

# 科学研究动态监测快报

2026年3月05日 第5期(总第431期)

## 气候变化科学专辑

- ◇ 英机构分析主要国家适应政策的特征与趋势
- ◇ 欧洲气候变化科学咨询委员会为改善欧盟适应政策框架建言
- ◇ 加拿大气候研究所报告称加拿大尚未朝着气候目标迈进
- ◇ 欧洲议会通过欧盟2040年温室气体减排90%目标
- ◇ 多国研究强调全球温升控制在2°C以内才能降低临界点风险
- ◇ 湿地碳汇能力在气候变化与水文管理影响下显著增强
- ◇ 冰川作用增强与千年尺度气候变率的起始密切相关
- ◇ 德机构绘制南极冰盖流域临界风险地图
- ◇ 国际能源署发布《清洁能源技术供应链数据》报告
- ◇ 恩博智库称地热能正成为欧洲可推广的低碳解决方案
- ◇ 英国皇家学会报告称工业废热再利用可加速实现净零排放
- ◇ 《科学》刊文指出森林在气候适应中具有多重调节作用
- ◇ 瑞士研究称全球剩余碳预算将于2027年耗尽
- ◇ 再造林抵消化石燃料排放的净零路径未能实现等效气候效果

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

英机构分析主要国家适应政策的特征与趋势 ..... 1

## 气候政策与战略

欧洲气候变化科学咨询委员会为改善欧盟适应政策框架建言 ..... 2

加拿大气候研究所报告称加拿大尚未朝着气候目标迈进 ..... 3

欧洲议会通过欧盟 2040 年温室气体减排 90% 目标 ..... 4

## 气候变化事实与影响

多国研究强调全球温升控制在 2°C 以内才能降低临界点风险 ..... 5

湿地碳汇能力在气候变化与水文管理影响下显著增强 ..... 6

冰川作用增强与千年尺度气候变率的起始密切相关 ..... 7

德机构绘制南极冰盖流域临界风险地图 ..... 7

## 气候变化减缓与适应

国际能源署发布《清洁能源技术供应链数据》报告 ..... 8

恩博智库称地热能正成为欧洲可推广的低碳解决方案 ..... 9

英国皇家学会报告称工业废热再利用可加速实现净零排放 ..... 10

《科学》刊文指出森林在气候适应中具有多重调节作用 ..... 10

瑞士研究称全球剩余碳预算将于 2027 年耗尽 ..... 11

## 前沿研究动态

再造林抵消化石燃料排放的净零路径未能实现等效气候效果 ..... 12

### 英机构分析主要国家适应政策的特征与趋势

2月11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《气候变化适应的法律与政策：35个国家的趋势、差距与机遇综述》（*Climate Change Adaptation Laws and Policies: A Review of Trends, Gaps and Opportunities in 35 Countries*）的报告，通过分析35个国家（涵盖不同地区、社会经济背景以及不同程度的气候风险暴露情况）在不同时期颁布的902项与适应相关的法律和政策，综述了适应政策与法律的发展特征与趋势，拓展了该领域的知识体系。报告的主要结论包括：

（1）**随着时间的推移，气候变化适应工作在综合性的跨部门气候变化相关法律与政策中体现得愈发明确，并随着政治重点的变化而不断发展。适应作为国家目标的重要性开始体现在与适应相关的各个领域的法律与政策中。**①适应目标的设定经历了三个阶段，最初侧重于减排策略，随后更加明确地强调脆弱性，最后被纳入经济转型与气候韧性发展之中。②2020—2024年，分析中的国家自主贡献（NDC）逾50%都对适应给予了很大程度的重视。③超过1/3的适应法律与政策聚焦于环境政策，包括林业和生物多样性保护。④农业和粮食、基础设施和交通各约占适应相关部门法律与政策的10%。

（2）**国家适应规划与风险评估相关的法律及政策框架取得了显著进展，但在执行合规性、定期修订机制与进展透明度方面仍存在不足。**①近2/3的国家出台法律要求制定国家适应计划并开展风险与脆弱性评估。②18个国家颁布了《气候框架法》，以指导并协调政府在适应方面的行动。③适应进展报告存在明显的缺口，只有约1/2的国家在法律上要求发布适应进展评估报告。

（3）**《巴黎协定》签署以来，适应相关的金融工具呈现出明显的多元化趋势，从灾害风险救助逐步转向调动私人资本。**①26个国家制定了84项法律与政策，专门侧重于将融资与投资纳入适应措施中。②适应措施主要关注3类政策目标，包括公共财政的核心作用，利用治理框架引导资金收支，以及国际气候融资的重要性。③与金融相关的法律与政策中，75%由全球南方国家出台，其中许多政策侧重于将国内金融改革与国际融资机制相联系。④混合融资与绿色债券代表了更具创新性的金融机制，正受到越来越多的关注。

（4）**虽然开发更为全面的灾害风险管理（DRM）方法已取得一定进展，但适应与DRM之间的衔接仍显不足。**①约1/2的DRM法律与政策将灾害预防与减轻减缓作为其总体目标的一部分。②约1/4的DRM法律与政策明确将韧性与降低脆弱性作为核心目标，而很少有DRM法律与政策将气候适应纳入其中。③大多数与适应相关的DRM法律与政策都建立了总体框架，只有约20%专门针对特定灾害。其中大多侧重于荒漠化、干旱或洪水。

(5) 分析的 35 个国家，尤其是全球南方国家，将适应考虑纳入国家经济发展议程的主流化程度有所增加。然而，很少有政策将适应与性别平等及社会包容 (GESI) 相结合。①覆盖 30 个国家的 78 份发展规划不同程度地纳入了适应措施。其中有 26 份规划在很大程度上包含了适应措施，所有这些规划均来自全球 13 个南方国家。②在所评估的发展规划中，约 1/3 明确将适应措施与减贫、缩小不平等或改善社会福祉联系起来。③仅有 13 个国家至少有一项法律或政策明确将气候适应措施纳入以性别平等与社会包容视角为重点的规划中。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Climate Change Adaptation Laws and Policies: A Review of Trends, Gaps and Opportunities in 35 Countries

来源: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2026/02/Climate-change-adaptation-laws-and-policies.pdf>

## 气候政策与战略

### 欧洲气候变化科学咨询委员会为改善欧盟适应政策框架建言

2 月 17 日，欧洲气候变化科学咨询委员会 (European Scientific Advisory Board on Climate Change) 发布题为《增强气候变化韧性：针对有效的欧盟适应政策框架的建议》(Strengthening Resilience to Climate Change - Recommendations for an Effective EU Adaptation Policy Framework) 的报告，呼吁欧盟尽快加强构建一个有效且协调统一的适应政策框架。为此，该委员会提出了 5 项建议，用于指导欧盟当前的政策进程：

(1) **强制执行并协调气候风险评估。**在相关政策与决策中，欧盟应要求开展气候风险评估。为了支持欧盟采取更加协调一致的适应规划，欧盟应确立共同的气候情景 (包括共同基准) 和方法学标准，并强化将气候风险评估全面纳入企业报告、信息披露与金融监管之中。

(2) **采用统一的适应规划参考标准。**欧盟应基于共享社会经济路径 2-4.5 (SSP2-4.5) 制定一套统一的适应规划参考标准，用于应对到 2100 年相较于工业化前时期升温 2.8~3.3 °C 所带来的不断变化的物理气候风险。升温 2.8~3.3 °C 时，欧洲的气温上升速度将进一步加剧，其历史升温幅度约为全球平均水平的 2 倍，使得目前该地的气温上升速度比全球平均水平高出 1 °C。与此同时，欧盟应针对不利的排放路径 (例如 SSP3-7.0) 开展压力测试，以评估在更高风险的未来情景下，政策、投资和适应方案的稳健性。

(3) **针对欧盟气候韧性设定愿景。**在部门战略和跨部门适应目标的支持下，欧盟应立足科学、欧盟承诺与多方参与，在 2050 年前制定具有气候韧性的欧盟的明确愿景，并在此基础上制定更长期的规划。

(4) 将公平且公正的气候韧性纳入欧盟所有的政策和措施。在所有政策、规划和投资决策中，欧盟应贯彻“设计过程考虑气候韧性”的原则，构建并持续更新针对适应情况的监测、评估与学习系统。此外，欧盟还应制定适用于欧盟相关政策和措施的公平的评估框架。

(5) 动员公共与私人的适应投资，建立协调一致的机制管理气候影响成本。欧盟应通过其经济治理框架将气候风险管理纳入国家经济治理与财政规划之中，并增强下一个欧盟多年度财政框架对气候韧性的贡献。同时，欧盟还应加大努力，动员并协调私人资金，以实现气候韧性目标。另外，欧盟应支持解决日益增加的气候保险保障缺口问题，增强保险系统应对不断加剧的气候影响与风险的抵御能力，并改善危机响应与恢复工具，以应对更频繁、更严重的与气候相关的灾害。

(秦冰雪 编译)

原文题目：Strengthening Resilience to Climate Change - Recommendations for an Effective EU Adaptation Policy Framework

来源：<https://climate-advisory-board.europa.eu/news/escalating-climate-impacts-demand-urgent-coordinated-adaptation-across-the-eu>

## 加拿大气候研究所报告称加拿大尚未朝着气候目标迈进

2月13日，加拿大气候研究所（Canadian Climate Institute）发布《独立评估：关于2030年减排计划的2025年进展报告》（*Independent Assessment: 2025 Progress Report on the 2030 Emissions Reduction Plan*），通过建模分析，对加拿大2025年12月发布的《关于2030年减排计划的2025年进展报告》进行了独立评估，并提出了推动加拿大实现目标的行动建议。报告指出，加拿大现有的减排政策尚未使其朝着实现任何气候目标的方向迈进，包括2035年的减排目标和2050年的净零排放目标。相比之下，加拿大或仅能实现2030年减排目标的一半左右。

### 1 研究结论

(1) 加拿大减排进展已经放缓，且与其气候目标（包括到2030年比2005年减排40%~45%，到2035年比2005年减排45%~50%，到2050年实现净零排放）并不相符。

(2) 联邦政府的进展报告客观呈现了加拿大在减排方面的进展情况，但并未针对加拿大预期排放与气候目标之间日益扩大的差距提供充分的应对方案。

(3) 联邦政府气候计划能否成功，在很大程度上取决于少数几项需要各省合作的联邦措施的有效性，尤其是工业碳定价和甲烷监管措施。

(4) 加拿大当前的政策组合侧重于减少工业排放，但忽视了其他经济领域的减排工作。有效的工业气候政策是实现国家目标的必要手段，但远不足够，亟需向更广泛的经济领域拓展政策资源。

## 2 建议

要实现大幅减排，政府必须确保工业碳定价体系能够提供每吨二氧化碳 130 加元的有效碳信用价格，同时要使联邦范围内的气候政策更加协调一致，并制定涵盖工业和非工业排放源的互补性措施。为此，报告提出了 6 项建议：

**(1) 严格管控工业碳定价。** 联邦政府应强化联邦碳定价基准，并在地方性系统未达到联邦标准的情况下，迅速实施联邦兜底制度。

**(2) 通过坚持和执行最低国家标准，并在适当情况下采用严格且透明的等效性协议，最大限度地减少政策差异。** 此建议适用于现有政策，也适用于为使加拿大排放与气候目标保持一致而需制定的新措施。

**(3) 继续完善并建设电力基础设施，包括发电和输电设施。** 要实现与净零排放目标相一致的减排效果，电力行业必须持续进行脱碳，并扩大规模以支持其他领域的电气化转型。

**(4) 通过降低成熟清洁能源技术的前期成本，帮助消费者获得“稳妥可靠”的解决方案。** 政府应为零排放车辆、家庭电气化和能效升级提供针对性的购买补贴。

**(5) 制定具有实质性和透明度的政策，以减少农业和土地利用排放。** 加拿大政府应减少对核算贡献的依赖，加快土地和水资源的保护工作（目前进度滞后），继续资助农业有益管理实践的推广，并为基于自然的解决方案制定新的支持措施。

**(6) 修订并扩充政府所制定的衡量进展的指标。** 政府应替换那些基于已失效政策的指标，扩大现有指标的范围。例如，建筑行业应设立追踪能效提升和改造情况的指标，而石油和天然气行业应设立侧重于上游脱碳的指标。

（廖琴 编译）

原文题目：Independent Assessment: 2025 Progress Report on the 2030 Emissions Reduction Plan  
来源：<https://climateinstitute.ca/wp-content/uploads/2026/02/Climate-Institute-440-Megatonnes-Independent-Assessment-2026-2025-Progress-Report-2030-Emissions-Reduction-Plan.pdf>

## 欧洲议会通过欧盟 2040 年温室气体减排 90%目标

2 月 10 日，欧洲议会（European Parliament）表决通过了与欧盟理事会就《欧洲气候法》（*European Climate Law*）修正案达成的政治协议，新增具有约束力的 2040 年欧盟气候目标，即在 1990 年的基础上减少 90% 的净温室气体排放量，以在 2050 年实现欧盟气候中和目标。

修订后的《欧洲气候法》为实现 2040 年目标引入了灵活性。自 2036 年起，最多 5 个百分点的净减排量（比欧盟委员会提议的多 2 个百分点）可来自合作国的高质量国际碳信用额度。欧洲议会成员同时纳入保障措施，避免为不符合欧盟战略利益的项目提供资金。修订后的文本还允许使用国内永久性碳移除措施，抵消碳排放

交易体系（ETS）中难以减排领域的排放量，同时强化行业与政策工具之间的灵活性，以最具有成本效益的方式实现目标，确保绿色转型与提升欧盟竞争力同步推进。此外，欧盟碳排放交易体系第二阶段（ETS 2）的实施时间也将推迟一年，从原定的 2027 年推迟至 2028 年。ETS 2 将涵盖建筑物和道路运输中燃料燃烧产生的二氧化碳排放。

欧盟委员会将根据最新的科学数据、技术发展及欧盟工业竞争力状况，每两年评估一次实现目标的进展情况；还将考虑能源价格的趋势及其对企业 and 家庭的影响，并评估欧盟层面的净移除量与实现 2040 年目标所需的水平。

（廖琴 编译）

原文题目：EU Climate Law: A 2040 Emissions Reduction Target of 90% for the EU

来源：<https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20260205IPR33620/eu-climate-law-a-2040-emissions-reduction-target-of-90-for-the-eu>

## 气候变化事实与影响

### 多国研究强调全球温升控制在 2 °C 以内才能降低临界点风险

近年来，由于减排成效不佳，全球温升在 21 世纪 20 年代末或 21 世纪 30 年代超过 1.5 °C 的可能性日益增大，导致地球临界点被触发的风险增加。2 月 19 日，英国埃克塞特大学（University of Exeter）、挪威国际气候研究中心（Center for International Climate Research）、德国波茨坦气候影响研究所（PIK）等机构在《环境研究快报》（*Environmental Research Letters*）发表题为《超过 1.5 °C 对地球系统临界要素的影响：综述》（*The Implications of Overshooting 1.5 °C on Earth System Tipping Elements-A Review*）的文章指出，全球温升必须控制在 2 °C 以内，且需要尽快回落至 1.5 °C，才能降低地球临界点被触发的风险。

研究人员基于 2025 年发布的《全球临界点报告》，评估了全球温升超过 1.5 °C 对地球临界点的影响。结果表明，随着全球变暖加剧，地球临界点被触发的风险正持续攀升：①温升达到 1.5 °C 时，暖水珊瑚大规模死亡已被触发，北大西洋副极地环流崩溃、北方多年冻土融化、格陵兰冰盖崩塌、南极西部冰盖消融等 4 个临界点中任意 2 个组合也被触发的可能性为 33%~66%，但全部被触发的可能性小于 10%；②温升达到 2 °C 时，暖水珊瑚大规模死亡、北大西洋副极地环流崩溃、北方多年冻土融化、格陵兰冰盖崩塌、南极西部冰盖消融等 5 个临界点被触发的可能性从小于 10% 转变为 33%~66%，极地外高山冰川消融、北方森林南部枯萎、大西洋经向翻转环流减弱等临界点也面临被触发的风险；③温升达到 3 °C 时，暖水珊瑚大规模死亡、北大西洋副极地环流崩溃、北方多年冻土融化、格陵兰冰盖崩塌、南极西部冰盖消融、极地外高山冰川消融、北方森林南部枯萎、大西洋经向翻转环流减弱等 8 个临界点被触发的可能性大于 66%。研究指出，破坏临界点稳定状态的因素除了全球变

暖，还包括直接人为干扰、临界点相互作用、地球系统反馈等，目前的研究可能低估了临界点被触发的风险值。

(秦冰雪 编译)

原文题目: The Implications of Overshooting 1.5 °C on Earth System Tipping Elements - A Review

来源: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ae3cad>

## 湿地碳汇能力在气候变化与水文管理影响下显著增强

2月17日,《美国国家科学院院刊》(PNAS)发表题为《盐水—淡水梯度下气候变化与水资源管理对湿地温室气体通量的复合效应》(Compounded Effects on Wetland Greenhouse Gas Fluxes from Climate Change and Water Management Along a Saline to Freshwater Gradient)的文章表明,在气候变化与水文管理的复合影响下,盐水到淡水湿地梯度带的温室气体通量呈现高度时空异质性,区域净碳汇能力虽有提升,但其碳吸收总量仍有约43%被同时产生的甲烷排放所抵消。

盐水与淡水湿地储存着大量碳,这一特性使其作为基于自然的气候解决方案(Nature-based Climate Solutions)备受关注。然而,随着环境条件的变化与人类活动的干扰,这些生态系统既可能成为大气的碳汇,也可能转化为碳源。尽管如此,湿地在中尺度乃至全球尺度上的净气候调节潜力仍存在较大不确定性。来自美国马里兰大学帕克分校(University of Maryland, College Park)、耶鲁大学(Indian Institute of Science)、佛罗里达国际大学(Florida International University)等机构的研究人员,采用数据驱动方法,将地面与机载通量测量相结合,并基于500米分辨率卫星地表反射率数据,探究了美国佛罗里达州南部盐水到淡水梯度带上的湿地二氧化碳和甲烷通量。

结果表明:①区域沿海与淡水湿地的年净二氧化碳当量吸收能力显著增强,从2003年的 $-7.0 \pm 3.3$  MMT CO<sub>2</sub>eq y<sup>-1</sup>(每年百万吨二氧化碳当量)提升至2020年的 $-8.4 \pm 3.8$  MMT CO<sub>2</sub>eq y<sup>-1</sup>,累计增幅达18%,年均吸收速率达 $-0.06 \pm 0.01$  MMT CO<sub>2</sub>eq y<sup>-1</sup>。②从全年来看,整个区域湿地排放的甲烷平均抵消了约43%的二氧化碳吸收量。这一比例在不同生态系统间差异显著,红树林(Mangrove)为16%,盐沼(Saltmarsh)达30%,淡水沼泽(Freshwater Marsh)则高达82%。③易受飓风及沿海水文影响的红树林,其碳吸收能力反而更强;而实施淡水水文恢复管理的锯齿草(Freshwater Sawgrass)沼泽,却表现出更高的碳排放。该研究强调,恢复水文流动至关重要,其通过增强有氧条件,能够在减少淡水沼泽甲烷排放的同时,促进健康及恢复中的红树林对二氧化碳的最大化吸收。

(董利苹 杜海霞 编译)

原文题目: Compounded Effects on Wetland Greenhouse Gas Fluxes from Climate Change and Water Management Along a Saline to Freshwater Gradient

来源: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2513685123>

## 冰川作用增强与千年尺度气候变率的起始密切相关

2月19日,《科学》(*Science*)发表题为《千年尺度气候变率随北半球冰川作用的增强而开始》(Onset of Millennial Climate Variability with the Intensification of Northern Hemisphere Glaciation)的文章表明,约270万年前北半球冰盖的扩张,不仅标志着第四纪冰期的开始,更触发了地球气候系统在千年尺度上的剧烈波动。

约270万年前,地球气候进入了一个关键的转折点。随着北半球冰川作用的增强,延续至今的第四纪冰期-间冰期旋回正式开启。尽管已有大量研究聚焦于轨道尺度的冰川演化,而对千年尺度气候变率(Millennial Climate Variability, MCV)的起源和演变了解有限。来自英国剑桥大学(University of Cambridge)、美国得克萨斯农工大学(Texas A&M University)、布朗大学(Brown University)等机构的研究人员,基于伊比利亚边缘(Iberian Margin)的海洋沉积物记录,探讨了在北半球冰川作用增强期,千年尺度气候变率的演化过程。

结果表明:①约270万年前,随着北半球冰盖扩张,冰期千年尺度气候变率开始出现。②北半球冰川作用增强不仅引入了千年尺度气候变率,还改变了气候系统对轨道驱动响应。地轴倾斜(Oblliquity)的影响显著增强,取代岁差(Precession)成为主导。③千年尺度事件的发生与北大西洋海底的冰筏碎屑沉积在时间上高度吻合,表明海洋末端冰盖的扩张是关键驱动因素。④千年尺度气候变率一旦形成,自此便成为第四纪冰期气候的内在特征。该研究还强调,北半球冰川作用对多时间尺度气候变率具有深远影响。

(董利苹 杜海霞 编译)

原文题目: Onset of Millennial Climate Variability with the Intensification of Northern Hemisphere Glaciation

来源: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ad7970>

## 德机构绘制南极冰盖流域临界风险地图

南极冰盖是地球上最大的冰体,当其全部融化时,全球海平面将上升约60米。随着全球变暖,南极冰盖极易受到放大反馈机制的影响,冰层质量加速流失。2月16日,德国波茨坦气候影响研究所(PIK)、马克斯·普朗克地球人类学研究所(Max Planck Institute of Geoanthropology)和波茨坦大学(University of Potsdam)等机构在《自然·气候变化》(*Nature Climate Change*)发表题为《全球变暖背景下绘制南极冰盖流域临界风险地图》(Mapping Tipping Risks from Antarctic Ice Basins Under Global Warming)的文章指出,南极冰盖流域对全球变暖的响应呈现显著差异,部分流域的冰盖随温度升高而逐渐消融,而其他部分流域的冰盖则具有临界温度阈值。

研究人员利用并行冰盖模型(Parallel Ice Sheet Model, PISM),分析了南极冰盖18个独立流域对全球变暖的响应,并量化了其发生最大冰量损失对应的温度阈值以及

对全球海平面上升的贡献，进一步揭示了关键驱动机制。结果表明：南极冰盖部分流域呈现“渐进式消退”特征，而其他流域具有可量化的温度阈值，呈现“突变型失稳”特征。具体来看：①在当前变暖（全球温升比工业化前水平高出 1.3 °C）水平下，南极洲西部的思韦茨/松岛、罗恩、罗斯西部等 3 个冰盖已经达到临界状态，其中，思韦茨/松岛冰盖冰量损失达到 70%，导致海平面上升 0.9 米；②当变暖 2~3 °C 时，南极洲东部库克/宁尼斯/默茨冰盖将损失 40% 的冰量，导致海平面上升 1.2 米，随着温度进一步升高（6~7 °C），该区域将继续损失 30% 的冰量，使得海平面再上升 0.9 米；③当变暖超过 6 °C 时，南极洲东部冰盖几乎全部达到临界状态，冰层融化后，导致海平面上升 26 米；④当变暖达到 10 °C 时，南极洲将长期处于无冰状态。研究人员强调，南极冰盖并非单一的临界元素，应该被视为相互作用的临界网络。这一研究进一步揭示南极地区的脆弱性，强调迅速减少温室气体排放对防止冰盖流失的重要性。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Mapping Tipping Risks from Antarctic Ice Basins Under Global Warming

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-025-02554-0>

## 气候变化减缓与适应

### 国际能源署发布《清洁能源技术供应链数据》报告

2 月 24 日，国际能源署（IEA）发布《清洁能源技术供应链数据》（*Clean Energy Technology Supply Chain Data*）报告指出，在电力时代，能源安全与清洁能源技术及其制造设备和材料的供应链密切相关。该报告为全球清洁能源联盟（Global Clean Power Alliance）“供应链使命”（Supply Chains Mission）提供参考，旨在推动加强清洁电力供应链的实用解决方案。报告的主要结论包括以下 4 个方面：

**（1）清洁能源技术与能源安全。**在电力时代，能源安全与保障清洁能源技术及其制造所需设备与材料的供应链密切相关。随着全球各国积极推进能源转型，大力投资清洁能源技术的部署与制造，详细了解其供应链的重要性日益凸显。高质量、及时的数据对于理解这些供应链、识别并解决潜在脆弱性至关重要。目前，许多清洁能源技术供应链高度集中，容易受到贸易限制、冲突及自然灾害等多种因素的干扰，从而加剧能源安全风险。

**（2）数据挑战与现状分析。**当前，全球范围内仍缺乏权威的一站式清洁能源技术供应链数据源。不同数据源（包括公共和专有数据）在质量、覆盖范围和及时性上存在差异，且清洁能源技术发展迅速，要求数据收集系统需紧跟技术迭代、资源可用性和成本结构的变化。现有数据在矿产资源储备、生产水平、产能、贸易、价格及投资等多个方面存在不足，尤其是在新兴市场和发展中经济体的数据更为匮乏。

**（3）数据质量与可用性评估。**清洁能源技术供应链数据在多个维度上存在质量

问题，包括相关性、准确性、可信度、及时性、可访问性、可解释性、一致性和可比性以及成本效益。例如，数据可能不够详细，无法满足用户需求；估算数据可能存在偏差，无法准确反映实际情况；行业报告和新闻报道等非标准数据源的使用，降低了数据的可比性和一致性。此外，高昂的商业数据订阅费用，进一步限制了数据的可访问性，这一问题在发展中经济体表现尤为突出。

**（4）政策建议与政府行动。**为改善清洁能源技术供应链数据的可用性和质量，政府需采取以下多项措施：①确保健全的数据收集监管框架，指定专门机构负责协调数据收集工作，投资关键供应链的详细映射工具，并探索使用现有行政数据来补充统计数据。②推动数据交换机制，强制新矿业特许权和战略重要性新生产设施进行详细数据报告，并进行成本效益分析以决定数据收集活动的执行方式。③明确数据收集责任，参与国际标准制定，与行业和学术界合作，支持对发展中经济体的数据收集系统，并推动数据采购的国际聚合。

（刘莉娜 编译）

原文题目：Clean Energy Technology Supply Chain Data

来源：<https://www.iea.org/reports/clean-energy-technology-supply-chain-data>

## 恩博智库称地热能正成为欧洲可推广的低碳解决方案

2月9日，全球能源智库恩博（Ember）发布题为《热门话题：欧洲的地热能》（*Hot Stuff: Geothermal Energy in Europe*）的报告指出，深层钻探和增强型地热系统（Enhanced Geothermal Systems, EGS）的技术突破可能会释放整个欧洲大陆的巨大产能，使得地热发电有潜力取代欧盟高达42%的燃煤与燃气发电。报告的主要内容如下：

（1）欧洲需要稳定、低碳的电力供应并减少对化石燃料的依赖，钻探和储层工程的进步，正为欧洲更多地区释放地热能的巨大潜力。目前，欧盟增强型地热能的开发潜力约为43 GW（吉瓦），其开发成本低于100欧元/兆瓦时（€/MWh），与煤炭和天然气的发电成本相当。若加以部署，这些项目每年可提供约301 TWh（太瓦时）的电力。

（2）技术手段使得地热能可在欧洲大部分地区提供可扩展的清洁电力。欧洲范围内地热能成为一种具有竞争力、稳定的低碳电力来源。然而，这些技术进步在很大程度上并未受到重视，人们仍然普遍认为地热能在欧洲大部分地区并不可用。

（3）欧洲在地热能发展的早期阶段发挥了重要作用，但随着其他地区将这些理念转化为成功商业实践，欧洲的领先地位正在发生转变。欧洲需要将其技术专长与政策和投资力度相结合，以引领地热能应用的下一阶段发展。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Hot Stuff: Geothermal Energy in Europe

来源：<https://ember-energy.org/latest-insights/hot-stuff-geothermal-energy-in-europe/>

## 英国皇家学会报告称工业废热再利用可加速实现净零排放

2月10日，英国皇家学会（The Royal Society）发布题为《释放热能：工业废热的捕集、储存与再利用》（*Unlocking Thermal Energy: Capture, Storage and Re-use of Industrial Waste Heat*）的报告，探讨了工业废热的捕集、输送、储存与再利用路径，旨在助力脱碳进程、提升工业生产力与竞争力，并为家庭和企业开辟新的低碳热源。

工业废热是指工业生产过程中产生的未被用于生产活动而被直接排放到环境中的热能。英国基础工业领域的热能损耗问题尤为突出，涉及钢铁、水泥、化工、玻璃、造纸和陶瓷等行业。在这些行业中，原材料会被加热至400~2000℃的温度，然后冷却。在英国迈向净零排放目标的过程中，采用清洁能源并通过改进设计等能效提升措施，将减少部分热能损耗，但仍有大量能源会以热能的形式继续流失。新的废热来源也将出现，包括电解制氢、碳捕集与封存以及数据中心等产生的废热。

报告提出了一种热能再利用方法，即将热量从高温源头依次传递给较低温度的终端用户。热量首先可以在现场得到利用，然后在不同产业集中布局的工业集群中加以利用，最后用于建筑物内的供暖等低温用途。实现大规模的热能再利用将需要：①高效的热捕集和交换系统；②能够在不同温度范围内传输热能的热网络；③用于储存热能以平衡供需的系统，并增强系统的韧性和可靠性。为了实施热能再利用系统，报告建议：

（1）**将工业热能效率与再利用纳入国家脱碳及工业战略。**将热能效率与再利用技术纳入净零排放转型进程，正迎来机遇窗口期。将热能效率与燃料转换及更广泛的工业战略相结合，将有助于增强工业竞争力，并支持英国脱碳目标。

（2）**评估工业废热与热能需求。**了解英国的余热资源与热能需求及其随空间与时间的变化情况，将是制定提高效率 and 释放热能再利用协同效益策略的第一步。

（3）**支持技术研发与部署。**研发与示范项目将加速热能效率提升相关技术的应用与投资，同时也为英国自主研发的技术创造出口机遇。

（4）**为构建高效的热能再利用系统制定治理与金融机制。**需要建立适当的监管与金融机制，以支撑废热捕集、输送、储存和交易系统的建立与运行。

（廖琴 编译）

原文题目：Unlocking Thermal Energy: Capture, Storage and Re-use of Industrial Waste Heat  
来源：<https://royalsociety.org/news-resources/projects/low-carbon-energy-programme/thermal-energy/>

## 《科学》刊文指出森林在气候适应中具有多重调节作用

2月12日，《科学》（*Science*）发表题为《超越减缓：森林在气候适应中的作用》（*More Than Mitigation: The Role of Forests in Climate Adaptation*）的文章，探讨了森林在全球和局部气候调节中的作用及其在气候适应与减缓中的角色。结果显示，森林在调节气候、促进人类健康以及提升社会经济韧性方面具有显著效益。

森林通过影响全球和局部温度来调节气候，进而影响人类福祉。了解树木和森林对气候影响的差异，对于确保恢复和保护当地生计，以及应对日益恶劣的气候条件至关重要。对此，来自瑞士苏黎世联邦理工学院（ETH Zürich）、美国大自然保护协会（The Nature Conservancy）、荷兰根特大学（Ghent University）等机构的研究团队，通过文献综述，讨论了森林调节气候的尺度依赖机制，重点强调了森林对全球气候减缓和局部适应的重要贡献。

研究发现：①森林对温度调节具有重要影响。在局部尺度上，森林具有调节温度的作用，在温暖条件下起到降温作用，在寒冷条件下则起到保暖作用；在全球尺度上，森林通过碳吸收对全球气候产生冷却效应，但其低反照率特性在某些区域也可能引发升温。②森林对水文循环具有复杂调控作用。例如，森林通过增强降雨截留、蒸散作用和云层形成等方式影响水循环，在湿润地区降低洪水风险，而在较干燥气候条件下往往会减少河流径流，尤其在干旱地区更为明显。③森林对人类福祉具有多维贡献。例如，森林通过调节温度、改善空气质量和减少疾病传播媒介，显著提升人类健康水平。同时，森林通过温度缓冲和减少极端天气事件对农作物的影响，促进粮食安全。此外，森林通过减少能源需求、降低洪水损失和提升生态系统服务价值，对经济产生广泛积极影响。未来研究需进一步量化不同森林类型和空间配置对云形成和降水的影响，加强局部尺度生物物理和社会环境异质性的数据收集，并评估不同社会群体适应环境变化的能力。

（刘莉娜 编译）

原文题目：More Than Mitigation: The Role of Forests in Climate Adaptation

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.ads4361>

## 瑞士研究称全球剩余碳预算将于 2027 年耗尽

2月13日，《自然·通讯》（*Nature Communications*）发表题为《使用与国家温室气体排放清单（NGHGs）一致的碳预算追踪国家层面的减排进展》（Tracking Country-level Mitigation Progress Using NGHGI-consistent Carbon Budgets）的文章显示，在 1.5 °C 温度升高目标下，全球剩余碳预算将于 2027 年耗尽。

各国剩余碳预算（Remaining Carbon Budget, RCB）为评估国家减排努力提供了重要基准。然而，各国的 RCB 估算值与国家温室气体清单（National Greenhouse Gas Inventories, NGHGI）中的二氧化碳核算值并不一致。来自瑞士苏黎世联邦理工学院（Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, ETH Zurich）的研究人员统一了 RCB 与 NGHGI 中的二氧化碳核算标准，解决了这一矛盾。该研究还基于 2024 年和 2025 年的 NGHGI 数据，使用统一的二氧化碳核算标准，估算并预测了全球 RCB。研究结果显示：①在 1.5 °C 温度升高目标下，统一的二氧化碳核算标准将把全球 RCB 消减约 100 Gt CO<sub>2</sub>（十亿吨二氧化碳）；②在 2 °C 温度升高目标下，统一的二氧化碳核算标准将把全球 RCB 消减约 200 Gt CO<sub>2</sub>；③在统一的二氧化碳核算标准下，预计

1.5 °C温度升高目标下的全球 RCB 将于 2027 年耗尽；④该研究为各国提供了符合其 NGHGI 的 RCB；⑤遵循《巴黎协定》公平原则，2025 年，全球有 64~85 个国家可能已超出其 1.5 °C 温度升高目标下的减排份额。该研究提出的追踪国家层面减排进展的框架将使 RCB 计算在方法论上更加稳健。

（董利莘 编译）

原文题目：Tracking Country-level Mitigation Progress Using NGHGI-consistent Carbon Budgets

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-026-69078-9>

## 前沿研究动态

### 再造林抵消化石燃料排放的净零路径未能实现等效气候效果

2 月 25 日，《通讯·地球与环境》（*Communications Earth & Environment*）发表题为《化石燃料二氧化碳排放与基于再造林的二氧化碳移除在净零路径中的气候结果失衡》（*Imbalances in Climate Outcomes in Net-zero Pathways with Fossil Fuel CO<sub>2</sub> Emissions and Reforestation-based CO<sub>2</sub> Removals*）的文章表明，受碳循环反馈与生物地球物理效应的影响，通过再造林来抵消化石燃料排放，其气候效果难以与直接减排等价。

作为一项重要的基于自然的气候解决方案（Nature-based Climate Solution），再造林在助力实现二氧化碳净零排放中发挥着关键作用。然而，依赖再造林移除二氧化碳来抵消化石燃料排放，可能无法实现与直接避免这些排放真正等同的气候效应。来自加拿大西蒙菲莎大学（Simon Fraser University）和康考迪亚大学（Concordia University）的研究人员，通过地球系统模型（Earth System Model），探讨了不同排放路径所导致的气候结果。

结果表明：①用再造林抵消等量排放的净零排放路径（Net-zero Pathways），非但未能实现与直接避免排放相当的气候效果，反而推高了大气二氧化碳浓度与全球地表气温。②大气二氧化碳浓度的显著攀升，源于碳循环（Carbon Cycle）反馈。而由此导致的额外升温，又被再造林的生物地球物理效应（Biogeophysical Effects）所放大。③如果没有再造林的生物地球物理效应，净零排放路径的升温幅度将远小于当前水平。该研究强调，亟需完善核算方法，以准确评估再造林对碳循环与气候的真实影响。

（董利莘 杜海霞 编译）

原文题目：Imbalances in Climate Outcomes in Net-zero Pathways with Fossil Fuel CO<sub>2</sub> Emissions and Reforestation-based CO<sub>2</sub> Removals

来源：<https://www.nature.com/articles/s43247-026-03329-x>

## 《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