

# 科学研究动态监测快报

2026年4月5日 第7期（总第433期）

## 气候变化科学专辑

- ◇ 世界气象组织发布《2025年全球气候状况》报告
- ◇ 美国智库称2025年全球清洁技术投资总额达到1.96万亿美元
- ◇ 欧盟创新基金拍卖会获近100亿欧元竞标助力脱碳
- ◇ 澳大利亚政府投入1300万澳元支持工业脱碳
- ◇ 澳气候理事会称气候变化加速澳大利亚“气候鞭打”现象
- ◇ 气候变化可能导致全球数百万人陷入身体活动不足
- ◇ 国际研究称秘鲁2023年爆发的登革热疫情与极端天气有关
- ◇ 全球变暖加剧农业氨排放并削弱减排成效
- ◇ 英国能源安全与净零排放部发布能源数字化框架愿景
- ◇ 德国环境署发布欧盟净零温室气体排放的路径
- ◇ 加拿大发布2050年能源供需预测报告
- ◇ 国际研究发现瑞典原始林碳储量远超次生林
- ◇ 利用南极艾伦山冰芯重建过去300万年的气候变化特征

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://llas.ac.cn>  
电话：0931-8270063

# 目 录

## 本期热点

世界气象组织发布《2025 年全球气候状况》报告..... 1

## 气候政策与战略

美国智库称 2025 年全球清洁技术投资总额达到 1.96 万亿美元..... 3

欧盟创新基金拍卖会获近 100 亿欧元竞标助力脱碳..... 4

澳大利亚政府投入 1300 万澳元支持工业脱碳..... 5

## 气候变化事实与影响

澳气候理事会称气候变化加速澳大利亚“气候鞭打”现象..... 5

气候变化可能导致全球数百万人陷入身体活动不足..... 7

国际研究称秘鲁 2023 年爆发的登革热疫情与极端天气有关..... 7

全球变暖加剧农业氨排放并削弱减排成效..... 8

## 气候变化减缓与适应

英国能源安全与净零排放部发布能源数字化框架愿景..... 9

德国环境署发布欧盟净零温室气体排放的路径..... 10

加拿大发布 2050 年能源供需预测报告..... 11

国际研究发现瑞典原始林碳储量远超次生林..... 12

## 前沿研究动态

利用南极艾伦山冰芯重建过去 300 万年的气候变化特征..... 12

# 世界气象组织发布《2025 年全球气候状况》报告

3月23日,世界气象组织(WMO)发布《2025 年全球气候状况》(*State of the Global Climate 2025*) 报告指出,地球温度会随着能量进出地球系统的速率而发生变化,大气中温室气体浓度的增加降低了能量从地球系统溢出的速率,这种不平衡——本年度报告新增的指标“地球能量失衡”(Earth's Energy Imbalance, EEI)——导致了多余能量的累积。

## 1 气候指标

(1) **温室气体浓度**。2024 年<sup>1</sup>, 全球大气二氧化碳浓度达到过去 200 万年来的最高水平, 且年增幅创下自 1957 年有现代测量以来的最大记录。2024 年, 全球二氧化碳浓度约为  $423.9 \pm 0.2$  ppm (百万分之一), 比 2023 年高 3.5 ppm, 是工业化前 (1750 年) 的 152%。实时数据显示, 这一增长趋势在 2025 年仍在继续。同时, 甲烷和氧化亚氮浓度也达到 80 万年来的最高水平。

(2) **全球平均近地表温度**。2025 年, 全球平均近地表温度比 1850—1900 年平均温度高出  $1.43 \pm 0.13$  °C, 略低于创纪录的 2024 年 ( $1.55 \pm 0.13$  °C)。就全球平均温度而言, 2015—2025 年是有记录以来最热的 11 年。

(3) **海洋热含量**。2025 年, 海洋热含量达到自 1958 年以来观测记录中的最高水平, 超过 2024 年创下的记录高值。2017—2025 年, 每年的海洋热含量数值均刷新记录。2005—2025 年, 海洋变暖速率是 1960—2005 年变暖速率的 2 倍以上。这种趋势由表层海水向深海区域延伸, 揭示了人类活动引起的能量失衡正向深海渗透。

(4) **全球平均海平面**。截止 2025 年底, 全球平均海平面比 1993 年 1 月 (卫星记录开始时) 高出约 11 cm, 与 2024 年持平。1993—2011 年, 全球平均海平面上升速率约为  $2.65 \pm 0.3$  mm/年; 2012—2025 年, 全球平均海平面上升速率增至  $4.75 \pm 0.3$  mm/年, 其上升速率整体呈现出不断加快的趋势。

(5) **海洋酸化**。1985—2025 年, 全球平均海洋表面 pH 值以每十年  $-0.017 \pm 0.001$  个单位的速率持续下降, 2025 年的海洋表面 pH 值及实时变化速率为过去 2.6 万年以来前所未有的。从地区来看, 海洋酸化程度并非均衡分布。区域表面 pH 值下降幅度最大的区域是印度洋、南大洋、赤道太平洋东部、热带太平洋北部及大西洋部分区域, 这些区域占全球采样海洋面积的 47%, 酸化速度快于全球平均水平。

(6) **冰川物质平衡**。2024/2025 水文年, 基准冰川的冰川质量损失是 1950 年有记录以来最严重的 5 个之一, 损失规模与此前 3 年均值接近。这延续了自 1950 年有记录以来冰川加速损失的趋势, 在冰川物质负平衡值最大的 10 年中有 8 个发生在 2016

---

<sup>1</sup> 开展综合全球观测的最近一年

年之后。2025 年，冰岛、北太平洋沿岸的冰川物质负平衡尤为显著，其冰川消融是 1993—2018 年全球海平面上升的第二大贡献源。

(7) **海冰范围**。2025 年，北极与南极海冰面积持续处于历史极低水平。北极年平均海冰面积是自 1979 年卫星观测以来的最低/第二低值；南极平均海冰面积是继 2023 年和 2024 年之后的第三低值，年度每日最小值（夏季融化后）并列观测史第二低值。

(8) **地球能量失衡**。2025 年，观测到的 EEI 达到自 1960 年有观测纪录以来的最高值。根据海洋热含量估算，1960—2025 年，EEI 以每 10 年  $0.13 \pm 0.03 \text{ W/m}^2$ （瓦每平方米）的速率增长；1970—2025 年、1980—2025 年和 1990—2025 年，该速率保持相对稳定；2001—2025 年，该速率达到每 10 年  $0.30 \pm 0.1 \text{ W/m}^2$ 。

## 2 2025 年气候异常的驱动因素

(1) **气候驱动因素**。①**厄尔尼诺—南方涛动 (ENSO) 现象**。2023/2024 年强厄尔尼诺事件结束后，2024 年 4 月—2025 年 11 月，全球大部分时间处于 ENSO 中性状态，仅在 2024 年年末至 2025 年年初、2025 年下半年出现弱拉尼娜状态。②**印度洋偶极子 (IOD)**。2025 年，印度洋偶极子呈现显著的负位相特征，11 月指数值创下自 1993 年有观测记录以来的第三低值，导致东非降水减少，印度尼西亚和澳大利亚降水增加，同时影响印度季风强度。

(2) **全球温度与降水模式**。2025 年，全球大部分陆地区域的近地表温度均高于 1991—2020 年平均值，格陵兰岛、加拿大北部、欧洲大部分地区及东亚等地出现显著的变暖异常。2025 年，西南亚大部分地区、拉普捷夫海周边、东非部分地区及东非岛屿，以及中非部分地区出现了显著低于平均水平的干旱状况（低于 1991—2020 年年降水量分布的第 20 百分位数），而南亚、东南亚大部分地区及亚洲北部和东亚部分地区则出现异常潮湿的天气状况。

(3) **温度异常驱动因素**。人类活动引起的温室气体浓度增加是气候变化最大的驱动力。除此之外，短期辐射变化、气溶胶排放减少、部分火山活动等也通过影响温度、区域降温效应、平流层能量平衡等驱动气候异常变化。

## 3 社会经济影响

(1) **社会经济影响**。极端天气事件导致新增流离失所的人数达到自 2008 年以来的最高记录。极端天气不仅摧毁了住宅、基础设施、森林、农田和生物多样性，还削弱了人们的抵御能力，并给流动人口和流离失所人群带来重大风险。冲突加剧、干旱和国内粮食价格高涨等各因素叠加，导致全球多个国家的粮食危机不断加剧。

(2) **主要灾害事件**。①**强热带气旋**。2025 年，许多影响严重的灾害事件源于热带气旋，给受影响地区带来了严重破坏和人员伤亡。例如，飓风梅利莎成为北大西洋史上登陆最强风暴之一，造成超 90 人死亡、百万人流离失所。②**干旱与毁灭性**

野火。干旱和野火事件的增加，不仅破坏了生态系统，还加剧了粮食危机。南美洲和非洲南部等地区遭遇严重干旱，智利、加拿大、美国西部等地野火肆虐。2025年1月，美国加利福尼亚州发生有记录以来规模最大的野火，造成大量人口流离失所。

③热浪与暴雨。2025年，多地发生显著热浪，持续时间长且大范围观测站点破高温纪录；暴雨事件也频繁发生，导致洪水等灾害。例如，美国得克萨斯州发生严重洪水，造成重大人员伤亡和财产损失。尼日利亚西部发生严重的山洪，是当地有史以来最严重的洪水灾害之一。

(3) **气候与健康影响**。2025年，气候变暖导致登革热等传染病风险区域向高纬度扩张，全球约12亿劳动者面临工作场所高温环境暴露风险。高温不仅直接导致超额死亡率上升，还通过诱发肾脏损伤、心理应激及生产力损失，对社会生计与卫生系统施加多重压力。例如，2025年多地遭遇极端热浪，导致大量中暑和热相关死亡病例。

(刘莉娜 编译)

原文题目：State of the Global Climate 2025

来源：<https://library.wmo.int/idurl/4/69807>

## 气候政策与战略

### 美国智库称 2025 年全球清洁技术投资总额达到 1.96 万亿美元

3月18日，美国荣鼎咨询集团（Rhodium Group）发布题为《清洁投资监测：追踪全球清洁技术投资》（*Clean Investment Monitor: Tracking Global Clean Technology Investment*）的报告指出，2025年，全球清洁技术投资总额达到历史新高，共计1.96万亿美元，较2018年投资水平（6.27万亿美元）增长2倍。

基于荣鼎集团和麻省理工学院能源与环境政策研究中心（CEEPR）开发的“清洁投资监测”（Clean Investment Monitor）平台，报告追踪了2018—2025年全球清洁能源技术制造与投资部署情况，主要发现如下：

(1) 2025年，全球清洁技术投资总额达到1.96万亿美元，较2018年增长2倍。2021—2023年，清洁技术投资加速增长，2022年和2023年分别增长33%和28%，2024—2025年的投资增速有所放缓，2025年仅增长7%。

(2) 2025年，中国清洁技术投资总额较2024年峰值下降3%，降至8490亿美元；欧洲和美国的投资增幅有限；印度增幅高达46%，总额增至1010亿美元；其他地区增长12%，总额共计3520亿美元。

(3) 2025年，全球在清洁技术制造方面的投资总额降至1550亿美元，较2023年峰值水平下降40%以上，中国、美国和欧洲的制造投资均降低。中国因国内产能过剩导致降幅最大，降至600亿美元，较2023年峰值下降70%，太阳能制造领域投资降幅尤为显著。

(4) 2025 年，除中国、美国和欧洲外，其他国家/地区的清洁技术制造投资均有增长。印度的相关投资自 2021 年以来迅速增长，2025 年增至 114 亿美元，较 2024 年增长 17%，到 2030 年，若已宣布的部署项目全部投产，电池、太阳能和风能制造方面，印度将成为继中美之后第 3 大产能国家。此外，土耳其、印度尼西亚、韩国、加拿大等清洁技术制造也日益扩大其布局。

(5) 中国国内投资放缓并未从根本上改变全球清洁技术制造的地理分布。2025 年底，中国拥有全球 92% 的太阳能电池制造产能和 74% 的风能装置吊舱制造产能，这一比例将延续至 2030 年。当前，中国的电池和电动汽车制造能力逐渐饱和，电池制造的全球份额占比将从 2025 年的 84% 降至 2030 年的 71%，电动汽车份额将从 2025 年的 69% 降至 2030 年的 56%。

(6) 2025 年，得益于太阳能的增长，全球在清洁电力和交通运输方面的投资继续增加，清洁电力投资达到创纪录的 9480 亿美元，电动汽车采购投资从 2018 年的 1360 亿美元增至 2025 年的 8600 亿美元，7 年内增长超过 5 倍。

(7) 产能过剩导致中国的清洁技术制造投资下降。2025 年，全球太阳能、风能、电池和电动汽车的制造产能超出市场需求，随着已宣布的清洁技术制造项目的推进，在市场需求没有加速增长的情况下，预计到 2030 年，产能过剩现象将加剧。

(秦冰雪 编译)

原文题目：Clean Investment Monitor: Tracking Global Clean Technology Investment  
来源：<https://rhg.com/research/clean-investment-monitor-global-2025/>

## 欧盟创新基金拍卖会获近 100 亿欧元竞标助力脱碳

3 月 20 日，欧盟委员会宣布，欧盟创新基金 2025 年拍卖共吸引欧洲工业界近 100 亿欧元的竞标资金，用于支持脱碳项目。其中，工业供热试点拍卖（IF25 Heat）收到欧洲各行业的 85 份投标，申请资金总额达 14 亿欧元；氢能生产拍卖（IF25 Hydrogen Auction）收到欧洲氢能生产商的 58 份投标，申请资金总额达 84 亿欧元。具体详情如下：

(1) **工业供热试点拍卖**。拍卖分为 3 个主题：①高温供热主题收到 13 份投标，申请资金 5.19 亿欧元；②5 兆瓦以上中温供热主题收到 54 份投标，申请资金 6.59 亿欧元；③3~5 兆瓦中温供热主题收到 18 份投标，申请资金 2.29 亿欧元。该拍卖旨在加速电供热解决方案及可再生能源直接供热技术的市场应用，涵盖热泵、电锅炉和电炉，以及太阳能热、地热和热能储存等技术。据估计，该项目在 5 年运营期内可减少约 378 万吨二氧化碳当量排放，并产生约 194 亿千瓦时的热能。

(2) **氢能生产拍卖**。该拍卖分为 3 个主题：①非生物来源可再生燃料氢生产主题收到 50 份投标，申请资金超过 73 亿欧元；②非生物来源可再生燃料氢与电解低碳氢主题收到 5 份投标，申请资金超过 8 亿欧元；③海事与航空主题收到 3 份投标，

申请资金 1.63 亿欧元。该拍卖旨在通过固定溢价补贴，加速氢能生产项目落地，减少对化石燃料的依赖，保障能源安全，并推动氢能在海事、航空等难脱碳领域的广泛应用。该项目有望实现总计 4.3 吉瓦电解槽新增装机容量。

(董利苹 杜海霞 编译)

原文题目: Innovation Fund 2025 Auctions Attract Almost €10 Billion of Bids from European Industry for Decarbonisation Support

来源: [https://climate.ec.europa.eu/news-other-reads/news/innovation-fund-2025-auctions-attract-almost-eu10-billion-bids-european-industry-decarbonisation-2026-03-20\\_en](https://climate.ec.europa.eu/news-other-reads/news/innovation-fund-2025-auctions-attract-almost-eu10-billion-bids-european-industry-decarbonisation-2026-03-20_en)

## 澳大利亚政府投入 1300 万澳元支持工业脱碳

3 月 20 日，澳大利亚可再生能源署 (ARENA) 宣布为 5 个项目提供 1300 万澳元，用于支持工业脱碳。项目具体内容如下：

(1) 4 Pines Brewing Co 获资 177 万澳元，计划对其位于布鲁克维尔的啤酒厂进行改造，实现从天然气向电气化过渡，使其成为澳大利亚最先进的低碳啤酒厂之一。

(2) AlSCO 获资 104 万澳元，建设其位于南海岸的创新与低碳示范旗舰基地。基地主要用于展示低能耗、省时、节约资源且行业领先的洗衣自动分类和洗涤清洁技术。

(3) Opella Healthcare 获资 194 万澳元，用于在保持基本生产条件 (温度、湿度和水流流量) 的情况下改造其位于昆士兰的生产基地，以减少天然气使用和范围 1 (Scope 1) 排放。

(4) Capral 获资 345 万澳元，用于改造昆士兰 Bremer Park 工厂中的铝材挤压设备，计划用全电炉系统替代燃气原木熔炉，配套的电热对流烘箱有望将效率从 20% 提高至 90%，同时减少企业排放。

(5) BioCarbon 获资 480 万澳元，用于建设商业规模的生产生物炭颗粒设施，替代电弧炉炼钢中的化石焦炭。设施投入运营后，每年将处理近 2 万吨废弃木屑，生产约 8000 吨生物炭颗粒和 8000 吨木醋液副产品。

(秦冰雪 编译)

原文题目: Industrial Decarbonisation Gets \$13 Million Boost

来源: <https://arena.gov.au/news/industrial-decarbonisation-gets-13-million-boost/>

## 气候变化事实与影响

### 澳气候理事会称气候变化加速澳大利亚“气候鞭打”现象

3 月 17 日，澳大利亚气候理事会 (Climate Council) 发布题为《惊人的速度：“气候鞭打”之夏》(*Breakneck Speed: Summer of Climate Whiplash*) 的报告指出，目前全球范围内煤炭、石油与天然气燃烧导致的污染程度达到了历史最高水平，这种污染已经超过了厄尔尼诺与拉尼娜等自然因素对气候的影响，加速了“气候鞭打” (Climate Whiplash)，导致各社区接连遭遇一系列灾难。报告的主要结论如下：

**(1) 2025 年夏天，澳大利亚的气候在短时间尺度内从一种极端天气状态迅速转变为相反极端状态，科学家们将这种现象称为“气候鞭打”。**①维多利亚州的社区一周内就从灾难性火灾警报转变为山洪暴发，10 天后又遭遇极端高温。②2025 年的前 5 周，昆士兰州西部地区的社区降雨量就达到年均量。③在西澳大利亚州，45 °C 的高温导致艾尔高速公路（Eyre Highway）因干闪电引发的火灾而关闭，两天后该公路又被洪水切断。④几周时间内，澳大利亚的大片地区就从极端高温、降雨量不足年均 20% 的状态，转变为降雨量超过年均 400% 的状态。

**(2) 气候污染的影响已超过厄尔尼诺、拉尼娜之类的自然气候周期。**①通常情况下，太平洋的拉尼娜现象会导致澳大利亚大部分地区出现更潮湿、更凉爽的天气。但 2025 年是澳大利亚有记录以来最热的年份之一，而 2026 年 1 月则是有记录以来最热的一个 1 月。②2025 年 1 月，澳大利亚至少有一个地方气温连续 6 天达到了 49 °C 或更高。③极端高温的变化在米尔杜拉（Mildura）等地尤为明显，1946—1999 年该地仅有 6 次气温达到 45 °C 或更高，而自 2000 年以来则达到了 27 次。④2026 年 1 月的热浪打破了维多利亚州的历史最高气温纪录。⑤2025 年夏天，维多利亚州遭遇了灾难性火灾危险。当前澳大利亚的极端火灾天气日数比 40 年前多了 56%。

**(3) 海洋热量不断增加，导致降雨量增多、洪水泛滥以及热带气旋频发，给各地区造成了叠加性的破坏。**①2025 年和 2024 年是澳大利亚有记录以来海洋温度最高的两年。②2026 年初，澳大利亚北部大堡礁的部分地区再次出现了珊瑚礁白化现象。③2025 年 12 月，昆士兰州西北部的城镇出现了破纪录的降雨量，并引发了洪水。④整个澳大利亚大陆的危险性暴雨正在增多。温度每升高 1 °C，澳大利亚的极端降雨量可能会增加 7%~28%。

**(4) 由于灾难变得更加频繁、破坏性更强且代价更高，澳大利亚人为未能控制气候污染而付出了高昂的代价。**①20 世纪 80 年代以来，澳大利亚人均年度灾害成本已上涨了 222%。②2020—2024 年，年均保险赔付金额为 45 亿澳元。③2021 年以来保险费用上涨了 51%，这影响到了所有家庭。④由于接连不断、日益严重的灾害，各地方政府难以筹集资金进行修复工作。

**(5) 澳大利亚必须大幅削减温室气体排放，并让每一位澳大利亚人都做好应对日益严重灾害的准备。**①如果不大幅且迅速地削减温室气体排放，2025 年夏天所经历的极端高温、突发洪水和灾难性的火灾危险在未来几年仍将持续恶化。②每新批准一个煤炭与天然气项目，都会加剧环境污染，并增加灾害发生的频率与破坏性风险。③政府必须通过以下方式提升应对日益严重极端情况的能力：为消防与应急服务提供更好的资源；帮助家庭为未来灾害做好准备并从灾害中恢复；定期更新国家气候风险评估报告，并修订国家适应计划；停止在危险地区的开发活动，并将生活在高风险且无法规避地区的居民迁移到安全地带。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Breakneck Speed: Summer of Climate Whiplash

来源：<https://www.climatecouncil.org.au/wp-content/uploads/2026/03/Climate-Council-End-of-Summer-2026-Report.pdf>

## 气候变化可能导致全球数百万人陷入身体活动不足

3月16日,《柳叶刀-全球健康》(*The Lancet Global Health*)发表题为《气候变化对身体活动不足的影响:2000—2022年156个国家的面板数据研究》(Effects of Climate Change on Physical Inactivity: A Panel Data Study Across 156 Countries from 2000 to 2022)的文章指出,到2050年,气候变化可能导致全球数百万人陷入身体不活跃状态,并与约50万例过早死亡存在关联。

身体活动不足是全球健康面临的重大挑战。热暴露通过增加心血管负担、加剧身体疲劳感等方式对生理机能造成限制,为进行户外体育活动带来巨大障碍。这些机能限制还因极端天气事件和空气质量恶化而加剧,并减少了安全进行体育活动的机会。来自阿根廷天主教大学(Pontificia Universidad Católica Argentina)、智利天主教大学(Pontificia Universidad Católica de Chile)和安第斯大学(Universidad de los Andes)的科研人员,使用分箱固定效应面板回归模型(Binned Fixed-effects Panel Regression Model),分析了156个国家2000—2022年面板数据,探究了成年人身体活动不足的年龄标准化患病率与年度暴露于不同温度范围之间的关系。此外,研究人员利用估算的暴露系数和不同共享社会经济路径(SSPs)下的气候预测,预测了未来的身体活动不足率,并将身体活动不足率转化为超额死亡人数与生产力损失。

结果表明:①平均气温超过27.8℃的月份每增加1个月,全球身体活动不足率就会增加1.44个百分点,而在低收入和中等收入国家则增加1.85个百分点。②到2050年,SSP1-2.6下全球身体活动不足率预计上升0.98个百分点,SSP2-4.5下上升1.22个百分点,SSP5-8.5下增加1.75个百分点。其中,中美洲、加勒比地区、撒哈拉以南非洲东部和赤道东南亚地区等热带地区,增幅将超过4个百分点。③到2050年,全球身体活动不足率的增长将额外导致47~70万人死亡,并造成24~36.8亿美元的年度生产力损失。

研究人员指出,为保护公众免受日益加剧的高温影响,亟需采取能够为城市降温并促进人员流动的干预措施。具体包括:扩建互联互通的遮荫网络、铺设高反射率和透水性路面、整合水景设施,以及提供经济实惠的气候适应型公共活动空间。这些系统性策略不仅能降低热负荷,还能有效促进步行、骑行和休闲活动。

(徐丽 编译)

原文题目:Effects of Climate Change on Physical Inactivity: A Panel Data Study Across 156 Countries from 2000 to 2022

来源: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214109X25004723?via%3Dihub>

## 国际研究称秘鲁2023年爆发的登革热疫情与极端天气有关

2023年,秘鲁确诊登革热病例274227例,其中,死亡病例442例。3月17日,美国斯坦福大学(Stanford University)、马里兰大学(University of Maryland)和秘鲁卫生部疾病预防与控制中心(Prevención y Control de Enfermedades)等机构在《一个地球》(*One Earth*)发表题为《人为气候变化加剧的极端降水导致秘鲁爆发破纪录的2023年登革热疫情》(Extreme Precipitation, Exacerbated by Anthropogenic Climate Change, Drove Peru's Record-Breaking 2023 Dengue Outbreak)的文章指出,

2023 年，秘鲁爆发的登革热疫情与 3 月侵袭秘鲁西北部的热带气旋“亚库”有关。

研究人员基于构建的广义合成控制模型（Generalized Synthetic Control Model），估算 2023 年秘鲁遭受“亚库”气旋侵袭期间，极端降水导致的额外登革热病例数量，探究历史气候变化、极端降水与登革热爆发之间的联系。结果表明，“亚库”气旋事件后，登革热病例数量在 3 个月内迅速增加，激增至历史平均水平的 10 倍，其中，60%的病例源于极端降水，即 36709 例病例中有 22014 例归因于极端降水，极端降水对疫情的影响在气温较高、洪水易发性较强、城市基础设施更为完善的地区尤为显著。与工业化前水平相比，1965—2014 年，历史气候变化使得秘鲁西北部 3 月出现极度潮湿的天气的可能性增加了 31%，同时出现极端降水和适宜登革热传播的温暖温度的可能性增加了 189%。这一研究有助于为应对登革热或其他受天气影响的疾病制定公共卫生措施和风险降低策略提供依据。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Extreme Precipitation, Exacerbated by Anthropogenic Climate Change, Drove Peru's Record-Breaking 2023 Dengue Outbreak

来源：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332226000205>

## 全球变暖加剧农业氨排放并削弱减排成效

3 月 19 日，《通讯·地球与环境》（*Communications Earth & Environment*）发表题为《全球变暖增加氨排放并降低减排行动的有效性》（Global Warming Increases Ammonia Emissions and Reduces the Efficacy of Mitigation Actions）的文章表明，全球变暖会显著增加农业氨（ $\text{NH}_3$ ）排放，并大幅削弱现有减排措施的有效性。

农业氨排放是大气污染的重要来源，对生态系统和人类健康构成严重威胁。然而，目前对于气候变暖背景下全球氨排放的响应程度，以及农业管理措施变化所带来的影响，尚缺乏系统的量化研究。来自英国爱丁堡大学（The University of Edinburgh）、联合国粮食及农业组织（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）、英国生态与水文中心（UK Centre for Ecology and Hydrology）等机构的研究人员，基于地球系统模型的未来气候数据，揭示了全球变暖对农业氨排放的影响，并探讨了气候变化对现有减排措施有效性的削弱作用。

结果表明：①在多种气候预估情景下，预计 2091—2100 年，全球变暖将导致农业氨排放增加 5%~22%。②全球平均温度每升高 1 °C，氨排放便相应增加约 3.4%。③优化施肥、减少暴露面积、覆盖粪肥储存等常用减排措施，可使当前全球农业氨排放减少 31%。然而，在高排放气候情景下，其减排效果将降至 16%~28%，在南美等部分地区甚至几乎完全失效。该研究指出，在评估气候变化背景下的氨减排政策效果时，必须充分考虑其对温度的依赖性。同时，还强调要实现宏伟的氨减排目标，必须同步加大减缓气候变化的力度。

（董利苹 杜海霞 编译）

原文题目：Global Warming Increases Ammonia Emissions and Reduces the Efficacy of Mitigation Actions

来源：<https://www.nature.com/articles/s43247-026-03404-3>

### 英国能源安全与净零排放部发布能源数字化框架愿景

3月9日，英国能源安全与净零排放部（Department for Energy Security and Net Zero）发布《能源数字化框架：协调互联能源系统的发展愿景》（*Energy Digitalisation Framework: A Vision for a Coordinated and Connected Energy System*），为构建一个协调、互联的能源系统提供了全面愿景和战略方向。报告内容主要包括以下3个方面：

**（1）能源数字化框架概述与目标。**该框架旨在通过数字化手段实现系统能源的脱碳、经济、灵活和安全目标。面对能源系统面临的日益复杂化、分散化的挑战，数字化成为提升系统效率、促进可再生能源集成和增强系统韧性的关键。该框架明确了三大核心目标：赋予消费者更大控制权、经济高效地实现脱碳目标、推动经济增长和创新。为实现这些目标，该框架提出建立数据共享基础设施（Data Sharing Infrastructure, DSI）和消费者授权服务（Consumer Consent Service, CCS），并引入新的数据域模型（Data Domain Model），以确保能源系统范围内的架构一致性、标准互操作性和明确的技术方向。

**（2）数字化在能源系统转型中的作用及案例分析。**①随着能源系统的复杂性增加，实时数据和自动化工具成为优化系统运营的关键。智能电表和灵活性平台的使用，促使能源系统运营能够更准确地预测和调整供需平衡，降低人为干预，提高响应速度。②数字化工具通过大数据分析和机器学习算法，提高了可再生能源发电的预测精度，使得系统运营商能够更好地安排发电计划，减少弃风弃光现象。③数字化使得消费者能够更方便地监测和管理自己的能源使用，通过智能工具和需求响应计划，在高峰段降低能源消耗，从而降低系统压力。④数字化通过提升数据利用率，优化系统运营，是推动能源系统转型的核心动力。例如，国家能源系统运营商（National Energy System Operator, NESO）通过开发DSI，促进了能源数据的标准化和高效共享，显著提升了系统数据的透明度和可访问性。

**（3）气候变化背景下的能源数字化挑战与应对策略。**①挑战：气候变化导致极端天气频发，对能源系统的稳定性和韧性提出更高要求。传统能源系统难以应对这些挑战，而数字化通过增强系统可见性和控制力，提高了系统应对气候变化事件的能力。随着全球变暖，能源需求模式也发生变化，如夏季制冷需求增加，冬季供暖需求可能降低。②应对策略：通过部署智能传感器和数据分析工具，提高能源系统的实时监测和数据分析能力。同时，数字化工具使得消费者能够更加灵活地管理其能源使用，参与需求响应计划。此外，数字化通过提高可再生能源发电的预测精度和调度效率，支持更多可再生能源接入电网。

（刘莉娜 编译）

原文题目：Energy Digitalisation Framework: A Vision for a Coordinated and Connected Energy System  
来源：<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/69bd614e13101e99087049c2/energy-digitalisation-framework.pdf>

## 德国环境署发布欧盟净零温室气体排放的路径

3月21日，德国环境署（Umwelt Bundesamt）发布题为《欧盟2050年温室气体净零排放路径》（*Pathways to an EU in 2050 with Net-zero GHG-emissions*）的报告，概述了欧盟实现温室气体净零排放的三条路径——基础路径（EUBase）、目标路径（EUTarget）和最高路径（EUSupreme），阐述了各路径的实施成效，侧重分析了政策、战略与措施对温室气体排放、能源需求和其他特定部门的影响。

EUBase 情景模拟了2022年以来的经济发展、人口增长、能源与二氧化碳价格以及一揽子政策对能源供应、农业生产、废物和土地利用、土地利用变化和林业部门及其相关温室气体排放的影响。该情景特别在能源价格假设中纳入了俄乌冲突对能源价格的影响。EUBase 作为基准情景，不强制要求欧盟实现2030年或2050年的温室气体减排目标，侧重考察截至2022年政策的有效性。

EUTarget 情景建立在 EUBase 的基础之上，保持技术开放，允许成员国实施各种减缓战略；在此情景下，模型为 ETS1（现有欧盟碳排放交易体系）和 ETS2（覆盖建筑和道路交通的新体系）部门单独制定二氧化碳价格。

EUSupreme 情景实施全面的减缓战略。该情景严格限制核电使用，减少生物质利用；在工业部门引入严格的充足性与循环经济假设，允许较低的初级生产力存在；与 EUTarget 相比，该情景更大幅度降低能源需求，并进一步加大化石燃料淘汰力度。

报告的主要内容如下：

（1）EUBase 情景预测，2030年、2040年及2050年净排放量将分别降至2164、1231和816 MtCO<sub>2e</sub>（百万吨二氧化碳当量），较1990年水平减排54%、74%和83%。其中，2030年减排幅度勉强达到欧盟55%的目标红线。这表明现有政策难以支撑欧盟气候目标的实现。工业、建筑和农业部门排放较高，供应和运输部门虽剩余排放较低，但无法在2050年实现零排放。尽管 EUBase 情景未达成气候目标，但非化石能源已发挥重要作用。氢气需求由国内生产满足，无需进口。固体生物质及液、气态非化石燃料在终端能源与原料供应中占据重要份额。

（2）EUTarget 情景的减排力度显著超越 EUBase 情景，2030年、2040年净排放量分别降至1841、625 MtCO<sub>2e</sub>，2050年实现净零排放。相较于 EUBase 情景，EUTarget 情景同期分别实现额外减排约323、606和816 MtCO<sub>2e</sub>。供应部门温室气体进一步减排，污染控制策略有效降低了工业总排放。与 EUBase 情景相比，土地利用、土地利用变化与林业（LULUCF）碳汇显著增强，2050年碳储量达-414 MtCO<sub>2</sub>（百万吨二氧化碳）。然而，化石能源在能源系统中仍占有一席之地。

（3）EUSupreme 情景的减排力度最为显著。2030年、2040年及2050年净排放量分别降至1608、412和-130 MtCO<sub>2e</sub>。与 EUTarget 相比，2040年净排放量额外减少34%；至2050年，该情景不仅无需依赖技术碳移除即可超越净零，且 LULUCF

碳汇较 EUTarget 情景增加约 86 MtCO<sub>2</sub>，最终实现负排放。不同的部门效应促成了这一结果。与 EUTarget 情景相比，农业、废物等非能源部门（减排更为显著；得益于循环经济与“充足性”假设，建筑和运输终端能源需求大幅下降，较 EUTarget 额外节省 1000 TWh 终端能源；可再生能源占比升至 94.9%。同时，化工原料需求缩减降低了工业与技术碳移除对国内碳源的需求，到 2050 年，碳排放量降至 101 MtCO<sub>2</sub>，较欧盟目标低约 20 MtCO<sub>2</sub>。

（徐丽 编译）

原文题目：Pathways to an EU in 2050 with Net-zero GHG-emissions

来源：[https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/2026-03/18\\_2026\\_CC.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/2026-03/18_2026_CC.pdf)

## 加拿大发布 2050 年能源供需预测报告

3 月 17 日，加拿大能源监管局（Canada Energy Regulator）发布题为《2026 年加拿大能源未来：2050 年能源供需预测》（*Canada's Energy Future 2026: Energy Supply and Demand Projections to 2050*）的报告，分析了加拿大能源供需和温室气体排放的 4 种长期情景。报告指出，在所有情景下加拿大发电量预计都将大幅增长，而在现行政策下，温室气体排放量将在 2035 年左右趋于平稳。报告的主要结论如下：

（1）在所有情景下，电力在加拿大能源体系中都扮演着日益重要的角色。到 2050 年，加拿大能源消费总量在不同情景下差异显著，从比当前水平低 5% 到高出 25% 不等。在所有情景下，电力需求都将大幅增长；而化石能源的使用量基本保持稳定，仅在加拿大净零排放情景中下降 40%。

（2）加拿大石油产量短期增长，但长期前景取决于全球油价。根据不同情景，到 2050 年原油产量可能会出现小幅下降，也可能实现稳健增长。全球油价是长期产量的主要驱动因素，但未来投资趋势和技术等其他因素也发挥重要作用。

（3）加拿大未来天然气产量的增长规模取决于液化天然气（LNG）。在所有情景下，天然气产量都有所增长，到 2050 年将达到 210~320 亿立方英尺/日。天然气价格与预期 LNG 出口量是推动这一趋势的关键。

（4）在多数情景下，加拿大中部地区的石油与天然气使用量保持相对稳定，因此，在现有管道布局下，该地区石油与天然气仍依赖美国供应。而在加拿大净零排放情景下，该地区对这类商品的使用量将稳步下降，这可能会提升其能源自给率。

（5）在所有情景下，如果现有管道基础设施仍按当前模式使用，那么加拿大仍会继续将大部分石油出口至美国。在所有情景下，仅靠原油产量的变化，不足以显著提升加拿大石油出口的多元化水平。出口多元化在很大程度上将取决于未来数十年的投资决策。

（6）加拿大不断增长的电力需求通过快速扩张的风电及多元化能源供应组合得以满足。到 2050 年，各情景下的发电量将比当前水平高出 30% 至两倍以上。目前约 80% 的非排放型和低排放型发电量在所有情景中都将增加到 96% 以上。

(7) 在所有情景下，加拿大的温室气体排放量均有所下降，但长期来看，若不采取更多气候行动，排放量将在 2035 年左右趋于平稳。电力系统脱碳是所有情景下减排的重要驱动力，但在现行政策下，总体减排量到 2035 年左右将基本达到峰值。要在 2050 年实现净零排放，需要在整个经济范围内向低碳技术转型。

(廖琴 编译)

原文题目: Canada's Energy Future 2026: Energy Supply and Demand Projections to 2050

来源: <https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/canada-energy-future/2026/canada-energy-futures-2026.pdf>

## 国际研究发现瑞典原始林碳储量远超次生林

3 月 19 日,《科学》(*Science*)发表题为《瑞典原始林的碳储量高于次生林》(Higher Carbon Storage in Primary Than Secondary Boreal Forests in Sweden) 的文章指出, 瑞典原始林的碳储量比次生林高出 70%以上, 说明保护原始林在减缓气候变化方面的作用或许比以往人们想象的更为重要。

森林通过吸收和固定大量大气中的二氧化碳, 对减缓全球气候变化至关重要。为了满足全球不断增长的材料与能源需求, 以前不受管理的原始林正在迅速转变为受管理的次生林。了解原始林向次生林转变对碳储存的影响, 对于限制全球碳预算和评估森林在减缓气候变化战略中的潜力至关重要。来自瑞典隆德大学 (Lund University)、澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO)、美国斯坦福大学 (Stanford University) 等机构的科研人员, 利用瑞典的国家森林清查数据, 结合现场活树、枯木与土壤调研数据, 通过对比原始林和次生林的碳储量, 探讨了砍伐原始林可能产生的影响。

研究表明, 包括植被、枯木、木制品和土壤在内, 原始林的碳储量比次生林高出 70%以上。在各组成部分中, 土壤的碳储量最高, 也是原始林和次生林之间差异的最大来源。原始林和次生林在土壤碳储量方面的差异比全球最先进的数据驱动研究和为全球碳项目提供信息的簿记模型报告的差异大 2.7~8.0 倍。研究结论揭示, 此前的估算严重低估了将原始林转变为次生林导致的成本, 保护欧洲的针叶林可能在应对气候变化方面更具成效。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Higher Carbon Storage in Primary Than Secondary Boreal Forests in Sweden

来源: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adz8554>

## 前沿研究动态

### 利用南极艾伦山冰芯重建过去 300 万年的气候变化特征

3 月 18 日,《自然》(*Nature*)发表题为《过去 300 万年大气中二氧化碳和甲烷水平大致保持稳定》(Broadly Stable Atmospheric CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> Levels over the Past 3 Million Years)和《过去 300 万年全球海洋热量含量》(Global Ocean Heat Content over

the Past 3 Million Years) 的文章, 利用南极艾伦山 (Allan Hills) 冰芯重建了过去 300 万年的平均海洋温度及温室气体浓度记录。研究发现, 290 万年至 120 万年前甲烷浓度无显著变化, 二氧化碳浓度小幅下降, 120 万至 80 万年前气体浓度趋于稳定。

在《过去 300 万年大气中二氧化碳和甲烷水平大致稳定》一文中, 来自美国俄勒冈州立大学 (Oregon State University)、伍兹霍尔海洋研究所 (Woods Hole Oceanographic Institution)、普林斯顿大学 (Princeton University) 等机构的研究人员, 利用 310 万至 50 万年前 (Ma) 的非连续冰芯数据, 发现在 290 万至 120 万年前, 大气甲烷平均浓度未发生显著变化, 而二氧化碳浓度则呈现约 20 ppm 的小幅下降, 随后在中更新世转型期 (120 万至 80 万年前) 内保持稳定 ( $\pm 10$  ppm)。这些发现基于在南极洲艾伦山蓝冰区 (Allan Hills Blue Ice Area) 钻取的浅层冰芯样本。由于受到沉积后过程的影响, 这些记录较为复杂, 可能代表了冰期旋回的平均值, 其权重受到气候相关的累积速率差异影响 (该研究假定累积速率是恒定的)。对于 280 万至 310 万年前受呼吸作用影响的样品, 通过利用二氧化碳中稳定碳同位素 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) 校正后发现, 平均大气二氧化碳浓度与早更新世时期的水平 ( $250 \pm 10$  ppm) 无显著差异。尽管南极蓝冰区的古气候档案较为复杂, 但该研究表明, 冰芯温室气体测量可追溯至上新世晚期, 为全球降温与海平面下降时期的地球气候系统提供了快照。

在《过去 300 万年全球海洋热量含量》一文中, 来自美国伍兹霍尔海洋研究所 (Woods Hole Oceanographic Institution)、普林斯顿大学 (Princeton University)、同济大学等机构的研究人员, 基于南极艾伦山蓝冰区浅层冰芯中惰性气体 (Xe/Kr) 的测量数据, 重建了过去 300 万年的平均海洋温度记录。由于地层复杂性, 这些记录无法重建单个冰川周期, 可能代表了冰期与间冰期条件的加权平均值。尽管如此, 研究人员发现约在上新世-更新世转型期 (约 270 万年前) 出现显著降温, 而中更新世转型期 (120 万至 80 万年前) 温度保持稳定。与近期全球海表温度汇编数据的对比显示, 长期降温趋势基本一致, 但在上新世-更新世转型期和中更新世转型期存在显著差异。研究人员认为, 在这些时期内, 海表温度与平均海洋温度的不同趋势, 与深层水形成和上升流变化引起的表层与次表层之间的热量再分配有关。此外, 通过对底栖有孔虫  $\delta^{18}\text{O}$  记录的反褶积 (deconvolution) 分析, 该温度记录还可估算 300 万至 50 万年前的全球冰量变化, 结果表明在中更新世转型期冰盖出现了显著增长。  
(廖琴 编译)

#### 参考文献:

- [1] Broadly Stable Atmospheric  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  Levels over the Past 3 Million Years. <https://www.nature.com/articles/s41586-025-10032-y>
- [2] Global Ocean Heat Content over the Past 3 Million Years. <https://www.nature.com/articles/s41586-026-10116-3>

## 《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