万亿美元用于发电，8200 亿美元用于电网，1200 亿美元用于能源储存。到 2050 年，可再生能源的运营和维护将增加约 600 个工作岗位，化石燃料发电将减少约 400 个工作岗位。与净零转型相关的电力基础设施建设和资本支出，在转型初期可能产生多达 2700 万个就业机会，到 2050 年，与建筑业和制造业活动相关的直接就业机会约为 1600 万，电力行业大约有 2.1 万亿美元的资本存量可能会被搁置。

（3）**交通运输行业**。2021—2050 年，汽车及其充电和加油基础设施上的年际支

出将达到 3.5 万亿美元。此外，该行业约 1300 万个直接与内燃机相关的工作岗位将会消失，到 2050 年，与电动汽车制造相关的 900 万个直接工作岗位将会抵消部分流失。

(4) **工业**。钢铁和水泥生产可以通过安装碳捕集与封存 (CCS) 设备或改用零排放或低排放的工艺或燃料实现脱碳。到 2050 年，这两个行业的生产成本可能比当前增加 30% 以上。

(5) **建筑行业**。2020—2050 年，建筑行业每年在有形资产上的平均支出将达到 1.7 万亿美元。通过对建筑物进行隔热改造，到 2050 年，建筑物脱碳可能会带来约 50 万个就业岗位的净增加。

(6) **农业和食品行业**。到 2050 年，净零转型将导致约 3400 万个直接就业岗位消失 (主要是由于反刍动物肉类产量减少)，同时增加 6100 万个就业岗位 (主要与能源作物和家禽产量增加有关)。

(7) **林业和土地利用行业**。2021—2050 年，固碳增汇行动每年需要 400 亿美元的资本支出，其中约 75% 将在未来 10 年花费，主要用于获取和保护土地。自愿的碳市场和基于生态系统服务的行业将产生经济收益的机会。

(8) **新能源行业 (氢和生物燃料)**。2021—2050 年，扩大其他低碳燃料的产能和基础设施需要每年额外支出约 2300 亿美元。到 2050 年，氢燃料和生物燃料行业将直接创造约 200 万个就业岗位。

4 净零转型对不同国家的影响参差不齐

(1) 为了实现脱碳，**低收入国家和化石燃料资源生产国**在实物资产上的支出占 GDP 的比例将高于其他国家，就撒哈拉以南非洲、拉丁美洲、印度和其他亚洲国家而言，它们的支持经济发展和建设低碳基础设施方面的支出是发达经济体的 1.5 倍或更多。

(2) **发展中国家**处于化石燃料行业的工作、GDP 与资本存量所占比例相对较高，例如印度、孟加拉国、肯尼亚和尼日利亚，这些国家用于脱碳和低碳增长所需的实物资本支出也较高。

(3) **发达经济体内部**的影响也可能参差不齐。例如美国的 44 个县中，超过 10% 的工作岗位都涉及化石燃料的开采、提炼，或者是基于化石能源的发电以及汽车制造，这些岗位所受影响也会较大。

(4) **所有国家**都将通过利用自身的自然资本禀赋 (如阳光和森林) 以及技术和人力资源获得增长前景。

5 利益相关者可采取的行动

报告呼吁采取更深思熟虑和果断的行动，以确保到 2050 年更有秩序地向净零转型。针对各种利益相关者的建议如下：

(1) **公司**可以考虑将气候因素纳入其战略与决策框架。许多公司已经开始制定实现净零排放的综合计划，并将这些计划纳入其发展战略，将“开拓”（如进入新市场、资助研发和参与创新生态系统）和“防御”（为降低排放而剥离业务或改造高排放资产）的要素结合起来。

(2) **金融机构**可以支持大规模的资本再配置。在短期内，它们需要考虑评估和披露其风险，衡量并承诺减少其资助的业务产生的排放量。随着时间的推移，它们需要将这些承诺转化为降低排放的行动。

(3) **各国政府与多边机构**可以考虑利用现有的和新的政策、财政与监管工具，建立激励机制，支持脆弱的利益相关方，并促进集体行动。公共部门组织在管理对行业和社区的不均衡影响方面发挥着独特的作用。

(4) **标准制定者、行业团体和民间社会联盟之类的授权机构**对于协调跨部门和地域的行动至关重要。授权机构可在制定和执行治理标准、召集利益相关方和促进协作，以及让弱势工人和社区发表意见等方面发挥宝贵作用。

(5) **个人**需要管理净零转型中的自身风险，并作为消费者和公民发挥强大的作用。个人需要了解正在进行的气候变化应对与净零转型的影响，同时采取新的行为和消费模式。公民讨论可以促进公众的知情与参与，进而促使政府和商业领袖采取决定性和变革性的行动。

（裴惠娟 编译）

原文题目：The Net-zero Transition: What It Would Cost, What It Could Bring

来源：<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-what-it-could-bring>

气候政策与战略

美国陆军发布《2022 年陆军气候战略》

2月8日，美国陆军(U.S. Army)发布《2022 年陆军气候战略》(2022 Army Climate Strategy) 设定了 3 个目标，帮助美国陆军为更恶劣的气候做好准备，并制定了行动计划。

1 目标

该报告设定的 3 个目标如下：①2030 年美国陆军的温室气体净排放量比 2005 年减少 50%；②到 2050 年实现温室气体净零排放；③在战略规划、采购、供应链等流程中考虑气候变化的安全影响。

2 行动计划

(1) **改善基础设施，提高武器装备的适应性，减少温室气体排放。**主要行动包

括：①在 2035 年完成微电网安装，在 2040 年实现关键任务现场无碳无污染发电。②升级水处理厂，启动 950 个可再生能源项目和 25 个微电网项目，为陆军提供 480 MW（兆瓦）电力，到 2032 年将所有建筑物的温室气体排放量减少 50%，保障美国陆军拥有灵活性的能源和淡水资源供应。③2019—2021 年，美国陆军混合动力汽车增加近 3000 辆，这相当于每年减少了 1300 多万加仑的化石燃料消耗。预计到 2022 年美国陆军将建设 470 多个充电站，并在 2035 年部署一支全电动、非战术车队。④将最新的气候和环境科学专业知识纳入陆军驻扎、建设和野战决策中。

（2）提高运营能力和作战能力，优化供应和分配网络，减少维护需求，提高美国陆军的气候变化适应能力。主要行动包括：①应用混合动力技术，2035 年在美国陆军中引入专用的混合动力战术车辆，将平均燃料消耗量降低约 25%。②开发并应用电气化技术，在 2050 年构建全电动战术车队，减少化石燃料消耗和温室气体排放。③在 2035 年减少战时能源和水资源使用量，并在 2050 年完成净零排放应急基础建设。④持续推进发电和储能技术的开发与部署。⑤采购建筑材料等商品时，将选择隐含碳排放量较少的材料，到 2050 年所有采购商品实现温室气体净零排放。⑥在 2025 年分析所有供应商的气候变化风险和脆弱性，在 2028 年制定计划、政策和合同，以提高供应链弹性。

（3）训练一支部队，随时准备在气候变化影响下保持作战获胜的能力。主要行动如下：①从 2024 年开始，每两年更新一次气候变化课程，将气候变化纳入教学计划。②到 2035 年，增加战略总部中气候变化专业知识人员的占比。③到 2028 年，所有陆军的作战演习和模拟训练均将把气候变化风险和威胁考虑在内。④到 2028 年，在制定所有工作计划时都将考虑温室气体减排。

（董利莘）

原文题目：2022 Army Climate Strategy

来源：https://www.army.mil/e2/downloads/rv7/about/2022_army_climate_strategy.pdf

气候变化减缓与适应

伍德麦肯兹：能源转型将使 2050 年全球 GDP 减少 2%

1 月 20 日，伍德麦肯兹公司（Wood Mackenzie）¹发布题为《没有付出就没有收获：加速能源转型带来的经济影响》（*No Pain, No Gain: The Economic Consequences of Accelerating the Energy Transition*）的报告指出，世界可能会将全球变暖幅度控制在 1.5 °C，但加速能源转型将对经济产生切实影响。到 2050 年，能源转型预计会使全球国内生产总值（GDP）减少 2%，但损失的经济产出最终将在 21 世纪末前得以恢复。

¹伍德麦肯兹公司（Wood Mackenzie）成立于 1923 年，是全球能源和自然资源行业领先的研究和咨询公司，涉及石油、天然气和液化天然气、电力和可再生能源以及金属和采矿等行业。

Wood Mackenzie 的基本情景能源转型展望 (base-case Energy Transition Outlook) 预计, 到 21 世纪中叶, 全球气温将比工业化前水平高 2.5~2.7 °C。全球 GDP 将达到 169 万亿美元。加速能源转型将不可避免地改变这一轨迹。报告估计, 避免更高的气温上升, 将使 2050 年全球 GDP 总体增长 1.6%。然而, 与此同时, 成功地将全球变暖控制在 1.5 °C 内所需的行动, 可能会使 2050 年全球 GDP 下降 3.6%。其最终结果是, 如果实现将全球变暖幅度限制在 1.5 °C 的目标, 到 2050 年, 全球 GDP 预计将达到 165 万亿美元, 比基本情景下降 2%。2022—2050 年, 全球 GDP 累计损失 75 万亿美元。

在最初阶段, 电动汽车、公用事业规模的电池、氢、碳捕集与封存 (CCS) 等新的转型技术将不如传统的替代技术具有竞争力。随着时间的推移, 新的转型技术的价格将下降, 低碳投资将比逐步淘汰的高碳替代品更具竞争力。报告估计, 2035 年之后, 全球 GDP 将开始缓慢回升至基本情景, 到 21 世纪末前恢复。

一些经济体将更多地感受到这种影响。碳氢化合物出口和碳密集型经济将遭受最大的经济损失。伊拉克是最容易受到能源转型影响的国家, 因为其碳氢化合物收入占到所有政府收入的 95%, 而石油部门占其 GDP 的 36%。到 2050 年, 加速能源转型将使伊拉克的 GDP 比基本情景减少 10%。将能源转型带来的经济冲击降到最低程度取决于经济活动的多样化。例如, 沙特阿拉伯等国家拥有大量的金融储备, 可以投资于非碳氢化合物行业, 中东的低成本石油资产可能会在加速转型的过程中保留很大一部分石油产量。对少数国家而言, 能源转型不一定会造成经济损失。到 2050 年, 法国和瑞士的 GDP 将实现净增长。

欧洲通常具备更好的能源转型能力, 并已经为一些脱碳工作付出了代价。欧盟排放交易体系于 2005 年启动, 到 2022 年初, 碳排放定价为每吨 99 美元。自 2005 年以来, 已帮助欧盟将排放量减少了约 1/4。如果美国实现其净零排放目标, 预计美国经济总产出到 2050 年将损失 1.2%, 但由于其当前和未来的党派政治状况, 这一承诺受到质疑。

根据 1.5 °C 目标, 中国正面临着最大的潜在 GDP 损失, 到 2050 年将损失 20 万亿美元。作为世界上最大的碳排放国和能源密集型经济体, 中国的脱碳挑战是巨大的。但中国有许多优势, 并且在许多方面已经做了转型准备, 生产了全球 50% 以上的太阳能和风能技术、电动汽车和四 3/4 的锂离子电池, 将这些产品出口到其他国家将会带来经济效益。

(廖琴 编译)

原文题目: No Pain, No Gain: The Economic Consequences of Accelerating the Energy Transition
来源: <https://www.woodmac.com/horizons/no-pain-no-gain-the-economic-consequences-of-accelerating-the-energy-transition/>

未来资源研究所发布世界碳定价数据库报告

1月18日，未来资源研究所（Resources for the Future）发布题为《世界碳定价数据库：来源和方法》（*World Carbon Pricing Database: Sources and Methods*）的报告，描述了用于构建世界碳定价数据库（World Carbon Pricing Database, WCPD）的来源与方法。WCPD包含了1990—2020年在世界范围内国家和地方各级实施碳定价机制的部门覆盖范围和相关价格的统一记录，该数据库遵循《IPCC国家温室气体排放清单指南2006》（IPCC 2006）中的部门分类，可直接与其他相同结构的数据集结合使用。报告主要包括以下4方面内容：

（1）**WCPD 的范围和信息记录。**①**范围。**WCPD 的覆盖范围包含全球 198 个国家和 98 个国家以下地方政府（包括美国 50 个州、加拿大 13 个省和地区、中国 31 个省、自治区和直辖市）。与 IPCC 2006 中的能源类型分类一致，该数据库主要包括 3 种能源类型，煤、石油和天然气。数据库所提供的碳价格信息（以每吨二氧化碳当量表示）主要是指适用于 IPCC 对应部门的二氧化碳排放量。②**信息记录。**数据库的信息记录主要包括数据文件和数据来源文件。每个司法管辖区有一个包含碳定价机制实际数据的数据文件（主要包括管辖区名称、年份、IPCC 部门代码和能源名称等）和一个可以直接连接到参考信息（提供信息检索来源的详细信息）的数据来源文件。

（2）**WCPD 的信息来源。**①关于机构和覆盖范围等主要信息的来源是主管司法管辖区的立法或相关政策文件。如果无法检索到该类文件时，信息来源将依赖于官方政府出版物或者国际组织中的出版物，比如，世界银行发布的《碳定价现状和趋势》（*State and Trends of Carbon Pricing*）系列报告。②价格数据主要来源于立法或者相关政策文件或者其他辅助来源，例如，排放配额价格来源于国际碳行动伙伴关系（International Carbon Action Partnership, ICAP）。③WCPD 中依据的立法和相关政策文件主要来源于世界气候变化法律数据库（Climate Change Laws of the World database）和经济合作发展组织（OECD）环境政策文本数据库（OECD Database on Policy Instruments for the Environment）。④所有信息来源类型主要包括学术出版物、书籍、数据集、立法、政府官方出版物、报告或网页等。

（3）**WCPD 的构建方法。**①WCPD 通过将碳定价机制的数据映射到这些机制的国家和国家级以下地方政府来创建。主要由两部分组成，一是碳定价机制的管辖区、部门和能源相关的数据，二是碳定价的税率和允许价格。②数据库的构建包括数据收集、数据编码和数据集编译 3 个步骤。其中，数据编码的范围包括管辖区、年份、部门、能源和温室气体。与每个碳定价机制相关的价格都记录在单独的、特定的 csv 文件中。数据库中记录的碳价格反映的是边际排放价格，而不是平均排放价格。

（4）**WCPD 与其他数据库相结合。**①数据库的部门结构和能源类型是依据 IPCC

2006 进行划分的，因此，可以直接与辖区的温室气体排放清单相结合。比如，《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）报告可以直接通过 UNFCCC 数据门户网站提供的清单进行查询，或由欧盟委员会联合研究中心（JRC）等机构估算，并可在全球大气研究排放数据库（Emissions Database for Global Atmospheric Research, EDGAR）中获得。②与 IPCC 的能源类型相一致，该数据库提供了国际能源署（IEA）相关能源类型的二氧化碳排放量，有助于与 IEA 数据库集成。③WCPD 数据库与温室气体排放量数据结合提供了若干机会，包括测算国家和国家级以下各级地方政府碳定价机制所涵盖的碳排放配额。同时，还可以在各门或辖区内测算排放量加权平均价格。④数据库提供了 1990—2020 年世界范围内国家和地方各级实施碳定价机制的覆盖范围和相关价格。

（刘莉娜 编译）

原文题目：World Carbon Pricing Database: Sources and Methods

来源：<https://www.rff.org/publications/working-papers/world-carbon-pricing-database-sources-and-methods/>

英美政府积极支持海上发电项目

1 月 25 日，英国商业、能源和产业战略部（BEIS）宣布为海上漂浮式风力发电提供超过 6000 万英镑的公共资助和私人投资，进一步推动风力发电的研究和开发，最终共有 11 个项目成功获得资助。其中，获资 1000 万英镑的一个项目，将组合漂浮式平台和新型锚固系统，并采用先进的监测技术进行规划和维护，预计会建成 2 兆瓦（MW）或更大装机容量的海上涡轮机。获资近 970 万英镑的另一个项目，将研发和演示漂浮式涡轮机系泊、电缆保护、浮动涡轮基座设计和先进的数字监控系统等新技术。其余项目也集中在涡轮机安装、海底电缆和基础问题解决等方面。海上漂浮式风力发电项目研发有助于英国进一步发展清洁能源，降低天然气价格波动产生的影响。

同日，美国能源部（DOE）也宣布为 8 个项目提供 2500 万美元的资助，以支持海浪发电技术的研究、开发和部署。这些项目主要致力于波能转换器的设计与研发，使得转换器可以用于偏远地区或小型局部电网，并能在通电或断电的情况下均能使用。此外，部分项目也将对转换器控制系统等其他技术进行研究和开发。项目完成以后，将在俄勒冈州海岸的 PacWave South 波浪能试验场进行第一轮公开测试，之后相关部门会加速海浪发电技术的商业可行性，并进行大规模部署，助力实现拜登政府 2050 年净零排放目标。

（秦冰雪 编译）

参考资料：

[1] £60 Million Boost for Floating Offshore Wind. <https://www.gov.uk/government/news/60-million-boost-for-floating-offshore-wind>

[2] DOE Announces \$25 Million for Cutting-Edge Wave Energy Research. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-25-million-cutting-edge-wave-energy-research>

OECD 为提高全球土壤碳储量提出 4 条政策措施

1 月 24 日，经济合作与发展组织（OECD）发布题为《农业土壤碳封存》（*Soil Carbon Sequestration by Agriculture*）的报告，评估了全球农业土壤碳封存（Soil Carbon Sequestration, SCS）量，提出了提高全球土壤碳储量的政策措施。

土壤既是“碳源”又是“碳汇”，当土壤的碳储存量多于土壤碳排放量时，就会产生净 SCS。土壤碳储量增加可以减少大量的大气温室气体（GHG）。在 21 世纪接下来的时间中，全球平均每年的净 SCS 潜力多达 2 Gt C（1 Gt C=10⁹ t C），然而，将土壤碳汇的有限容量考虑在内时，全球平均每年的净 SCS 量将下降至 0.3~0.6 Gt C，将抵消全球约 2%~4% 的温室气体排放量。

为了提高全球土壤的碳储量，报告提出了以下 4 条政策措施建议：①征收土壤二氧化碳排放税，采取限制泥炭地土壤排水和转化的措施，防止土壤碳流失；②全面评估各种市场和非市场政策措施的成本和收益，支持政策制定者设计具有成本效益的一揽子政策，减少土壤碳排放；③支持农艺措施的研发和推广，通过市场和财政激励措施，提高保护性农业实践的采用率，扩大土壤碳储量，保障农民的利润；④SCS 实践可以在温室气体减排的同时，产生其他环境协同效应，包括对生物多样性、空气质量和水质产生积极影响，因此，制定和出台 SCS 政策时需考虑其环境协同效益。

（董利苹 编译）

原文题目：Soil Carbon Sequestration by Agriculture

来源：https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/soil-carbon-sequestration-by-agriculture_63ef3841-en

气候变化事实与影响

英国发布 2022 年气候变化风险评估报告

1 月 17 日，英国气候变化委员会（Committee on Climate Change, CCC）发布《2022 年英国气候变化风险评估》（*UK Climate Change Risk Assessment 2022*）报告，评估了英国气候变化造成的风险，并提出了应优先开展的研究领域，以解决当前和未来的气候变化风险及实现可能的机遇。该报告是英国政府与气候变化委员会密切合作，根据英国 2008 年《气候变化法案》（*Climate Change Act*）的要求，对英国气候变化风险进行的第三次 5 年评估。

1 英国的气候变化风险

风险评估考虑了英国范围内跨越多个经济部门的 61 个气候风险与机遇，并优先考虑了未来 2 年内必须采取行动的 8 个风险领域（表 1）。

表 1 未来 2 年需要采取紧急行动的风险领域

序号	风险领域	风险水平	关键的政策领域
1	多种灾害对陆地和淡水栖息地和物种的生存能力与多样性造成风险	高	生物多样性、水土保持与修复、环境土地管理、可持续农业和林业、净零、绿色金融
2	洪水和干旱加剧土壤健康风险	当前风险水平中级，到 20250 年风险水平至高级	
3	多种灾害对自然碳储存和封存造成风险	当前风险水平中级，到 20250 年风险水平升高	
4	多种灾害对农作物、牲畜和商品树造成风险	当前风险水平中级，到 20250 年风险水平升高	
5	由于气候相关的供应链和分销网络崩溃，食品、商品和重要服务的供应面临风险	当前风险水平中级，到 20250 年风险水平升高	公共采购、商业弹性
6	与气候相关的电力系统故障对人类和经济造成风险	高	基础设施、能源、净零
7	住宅等建筑物暴露在高温下对人类健康、福祉和生产力造成风险	高	建筑法规与战略、计划改革
8	海外气候变化影响给英国带来多重风险	高	国家恢复力、海外援助、研究和能力建设

2 优先研究领域

为了有效开展适应规划并避免适应不良，英国政府致力于首先考虑英国未来的气候变化可能性，包括未来不同的气候情景和不可预测的极端事件。其中政府优先考虑的研究领域包括：

(1) 适应规划必须考虑气候的不可预测性与突然变化。在英国商业、能源和产业战略部 (BEIS) 及其他机构的资助下，英国气象局 (Met Office) 哈德利中心 (Hadley Centre) 的气候项目将继续研究不可预测的极端事件。英国气候恢复力项目 (UK Climate Resilience Programme) 的实施，将有助于探索高影响情景。

(2) 关于阈值效应的科学文献存在空白。阈值是系统中由于气候变量的变化而发生“非线性”变化的点。了解这些影响可以告诉我们什么时候需要采取行动，从而提高投资的效率。哈德利中心正在探索“高影响、低可能性”的气候现象，诸如极端事件、临界点和阈值等，包括气候风险评估中这些现象发展的程度。

(3) 各种风险可能相互作用，产生连锁反应，可波及一系列部门，而气候变化则可能通过其对弱势群体的不成比例的影响，加剧现有差距。政府承认有必要解决风险的相互依赖性和不平等，这是第四次 5 年风险评估报告的优先研究领域之一。

(4) 对于许多风险与机遇，适应行动往往需要很长时间才能生效，但通常缺乏强有力的衡量指标与长期监测。在筹备第四次 5 年风险评估报告和 2023 年《国家适应计划》(National Adaptation Programme) 的过程中，政府已将研究和开发监测及

评估适应行动的方法列为优先事项。英国环境、食品和农村事务部（Defra）正在跟经济合作与发展组织（OECD）及 CCC 合作，以识别和开发可衡量、可询证的指标，以监测适应行动随时间的变化情况。

（裴惠娟 编译）

原文题目：UK Climate Change Risk Assessment 2022

来源：<https://www.gov.uk/government/publications/uk-climate-change-risk-assessment-2022>

ENSO 变率及变暖增加导致区域干旱风险增强

2月3日，《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《随着 ENSO 变率及变暖的增加，同时发生区域干旱的风险增强》（Enhanced Risk of Concurrent Regional Droughts with Increased ENSO Variability and Warming）的文章指出，由于未来厄尔尼诺与南方涛动（El Niño-Southern Oscillation, ENSO）遥相关基本保持不变，ENSO 事件的频率增加了约 22%，再加上预计的变暖将增强区域干旱风险。

时间或空间尺度的地球系统极端事件可能会导致全球社会经济系统的连锁影响。跨多个区域同时发生的极端现象被称为空间复合极端事件，但受到的关注有限。从空间尺度来看，极端情况可能在遥远的地方累积风险影响，并对相互联系的社会经济系统网络造成更大的压力。因此，了解不同区域同时出现极端事件的驱动因素以及人类系统对此类极端事件的暴露程度，可以为评估相互关联系统面临的气候风险以及规划其社会影响提供重要的政策信息。来自美国华盛顿州立大学（Washington State University）、橡树岭国家实验室（Oak Ridge National Laboratory）、马萨诸塞大学洛厄尔分校（University of Massachusetts, Lowell）等研究机构的研究人员，以联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告中定义的 10 个热带和亚热带地区为研究区域，这些地区在夏季的年降水量较高，降水有明显的季节变化，而且一些地区表现出类似的社会经济和气候特征。鉴于 ENSO 对这些地区水文气候变化的重要性，研究人员研究了厄尔尼诺和拉尼娜事件对历史和 21 世纪晚期气候中复合干旱特征的影响，量化分析了未来人口与农业地区受复合干旱影响的变化。

结果显示，这 10 个地区在北方夏季复合干旱的风险增加。相对于 21 世纪后期，在 21 世纪中后期，复合干旱的概率分别增加了约 40% 和 60%。北美洲和亚马逊地区的风险增加不成比例。研究发现：在持续依赖化石能源的地区，这些风险对农业面积和未来人口的影响增加了约 9 倍。ENSO 是复合干旱的主要驱动因素，68% 的历史极端事件发生在厄尔尼诺和拉尼娜条件下。由于未来 ENSO 遥相关基本保持不变，ENSO 事件的频率增加了约 22%，再加上预计的变暖将增强区域干旱风险。

（刘莉娜 编译）

原文题目：Enhanced Risk of Concurrent Regional Droughts with Increased ENSO Variability and Warming

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-021-01276-3>

热带气旋将导致美国部分地区联合极端事件激增约 200 倍

2月3日,《自然·气候变化》(*Nature Climate Change*)发表题为《热带气旋气候变化大幅加剧美国极端降水灾害》(*Tropical Cyclone Climatology Change Greatly Exacerbates US Extreme Rainfall-surge Hazard*)的文章指出,热带气旋将在2100年导致美国部分地区联合极端事件发生频率增加约200倍。

热带气旋(Tropical cyclones, TCs)是发生在热带或副热带洋面上的低压涡旋,是极端降水激增的驱动因素,但当前和未来的TCs与降水激增产生的联合灾害尚未得到很好的量化。来自美国普林斯顿大学(Princeton University)和麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology)的研究人员使用概率联合灾害分析框架,模拟了到21世纪末典型浓度路径8.5(Representative Concentration Pathway 8.5)下,美国TCs和风暴潮汐的联合危害。

研究结果显示:①到2100年,美国南部联合极端事件(超过两种历史上100年一遇的灾害)的发生频率将增加7~36倍,东北部的联合极端事件将增加30~195倍;②这种联合极端事件发生频率的增加是由海平面上升和TCs共同引起的,其中,TCs的相对贡献高于海平面上升的贡献;③TCs强度增加和平移速度下降是导致降水量激增的主要因素。

(董利苹 编译)

原文题目: Tropical Cyclone Climatology Change Greatly Exacerbates US Extreme Rainfall - surge Hazard

来源: <https://www.nature.com/articles/s41558-021-01272-7>

前沿研究动态

卫星探测到全球石油和天然气甲烷超排放源

2月3日,《科学》(*Science*)发表题为《全球石油和天然气甲烷的超排放源评估》(*Global Assessment of Oil and Gas Methane Ultra-emitters*)的文章指出,卫星探测到全球石油和天然气设施的甲烷超排放源(每小时甲烷排放超过25吨),这些排放源大多位于土库曼斯坦、俄罗斯、美国、伊朗、哈萨克斯坦和阿尔及利亚,约占全球油气行业甲烷排放的8%~12%。

石油和天然气生产与输送过程中产生的甲烷排放对气候变化有重大影响。这些排放包括当前清单估算中未考虑的维护操作或设备故障期间大量甲烷的零星释放。来自法国气候与环境科学实验室(Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement)、Kayros公司(领先的高级数据分析公司)、美国亚利桑那大学(University of Arizona)等机构的研究人员,收集和分析了2019—2020年由对流层监测仪器(TROPOMI)采集的大气甲烷图像中数百个非常大的释放,以估计石油和

天然气生产活动产生的甲烷排放量。

研究发现，超排放源（每小时甲烷排放超过 25 吨）主要在世界最大的油气盆地检测到。在检测到的约 1800 个超排放源中，约有 1200 个与油气生产或运输设施有关。这些超排放源每年产生约 800 万吨甲烷，约占全球油气生产中甲烷排放总量的 8%~12%。土库曼斯坦是最大的超级排放国，每年排放 130 万吨甲烷，其次分别是俄罗斯、美国、伊朗、哈萨克斯坦和阿尔及利亚。考虑到甲烷的社会成本，减少超排放源在很大程度上可以以较低的成本实现，这将为 6 个主要的石油和天然气生产国带来数十亿美元的净效益。

（廖琴 编译）

原文题目：Global Assessment of Oil and Gas Methane Ultra-emitters

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abj4351>

研究评估基于植被的气候解决方案的减缓潜力

2月1日，《自然·通讯》(*Nature Communication*)发表题为《在更温暖、更绿色的世界中基于植被的气候减缓》(*Vegetation-based Climate Mitigation in a Warmer and Greener World*)的文章指出，未来由于气候变化与植物二氧化碳吸收增加的放大效应，基于植被的解决方案（造林、再造林和森林恢复）的缓解潜力绝对值增加。

植被驱动的生物物理效应的减缓潜力受到背景气候的强烈影响，因此，将受到全球变暖的影响。来自欧盟委员会联合研究中心(JRC)与美国马里兰大学(*University of Maryland*)的科研人员，利用 2003—2014 年的地球观测数据集，包括积雪覆盖、太阳辐射与蒸发数据，结合第六次国际耦合模式比较计划(CMIP6)，预测了 4 种排放情景下未来植被叶面积动态变化对温度的响应，这些敏感性随后被用来预测 4 种情景下未来叶面积动态引起的温度变化。

研究结果表明，到 2100 年，在高排放情景下，植被的绿化可能会将全球变暖幅度减轻 0.71 ± 0.40 °C，其中 83% 的影响 (0.59 ± 0.41 °C) 是由预计的植被密度增加导致的碳固存的增加驱动的，而剩余的降温 (0.12 ± 0.05 °C) 是由生物物理的陆地-大气相互作用驱动的，主要包括积雪覆盖减少所引起的辐射增温的减少，以及由蒸散增加引起的非辐射降温的增强。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Vegetation-based Climate Mitigation in a Warmer and Greener World

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-022-28305-9>

人口增长将是美国洪水风险上升的最主要因素

近年来，全球洪涝灾害频发，严重程度愈发增强，面临洪水风险的人口比例也在逐年增加。1月31日，由英国布里斯托大学(*University of Bristol*)、美国陆军工程兵

团 (US Army Corps of Engineers) 等机构领导的研究团队在《自然·气候变化》(*Nature Climate Change*) 发表题为《美国洪水风险在人类世的不公平模式》(*Inequitable Patterns of US Flood Risk in the Anthropocene*) 的文章指出, 在典型浓度路径 4.5 (RCP 4.5) 情景下, 到 2050 年, 由气候变化 (包括海平面上升、飓风加剧和降水模式改变等) 引起的美国洪水风险将上升约 19%, 而由人口增长引起的洪水风险将上升近 75%。

研究人员基于 3 m 分辨率的水动力洪水模型 (hydrodynamic flood model), 利用模型中高质量的洪水地图、洪水索赔信息和真实洪水事件观测等, 对美国洪水进行风险评估, 最终提供美国洪水风险及其时空和人口统计学异质性的实证分析。结果表明: ①截止 2020 年, 美国每年因洪水造成的平均损失为 321 亿美元, 但到 2050 年, 这一损失可能上升到 406 亿美元; ②人均承担的洪水风险并不相等, 目前, 白人和低收入社区是美国受洪水影响最严重的地区, 然而到 2050 年, 黑人社区面临洪水风险的可能性将加剧; ③到 2050 年, 气候变化和人口增长可能是导致美国洪水风险上升的主要因素, 其中, 人口增长引起的洪水风险将上升 74.7%, 气候变化引起的洪水风险将上升 19.1%, 二者共同引起的洪水风险将上升 6.2%。需要强调的是, 这些研究结果将为社区和联邦政府制定未来的洪水风险管理干预措施和更有效地分配联邦资金提供重要参考。

(秦冰雪 编译)

原文题目: *Inequitable Patterns of US Flood Risk in the Anthropocene*

来源: <https://www.nature.com/articles/s41558-021-01265-6>

中国城市化和农村人口减少带来了巨大但短暂的碳汇

2 月 7 日, 《自然·可持续发展》(*Nature Sustainability*) 发表题为《中国城市化和农村人口减少带来的巨大但短暂的碳汇》(*A Large but Transient Carbon Sink from Urbanization and Rural Depopulation in China*) 的文章指出, 中国城市化和农村人口减少带来了巨大但短暂的碳汇, 但只有通过减少化石能源消费产生的 CO₂ 排放才可以实现碳中和目标。

近几十年来, 随着总人口的大幅增加, 中国经历了前所未有的城市化进程和相关的农村人口减少。来自丹麦哥本哈根大学 (University of Copenhagen)、法国气候与环境科学实验室 (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement)、中国科学院亚热带农业生态研究所等研究机构的研究人员, 通过使用人口普查、手机位置、人口密度等数据分析了中国 20 多年 (2000—2020 年) 城乡人口迁移的时空特征。进一步利用卫星数据和土地利用数据评估了城市化和农村人口减少与碳储量的变化关系。研究人员假设城市化与碳中和目标不是互斥的, 可持续管理的城市化有

可能是减少大气 CO₂ 排放途径的一个重要组成部分。为了验证这一假设，研究人员提出 4 个条件：①城市化地区通过城市绿化有助于净碳去除；②农村人口外迁将伴随结构性的植树造林和天然林恢复计划；③耕地面积不应在全国范围内减少；④城市人口增长和城市化导致的能源消费相关碳排放量应该减少。其中，前 3 个条件进行了实证检验，第 4 个条件仍是研究边界条件。

研究结果表明，尽管在中国城市化扩张初期，即 2002—2010 年城市化导致了 -0.02 Pg C (1 Pg C=10¹⁵ g C) 的地上碳损失，但在 2002—2019 年，城市绿化增加了 0.03 Pg C，弥补了这些损失。此外，在距离农村居民点 (2~4 km) 的中间距离处，地上碳储量的增幅最大，反映了自然资源压力的降低。2002—2019 年，农村地区人口减少 (1400 万人/年) 与陆地碳汇增加 (0.28±0.05 Pg C/年) 同步，而且观察到耕地面积略有下降 (4%)。然而，树木覆盖生长饱和度限制森林的碳去除能力，在此情况下，只有减少化石能源消费的 CO₂ 排放才能促进实现碳中和的目标。

(刘莉娜 编译)

原文题目：A Large but Transient Carbon Sink from Urbanization and Rural Depopulation in China

来源：<https://www.nature.com/articles/s41893-021-00843-y>

数据与图表

EEA 评估欧洲天气与气候相关事件造成的损失情况

2 月 3 日，欧洲环境署 (EEA) 发布题为《欧洲天气与气候相关事件造成的经济损失与死亡》(*Economic Losses and Fatalities from Weather- and Climate-Related Events in Europe*) 的报告指出，1980—2020 年天气与气候相关的极端事件在欧盟 27 个成员国造成的经济损失达 4870 亿欧元。与气候相关的极端事件正变得越来越常见，如果不采取减缓行动，未来几年将会造成更大的损失。报告的主要结论如下：

(1) 1980—2020 年，天气与气候相关的极端事件占欧盟成员国自然灾害造成的经济损失总额的 80% 左右，达 4870 亿欧元，相当于每年损失 119 亿欧元。欧洲环境署 32 个成员国 (包括欧盟 27 个成员国加冰岛、挪威、列支敦士登、土耳其、瑞士) 中，天气与气候相关事件造成的经济损失总额达到 4500~5200 亿欧元。

(2) 由于数量相对较少的独特事件 (3%) 造成了很大比例的经济损失 (约 60%)，导致了每年的经济损失数据高度可变，因此很难确定经济损失的趋势 (图 1)。1981—1990 年的年均损失约为 95 亿欧元，1991—2000 年为 110 亿欧元，2001—2010 年为 132 亿欧元，2011—2020 年为 145 亿欧元。

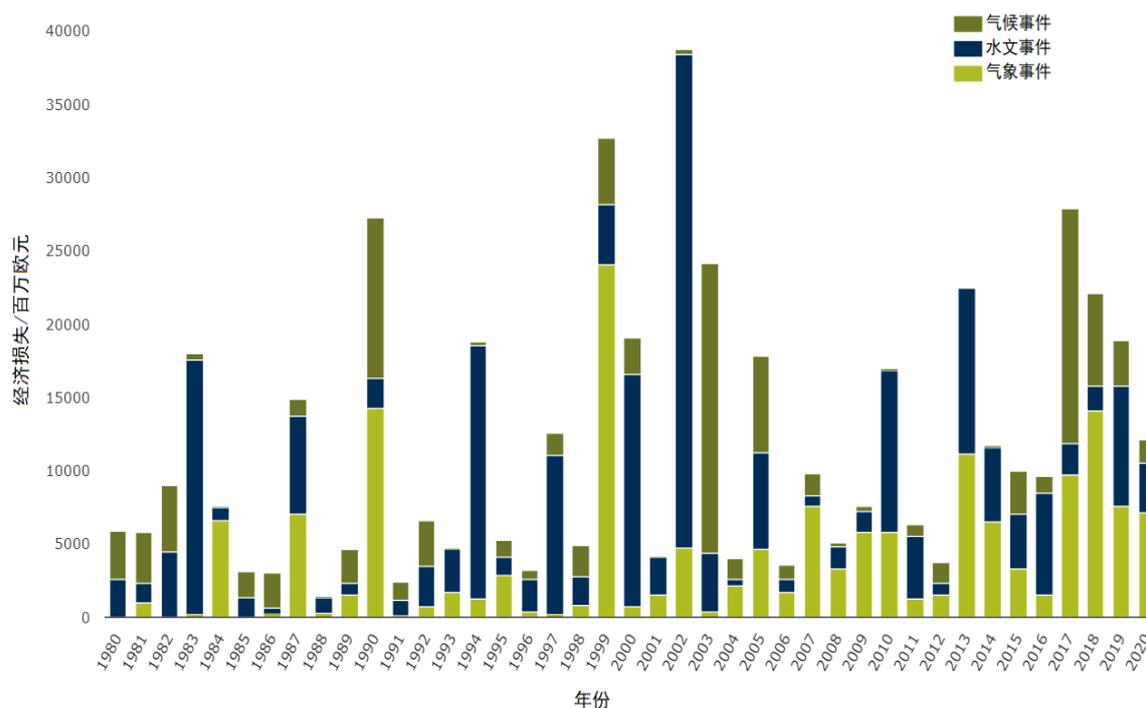


图 1 欧盟成员国天气与气候相关极端事件造成的年度经济损失 (百万欧元)

(3) 1981—2020 年，大多数死亡（超过 85%）是热浪造成的。2003 年的热浪造成的死亡人数最多，占 1981—2020 年所有因天气与气候相关事件死亡人数的 50%~75%。

(4) 天气与气候相关的极端事件对经济的影响在各国之间差别很大。从绝对值来看，1980—2020 年经济损失最大的国家是德国，其次是法国和意大利。瑞士、斯洛文尼亚和法国的人均损失最高，瑞士、德国和意大利的单位国土面积损失最高。总损失中的 23% 左右获得了保险理赔，而保险比例在各国之间也有很大的差异，罗马尼亚与立陶宛只有 1% 的损失得到保险，丹麦与荷兰的保险比例高达 56%。

(5) 气候变化不是未来经济损失与死亡人数的唯一驱动因素。通过制定适应措施提高适应能力，以及由于经济发展和人口演变造成脆弱性增加，也将影响未来因天气和气候相关事件而造成的经济、社会与环境损失。由于极端事件的年际变化程度较高，对所有这些影响进行足够精确的建模是不可能的，但是，在类似的经济条件下，可以评估气候变化的影响。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Economic Losses and Fatalities from Weather- and Climate-Related Events in Europe

来源: <https://www.eea.europa.eu/publications/economic-losses-and-fatalities-from>

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称《监测快报》)是由中国科学院文献情报中心、中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院上海生命科学信息中心分别编辑的主要科学创新研究领域的科学前沿研究进展动态监测报道类信息快报。按照“统筹规划、系统布局、分工负责、整体集成、长期积累、深度分析、协同服务、支撑决策”的发展思路,《监测快报》的不同专门学科领域专辑,分别聚焦特定的专门科学创新研究领域,介绍特定专门科学创新研究领域的前沿研究进展动态。《监测快报》的内容主要聚焦于报道各相应专门科学研究领域的科学前沿研究进展、科学研究热点方向、科学研究重大发现与突破等,以及相应专门科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、重大研发布局、重要科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。《监测快报》的重点服务对象,一是相应专门科学创新研究领域的科学家;二是相应专门科学创新研究领域的主要学科战略研究专家;三是关注相关科学创新研究领域前沿进展动态的科研管理与决策者。

《监测快报》主要有以下专门性科学领域专辑,分别为由中国科学院文献情报中心编辑的《空间光电科技专辑》等;由中国科学院兰州文献情报中心编辑的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由中国科学院成都文献情报中心编辑的《信息技术专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由中科院武汉文献情报中心编辑的《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》;由中国科学院上海生命科学信息中心编辑的《BioInsight》等。

《监测快报》是内部资料,不公开出版发行;除了其所报道的专题分析报告代表相应署名作者的观点外,其所刊载报道的中文翻译信息并不代表译者及其所在单位的观点。

版权及合理使用声明

《科学研究动态监测快报》（以下简称《监测快报》）是由中国科学院文献情报中心、中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院上海生命科学信息中心按照主要科学研究领域分工编辑的科学研究进展动态监测报道类信息快报。

《监测快报》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利益，并要求参阅人员及研究人员遵守中国版权法的有关规定，严禁将《监测快报》用于任何商业或其他营利性用途。读者在个人学习、研究目的中使用信息报道稿件，应注明版权信息和信息来源。未经编辑单位允许，有关单位和用户不能以任何方式全辑转载、链接或发布相关科学领域专辑《监测快报》内容。有关用户单位要链接、整期发布或转载相关学科领域专辑《监测快报》内容，应向具体编辑单位发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与具体编辑单位签订服务协议。

欢迎对《科学研究动态监测快报》提出意见与建议。

气候变化科学专辑：

编辑出版：中国科学院兰州文献情报中心（中国科学院资源环境科学信息中心）

联系地址：兰州市天水中路8号（730000）

联系人：曾静静 董利苹 裴惠娟 廖琴 刘燕飞 刘莉娜

电话：（0931）8270063

电子邮件：zengjj@llas.ac.cn; donglp@llas.ac.cn; peihj@llas.ac.cn;

liaoqin@llas.ac.cn; liuyf@llas.ac.cn; liuln@llas.ac.cn