

科学研究动态监测快报

2022 年 8 月 5 日 第 15 期 (总第 345 期)

气候变化科学专辑

- ◇ 国际可再生能源署发布可再生能源统计及发电成本两份报告
- ◇ 欧盟创新基金资助 18 亿欧元用于大型清洁技术项目
- ◇ 英国资助 5440 万英镑开发创新碳去除技术
- ◇ 气候政策倡议组织发布《甲烷减排融资概览》报告
- ◇ 国际可持续发展研究所分析能源转型对新兴经济体的财政影响
- ◇ 研究提出日本水泥和混凝土到 2050 年实现净零排放的策略
- ◇ 研究发现 1979 年以来中国热浪相关的死亡人数急剧增加
- ◇ 气候变化或致森林恢复能力普遍下降
- ◇ 气候变暖导致以雪为主导的生态系统功能普遍发生变化
- ◇ 气候变化对热带山脉冰川的影响与极地冰川一致
- ◇ 科学家提出极端事件下全球粮食安全的研究重点
- ◇ 英研究称 1990 年以来碳捕集与封存能力被高估 30%
- ◇ 研究发现至 2100 年欧盟森林碳汇潜力将大幅降低
- ◇ 研究呼吁将热带森林碳储存与生物多样性保护相结合

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

国际可再生能源署发布可再生能源统计及发电成本两份报告..... 1

气候变化减缓与适应

欧盟创新基金资助 18 亿欧元用于大型清洁技术项目..... 3

英国资助 5440 万英镑开发创新碳去除技术..... 3

气候政策倡议组织发布《甲烷减排融资概览》报告..... 4

国际可持续发展研究所分析能源转型对新兴经济体的财政影响..... 5

研究提出日本水泥和混凝土到 2050 年实现净零排放的策略..... 6

气候变化事实与影响

研究发现 1979 年以来中国热浪相关的死亡人数急剧增加..... 7

气候变化或致森林恢复能力普遍下降..... 8

气候变暖导致以雪为主导的生态系统功能普遍发生变化..... 8

气候变化对热带山脉冰川的影响与极地冰川一致..... 9

前沿研究进展

科学家提出极端事件下全球粮食安全的研究重点..... 10

前沿研究动态

英研究称 1990 年以来碳捕集与封存能力被高估 30%..... 11

研究发现至 2100 年欧盟森林碳汇潜力将大幅降低..... 11

研究呼吁将热带森林碳储存与生物多样性保护相结合..... 12

本期热点

国际可再生能源署发布可再生能源统计及发电成本两份报告

7月，国际可再生能源署（IRENA）发布题为《2022年可再生能源统计》（*Renewable Energy Statistics 2022*）和《2021年可再生能源发电成本》（*Renewable Power Generation Costs in 2021*）的报告。《2022年可再生能源统计》报告介绍了2011—2020年全球可再生能源发电量的主要趋势，指出2020年全球可再生能源发电量为7468 TWh（太瓦时），占全球发电总量的27%，比2019年的25.9%增长了1.8%。《2021年可再生能源发电成本》报告介绍了可再生能源发电的成本概况，指出2021年新增的可再生能源可使2022年的全球发电成本降低至少550亿美元。本文整理了两份报告的主要结论，以供参考。

1 可再生能源发电量

（1）2020年，可再生能源发电总量为7468 TWh。其中，水电约占59%（4356 TWh），风能发电、太阳能发电、生物质能发电、地热能发电和海洋能发电分别为1589 TWh、844 TWh、584 TWh、95 TWh和1 TWh。在生物质能发电中，70%的发电量（406 TWh）来自固体生物燃料，16%（97 TWh）来自沼气，13%（73 TWh）来自城市垃圾，1%（8 TWh）来自液体生物燃料。

（2）2020年，可再生能源发电总量比2019年增加512 TWh，增长7.4%。其中，太阳能发电和风电分别增长了22%和12%。自2016年以来，这两种能源的增长共占可再生能源增长的73%。2020年，水力发电量为155 TWh，比2019年的48 TWh增加了2倍。

（3）2020年，亚洲可再生能源发电增加最多，增加了236 TWh。亚洲可再生能源发电在全球可再生能源发电中的占比也继续增加，达到42%。欧洲和北美洲的占比分别为19%和18%，其次是南美洲（11%）、欧亚大陆（5%）、非洲（2%）、大洋洲（1%）以及中美洲和加勒比地区（<1%）。

（4）2020年，大多数地区的水力发电量有所增加，但中东减少了9 TWh，大洋洲减少了2 TWh。亚洲增加了75 TWh，在全球水力发电中增加最多。亚洲和北美洲风能发电增加最多，分别增加了64 TWh和50 TWh；其次是欧洲，增加了47 TWh。亚洲太阳能发电量增长也占了全球太阳能发电量增长的大部分，在全球太阳能发电增加的154 TWh中，亚洲太阳能发电增加了78 TWh。

2 可再生能源发电成本

（1）2021年，新投产的太阳能光伏发电（PV）、陆上和海上风电项目的全球加

权平均成本有所下降。尽管材料和设备价格在 2021 年上升，但转嫁到总安装成本方面存在显著的滞后。

(2) 2021 年，新投产的公用事业规模太阳能光伏发电的全球加权平均平准化度电成本 (levelised cost of electricity, LCOE) 同比下降 13%，从 0.055 美元/kWh (千瓦时) 降至 0.048 美元/kWh。继 2020 年有两座集中式太阳能发电 (concentrating solar power, CSP) 厂投产之后，2021 年只有一座 CSP 电厂投产，部署规模仍然有限，每年的成本变化也不稳定。新的 CSP 电厂的平均 LCOE 比 2020 年高 7% 左右。

(3) 2021 年，新增陆上风电项目的全球加权平均 LCOE 同比下降 15%，从 2020 年的 0.039 美元/kWh (千瓦时) 降至 0.033 美元/kWh。2021 年，中国新增陆上风电装机容量最大，而且与其他国家的趋势相反，中国的风力涡轮机价格有所下降。不包括中国在内的新增陆上风电项目的电力成本同比下降 12% 至 0.037 美元/kWh。2021 年，全球海上风电市场出现前所未有的扩张，新增装机容量达到 21 GW (吉瓦)。由于中国新增装机容量的增加，全球加权平均电力成本同比下降 13%，从 0.086 美元/kWh 降至 0.075 美元/kWh。

(4) 2010—2021 年，可再生能源的竞争力显著提高。2010—2021 年，新投产的公用事业规模太阳能光伏项目的全球加权平均 LCOE 下降了 88%，陆上风电和 CSP 分别都下降了 68%，海上风电则下降了 60%。

(5) 2021 年，新的公用事业规模太阳能光伏发电和水力发电的全球加权平均 LCOE 比最便宜的新化石燃料发电方案低 11%，而陆上风电的全球加权平均 LCOE 比最便宜的新化石燃料发电方案低 39%。全球地热和生物能源的平均价格仍然比最便宜的化石燃料发电方案高，但其提供了安全的供应，而且在非经合组织地区具有很强的竞争力。

(6) 鉴于化石燃料出现的价格危机，2022 年可再生能源带来的好处将是前所未有的。2021 年，欧洲新增太阳能和风能每千瓦时发电量的全生命周期成本将比 2022 年化石燃料的边际发电成本平均至少低 4~6 倍。在全球范围内，2021 年新增的可再生能源产能可使 2022 年的发电成本降低至少 550 亿美元。2022 年 1—5 月，欧洲仅太阳能和风能发电就避免了至少 500 亿美元的化石燃料进口。

(7) 数据表明，迄今为止见证的材料成本增加并未全部转化为设备的价格。这表明 2022 年的价格压力将比 2021 年更加明显，2022 年，更多市场的总安装成本可能还会上升。

(廖琴 编译)

参考文献：

[1] Renewable Energy Statistics 2022.

<https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Energy-Statistics-2022>

[2] Renewable Power Generation Costs in 2021.

<https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>

气候变化减缓与适应

欧盟创新基金资助 18 亿欧元用于大型清洁技术项目

7 月 12 日，欧盟委员会 (European Commission) 宣布将通过创新基金 (Innovation Fund) 向 17 个大型清洁技术创新项目资助 18 亿欧元，涉及水泥、化学品、氢能、炼油、零件制造、可再生能源、碳捕集与封存等。项目资助的主要内容如下：

(1) **水泥** (4 个项目)：在水泥厂部署第二代氧燃料碳捕集工艺，并将其作为进一步加工成合成甲醇的原料；创建端到端 (end-to-end) 的碳捕集与封存链；捕集石灰生产过程中废气排放的二氧化碳，并将其永久储存在法国的海洋地质层中；建设保加利亚首个全链条的碳捕集与封存项目，通过陆上和海上管道系统，将水泥厂的二氧化碳捕集设施与黑海上的枯竭气田储存点连接起来。

(2) **化学品** (3 个项目)：化学回收塑料用作炼油厂的原料；创建瑞典首个甲醇工厂，将二氧化碳、可再生氢气和沼气转化为甲醇；用纸浆生产一种新的纤维，在纺织应用中取代聚酯纤维。

(3) **氢能** (3 个项目)：通过海上风电提供的电解槽，进行绿色氢能的生产、分配和利用；可再生氢气生产；处理不可回收的固体废物，并主要将其转化为氢气。

(4) **炼油** (2 个项目)：建造和运营世界上首个商业规模的生物燃料生产设施，将林业废物转化为先进的第二代生物燃料和生物炭；利用热电联产 (Combined Heat and Power, CHP) 工厂收集的二氧化碳，建造一个合成可持续航空燃料的大规模生产设施。

(5) **用于储能或可再生能源生产的零件制造** (3 个项目)：创建一个电化学电池系统制造创新工厂，以提供短期电力存储；建立一个基于创新异质结技术的光伏制造厂；建造一个锂离子回收厂，提供电池原材料的二次来源。

(6) **可再生能源** (1 个项目)：建造和运营一个海上风电场，实施涡轮机和氢气的创新解决方案。

(7) **碳捕集与封存基础设施** (1 个项目)：建造一个高度可扩展的陆上碳矿物储存终端，估计总储存能力为 8.8 亿吨二氧化碳。

(刘燕飞 编译)

原文题目：Innovation Fund: EU Invests €1.8 Billion in Clean Tech Projects

来源：https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_4402

英国资助 5440 万英镑开发创新碳去除技术

7 月 8 日，英国商业、能源和产业战略部 (BEIS) 宣布向 15 个项目资助 5440 万英镑，用于开发创新的碳去除技术项目。该资助涉及 4 种主要的温室气体去除技术，包括直接空气碳捕集 (DAC)、生物能源碳捕集与封存 (BECCS)、生物炭和海洋碳汇。

(1) **直接空气碳捕集**。直接空气碳捕集和矿化试点工厂的建造、运行、测试、改进和评估；自然风驱动的膜气体吸收技术开发；“反向煤炭”（Reverse Coal）工程自然解决方案试点；节能、无热、可持续运行的直接空气捕集系统试点；核热能驱动的直接空气捕集示范工厂开发；高温耐用、无毒液体吸收剂开发。

(2) **生物能源碳捕集与封存**。先进生物燃料解决方案示范工厂的建造、调试和运营；设计并交付英国首个商业规模的生物质废物气化设施碳捕集试点工厂；模块化、经济高效的生物质碳捕集与制氢系统示范。

(3) **生物炭**。创建世界上首个完全集成的生物炭系统平台；“生物废料转化为生物炭”方法的可行性试验；基于生物质热解的热点联产系统的设计、建造与测试；用于畜牧业甲烷捕集与利用的垂直养殖系统开发；小型生物炭热解处理设施开发。

(4) **海洋碳汇**。开发海水碳解锁与去除（Seawater Carbon Unlocking and Removal, SeaCURE）系统，从海水中去除 90% 以上的二氧化碳，以增强大气和海水之间的二氧化碳梯度，并显著增加从大气中去除的二氧化碳量。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Projects Developing Innovative Carbon Removal Tech Benefit from over £54 Million Government Funding
来源：<https://www.gov.uk/government/news/projects-developing-innovative-carbon-removal-tech-benefit-from-over-54-million-government-funding>

气候政策倡议组织发布《甲烷减排融资概览》报告

7月6日，气候政策倡议组织(CPI)发布题为《甲烷减排融资概览》(*The Landscape of Methane Abatement Finance*)的报告，首次评估了全球在甲烷减排活动方面的投资，指出尽管迄今为止近一半的全球净变暖由甲烷造成，但用于甲烷减排措施的投资在2019—2020年仅占气候融资总额的近2%，即略高于110亿美元。如果要满足每年1100亿美元的私人 and 公共资源需求，需要将甲烷减排投资至少增加10倍。

报告侧重于化石燃料、废物（固体废物和废水）以及农业、林业和土地利用部门的甲烷减排，这些部门的甲烷排放量占到人为甲烷排放总量的95%。报告指出，目前有针对性的甲烷减排投资不足以将全球变暖限制在1.5℃以内，并且目前有限的投资没有针对减排潜力最大的地区或部门。报告的主要结论包括：

(1) 考虑到其减缓气候变化的潜力，用于甲烷减排措施的投资严重不足。低碳交通等具有类似减缓潜力的气候变化解决方案，虽然获得的投资也不足，但其投资是甲烷减排措施的15倍，太阳能和风能等解决方案获得的投资是甲烷减排措施的26倍。

(2) 到2030年，化石燃料部门的甲烷减排潜力最大，但迄今为止获得的甲烷减排投资最少。82%的人为甲烷排放来自化石燃料和农业部门，而化石燃料部门获得的甲烷减排投资不到1%（1亿美元）。近2/3的甲烷减排投资用于废物处理部门。

(3) 从区域来看，大部分甲烷排放来自东亚和太平洋地区，2019—2020年的甲烷减排投资大部分也集中在该地区。然而，其他地区也存在巨大的减排潜力，特

别是在拉丁美洲和加勒比地区以及撒哈拉以南非洲地区，这两个地区的甲烷排放量分别位居第二和第三，它们一共获得 6% 的甲烷减排投资。

(4) 私营部门的甲烷减排融资金额占大多数，特别是在较成熟的部门（例如某些废物转化为能源技术），这些部门已经确立了大规模的商业可行性。在公共部门，发展金融机构是关键的融资来源，占 2019—2020 年所有甲烷减排融资的 13%。

尽管存在具有成本效益和市场就绪的减排解决方案，但决策者和投资者并未优先考虑减少甲烷的商业和政策战略。《全球甲烷承诺》（*Global Methane Pledge*）汇集了近 120 个国家，以支持减少甲烷排放。在此基础上，各国应制定具体的甲烷减排计划和融资战略，以利用甲烷减排的快速减缓效益。

（廖琴 编译）

原文题目：The Landscape of Methane Abatement Finance

来源：<https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/the-landscape-of-methane-abatement-finance/>

国际可持续发展研究所分析能源转型对新兴经济体的财政影响

7 月 7 日，国际可持续发展研究所（International Institute for Sustainable Development, IISD）发布题为《繁荣与萧条：6 个大型新兴经济体逐步淘汰化石燃料的财政影响》（*Boom and Bust: The Fiscal Implications of Fossil Fuel Phase-out in Six Large Emerging Economies*）的报告表示，在全球逐步淘汰化石燃料的大环境下，巴西、俄罗斯、印度、印度尼西亚、南非和中国 6 个依赖化石燃料的新兴经济体在 2030 年和 2050 年可能会出现 2780 亿美元和 5700 亿美元的收入缺口，因此，这些国家需要及时调整财政战略，避免因化石燃料逐步淘汰导致经济倒退。报告提出的新兴经济体能源转型时缓解财政问题的关键措施主要包括：

(1) 依据各国国情和经济发展情况采取有效措施。包括成立监测气候变化和研究气候政策影响的独立机构；为贫困社区和个体建立相应补偿体系（税收减免等）；健全法律体系以确保既得利益者不主导决策等。

(2) 鼓励消费者转向清洁能源。包括取消化石燃料补贴，同时给无法直接取消补贴的能源弱势群体发放能源补助；适当增加现有的化石燃料税点，并考虑提高化石燃料价格。

(3) 促进经济多元化发展。包括改善投资环境，发展新的产业和出口商品；鼓励高生产率、低排放的部门进一步提高生产能力；建立更加灵活、更能抵御外部冲击的经济体系。

(4) 拓展财政收入渠道。包括征收碳税，并提高碳税税率；对公路运输部门征收道路使用税、燃油车辆登记税、道路拥堵税等；谨慎制定清洁能源方面的税收措施；征收电力税，并提高高收入群体和特定行业的税点。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Boom and Bust: The Fiscal Implications of Fossil Fuel Phase-out in Six Large Emerging Economies

来源：<https://www.iisd.org/publications/report/fossil-fuel-phase-out-briics-economies>

研究提出日本水泥和混凝土到 2050 年实现净零排放的策略

7 月 18 日,《自然 通讯》(*Nature Communications*)发表题为《有效利用水泥和混凝土减少对供应侧技术的依赖以实现净零排放》(*Efficient Use of Cement and Concrete to Reduce Reliance on Supply-side Technologies for Net-zero Emissions*)的文章,分析了日本水泥和混凝土产生的二氧化碳排放与吸收特征,并提出了到 2050 年实现水泥和混凝土净零排放的 16 种策略。

水泥和混凝土循环脱碳战略严重依赖供应侧技术,包括碳捕集与封存(CCS),单忽略了需求侧干预的机会。来自日本国立环境研究所(National Institute for Environmental Studies)、澳大利亚悉尼科技大学(University of Technology Sydney)、比利时安特卫普大学(University of Antwerp)等机构的研究人员通过使用动态物质流分析(material flow analysis, MFA)模型和量化混凝土每个过程碳排放与碳吸收的物理化学模型(physicochemical model),对日本水泥和混凝土演变趋势及相关的碳排放与吸收进行了分析,并在此基础上综合考虑水泥和混凝土供需双方跨领域减碳战略,探索了到 2050 年日本实现净零排放的 16 种策略。

研究结果包括:①水泥和混凝土利用现状。2019 年,日本生产了 284 Mt(百万吨)混凝土和泥浆(以下简称混凝土)来满足建筑和基础设施的需求,其中包括的水泥、配料水、原始骨料和再生骨料分别占 14%、8%、78%和 1%。②水泥和混凝土产生的二氧化碳排放与吸收现状。2019 年,日本水泥和混凝土产生了 34.1 MtCO₂,约占日本二氧化碳排放总量的 3%,其中,水泥生产、运输和现场混凝土浇筑分别占 83%、9%和 5%;混凝土碳化吸收的二氧化碳达到 8.2 MtCO₂,相当于混凝土相关碳排放量的 24%,约占日本碳排放总量的 1%。③最终需求和库存动态。水泥和混凝土需求的 80%左右由家庭消费驱动,其余是政府支出和出口。混凝土累计存量在整个 20 世纪呈现增加趋势,2000 年其累计量达到 15 Gt(10 亿吨),人均累计量达到 115 t(吨);到 21 世纪,其增长趋于稳定,过去 10 年(2010—2019)其累计量约为 17 Gt,人均累计量约为 130 t 左右。④水泥和混凝土供需侧的减排潜力。供应侧的一系列减排努力可以将 2050 年二氧化碳排放量在基准水平上减少 80%,其余 20%的减排差距可以通过建筑环境中有效使用水泥和混凝土来弥补,同时强调将需求侧干预纳入脱碳战略。

研究人员考虑了 16 种策略,以便在 2050 年实现水泥和混凝土行业的净零排放。按照传统供应侧、新兴供应侧和需求侧可分为三类:①传统供应侧策略,旨在加强各行业减少二氧化碳排放所做的努力,主要包括提高热效率和电力效率、使用低碳燃料、降低熟料和水泥比例、降低交通碳排放和电力工业脱碳 6 种策略。②新兴的供应侧策略,此类别包括创新的供应侧干预措施,但可能需要一点时间来扩大规模。主要包括使用低碳水泥化学品和两种碳捕集与利用(carbon capture and utilization,

CCU) 技术, 即混凝土固化 CCU 技术和混凝土矿化 CCU 技术。③需求侧策略, 即材料效率策略, 是指在建筑环境中考虑混凝土系统和参与者, 比如建筑师、城市规划师、业主、建筑商、普通消费者和废物处理者等需求侧干预措施。主要包括材料效率设计、减少建筑垃圾、更密集的使用、延长寿命、组件再利用、降级循环和拆除废物储存 7 种策略。

(刘莉娜 编译)

原文题目: Efficient Use of Cement and Concrete to Reduce Reliance on Supply-side Technologies for Net-zero Emissions

来源: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-31806-2#Sec20>

气候变化事实与影响

研究发现 1979 年以来中国热浪相关的死亡人数急剧增加

7 月 15 日,《科学通报》(*Science Bulletin*) 发表题为《1979—2020 年中国热浪造成的死亡负担的时空变化》(*Spatiotemporal Variation of Mortality Burden Attributable to Heatwaves in China, 1979-2020*) 的文章指出, 改革开放以来, 与中国热浪相关的死亡人数急剧增加, 呈现出较强的空间异质性, 东部和中部地区的可归因死亡人数最多。热浪增加、人口增长和老龄化是导致中国可归因死亡时间和空间变化的主要原因。

持续数天的炎热天气, 通常被称为热浪, 是一种普遍存在的自然灾害, 可对社会经济和卫生系统造成严重影响。预计在气候变化背景下, 热浪的频率、严重程度和持续时间将急剧增加。自 1978 年中国改革开放以来, 随着快速的城市化和跨区域流动, 热浪对健康的影响也不断加大。因此, 了解中国热浪对疾病负担的时空变化十分必要。来自中山大学、中国科学院大气物理研究所、清华大学等机构的研究人员对中国过去 42 年 (1979—2020 年) 热浪导致的死亡负担进行了评估, 并对其时空变化和驱动因素进行了探讨。

研究发现, 1979—2020 年, 热浪的频率和强度呈上升趋势, 热浪高发地区逐渐向华东和华中地区扩散。中国热浪相关的死亡人数急剧增加, 尤其是近 10 年来上升趋势更加明显。20 世纪 80 年代, 可归因于热浪的死亡人数每年为 3679 人, 20 世纪 90 年代每年为 6619 人, 21 世纪最初十年每年为 11159 人, 21 世纪 10 年代每年为 15500 人。2013 年、2017 年和 2019 年归因于热浪的死亡人数均超过 2 万人。

对不同人群的分析发现, 热浪对女性的影响大于男性, 占可归因死亡总人数的 57.5%; 75 岁以上的老年人受到热浪的影响大于其他年龄人群, 占可归因死亡总人数的 54.5%; 患有心脑血管疾病的人群受到热浪的影响大于其他疾病类别人群, 占可归因死亡总人数的 59.4%。从区域来看, 华东和华中地区的可归因死亡人数最多, 占全国死亡总人数的 50% 以上, 特别是山东、河南、河北等省份。与热浪相关的死

亡人数在中国各省份都有所增加，但华中和西南地区的死亡负担上升幅度更大。

中国归因于热浪的死亡人数随时间增加，这种大幅增加的主要驱动因素是热浪发生频率升高，其次是人口增长、人口老龄化和基线死亡率上升。值得注意的是，随着时间的推移，人口老龄化在归因死亡中的作用越来越重要。

(廖琴 编译)

原文题目: Spatiotemporal Variation of Mortality Burden Attributable to Heatwaves in China, 1979-2020

来源: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095927322002006?via%3Dihub>

气候变化或致森林恢复能力普遍下降

7月13日,《自然》(*Nature*)发表题为《气候变化下森林恢复力下降的新信号》(Emerging Signals of Declining Forest Resilience Under Climate Change)的文章指出,热带、温带和干旱地区森林的恢复力下降与水资源限制和气候变异性的增加有关,多信号揭示森林承受扰动的能力普遍下降。

森林生态系统取决于它们抵御和恢复自然与人为扰动的能力(即韧性)。树木死亡率突然增加引起了人们对森林恢复力变化的担忧,但对其如何演变以应对变化了解甚少。来自欧盟委员会联合研究中心(Joint Research Centre, JRC)、法国蒙彼利埃大学(Université de Montpellier)、美国西北太平洋国家实验室(Pacific Northwest National Laboratory)等机构的研究人员通过卫星反演2000—2020年全球尺度0.05°空间分辨率的核归一化植被指数(kernel normalized difference vegetation index, kNDVI),结合机器学习方法,揭示了过去20年全球尺度森林复原力的时空变化。

研究发现:①由于水资源限制和气候变异性增加,热带、温带和干旱地区森林的恢复力显著下降。相比之下,北方森林表现出不同的地方格局,其恢复力呈现平均增长趋势,这得益于气候变暖和二氧化碳施肥的有利影响超过了气候变化的不利影响。②受到森林管理和未受破坏的森林具有更高的抵御外部扰动的能力,因为它们通常具有更高的结构复杂性和物种丰富性。③统计学上发现森林恢复力下降与森林初级生产力的突然下降相关,尽管森林碳汇不断扩大,但森林却更加脆弱。④大约23%未受干扰的原始森林,相当于总初级生产力3.32 PgC(10亿吨碳),已经达到临界阈值,且恢复力正在进一步下降。这些信号共同揭示了森林抵御扰动的能力普遍下降,亟需将森林恢复力纳入到土地减缓和适应计划的设计方案中,以应对快速气候变化时期森林管理的诸多挑战。

(刘莉娜 编译)

原文题目: Emerging Signals of Declining Forest Resilience Under Climate Change

来源: <https://www.nature.com/articles/s41586-022-04959-9>

气候变暖导致以雪为主导的生态系统功能普遍发生变化

7月18日,《美国国家科学院院刊》(PNAS)发表题为《气候变化下以雪为主导的生态系统功能的普遍变化》(Pervasive Alterations to Snow-dominated Ecosystem

Functions Under Climate Change) 的文章指出, 到 21 世纪末, 北半球冰雪主导地区的水资源波动将越来越大, 使预测变得更加困难。预计气候变暖将减少冬季积雪的积累, 增加冬季积雪融化的比例, 使冬季积雪积累时期和随后的春季和夏季融化时期之间的季节性差异缩小。

气温升高和季节性积雪减少将对生态系统功能和水资源可用量产生级联影响, 但目前对生态水文状况变率的潜在变化知之甚少, 而了解这些变化是气候变化适应和减缓战略所必需的。由美国国家大气研究中心 (NCAR) 领衔的一项研究利用具有复杂陆地生态系统表达的单一模式的集合预报, 预估了北半球历史上雪主导地区的生态水文过程的平均状态和变率的变化。结果表明, 在高排放情景下, 预计在 21 世纪积雪将普遍减少, 融雪时间提前, 生长季节延长, 土壤变得干燥以及火灾风险增加。除了平均状态的这些变化外, 冬季融雪量变率的增加将加剧生长期土壤水分亏缺, 并使径流的随机性增加。因此, 随着气候变暖, 减少的积雪失去其缓冲能力, 径流量和径流时间更能反映降水的特征, 这导致最大雪水当量年径流量的可预测性下降。研究结果表明, 随着气候变化, 生态水文功能发生普遍变化的可能性很大。

(刘燕飞 编译)

原文题目: Pervasive Alterations to Snow-dominated Ecosystem Functions Under Climate Change

来源: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2202393119>

气候变化对热带山脉冰川的影响与极地冰川一致

7 月 13 日, 美国联合学院 (Union College)、佛罗里达大学 (University of Florida) 等机构的研究团队在《自然》(Nature) 发表题为《70 万年的热带安第斯山脉冰川》(700,000 Years of Tropical Andean Glaciation) 的文章, 以南半球安第斯山脉冰川为研究对象, 建立了该地区 70 万年以来的冰川变化, 首次证明, 温室气体排放和地球温度升高等气候驱动因素正在以影响极地冰川的速度影响热带山脉冰川。

研究人员采集了位于安第斯山脉冰川下游的胡宁湖 (Lake Junin) 100 m 湖泊沉积物, 结合磁性矿物和沉积物地球化学分析, 重建了可追溯到 70 万年前的安第斯山脉冰川变化的时间和幅度。结果表明: ①安第斯山脉冰川记录与温度变化、全球冰量和大气温室气体浓度直接相关, 冰川变化周期约 10 万年, 与全球冰量变化周期基本一致, 但冰期-间冰期旋回的振幅不恒定; ②在深海氧同位素第 7~11 阶段 (MIS7~11), 安第斯山脉冰川范围扩大, 可能是因为该时期降水增加和大气甲烷浓度减少; ③最近一次冰川旋回期间, 安第斯冰川范围的千年尺度变化与极地格陵兰冰芯记录的温度振荡相似; ④南北半球冰川的气候变化驱动因素较为相似, 两地冰川可能一直在同步生长和衰变。

(秦冰雪 编译)

原文题目: 700,000 Years of Tropical Andean Glaciation

来源: <https://www.nature.com/articles/s41586-022-04873-0>

前沿研究进展

科学家提出极端事件下全球粮食安全的研究重点

7月15日，美国科罗拉多大学博尔德分校（University of Colorado Boulder）、瑞士巴塞尔大学（University of Basel）等机构的科研团队在《一个地球》（*One Earth*）发表题为《极端事件下全球粮食安全的研究重点》（*Research Priorities for Global Food Security Under Extreme Events*）的文章，对未来20年威胁全球粮食安全的32个因素进行了排名，指出气候变化和人类冲突是最主要的两个影响因素。研究还提出了极端事件影响下全球粮食安全的研究重点。

研究团队邀请不同领域、地区和资历水平的专家，就未来20年全球粮食安全问题进行讨论，并基于各个专家提出的粮食安全面临的主要威胁，对其中32个威胁因素进行了排名，发现以下3个主题贯穿于整场讨论中：①跨时空、跨部门和跨区域的复合型灾害事件和级联风险，例如陆地和海洋共同发生的热浪、灾害导致粮食运输设施受到破坏等；②脆弱性和适应能力，例如人口增长导致用水需求增加、生物多样性丧失等；③人类冲突，例如地缘政治资源冲突、贸易壁垒影响贸易和救灾援助等。除了提出主要的威胁因素外，专家确定了极端事件下全球粮食安全的3个研究重点：

（1）创建更好的极端事件监测系统，及时识别、预测和应对极端事件。具体为：①粮食系统基础设施受损可能会对全球粮食安全产生哪些影响；②依赖粮食进口的哪些国家最容易受到极端气候影响；③导致全球粮食短缺的极端事件的强度是否存在临界点；④在不同气候变化情景和共享社会经济路径下，极端事件的频率和强度及其对全球粮食安全的影响将如何变化；⑤确定粮食生产易受极端事件影响的热点地区的范围等。

（2）从农场层面采取干预措施，推广借鉴有效的农场实践经验。具体为：①整理具有成本效益和易于采用的农场管理案例；②农作物多样化对病虫害抗旱性的影响；③如何最有效地帮助粮食生产者应对短期（急性）极端事件；④生物多样性的丧失如何导致种植业更容易受到极端事件的影响；⑤研究部署干预措施和采用有效农场技术的快速方法等。

（3）推动粮食系统转型，提高粮食系统复原力。具体为：①确定哪些气候减缓措施有助于提高粮食系统抵御极端事件的韧性；②探究提高小规模农业种植系统抵御极端事件能力的主要阻碍；③不同部门有哪些可行的政策或途径可以增强粮食系统抵御极端事件的能力；④如何建立复杂的农业生态系统；⑤极端气候事件期间，家庭、社区和区域规模的作物多样化如何应对粮食不安全状况等。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Research Priorities for Global Food Security Under Extreme Events
来源：<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S2590-3322%2822%2900329-3>

前沿研究动态

英研究称 1990 年以来碳捕集与封存能力被高估 30%

7月19日,《环境科学与技术快报》(*Environmental Science & Technology Letters*)发表题为《1996—2020年地质二氧化碳封存量估算》(An Estimate of the Amount of Geological CO₂ Storage over the Period of 1996-2020)的文章指出,1996—2020年,官方报告的二氧化碳封存量比评估得出的实际封存量高19%~30%。

碳捕集与封存(CCS)对气候的影响取决于地下封存了多少二氧化碳,但关于捕集能力的数字主要来自于工业规模的项目。来自伦敦帝国理工学院(Imperial College London)的科研人员,审查了公开来源的数据,评估了1996—2020年各种CCS设施封存的二氧化碳量。研究根据相应的保证程度将这些数据来源分为法律保证、通过审计的质量保证和无保证3类。科研人员总共获得了20个CCS设施的数据,这些设施每年的二氧化碳捕集能力总计为36 MtCO₂(百万吨二氧化碳)。

结合所有类别的数据,评估发现,2019年20个设施的二氧化碳地质封存量为29 MtCO₂,1996—2020年的累积封存量为197 MtCO₂。当前普遍使用的捕集能力数据比评估得出的封存量高19%~30%。该研究评估了封存量的大概数据,并强调了在有质量保证的情况下统一报告捕集率和封存率的必要性。研究人员表示,缺乏一致的报告框架意味着目前报告的碳捕集率被高估了,这有可能掩盖本来可以轻松解决的问题,例如设施技术与运输效率的低下。

(裴惠娟 编译)

原文题目: An Estimate of the Amount of Geological CO₂ Storage over the Period of 1996-2020

来源: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.estlett.2c00296>

研究发现至 2100 年欧盟森林碳汇潜力将大幅降低

7月13日,《生物地球科学》(*Biogeosciences*)发表题为《未来气候条件与当前管理实践下的欧洲森林碳预算》(The European Forest Carbon Budget Under Future Climate Conditions and Current Management Practices)的文章指出,若延续当前的管理措施,到2100年,欧盟(包括欧盟27国与英国)森林碳汇潜力将比当前降低约77%。

为了在2050年前实现碳中和,欧盟(指欧盟27国)的森林净碳汇应从目前的每年约360 MtCO₂eq(百万吨二氧化碳当量)增加到2050年的450 MtCO₂eq。要实现这一目标,还需要付出额外的努力,首先需要了解当前森林树木的年龄段分布、森林管理实践的影响和未来气候变化的预期影响之间的预期相互作用。然而,对这些驱动因素的综合影响进行建模具有挑战性,因为建模需要评估气候对初级生产力和异养呼吸的影响,并详细描述整个欧盟的树龄结构和管理实践。来自意大利的独立研究者(independent researcher)与欧盟委员会联合研究中心(JRC)、加拿大森林

局（Canadian Forest Service）的科研人员，结合 2 种不同典型浓度路径（RCP2.6 和 RCP6.0）情景下运行的 4 个陆地-气候模型提供的输出，量化了到 2100 年气候变化和森林管理对欧盟 27 国与英国森林碳预算演变的影响。

研究结果强调，在基准情景（BAU）下，欧盟 27 国与英国的森林碳汇在 2050 年将减少到约 250 MtCO₂eq，到 2100 年，将减少到 80 MtCO₂eq。森林碳汇长期演变的主要驱动力是不完善的管理造成的森林持续老化过程，气候变化可能进一步加剧或减缓这一趋势。由于气候预测的巨大不确定性，2050 年的净碳汇可能在以下范围内：RCP2.6 情景下为 100~400 MtCO₂eq，RCP6.0 情景下为 100~300 MtCO₂eq。这些结果表明，虽然需要改变管理措施来扭转碳汇下降的趋势，但气候变化增加了相当大的不确定性，可能使与管理相关的碳汇增加近 1 倍或 1/2。

（裴惠娟 编译）

原文题目：The European Forest Carbon Budget Under Future Climate Conditions and Current Management Practices

来源：<https://bg.copernicus.org/articles/19/3263/2022/>

研究呼吁将热带森林碳储存与生物多样性保护相结合

7 月 7 日，《美国国家科学院院刊》（PNAS）发表题为《将保护濒危的森林灵长类动物与碳保护工作相结合》（Putting a Face on Carbon with Threatened Forest Primates）的文章指出，将保护热带森林碳储量的工作与保护森林内生活的濒危灵长类动物联系起来，有助于促进森林碳保护工作。

气候变化和生物多样性危机是地球面临的两大威胁。如果把气候变化视为一个单独的问题，很难开展大规模的气候行动。来自美国俄勒冈州立大学（Oregon State University）的科研人员，筛选出 340 种受到威胁的森林灵长类物种，分析它们的栖息地范围内储存了多少碳。研究结果表明，在 63.5 万平方公里的土地上森林灵长类的物种丰富度最高，并且储存的不可恢复的碳高达 15.5 Gt（10 亿吨）。

研究指出，将森林碳保护与灵长类动物保护结合起来具有成本效益，主要原因为：①作为人类最亲密的动物近亲，非人类的灵长类动物通常深受人们喜爱。②67% 的森林灵长类物种面临灭绝的威胁，热带森林砍伐是主要的风险因素之一。③一些灵长类动物可以通过传播种子来促进森林更新。④由于灵长类动物对栖息地的需求，许多灵长类物种的地理范围与热带地区大量不可恢复的碳重叠。研究强调，将热带森林碳保护与生物多样性保护结合起来的有效性取决于政策实施细节，而任何考虑到二者协同效益的政策都必须关注当地情况，并帮助支持土著人民、全体人类的福祉和持续性。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Putting a Face on Carbon with Threatened Forest Primates

来源：<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2207604119>

《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）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