

科学研究动态监测快报

2025 年 7 月 5 日 第 13 期 (总第 415 期)

气候变化科学专辑

- ◇ 英国发布《清洁能源产业部门计划》
- ◇ 英国提出强化气候行动亟需的十项变革性建议
- ◇ 英国资助 1200 万英镑加速能源系统脱碳
- ◇ 国际研究称北极泥炭地面积随着气候变暖而扩大
- ◇ 格兰瑟姆研究所发布最新全球气候变化诉讼趋势报告
- ◇ 英国发布 2025 年度减排进展报告
- ◇ 国际能源署称当前技术可使 LNG 供应链排放减少 60% 以上
- ◇ 落基山研究所探讨利用海水淡化过程实现碳去除的可能性
- ◇ 德国环境署评估了部分国家农业部门温室气体减排潜力
- ◇ 英研究指出人工智能赋能气候治理的 5 大领域
- ◇ 日韩研究利用联合涌现约束降低未来极端降水变化预测的不确定性
- ◇ 绿色能源与钢铁进口或可降低欧洲的净零排放基础设施需求
- ◇ 地球能量不平衡趋势揭示低气候敏感性模型的局限性

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

中国科学院兰州文献情报中心

邮编: 730000

电话: 0931-8270063

地址: 甘肃兰州市天水中路 8 号

网址: <http://www.llas.ac.cn>

目 录

本期热点

英国发布《清洁能源产业部门计划》	1
------------------------	---

气候政策与战略

英国提出强化气候行动亟需的十项变革性建议	2
英国资助 1200 万英镑加速能源系统脱碳	4

气候变化事实与影响

国际研究称北极泥炭地面积随着气候变暖而扩大	5
-----------------------------	---

气候变化减缓与适应

格兰瑟姆研究所发布最新全球气候变化诉讼趋势报告	6
英国发布 2025 年度减排进展报告	7
国际能源署称当前技术可使 LNG 供应链排放减少 60% 以上	8
落基山研究所探讨利用海水淡化过程实现碳去除的可能性	9
德国环境署评估了部分国家农业部门的温室气体减排潜力	11

前沿研究动态

英研究指出人工智能赋能气候治理的 5 大领域	12
日韩研究利用联合涌现约束降低未来极端降水变化预测的不确定性	13
绿色能源与钢铁进口或可降低欧洲的净零排放基础设施需求	13
地球能量不平衡趋势揭示低气候敏感性模型的局限性	14

英国发布《清洁能源产业部门计划》

6月23日，英国商业贸易部（Department for Business and Trade）和能源安全与净零排放部（Department for Energy Security and Net Zero）发布了《英国现代产业战略：清洁能源产业部门计划》（以下简称《计划》）（*The UK's Modern Industrial Strategy: Clean Energy Industries Sector Plan*），将风能（陆上、海上和海上浮动）、核裂变、聚变能源、碳捕集、利用与封存（CCUS，包括温室气体去除）、氢能和热泵确定为英国增长潜力最大的清洁能源前沿行业。《计划》旨在到2035年助力英国成为清洁能源产业的全球领导者和世界领先的低碳产品、服务与创新的出口国，并在全英范围内创造数十万个高薪优质岗位，其长期且雄心勃勃的愿景为“英国建造，为世界供能”。《计划》的主要内容如下：

（1）构建便捷、稳定的长期经营体系。政府计划与工业界、工会和投资者紧密合作，以释放投资，创造就业机会，充分挖掘清洁能源的增长潜力。具体举措包括：①为每个前沿行业部署长期路径，提高行业投资的确定性。②促进公共投资，支持就业、创新和经济发展。③打破政策规划、基础设施和工业能源价格方面的壁垒。④确保拥有所需的熟练劳动力，创造良好的就业机会，并将工会发展为清洁能源未来的核心力量。⑤提高应变能力，加强国际合作、增加经济安全和韧性。

（2）扶持前沿产业发展。①海上风能。改革差额合约流程，以解决市场失灵的问题；设立英国能源公司清洁能源供应链基金，其中3亿英镑用于海上风电，5亿英镑的清洁产业奖金用于向弱势社区和清洁供应链进行额外投资。②陆上风能。首次发布陆上风电战略，并考虑将差额合约清洁行业奖金扩展至陆上风电领域。③核裂变。为核电领域提供大量投资，包括为“赛兹韦尔C核电项目”（Sizewell C）提供142亿英镑、为小型模块化反应堆项目提供25亿英镑；投资3亿英镑用于高含量低浓缩铀燃料计划；创造大量工作岗位。④核聚变。为“能源生产用球形托卡马克计划”（Spherical Tokamak for Energy Production Programme）提供超过25亿英镑的投资，创造数千个就业岗位。⑤氢能。计划在2026年进行第三轮氢气分配、在2028年推动第四轮氢气分配；在2025年发布修订的氢战略；预计在2031年开始建设英国首个区域氢网络，并提供超过5亿英镑的支持。⑥CCUS。提供94亿英镑的资本预算以支持CCUS；支持Viking和Acorntan碳捕集与封存（CCS）项目并提供资金；预计支持数千个就业岗位。⑦热泵。为“温暖家园计划”（Warm Homes Plan）提供132亿英镑的公共投资，包括50亿英镑的金融交易；为每户安装45千瓦以下热泵的家庭提供7500英镑的补贴。

（3）充分释放城市、国家和产业集群的潜力。①实现清洁能源集群的经济潜力。通过推出产业战略区域净零网络，确定具有战略意义的工业场地、培育国际领先的

海上清洁能源产业，以打破英国清洁能源集群增长的障碍。②加强与地区领导人合作。发布十年地方增长计划，通过地方净零交付小组、产业集群净零网络和市长圆桌会议等形式，加强与地方领导人的交流。③加强与地方政府合作。重点推动对清洁能源部署的投资，通过分享下放责任，在全英范围内实现互联互通，以发展供应链；净零排放、能源和气候变化部际小组（Interministerial Group for Net Zero, Energy and Climate Change）将成为英国、北爱尔兰、苏格兰和威尔士政府之间协调和知识共享的关键杠杆。

（4）与企业建立持久的伙伴关系。①通过发布《计划》、成立工业战略咨询委员会等措施推动本计划的实施；②利用工业战略咨询委员会监管工业战略的进展，利用清洁能源行业委员会落实本计划，继续推动政府与国家能源系统运营商、公共金融机构的合作；③制定全面的监测与评估框架，以评价本计划是否成功；④确定核心指标、明确评估方案。

（徐丽 编译）

原文题目：The UK's Modern Industrial Strategy: Clean Energy Industries Sector Plan

来源：https://assets.publishing.service.gov.uk/media/68587856b46781eacfd71de4/industrial_strategy_clean_energy_industries_sector_plan.pdf

气候政策与战略

英国提出强化气候行动亟需的十项变革性建议

6月25日，英国气候危机咨询小组（Climate Crisis Advisory Group, CCAG）发布题为《以国家自主贡献为杠杆的繁荣、健康与韧性：气候行动的十项变革性建议》（*NDCs as Levers for Prosperity, Health and Resilience: 10 Transformative Recommendations for Climate Action*）的报告，基于国家自主贡献（NDCs）框架，聚焦气候行动与国家发展的协同路径，提出了涵盖推动繁荣与稳定、建设健康且具有韧性的社区、确保有效和公平、加速行动和雄心四个方面议题的十项变革性建议。报告的主要内容如下：

（1）推动繁荣与稳定。①将 NDCs 作为国家繁荣规划的核心要素。若 NDCs 被视为战略经济框架，则能驱动经济增长、创新、能源安全、公共健康及灾害韧性提升。关键行动包括：确保高层政治领导参与，制定清晰战略路线；通过培训、技术支持和机制建设来支持政策实施；在各级政府推出一致的政策，明确角色和责任；将关键战略嵌入政府核心部门。②通过有针对性的稳定政策吸引气候投融资。实现气候目标需要大规模投资，尤其是私人资本。关键行动包括：建立明确的投资优先事项；提供税收优惠、补贴等鼓励措施，并使之与气候行动的成效保持一致；立法保障政策长期稳定性；加强与国际气候基金合作，简化资金申请流程。③投资面向未来的包容性绿色劳动力。为绿色转型配备劳动力，需要具有前瞻性的政策，将教

育、工业和包容性结合起来。关键行动包括：确保包容性的劳动力参与；加强教育与产业融合；支持平稳的职业过渡；促进工作场所的参与。

(2) 建设健康且具有韧性的社区。①设计气候政策时，应优先考虑对公众健康的协同效益，如改善空气质量、更安全的出行方式和更好的生活条件。关键行动包括：设计气候政策以直接提供良好的公共卫生和生活质量；将福祉融入城市规划和基础设施设计；改革食物系统以实现健康和气候效益；使用监管工具提高各部门标准；加强生态系统恢复和基于自然的解决方案。②增强地方和土著的行动能力。为了充分发挥地方和土著领导力的潜力，政府必须提供明确的框架和有意义的自主权。关键行动包括：赋予地方权力和设计自主权；为地方提供财政支持、能力建设和气候战略能力；支持地方创新和创业。③建设面向未来的韧性基础设施和服务。随着气候变化压力持续加剧，干旱、洪水等极端天气事件已对家庭、能源和农业生产造成重要影响。关键行动包括：利用监管、激励和限制将投资引导到优先领域；取消有害补贴，将支持转向适应气候变化的系统；加强气候适应能力的规划框架；加强能源转型使其作为一项重要的韧性战略；将粮食系统纳入韧性规划；提供清晰的NDCs实施路线图。

(3) 确保实施的有效性和公平性。①加强治理和问责制以建立信任并确保公正转型。为了建立信任和实现公正转型，治理结构必须具有可见性、参与性和响应性。关键行动包括：建立独立的监督机制和透明的监察机制；将治理和问责制嵌入政策设计；沟通参与途径；在需要时为社区参与提供资源。②打破壁垒，实现跨部门综合行动。实现NDCs需要政府制定一致性的政策，实施联合政策需要明确的结构、激励措施和政府协同。主要行动包括：制定国家繁荣计划；在决策中嵌入共享繁荣目标；使部门战略与NDCs保持一致；使用共享预算和共同责任；调整系统以支持气候驱动创新。

(4) 加速行动和雄心。①立即部署成熟的解决方案。政府必须果断采取行动，扩大有效规模，同时为未来的技术创新奠定基础。关键行动包括：优先快速扩大现有的低碳技术和实践规模，战略性地投资于未来研发需求；避免过度依赖尚未得到验证的大规模碳去除技术来实现近期目标；建立常态化的专家咨询机制，启动灵活的政策框架，以适应新证据出现时的修正。②将NDCs作为持续进步的动态工具。为了最大限度地发挥NDCs的影响，应将其嵌入更广泛的国家政策中，并将其作为调整、更新和扩大雄心的机会。关键行动包括：将NDCs纳入更广泛的政策框架；参与不同的专业知识和公众意见；确保NDCs和部门计划部门之间的一致性。

(刘莉娜 编译)

原文题目：NDCs as Levers for Prosperity, Health and Resilience: 10 Transformative Recommendations for Climate Action

来源：https://cdn.prod.website-files.com/660df44c73d9da2a5912020a/685b92e448fd57d38330281c_CCAG_NDCs%20as%20Levers%20For%20Prosperity_Health_Resilience.pdf

英国资助 1200 万英镑加速能源系统脱碳

6 月 19 日，英国天然气和电力市场办公室（Office of Gas and Electricity Markets, Ofgem）宣布为 15 个项目投资约 1200 万英镑，用于应对气候变化、弹性投资、脆弱性评估、能源系统转型等，以加速英国能源系统脱碳进程和净零目标实现。资助项目信息如下：

（1）弹性投资和脆弱性评估。资助金额约 533.16 万英镑，通过整合电网数据、资产信息、用户人口统计特征及智能电表数据，确保配电网运营商（Distribution Network Operators, DNOs）更精准地定制电网投资方案，满足当地用户的用电需求。

（2）未来管网二氧化碳输送系统。资助金额约 396.89 万英镑，利用英国国家天然气公司（National Gas）的“未来管网”（FutureGrid）设施，研究开发能够安全运输气相二氧化碳的输气网络。

（3）数据洞察转化。资助金额约 49.98 万英镑，通过构建和测试多个应用场景，推动现有及未来能源数据应用水平的突破性提升。

（4）嵌入式韧性系统。资助金额约 49.84 万英镑，研究以衬砌岩石竖井形式存在的嵌入式韧性系统（Embedded Resilience System），用于弥补管网储气调峰能力（Linepack Capability）的不足。

（5）天然气集成化未来可操作性研究。资助金额约 43.56 万英镑，开发一个集成化的分层网络建模框架，用于模拟未来英国能源系统中高度互联的天然气与电力网络的协同运行场景。

（6）VOLT 项目。资助金额约 14.72 万英镑，重点整合可再生能源、储能系统、氢能及智能技术，以提高港口、机场和制造业中心等高排放区域能源系统的灵活性与供电可靠性。

（7）基础设施自动化路径规划。资助金额约 13.97 万英镑，就加快新建输电基础设施部署提出系列建议，包括输电线路路径设计的标准化与自动化，并研究落实这些建议需解决的关键问题，以加速电网升级进程，助力净零目标实现。

（8）导体。资助金额约 13.83 万英镑，通过部署储能设施、负荷转移、优化并网协议等替代传统限电措施，提高电网输出能力，有效地转移高峰时段的能源需求，从而实现释放电网容量供其他用户使用、优化区域供需平衡、提升电网受限区域的灵活性服务能力等多重效益。

（9）超级双用途电力储备系统。资助金额约 11.90 万英镑，基于英国现存超过 2 吉瓦时的备用电力储备系统，研发可用于区域平衡调节的电力储备系统，以推进备用电力系统脱碳进程，同时缓解电网净负荷增长压力。

(10) 能源系统的灵活性与韧性优化方案。资助金额约 14.65 万英镑，分析配电网运营商的创新供热策略，通过协调灵活的供热需求管理方案，为成本优化提供新路径。

(11) 热源芯片。资助金额约 13.31 万英镑，采用水源热泵技术，降低电力需求并提升系统能效。

(12) 天然气管网资产在能源转型中的韧性提升。资助金额约 9.77 万英镑，采用人工智能辅助监测技术，结合卫星影像与无人机巡查，替代现有高成本、低频次的天然气人工管网巡检模式。

(13) 未来农业韧性发展规划。资助金额约 13.31 万英镑，通过精准研判未来能源需求、转型路径及配套网络要求，切实保障英国农业生产与安全体系，同时为配电网运营商、农业部门及政策制定者明确商业策略、政策框架和规划行动。

(14) 智慧氢能与韧性能源脱碳系统。资助金额约 14.91 万英镑，探索低成本制氢与储氢技术的应用潜力，以此作为提升农村社区能源韧性的替代解决方案。

(15) 电网优化与诊断系统。资助金额约 14.96 万英镑，应用人工智能与机器学习技术，揭示高压直流供电系统运行特性的新规律，进而提升运营效率、系统可靠性与网络韧性，助力构建净零排放能源网络。

(董利苹 杜海霞 编译)

原文题目：Ofgem SIF Invests £12 Million in Transformational Energy Projects

来源：<https://www.ukri.org/news/ofgem-sif-invests-12-million-in-transformational-energy-projects/>

气候变化事实与影响

国际研究称北极泥炭地面积随着气候变暖而扩大

6 月 19 日，《通讯·地球与环境》（*Communications Earth & Environment*）发表题为《卫星数据显示近期北极泥炭地随着气候变暖而扩张》（*Satellite Data Indicates Recent Arctic Peatland Expansion with Warming*）的文章指出，1985 年以来北极泥炭地覆盖范围随着气温上升而扩张，造成近几年该地区的储碳量增加。

北方泥炭地是中高纬度地区重要的碳库，但由于温度与降水对植物生长的限制，泥炭地在高纬度地区的连续性受到影响。1979 年以来，北极的年平均气温上升了约 4 °C。气温升高和生长季节延长可能会促进整个北纬地区植物生产力的提高，但目前尚不清楚气候变暖是否导致了北极泥炭地的横向扩展。来自英国埃克塞特大学（University of Exeter）、贝尔法斯特英国女王大学（Queen's University Belfast）、加拿大魁北克大学蒙特利尔分校（Université du Québec à Montréal）等机构的科研人员，选取欧洲和加拿大北极地区 16 个现存泥炭地边缘的 21 个样带，利用 1985 年以来的

美国陆地卫星（Landsat）长时间序列数据，结合无人机数据和实地调查资料，研究了北极泥炭地覆盖范围的变化趋势。

研究发现：①1985 年以来北极泥炭地的覆盖范围经历了横向扩张。②相较于 1985—1995 年，研究的泥炭地边缘有 2/3 以上在 1995—2010 年表现出更为显著的夏季变绿峰值，这表明泥炭地正在稳步向外扩张。③在大多数研究地点，夏季最高湿度水平保持稳定或增加。研究人员指出，北极泥炭地的横向扩张表明，至少在短期内该地区的天然碳汇作用将日益增强。但在持续变暖的情况下，当前不断扩张的泥炭地可能会释放其储存的碳。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Satellite Data Indicates Recent Arctic Peatland Expansion with Warming

来源：<https://www.nature.com/articles/s43247-025-02375-1>

气候变化减缓与适应

格兰瑟姆研究所发布最新全球气候变化诉讼趋势报告

6 月 25 日，英国伦敦政治经济学院（LSE）格兰瑟姆气候变化与环境研究所（Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment）发布题为《全球气候变化诉讼趋势：2025 年简况》（*Global Trends in Climate Change Litigation: 2025 Snapshot*）的报告，基于萨宾气候变化法中心（Sabin Center for Climate Change Law）的全球气候变化诉讼数据库和美国气候变化诉讼数据库，重点分析了 2024 年以来全球气候变化诉讼的主要趋势和演变，指出全球气候诉讼已进入更加成熟和复杂的阶段。报告的主要结论如下：

（1）2024 年，至少有 226 起新的气候案件被提起诉讼。1986—2024 年，全球近 60 个国家的气候案件总数达到 2967 起。2024 年立案的案件中有 80% 以上可以被认为是战略性案件。

（2）虽然气候案件数量持续增长，但 2024 年总体增长速度有所放缓。作为历史上每年提交案件数量最多的国家，美国在 2024 年的案件增长速度保持稳定。2024 年，美国记录了 164 起案件。

（3）政治上的逆风正在改变全球气候诉讼的格局，尤其是在美国。在 2024 年提起的 226 起案件中，有 60 起案件是气候目标相关诉讼。其中，对于政府是否有权执行拟议的气候政策，或企业的环境、社会和治理（ESG）议程，当前存在广泛质疑。

（4）发展中国家的气候诉讼正处于动态增长阶段。记录在案的案件中，近 60% 是 2020 年之后提交的。了解这些司法管辖区的诉讼需要更广泛的方法，包括气候变化作为次要问题的案件。

（5）在发展中国家，政府、监管机构和检察官在气候诉讼的发展中发挥着关键作用。2024 年，56% 的案件是由政府机构发起的。这标志着向执法行动和为局部气候损害寻求赔偿的案件转变，如巴西的森林砍伐案件。

(6) 在国际气候诉讼方面，国际海洋法法庭 (International Tribunal on the Law of the Sea) 于 2024 年 5 月发布咨询意见，确认各国具有严格的义务预防、减少和控制海洋温室气体排放。但悬而未决的意见可能会重塑国际法对气候义务的解释，并引发新的诉讼。

(7) 2015—2024 年，全球共有 276 起与气候相关的案件被提交至最高法院，其中美国有 117 起，其他地区有 159 起。这些案件中有 80% 以上涉及政府被告，但针对企业被告的案件似乎总体成功率更高。

(8) 随着气候诉讼的日益成熟，国际社会将聚焦于被誉为气候运动里程碑式胜诉判决的有效落实。2024 年，国际社会将注意力转向了欧洲人权法院 (European Court of Human Rights) 对“年长妇女气候保护”组织 (KlimaSeniorinnen) 诉瑞士政府案判决的执行。法院判定，根据《欧洲人权公约》 (European Convention on Human Rights)，各国具有积极义务监管气候变化，以保护人权。

(9) 在 2024 年提起的气候案件中，约有 20% 是针对公司或其董事及高管的。企业战略诉讼的目标范围持续扩展，已涵盖针对专业服务公司碳排放责任的新案件，以及农业部门气候虚假信息的新案件。

(10) 在荷兰环保组织 Milieudefensie 诉壳牌公司 (Shell) 及秘鲁农民 Lliuya 诉莱茵集团 (RWE) 等企业的气候案件中，具有里程碑意义的司法判决确认，企业在应对气候变化方面负有责任，其可以对气候相关的损害承担责任。然而，此类案件在关键证据环节仍面临实质性法律障碍。

(11) 2024 年，决策者是否必须考虑化石燃料项目的下游排放或“范围 3”排放的问题变得更加突出。法院可能会更多地坚持通过环境影响评估对高排放项目进行更严格的审查。

(12) 气候诉讼的影响日益广泛，并已取得充分记录，包括对气候治理、立法和金融决策的影响等。

(廖 琴 编译)

原文题目: Global Trends in Climate Change Litigation: 2025 Snapshot

来源: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/global-trends-in-climate-change-litigation-2025-snapshot/>

英国发布 2025 年度减排进展报告

6 月 25 日，英国气候变化委员会 (Committee on Climate Change, CCC) 发布《向议会提交的 2025 年减排进展报告》 (Progress in Reducing Emissions – 2025 Report to Parliament)，在概述英国温室气体减排进展的基础上，针对未来的减排优先行动领域提出了建议。报告的主要内容如下：

(1) 英国的温室气体排放量持续稳步降低，2024 年的排放量比 1990 年减少了 50.4%。①2024 年，英国的排放量（包括国际航空和航运）为 413.7 MtCO_{2e}（百万吨二氧化碳当量），比 2023 年减少 2.5%。②2024 年减排的主要驱动因素是电力供应

和工业部门，2024 年 9 月 30 日英国最后一座燃煤电厂拉特克利夫电厂（Ratcliffe-on-Soar Power Station）关闭。③上述减排量部分被航空排放量的增加所抵消。目前，航空业在英国总排放量中所占的份额超过了电力供应部门。该部门排放量的持续增加可能会危及未来减排目标的实现。

（2）2025—2030 年，超过 80%的减排需求依赖能源供应以外的部门。①未来所需的减排大部分将来自关键技术的电气化，包括地面运输、建筑和工业。②电力系统的持续脱碳与扩张将在实现电气化方面发挥关键作用。③2030 年后，为实现第六次碳预算，地面交通、建筑和工业将继续为减排事业做出重要贡献。随着航空、农业与土地利用部门的减排，以及大力实施工程去除，减排贡献将日益凸显。

（3）为实现 2030 年国家自主贡献和第六次碳预算，能源供应以外的部门需要加快减排步伐。①2008 年以来，能源供应以外部门的排放量平均每年减少 8 MtCO_{2e}。②最晚到 2033 年，这一减排速度将需要增加 1 倍以上，平均每年需要减少 19 MtCO_{2e}。③实现这一减排速度的关键因素之一是电动汽车的普及。

（4）英国有望实现减排目标，但需要在几个关键领域采取紧急行动。未来一年需在以下十大优先领域采取行动：①降低电力价格。最优先的建议是消除电价中的政策成本，以支持工业电气化，并确保家庭与企业获益于改用高效技术所节省的潜在成本。②为在现有建筑中大规模部署热泵提供信心和确定性。③实施相关规定，确保新建住宅不会接入燃气管网。④推行全面的计划，减少公共楼宇的碳排放。⑤加速推进工业耗热的电气化。⑥有效推进低碳电力体系的快速扩张。⑦制定政策和激励措施，加大植树和泥炭地恢复的力度。⑧制定政策，确保航空业承担到 2050 年实现净零排放的责任。⑨最终确定工程去除的业务模型。⑩发布战略支持技能培训。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Progress in Reducing Emissions – 2025 Report to Parliament

来源：<https://www.theccc.org.uk/publication/progress-in-reducing-emissions-2025-report-to-parliament/>

国际能源署称当前技术可使 LNG 供应链排放减少 60%以上

6 月 20 日，国际能源署（IEA）发布题为《液化天然气供应排放评估和减排方案》（*Assessing Emissions from LNG Supply and Abatement Options*）的报告，对全球液化天然气（LNG）供应链（包括生产、加工、管道输送、液化、海运和再气化环节）的温室气体排放量进行了全面估算，并确定了降低排放量的关键机遇。

报告指出，全球每年 LNG 供应相关的温室气体排放量约为 350 MtCO_{2eq}（百万吨二氧化碳当量），其中，约有 70%是在燃烧过程或烟道排放中产生的二氧化碳，其余 30%则是未经燃烧就排放到大气中的甲烷。报告表示，利用当前技术，可以使 LNG 供应链温室气体排放量减少 60%以上，仅是减少甲烷泄漏，每年便能减排 90 MtCO_{2eq}，相当于 LNG 供应相关排放量的 25%，而减少 LNG 设施和原料气油田排放，每年可以减排 5 MtCO_{2eq}。

基于 LNG 供应链的温室气体排放和能源消耗，报告从减少甲烷排放和燃烧排放、提高 LNG 供应环节效率、电气化改造，以及部署碳捕集、利用与封存（CCUS）技术等诸多方面提供了减排方案。

（1）**减少甲烷排放。**当前许多技术都可用于甲烷减排，例如泄漏检测与修复（LDAR）、利用电动装置取代气体驱动控制器和其他甲烷排放设备、使用蒸汽回收装置收集排出的低压气体、排污捕集等。预计当前减排技术在 LNG 供应链部署后，可使甲烷排放量较 2024 年水平减少约 85%。

（2）**减少燃烧排放。**①通过新建或现有的天然气网络将燃烧排放的温室气体输送到用户端，或注入储层加压转化为 LNG。②更好地进行火炬的规划、调试和维护活动，避免设施启动期间的燃除。③优化操作和建立冗余数据，尽量减少与天然气燃除相关的故障。

（3）**提高 LNG 供应环节效率。**①上游（生产、加工、管道输送）：将开式循环燃气轮机换成联合循环装置；优化压缩机性能和油井作业性能；在运输管道中添加减阻剂。②液化：将联合循环装置安装到重型单循环燃气轮机；直接安装航空衍生型涡轮机；改善热集成，再次利用废热流；使用混合或多级制冷循环替代单一制冷循环。③海运：提高 LNG 运输船舶营运效率，例如优化船舶设计等。④再气化：加强再气化设施附近的低品位热源的废热整合；利用来自 LNG 的冷能；在浮式存储再气化装置（FSRU）集成有机朗肯循环（Organic Rankine Cycle），方便使用冷能。

（4）**电气化改造。**①上游：上游设施能源供应由中央电网提供，或由分布式可再生能源系统提供；发布政策或监管激励措施刺激上游环节电气化投资。②液化：利用可再生能源、电池或低排放电力替代 LNG 液化终端现场燃气轮机发电，或用电动机取代机械压缩燃气轮机。

（5）**部署 CCUS 技术。**①捕集原料气中自然产生的二氧化碳。②捕集 LNG 液化终端气体燃烧时产生的二氧化碳。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Assessing Emissions from LNG Supply and Abatement Options

来源：<https://www.iea.org/reports/assessing-emissions-from-lng-supply-and-abatement-options>

落基山研究所探讨利用海水淡化过程实现碳去除的可能性

6 月 25 日，落基山研究所（RMI）发布题为《利用海水淡化中的碳去除机会》（*Harnessing Carbon Removal Opportunities in Desalination*）的简报，分析了将直接海洋捕集（DOC）、电化学海洋碱度增强（eOAE）、直接空气捕集（DAC）等 3 种电化学碳去除方法整合到沿海海水淡化价值链中的潜力，探讨了利用卤水进行碳封存和矿物开采的潜在机会。

1 电化学碳去除方法的潜力

沿海海水淡化厂每年处理的海水中，有 4 Mt（百万吨）以溶解无机碳形式存在的二氧化碳，利用 DOC 技术，可以净化和捕集 1/2 以上，再加上 eOAE 和 DAC 方法，能够实现更大规模的碳去除，预计每年的去除量高达 1 GtCO₂（10 亿吨二氧化碳）。然而，实际的碳去除规模受低碳能源供应与中和酸所需的碱性矿物原料获取的限制。国际能源署（IEA）预测，到 2030 年，全球可再生能源发电量将达到 17000 太瓦时，即使将总量的 1% 分配给电化学碳去除方法，其每年的去除规模也只能达到 85 Mt。

2 电化学碳去除方法规模部署的限制

（1）**低碳能源可用性。**当前的电化学碳去除方法，处理 1 吨二氧化碳可能需要高达 7~10 GJ（吉焦）或 1.9~2.8 MWh（兆瓦时）的电能，相当于美国普通家庭 2~3 个月的用电需求。在可获得低碳能源或可将专用可再生能源发电纳入项目计划的地区，项目最容易部署与实施。

（2）**酸或氯的吸收。**eOAE 方法会产生酸或氯的副产品，需要进行安全储存、中和或以其他方式再利用。

（3）**环境安全测试。**电化学碳去除方法涉及将处理过的海水重新排放回海洋环境的问题，因此，必须遵守环境安全标准。试点项目需要进行环境测试，使处理过的海水可以安全排放。

（4）**二氧化碳运输与封存。**应用产生浓二氧化碳流的方法，需要构建基础设施，安全可靠地将二氧化碳产物运输至永久封存或持久利用的地点。如果矿物质可以在运离现场后使用，那么可以将矿化封存作为一种潜在的二氧化碳运输与封存解决方案。

（5）**监管明确性。**将电化学碳去除产物直接排放到海洋中的碳去除项目涉及废物处理。实施有利于水基碳去除方法的政策，是推动相关技术规模扩大的关键。

（6）**监测、报告与核查（MRV）。**所有的碳去除项目都需要通过 MRV 证明其有效性，目前，海洋表面碳去除的 MRV 体系正在建立，针对碳固存之外的积极和消极环境影响还在进行测量和建模。

3 电化学碳去除方法部署的下一步行动

（1）项目开发商、技术初创企业、环境科学家以及沿海社区需要共同努力将电化学碳去除方法整合到海水淡化过程中，开展试点和示范项目进一步测试环境安全，开发具有成本效益和强大电化学处理步骤的工程解决方案，证明水基碳去除项目的经济可行性。例如，确定 eOAE 项目中释放的碱性产物的环境安全性，同时利用 MRV 体系明确下游的碳去除情况。

（2）针对提高效率的进一步研究和创新方法，立即进行试点和部署。例如，直接改善海水淡化膜，使其不需要后续电化学步骤就能从海水中去除二氧化碳。

(3) 项目开发商需要选择适合海水淡化、可用低碳能源和有利环境条件相结合的地点开展电化学碳去除方法整合，政府也需要明确有关海水和处理过的卤水的利用和排放的法规。

(4) 对于可能产生高浓度二氧化碳流的项目，需要确定运输和/或储存二氧化碳的解决方案。对于释放碱性和保留酸性的项目，需要解决酸或氯副产物如何处理的问题。

(秦冰雪 编译)

原文题目：Harnessing Carbon Removal Opportunities in Desalination

来源：<https://rmi.org/harnessing-carbon-removal-opportunities-in-desalination/>

德国环境署评估了部分国家农业部门的温室气体减排潜力

6月7日，德国环境署（German Environment Agency）发布题为《农业部门雄心勃勃的温室气体减排机遇和挑战：选定国家的可持续发展潜力分析》（*Ambitious GHG Mitigation Opportunities and Challenges in the Agriculture Sector: Analysis of Sustainable Potentials in Selected Countries*）的报告，探讨了10个国家（澳大利亚、阿根廷、巴西、中国、埃及、印度尼西亚、新西兰、南非、英国和美国）农业和粮食系统的温室气体减排方案及其影响。报告的主要内容如下：

(1) 农业部门的减缓措施。①供应方面的减缓措施包括改变耕作制度、改善氮肥管理、改善牲畜粪便管理、减少牲畜排放、增加农业系统中的碳储存、减少水稻种植的温室气体排放、减少焚烧。②需求方面的减缓措施包括减少粮食浪费和损失、改变饮食习惯、避免砍伐森林以创造可耕地和草地。这些措施主要针对全球农业部门供给侧的3个主要排放源（肠道发酵、粪肥和合成肥料的使用）和需求侧的与食品相关的排放问题。

(2) 10个国家在农业领域的气候行动潜力。①选定国家的农业政策格局：各国农业在经济中的作用和农业就业程度方面差异较大；大多数国家有专门用于农业部门的土地；农业部门和水安全高度关联。②选定国家的主要排放源：肠道发酵、粪便管理、农业用地上的粪便和农场能源使用是所有国家农业排放的最大来源；畜牧业在农业排放中占主导地位（埃及和新西兰）；水稻种植排在农业排放中占主导地位（中国、印度尼西亚和埃及）。③优先减缓方案及减缓潜力：基于国情、排放源和技术可行性，该报告为每个国家提供了3个减缓方案并对其减缓潜力进行了估计。

(3) 农业部门温室气体减排的主要障碍。影响农业部门减排的障碍包括：经济壁垒、政策/法律障碍、社会文化壁垒、技术壁垒、生物物理/环境障碍、消费者层面障碍。一些障碍适用于所有国家，大多数国家在农业部门减排过程中会遇到多重障碍。国家间农业部门减排的障碍差异通常受其社会经济环境和农业结构影响。

（4）针对减排障碍的建议。①农民需要财政支持和提供正确的经济激励措施。②农业政策目前与气候目标脱钩。将未来农业生产指标和气候目标结合起来，可以促进农业部门的减缓行动，并在气候影响迅速恶化的情况下，提高该部门的抵御能力。③制定政策规范整个土地利用部门的排放，以防止由于效率的提高或利润的增加而扩大生产。④改革农业补贴，不再追求产量最大化，注重质量和可持续性。⑤更可持续的财政支持应与新的、更严格的法规保持一致；教育、知识、社会对话进程和指导原则是克服消费者障碍的关键驱动因素。

（徐丽 编译）

原文题目：Ambitious GHG Mitigation Opportunities and Challenges in the Agriculture Sector: Analysis of Sustainable Potentials in Selected Countries

来源：https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/38_2025_cc_bf.pdf

前沿研究动态

英研究指出人工智能赋能气候治理的 5 大领域

世界经济论坛（WEF）估算显示，到 2030 年，人工智能（AI）将助力全球温室气体排放量减少 5%~10%。到 2050 年，可以减少能源、材料和交通等行业 20% 的排放。6 月 23 日，英国伦敦政治经济学院格兰瑟姆研究所（Grantham Research Institute）和可持续发展咨询公司 Systemiq 在《npj 气候行动》（*npj Climate Action*）发表题为《绿色与智能：人工智能在气候转型中的作用》（*Green and Intelligent: The Role of AI in the Climate Transition*）的文章，确定了 AI 助力有效应对气候威胁的 5 个领域，分别是改造复杂系统、开发创新技术和提高资源利用效率、推动和改变行为、模拟气候系统和政策干预、管理适应和韧性。

研究人员以电力、交通和食品消费等行业为例，评估 AI 应用在上述 5 个领域的温室气体减排潜力。结果表明，仅在电力、食品消费和交通等 3 个行业进行 AI 应用，到 2035 年，便可将常规情景（BAU）下的全球温室气体排放量减少 3.2~5.4 GtCO_{2e}（10 亿吨二氧化碳当量）。①在电力行业，AI 可通过优化电网管理以及将太阳能光伏和风能的负载系数提高 20%，以显著提高可再生能源系统的运行效率。到 2035 年，每年的排放量可以减少 1.8 GtCO_{2e}。②在食品消费行业，AI 可通过改变替代蛋白质（AP）接受程度（adoption rates）实现减排，最高可使 AP 接受率达到 50%，进而减少 3.0 GtCO_{2e} 的排放。③在交通行业，AI 可通过提高资源利用效率和促进电动汽车使用推动减排，到 2035 年，每年可以减少 0.5~0.6 GtCO_{2e} 的排放。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Green and Intelligent: The Role of AI in the Climate Transition

来源：<https://www.nature.com/articles/s44168-025-00252-3>

日韩研究利用联合涌现约束降低未来极端降水变化预测的不确定性

6月5日,《自然·通讯》(*Nature Communications*)发表题为《未来极端降水变化的联合涌现约束》(*Combined Emergent Constraints on Future Extreme Precipitation Changes*)的文章,探讨了如何通过结合多种涌现约束条件来降低未来年度最大日降水量变化预测中的不确定性。

近年来,全球变暖趋势下的极端降水变化对社会和自然系统造成了重大损害。据统计,2021年全球因洪水造成的经济损失达到820亿美元。近期研究表明,全球变暖趋势不仅为地球系统模型中未来的全球平均温度升高提供了有效约束,也为与全球平均温度变化显著相关的其他气候变量提供了约束条件。尽管地球系统模型已被广泛用于预测未来极端降水变化,但其预测结果仍存在显著的不确定性。涌现约束方法作为一种降低不确定性的有效手段,备受关注。来自日本国立环境研究所(National Institute for Environmental Studies)、韩国科学技术院(Korea Advanced Institute of Science and Technology)和日本东京大学(University of Tokyo)的研究人员开发了一种创新的涌现约束方法,并将其应用于未来年度最大降水量变化预测中,旨在降低其预测的不确定性。该研究提出一种结合全球平均温度变化与极端降水敏感性相关涌现约束的创新方法,显著降低了未来极端降水变化预测的不确定性。研究人员将该方法应用于CMIP5和CMIP6的56个地球系统模型的历史和未来模拟数据中。

结果显示,组合涌现约束可将全球平均极端降水变化的方差减少42%,远高于仅考虑平均温度变化的传统涌现约束方法(减少26%的方差)。此外,该方法在全球24%的区域实现了将区域极端降水方差减少 $\geq 30\%$,而传统方法仅在2%的区域达到同样的效果。这一成果不仅为极端降水提供了更可靠的约束,还为其他气候变量和极端指数的不确定性研究提供了新思路。

(刘莉娜 编译)

原文题目: Combined Emergent Constraints on Future Extreme Precipitation Changes

来源: <https://www.nature.com/articles/s41467-025-60385-1>

绿色能源与钢铁进口或可降低欧洲的净零排放基础设施需求

6月12日,《自然·通讯》(*Nature Communications*)发表题为《绿色能源与钢铁进口降低了欧洲的净零排放基础设施需求》(*Green Energy and Steel Imports Reduce Europe's Net-zero Infrastructure Needs*)的文章表明,进口绿色能源和钢铁材料可降低欧洲净零排放能源系统的成本和基础设施需求。

向欧洲进口可再生能源可能带来多方面的潜在收益,例如降低能源成本、缓解本土基础设施的开发压力,以及减少欧洲境内的土地资源占用。然而,仍存在诸多待解的关键问题,包括成本降低的实际效果能否达到预期、进口规模的合理区间如何界定、能源载体的最优选择,以及不同选择对欧洲基础设施需求的影响等。来自德国柏林工

业大学（Technische Universität Berlin）和波茨坦气候影响研究所（Potsdam Institute for Climate Impact Research, PIK）的研究人员，通过整合全球能源供应链模型与欧洲能源系统模型，探索了不同进口规模、进口成本以及能源载体组合下的净零排放情景。

结果表明：①在进口成本波动 $\pm 20\%$ 时，通过进口绿色能源与钢铁，欧洲能源系统总成本可降低 1%~10%。但随着进口量增加，其边际效益递减。②进口绿色能源和钢铁可显著减少欧洲的氢管道和电网扩建需求。③保留部分电力多元转换（Power-to-X）生产具有重要价值。既能为风能和太阳能整合提供灵活性，又可作为区域供热网络的潜在废热来源。该研究强调了协调能源进口战略和基础设施政策之间关系的重要性，为进一步讨论系统成本、碳中和、公众接受度、能源安全、基础设施建设和进口之间的权衡问题奠定了实证基础。

（董利苹 杜海霞 编译）

原文题目：Green Energy and Steel Imports Reduce Europe's Net-zero Infrastructure Needs

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-025-60652-1>

地球能量不平衡趋势揭示低气候敏感性模型的局限性

6月12日，《科学》（*Science*）发表题为《观测到的地球能量不平衡趋势或可为低气候敏感性模型提供约束》（Observed Trend in Earth Energy Imbalance may Provide a Constraint for Low Climate Sensitivity Models）的文章表明，低气候敏感性模型无法复现地球能量不平衡趋势。

温室气体和气溶胶的辐射强迫作用导致地球大气层顶部出现地球能量不平衡（Earth Energy Imbalance, EEI）现象。卫星数据显示，2001—2023年，EEI持续增强。来自挪威国际气候研究中心（Center for International Climate Research, CICERO）、美国宇航局兰利研究中心（NASA Langley Research Center）、英国利兹大学（University of Leeds）等机构的研究团队，通过第六次国际耦合模式比较计划（Coupled Model Intercomparison Project Phase 6, CMIP6）模型，分析了EEI趋势以及与气候敏感性的关系。

结果表明：①低气候敏感性模型无法重现 EEI 趋势，尤其是在区分长波和短波辐射对不平衡趋势的贡献方面。②气候敏感性低于 2.5 开尔文（Kelvin）的模型，无法模拟短波辐射的强正向贡献与长波辐射的强负向贡献共同作用的 EEI 趋势。③长波辐射对 EEI 的负向贡献是由地表温度升高驱动的，因此，在高气候敏感性模型中最为显著；而短波辐射通常呈现正向贡献，并随着地表温度升高而增强。该研究还强调，随着大气中温室气体浓度的不断攀升，可能会引发比当前多数气候模型预测更为显著的气候变暖现象。

（董利苹 杜海霞 编译）

原文题目：Observed Trend in Earth Energy Imbalance may Provide a Constraint for Low Climate Sensitivity Models

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adt0647>

《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