

科学研究动态监测快报

2026年5月5日 第9期（总第435期）

气候变化科学专辑

- ◇ 英国环境署为净零地下技术部署建言
- ◇ 韩国发布《2026年应对气候变化技术开发实施计划》
- ◇ 美国斥资1.75亿美元突破核聚变等能源技术瓶颈
- ◇ 美国能源部拨款3400万美元加速工业催化剂研发
- ◇ 森林驱动的生物能源碳捕集与封存或致碳排放增加
- ◇ 美研究揭示气候变化对森林害虫损害的影响机制
- ◇ 欧盟联合研究中心分析电池技术的发展现状
- ◇ 国际碳行动伙伴组织发布《2026年全球碳排放交易状况报告》
- ◇ 全球风能理事会发布《2026年全球风能报告》
- ◇ 国际能源署发布《2026年全球能源回顾》报告
- ◇ 欧洲环境署指出1990年以来欧盟温室气体排放量降低了40%
- ◇ 欧盟排放交易体系数据显示2025年ETS排放水平同比下降
- ◇ 美研究揭示小型湿地对全球甲烷排放的重要贡献被低估
- ◇ 法研究称大西洋经向翻转环流的减弱幅度被低估

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

英国环境署为净零地下技术部署建言 1

气候政策与战略

韩国发布《2026年应对气候变化技术开发实施计划》 3

美国斥资1.75亿美元突破核聚变等能源技术瓶颈 4

美国能源部拨款3400万美元加速工业催化剂研发 4

森林驱动的生物能源碳捕集与封存或致碳排放增加 6

气候变化事实与影响

美研究揭示气候变化对森林害虫损害的影响机制 6

气候变化减缓与适应

欧盟联合研究中心分析电池技术的发展现状 7

国际碳行动伙伴组织发布《2026年全球碳排放交易状况报告》 9

全球风能理事会发布《2026年全球风能报告》 10

国际能源署发布《2026年全球能源回顾》报告 11

GHG 排放评估与预测

欧洲环境署指出1990年以来欧盟温室气体排放量降低了40% 12

欧盟排放交易体系数据显示2025年ETS排放水平同比下降 13

美研究揭示小型湿地对全球甲烷排放的重要贡献被低估 14

前沿研究动态

法研究称大西洋经向翻转环流的减弱幅度被低估 15

英国环境署为净零地下技术部署建言

4月8日，英国环境署（Environment Agency）发布题为《净零地下活动协同布局的环境与社会影响》（*Environmental and Social Impacts from Co-location of Net Zero Subsurface Activities*）的报告，梳理了风电（海上和陆上）、碳捕集与封存（CCS）、地质储能、地热等净零地下技术及其当前部署位置和潜在部署位置，并针对未来净零地下技术的综合应用提出了相关建议。

1 部署位置

（1）风电。**①海上风电：**苏格兰共有49份许可证，其中，28份处于规划前期阶段，5份处于规划阶段，2份处于建设阶段，9份处于运营阶段；英格兰和威尔士共有70个风力发电场地，其中，18个处于规划/许可前期阶段，5个处于规划阶段，5个处于建设阶段，41个处于运营阶段，1个处于停用/退役状态；北爱尔兰的海上风电项目处于研制阶段，尚未发放任何许可证。目前，英国全面投入运营的最大海上风电场是霍恩西1号和2号。**②陆上风电：**英国各地都有陆上风电建设项目，例如苏格兰东北部的凯斯内斯、苏格兰边境地区、北爱尔兰和南威尔士等地均有大规模的风电场地。

（2）碳捕集与封存。**①枯竭油田碳封存：**已规划和潜在的海上废弃油田碳封存项目位于北海南部和中部、爱尔兰海东部、英吉利海峡。**②咸水层封闭碳封存：**已规划和潜在的海上咸水层碳封存项目分布在北海南部、中部和北部以及爱尔兰海东部盆地。**③咸水层迁移碳封存：**壳牌和埃克森美孚共同持有在英格兰东海岸区域的单斜构造附近咸水层开展迁移碳封存研究的许可证。

（3）地质储能。**①盐穴储能：**威塞克斯盆地盐矿、柴郡盆地盐矿和普雷斯尔盐田等区域均适宜部署盐穴储能。**②枯竭油田储能：**陆上枯竭油田分布在东米德兰兹、威塞克斯海峡盆地、约克郡、英格兰东北部和西北部、苏格兰中部山谷等地。英国目前最大的天然气储存设施是位于海上的罗夫枯竭天然气田。**③咸水层储能：**英国的深部沉积盆地均存在具有封闭结构的低孔低渗含水层，可被改造为咸水层储能。**④废弃矿井储能：**曾用于开采煤炭、矿盐、石灰石的矿井均可被改造为储能设施。**⑤含水层储热：**英格兰东南部、中部、西北部以及北爱尔兰部分地区是部署含水层储热的合适区域。**⑥内衬铜库储能：**地下内衬铜库通常建造在花岗岩中，这种岩石分布于英国多个地区，包括英格兰西南部、湖区、奔宁山脉和凯恩戈姆山脉。

（4）地热。**①浅层地热：**英国已有30000~38000套利用浅层地热的地源热泵系统。**②深层地热：**英国适合采用增强型地热系统（EGS）的区域位于德文郡和康沃

尔郡、湖区、奔宁山脉北部、南部高地、凯恩戈姆山脉。③**矿井水源热泵**：矿井水源热泵仅限于在封闭和有积水的矿井使用。

2 部署建议

(1) 特征描述、基线数据和监测。英国已有相关的净零项目数据，但仍需进一步详细描述与评估地下技术的特征。①提高技术运营商的区域认知水平，制定高质量的针对特定区域的理解与开发计划；②帮助规划者更好地认识地下空间所蕴藏的潜在发展机遇；③构建现有数据的数字化与利用途径，为运营商、规划者和决策者提供可靠、可查询的信息；④利用机器学习/人工智能提升英国现有数据资源的价值，帮助降低净零技术推广的风险；⑤完善和持续的环境监测与基线监测对于理解环境风险至关重要，同时还需改进透水断层和通道遗迹的测绘工作；⑥研发特定技术以充分监测净零技术的性能和环境完整性，并开展验证技术性能的研究，解决协同部署的不同净零技术之间的相互作用问题。

(2) 地下过程的理解与建模。了解地下热-水-力-化学过程和反应运移模型的应用与发展，可以帮助理解不同净零活动和流体流动过程在地下内部的相互作用及演变。需要厘清以下问题：①不同净零排放技术组合的协同部署在经济和技术上的可行性；②净零技术改变地下环境状况并影响未来使用的可能性；③累积环境风险；④重叠的压力和温度场及其相关影响；⑤多源流体迁移导致水质逐步恶化；⑥更深入地了解净零技术在不同时间尺度下的地下演变过程以及特定风险特征的形成规律，帮助确定长期封存后的监测需求和重点关注区域；⑦管理方案包括基于证据的地下活动范围、操作和影响空间的确定以及适当的安全距离、分隔距离、扰动关键阈值的划分；⑧为深入了解特定场地，应改进数值模型，可将沉积学、岩石学、岩石物理学、地球物理学以及来自现有和新的岩心分析数据相结合，优化关键区域的地下环境参数描述；⑨更深入地了解不同技术操作下断层、裂缝和通道遗迹的特性，以及循环储存过程中盐穴和盖层受损的风险、陆地与海洋地下空间的相互作用等，可使开展环境和可行性评估更加便利。

(3) 材料与基础设施性能。相关人员需要充分了解水泥、钢材、聚合物井壁内衬与氢气、咸水、液体混合物的相互作用及其对结垢/天然放射性物质的沉积和腐蚀的影响。

(4) 环境影响。评估净零活动能否带来环境效益或推动实施循环经济模式，清晰了解资源需求及其环境足迹，并探讨国际供应链对社会或环境产生的影响。

(5) 社会影响。研究地下空间的多种潜在用途以及用途之间的相互竞争对社会成果产生的影响。①研究使用地下空间实现净零排放的潜在健康影响；②衡量国家和地方层面的经济影响以及公众认知；③评估公众对参与地下技术部署的各相关方、可靠信息传播方、多个站点运营方的信任程度；④分析风险与收益能否得到公平分配；⑤评估在技术应用过程中是否采用公平且透明的流程；⑥确定增强社区对地下

资源利用情况的了解，以及促进社区参与决策制定效果最佳的公共参与方式和参与策略；⑦采用新兴的分散式能源治理模式。

(6) 空间规划、治理与跨部门合作。①制定国家地下空间规划框架，用于分配孔隙空间、设定间距、协调地上/地下资产；②调研各地机遇，考虑每个地区所面临的限制条件和权衡因素，促进区域发展；③加强不同净零排放领域间的合作，促进数据与信息共享，从而更准确地评估风险和探索协同效应；④深入研究共址运营和优先级策略（如重新利用枯竭油气田、矿井水源热泵、地热-锂联合生产、二氧化碳-地热耦合），进行更长期的规划，实现地下空间的最佳利用效果。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Environmental and Social Impacts from Co-location of Net Zero Subsurface Activities
来源：https://assets.publishing.service.gov.uk/media/69ccda8708e0d8c43fbf21fa/Environmental_and_social_impacts_from_co-location_of_net_zero_subsurface_activities_-_report.pdf

气候政策与战略

韩国发布《2026年应对气候变化技术开发实施计划》

4月16日，韩国科学与信息通信技术部（Ministry of Science and ICT, MSIT）发布《2026年应对气候变化技术开发实施计划》（*2026년도 기후변화대응 기술개발 시행계획*），提出将投入3.42万亿韩元，用于支持应对气候变化的技术开发，较2025年增长14.1%。该计划通过温室气体减排、气候变化适应以及创新生态系统构建三大战略，有效应对气候变化，助力实现2035年温室气体减排目标。

(1) 温室气体减排。①无碳能源生产：推动可再生能源进入商用化阶段；加强下一代小型模块化反应堆的设计、验证及运行；②能源系统电气化：推进工业、建筑、交通等部门的电气化，提升相关技术；③碳排放源和燃料替代：实现水电制氢、储运及应用的全链条技术落地，提升生物/废弃物循环技术水平；④提升能源消费效率：提升工业、建筑、交通领域的能源效率，推动碳减排；⑤温室气体的封存、吸收与利用：以二氧化碳捕集、利用与封存（CCUS）为核心推进产业落地，发展非二氧化碳气体减排、资源循环利用等多元碳管理技术；⑥提升能源供需灵活性：通过综合能源生产、存储、输配方案，提升能源供需弹性。

(2) 气候变化适应。①强化自然生态系统的韧性：开发生态系统和文化遗产受损修复技术，提升海洋和陆地生态系统的气候变化适应能力；②应对传染病与粮食安全风险：开发应对气候变化的传染病防治技术，开发适应气候变化的粮食资源培育技术；③气候适应性城市基础设施：优化城市地区气候变化影响及灾害运营管理，确保水生态系统的健康性与稳定性；④气候变化监测、预测与影响评估：提升气候变化监测技术，开发气候变化情景模拟及影响预测模型；⑤基于科技的灾害管理：开发气候变化引发的灾害预防及损失最小化技术。

(3) 创新生态系统构建。①产业振兴与国民感受度提升：推动创新气候技术的示范验证与商业化，完善制度设计以扩大民间参与，推动公众参与并强化沟通交流；②培育面向产业一线的优秀人才：建设国内外研究机构联动的专业人才队伍，结合产业需求加强一线操作能力；③国际合作与技术推广：构建与发达国家和发展中国家的全球合作治理体系，通过加强国际合作支持海外市场开拓；④健全治理体系并强化政策实施能力：强化协作机制，保障政策实施成效，提升政策方案的制定、执行及分析能力。

(廖琴 编译)

原文题目: MSIT to Expand Climate Response Technology Development with 3.4 Trillion Won Investment

来源: <https://www.digitaltoday.co.kr/en/view/48504/msit-to-expand-climate-response-rd-with-3-4-trillion-won-investment>

美国斥资 1.75 亿美元突破核聚变等能源技术瓶颈

4月6日，美国能源部（DOE）承诺将投入4000万美元，以支持首批高影响力能源技术商业化推广应用项目。同月8日，DOE还宣布投资1.35亿美元，用于进一步研发和商业化核聚变技术。项目详情如下：

(1) 1.35 亿美元核聚变技术研发项目。该项目将重点支持高效、低成本的等离子体加热与驱动系统、自旋极化聚变等下一代燃料循环、先进能量转换系统以及创新核聚变电厂架构等关键领域的技术研发和商业化，以期突破核聚变发电商业化的技术瓶颈，巩固美国在核聚变能源领域的全球领先地位。

(2) 4000 万美元高影响力能源技术商业化推广应用项目。该笔资金主要用于2个项目；①推进电化学先进锂提取工艺，从美国低品位盐水中生产锂，以减少进口依赖，加强国内关键矿产供应链；②扩大通用罐系统的规模，实现核废料储存、运输与永久处置的一体化管理，以支持先进核能技术的部署并降低长期成本。

(董利莘 杜海霞 编译)

参考资料：

[1] ARPA-E Announces \$135 Million Commitment for Fusion Technology – The Largest Fusion Investment in the Agency’s History.

<https://arpa-e.energy.gov/news-and-events/news-and-insights/arpa-e-announces-135-million-commitment-fusion-technology-largest-fusion-investment-agencys-history>

[2] DOE Announces First Projects Under SCALEUP Ready Program in 2026.

<https://arpa-e.energy.gov/news-and-events/news-and-insights/doe-announces-first-projects-under-scale-up-ready-program-2026>

美国能源部拨款 3400 万美元加速工业催化剂研发

4月7日，美国能源部（DOE）宣布向12个项目拨款3400万美元（表1），这些项目将人工智能（AI）与自动实验室相结合，以加速工业催化剂研发。

表 1 12 个工业催化剂研发项目

机构/公司	项目名称	资助金额/ 万美元	项目内容
威斯康星大学麦迪逊分校 (University of Wisconsin-Madison)	面向含氧原料生产可再生燃料和化学品的工业固定床反应器催化剂的 AI 驱动设计	283.50	研发催化剂将乙醇转化为更高价值醇类；把 AI 模型与自动化实验室及工业规模催化剂测试相结合。
艾姆斯国家实验室 (Ames National Laboratory)	加速化学品制造的自主高通量实验	252.00	研发低贵金属含量催化剂用于烃类加工反应；结合 AI 模型与机器人合成平台加速催化剂研发。
北卡罗来纳州立大学 (North Carolina State University)	通过自动实验室实现人-AI-机器人团队协作，加速多相氧化还原催化剂研发	299.25	发现将生物质和废液转化为富氢合成气的催化剂。
落基山国家实验室 (National Laboratory of the Rockies)	为未来炼油厂提供动力的自主合成框架	283.50	利用高通量流动合成系统，10 倍速研发催化剂；验证逆水煤气变换反应催化剂。
康涅狄格大学 (University of Connecticut)	强化 AI 引导的催化剂转化	291.65	开发 AI 驱动工作流程，研发将甲烷直接转化为醇类的电催化剂。
太平洋西北国家实验室 (Pacific Northwest National Laboratory)	整合数字化、高通量与放大的逆向催化剂开发 Trinity AI 平台	272.25	研发自动化简化工作流程，发现将 CO ₂ 转化为乙醇的电催化剂。
爱达荷国家实验室 (Idaho National Laboratory)	知识整合与下一代实验推动工业催化变革	299.25	研发将烃资源转化为高价值化学品和燃料的催化剂；
罗切斯特大学 (University of Rochester)	通过 AI 与大语言模型实现催化剂加速及测试以达成可规模化转化	299.25	利用大语言模型，加速将 CO ₂ 转化为甲醇/乙醇的催化剂研发。
阿贡国家实验室 (Argonne National Laboratory)	加速催化剂设计铸造厂	277.11	建立催化数据库，利用 AI、高通量实验和自驱实验室，将废弃碳原料转化为化学品。
劳伦斯伯克利国家实验室 (Lawrence Berkeley National Laboratory)	基于反应器阵列和 AI 的新型催化剂发现与优化平台加速器	283.50	研发原子级定制催化剂，将 CO ₂ 转化为大宗化学品；解决从克级到公斤级的放大瓶颈。
Oxylus Energy 公司	通过快速逆向设计网络生产合成气的定制化电催化剂	295.54	研发 AI 加速工作流程，发现将 CO ₂ 转化为甲醇的电催化剂。
P2 Science 公司	通过机器人优化催化转化获取高能先进松节油燃料	283.49	研发将松树和柑橘废料中的植物基原料转化为高性能液体燃料的催化剂。

(董利苹 杜海霞 编译)

原文题目：U.S. Department of Energy Announces \$34 Million to Pair Artificial Intelligence with Autonomous Labs to Accelerate Catalyst Development

来源：<https://arpa-e.energy.gov/news-and-events/news-and-insights/us-department-energy-announces-34-million-pair-artificial-intelligence-autonomous-labs-accelerate-catalyst-development-0>

森林驱动的生物能源碳捕集与封存或致碳排放增加

4月20日,《自然可持续》(*Nature Sustainability*)发表题为《数十年来以森林为燃料的生物能源碳捕集与封存导致排放量持续增加》(*Decades of Increased Emissions from Forest-fuelled BECCS*)的文章指出,使用现有森林木材的生物能源碳捕集与封存(Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS)或致碳排放增加,这一发现为欧洲各国当前推进的相关政策提供了警示。

诸多净零排放路径将 BECCS 作为实现负排放的关键手段。现有 BECCS 评估多假设其原料来自高产能源作物。然而,欧洲各国正积极推动将现有森林木材作为主要燃料开展 BECCS 项目。针对“现有森林木材用于 BECCS 能否快速、低成本实现负排放”这一核心问题,来自美国普林斯顿大学(Princeton University)、中国香港大学(University of Hong Kong)和世界资源研究所(World Resources Institute)等机构的科研人员,开发了碳流追踪模型(BECCS-Wood 模型),从森林碳库变化、采伐与加工、运输、电厂转换、碳封存与碳捕集与封存(CCS)等整个链条进行了逐段碳流追踪,并与天然气发电的碳排放与成本进行对比,从而评估 BECCS 在气候与经济上的净效果。

研究结果表明,①在多情景下,利用现有森林木材开展 BECCS 在 150 年内都难以实现真正的负排放;②在数十年尺度上,其净排放很可能高于未配备 CCS 的天然气发电排放;③利用现有森林木材开展 BECCS,可能导致电力成本上升约 3.5 倍。这意味着,依靠补贴推动 BECCS,其边际气候收益有限,而经济成本却显著偏高。研究建议,应谨慎对待当前正在形成的源于森林木材的 BECCS 补贴与政策框架,并呼吁采用透明、参数可调的模型,摆脱单一情景假设,使决策者能够看到不同假设下的结果差异。

(徐丽 编译)

原文题目: Decades of Increased Emissions from Forest-fuelled BECCS

来源: <https://www.nature.com/articles/s41893-026-01817-8>

气候变化事实与影响

美研究揭示气候变化对森林害虫损害的影响机制

4月17日,《自然·生态与进化》(*Nature Ecology & Evolution*)发表题为《气温升高和降水模式变化可能加剧北美森林的害虫损害》(*Warming Temperatures and Shifting Precipitation Patterns May Exacerbate Pest Damage in North American Forests*)的文章指出,在气候持续变暖和降水格局改变的背景下,北美森林面临更高的害虫损伤风险。

气候变化预计将改变森林害虫破坏的发生范围与严重程度,带来重大的经济与生态后果。然而,由于气候、害虫与寄主树木之间存在复杂的反馈关系,预测未来

的害虫影响具有挑战性。来自美国农业部林务局（USDA Forest Service）与俄亥俄州立大学（The Ohio State University）的科研人员，利用美国林务局 2000—2019 年森林病虫害调查数据（Insect and Disease Surveys, IDS），评估生物气候与生物因素如何影响 30 种高危害虫对森林造成的损害，并识别这些关系中的生态信号。

研究表明：①气候变量几乎在所有模型中均发挥重要作用，尤其是最暖月最高温度对害虫损害的解释力最强。不同害虫物种对气候因子的响应存在差异，但整体趋势显示，气温变化是影响森林虫害损害的核心驱动因素。②在最高温度适中但变暖速度较快的地区，重点害虫物种的平均损害程度往往更高。③气候与森林虫害的关系强度因害虫群组、来源地、所处地理区域等因素的不同而异。研究结果为气候胁迫加剧寄主树木压力、气温升高提升害虫适应性与破坏力的预判提供了实证依据，也为未来森林管理和气候适应策略提供了重要科学依据。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Warming Temperatures and Shifting Precipitation Patterns May Exacerbate Pest Damage in North American Forests

来源：<https://www.nature.com/articles/s41559-026-03039-9>

气候变化减缓与适应

欧盟联合研究中心分析电池技术的发展现状

4 月 17 日，欧盟委员会联合研究中心（JRC）发布《清洁能源技术观察站：欧盟电池技术——2025 年技术发展、趋势、价值链和市场现状报告》（*Clean Energy Technology Observatory: Battery Technology in the European Union - 2025 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*），全面分析了欧盟电池技术的发展趋势、研究与创新活动、市场参与情况，并评估了欧盟电池行业的竞争力及其在全球电池市场中的定位。主要结论如下：

（1）**技术现状。**①电池技术正朝着专业化方向发展，以满足特定应用需求，包括降低成本，提升能量密度、耐久性、循环寿命方面的性能，增强安全性，优化电芯或系统层面的设计，以及为成熟化学体系配套辅助子系统。②2024—2025 年，全球范围内电池平均成本下降了 30%~40%，且这一下降趋势预计在未来仍将持续。③2024 年，相较于从美国与中国进口的电池，欧盟本土生产的电池成本差距从 2023 年的 7%~20%增加到了 15%~50%。④2024 年，欧盟电池生产的主要成本驱动因素仍未得到解决，此外，现有生产资产的利用率下降进一步削弱了欧盟电池产业的竞争力。⑤中国、韩国、日本等亚洲国家在专利方面最为活跃，其次是欧盟和美国。中国与韩国的专利申请活动正在迅速增加。⑥针对科学研究的分析结果类似于专利活动。

（2）**投资与融资。**①电池研发与创新项目的资金主要由私人资本提供，而公

共支持的比例估计不到 10%。②电池研发与创新的主要投资者是大型公司和跨国企业。③中小企业与初创企业通常会积极参与特定的科研与创新项目的开发工作，在证明其项目具有市场潜力后，往往会被一些已经在市场上处于有利地位、财务实力雄厚的公司收购。

(3) 价值链。①随着电池产量的增加，欧盟电池制造业的净营业额、总附加值与就业人数都在动态增长。2024 年，锂离子电池的产量有所下降。②电池产业高度集中，2024 年欧盟排名前 5 的电池生产商来自 3 个国家，其产量占欧盟电池产量的 95%。③电池生产设施持有公司的总部绝大多数位于欧盟境外。④在整个电池价值链中，欧盟在电池电芯的生产能力方面发展最快，而电池组件的生产，尤其是阳极和阴极活性材料的生产滞后。⑤欧盟电池原材料的生产与加工也存在滞后情况，包括再生电池级材料的生产。⑥欧盟在电池生产设备方面不具备自给自足的能力。⑦尽管欧盟劳动力的整体教育水平良好，但在电池生产方面仍缺乏经验丰富的专业人才，这给电池制造企业带来了严峻的用工挑战。

(4) 可持续性。①电池的生产过程能耗巨大，需要开采并加工对环境有害的材料。电池生产需要投入材料、能源、人力等成本，而电池在使用阶段所带来的优势会在后期逐步显现。②即便使用煤炭发电占比很高的混合电网电力进行充电，电动汽车依然能够实现减排效益。③电网电池能够减少对传统能源发电的依赖，提高可再生能源的利用率。④欧盟需要减少对原材料供应的依赖，避免在废旧电池/电池废料中流失关键原材料。⑤虚假信息阻碍了大众对电池技术的社会接纳度。

(5) 欧盟定位及全球竞争力。①2024 年，此前逐年收窄的欧盟产电池与非欧盟产电池之间的价差再度扩大。②2024 年，欧盟电池的贸易逆差规模虽依旧庞大，但贸易收支余额自 2014 年以来首次出现回升。③2024 年，欧盟进口的电池有 85% 以上来自中国。欧盟的电池在美国、墨西哥等国家拥有良好的市场地位。④2024 年，欧盟的电池制造能力能够满足自身 2030 年预估需求的 21.4%，相比 2023 年提高了 4.2 个百分点。

(6) 建议。要提高欧盟电池生产的竞争力，应采取以下关键行动来解决阻碍竞争力的关键驱动因素：①增加目前有限的内部原材料和加工材料供应。②显著降低能源、劳动力和投资成本。③快速扩充熟练优质的经验型劳动力队伍。④简化立法。⑤缩短新生产设施的建立时间。⑥确保对欧盟生产电池的需求。

(裴惠娟 编译)

原文题目：Clean Energy Technology Observatory: Battery Technology in the European Union - 2025 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets

来源：<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC145289>

国际碳行动伙伴组织发布《2026 年全球碳排放交易状况报告》

4 月 20 日，国际碳行动伙伴组织（International Carbon Action Partnership, ICAP）发布《2026 年全球碳排放交易状况报告》（*Emissions Trading Worldwide Status Report 2026*），系统梳理了全球碳排放交易体系（ETS）的发展现状与趋势、主要国家/地区 ETS 的关键指标差异及最新动态。具体内容如下：

（1）全球 ETS 的发展现状与趋势。ETS 是全球气候政策的基石。①从现状看，全球目前已有 41 个 ETS 投入运行，覆盖全球 26% 的温室气体排放，这一规模是 2005 年欧盟排放交易体系（EU ETS）启动时的 5 倍；运行 ETS 的司法管辖区占全球 GDP 的 63%，涵盖世界 1/2 以上的人口。20 国集团（G20）中有 14 个国家在国家或地方层面运行 ETS。②从趋势来看，ETS 建设处于加速阶段：日本、印度和越南计划于 2026 年上线 ETS；挪威等 16 个国家正考虑、开发或启动试点体系；巴西、智利和哥伦比亚等拉美国家已通过了 ETS 立法，并准备实施。③ETS 的行业覆盖范围持续拓展：中国 ETS 于 2021 年启动初期仅覆盖电力部门，目前已拓展至钢铁、水泥和铝业等行业，新增纳入超过 1000 家企业，显著扩大 ETS 覆盖的经济范围。④ETS 收入快速增加：2025 年，全球 ETS 收入达 790 亿美元。

（2）主要国家/地区 ETS 的关键指标差异明显。各国 ETS 在覆盖比例、碳价及年收入上差异显著。①从排放覆盖比例看，中国、韩国等国家较高（60%以上），而德国、欧盟及英国则较低（不足 40%）。②碳价方面，中国（10 美元/吨）、韩国（7 美元/吨）处于低位，德国（83 美元/吨）、欧盟（62 美元/吨）和英国（62 美元/吨）则处于高位。③年收入上，欧盟与德国分别达 489 亿美元和 184 亿美元，韩国仅为 1 亿美元。

（3）主要国家/地区 ETS 更新情况。①欧洲。欧盟排放交易体系第一阶段（EU ETS1）2024 年固定设施排放同比下降 5.7%，并更新了海运排放监测与报告规则，2025 年航运业开始履行履约义务，并设立碳边境调节机制（CBAM）。欧盟排放交易体系第二阶段（EU ETS 2）将于 2028 年启动，届时部分收入将用于社会气候基金。奥地利计划将于 2028 年 1 月利用 EU ETS 2 取代本国 ETS，2025 年将碳价上调至 62 美元/吨二氧化碳当量。英国将于 2026 年 7 月使海运开始履行履约义务，2027 年 1 月启动英国 CBAM。德国计划于 2026 年将固定碳价改为区间碳价格，欧盟 ETS2 全面生效时将大部分替代本国 ETS。②北美地区。美国加利福尼亚州于 2025 年通过立法将“限额与交易计划”延长至 2045 年，并更名为“限额与投资计划”。美国科罗拉多州于 2024 年建立温室气体信用和追踪系统，计划 2028 年将油气中游燃料燃烧设备纳入 ETS。加拿大在 2023 年将最低碳价设定为 48.20 美元/吨二氧化碳当量，此后每年增加 10.70 美元，至 2030 年达到 121.60 美元/吨二氧化碳当量。③亚太地区。中国于 2024 年重启中国核证自愿减排量机制（Chinese Certified Emission

Reduction, CCER), 2025 年提交 2035 年国家自主贡献, 承诺到 2035 年将全经济范围内温室气体排放量从峰值水平降低 7%~10%。日本、印度和越南计划于 2026 年上线 ETS。④拉丁美洲。巴西于 2024 年建立 ETS, 对年排放超过 2.5 万吨二氧化碳当量的实体施加合规义务, 农业部门豁免, 林业部门预计产生抵消信用额。哥伦比亚于 2018 年建立 ETS 的基本条款, 立法设定 2030 年全面实施 ETS 的目标。
(徐丽 编译)

原文题目: Emissions Trading Worldwide Status Report 2026

来源: <https://icapcarbonaction.com/en/publications/emissions-trading-worldwide-icap-status-report-2026>

全球风能理事会发布《2026 年全球风能报告》

4 月 20 日, 全球风能理事会 (Global Wind Energy Council, GWEC) 发布《2026 年全球风能报告》(Global Wind Report 2026) 指出, 2025 年, 全球风电新增装机容量达到创纪录的 165 吉瓦 (GW)。报告强调, 风能正日益成为现代电力系统的关键技术, 是兼具规模化、可靠性与地域适配性的清洁能源, 可支撑电网运行、满足不断增长的工业用电需求, 同时保障能源安全。在电力需求攀升、数字化加速以及产业竞争亟需清洁可靠能源的经济体中, 风能已发挥上述作用。报告的主要结论如下:

(1) 2025 年, 全球风电新增装机容量达到创纪录的 164.6 GW, 比 2024 年增长 40%。其中, 全球陆上风电新增装机容量达到创纪录的 155.3 GW, 海上风电新增装机容量为 9.3 GW。2025 年, 全球风电累计装机容量突破 1299 GW, 比 2024 年增长 14%。

(2) 2025 年, 亚太地区风电新增装机容量占全球新增装机容量的 80%, 进一步巩固其在风电发展方面的领先地位; 得益于德国和土耳其风电的强劲增长, 欧洲风电新增装机容量为 19.3 GW, 比 2024 年增长 16%; 北美洲风电新增装机容量与累计装机容量仍稳居全球第三位; 拉丁美洲风电新增装机容量位列全球第四位, 但区域市场份额同比下降 24%; 非洲及中东地区风电新增装机同比增长 32%, 但该区域仍是全球风电规模最小的市场。

(3) 2025 年, 中国、美国、德国、巴西和印度仍是全球风电新增装机容量排名前五的市场, 其风电新增装机容量合计占全球新增装机容量的 86%。中国风电新增装机容量达到近 120 GW, 占全球新增装机容量的 73%。

(4) 报告预测, 全球风电新增装机容量在 2026 年将达到 178 GW, 2026—2030 年的复合年均增长率将达到 5.2%。到 2030 年, 全球风电新增装机容量预计将达到 969 GW, 即平均每年新增装机容量为 194 GW。

(5) 随着装机规模的不断扩大, 风能在电力系统转型中发挥着日益重要的核心作用。更广泛的输电网络、更智能的电网调度以及储能、需求响应和混合可再生能源项目等灵活资源, 对于整合更大规模的可变可再生能源发电至关重要。

(6) 2025 年表现最佳的风电市场，并未因外部压力放缓步伐，而是将发展雄心转化为实际行动，制定适配本土的风电发展方案：稳定的政策框架、高效的审批流程、协调一致的电网规划以及更广泛的基础设施规划。

(7) 风能不再只是环保解决方案，更是兼具经济、产业与能源安全价值的战略基础设施。当前正是维持发展势头、释放风能全部潜力的关键时期，以推动电力系统转型与能源系统变革。

(廖琴 编译)

原文题目：Global Wind Report 2026

来源：<https://www.gwec.net/reports/globalwindreport>

国际能源署发布《2026 年全球能源回顾》报告

4 月 20 日，国际能源署 (IEA) 发布题为《2026 年全球能源回顾》(Global Energy Review 2026) 的报告，通过回顾全球能源行业发展及相关碳排放趋势，指出 2025 年全球能源需求放缓，清洁能源贡献近 60%。报告的主要结论如下：

(1) 全球能源发展趋势。①2025 年，全球能源需求总体增长同比增加 1.3%，与 2024 年相比其增长显著放缓 (2024 年增长了 2%)，其中清洁能源贡献了近 60%。美国能源需求增长显著，中国能源需求仍攀升，但增长率放缓。②全球能源结构转型加速。例如，太阳能光伏成为最大的单一增长来源，贡献了全球超 25% 的能源需求增长；煤炭、石油、天然气等化石能源增长放缓，尤其是煤炭需求仅增长 0.4%。③全球电力需求增长显著，远高于全球总体能源需求增速。④全球清洁能源技术加速部署。例如，2025 年全球可再生能源装机容量增加 800 吉瓦 (GW)，全球核发电量同比增长 1.2%，创历史新高。

(2) 全球碳排放趋势及格局。①全球碳排放整体增长趋势放缓。2025 年，全球能源相关二氧化碳排放同比增长约 0.4%，低于 2024 年增速，总排放量达到创纪录的 384 亿吨。尽管碳排放总量创历史新高，但其增速缓慢，表明清洁能源部署正有效抑制碳排放增长。②全球碳排放格局各异。2025 年，中国的碳排放同比下降约 0.5%，这主要得益于中国可再生能源与核能快速增长以及工业过程减排；印度的碳排放基本持平，同比下降约 0.1%，主要得益于强季风推动可再生能源发电增加；美国等发达经济体碳排放同比增加 0.5%，主要因寒冷天气导致天然气需求增加。③天气因素对全球各地区碳排放产生不同影响。2025 年成为有记录以来第三热年份，寒冷冬季推高了发达经济体的供暖需求，导致天然气消费及相关的碳排放增加。欧洲和中美地区的干旱条件减少了水电输出，增加了化石燃料发电需求，进而推动碳排放增加。报告估计，因天气因素导致 2025 年全球化石能源燃烧产生的二氧化碳排放量增加约 0.9 亿吨。

(3) 未来趋势与挑战。①持续减排潜力：随着清洁能源技术不断进步和成本进一步降低，其在全球能源结构中的占比有望继续提升，从而持续抑制碳排放增长。②政策与市场机制：各国政府需继续加强政策引导和市场机制建设，推动清洁能源技术的广泛应用和化石能源的逐步退出，以实现全球碳中和目标。③国际合作：面对全球气候变化的挑战，国际社会需加强合作与协调，共同应对碳排放问题，推动全球能源转型和可持续发展。

(刘莉娜 编译)

原文题目：Global Energy Review 2026

来源：<https://iea.blob.core.windows.net/assets/ade8ff08-3401-4e0b-9b3b-e8f3988d238e/GlobalEnergyReview2026.pdf>

GHG 排放评估与预测

欧洲环境署指出 1990 年以来欧盟温室气体排放量降低了 40%

4 月 17 日，欧洲环境署（EEA）发布题为《1990—2024 年欧盟温室气体清单及 2026 年清单文件》（*Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990-2024 and Inventory Document 2026*）和《欧盟温室气体排放主要趋势和驱动因素》（*Key Trends and Drivers in Greenhouse Gas Emissions in the European Union*）的两份报告，系统分析了欧盟 1990—2024 年温室气体变化趋势。报告指出，自 1990 年以来，欧盟已将其温室气体排放量降低了 40%。报告内容主要包括以下 3 个方面：

(1) 欧盟温室气体排放总体趋势。①1990—2024 年，欧盟温室气体排放量显著降低了 40%，提前实现欧盟的减排目标，并有望实现其 2050 年气候中和愿景。欧盟温室气体排放量下降这一趋势，使得欧盟在全球温室气体排放中的占比降至 5%。②欧盟温室气体排放与经济增长脱钩。1990—2024 年，欧盟 GDP 增长超过 70%，温室气体排放下降了 40%，这一趋势表明其经济增长与温室气体排放有效脱钩，促进了绿色发展的可行性。③欧盟未来温室气体目标明确，将继续沿着实现气候中和的路径推进，包括到 2050 年实现净零温室气体排放这一具有法律约束力的目标，并承诺在 2050 年之后实现负排放，展现其对全球气候治理的坚定承诺。

(2) 欧盟温室气体排放变化主要驱动因素。①能源系统低碳转型。欧盟能源系统碳强度显著降低，得益于可再生能源在能源结构中的贡献大幅增加，以及从高碳煤炭向低碳天然气、可再生能源（太阳能、风能等）的转变。1990 年以来，欧盟可再生能源供应总量几乎翻了两倍，占其能源消费总量的 25%。②效率提升与技术创新。欧盟经济体能源强度显著下降，这得益于能源效率（包括转换效率、最终能源利用效率）大幅提升，以及可再生能源的广泛应用。③政策与碳市场协同作用。例如，欧盟碳排放交易体系（EU ETS）通过市场机制激励企业降低其温

室气体排放，同时形成气候融资支持气候行动和能源转型，形成了良性循环。④经济结构调整。如工业部门通过产业升级和技术改造，提高了能效并降低了碳强度，为减排做出重要贡献。

(3) 欧盟温室气体减排的部门贡献。1990—2024年，各领域减排贡献存在显著差异。减排贡献最大的三个领域：①电力与热力生产领域减排贡献占比58%，驱动因素除了能效提升，还包括显著淘汰了煤炭并大力发展可再生能源。②制造业、建筑业与工业领域合计减排近50%，主要归因于能效提高、燃料碳强度降低，以及高耗能工业在GDP中比重下降的结构变化等。③居住领域减排超40%，尽管人口增加且单人家庭增多，但建筑节能改造和燃料结构低碳化促进该领域实现了大幅减排。温室气体排放增加的领域：①道路交通领域增加24%，尽管电动汽车市场份额快速增长，车辆能效提升，但货物运输需求的持续增长抵消了这些气候效益。②制冷和空调领域含氟化气体整体呈现先增加后下降趋势，如1990—2024年，净增加900万吨CO₂e（二氧化碳当量），自2014年开始出现下降趋势。③土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）碳汇呈现降低趋势，主要由于森林老化、年增量降低、采伐量增加及气候变化负面影响等因素，导致欧盟森林陆地碳汇量自1990年以来出现下降趋势。

（刘莉娜 编译）

参考资料：

[1] Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990-2024 and Inventory Document 2026. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-inventory-2026>

[2] Key Trends and Drivers in Greenhouse Gas Emissions in the European Union. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/key-trends-and-drivers-in-ghg-emissions-in-the-eu>

欧盟排放交易体系数据显示 2025 年 ETS 排放水平同比下降

4月10日，欧盟委员会（European Commission）公布2025年欧盟排放交易体系（EU ETS）排放数据显示，2025年的EU ETS排放水平较2024年降低1.3%，延续稳步下降趋势。自2005年启动以来，EU ETS覆盖行业的排放量已减半，一直向2030年的减排目标（62%）推进。

(1) 电力。2025年，欧盟化石燃料发电产生的排放量继续呈现下降趋势，降幅为0.4%，但净发电量温和增长，较2024年增长1.7%。可再生能源在总发电量中的占比略有上升，约为47.3%，高于2024年的47.2%，其中，太阳能发电量增长最为显著，同比增加24.6%，其发电量的大幅增长抵消北欧风速降低和降水减少导致的风能和水力发电量的下降，使得太阳能发电量首次超过水力发电量，成为欧盟仅次于风能的第二大可再生能源发电来源。2025年，化石燃料发电总量同比增长3.5%，煤炭发电排放量同比下降6.8%，天然气发电量同比增长11.4%。

(2) 工业。得益于水泥和钢铁生产的减排，2025 年，欧盟能源密集型工业的排放量较 2024 年下降 2.5%。此外，工业排放量的下降也与建筑行业及其他经济活动的减少、以及清洁能源转型推动的产业转型有关。

(3) 航空与海运。由于 2025 年交通量的增加，EU ETS 覆盖下的航空业排放量较 2024 年略有增长。截至目前，海运行业的排放量下降约 3%。

(秦冰雪 编译)

原文题目：EU Emissions Trading System Sustains Downward Trend in Covered Emissions

来源：https://climate.ec.europa.eu/news-other-reads/news/eu-emissions-trading-system-sustains-downward-trend-covered-emissions-2026-04-10_en

美研究揭示小型湿地对全球甲烷排放的重要贡献被低估

4 月 8 日，《自然·气候变化》(*Nature Climate Change*) 发表题为《小型湿地在全球甲烷排放中的重要性被低估》(*The Underappreciated Importance of Small Wetlands in Global Methane Emissions*) 的文章表明，小型湿地甲烷排放贡献突出，但在全球甲烷预算中被严重低估。

甲烷是仅次于二氧化碳的第二大温室气体，工业化以来已贡献约 0.5 °C 的全球增温。湿地作为最大的自然甲烷排放源，其排放量的准确估算至关重要。然而，当前基于过程模型的与大气反演方法所估算的全球湿地甲烷排放量之间存在显著差异。来自美国得克萨斯大学奥斯汀分校 (The University of Texas at Austin)、劳伦斯伯克利国家实验室 (Lawrence Berkeley National Laboratory)、太平洋西北国家实验室 (Pacific Northwest National Laboratory) 等机构的研究人员，基于 30 米分辨率的遥感数据，通过机器学习和线性回归模型，评估了全球非森林地区小型湿地的甲烷排放贡献及趋势。

结果表明：①全球非森林地区共有 1.6 亿个小型湿地 (面积为 0.001~1 平方公里)，占该区域湿地总面积的 31.3%。其中，面积小于 0.1 平方公里的超小型湿地占据主导地位，其面积占比达 70%。②小型湿地贡献了非森林湿地甲烷总排放的 24.1%。其中，热带地区虽仅占全球小型湿地面积的 15.1%，其排放贡献却高达 37%，这主要得益于该地区温暖湿润的气候条件及较高的初级生产力。③2003—2022 年，全球小型湿地甲烷排放显著增加，增幅达 9.9%。其中，超小型湿地在排放总量和增长趋势中均占主导，贡献了高达 90% 的排放增长。该研究强调，小型湿地，尤其是超小型湿地，是全球甲烷预算中不可忽视的关键组分。随着气候变暖、降水模式变化、冻土退化以及人类活动加剧，小型湿地的面积与排放强度或将进一步攀升。因此，亟需提升对小型湿地的遥感监测与排放估算能力，以弥合甲烷预算评估中的现存差异。

(董利莘 杜海霞 编译)

原文题目：The Underappreciated Importance of Small Wetlands in Global Methane Emissions

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-026-02609-w>

前沿研究动态

法研究称大西洋经向翻转环流的减弱幅度被低估

大西洋经向翻转环流（Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC）正不断减弱，但由于气候模型模拟的不确定性，各个模型对 AMOC 的减弱预测存在显著差异。4 月 15 日，法国国家科学研究中心（CNRS）和波尔多大学（University of Bordeaux）在《科学进展》（*Science Advances*）发表题为《观测约束预测 AMOC 将在 21 世纪末减弱 50%》（Observational Constraints Project A ~50% AMOC Weakening by the End of This Century）的文章指出，到 2100 年，AMOC 的减弱速度并非此前估算的 $32 \pm 37\%$ ，而是达到了 $51 \pm 8\%$ ，这一修正结果远超预期。

研究人员基于加权平均、未加正则化线性回归、随机森林非线性回归和岭正则化线性回归（ridge-regularized linear regression）等 4 种观测约束方法，预测不同共享社会经济路径（SSP）下 AMOC 的减弱情况，并对比控制单一变量和多个变量（海表温度、海表盐度、历史 AMOC 强度等）输入的差异性。结果表明，在多变量情况下，岭正则化线性回归预测的结果的留一法误差（leave-one-out error）最低，比多模型均值（ $32 \pm 37\%$ ）低 60%，因此，岭正则化线性回归是最优的 AMOC 强度减弱预测方法。

岭正则化线性回归预测显示，在 SSP2-4.5 情景下，到 2091—2100 年，AMOC 的强度为 8.1 ± 1.4 Sv（斯维尔德鲁普）¹，低于多模型均值预测结果（ 12.0 ± 6.5 Sv），参考 1850—1900 年的 AMOC 强度（ 16.4 ± 1.7 Sv）减弱 $51 \pm 8\%$ 。根据联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）于 2019 年发布的《气候变化中的海洋和冰冻圈特别报告》（*Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*），AMOC 强度减弱超过 50%即可被称为“AMOC 显著减弱”，这将对受 AMOC 影响的海洋区域的未来适应规划产生重要影响。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Observational Constraints Project A ~50% AMOC Weakening by the End of This Century

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adx4298>

¹ 斯维尔德鲁普（Sverdrup）是海洋学流量单位，专指大规模海域体积输送量，1 斯维尔德鲁普等于每秒百万立方米。

《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