

# 科学研究动态监测快报

2024 年 5 月 20 日 第 10 期 (总第 388 期)

## 气候变化科学专辑

- ◇ 国际研究评估二氧化碳去除差距
- ◇ 2023 年亚洲和欧洲遭遇极端天气的严重影响
- ◇ 国际研究称气候变化将导致南大洋碳汇区向南极移动
- ◇ 《科学》载文称 2025 后适合疟疾传播的地区将全面萎缩
- ◇ 国际能源署指出清洁技术制造投资正在激增
- ◇ 国际研究探讨排放上限对氨行业低碳氨成本和可行性的影响
- ◇ 1990—2020 年中国人工林面积扩张使碳储量大幅增加
- ◇ 中美研究提出优先关闭煤矿将带来巨大的甲烷减排潜力
- ◇ 英研究指出全球各国的气候抱负有限
- ◇ 国际研究评估土地利用变化导致的全球空间显性碳排放
- ◇ 国际研究确定非洲湿润期结束前的早期预警信号
- ◇ 美研究指出沿海热带气旋增强的速度加快
- ◇ 澳美合作探究南大洋气溶胶-云-降水相互作用
- ◇ 美研究指出环境保护署低估了美国甲烷排放量

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

国际研究评估二氧化碳去除差距..... 1

## 气候变化事实与影响

2023 年亚洲和欧洲遭遇极端天气的严重影响..... 2

国际研究称气候变化将导致南大洋碳汇区向南极移动..... 4

《科学》载文称 2025 后适合疟疾传播的地区将全面萎缩..... 5

## 气候变化减缓与适应

国际能源署指出清洁技术制造投资正在激增..... 6

国际研究探讨排放上限对氨行业低碳氨成本和可行性的影响..... 7

1990—2020 年中国人工林面积扩张使碳储量大幅增加..... 7

中美研究提出优先关闭煤矿将带来巨大的甲烷减排潜力..... 8

英研究指出全球各国的气候抱负有限..... 8

## 前沿研究动态

国际研究评估土地利用变化导致的全球空间显性碳排放..... 9

国际研究确定非洲湿润期结束前的早期预警信号..... 10

美研究指出沿海热带气旋增强的速度加快..... 10

澳美合作探究南大洋气溶胶-云-降水相互作用..... 11

## GHG 排放评估与预测

美研究指出环境保护署低估了美国甲烷排放量..... 12

### 国际研究评估二氧化碳去除差距

5月3日,《自然·气候变化》(*Nature Climate Change*)发表题为《二氧化碳去除差距》(*The Carbon Dioxide Removal Gap*)的文章指出,目前各国的二氧化碳去除(CDR)计划将无法实现《巴黎协定》的1.5℃温控目标。要实现《巴黎协定》目标,需要通过扩大CDR规模来支持深度减排。

快速减少排放,包括减少森林砍伐造成的土地排放,是未来几十年全球气候变化减缓潜力的主要来源。同时,CDR也将发挥重要作用。尽管如此,目前尚不清楚各国对CDR的提案是否与《巴黎协定》的温控目标一致。来自德国墨卡托全球公域和气候变化研究所(Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change, MCC)、英国利兹大学(University of Leeds)、奥地利国际应用系统分析研究所(IIASA)等机构组成的国际研究团队,评估了各国在国家自主贡献和长期减缓战略(也称为长期低排放发展战略)中提出的CDR水平与综合评估模型(IAM)中将全球升温限制在1.5℃所需的CDR水平之间的差距。

为了估计CDR差距,研究人员将CDR分为传统的陆地CDR方法和新型CDR方法两类。传统的陆地CDR被定义为通过土地利用、土地利用变化和林业部门(如植树造林和恢复)去除二氧化碳的方法。新型CDR包括其他所有的CDR方法,如生物炭、直接空气碳捕集与封存(DACCS)或结合碳捕集与封存的生物能源(BECCS)。传统的陆地CDR方法已被广泛采用并纳入国家气候承诺,而新型CDR方法仍处于政策整合的早期阶段。不同情景的CDR部署水平和类型差异很大,这取决于政策选择、技术可用性和社会经济发展如何影响总减排的速度和深度。研究人员强调了3种“重点情景”,这些情景描述了将升温控制在1.5℃以下的不同减排和CDR途径。第一种情景是以减少能源需求为重点,该情景对CDR的长期依赖性较低,2050年的年去除量为48亿吨二氧化碳(比2020年每年增加23亿吨二氧化碳),完全来自传统的陆地CDR。第二种情景是以可再生能源为重点,该情景下2050年的年去除量为76亿吨二氧化碳(比2020年每年增加51亿吨二氧化碳),包括来自新型CDR的少量贡献(9.1亿吨二氧化碳)。第三种情景是以碳去除为重点,该情景下2050年的年去除量为98亿吨二氧化碳(比2020年每年增加74亿吨二氧化碳),其中新型CDR的贡献很大(35亿吨二氧化碳)。

研究发现,如果各国国家自主贡献中的CDR计划得到全面实施,与2020年相比,到2030年每年碳去除量可能最多增加5亿吨二氧化碳。在以减少能源需求为重点的情景下(对CDR的要求最低),到2030年每年碳去除量需要增加10亿吨二氧化碳。因此,2050年的CDR差距在很大程度上取决于所选情景基准。如果各国长

期减缓战略中的 CDR 计划得到全面实施，与 2020 年相比，到 2050 年每年 CDR 量最多可能增加 19 亿吨二氧化碳。虽然这接近以减少能源需求为重点的情景所需的去除水平（每年增加 23 亿吨二氧化碳），但比其他重点情景所需的去除量少了几十亿吨，凸显了 CDR 差距。

要实现《巴黎协定》目标，需要通过扩大 CDR 规模来支持深度减排。对此，该研究提出如下政策建议：①优先考虑迅速减少所有部门（包括森林砍伐和土地退化）的排放，以尽量减少对 CDR 的依赖。②在国家自主贡献和长期减缓战略中分别报告计划的减排量和去除量，同时承认在国别报告中仅分离直接人为影响是有困难的。③在保护生态系统和生物多样性的同时，重点关注激励进一步陆地 CDR、支持植树造林、改善森林管理和土壤碳增加的政策。④制定计划以减轻未来陆地去除的风险，包括气候变化的影响（如野火）和间接人为影响（如二氧化碳施肥）的变化。⑤通过设计“技术推动”和“需求拉动”政策，促进节能、可扩展、具有成本效益的新型 CDR 技术的创新、开发和升级，缩小 CDR 差距。

（廖琴 编译）

参考文献：

[1] The Carbon Dioxide Removal Gap. <https://www.nature.com/articles/s41558-024-01984-6>

[2] Current National Proposals are off Track to Meet Carbon Dioxide Removal Needs.

<https://www.nature.com/articles/s41558-024-01993-5>

## 气候变化事实与影响

### 2023 年亚洲和欧洲遭遇极端天气的严重影响

4 月 22 日，世界气象组织（WMO）与欧盟气候监测机构哥白尼气候变化服务局（The Copernicus Climate Change Service）联合发布《2023 年欧洲气候状况报告》（*European State of the Climate Report 2023*），23 日，WMO 发布《2023 年亚洲气候状况》（*State of the Climate in Asia 2023*），分别分析了 2023 年欧洲和亚洲的气候变化情况。《2023 年欧洲气候状况报告》还讨论了气温升高及各种因素相互作用对人类健康产生的严重威胁。结果显示，20 世纪 80 年代以来，欧洲是地球上变暖最快的大陆，2023 年欧洲受大面积洪水、严重热浪等极端天气事件影响，造成的经济损失超过了 134 亿欧元。亚洲是世界上灾害最多发的地区，其中，洪水和风暴造成的人员伤亡和经济损失最多，导致了 2000 多人死亡，900 万人直接受灾。

（1）**温度。**①**2023 年是欧洲有记录以来最热的一年。**2023 年，欧洲近地面温度打破了历史记录，与工业化前水平相比高了 2.6 °C。持续的环流模式导致暴雨和洪涝增强，大尺度气流运动及气压变化导致了水热的重新分配。20 世纪 80 年代以来，欧洲是地球上变暖最快的大陆，例如，欧洲的变暖速度是全球平均水平的 2 倍，影响因素主要包括欧洲陆地地球上变暖最快的北极地区的比例、有利于夏季热浪

频繁的大气环流变化、冰川融化、降水格局变化等。②**2023 年是亚洲有记录以来第二热的一年**。2023 年，亚洲近地面平均温度是有纪录以来的第二高温度，比 1991—2020 年的平均值高 0.91 °C，比 1961—1990 年高 1.87 °C，且高于全球平均水平。其中，日本和哈萨克斯坦遭遇了创纪录的高温年份。

(2) **降水**。①**2023 年，欧洲降水量比平均水平高 7% 左右**。2023 年，欧洲降水量变化幅度较大。在黑海以西的国家和伊比利亚半岛南部，2023 年 2—4 月干旱情况比平均水平严重，西欧和乌克兰之间的地区在 10—12 月偏湿，而芬诺斯坎迪亚大部分地区在 11 月和 12 月偏干。②**2023 年，亚洲降水量低于平均水平**。2023 年，图兰低地的大部分地区、兴都库什山、喜马拉雅山、恒河周边、布拉马普特拉河下游以及湄公河下游的降水量偏低。中国西南地区发生了干旱，2023 年几乎每个月的降水量都偏低，与印度夏季风相关的降雨量也低于 20 世纪 80 年代以来的平均水平。

(3) **冰冻圈**。①**欧洲冰川出现净流失**。2023 年，欧洲各地冰川出现了净冰川流失，其中，阿尔卑斯山继 2022 年之后，继续退化，在这两年里其冰川体积减少了约 10%。此外，2023 年大部分时间（尤其是 1—3 月和 8—10 月），北极海冰范围低于平均水平。②**亚洲大部分冰川正在加速退缩**。亚洲含冰量最大的地区分布在极地以外的高山地区（以青藏高原为中心的高海拔地区），有 22 座冰川，其覆盖面积约为 10 万平方公里。近年来，亚洲大部分冰川（20 座）均在退缩，且速度正在加快。2022—2023 年，东喜马拉雅山以及天山大部分地区破纪录的高温和干燥条件加剧了大部分冰川的质量损失。天山东部的乌鲁木齐 1 号冰川出现了自 1959 年有记录以来的第二大质量损失。此外，由于北极高纬度地区的气温持续升高，亚洲部分地区出现了多年冻土融化现象，其中，多年冻土融化速度最快的地区分布在俄罗斯北部、极地乌拉尔和西伯利亚西部地区。

(4) **海面温度**。**2023 年，欧洲和亚洲的平均海面温度距平都打破了历史记录**。2023 年，欧洲海洋平均海表面温度是有记录以来最高的，比 1991—2020 年的平均值高 0.55 °C，海洋热浪对海洋生态系统和生物多样性产生了重要影响。此外，2023 年标志着在经历了 3 年的拉尼娜现象之后，厄尔尼诺现象发生了转变。2023 年，西北太平洋的平均海面温度距平也打破了历史记录，甚至北冰洋也遭受了海洋热浪。在阿拉伯海西北部、菲律宾海以及日本以东海域，上层海洋（0~700 米）的升温尤为强烈，是全球平均值的 3 倍多。在北冰洋的大片海域、东阿拉伯海和北太平洋发生了海洋热浪，并持续了 3~5 个月。

(5) **极端事件**。①**欧洲极端事件发生的频率和严重程度正在增加**。2023 年，欧洲的野火危险高于全球平均水平。比如，北极变暖速度快于全球平均水平，北高纬度地区更易发生野火。2023 年，北极和亚北极地区的野火频繁，碳排放量创下历史第二高。大多数高纬度地区的野火发生在 5—9 月的加拿大，造成了北极西部地区

有记录以来最高的年排放总量。2023年，意大利、希腊、斯洛文尼亚、挪威和瑞典等地区发生大范围洪涝灾害，南欧出现了大范围干旱等。虽然2023年欧洲夏季并不是有记录以来最热的夏天，但有时其情况比较极端。比如，欧洲夏季（6—9月）出现了热浪、野火、干旱和洪水等极端事件。欧洲大部分地区在漫长的夏季受到热浪影响，白天和晚上都有高温。比如，在7月热浪高峰期，南欧近41%的地区受到“强烈热应激”（strong heat stress）影响，具有潜在的健康影响。②**亚洲是世界上灾害最多发的地区**。2023年，亚洲发生了79起极端事件，其中，80%以上是洪水和风暴灾害，造成了2000多人死亡，900万人直接受灾。可能的原因是2023年，北太平洋西部和中国南海形成了17个命名的热带气旋，并带来了创纪录的降雨量。其中，影响最大的是2023年6月、7月和8月在印度、巴基斯坦和尼泊尔发生的多起洪水和风暴事件，造成了600多人死亡。此外，亚洲许多地区还发生了极端高温事件，日本经历了其有记录以来最热的夏季，中国发生了14次高温事件，约70%的国家气象台站的气温超过了40℃，16个台站的温度打破了历史纪录。在印度，4月和6月的强烈热浪导致了约110人中暑死亡。尽管极端高温带来的健康风险不断上升，但高温相关的死亡率往往缺乏报告。

（6）**气温升高及各种因素综合影响，对人类健康产生严重威胁**。气候变化对健康的影响是多方面的，比如气候变化加剧热浪、野火、风暴和洪水等现有问题，从而造成疾病和死亡。同时，气候变化增加了非传染性疾病的患病率，如精神健康障碍，而间接影响空气质量、食物和水安全。已有研究发现，2000—2020年，欧洲近94%的地区其高温相关的死亡人数有所增加，高温对人体健康的影响在城市中表现更为明显。

（董利莘 刘莉娜 编译）

参考文献：

[1] European State of the Climate Report 2023. <https://climate.copernicus.eu/esotc/2023>

[2] State of the Climate in Asia 2023. <https://wmo.int/resources/storymaps/state-of-climate-asia-2023>

## 国际研究称气候变化将导致南大洋碳汇区向南极移动

5月2日，《通讯·地球与环境》（*Communications Earth & Environment*）发表题为《高排放条件下南大洋二氧化碳汇区向极地移动的预估》（*Projected Poleward Migration of the Southern Ocean CO<sub>2</sub> Sink Region under High Emissions*）的文章指出，高排放条件下南大洋碳汇区将从亚热带向南极地区大规模移动。

南大洋是海洋碳吸收的主要区域，但在气候变化的影响下，未来南大洋碳汇的变化存在不确定性。来自南非科学与工业研究理事会（Council of Scientific and Industrial Research, CSIR）、瑞士苏黎世联邦理工学院（ETH Zurich）、挪威皮叶克尼斯气候研究中心（Bjerknes Centre for Climate Research）等机构的研究人员，利用9

个先进的地球系统模型，预测了当前至 21 世纪末南大洋碳汇的变化趋势，包括碳吸收的机制、位置与季节性的变化。研究表明：①在高排放情景下，二氧化碳吸收优势区由副热带向南极区转移。②预估未来气候变暖驱动的海冰融化、海洋分层增加、混合层浅滩化和垂直碳梯度减弱会共同减少冬季脱气（de-gassing），这将触发南极地区冬季由混合驱动的脱气向溶解度驱动的吸收转变。③未来的南大洋碳汇将向极地移动，以夏季生物驱动和冬季溶解度驱动的混合模式运行，由于无机碳体系的缓冲因子（Revelle 因子）的增加，生物驱动的碳吸收率将进一步增加。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Projected Poleward Migration of the Southern Ocean CO<sub>2</sub> Sink Region under High Emissions

来源：<https://www.nature.com/articles/s43247-024-01382-y>

## 《科学》载文称 2025 后适合疟疾传播的地区将全面萎缩

5 月 9 日，《科学》（*Science*）发表题为《未来非洲疟疾的环境适宜性对水文敏感》的文章（Future Malaria Environmental Suitability in Africa Is Sensitive to Hydrology）指出，适合疟疾传播的地区将在 2025—2100 年全面萎缩。

疟疾是由疟原虫经蚊子叮咬传播的污染病。水是蚊子繁殖和孵化的重要场所。降雨积水可增加蚊虫的孳生地。因此，疟疾是一种对气候敏感的媒传疾病。世界卫生组织最新发布的《2023 年世界疟疾报告》（*World Malaria Report 2023*）显示，2022 年，全球大约 2.49 亿例疟疾病例造成了将近 61 万人死亡，其中 95% 发生在非洲。预测气候变化对非洲疟疾传播区的潜在影响，对于采取协调一致的综合行动，减轻风险并保护最脆弱人群免受这种致命疾病的影响至关重要。先前的预测研究使用降雨总量表征适合蚊子繁殖的地表水，未考虑地表水的循环性、流动性等水文特征，预测结果的科学性尚有待提高。来自英国利兹大学（University of Leeds）、诺丁汉大学（University of Nottingham）、林肯大学（University of Lincoln）等机构的研究人员，基于不同亚种蚊子的繁殖特征，将地表径流、蒸发、渗透等水文学特征纳入考虑，应用了一个经过验证和加权的全球水文和气候模型，预测了未来气候变化对蚊子滋生地分布的影响。

结果显示：①受气候变化引起的炎热、干燥等影响，适合疟疾传播的地区将在 2025—2100 年全面萎缩。②2025 年以后，适合疟疾传播的地区将集中在高海拔和人口密集的高风险河流地区，如尼罗河沿岸。③该研究将为非洲各国制定疟疾防控战略提供理论依据和数据支撑。

（董利苹 编译）

原文题目：Future Malaria Environmental Suitability in Africa Is Sensitive to Hydrology

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adk8755>

### 国际能源署指出清洁技术制造投资正在激增

5月6日，国际能源署（IEA）发布题为《推进清洁技术制造》（*Advancing Clean Technology Manufacturing*）的报告指出，2023年，全球对太阳能光伏、风能、电池、电解槽和热泵等5项关键清洁能源技术制造的投资高达2000亿美元，比2022年增长70%以上。报告主要结论如下：

**（1）清洁技术成为制造业焦点。**2023年，针对太阳能光伏、风能、电池、电解槽和热泵等5项关键清洁技术制造的投资在所有经济部门的投资总量中占0.7%，其投资增长额占全球国内生产总值（GDP）增长总额的4%。

**（2）清洁技术制造投资激增势头仍将继续。**2023年，5项关键清洁能源技术制造的投资高达2000亿美元，比2022年增长70%以上，其中，太阳能光伏制造业的投资增加1倍多，达到800亿美元左右，电池制造业的投资增长约60%，达到1100亿美元。2023年，中国清洁技术制造投资占全球相关行业投资总额的3/4，美国和欧洲的投资增长也较为强劲。

**（3）行业产能正在迅速增长。**太阳能光伏组件和电池的发展可以满足2030年净零排放情景下（NZE）的社会需求，甚至太阳能光伏组件供应过剩；到2030年，现有的风力发电产能和电解槽产能可以满足NZE情景下近50%和15%的社会需求，热泵产能可以满足NZE情景下1/3的社会需求。

**（4）清洁技术制造投资在地理分布上呈现较高的集中度。**中国、美国和欧盟合计约占5项关键清洁技术制造产能的80%~90%。中国太阳能光伏组件产能占全球光伏组件总产能的80%以上，其中，晶圆产能占比超过95%；欧洲和美国的电池制造份额较高。除主要生产国外，中美洲和南美洲仅占全球主要风力涡轮机部件（机舱、叶片和塔架）生产总量的4%~6%，非洲清洁技术制造业接近于零。

**（5）清洁技术生产成本差距较大。**中国是清洁技术生产成本最低的国家，美国和欧洲的太阳能光伏、风能和电池制造的单位产能成本通常比中国高出70%~130%，印度的资本成本比中国高20%~30%。5项关键清洁技术中，太阳能光伏组件的资本成本占总成本的15%~25%，热泵占比为5%~10%，电池、风力涡轮机和电解槽均在10%~20%之间。

**（6）成本不是影响投资的唯一因素。**除成本外，国内市场规模、劳动力技能熟练程度、基础设施建设、行业协同效应等都是影响投资的重要因素。此外，政策干预和创新战略也能推动制造业投资。

**（7）支持产业战略设计的关键原则。**国内方面，各国应该优先考虑并发挥自身优势，吸引创新能力加入各个生产环节，缩小成本差距；国际方面，各国应该收集

清洁技术生产和贸易相关数据，跟踪产业进展情况，分享经验并开展合作，增强跨国供应链韧性，建立战略伙伴关系。

(秦冰雪 编译)

原文题目：Advancing Clean Technology Manufacturing

来源：<https://www.iea.org/reports/advancing-clean-technology-manufacturing>

## 国际研究探讨排放上限对氨行业低碳氢成本和可行性的影响

5月4日，来自香港科技大学、苏黎世联邦理工学院（ETH Zurich）等机构的研究人员在《自然·通讯》（*Nature Communications*）发表题为《排放上限对欧洲氨行业低碳氢成本和可行性的影响》（*Effects of Emissions Caps on the Costs and Feasibility of Low-carbon Hydrogen in the European Ammonia Industry*）的文章，探讨了制氢脱碳目标对欧洲氨行业低碳氢成本和可行性的影响。研究表明，即使不设置排放上限，从蒸汽甲烷重整（*Steam Methane Reforming, SMR*）过渡到由专用可再生能源驱动的半孤岛电解氢，可以减少85%的制氢碳排放。

欧洲氨行业每年排放3600万吨二氧化碳，主要来自SMR制氢。这些排放可以通过电网备用的专用可再生能源电解水制氢来减少。该研究探讨了制氢脱碳目标对欧洲现有氨厂进行现场、半孤岛电解氢改造的经济可行性和技术可行性的影响。结果表明，即使没有实施排放限制，电解氢的排放量平均可减少85%。在可再生能源丰富的地区，当保持SMR制氢的平均成本竞争力为4.1欧元/kg H<sub>2</sub>时，欧洲氨行业的最佳排放上限为1 CO<sub>2</sub>e/kg H<sub>2</sub>（二氧化碳当量/千克氢气），与SMR相比平均减少95%的排放量。相反地，100%的减排目标会大幅增加可再生能源装置的成本（6.3欧元/kg H<sub>2</sub>）和土地面积，这可能会阻碍可再生能源贫乏和土地有限的地区向电解氢的过渡。

提高工厂灵活性可有效降低成本，特别是在离网工厂中可平均降低32%。该研究将有助于指导政策制定者确定具有成本效益的脱碳目标，并确定基于区域的战略，以支持氨行业电解氢。

(刘燕飞 编译)

原文题目：Effects of Emissions Caps on the Costs and Feasibility of Low-carbon Hydrogen in the European Ammonia Industry

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-024-48145-z>

## 1990—2020年中国人工林面积扩张使碳储量大幅增加

5月15日，《自然·通讯》（*Nature Communications*）发表题为《中国人工林扩张产生的碳储量》（*Carbon Storage Through China's Planted Forest Expansion*）的文章指出，中国人工林面积在1990—2020年翻了一番，使森林碳储量大幅增加。

中国大面积的人工林在碳储存方面发挥着重要的作用，对减缓气候变化至关重要。然而，中国人工林面积及其碳储量的复杂时空动态仍未得到解决。来自北京大

学、中国科学院植物研究所、海南大学等机构的科研团队，利用卫星数据和野外数据揭示了 1990—2020 年中国人工林的时空动态及其碳储量的变化。结果显示，1990—2020 年，中国人工林面积翻了一番，这一趋势在 2000 年后尤为明显。这些变化导致中国人工林碳储量从 1990 年的  $675.6 \pm 12.5$  TgC（百万吨碳）增加到 2020 年的  $1873.1 \pm 16.2$  TgC，年均增长率约为 40 TgC。与人工林的生长相比，人工林面积扩大对上述人工林碳储量增加的贡献率约为 53%（增加  $637.2 \pm 5.4$  TgC）。研究人员指出，这种政策驱动的人工林扩张促进了碳储量的迅速增加，符合中国确定的 2060 年碳中和目标。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Carbon Storage Through China's Planted Forest Expansion

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-024-48546-0>

## 中美研究提出优先关闭煤矿将带来巨大的甲烷减排潜力

4 月 26 日，《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《优先关闭高瓦斯煤矿带来巨大的甲烷减排潜力》（*Large Methane Mitigation Potential Through Prioritized Closure of Gas-Rich Coal Mines*）的文章，量化分析了 2011—2019 年中国煤炭甲烷排放特征，据此提出优先考虑关闭高瓦斯煤矿的甲烷减排战略。

甲烷减排是实现《巴黎协定》气候目标的关键路径之一，大规模关闭煤矿是中国实现碳中和的必要条件。然而，关闭煤矿将如何影响甲烷排放，尤其是废弃矿井甲烷排放趋势如何这一问题有待解决。基于此，来自清华大学、美国哈佛大学（*Harvard University*）和西湖大学等机构的研究人员，通过构建详细且动态的煤矿数据库，分析了 2011—2019 年中国煤矿甲烷排放特征。

结果显示：①2011—2019 年，中国的废弃矿井甲烷排放被严重低估，导致其在煤炭甲烷排放总量中的比例增加。比如，研究期间，中国淘汰了大约 1.2 万个落后煤矿，这些关闭的煤矿排放了大量的甲烷，是此前研究估计的 2~10 倍。②通过对废弃矿井甲烷排放方法进行修正，提升了现有清单的准确度和透明度，与基于“自上而下”的反演研究结果进行对比时，其差异缩小了 53%。③如果中国在未来优先关闭高瓦斯煤矿，2020—2050 年，将使得其累计甲烷排放减少 26%。研究结果有助于指导中国甲烷管控行动，有助于实现煤炭退出、甲烷减排和能源安全。

（刘莉娜 编译）

原文题目：Large Methane Mitigation Potential Through Prioritized Closure of Gas-Rich Coal Mines

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-024-02004-3>

## 英研究指出全球各国的气候抱负有限

5 月 9 日，《一个地球》（*One Earth*）发表题为《长期国家气候战略中的剩余排放显示出有限的气候抱负》（*Residual Emissions in Long-Term National Climate*

Strategies Show Limited Climate Ambition) 的文章指出, 附件一和非附件一国家的剩余排放量平均分别约为峰值排放量的 21% 和 34%。

剩余排放 (Residual Emissions), 是指即使在最乐观的情况下, 航空和航运等“难以减排”的行业仍将排放的温室气体。截至 2023 年 12 月, 全球有 150 个国家提出了净零目标, 制定了长期国家气候战略。预计这些战略目标的减排量占全球温室气体排放总量的 82% 左右。这意味着全球温室气体排放总量中高达 18% 左右为剩余排放量, 均需要依赖二氧化碳去除技术 (Carbon Dioxide Removal, CDR) 清除。这一度使剩余排放受到了更多的关注。但迄今为止, 长期国家气候战略中剩余排放的分布状况尚未不清楚。来自英国东英吉利大学 (University of East Anglia) 的研究团队基于长期国家气候战略, 分析了剩余排放的分布情况。

结果显示: ①附件一国家的剩余排放量平均为峰值排放量的 21%; ②非附件一国家的剩余排放量平均为峰值排放量的 34%; ③按部门划分, 农业是剩余排放总量的最大贡献者 (附件一国家平均为 36%, 非附件一国家为 35%); ④鉴于 CDR 的局限性, 剩余排放量更大 (扩大其化石燃料生产和使用) 的国家可能增加全球净零目标实现的不确定性。

(董利莘 编译)

原文题目: Residual Emissions in Long-Term National Climate Strategies Show Limited Climate Ambition

来源: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332224001994?via%3Dihub>

## 前沿研究动态

### 国际研究评估土地利用变化导致的全球空间显性碳排放

4 月 30 日, 《一个地球》(One Earth) 发表题为《过去 60 年 (1961—2020 年) 土地利用变化导致的全球空间显性碳排放》(Global Spatially Explicit Carbon Emissions from Land-Use Change over the Past Six Decades (1961—2020)) 的文章指出, 1961—2020 年, 全球土地利用变化导致了大量的碳排放, 拉丁美洲、东南亚和撒哈拉以南非洲等热带地区主导了全球净排放量, 毁林是全球排放的主要原因之一。

土地利用变化 (Land-use change, LUC) 已经成为重大的全球环境问题, 广义上的土地利用变化是指土地利用与管理的转变 (如砍伐森林、重新造林和放牧)。从历史数据看, 土地利用变化会导致二氧化碳排放量增加, 从而引发气候变化。通过研究过去的土地利用变化, 可以确定一直在调节区域甚至全球二氧化碳排放与去除的位置、时间和土地利用类型。然而, 由于数据和模式的差异, 目前对土地利用变化引起的碳排放的估计差异很大, 这使得根据位置和土地利用变化活动确定并管理排放热点具有挑战性。来自中山大学、澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO)、美国威斯康星大学麦迪逊分校 (University of Wisconsin-Madison) 等机构的科研人员, 基于新开发的土地利用变化排放模型 (Land-Use Change Emissions, LUCE), 估算了与全球主要土地利用变化相关的空间显性碳通量。

结果表明：①1961—2020年，土地利用变化分别导致了215 Pg C（十亿吨碳）和142 Pg C的全球碳排放量和去除量，60年年均净排放量为1.21 PgC。②热带地区受土地利用变化的影响最严重，拉丁美洲、东南亚和撒哈拉以南非洲在土地利用变化导致的全球净排放中占主导地位，其60年累积排放量占全球总量的69%，2001—2020年，累计排放量占全球总量的86%左右。③与森林有关土地利用变化活动（如砍伐森林、重新造林）在很大程度上促进了区域与全球的碳通量。④该研究结果为确定土地利用变化引起的排放热点和管理土地以减缓气候变化提供了新的思路，未来需要开发定量方法，包括建立模型，以了解历史土地利用变化导致的排放量的波动变化，并指导未来涉及土地利用变化排放量的气候减缓与保护行动。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Global Spatially Explicit Carbon Emissions from Land-Use Change over the Past Six Decades (1961–2020)

来源：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332224001453>

## 国际研究确定非洲湿润期结束前的早期预警信号

距今约14700年前，非洲大陆遭遇气候突变，变成比当前湿润得多的环境，这段湿润时期一直延续到全新世早中期，被称非洲湿润期（African Humid Period, AHP）。5月7日，德国波茨坦大学（University of Potsdam）、博茨瓦纳科技大学（Botswana University of Science and Technology）等机构在《自然·通讯》（*Nature Communications*）发表题为《非洲湿润期结束的早期预警信号》（Early Warning Signals of the Termination of the African Humid Period(s)）的文章指出，非洲湿润期结束前的1000年里（距今约6000年前），气候在干旱和湿润间有规律地交替变化。

研究人员在埃塞俄比亚南部的楚拜亥盆地（Chew Bahir Basin）钻取湖泊沉积物岩心样本，利用6个较短岩心（9~17米）和2个较长岩心（292米）重建楚拜亥流域过去62万年的气候环境信息。结果显示，非洲湿润期结束时，楚拜亥流域至少发生14次干旱事件，每次持续20~80年，复发间隔 $160 \pm 40$ 年。除干旱事件外，从距今约6000年起，楚拜亥流域还历经7次湿润，与干旱事件持续的时间和频率相似。研究人员表示，规律交替的干湿事件形成的“气候闪烁（climate flickering）”可能是非洲湿润期结束前的早期预警信号，与37.9万年前楚拜亥流域从潮湿气候转变为干燥气候的情形相似。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Early Warning Signals of the Termination of the African Humid Period(s)

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-024-47921-1>

## 美研究指出沿海热带气旋增强的速度加快

热带气旋会对沿海地区造成重大破坏，了解近岸地区不断变化的热带气旋特征对于灾害防治具有重要意义。5月2日，美国太平洋西北国家实验室（PNNL）、国

家海洋和大气管理局（NOAA）等机构在《地球的未来》（*Earth's future*）发表题为《近岸热带气旋增强的全球增量》（A Global Increase in Nearshore Tropical Cyclone Intensification）的文章指出，自 1979 年以来，沿海热带气旋增强的速度加快。

研究人员基于 1979—2020 年的国际气候管理最佳路径档案库（IBTrACS）热带气旋路径数据、英国气象局每月平均海面温度（SST）、美国国家环境预报中心逐日再分析数据（NCEP-DOE Reanalysis II），探讨全球尺度下近岸热带气旋的增强及其对气候变化的响应。结果得出，1979—2020 年，全球近岸热带气旋增强变率每 24 小时增加 3 kt（1 kt=1.852 千米/小时），其中，1979—2000 年，热带气旋增强变率每 6 小时增加 0.37 kt，2000—2020 年，变为每 6 小时增加 1.5 kt，表明沿海热带气旋增强变率有所增加。研究指出，上述热带气旋的增强主要是由于相对湿度的增加和垂直风切变的减少。预测显示，如果持续保持当前变暖趋势，热带气旋增强速度将继续攀升。

（秦冰雪 编译）

原文题目：A Global Increase in Nearshore Tropical Cyclone Intensification  
来源：<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2023EF004230>

## 澳美合作探究南大洋气溶胶-云-降水相互作用

5 月 6 日，澳大利亚联邦科学和工业研究组织（CSIRO）、气象局（Bureau of Meteorology）和美国能源部（DOE）大气辐射测量（ARM）项目合作开展名为“肯纳奥克云和降水试验”（Cloud And Precipitation Experiment at kennaook, CAPE-k）的项目，以帮助减少大气气溶胶在气候科学中的不确定性。

南大洋（SO）上空的云辐射效应和云反馈方面存在强烈且高度不确定的纬度梯度，因此，对该地区云和降水的模拟存在挑战。CAPE-k 项目于 2024 年 4 月启动，将历时 17 个月，捕捉穿越南大洋的原始气团，以更好地了解气溶胶在云形成中的作用，填补气候模式中的差距。该项目将对肯纳奥克/格里姆角基线（Cape Grim Baseline）空气污染监测站长达数十年的观测进行补充。

CAPE-k 项目的主要科学目标包括：①记录南大洋低云和降水特性的季节性周期，研究其如何与气溶胶以及动力和热力学因素共同变化。②将这些关系与其他观测结果进行比较。③研究原始海洋低云中的气溶胶-云-降水相互作用，并探索如何在不同尺度的模式中进行最好地表达。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Super-cool International Effort to Solve Southern Ocean Cloud Mysteries  
来源：<https://www.csiro.au/en/news/All/News/2024/May/International-effort-to-solve-Southern-Ocean-cloud-mysteries>

## GHG 排放评估与预测

### 美研究指出环境保护署低估了美国甲烷排放量

4月30日,《大气化学与物理》(*Atmospheric Chemistry and Physics*)发表题为《从2019年对流层监测仪卫星数据反演推算的高分辨率美国甲烷排放量:各州、城市地区和垃圾填埋场的贡献》(*High-Resolution US Methane Emissions Inferred from an Inversion of 2019 TROPOMI Satellite Data: Contributions from Individual States, Urban Areas, and Landfills*)的文章指出,美国环境保护署(EPA)低估了美国各州、城市地区和垃圾填埋场的甲烷排放量。

EPA估计,垃圾填埋场是美国人为甲烷排放的第三大来源。然而,EPA使用的自下而上的核算方法通常与大气甲烷的观测结果不符。来自美国哈佛大学(Harvard University)、加州理工学院(California Institute of Technology)、荷兰空间研究所(Netherlands Institute for Space Research)等机构的研究人员,利用对流层监测仪(Tropospheric Monitoring Instrument, TROPOMI)测量的大气甲烷柱的反演分析,以 $0.25^{\circ}\times 0.3125^{\circ}$ 的分辨率量化2019年美国的年平均甲烷排放量,并将量化结果与2023年EPA温室气体排放清单(Greenhouse Gas Emissions Inventory, GHGI)中的2019年估计值进行比较。

研究发现,2019年美国人为甲烷排放量为30.9(30.0~31.8) Tg(百万吨),比GHGI估计的27.3(25.1~30.6) Tg高13%。其中,牲畜的甲烷排放量为10.4(10.0~10.7) Tg,石油和天然气的甲烷排放量为10.4(10.1~10.7) Tg,煤炭的甲烷排放量为1.5(1.2~1.9) Tg,垃圾填埋场的甲烷排放量为6.9(6.4~7.5) Tg,废水的甲烷排放量为0.6(0.5~0.7) Tg,其他人为来源的甲烷排放量为1.1(1.0~1.2) Tg。垃圾填埋场的甲烷排放量比GHGI的估计值高51%,石油和天然气以及牲畜的甲烷排放量比GHGI的估计值分别高12%和11%,而煤炭的甲烷排放量比GHGI的估计值低28%。

研究人员利用反演的高分辨率对70个垃圾填埋场的甲烷排放量进行了量化,发现其甲烷排放量比EPA“温室气体报告计划”(Greenhouse Gas Reporting Program, GHGRP)报告的值高77%,GHGRP是GHGI的关键数据来源。EPA估计值偏低的原因是EPA高估了垃圾填埋气体收集设施的回收效率,并低估了具体地点的操作变化和气体泄漏。研究人员还量化了美国48个州的甲烷排放量,发现甲烷排放量最高的10个州的排放量比GHGI的估计值高27%。此外,研究人员还估计了美国地理位置不同的95个城市地区的甲烷排放量,发现这些城市地区的甲烷排放总量为6.0(5.4~6.7) Tg,比GHGI的估计值高39%。

(廖琴 编译)

原文题目: High-Resolution US Methane Emissions Inferred from an Inversion of 2019 TROPOMI Satellite Data: Contributions from Individual States, Urban Areas, and Landfills

来源: <https://acp.copernicus.org/articles/24/5069/2024/>

## 《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)8270057;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