

科学研究动态监测快报

2026年5月20日 第10期（总第436期）

气候变化科学专辑

- ◇ 国际能源署发布《2026年全球甲烷追踪》报告
- ◇ 世界银行评估碳排放交易体系的减排成效
- ◇ 普华永道发布2026年度全球企业脱碳报告
- ◇ 世界银行研究称气温上升影响欧洲劳动力就业
- ◇ 国际机构报告指出欧洲气候风险呈持续加剧态势
- ◇ 《柳叶刀·公共卫生》发布健康与气候变化倒计时2026年欧洲报告
- ◇ 国际研究发现气候变化背景下欧洲针叶树种将失去优势
- ◇ 国际能源署更新《光伏组件回收的进展》
- ◇ 国际研究称毁林会降低亚马孙森林的气候阈值
- ◇ 研究揭示植被密集冠层或可逆转城市绿化的降温效应
- ◇ 美研究发现森林可燃物处理可显著降低野火损失
- ◇ 欧洲研究称传统模型在极端天气预报方面仍优于人工智能
- ◇ 美研究指出 Climate Trace 数据库显著低估车辆 CO₂ 排放

中国科学院西北生态环境资源研究院
文献情报中心

中国科学院西北生态环境资源研究院文献情报中心
地址：甘肃兰州市天水中路8号

网址：<http://ilas.ac.cn>
电话：0931-8270063

目 录

本期热点

国际能源署发布《2026 年全球甲烷追踪》报告 1

气候政策与战略

世界银行评估碳排放交易体系的减排成效 3

普华永道发布 2026 年度全球企业脱碳报告 4

气候变化事实与影响

世界银行研究称气温上升影响欧洲劳动力就业 5

国际机构报告指出欧洲气候风险呈持续加剧态势 6

《柳叶刀·公共卫生》发布健康与气候变化倒计时 2026 年欧洲报告 7

国际研究发现气候变化背景下欧洲针叶树种将失去优势 9

气候变化减缓与适应

国际能源署更新《光伏组件回收的进展》 10

前沿研究动态

国际研究称毁林会降低亚马孙森林的气候阈值 10

研究揭示植被密集冠层或可逆转城市绿化的降温效应 11

美研究发现森林可燃物处理可显著降低野火损失 12

欧洲研究称传统模型在极端天气预报方面仍优于人工智能 12

美研究指出 Climate Trace 数据库显著低估车辆 CO₂ 排放 13

国际能源署发布《2026 年全球甲烷追踪》报告

5月4日，国际能源署(IEA)发布题为《2026 年全球甲烷追踪》(*Global Methane Tracker 2026*)的报告，分析了全球及区域甲烷排放现状和趋势。报告指出，尽管许多国家和企业宣布降低甲烷排放，但全球范围内甲烷排放并未出现下降趋势。2025年，全球化石能源产生的甲烷排放量仍然处于非常高的水平，应对甲烷排放危机将加强全球能源安全。

1 全球甲烷排放现状与趋势

(1) 全球甲烷排放总体情况。尽管全球甲烷减排在特定领域取得了进展，但与能源相关的甲烷排放并没有出现下降趋势。①化石能源领域约占人类活动甲烷排放的近35%。2025年，化石能源产生的甲烷排放量达到124 Mt(百万吨)，其中，石油、煤炭、天然气分别贡献了45 Mt、43 Mt和36 Mt。②用于烹饪与取暖的传统生物质能不完全燃烧产生的甲烷排放量约为20 Mt。③近70%的化石燃料甲烷排放来自全球甲烷排放排名前十国家，中国、美国、俄罗斯排名前三。④全球范围内，石油和天然气开采的甲烷排放强度有所下降，煤炭开采的甲烷排放强度高于油气的甲烷排放强度；2019年以来，全球油气上游甲烷排放强度下降约10%，但各国之间表现差异显著。

(2) 区域分析。①**中南美洲。**2025年，中美洲与南美洲化石能源产生的甲烷排放量约为8 Mt，其中约50%来自委内瑞拉的油气设施。油气为主要的甲烷排放源，委内瑞拉、阿根廷和厄瓜多尔等国上游甲烷排放强度约为全球平均水平的2~6倍。哥伦比亚是唯一明确制定甲烷减排战略并出台油气排放法规的国家。②**中国。**中国是全球最大甲烷排放国，2025年，中国化石能源产生的甲烷排放量约为25 Mt，其中近22 Mt来自煤矿(包含废弃矿井)。中国尚未签署“全球甲烷承诺”(Global Methane Pledge)，但于2023年发布了《甲烷排放控制行动方案》，并取得一定成效。③**亚欧大陆。**该地区在2025年产生的甲烷排放超过24 Mt，其中，俄罗斯贡献了近60%，土库曼斯坦油气甲烷排放强度全球最高。④**欧洲。**2025年，欧洲化石能源产生的甲烷排放大部分与进口相关，石油、天然气和煤炭进口供应链产生的甲烷排放量约为7 Mt。⑤**中东和北非。**2025年，该地区产生的甲烷排放量约为20 Mt，几乎全部来自油气活动。利比亚、阿尔及利亚、伊朗的甲烷排放强度约为沙特、卡塔尔、阿联酋的3~5倍。⑥**北美。**2025年，北美化石能源甲烷排放量约为24 Mt，其中，美国贡献了约85%。非常规油气生产导致的甲烷排放约占该地区的一半，约为12 Mt。加拿大的甲烷排放强度最低，美国接近全球平均水平，墨西哥高于全球平均水平。⑦**南亚和东南亚。**2025年，南亚和东南亚化石能源产生的甲烷排放量约为13 Mt，

60%来自煤炭，印度和印度尼西亚是该地区甲烷排放最多的两个国家。⑧撒哈拉以南非洲。2025年，该地区甲烷排放量约为5 Mt，近70%来自石油和天然气，尼日利亚是该地区甲烷排放最大国。尼日利亚、刚果、加蓬的甲烷排放强度是全球平均水平的2~3倍。⑨亚太地区其他国家（不包含中国、南亚与东南亚各国）。2025年，该地区化石能源产生的甲烷排放量超过2 Mt，约75%来自煤炭。

2 甲烷减排技术潜力与经济可行性

(1) 技术减排可行性。①现有甲烷减排技术可以有效降低化石能源开采和生物质能生产与消费过程中产生的甲烷排放，应用现有技术可将化石能源部门的甲烷排放降低约70%。其中，石油和天然气开采的甲烷减排潜力最大，其占比超过60%；煤炭领域的甲烷减排潜力约为20%。②煤矿甲烷开采和利用技术成熟，但经济效益不足，废弃矿井也是甲烷排放的来源之一，需要进一步加强监测与修复。

(2) 经济成本优势。①约30%（超35 Mt）的化石能源甲烷减排技术可实现净零成本。例如，基于2025年平均能源价格评估，油气领域泄漏检测与修复、设备替换、蒸汽回收装置部署等技术措施中近30 Mt的甲烷减排实现净零成本，这是由于甲烷减排成本低于捕获甲烷的市场价值。②根据边际减排成本曲线预测，到2035年全球实现75%甲烷减排年均约需要280亿美元融资需求，其中，油气领域需求约为220亿美元。

(3) 能源安全协同效益。①中东危机凸显甲烷减排的能源安全价值。通过削减油气运营过程中的甲烷排放，全球每年可释放100 bcm（billion cubic metres, 10亿立方米）天然气。②协调各国进口标准来强化能源安全。例如，若欧盟、英国、日本、韩国等进口国在上下游全面实施甲烷减排措施，短期内可快速释放约15 bcm天然气供应，有效缓解气价压力。

3 全球甲烷减排政策趋势

(1) 总体趋势。2025年，全球甲烷减排政策进展整体呈现“承诺扩大、落地不足”的特征。“全球甲烷承诺”覆盖范围由2021年的100多个国家扩展至159国+欧盟，覆盖了全球近75%的油气产量、65%的甲烷排放。现有政策仅能实现2030年油气甲烷减排20%和2035年减排26%的目标，以及能源领域甲烷减排25%的目标，远低于“全球甲烷承诺”提出的到2030年甲烷排放量较2020年减少30%的目标。

(2) 市场机制。①进口标准设计关键：需明确合规时间线、测量与报告规则、阈值及超标处理方式。②自愿机制面临挑战：方案碎片化、测量验证不一致、煤炭领域关注不足。③全球甲烷治理市场机制初步形成：统一的测量、监测、报告与验证（MMRV）框架可降低企业合规负担，促进差异化市场形成。

(3) 国际合作。①根据“全球甲烷承诺”覆盖范围，全球甲烷治理参与度持续

扩大。②行业参与显著增长，例如，2021 年提出净零排放承诺的企业，其油气产量不足总产量的 20%，到 2025 年该占比将超过 50%。③欧盟委员会发布《甲烷减排合作伙伴关系路线图》（*Methane Abatement Partnership Roadmap*），建议发达经济体向发展中产油国提供技术与资金支持等方式推进甲烷减排。

（4）行动策略。①企业面临低估问题、资本错位、前期投资难获取等挑战，需构建甲烷减排商业案例。②煤炭领域甲烷减排为重点之一，可通过政府合作、融资机制等措施加强该领域减排。③融资工具多样化，包括企业利润投资、甲烷相关债券、可持续发展挂钩贷款、赠款与补贴等。④提升透明度。准确的数据对于甲烷减排非常有价值，透明度和减排计划报告仍落后于行业的声明雄心。例如，《2025 年承诺进展》（*Pledges to Progress 2025*）报告显示，仅 1/3 的油气企业公开了甲烷减排策略和进展。⑤发达经济体可通过技术援助、机构能力建设、多边倡议等方式支持新兴市场和发展中经济体实施甲烷政策与法规。

（刘莉娜 编译）

原文题目：Global Methane Tracker 2026

来源：<https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2026>

气候政策与战略

世界银行评估碳排放交易体系的减排成效

碳排放交易体系（ETS）是减少温室气体排放的重要政策工具之一，目前，全球已有超过 35 个 ETS 在跨国、国家和地方层面运行，但 ETS 的减排成效有待考量。5 月 5 日，世界银行（World Bank）发布题为《碳排放交易体系在减排方面的效果如何？来自欧盟、新西兰和韩国的实证证据》（*How Effective Are Emission Trading Systems in Reducing Emissions? Empirical Evidence from the EU, New Zealand, and the Republic of Korea*）的报告，评估欧盟、新西兰和韩国等 3 种不同的 ETS 在 2000—2020 年对电力行业及所覆盖的其他行业的二氧化碳排放的影响。

报告使用源自国际能源署（IEA）、世界银行和牛津大学 Our World in Data 等机构的电力行业与其他行业二氧化碳排放数据，考虑人均国内生产总值（GDP）、人口规模、煤炭或天然气发电量、煤炭或天然气价格、碳税等多个关键协变量，构建了涵盖 2000—2020 年、涵盖 137 个国家二氧化碳排放的数据样本库，其中，38 个国家已参与 ETS 交易。结果表明：①2005—2020 年，欧盟二氧化碳排放总量相较于无 ETS 情景减少 2200 万吨，减排 15.6%，其中，电力行业排放累计下降 600 万吨，减排 21.3%。②2008—2020 年，新西兰二氧化碳排放总量相较于无 ETS 情景增加 320 万吨，电力行业排放累计减少 130 万吨。排放总量增加的原因可能是新西兰的 ETS 并未覆盖排放量较大的农业领域，而 ETS 涉及的能源行业排放占比仅为 39%（欧盟

能源行业排放占比达到 77%)。③韩国的二氧化碳排放总量在 2010 年代趋于平稳，2015 年启动 ETS 后，排放总量并未立即下降。2015—2020 年，排放总量增加 2.6%，电力行业排放增加 3.9%。④ETS 实施的前 3 年内，新西兰 ETS 是减少电力行业二氧化碳排放最为有效的机制，减排比例达到 77.8%，其次为欧盟 ETS(27 成员国为-5.3%、15 成员国为-4.5%) 和韩国 ETS (+2.6%)；在所有行业的二氧化碳减排方面，欧盟 ETS 实现最大累计减排 (-5.5%)，其次为新西兰 ETS (-4.5%) 和韩国 ETS (+1.5%)。

报告最后指出，ETS 是基于市场的有效减排机制，减排程度可能与监测时间、估算方法、数据质量、控制变量等多种因素相关。此外，相较于较为宽松的机制，固定但排放上限逐渐降低的 ETS 在推动技术创新和长期脱碳进程方面更为有效，但宽松体系的公众接受度更高。

(秦冰雪 编译)

原文题目：How Effective Are Emission Trading Systems in Reducing Emissions? Empirical Evidence from the EU, New Zealand, and the Republic of Korea

来源：<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/27ce98a9-cba9-4270-a785-881b97823085>

普华永道发布 2026 年度全球企业脱碳报告

4 月 28 日，普华永道 (PwC) 发布《普华永道第三期年度脱碳状况报告》(PwC's *Third Annual State of Decarbonization Report*)，利用人工智能 (AI) 分析了《财富》500 强企业的气候信息披露，提供了企业脱碳行动的最新概况。主要内容如下：

(1) 在普遍的市场与政策噪声下，企业层面气候行动的持续性、稳健性和战略定力均强于外界预期。①更多企业明确推进减排进程，而非削减减排力度。82% 的企业维持或加速了其脱碳承诺。其中，23% 的企业增强了其气候目标，仅 18% 的企业下调目标。②企业宣布新脱碳目标的净增长速度有所放缓。2025 年，宣布新脱碳目标的企业数量增长了 7%，在 2024 年增长 29% 和 2023 年增长 45% 之后趋于稳定。这并非意味着行动停滞，而是企业进入了从气候承诺到计划执行的关键转型期。

(2) 范围 3 排放 (价值链上下游活动产生的间接排放) 成为决定去碳化可信度的关键。①供应商的可视化可以帮助企业减少三方面的问题：供应链中断、利润下滑，以及范围 3 的碳排放。在 158 家《财富》500 强企业样本中，25% 的企业缺乏一级供应商以外的可见度，58% 的企业报告部分二级供应商可见度，只有 18% 的企业持续跟踪 1.5 级供应商的活动和排放。②范围 3 排放的脱碳难度更高。目前有 56% 的企业正按计划推进其既定的范围 3 减排路径。③企业产品设计正在成为脱碳的重要因素，尤其是对企业的范围 3 排放。设计决策可以决定产品生命周期环境影响的 80%。研究表明，具有差异化可持续性特性的产品，其营收增长幅度在 6%~25%，具体取决于行业和产品类型。在实现范围 3 目标方面进展顺利的企业，往往更倾向

于在产品生命周期的各个阶段全面贯彻可持续发展实践。在本次研究的《财富》500强企业样本中，约31%的进展顺利企业已实现大规模应用，而范围3目标进展滞后的企业中这一比例为19%，未设定范围3目标的企业中则为14%。。

(3) **AI应用广泛但实质性减排效果远未兑现。**①AI在企业脱碳过程中得到了广泛应用。约60%的企业表示将AI用于流程优化、能耗监测等运营脱碳相关工作。②AI在企业脱碳过程中的减排潜力尚未明确。仅有20%的企业使用了更先进的AI技术；1%的企业量化了AI带来的碳减排效果；14%的企业公开披露在脱碳行动中使用AI。

(4) **未来企业脱碳的收入敞口巨大。**①企业在去碳化方面的总支出减少，但从中获取的价值在增加。通过削减浪费、优先布局、减少能源需求帮助企业获得更高的回报。②脱碳将成为企业未来商机的核心驱动力。到2030年，约有超过33%的企业收入与气候转型保持一致。

(徐丽 编译)

原文题目：PwC's Third Annual State of Decarbonization Report

来源：<https://www.pwc.com/us/en/services/esg/library/assets/pwcs-third-annual-state-of-decarbonization-report.pdf>

气候变化事实与影响

世界银行研究称气温上升影响欧洲劳动力就业

近几十年来，欧洲发生极端高温事件的频率和强度正在增加，到2050年，约50%的欧洲居民将面临高度或极高的热应激风险。5月7日，世界银行(World Bank)发布题为《劳动力市场的温度上升：气温上升对欧洲企业和就业的影响》(*Rising Heat in the Labor Market: The Impact of Rising Temperatures on Firms and Jobs in Europe*)的报告，探究欧洲日益加剧的热应激风险是否正在导致就业岗位流失，旨在为劳动力市场应对气候变化和企业适应不同商业环境提供参考。

报告基于欧盟地理区域分类方案(Nomenclature of Territorial Units for Statistics, NUTS)提供的1980—2023年、覆盖欧洲32个国家、10个行业的就业与经济活动数据，来自世界银行企业调查(World Bank Enterprise Surveys, WBES)的地理编码机构级数据，美国国家航空航天局(NASA)第六阶段耦合模型比较计划(CMIP6)的湿球温度，欧洲中期天气预报中心(ECMWF)第五代全球大气再分析数据集(ERA5)的逐时温度，评估气温上升对劳动力市场、经济结构、企业适应能力的影响。结果表明，每年的湿球温度增加1个标准差(0.7℃)，两年后的就业增长率就会下降0.3%。长期来看，自1980年以来，湿球温度上升可能使欧洲的就业岗位减少约110万个，减少数量相当于气温正常年份就业岗位数量的一半以上。企业方面，湿球温度增加对高收入、资本密集型企业的影​​响较低，对低收入、小型或初创企业

的影响较为显著；行业方面，气温上升容易影响农业、建筑、旅游业等高温暴露、劳动密集型行业的就业；劳动力结构方面，高温冲击会导致低技能岗位减少，高技能和熟练工岗位增加，湿球温度增加 1 个标准差，熟练工人人数占总就业人数的比例提高 2 个百分点。

报告指出，为适应气温上升，欧洲 30% 的小型企业、39% 的中型企业和 52% 的大型企业配备了制冷系统。高温环境对小型、初创、低收入企业的就业更易产生不利影响，湿球温度增加 1 个标准差，融资渠道有限的企业就业减少约 5%，而融资条件较好的企业则减少约 2%。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Rising Heat in the Labor Market: The Impact of Rising Temperatures on Firms and Jobs in Europe

来源：<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/14e03405-8228-4863-a843-bcc0cc443ad4>

国际机构报告指出欧洲气候风险呈持续加剧态势

4 月 29 日，欧洲中期天气预报中心（European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF）和世界气象组织（World Meteorological Organization, WMO）联合发布题为《2025 年欧洲气候状况》（*European State of the Climate 2025*）的报告指出，2025 年，欧洲气候变化趋势显著，多项关键气候指标创历史新高，气候风险持续加剧；受快速变暖影响，欧洲冰雪覆盖面积持续缩减。与此同时，陆地与海洋的极端高温事件、野火以及生物多样性丧失，正对欧洲社会与生态系统构成日益严峻的挑战。报告的主要内容如下：

（1）欧洲寒冷地区变暖加剧，致使冰雪持续消融。①2025 年，北极及阿尔卑斯等寒冷地区持续呈现快速变暖趋势。②欧洲至少 95% 的地区年均气温高于正常水平，冬季气温达到冰点温度的区域正逐渐缩减。③2025 年 3 月，欧洲的积雪覆盖面积较平均水平减少约 1.32 亿公顷，为有记录以来第三低水平。④2025 年，欧洲全球冰川均出现净质量损失。其中，冰岛冰川损失量创有记录以来第二高；格陵兰冰盖损失 1390 亿吨冰，约为欧洲阿尔卑斯山脉全部冰川储冰量的 1.5 倍。

（2）海洋持续增温，海洋热浪范围日益扩张。①2025 年，全球海洋吸收了约 90% 由人类活动导致的温室气体排放所产生的多余热量。②2025 年，欧洲海域年均海表温度创历史新高，且为连续第 4 年刷新纪录。③86% 的欧洲海域受到海洋热浪影响，其中 36% 达到“严重”或“极端”等级，这一比例创历史新高。④地中海（Mediterranean Sea）和挪威海（Norwegian Sea）均出现显著海洋热浪，并与陆地热浪同时发生。

（3）干旱范围持续扩大，水资源压力加剧。①2025 年为自 1992 年以来最干旱的年份之一。5 月，欧洲超 1/2 的地区遭受干旱影响。②2025 年，约 70% 的欧洲河流流量低于平均水平。③欧洲水资源状况日益严峻，亟需持续并加速推进气候变化

适应与减缓工作。

(4) 高温与野火协同作用，推动风险水平持续攀升。①2025 年，欧洲普遍升温，热浪影响范围从地中海延伸至北极。②西班牙等地区体感温度超过 32 °C 的天数显著增加，较平均水平高出 50 天以上。③高温与干旱推动欧洲野火活动创历史纪录。2025 年，欧洲野火燃烧总面积约为 103.4 万公顷，创历史新高。④野火导致的排放达有记录以来的最高水平。其中，西班牙受影响尤为严重，其排放量约占欧洲野火总排放量的 1/2；除西班牙外，塞浦路斯、英国、荷兰和德国等多国也分别创下本国野火排放新高。⑤野火对生物多样性构成重大威胁，此外，泥炭地野火还可能释放大量储存的碳，进一步加剧气候变化。

(5) 气候变化与极端事件正加速欧洲生物多样性丧失。①生物多样性对可持续未来至关重要，但气候变化是其退化的主要原因之一。②干旱、野火以及陆地和海洋热浪等极端事件正对欧洲海洋和陆地生态系统生物多样性造成严重影响。③栖息地缩减、气温上升及降水变化，致使生态压力持续加剧。④欧盟已承诺通过具有法律约束力的目标以恢复生态系统，包括到 2030 年恢复至少 20% 的陆地和海域，并通过《欧洲绿色协议》(European Green Deal) 和《欧盟气候法》(EU Climate Law) 推进生物多样性保护。

(董利莘 杜海霞 编译)

原文题目：European State of the Climate 2025

来源：<https://wmo.int/news/media-centre/european-state-of-climate-2025-record-heatwaves-from-mediterranean-arctic-while-glaciers-shrink-and>

《柳叶刀·公共卫生》发布健康与气候变化倒计时 2026 年欧洲报告

4 月 21 日，《柳叶刀·公共卫生》(*The Lancet Public Health*) 发布《2026 年<柳叶刀>健康与气候变化倒计时欧洲报告：决定性健康行动的窗口期日益缩小》(*The 2026 Europe Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Narrowing Window for Decisive Health Action*)，系统追踪了欧洲气候变化适应与减缓行动的健康效应，以及社会各界对气候变化与健康关联议题的参与情况。报告新增 7 项指标，更新了研究方法，拓展了现有指标的时间序列，并尽可能凸显健康风险与影响方面的不平等现象。

1 当前气候变化的健康风险和影响

指标显示，欧洲地区高温造成的直接和间接负面健康影响显著增加。2015—2024 年，高温导致的死亡人数较 1991—2000 年有所上升，总体年均增加 52 人。2015—2024 年，极端高温的每日健康预警频次较 1991—2000 年增加 3.2 倍。2015—2024 年，婴幼儿和老年人（65 岁及以上）暴露于高温的情况较 1991—2000 年增加 11.7

亿人·天 (person-days), 而高温导致轻度或中度体力活动变得不安全的年平均小时数增加 60 小时。2023 年, 由于热浪和干旱暴露增加, 欧洲地区面临中度或重度食物不安全的人口较 1981—2010 年的年均值增加 100 多万人。2000—2023 年, 欧洲地区年均气温上升导致每位工人的劳动时间较 1965—1994 年减少约 24 小时。

受气候变化影响, 新发及再发传染病的气候适宜性迅速提高, 表现为部分病媒的地理分布范围扩大, 同时在欧洲地区更频繁地爆发疫情。例如, 2015—2024 年, 欧洲地区登革热病毒的年度传播适宜性较 1981—2010 年增加 297%, 这可能导致欧洲地区伊蚊传播虫媒病毒引起的局部疫情不断增加。此外, 气候变化还使花粉季节延长 1~2 周, 增加了过敏性鼻炎患者的暴露时间。

气候变化的风险、脆弱性和影响在不同人群和地区之间分布不均。与中等收入家庭相比, 欧洲低收入家庭因热浪和干旱事件增加而面临粮食不安全的可能性高出 10.9 个百分点。建筑和农业领域的户外工作者因高温暴露增加, 特别容易受到高温相关伤害。生活在最贫困地区的人们面临更高的野火风险, 且获得的绿地空间更少。尽管越来越多的国家制定了国家健康适应计划, 并为卫生部门提供了气候服务, 但确保适应策略考虑到风险差异, 以保护最易受气候变化影响的群体, 仍然非常重要。

2 需要采取综合方法减缓气候变化

2023 年, 欧洲碳排放强度与煤炭使用量较 2022 年均有所下降。相反, 2023 年化石燃料补贴创 2010 年以来新高, 达到 4440 亿欧元, 这反映了各国政府对俄罗斯入侵乌克兰后能源价格飙升的应对措施。2023 年, 欧洲可再生能源在总电力供应中的份额增加至 21.5%, 远高于 2016 年的 8.4%。欧洲清洁能源投资也呈现出积极的趋势: 2024 年, 清洁能源投资为 4270 亿欧元, 而 2015 年为 2290 亿欧元; 化石燃料投资为 760 亿欧元, 而 2015 年为 1120 亿欧元。

欧洲可再生能源转型持续推进, 但作为大气污染重要来源的固体生物质, 在 2023 年仍然占到可再生能源消费总量的 31%。2022 年, 因住宅生物质燃料造成的空气污染相关死亡人数较 2000 年每 10 万人中增加 1 人。2014—2023 年, 用于住宅供暖的生物质导致树木覆盖面积较 2001—2010 年减少 80%。应优先考虑从燃烧式住宅供暖转向更清洁的替代方案 (如热泵)。

尽管交通部门的温室气体排放量仅有略微下降, 但电力和交通部门可归因于空气污染的死亡人数持续下降。2022 年, 卫生保健部门的温室气体排放略有下降, 但其引发的空气污染所导致的负面健康影响较 2010 年增加了 24%。采用综合的气候减缓与适应方法, 对于最大限度地实现气候和健康的协同效益至关重要。

3 气候变化与健康议题的社会关注度有所下降

尽管有关气候变化与健康关联的科研论文发表数量不断增加, 但 2023 年公众、政

界、企业及媒体对该议题的关注度较往年呈明显下滑态势。值得欣慰的是，气候诉讼已成为在全球气候议程中强化健康诉求的重要渠道。国际法院裁定，各国法定约束力的义务采取行动应对气候变化，并承认气候变化对人类福祉与地球健康的影响。

总体而言，欧洲在向更健康、更安全的未来转型方面走在全球前列，尤其在减少温室气体排放方面。然而，仍需加大推进力度，特别是在地方与国家层面实施气候适应和减缓政策方面，以充分释放气候行动带来的健康协同效益。

(廖琴 编译)

原文题目：The 2026 Europe Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change:
Narrowing Window for Decisive Health Action

来源：[https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(26\)00025-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(26)00025-3/fulltext)

国际研究发现气候变化背景下欧洲针叶树种将失去优势

5月8日，《通讯·地球与环境》(*Communications Earth & Environment*)发表题为《气候变化下欧洲针叶树种竞争优势的丧失》(*Loss of Competitive Strength in European Conifer Species Under Climate Change*)的文章指出，在日益加剧的气候变化影响下，历来广泛占据欧洲山地与北方林区的针叶树种即将丧失自身竞争优势，这一变化或将重塑森林生态系统格局，进而动摇其支撑的各类生态系统服务功能，并深刻牵动欧洲区域碳循环、生物多样性保护以及森林经营管理模式的发展走向。

气候变化预计会通过影响物种间的竞争结果来改变物种群落结构。树木群落的竞争过程涉及的时空尺度非常广泛，导致相关研究一直颇具挑战性。来自德国慕尼黑工业大学(Technical University of Munich)、瑞士热带和公共卫生研究所(Swiss Tropical and Public Health Institute, Swiss TPH)、芬兰自然资源研究所(Natural Resources Institute Finland)等机构的科研人员，采用基于深度学习的元模型，该模型依托欧洲地区1.35亿组树木气候响应模拟数据完成训练，以此探究未来气候背景下9大主要树种的种间竞争格局变化。

研究发现：①目前适合针叶树生长的区域将会出现大幅缩减，那些更能适应气候变暖环境的阔叶树竞争者则会占据更多的生长空间。某些阔叶树种对缺水和高温的优越耐受性将会破坏针叶树历史上所拥有的竞争优势。②土壤类型和微气候的差异会调节物种的响应，但并不能完全抵消新出现的极端气候条件的严峻性。③到21世纪末，欧洲多达25%的森林的主要树种可能会发生变化，这意味着气候变化将对欧洲森林的重新组合产生深远的影响。研究人员强调，预测模型需纳入物种间相互作用，以免低估气候胁迫对生物多样性造成的影响。此外，森林干预措施需要综合考虑遗传多样性、生态系统连通性以及社会经济因素，以确保其可持续性。

(裴惠娟 编译)

原文题目：Loss of Competitive Strength in European Conifer Species Under Climate Change

来源：<https://www.nature.com/articles/s43247-026-03582-0>

气候变化减缓与适应

国际能源署更新《光伏组件回收的进展》

4月30日，国际能源署（IEA）发布《光伏组件回收进展：经验生命周期清单数据第三次更新》（Advances in Photovoltaic Module Recycling: Third Update to Empirical Life Cycle Inventory Data），该报告是继2018年和2021年报告之后的第三次系统性更新，强调必须建立可量化、可比对、系统化的生命周期清单数据体系，以应对即将到来的全球光伏组件退役浪潮。主要内容如下：

（1）光伏组件回收行业规模化加速。专业从事光伏组件回收的企业和设备供应商从2017年的25家增长至2026年的177家，增长超过7倍。

（2）企业与学术界在回收技术路线上分化明显。机械回收和薄膜回收拥有丰富的商业经验。机械破碎-研磨以规模化、低成本优势占据晶硅组件商业市场主导地位，适合处理大宗退役组件，但输出纯度有限；薄膜回收的回收率高，如美国First Solar公司已实现90%的材料回收率，但由于所采用的技术不同，各工厂的工艺也不同。以热解+化学处理为代表的组合工艺在小批量场景中可实现更高的硅、银等高纯度金属回收率，适合高值化回收精细材料，但处于试点和示范阶段，经济性和规模化需要验证。

（3）光伏组件回收生命周期清单的关键参数不足。在生命周期清单调查过程中，大量企业未披露能源消耗数据、没有明确要求回收商提供回收材料使用和下游处理途径的信息、不同企业回收流程未建立一致的系统边界。

（4）中国成为研发光伏组件回收的高地。在全球456件光伏回收相关专利中，中国以141件居全球首位，远超日本（85件）、韩国（79件）和美国（54件）。

（徐丽 编译）

原文题目：Advances in Photovoltaic Module Recycling: Third Update to Empirical Life Cycle Inventory Data
来源：<https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2026/04/IEA-PVPS-T12-32-2026-REPORT-Recycling-LCI-2026.pdf>

前沿研究动态

国际研究称毁林会降低亚马孙森林的气候阈值

5月6日，《自然》（Nature）发表题为《毁林引起的变干降低了亚马孙的气候阈值》（Deforestation-induced Drying Lowers Amazon Climate Threshold）的文章指出，如果毁林规模攀升至林区总面积的22%~28%，即便全球升温幅度控制在1.5~1.9℃，亚马孙森林这一关键生态系统中的约2/3区域，都可能会从繁茂的雨林急剧转变为退化林地或大面积稀树草原景观。

人类正通过全球变暖和土地利用变化对亚马孙森林系统施加前所未有的压力，这些压力可能会导致整个亚马孙生态系统的主要部分发生系统性的变化。来自德国

法兰克福大学（Goethe University Frankfurt）、波茨坦气候影响研究所（PIK）、瑞典斯德哥尔摩大学（Stockholm University）等机构的科研人员，应用动态系统模型来评估不同共享社会经济路径（SSP）下，亚马孙生物群落退化生态系统的局部及深远的连锁转变风险。研究发现：①在不考虑毁林的情景下，全球变暖达到 3.7~4.0 °C 的临界阈值时，多达 1/3 的亚马孙森林可能会失去稳定性。②在考虑毁林的情景下，若叠加 22%~28% 的毁林率，全球升温幅度达到 1.5~1.9 °C 较低阈值区间，亚马孙林区 62%~77% 的范围将发生系统性生态转型。③模拟过程中的绝大多数转变是由日益加剧的干旱强度所引起的空间连锁效应所致，导致数百至数千公里范围内的远程自推进级联反应。研究结论进一步强调，有必要将全球变暖水平控制在 1 °C 以下，停止毁林并恢复退化森林，以避免整个亚马孙森林系统出现剧烈转变的风险。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Deforestation-induced Drying Lowers Amazon Climate Threshold

来源：<https://www.nature.com/articles/s41586-026-10456-0>

研究揭示植被密集冠层或可逆转城市绿化的降温效应

5月4日，《自然·通讯》（*Natural Communications*）发表题为《茂密树冠在湿润城市中逆转了城市绿化的降温效应》（*Dense Canopies Reverse the Cooling Effect of Urban Greening in Humid Cities*）的文章表明，城市绿化的降温效果取决于气候与植被结构，在湿润城市中，高密度的冠层结构与高光合活性可能会逆转降温效应，反而加剧热不适感。

城市绿化被广泛推广为降温策略，但其效果在不同气候和城市形态下差异显著。植被通过遮阳和蒸腾降温，但在潮湿或通风不良的环境中，蒸腾增加的水分可能会加剧湿度和热不适感，导致绿化适得其反。以往研究多关注温度变化，忽略了湿度的影响，且对植被结构与功能在湿热调节中的作用缺乏系统量化。来自印度理工学院（*Indian Institute of Technology Gandhinagar*）的研究人员，选取印度 138 个主要城市作为研究区域，涵盖热带稀树草原（*Tropical Savanna, Aw*）、半干旱草原（*Semi-arid Steppe, BSh*）、湿润亚热带（*Humid-subtropical, Cwa*）等气候类型，通过高分辨率热指数（*Heat Index, HI*）估算，探讨了植被结构与功能对城市绿化效果的影响。

结果表明：①城市绿化效果在很大程度上取决于气候条件。在半干旱及热带地区，绿化能显著降低热指数，发挥有效降温作用；而在湿润、高密度的城市环境中，绿化反而会推高热指数，削弱降温效果，加剧热不适感。②植被的结构属性与降温效应相关，而功能属性则与增温效应相关。较高密度的植被结构能有效降低热指数，产生降温效益；过高的冠层活性反而会导致热指数上升，这一增温效应在潮湿的城市核心区尤为突出。③城市密度与形态显著影响植被的降温效益。其中，在高密度核心区，因通风受限绿化可能加剧湿热效应；而在低密度或半城市区，绿化则能实现有效降温。该研究指出，城市绿化在某些条件下可能从降温资源转变为湿热风险

来源。因此，城市绿化策略应因地制宜。在干旱及热带地区，应优先增加结构冠层以强化降温效益；而在湿润、高密度的城市环境中，则需避免单纯追求高光合活性，应结合通风与遮阳等综合策略来缓解湿热风险。

（董利苹 杜海霞 编译）

原文题目：Dense Canopies Reverse the Cooling Effect of Urban Greening in Humid Cities

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-026-72636-w>

美研究发现森林可燃物处理可显著降低野火损失

5月7日，《科学》（*Science*）发表题为《野火损失与森林可燃物处理的成本效益》（*Wildfire Damages and the Cost-effective Role of Forest Fuel Treatments*）的文章，探讨了美国野火造成的损失以及森林可燃物处理在其经济上的有效性，研究发现可燃物处理避免了约28亿美元的野火损失。

日益加剧的全球野火活动已成为21世纪最紧迫的环境挑战之一。尽管可燃物处理是降低野火风险的主要工具，但其应用仍然不足，部分原因在于缺乏证明其经济价值的证据。对此，来自美国加利福尼亚大学（University of California）和华盛顿与李大学（Washington and Lee University）的研究人员，整合了美国西部野火、森林可燃物处理、消防力量部署、野火损失等相关的高分辨率数据，评估其森林可燃物处理产生的成本效益。

结果发现：①采用准实验设计，发现森林可燃物处理能够降低野火蔓延和严重程度，通过限制建筑损毁、减少二氧化碳排放以及降低细颗粒物（PM_{2.5}）暴露等干预措施，避免了约28亿美元的野火损失。②如果将美国国家森林局实施的所有处理措施（包括未遇到野火的事前处理举措）均纳入考量，其成本效益比为3.73，即每投资1美元，预期可获得3.73美元的收益。研究结果证明了森林可燃物处理的投资价值，并为如何使其效益最大化提供了科学指导。

（刘莉娜 编译）

原文题目：Wildfire Damages and the Cost-effective Role of Forest Fuel Treatments

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aea6463>

欧洲研究称传统模型在极端天气预报方面仍优于人工智能

基于人工智能（AI）的模型正在革新天气预报，超越先进的数值天气预报，但其推断与可靠预测创纪录极端天气事件的能力仍不明确。4月29日，德国卡尔斯鲁厄理工学院（Karlsruhe Institute of Technology）、瑞士日内瓦大学（University of Geneva）和苏黎世联邦理工学院（ETH Zurich）等在《科学进展》（*Science Advances*）发表题为《基于物理的模型在预测创纪录极端天气方面优于人工智能天气预报》（*Physics-Based Models Outperform AI Weather Forecasts of Record-Breaking Extremes*）的文章指出，AI模型虽在常规天气状况预报方面表现良好，但会低估创

纪录极端天气事件的强度和频次。

研究人员基于欧洲中期天气预报中心（ECMWF）第五代全球大气再分析数据集（ERA5）1979—2017 年的最高气温、最低气温和最大风速数据，训练 GraphCast、盘古和伏羲等天气预报大模型，并筛选出 2018 年和 2020 年创纪录的 162751 次高温、32991 次低温、53345 次大风等极端天气事件作为验证上述 AI 模型的参照数据，比较 AI 天气预报大模型与 ECMWF 高分辨率集成预报系统（HRES）间的差异。结果显示，AI 模型会低估创纪录极端天气事件的强度和频次（“低估”高温温度和风速强度，“过度”预测低温记录）。常规天气状况预报方面，AI 模型的精度优于 HRES，但预报创纪录极端天气事件时，HRES 的优势更为明显，且在短时（1~10 天）预报中，二者差距更为显著。研究表明，开发传统物理数值天气预报与人工智能相结合的模式更有助于极端天气早期预警与灾害管理。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Physics-Based Models Outperform AI Weather Forecasts of Record-Breaking Extremes

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aec1433>

美研究指出 Climate Trace 数据库显著低估车辆 CO₂ 排放

5 月 5 日，《环境研究快报》（*Environmental Research Letters*）发表题为《评估气候追踪全球车辆二氧化碳排放的准确性》（Assessing the Accuracy of the Climate Trace Global Vehicular CO₂ Emissions）的文章指出，由美国前副总统阿尔·戈尔（Al Gore）牵头创立的“气候追踪”（Climate Trace, CT）联盟所编制的全球温室气体排放数据库显示，其对城市车辆二氧化碳排放量的平均低估幅度达 70%。

在基础设施层面准确估算温室气体排放是气候科学研究和政策应用的重要基础。车辆排放通常是城市温室气体排放的主要来源，且在全球范围内呈快速增长态势。CT 是一项基于人工智能的新举措，旨在估算道路规模的温室气体排放。然而，目前针对该数据集的独立同行评审评估仍然有限。来自美国北亚利桑那大学（Northern Arizona University）的研究人员，开发了“伏尔甘项目”（Vulcan Project）道路二氧化碳排放数据库，该数据库经大气观测校准和多约束条件估算，并与 CT 中的美国城市道路二氧化碳排放数据进行了比较。

研究发现，在 2021 年美国的 260 个城市中，两者平均相对偏差达 70.4%，即 CT 的道路二氧化碳排放量平均比“伏尔甘项目”道路二氧化碳排放量低 70.4%。造成这种巨大差异的主要原因是 CT 在机器学习模型、燃油经济性参数以及机动车车队结构参数上存在系统性偏差。研究表明，在国家以下层面开展政策制定及气候科学研究时，需谨慎采用 CT 的道路交通二氧化碳排放估算数据。

（廖琴 编译）

原文题目：Assessing the Accuracy of the Climate Trace Global Vehicular CO₂ Emissions

来源：<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ae6355>

《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