

# 科学研究动态监测快报

2026年4月20日 第8期(总第434期)

## 气候变化科学专辑

- ◇ 国际研究确定未来十年蓝碳科学的优先研究问题
- ◇ 加拿大政府投入2890万加元支持清洁能源技术的研发与部署
- ◇ 《自然》揭示全球升温2°C仍可能出现全球极端气候状况
- ◇ 高纬度地区是气候变化下土壤有机碳损失的热点区域
- ◇ 国际研究揭示气候变化加剧全球物种面临的野火风险
- ◇ 中德研究发现复合极端干热加剧了低收入国家的气候风险
- ◇ 国际能源署发布《清洁能源转型计划2025年度报告》
- ◇ 荷兰智库建议欧盟采取适应措施来提高韧性
- ◇ 森林连通性是决定热带次生林碳恢复速率的关键因素
- ◇ 美德研究发现提升天气预报精度对减少死亡率愈发重要
- ◇ 欧洲研究称有机土壤的二氧化碳排放量可能被高估
- ◇ 德研究称大西洋经向翻转环流的崩溃可能使南大洋成为碳源
- ◇ 国际研究评估大气黑碳的生命周期及其气候效应
- ◇ 未来资源研究所发布《2026年全球能源展望》报告

中国科学院西北生态环境资源研究院  
文献情报中心

# 目 录

## 本期热点

国际研究确定未来十年蓝碳科学的优先研究问题..... 1

## 气候政策与战略

加拿大政府投入 2890 万加元支持清洁能源技术的研发与部署 ..... 2

## 气候变化事实与影响

《自然》揭示全球升温 2 °C 仍可能出现全球极端气候状况..... 3

高纬度地区是气候变化下土壤有机碳损失的热点区域..... 4

国际研究揭示气候变化加剧全球物种面临的野火风险..... 5

中德研究发现复合干热极端事件加剧了低收入国家的气候风险..... 6

## 气候变化减缓与适应

国际能源署发布《清洁能源转型计划 2025 年度报告》..... 6

荷兰智库建议欧盟采取适应措施来提高韧性..... 7

森林连通性是决定热带次生林碳恢复速率的关键因素..... 8

美德研究发现提升天气预报精度对减少死亡率愈发重要..... 8

## GHG 排放评估与预测

欧洲研究称有机土壤的二氧化碳排放量可能被高估..... 9

## 前沿研究动态

德研究称大西洋经向翻转环流的崩溃可能使南大洋成为碳源..... 10

国际研究评估大气黑碳的生命周期及其气候效应..... 11

## 数据与图表

未来资源研究所发布《2026 年全球能源展望》报告..... 12

### 国际研究确定未来十年蓝碳科学的优先研究问题

3月24日,《自然·生态与进化》(*Nature Ecology & Evolution*)发表题为《未来十年蓝碳科学的优先问题》(*Priority Questions for the Next Decade of Blue Carbon Science*)的文章,提出了未来蓝碳科学的十大优先研究问题,旨在识别持续存在的知识与实践差距,并确定必须解决的战略重点,以实现可规模化、高可信度和公平性管理的蓝碳生态系统保护与恢复,同时发挥其在气候变化减缓和适应方面的潜力。

蓝碳生态系统,传统上定义为红树林、潮汐沼泽和海草,但如今的定义已逐渐扩展到包括潮滩、大型藻类森林和陆架沉积物等生态系统。这类生态系统有助于减缓气候变化和维护生物多样性。来自澳大利亚皇家墨尔本理工大学(RMIT University)、伊迪斯·科文大学(Edith Cowan University)、英国圣安德鲁斯大学(University of St. Andrews)、美国史密森尼环境研究中心(Smithsonian Environmental Research Center)等机构的国际研究团队,聚焦当前最紧迫的科学和实践挑战,确定了塑造蓝碳未来的十大优先问题:

(1) **如何在保障沿海社区生计的同时管理蓝碳生态系统?** 在未来的保护与管理工作中,必须深度融合地方传统生态知识与科学研究,摒弃“一刀切”的管理模式。

(2) **如何开发经济可负担且高质量的蓝碳生态修复方法?** 需要确定导致生态系统退化的驱动因素,测试并改进低成本且有效的恢复方法(如红树林恢复),同时公开恢复项目的成本与成败案例。

(3) **能否预测全球变化背景下蓝碳生态系统的未来温室气体平衡?** 需要构建数值模型,并获取全球不同生物地理区及多样沿海环境下,关于有机碳积累、氮循环和温室气体通量的高质量数据,同时理解碳动态如何响应生物物理、化学和环境驱动因素。

(4) **如何改进人类压力与管理对蓝碳生态系统碳循环影响的估计?** 需要填补土地利用和土地利用变化(LULUC)、温室气体(尤其是甲烷和一氧化二氮)通量等数据缺口,并开发结合遥感、传感器网络和模型的工具,以量化人类活动对碳动态的影响。

(5) **如何推动蓝碳生态系统的自然资本核算,使其纳入更全面的协同效益与权衡关系?** 需要建立整合生态系统动态、服务价值评估和长期监测等内容的稳健框架(如环境经济核算体系),并加强数据协调以及自然资本核算、生态系统价值评估和可持续管理方面的技术能力。

(6) **哪些创新技术、分析工具及新数据或替代指标可提升蓝碳通量估算的准确性?** 需要结合遥感、地上和地下生物量、土壤有机碳的原位测量以及机器学习技术,完善碳储量与通量测算,提升空间覆盖与结果可靠性。

(7)能否在维持合理诚信标准的同时简化蓝碳信用体系？在不损害科学严谨性的前提下，可以利用更广泛的数据集或分级验证程序（类似 IPCC 分级系统），简化监测协议，在特定空间尺度上建立可靠的默认值。

(8)哪些区域和通量类型需优先进行测量，以完善蓝碳预算？重点补齐热带潮汐沼泽和海草床等通量数据，并优先测量横向碳通量（如颗粒有机碳、溶解有机碳和无机碳、总碱度输出），这需要在不同气候区和沿海地貌环境中建立长期观测网络。

(9)如何提升不同尺度下蓝碳估算的准确性？利用机器学习和跨区域标准化数据归档处理空间异质性问题，并结合高精度遥感、声学方法及机理模型（mechanistic models），估算蓝碳生态系统的空间范围，然后相应地扩大碳储量和通量。

(10)如何确保蓝碳数据及传播方式能有效为气候政策提供依据？需要定期更新 IPCC 指南，以纳入传统与新兴领域的蓝碳新数据，并采用清晰一致的沟通策略，准确传达蓝碳的益处和局限性，同时加强与政策制定者之间的跨学科合作。

总体而言，这些研究重点凸显了蓝碳科学的复杂性，也表明亟需采用包容性的跨学科方法，以保障沿海社区的韧性与生计发展。

（廖琴 编译）

原文题目：Priority Questions for the Next Decade of Blue Carbon Science

来源：<https://www.nature.com/articles/s41559-026-03020-6>

## 气候政策与战略

### 加拿大政府投入 2890 万加元支持清洁能源技术的研发与部署

3月27日，加拿大自然资源部（Natural Resources Canada）宣布为12个清洁能源技术项目提供2890万加元，用于加速清洁能源技术的研发与部署。获资助的项目分为碳捕集、利用与封存（CCUS）、可再生能源示范、智能电网监管创新能力建设3大类，具体内容如下：

(1) **碳捕集、利用与封存（1690万加元）：推动 CCUS 技术在捕集、封存、运输、应用等重点领域的初期研发工作。** ①支持 Svante 子公司 Carbon Alpha 测试结合二维、三维地震数据来测量、监测和验证碳捕集与封存的新方法，旨在降低环境影响和成本的同时，保持数据完整性。②支持石油技术研究中心（Petroleum Technology Research Centre）探究二氧化碳羽流在地下岩层中的迁移方式和变化情况，开展包括新的测试气井钻探、岩心与流体样本采集、数据监测等工作，旨在帮助降低地质二氧化碳封存项目和储存中心在技术、环境、财务方面的风险。③支持 Carbicrete 公司研发新型混凝土养护工艺，计划在脱碳混凝土生产中结合工业废流，如低碳排放或烟气排放。④支持约克大学（York University）推进二氧化碳捕集创新技术研发，减少传统碳捕集系统运行需要的高热消耗。这一技术将利用光电化学再生与工艺，例如太阳能、发光二极管（LED）、减少能源消耗的先进材料等，降低运营成本，提

高碳捕集技术的整体性能。⑤支持 CO2L Technologies 公司升级二氧化碳转化为有价值产品（例如甲酸盐、甲酸和干燥剂）的电化学技术至吨级系统，生产的产品将在水泥、除冰、化学制造、农业和湿度控制等日常工业领域得到广泛应用。

**（2）可再生能源示范（920 万加元）：推动创新性的可再生能源供热或发电技术以及相关系统的整合应用。**①支持 Earthworks Geo 公司在安大略省某一农田中展示 5 MW（兆瓦）太阳能电池板和农作物的共存情况，并演示在不减少农作物种植面积的前提下实现太阳能发电的技术。②支持 SolarSteam 公司展示用于磷酸盐加工的太阳能热能系统，以支持 KAP 矿业公司在安大略省北部的低碳肥料生产，增强加拿大国内磷酸盐供应。③支持红鹿理工学院（Red Deer Polytechnic）展示在寒冷天气下，125 kW（千瓦）太阳能电池板和农作物的土地共享情况。团队将利用人工智能分析数据，使土地所有者、公用事业供应商、小企业和政府可以更清晰、更迅速地决定农田中的太阳能使用。

**（3）智能电网监管创新能力建设（280 万加元）：支持加拿大电力系统经济监管创新。**①资助加拿大公用事业法庭成员协会（Canadian Association of Members of Public Utility Tribunals, CAMPUT）通过提供教育、培训和资源等为加拿大能源监管机构及其相关方提供支持，协助上述机构在向清洁能源与新型技术转型的过程中履行关键职责，同时，帮助规模较小的组织参与监管和能源决策。②支持卡尔顿大学（Carleton University）发布实用报告，帮助监管机构和项目负责人员处理电力需求，包括评估项目、提高需求灵活性、促进公平性和包容性。③支持西蒙菲莎大学（Simon Fraser University）加速分布式能源使用的相关研究，例如管理电动汽车充电、智能恒温器和电池存储。团队将识别不列颠哥伦比亚省和安大略省在规则和市场方面存在的障碍，并与加拿大各地的合作伙伴合作，研发可支撑更优政策、规划及投资决策的解决方案。④支持奥沙瓦电力和公用事业公司网络（Oshawa Power and Utilities Corporation Networks）对其电力配电系统进行现代化改造，包括引入太阳能、储能和智能负载等技术，以更高效、更经济的方式满足日益增长的用电需求。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Canada Invests in Energy Innovation to Become a Clean Energy Superpower

来源：<https://www.canada.ca/en/natural-resources-canada/news/2026/03/canada-invests-in-energy-innovation-to-become-a-clean-energy-superpower.html>

## 气候变化事实与影响

### 《自然》揭示全球升温 2 °C 仍可能出现全球极端气候状况

3 月 25 日，《自然》（*Nature*）发表题为《温和的全球变暖并不排除全球极端气候状况的可能性》（Moderate Global Warming Does not Rule out Extreme Global Climate Outcomes）的文章指出，即使全球温度比工业化前水平高 2 °C，关键领域和区域的极端气候后果仍可能远超更高升温情景下的预期。

有效传达全球未来气候的最坏情况预测，对于开展风险评估以及制定强有力的全球变暖适应策略至关重要。然而，当前用于确定空间一致性气候结果的方法有限，最坏的全球气候状况通常是通过高全球变暖水平（如比工业化前水平高 3 °C 或 4 °C）下气候模型预测的平均值来呈现。这种平均值平滑了可能结果的变异性和范围，从而低估更严重气候现象发生的概率。来自德国亥姆霍兹环境研究中心（Helmholtz Centre for Environmental Research, UFZ）、汉堡大学（University of Hamburg）和瑞士苏黎世联邦理工学院（ETH Zurich）的研究人员，通过在全球主要地区对预测的特定行业相关气候影响驱动因素进行空间平均处理，确定了特定行业、空间一致的潜在高影响和低影响的全球气候状况。

研究表明，即使在 2 °C 中等升温情景下，一些领域的全球极端气候状况仍有可能出现。对于全球主要粮食产区的干旱、人口密集地区的极端降水以及森林地区的极端火灾天气而言，在全球升温 2 °C 情景下，全球气候影响驱动因素可能会比升温 3 °C 或 4 °C 情景下的模型平均预测结果更为极端。该研究方法可便捷地应用于广泛领域，以支持特定行业气候风险评估的改进，并为气候政策提供信息。随着全球变暖接近 1.5 °C，这些研究结果强调了迅速采取减缓措施以将变暖限制在 2 °C 以下的紧迫性，因为即使是升温 2 °C，也可能带来严重的后果。

（廖琴 编译）

原文题目：Moderate Global Warming Does not Rule out Extreme Global Climate Outcomes

来源：<https://www.nature.com/articles/s41586-026-10237-9>

## 高纬度地区是气候变化下土壤有机碳损失的热点区域

4 月 1 日，《自然·通讯》（*Nature Communications*）发表题为《气候变化下颗粒有机碳损失的全球热点区域》（Global Hotspots of Particulate Organic Carbon Losses Under Climate Change）的文章表明，高纬度地区是未来气候情景下土壤有机碳（Soil Organic Carbon, SOC）损失的热点区域，其中颗粒有机碳（Particulate Organic Carbon, POC）损失较为显著，占比高达 81%±10%。

土壤有机碳主要由颗粒有机碳和矿物结合有机碳（Mineral-associated Organic Carbon, MAOC）构成，二者在形成、稳定及损失机制上存在差异。尽管当前 POC 和 MAOC 的分布特征已被揭示，但它们在未来气候情景下的损失情况尚不明确。来自中国科学院地球环境研究所、美国科罗拉多州立大学（Colorado State University）、澳大利亚科廷大学（Curtin University）等机构的研究人员，基于来自全球六大洲（除南极洲）的 3284 个表层土壤观测数据，采用随机森林模型，探讨了当前及未来气候情景下 POC 和 MAOC 的分布与变化情况。

结果表明：①高纬度地区是 SOC 损失的热点区域，这主要是因为其土壤中 POC 的占比较高（约 55%），该类碳对温度变化极为敏感，易受气候变暖影响。②在高排

放情景下，预计到 2100 年，高纬度地区土壤的 POC 将大幅减少，其损失量约占 SOC 总损失量的  $81\% \pm 10\%$ 。③相较于 POC，MAOC 呈现较高的稳定性，即使在高排放情景下，MAOC 的损失也远小于 POC。④预计到 2100 年，全球因 POC 损失导致的碳排放将达 81.34 PgC（10 亿吨碳）。该研究强调，亟需采取有效措施保护 POC，以减缓气候反馈作用。

（董利苹 杜海霞 编译）

原文题目：Global Hotspots of Particulate Organic Carbon Losses Under Climate Change

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-026-71321-2#citeas>

## 国际研究揭示气候变化加剧全球物种面临的野火风险

4 月 6 日，《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《气候变化下物种面临的野火风险》（*Wildfire Risk for Species Under Climate Change*）的文章，探讨了气候变化对全球物种野火风险的影响，发现未来野火暴露将显著增加，且野火暴露变化在不同地区和分类单元间极不均衡。

野火作为突发性气候扰动，会直接造成物种大规模死亡，正成为导致生物多样性丧失的关键驱动因素。然而，对于气候变化背景下野火对物种产生的长期影响，目前仍缺乏量化评估。来自瑞典哥德堡大学（University of Gothenburg）、美国康涅狄格大学（University of Connecticut）和清华大学等机构的科研人员，利用全球火灾排放数据库（GFED5）中烧毁面积的月度数据，系统评估了全球 9592 种受到火灾频率增加或强度加剧威胁的物种在多种未来共享社会经济路径（SSPs）下的长期野火暴露风险。

研究结果表明：①被评估的 9592 种物种在未来受到野火暴露的风险将大幅提升。②从野火预测来看，在 SSP2-4.5 中等排放情景下，全球野火活动预计将显著增强，全球平均野火烧毁面积预计将增加 9.3%，其中，南美洲增幅最为突出，达到 37.2%。同时，全球野火季节长度将平均延长 22.8%，欧洲、北美、南美等地延长幅度尤为显著。③从物种的野火暴露风险来看，在 SSP2-4.5 中等排放情景下，全球约 83.9% 易受野火影响的物种将面临更高暴露风险。其中，南美洲物种的野火暴露风险增长最为显著，约 40% 易受野火影响的物种在其分布范围内的野火暴露风险增幅将超过 50%。④分布范围小且受关注度高的濒危物种，尤其是在南美洲、澳大利亚和南亚地区的此类物种，主导了受影响最严重的 1% 分类种群。相比之下，多达 41.8% 的非洲物种暴露风险降低，显示出未来风险的空间不对称性。研究强调，气候变化驱动的野火暴露在区域和物种间存在不均衡，未来需要制定针对性的区域特点保护策略，以减轻未来野火对生物多样性造成的损失。

（刘莉娜 徐丽 编译）

原文题目：Wildfire Risk for Species Under Climate Change

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-026-02600-5>

## 中德研究发现复合干热极端事件加剧了低收入国家的气候风险

4月7日,《地球物理研究通讯》(*Geophysical Research Letters*)发表题为《复合干热极端事件加剧了低收入国家不成比例的气候风险》(*Compound Hot-dry Extremes Amplify Disproportionate Climate Risks for Low-income Nations*)的文章指出,如果目前的气候政策保持不变,到21世纪末,近26亿人可能面临更频繁和严重的干热环境,且低收入国家正承受着更严重的气候风险。

复合干热极端事件产生的结果超过或显著不同于单个事件的累积效应。这种极端情况增加了野火风险,加剧农业损失,导致粮食不安全,并推高高溫致死率,从而加剧社会经济的不稳定。近几十年来,复合干热极端事件的频率在全球范围内有所增加,但其全球可比的跨国风险评估仍然存在关键空白。来自中国海洋大学和德国阿尔弗雷德·韦格纳研究所(*Alfred Wegener Institute*)的科研人员,利用伯克利地表温度数据中的日最高气温数据和全球降水气候学中心的月降水量数据,基于8个第六次国际耦合模式比较计划(CMIP6)模型,量化了复合干热极端事件对人群暴露的影响,并进一步探讨了对其敏感性的国家差异。

研究结果表明,在人口暴露方面,在当前政策(预计到2100年将升温约2.7℃)、所有国家自主贡献和长期约束力承诺全面实施(约2.1℃)及最坏变暖情景(约3.6℃)下,到2100年,受复合干热极端事件影响的全球人口比例分别为28.5%±9.3%、18.4%±0.6%和40.7%±1.0%。从人均碳排放来看,全球平均约3.4个公民(或1.2个美国公民)的终身累计排放量,到21世纪末可能使1个人暴露于复合干热极端事件之下。从国家差异来看,气候影响使温室气体贡献最少的国家承受了不成比例的负担。赤道与热带地区的中低收入国家,由于其地理位置及固有的气候敏感性,将首当其冲地受到复合干热极端事件的影响。研究结论揭示,一方面需要全面落实气候承诺,降低暴露人口;二是高排放国家有义务坚持联合国“共同但有区别的责任和各自能力”原则,并公平分担责任以实现2℃目标。

(徐丽 编译)

原文题目: *Compound Hot-dry Extremes Amplify Disproportionate Climate Risks for Low-income Nations*  
来源: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2025GL118822>

## 气候变化减缓与适应

### 国际能源署发布《清洁能源转型计划2025年度报告》

3月30日,国际能源署(IEA)发布《清洁能源转型计划2025年度报告》(*Clean Energy Transitions Programme Annual Report 2025*),详细阐述了IEA清洁能源转型计划(Clean Energy Transitions Programme)的核心使命、关键领域的能源转型行动、应对气候变化的能源数字化与转型策略。报告内容主要包括以下3个方面:

**(1) 清洁能源转型计划的核心使命。**该计划旨在加速全球清洁能源转型，通过提供全球分析、高层次双边交流以及实用技术支持，帮助各国制定和实施清洁能源政策，推动能源系统向安全、可持续和包容性方向发展。该计划致力于缩短从政策制定到实际实施的周期，促进国际合作，共同应对能源转型中的挑战。其核心目标是推动能源效率、可再生能源部署、关键矿产、能源转型融资、清洁烹饪、甲烷排放减少、能源系统数字化、技术和创新等重点能源转型领域的进展。

**(2) 关键领域的清洁能源转型行动。**①部署可再生能源：加速风能、太阳能等可再生能源开发与利用，提高其在能源结构中的比重。②能源效率提升：通过政策引导和技术创新，提高工业、建筑和交通等领域的能源利用效率。③电力市场改革：推动电力市场自由化，引入竞争机制，提高电力系统的灵活性和可靠性。④清洁能源技术创新：支持清洁能源技术研发和示范，推动关键技术突破和商业化应用。⑤能源融资与投资：吸引私人资本投入清洁能源领域，降低融资成本，提高投资效率。

**(3) 应对气候变化的能源数字化与转型策略。**①智能电网建设：推动智能电网技术的发展和运用，提高电力系统的自动化和智能化水平。通过实时监测和优化调度，提高电网的稳定性和效率。②需求侧管理：利用数字技术实现需求侧响应和能效管理，通过智能家居、电动汽车等终端设备，引导用户合理用电，降低峰值负荷。③大数据与人工智能：运用大数据和人工智能技术，优化能源生产和消费预测，提高能源系统的灵活性和响应速度。通过数据分析，发现潜在的节能机会和优化空间。转型策略主要包括多边协调机制、金融支持与创新、能力建设与技术转移、公众意识与参与。

(刘莉娜 编译)

原文题目：Clean Energy Transitions Programme Annual Report 2025

来源：<https://www.iea.org/reports/clean-energy-transitions-programme-2025>

## 荷兰智库建议欧盟采取适应措施来提高韧性

3月24日，荷兰海牙战略研究中心(The Hague Centre for Strategic Studies, HCSS)发布题为《气候压力与欧盟凝聚力：通过气候适应提高欧洲的韧性》(*Climate Stress and EU Cohesion: Strengthening European Resilience Through Climate Adaptation*)的报告指出，气候变化对欧盟各地区产生不均衡的影响，有可能加剧欧盟内部的社会经济与政治分歧并威胁欧盟的凝聚力，而采取适应措施会将相关风险转化为韧性。报告的主要结论如下：

(1) 气候变化对欧盟各地区产生不均衡的影响。①高温、干旱和野火等气候灾害对南欧与东南欧的影响尤为严重，而洪水对中欧与北部地区的影响越来越大。②由于经济、社会与治理领域的能力相对较弱，南欧国家更容易受到气候变化社会经济后果的影响。③气候变化不平衡的压力导致社会经济差距扩大，特别是在农业、基础设施、卫生和更广泛的经济领域。

(2) 气候变化的不平衡压力导致欧盟成员国之间出现 3 条新的分歧点。①转移支付方面的矛盾，即贫困且受影响程度较重的国家向富裕且相对未受影响的经济体寻求财政援助；②政策重点出现分歧，例如气候适应资金与国防支出之间的权衡；③各成员国在保护现有体系与投资于长期韧性之间出现冲突。

(3) 建议参照荷兰经验，在以下 5 个领域扩大适应措施以提高欧盟凝聚力与稳定性。①在易受气候影响的农业地区研发气候适应型作物；②扩大“可控环境农业”（Controlled Environmental Agriculture）的规模；③建设气候智能型牲畜养殖系统；④加强河流及洪水管理基础设施；⑤对港口和沿海城市进行适应性改造。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Climate Stress and EU Cohesion: Strengthening European Resilience Through Climate Adaptation

来源：<https://hcss.nl/wp-content/uploads/2026/03/Climate-Stress-and-EU-Cohesion-HCSS-2026.pdf>

## 森林连通性是决定热带次生林碳恢复速率的关键因素

4 月 9 日，《通讯·地球与环境》（*Communications Earth & Environment*）发表题为《森林连通性促进大西洋森林再生过程中的碳恢复》（*Forest Connectivity Boosts Carbon Recovery in Regenerating Atlantic Forests*）的文章表明，森林连通性是决定热带次生林（*Secondary Forest*）碳恢复速率的关键因素。高度连通的森林景观，其碳恢复速率比破碎化景观高出 43%~69%。

热带次生林在碳汇、生物多样性保护及水资源安全中发挥关键作用，是全球气候减缓战略的重要组成部分。理解人类改造的热带景观中碳储量的变化趋势，对减缓气候变化至关重要。尽管已有研究表明森林破碎化会通过边缘效应减少碳储量，但关于景观连通性对次生林碳恢复速率影响的量化研究仍显不足。来自英国埃克塞特大学（*University of Exeter*）、巴西圣保罗大学（*University of São Paulo*）、马拉尼昂州联邦大学（*Universidade Federal do Maranhão*）等机构的研究人员，利用遥感技术和时空替代方法，分析了巴西大西洋森林地区的碳恢复情况。

结果表明：①森林连通性是影响碳恢复的关键因素。当景观从破碎化转变为高度连通时，碳恢复速率显著提高，增幅达 43%~69%。②在西部和沿海地区，高度连通森林的碳恢复量是低连通区域的 3 倍以上。③据预测，若自 2020 年起对次生林实施全面保护，到 2030 年其碳储量将增加 35%。该研究强调，加强整合空间连通性的保护政策，对最大化热带森林的气候减缓潜力至关重要。

（董利苹 杜海霞 编译）

原文题目：Forest Connectivity Boosts Carbon Recovery in Regenerating Atlantic Forests

来源：<https://www.nature.com/articles/s43247-026-03480-5>

## 美德研究发现提升天气预报精度对减少死亡率愈发重要

4 月 13 日，《美国国家科学院院刊》（*PNAS*）发表题为《随着气候变暖，天气预报对减少死亡率变得更加重要》（*Weather Forecasts Become More Important for*

Reducing Mortality as the Climate Warms) 的文章指出, 提升天气预报的精度本身就是应对气候变化的一项关键适应策略, 在降低极端高温死亡方面具有巨大潜力。

气候变化正导致极端高温天气的频率和强度增加。在美国, 高温热浪已成为气象灾害致死的首要原因。尽管天气预报是公众规避极端天气风险的重要工具, 但气候变暖将如何改变天气预报的价值, 一直缺乏系统的量化研究。来自美国哥伦比亚大学 (Columbia University)、俄勒冈大学 (University of Oregon)、德国歌德大学 (Goethe University) 等机构的科研人员, 利用美国国家气象局的数字预报数据库、美国疾病控制与预防中心的用于流行病学研究的广泛在线数据库 (Wide-ranging ONline Data for Epidemiologic Research, WONDER) 等数据, 模拟并量化了在未来气候变暖背景下, 提升天气预报精度对减少高温相关死亡的影响。

研究结果表明: ①高温导致的死亡率对预报误差尤其敏感, 预报低估了高温的严重程度可能导致公众准备不足, 进而引发死亡率显著上升。②在天气预报精度中等提升情景下 (即 21 世纪内预测精度稳步提升并超过中位数水平), 到 2100 年, 美国每年可减少约 18% 的高温相关死亡; 在预报精度加速提升情景下 (即精度提升至前 10% 水平), 高温相关的死亡人数可减少约 25%。③预报精度的改进在很大程度上抵消了因气候变化导致高温相关死亡率的预期增加。在 SSP2-4.5 加速提升情景下, 因预报改善而挽救的约 4000 条生命, 恰好能够完全抵消由气候变化本身预期导致的高温死亡人数增加。上述结论凸显了投资气象观测网络、超级计算机和 AI 预报模型等基础设施的现实价值, 并为气候变暖趋势下降低健康风险提供了关键路径。

(徐丽 编译)

原文题目: Weather Forecasts Become More Important for Reducing Mortality as the Climate Warms

来源: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2523372123>

## GHG 排放评估与预测

### 欧洲研究称有机土壤的二氧化碳排放量可能被高估

4 月 1 日,《通讯·地球与环境》(Communications Earth & Environment) 发表题为《对寒温带与北方地区有机土壤耕地二氧化碳排放量的潜在高估——基于挪威的案例研究》(Potential Overestimation of Carbon Dioxide Emissions from Croplands on Organic Soils in Cool Temperate and Boreal Regions Based on a Case Study from Norway) 的文章指出, 现有的全球和区域模型可能严重高估了寒温带与北方地区有机土壤的二氧化碳排放量。

出于农业和其他用途而被排干的泥炭地会释放大量二氧化碳。许多国家使用 2014 年联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第一层级方法 (Tier 1) 的排放系数来估算这些排放量。来自挪威生物经济研究所 (Norwegian Institute of

Bioeconomy Research)、瑞典皇家理工学院 (Royal Institute of Technology)、英国詹姆斯·赫顿研究所 (James Hutton Institute) 等机构的科研人员, 利用挪威人工泥炭地的数据校准了陆地生物圈模型 CoupModel, 并模拟了 2001—2022 年挪威 50 个样点的二氧化碳排放量。

模型结果显示: ①二氧化碳排放量受到地下水位深度的强烈控制, 并且与来自其他类似气候带的欧洲泥炭地的观测结果高度吻合。②利用 Tier 1 排放系数计算的排放量, 仅在水位 0.7 m 以下的情况下与模拟结果相符, 但当水位深度在 0.3~0.7 m 范围内时, 却高估了排放量 31%~88%。研究表明, Tier 1 方法可能高估了寒温带与北方地区人工泥炭地的排放量, 从而导致减排潜力也被高估。第二层级方法 (Tier 2) 或第三层级方法 (Tier 3) 可以降低不确定性, 但需要更多的实地数据。这一发现对减缓气候变化的努力具有深远影响, 强调需要改进测量技术并对有机土壤中的碳循环进行更深入的理解。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Potential Overestimation of Carbon Dioxide Emissions from Croplands on Organic Soils in Cool Temperate and Boreal Regions Based on a Case Study from Norway

来源: <https://www.nature.com/articles/s43247-026-03464-5>

## 前沿研究动态

### 德研究称大西洋经向翻转环流的崩溃可能使南大洋成为碳源

大西洋经向翻转环流 (AMOC) 的潜在崩溃可能会对区域和全球气候产生深远影响, 但其对碳循环以及全球气温的影响仍被严重低估。3 月 27 日, 德国波茨坦气候影响研究所 (Potsdam Institute for Climate Impact Research)、法兰克福大学 (Goethe University Frankfurt) 和波茨坦大学 (University of Potsdam) 等机构在《通讯·地球与环境》(Communications Earth & Environment) 发表题为《大西洋经向翻转环流的崩溃将导致大量的海洋碳释放和额外的全球变暖》(Collapse of the Atlantic Meridional Overturning Circulation Would Lead to Substantial Oceanic Carbon Release and Additional Global Warming) 的文章指出, AMOC 的崩溃可能会使南大洋成为碳源, 届时全球将额外升温 0.27 °C。

研究人员利用快速地球系统模型 CLIMBER-X 模拟不同全球变暖背景下的碳循环响应, 系统分析 AMOC 的崩溃对气候和碳循环的影响。结果表明, 当大气二氧化碳浓度为 280 ppm (百万分之一) 时, AMOC 呈现单稳态特征, 崩溃后注入淡水可以完全恢复; 超过 350 ppm 或更高时, AMOC 呈现双稳态特征, 崩溃后无法自然恢复。当大气二氧化碳浓度达到 350~600 ppm 时, AMOC 将崩溃, 海洋将向大气释放 47~83 ppm 的碳 (相当于 1000~1750 亿吨碳), 即使陆地碳汇吸收部分海洋碳, 全球仍将额外升温 0.17~0.27 °C, 忽略陆地碳汇减碳作用后, 海洋碳释放量可达 72~130

ppm，全球额外升温高达 0.41~0.51 °C。区域方面，AMOC 的崩溃将导致北极冷却 7 °C，南极升温 6 °C，南北极温差增加 13 °C。此外，AMOC 崩溃将触发南大洋深层对流，使得富含碳的深海水体上涌至海洋表层，导致进一步的碳释放。

(秦冰雪 编译)

原文题目：Collapse of the Atlantic Meridional Overturning Circulation Would Lead to Substantial Oceanic Carbon Release and Additional Global Warming

来源：<https://www.nature.com/articles/s43247-026-03427-w>

## 国际研究评估大气黑碳的生命周期及其气候效应

黑碳气溶胶是短寿命的气候污染物。4月7日，瑞典斯德哥尔摩大学(Stockholm University)、印度科学学院(Indian Institute of Science)和印度理工学院孟买分校(Indian Institute of Technology Bombay)等机构在《自然综述：地球与环境》(*Nature Reviews Earth & Environment*)发表题为《气候系统中的大气黑碳》(Atmospheric Black Carbon in the Climate System)的综述文章，系统梳理全球范围内大气黑碳的浓度、来源、光学特性、寿命、气候影响等观测数据，评估大气黑碳的生命周期及其气候效应，旨在为未来黑碳研究和减排提供参考。

研究人员基于全球观测数据、同位素示踪结果、气候模型模拟等材料与方法，综述全球范围内大气黑碳特征，帮助理解其对气候系统的影响机制。结果表明：①黑碳主要源于多种人为和自然的化石燃料、生物燃料、生物质等燃烧过程，全球最大源头来自家庭烹饪和取暖、交通排放、工农业废弃物和城市垃圾焚烧。区域方面，南亚和拉丁美洲部分地区的砖窑以及中东、俄罗斯、非洲和拉丁美洲的油气生产火炬是主要的黑碳排放源头，其次，稀树草原、北极森林和泥炭地等野火排放也是重要的排放贡献来源。②不同区域的源头贡献比例存在显著差异，在撒哈拉以南的非洲地区，93%±3%的黑碳排放来自生物质燃烧，而在南亚和东亚，生物质燃烧贡献分别为56%±7%和28%±5%。③黑碳的全球平均质量吸光系数(Mean Mass Absorption Coefficient)约为12.3±5.8 m<sup>2</sup>/g(平方米/克)，不同区域存在差异，非洲、欧洲、南亚和北极地区的系数最高。随着黑碳在大气中经历长距离传输，过程中发生的老化作用会使其吸光能力增强，平均增强幅度约为1.6±0.4倍。④自21世纪10年代以来，全球黑碳排放量已下降13%。由于清洁空气政策、技术和实践的影响，南美、东亚、欧洲和北美的大气黑碳浓度总体呈现下降趋势，非洲和南亚的黑碳浓度趋于稳定。⑤气候模型可能低估黑碳气溶胶的吸收光学深度和辐射强迫效应。在主要的排放区域，通过模型模拟得到的两种数值分别是实际观测数据的1/2和2/3，但模型估计的沉降通量则高于观测数据。

(秦冰雪 编译)

原文题目：Atmospheric Black Carbon in the Climate System

来源：<https://www.nature.com/articles/s43017-026-00773-3#Sec29>

### 未来资源研究所发布《2026 年全球能源展望》报告

4 月 7 日，未来资源研究所（RFF）发布题为《2026 年全球能源展望：世界如何错失 1.5 °C 目标》（*Global Energy Outlook 2026: How the World Lost the Goal of 1.5 °C*）的报告，基于多个长期能源预测结果，探讨了全球能源消费、碳排放和地缘政治的关键趋势。报告指出，由于全球温室气体排放持续增长、政策执行力度不足及地缘政治变化等原因，将全球升温幅度控制在 1.5 °C 以内的目标正面临巨大挑战。

#### 1 1.5 °C 温控目标难以实现

尽管《巴黎协定》设定了雄心勃勃的 1.5 °C 温控目标，但近年来全球温室气体排放持续增长，能源结构转型缓慢，致使这一目标已难以实现。具体来说：①2024 年，全球能源相关的二氧化碳排放已超过 380 亿吨，且几乎所有情景均预测二氧化碳排放量将在 2030—2035 年达峰，但降低幅度与速度远不足以实现 1.5 °C 温控目标（图 1）。②尽管各国在气候政策上有所行动，但全球领导层的关注点已经转向能源安全和可负担性，气候变化的优先级被降低，这种政策导向的转变进一步削弱了实现 1.5 °C 温控目标的可能性。

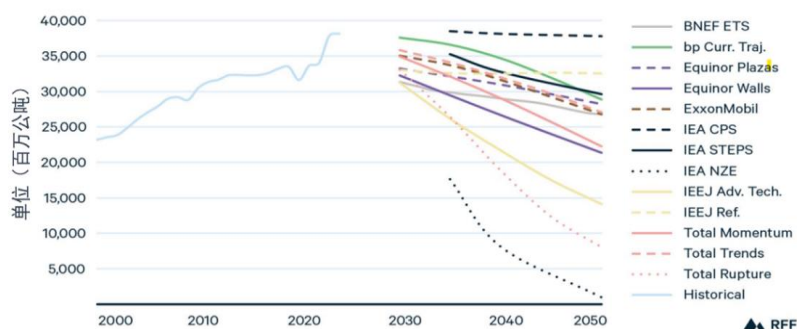


图 1 2000—2050 年全球二氧化碳净排放量时序变化趋势及情景预测

#### 2 全球能源主要变化趋势

(1) **电力需求激增。**2000—2024 年，全球发电量大致翻了一番，预计 2024—2050 年，全球发电量将增加 59%~100%，风能与太阳能将引领全球电力增长。

(2) **化石能源需求分化。**①全球煤炭需求增长超预期，尤其是在关键电力需求激增的情况下。从长远来看，到 2050 年，煤炭发电量将下降，降幅从下降 21% 到完全淘汰不等。②石油需求呈现出“东方”国家持续增长、“西方”国家缓慢下降的趋势。③在大多数情景下，全球天然气需求持续增长，尤其是在“东方”国家。

(3) **风光主导可再生能源。**①风能和太阳能将成为未来能源增长的主要驱动力，预计到 2050 年，在大多数情景下将占全球电力生产的 50% 以上。②水电、生物质能和地热能等可再生能源也将有所增长，但在全球电力结构中的占比将低于风能与太阳能。

(刘莉娜 编译)

原文题目：Global Energy Outlook 2026: How the World Lost the Goal of 1.5 °C

来源：<https://www.rff.org/publications/reports/global-energy-outlook-2026/>

## 《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、中国科学院西北生态环境资源研究院文献情报中心(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营养与健康研究所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;由中国科学院西北生态环境资源研究院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》;由中国科学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》;由中国科学院上海营养与健康研究所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、中国科学院西北生态环境资源研究院文献情报中心(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营养与健康研究所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:中国科学院西北生态环境资源研究院文献情报中心

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 刘莉娜

电 话:(0931)8270035;8270063

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

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