

科学研究动态监测快报

2022 年 3 月 5 日 第 5 期 (总第 335 期)

气候变化科学专辑

- ◇ IPCC 第六次评估报告第二工作组报告发布
- ◇ GWEC: 发展风电可为五国带来巨大的绿色复苏机遇
- ◇ 中美两国实现 2030 年气候目标将带来环境健康效益
- ◇ 美国能源部制定 95 亿美元清洁氢计划
- ◇ 美国能源部宣布为新型清洁能源技术项目投资 1.75 亿美元
- ◇ 美国发布指导碳捕集、利用与封存开发的指南
- ◇ 国际机构警示: 到 2100 年野火将增加 50%
- ◇ 澳研究人员发现气候变暖正在放大全球水循环
- ◇ 气候变化将提高热带恢复森林的碳汇功能
- ◇ 全球存在极端的碳不平等现象
- ◇ 气候-社会耦合系统中排放路径的关键因素
- ◇ 科学家优化利用太阳能将 CO₂ 转化为 CO 的反应机理
- ◇ IEA 指出全球能源部门的甲烷排放量比官方数据高 70%
- ◇ 印度宣布建立碳捕集与利用国家卓越中心

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

IPCC 第六次评估报告第二工作组报告发布 1

气候变化减缓与适应

GWEC: 发展风电可为五国带来巨大的绿色复苏机遇 3

中美两国实现 2030 年气候目标将带来环境健康效益 3

美国能源部制定 95 亿美元清洁氢计划 5

美国能源部宣布为新型清洁能源技术项目投资 1.75 亿美元 5

美国发布指导碳捕集、利用与封存开发的指南 6

气候变化事实与影响

国际机构警示: 到 2100 年野火将增加 50% 7

澳研究人员发现气候变暖正在放大全球水循环 8

气候变化将提高热带恢复森林的碳汇功能 9

前沿研究动态

全球存在极端的碳不平等现象 10

气候-社会耦合系统中排放路径的关键因素 10

科学家优化利用太阳能将 CO₂ 转化为 CO 的反应机理 11

GHG 排放评估与预测

IEA 指出全球能源部门的甲烷排放量比官方数据高 70% 12

研究机构介绍

印度宣布建立碳捕集与利用国家卓越中心 13

专辑主编: 曲建升

本期责编: 董利苹

执行主编: 曾静静

E-mail: donglp@llas.ac.cn

IPCC 第六次评估报告第二工作组报告发布

2月28日，联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布了第六次评估报告（AR6）第二工作组报告《气候变化2022：影响、适应和脆弱性》（*Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*），全面总结了第五次评估报告（AR5）发布以来的最新科学进展，阐述了当前和未来的气候变化影响和风险、适应措施、气候恢复力发展等内容，揭示了气候、生态系统和生物多样性以及人类社会之间的相互依存关系。本文整理了报告的主要结论，以供参考。

1 当前与未来的气候变化影响和风险

（1）**气候变化影响**。人类引起的气候变化，包括更为频繁和剧烈的极端事件，给自然界造成了危险而广泛的损害，影响着全球数十亿人的生活。其中，最脆弱的人群和生态系统将受到最严重的影响。

（2）**人与生态系统的脆弱性**。受不可持续的海洋、陆地、社会经济发展模式影响，更频繁的热浪、干旱和洪水已经超过一些动植物的承受极限。不同地区生态系统和人的脆弱性差别很大，全球约33~36亿人生活在极易受到气候变化影响的环境中，一些树木和珊瑚物种遭遇了死亡。

（3）**近期（2021—2040年）气候风险**。近期，全球温度升高幅度将达到1.5℃，世界将不可避免地面临多重的气候灾害，其中，基础设施和低洼沿海地区的气候风险将加剧。

（4）**中长期（2041—2100年）气候风险**。2040年后，气候变化将给人类和自然生态系统带来更多风险，其中，有127种关键风险将比现有水平高出数倍。预计加剧的气候变化将造成更大的不利影响与损失，但气候变化及其风险的规模在很大程度上还将取决于短期的全球气候变化减缓与适应行动。

（5）**复杂、复合、级联的气候灾害**。气候变化的影响和风险越来越复杂，越来越难以管理。多种气候风险和非气候风险将相互作用，导致多种气候灾害同时发生，从而使发生在各地区的复合型气候灾害层出不穷。

（6）**温度升高1.5℃的影响**。如果全球温度升高幅度超过1.5℃，那么人类和自然生态系统将面临更多的严重风险，有些影响将导致额外的温室气体排放，有些影响将不可逆转。

2 气候变化适应措施

（1）**当前的气候变化适应及其效益**。全球气候变化适应取得了进展，产生了多

重效益。然而，适应进展与观察到的适应差距分布不均。已采取的气候行动与应对日益增长的气候风险所需的行动之间的差距越来越大，尤其在低收入人群中。

(2) **未来的气候变化适应方案及其可行性**。在短期内实施气候变化适应方案的可行性因行业和地区而异，并且随着气候变暖，气候变化适应方案的有效性将降低。多行业合作采取综合的气候变化适应方案，可提高气候变化适应的可行性和有效性。

(3) **气候变化适应极限**。随着全球变暖，更多的人类和自然系统将达到适应极限。为了克服人类和自然生态系统的气候变化适应极限，各国政府需要采取更加灵活的财政措施，构建更加科学的治理体系，以破解一系列制约因素。

(4) **避免不适当的气候变化适应**。不适当的气候变化适应会造成意想不到的后果，例如损害自然、使人们的生命处于危险中或增加温室气体排放，而这些代价高昂的后果往往是不可逆转的。若想避免这种情况，亟需更多的利益相关者利用本地知识，参与长期气候变化适应规划与行动。

(5) **扶持措施**。扶持措施是实施和加速人类与生态系统气候变化适应的关键。这包括政治承诺、后续行动、体制框架、资金保障措施以及包容性的治理进程。

3 气候恢复力发展

(1) **气候恢复力的发展条件**。全球气候恢复力的发展比 AR5 发布时更为紧迫。全面、有效和创新的气候变化行动措施可以借助协同效益，减少减缓与适应之间的权衡，促进气候恢复力的可持续发展。

(2) **保护自然是推动气候恢复力发展的关键**。有效地保护全球面积约 30%~50% 的土地、淡水和海洋，对于维持全球的生态系统服务功能，推动气候恢复力发展至关重要。

(3) **扶持措施**。各国政府、民间社会和私营部门通过国际合作，将风险、公平、正义纳入考虑，共同参与决策和行动，有助于推动气候恢复力发展。

(4) **气候恢复力发展的紧迫性**。气候变化已经破坏了人类和自然生态系统。在目前的升温水平下，气候恢复力发展已面临挑战。若近期全球升温幅度超过 1.5 °C，则气候恢复力的发展前景将日益受到限制。若全球升温幅度超过 2 °C，则有些地区的气候恢复力发展将不可能实现。这一关键发现强调了采取气候行动的紧迫性。

第二工作组报告是 AR6 的重要组成部分，共有来自 67 个国家的 270 位作者参加了该报告的编撰，其中，中国有 10 位专家入选。该报告将为国际社会和各国政府进一步了解气候变化的影响、风险和适应提供重要的科学依据，为全球应对气候变化提供有力的科学支撑。

(董利苹 编译)

原文题目：Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability

来源：https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf

气候变化减缓与适应

GWEC：发展风电可为五国带来巨大的绿色复苏机遇

2月17日，全球风能理事会（GWEC）发布题为《从发展中经济体的风力发电中抓住绿色复苏机遇》（*Capturing Green Recovery Opportunities from Wind Power in Developing Economies*）的报告，研究了巴西、印度、南非、墨西哥和菲律宾5个新兴经济体在2022—2026年加速部署风能的潜力，强调了与风能相关的巨大且很大程度上尚未开发的社会经济和环境机遇。

报告概述了5个国家采取绿色复苏措施的总体机遇，包括：①在风电项目生命周期内（约25年），将创造223万个全职工作岗位；②从2026年开始，每年新增近20GW（吉瓦）的风力发电装置，足以为大约2500万户家庭供电；③在风电场的整个生命周期内，每年可减少7.14亿吨二氧化碳排放量。

对具体国家而言，如果选择绿色复苏情景而不是常规情景（Business as Usual），巴西在风电场的整个生命周期内可以额外创造57.5万个工作岗位，增加数十亿美元的经济总值，为数百万家庭提供清洁能源，同时减排40%以上。印度在风电场的整个生命周期内可以额外减少2.29亿吨二氧化碳当量的排放，同时创造100多万个绿色就业机会。墨西哥可以通过替代化石燃料发电，使其碳排放量减少1倍以上，这一变革可以为该国创造近25万个新工作岗位，并增加35亿美元的经济总值。南非在《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）第26次缔约方大会（COP26）上启动85亿美元的清洁能源融资目标，谋求绿色经济复苏可以在风电场的整个生命周期内额外创造25万个工作岗位和100多亿美元的经济总值，还将大幅减少碳排放，并从2026年起每年节省超过5000万升水。如果菲律宾在2022—2026年的风电装机容量超过1.65GW，那么其经济总值可能增加超过11亿美元，同时将增加70%的就业机会，减少超过6500万吨的碳排放当量。

报告建议，这些国家需要做出政策承诺，扩大电网和输电基础设施投资，简化可再生能源项目许可计划。与风能行业及其他利益相关者协调解决风能发展面临的障碍，有助于加速风能部署和新兴经济体的绿色复苏。

（廖琴 编译）

原文题目：Capturing Green Recovery Opportunities from Wind Power in Developing Economies

来源：<https://gwec.net/report-capturing-green-recovery-opportunities-from-wind-power-in-emerging-economies/>

中美两国实现2030年气候目标将带来环境健康效益

气候变化减缓措施可实现大气污染物协同削减，带来巨大的环境健康协同效益。近日科研人员分别对美国和中国在2030年前实现气候目标和碳达峰带来的空气质量与健康效益进行了分析。本文整理了相关研究的主要内容，以供参考。

1月31日，未来资源研究所（Resources for the Future）发布题为《美国在2030年前实现气候目标带来的空气质量与健康效益的分布》（*The Distribution of Air Quality Health Benefits from Meeting US 2030 Climate Goals*）的报告，基于美国能源信息管理局（Energy Information Administration, EIA）和美国环境保护署（Environmental Protection Agency, EPA）提供的化石能源消费、空气质量数据及相关的健康数据，构建空气质量和健康影响模型，对不同人群的健康效益进行评估。研究发现：①2030年前实现气候目标对每个州都会产生显著的空气质量效益；②2030年，美国健康改善的货币价值相当于330亿美元（按照2010年可比价），并随着时间累积增加；③对于工业和交通部门来说，碳减排的健康效益最大；④对比州一级空气质量（细颗粒物）改善的过早死亡率下降幅度，美国东部最大，但以人均衡量时中西部最大；⑤各种族和族裔群体的健康改善情况各不相同，并在很大程度上受到居住地的影响，在每个种族和族裔群体的中等收入家庭实现PM2.5相关的死亡率减少15%以上。

2月23日，《自然 通讯》（*Nature Communications*）发表题为《中国在2030年前实现碳达峰带来的空气质量与健康效益》（*Air Quality and Health Co-Benefits of China's Carbon Dioxide Emissions Peaking Before 2030*）的文章，来自南京大学、生态环境部环境规划院、江苏省气候变化协同创新中心等机构的研究人员，评估了未来社会经济发展路径下我国在2030年前实现碳达峰的环境健康协同效益。研究团队通过融合情景分析、空气质量模拟、健康风险模型、成本效益分析等方法，建立社会经济发展和气候政策强度情景下的排放路径，并分析对改善环境和人群健康的协同效益。研究结果表明：①在绿色发展路径和1.5℃温控目标下，我国在2030年和2050年可分别避免约11.8万和61.4万人的PM2.5归因死亡；②气候政策越严格，带来的环境健康效益越大，长期的气候政策协同效益越明显；③在2050年前，仅依靠气候政策的协同效应不足以实现“美丽中国”的空气质量指标，也难以抵消由老龄化导致的PM2.5相关死亡的上升，我国亟需持续加强大气污染防治力度，有效保护公众健康。

（刘莉娜 编译）

参考文献：

[1] The Distribution of Air Quality Health Benefits from Meeting US 2030 Climate Goals. <https://www.rff.org/publications/reports/the-distribution-of-air-quality-health-benefits-from-meeting-us-2030-climate-goals/>

[2] Air Quality and Health Co-Benefits of China's Carbon Dioxide Emissions Peaking Before 2030. <https://www.nature.com/articles/s41467-022-28672-3>

美国能源部制定 95 亿美元清洁氢计划

清洁氢对于美国能源部（DOE）实现拜登总统提出的到 2035 年构建 100% 清洁电网和到 2050 年实现零碳排放的气候战略至关重要。2 月 15 日，DOE 宣布了其信息请求——《两党基础设施法》（*Bipartisan Infrastructure Law*）的 95 亿美元清洁氢计划，以收集利益相关者的反馈意见，为《两党基础设施法》的区域氢中心建设以及清洁氢生产与回收计划的实施提供信息参考。该请求将推动美国在未来 10 年将清洁氢的成本降低到每公斤 1 美元。

该清洁氢计划主要包括“区域清洁氢中心建设”（Regional Clean Hydrogen Hubs）、“清洁氢电解计划”（Clean Hydrogen Electrolysis Program）和“清洁氢制造和回收计划”（Clean Hydrogen Manufacturing and Recycling Initiatives）3 个计划，主要内容如下：①**区域清洁氢中心建设（80 亿美元）**：通过区域清洁氢中心建设，推动清洁氢的生产、加工、运输、储存和最终使用，包括工业领域的创新型用途，支持清洁氢生产商、潜在消费者和基础设施网络发展。DOE 将优先资助可以为该地区居民提供重要培训和长期就业机会的枢纽。②**清洁氢电解计划（10 亿美元）**：支持使用风能、太阳能和核能等无碳污染能源生产清洁氢的技术研发、示范与商业化，提高清洁氢电解技术的效率和成本效益。③**清洁氢制造与回收计划（5 亿美元）**：资助清洁氢设备和组件制造、清洁氢回收与再利用技术的研发与示范活动，包括燃料电池、电解槽的开发与集成等，倡议使用创新方法与技术开展清洁氢生产、回收与再利用。

（董利苹 编译）

主要参考文献：

- [1] DOE Establishes Bipartisan Infrastructure Law's \$9.5 Billion Clean Hydrogen Initiatives. <https://www.energy.gov/articles/doe-establishes-bipartisan-infrastructure-laws-95-billion-clean-hydrogen-initiatives>
- [2] Biden-Harris Administration Advances Cleaner Industrial Sector to Reduce Emissions and Reinvigorate American Manufacturing. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/02/15/fact-sheet-biden-harris-administration-advances-cleaner-industrial-sector-to-reduce-emissions-and-reinvigorate-american-manufacturing/>

美国能源部宣布为新型清洁能源技术项目投资 1.75 亿美元

2 月 14 日，美国能源部（DOE）宣布为 OPEN 2021 计划的 68 个研发项目提供 1.75 亿美元资助，旨在开发颠覆性技术以加强美国先进的能源企业。OPEN 2021 计划由美国能源部高级研究计划局-能源（Advanced Research Projects Agency-Energy, ARPA-E）领导，优先资助有高影响、高风险的技术，这些技术支持应对清洁能源挑战的新方法。选定的项目跨越 22 个州，并在大学、国家实验室和私营企业进行协调，将促进广泛领域的技术，包括电动汽车、海上风能、储存与核回收。这些资助将支

持拜登总统的气候目标，即增加国内清洁能源技术的产量，加强国家的能源安全，并通过创造高薪工作来提升经济。

选定的项目将侧重于技术，例如革新轻型和重型车辆的燃料电池，以及减少核废料产生和降低燃料成本的技术。OPEN 2021 已资助的 5 个项目包括：①卡内基梅隆大学（Carnegie Mellon University）将致力于通过开发更高效的燃料电池来实现美国汽车的电气化，从而为卡车和运动型多功能车（SUV）提供低成本、高效率的选择，资助额度 322.03 万美元；②Hinetics 公司通过开发颠覆性的高功率密度电机，通过超紧凑型 10MW+电气化飞机推进系统来实现航空电气化，资助额度 576.15 万元；③Makai 海洋工程公司（Makai Ocean Engineering）将开发新的系泊和锚固方法，以在其他无法进入或成本过高的地区启用电网规模的浮动风力涡轮机和流体动力系统，资助额度 85 万美元；④诺基亚贝尔实验室（Nokia Bell Labs）正在开发一种高效的热能架构，该架构将大大减少数据服务器的冷却能源，并为建筑物提供供暖和制冷，资助额度 210.64 万美元；⑤休斯顿大学（University of Houston）寻求使用镁阳极替代锂创建速充电运输解决方案，以增强美国电池供应链的安全性，资助额度 340 万美元。

（刘莉娜 编译）

原文题目：DOE Announces \$175 Million for Novel Clean Energy Technology Projects

来源：<https://www.energy.gov/articles/doe-announces-175-million-novel-clean-energy-technology-projects>

美国发布指导碳捕集、利用与封存开发的指南

2 月 15 日，美国白宫环境质量委员会（Council on Environmental Quality, CEQ）向联邦机构发布《碳捕集、利用和封存指南》（*Carbon Capture, Utilization, and Sequestration Guidance*），以确保各机构以负责任的方式推进碳捕集、利用和封存（CCUS）技术，吸收社区的意见，并反映现有的最佳科学。指南提出在部署 CCUS 项目时应采取的行动包括：①在规划过程的早期，评估拟议的 CCUS 行动对潜在部署地社区的影响；②在部落协商和利益攸关方参与之前，提供关于 CCUS 的影响、成本和收益的信息；③就潜在的 CCUS 项目向印第安部落提供咨询，以加强部落与部落之间的关系；④避免对负担过重和服务不足的社区施加额外负担，包括评估直接、间接和累积的影响，并确定和执行适当的缓解和避免措施；⑤针对减少环境影响的适用缓解措施，向社区提供透明度和问责制。

公众可以在 2022 年 3 月 18 日前就该指南提交反馈意见。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Carbon Capture, Utilization, and Sequestration Guidance

来源：<https://www.federalregister.gov/documents/2022/02/16/2022-03205/carbon-capture-utilization-and-sequestration-guidance>

气候变化事实与影响

国际机构警示：到 2100 年野火将增加 50%

2 月 23 日，联合国环境规划署（UNEP）和全球资源信息数据库-阿伦达尔中心（GRID-Arendal）发布题为《像野火一样蔓延：异乎寻常景观火灾的威胁正日益上升》（*Spreading Like Wildfire: The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires*）的报告表示，气候变化和土地利用变化将增加野火的频率与强度，包括北极地区也面临着日益增加的野火风险。预计到 2030 年全球极端火灾的数量将增加 14%，到 2050 年底将增加 30%，到 21 世纪末将增加 50%，届时人类、生物多样性和生态系统将会遭受毁灭性的破坏。

报告指出，许多地区发生野火的风险正在变化，完全避免是不可能的，但可以采取行动减轻风险和影响。野火发生后对财政、社会和环境方面的影响会持续几天、几周甚至几年，目前许多国家缺乏针对野火预防和应对方面的投资，未来必须结合当地实际情况，投入资金和制定政策，以减少破坏和损失。针对以上情况，报告提出 9 条建议：

（1）认识并应对气候变化对野火蔓延及其特征的影响。气候变化增加了许多地区发生野火的可能性。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）指出，有利于引发野火的天气在一些地区变得更加频繁，并将随着全球变暖的加剧而继续增加。各国必须履行《巴黎协定》下的温控承诺，以减少全球变暖，进而减少野火对社会、经济和生态的影响。

（2）了解野火特征，加强燃烧物管理和野火监测。各地区需要更好地了解野火在不同生态系统和气候变化下的特征，加强燃烧物管理和火灾预防，减少火灾管理准备和应对方面的差距，并对现有的管理方法进行改进。各国各地区的数据收集和分析也将有助于监测火灾活动的变化，评估生态系统对不断变化的火灾的响应，加强气候模型研究。

（3）推行综合消防管理方法。有效地处理野火频发需要政策和激励措施的加持，因此，需要一个精心设计和相互制衡的政策以及一个明确的法律框架，鼓励各地合理使用土地和明火。这些方法将会维护和恢复健康的生态系统，同时满足人类在社会、经济和健康方面的需求。

（4）认可当地、传统和现代的消防管理实践，并将其纳入到相应政策中。各地经验、传统知识在预防和减轻野火方面可以发挥重要作用，还可以使得生物多样性、文化和生态价值得到尊重，并创造就业机会，产生多种效益。因此，应该考虑将其纳入到相应政策中。

(5) 加强国际和地区间野火防治合作。通过国际交流、联合解决问题、分享野火管理和研究方面的经验，可以最大限度地提高火灾管理的连贯性和一致性，有助于野火管理国际标准的建立。各国各地区应鼓励和支持交流，帮助容易发生野火的所有国家建立国内应对、接受国际援助的能力。

(6) 将用于野火发生后的投资转化为发生前的缓解和管理。当下对野火预防措施进行有针对性的投资将产生显著效益，具有良好的投资回报。从长远来看，这一投资比灭火以及灾后恢复工作更有成本效益。但是，应该制定辅助的风险管理策略，以减少极端火灾天气增加而产生不利火灾影响的可能性。

(7) 赋予社区和地方相应的权力。使野火易发区的社区和地方了解和接受火灾剩余风险（采取管控措施后，未被有效控制的风险），协调主要利益攸关方，建立预防、应对和恢复的能力。其中，利益攸关方需要参与到整个消防管理过程中。

(8) 更加注重消防员的安全。消防管理机构必须采取措施，确保消防工作的安全，保证消防员了解工作过程中的风险，最大限度地减少危及生命的行动，并为消防员提供足够的水分、营养、休息时间。国际方面，积极制定更严格的健康和安全标准。

(9) 促进收集不同性别层面有关野火应对的数据和信息。女性和男性应对野火有不同的处理方法，包括感知和决策。收集这些信息将有助于确定可供进一步分析的数据，使得决策者制定更有效、更有力的野火管理方法。此外，也可以帮助解决女性消防员遇到的不便与歧视，使消防工作更具包容性。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Spreading Like Wildfire: The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires

来源：<https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire-rising-threat-extraordinary-landscape-fires>

澳研究人员发现气候变暖正在放大全球水循环

2月23日，《自然》(*Nature*)发表题为《1970年以来观测到的向极地的淡水输送》(Observed Poleward Freshwater Transport Since 1970)的文章指出，1970—2014年，从赤道向极地输送的淡水至少是气候模型预测的2倍，使人们了解到全球水循环是如何整体放大的。

气候变暖引起的全球水循环变化对全球生态系统和人类社会构成重大挑战。但由于缺乏直接观测，历史水循环变化难以量化，特别是海洋，全球77%的降水和85%的蒸发分别发生在海洋。淡水的海气通量对海洋盐度的影响使得平均盐度在海洋最暖和最冷的部分最低，而在中等温度下最高。来自澳大利亚新南威尔士大学(University of New South Wales)和联邦科学与工业研究组织(CSIRO)的研究人员利用海洋中盐分的变化模式，估计了1970—2014年地球系统中观测到的淡水向极地的净输送。

研究估计，1970—2014年，有4.6~7.7万 km^3 的淡水以34~62 mSv ($\text{mSv}=10^3\text{m}^3/\text{s}$)的速率从赤道向极地输送。第6次气候模式比较计划(CMIP6)显示，向极地方向

的淡水输送具有广泛的变异性，比观测值小 2~4 倍。CMIP6 模型在较窄的温度范围内经历了盐渍化，这使得人们对其未来水循环预测的准确性产生了怀疑。由于海洋温暖部分的表层淡水通量没有充分放大，CMIP6 运行的淡水变暖趋势弱于预期。在 CMIP6 模型中，海洋温暖区域的地表淡水通量增强对淡水含量变化的影响约为 1:1，而海洋混合和环流变化的影响很小，强调了正确反映这些区域地表通量变化的必要性。研究结果可以让人们了解水循环正在发生多大的变化，并帮助改进未来的气候变化模型。

(廖琴 编译)

原文题目：Observed Poleward Freshwater Transport Since 1970

来源：<https://www.nature.com/articles/s41586-021-04370-w>

气候变化将增强热带森林恢复产生的碳汇功能

2月17日，《自然 气候变化》(*Nature Climate Change*)发表题为《未来气候变化下的热带森林恢复》(*Tropical Forest Restoration under Future Climate Change*)的文章显示，无论考虑 CO₂ 施肥效应与否，到 21 世纪末，气候变化均将提高热带森林恢复带来的碳储量。

热带森林恢复是最有潜力的快速清除大气 CO₂ 的方法之一。然而，未来气候变化可能会威胁到热带森林碳储存的持久性。来自中国香港大学 (University of Hong Kong) 的研究人员基于动态的全球植被模型 (Dynamic Global Vegetation Model)，模拟了未来气候情景下热带森林碳储量对大气 CO₂ 浓度的生态生理响应。

研究表明：①在 92% 的模拟中，无论考虑 CO₂ 施肥效应与否，到 21 世纪末，气候变化均将提高热带森林恢复带来的碳储量；②在未来气候变化情景下，受 CO₂ 施肥影响，即使仅恢复一半的热带森林潜在区域也可以将全球热带森林的碳储量提高 56%~69%；③2020—2100 年，热带森林恢复的碳储存潜力将取决于气候变化的幅度、潜在的 CO₂ 施肥效应以及野火的影响；④在不同的共享社会经济路径 (Shared Socio-economic Pathways, SSPs) 下，CO₂ 施肥、气候变化和野火 3 种因素对热带森林恢复碳储存潜力的影响不同，其中，在高 CO₂ 浓度 SSPs (CO₂ 浓度比对照情景高 39.4%) 下，CO₂ 施肥的贡献最大，而在低 CO₂ 浓度 SSPs (CO₂ 浓度比对照情景高 23.4%) 下，气候变化的贡献最大，在所有的 SSPs 下，野火对热带森林恢复碳储存潜力的贡献率为 10.6%~14.1%；⑤在所有的 SSPs 下，南美洲西北部、非洲中西部和东南亚部分地区热带森林的恢复前景良好，而巴西西南部、印度和东南亚部分地区的热带森林恢复可能会面临一定的成本障碍。

(董利苹 编译)

原文题目：Tropical Forest Restoration under Future Climate Change

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-022-01289-6>

前沿研究动态

全球存在极端的碳不平等现象

跟全球贫富差距一样，在碳排放领域，类似的不平等现象也逐渐引发人们的重视。2月14日，荷兰格罗宁根大学（University of Groningen）、山东大学（Shandong University）、美国马里兰大学（University of Maryland）领导的研究团体在《自然·可持续发展》（*Nature Sustainability*）发表题为《扶贫对国家和全球碳排放的影响》（*Impacts of Poverty Alleviation on National and Global Carbon Emissions*）的文章表示，即使超过10亿多人摆脱贫困，因其生活生产改善而增加的碳排放，只会使全球碳排放量相对增加1.6%~2.1%或更少。因此，高收入国家和地区应该对全球碳排放的增加负主要责任，为减排目标作更大贡献。

科研人员利用世界银行消费数据集（World Bank Consumption Dataset, WBCD）中的全球支出数据，结合环境扩展多区域投入产出（Environmentally Extended Multi-regional Input-output, EEMRIO）方法计算特定国家和特定支出的碳足迹，包括家庭、政府部门、投资方面的直接和间接碳排放。科研人员改进了扶贫对碳排放影响的算法，并在分析中加入了具体国家的贫困线。结果表明：①国家之间和国家内部的平均碳足迹存在巨大差异，高收入国家和地区的平均碳足迹普遍较高；②全球存在极端的碳不平等现象，排放最高的前10%国家贡献了1/2以上的全球排放总量；③贫困人口尽管占全球人口的1/7以上，但对全球碳排放的贡献不到2%；④超过10亿多人摆脱贫困，因其生活生产改善而增加的碳排放，仅使得全球碳排放量相对增加1.6%~2.1%或更少。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Impacts of Poverty Alleviation on National and Global Carbon Emissions

来源：<https://www.nature.com/articles/s41893-021-00842-z>

气候-社会耦合系统中排放路径的关键因素

2月16日，《自然》（*Nature*）发表题为《气候-社会耦合系统中排放路径的决定因素》（*Determinants of Emissions Pathways in the Coupled Climate-Social System*）的文章指出，社会、政治、技术等因素之间的相互反馈决定着气候变化和温室气体排放轨迹。到21世纪末，气温将比1880—1910年的平均值高出1.8~3.6℃。

气候政策的目标与成效决定着温室气体排放和气候变化的影响规模。然而，已有的气候模型都将决定气候政策和温室气体排放趋势的社会、政策、技术过程视为外部因素。实际上，这些因素对气候变化和温室气体排放的影响至关重要。来自美

国加州大学戴维斯分校 (University of California, Davis)、罗德岛学院 (Rhode Island College)、迈阿密大学 (University of Miami) 等机构的研究人员, 通过模拟分析了影响 21 世纪气候变化的关键因素。研究内容主要包括 3 方面: ①提出了一个气候-社会耦合系统模型, 重点关注了个体与全球尺度的耦合作用以及它们之间的反馈过程。这个模型不同于以往工作, 可以模拟能源系统内部或气候、经济和排放途径之间的反馈过程, 以及在气候、社会、政治和能源系统耦合作用中产生的气候政策和温室气体排放轨迹。②使用该模型系统地分析了气候变化和温室气体排放的潜在发展态势, 突出系统中不同组成部分之间的反馈、连接和阈值。③基于历史数据对参数值进行部分约束, 模拟了 21 世纪可能出现的 10 万种气候变化政策和温室气体排放耦合路径。通过对比分析不同路径的气候政策和排放轨迹, 结果发现, 社会、政治、技术反馈过程是未来气候政策和排放路径的决定因素, 这些因素的微小变化可能会引起连锁效应, 从而导致气候变化和温室气体排放轨迹发生巨变。研究人员估计, 到 21 世纪末, 气温将比 1880—1910 年的平均值高出 1.8~3.6 °C。

(刘莉娜 编译)

原文题目: Determinants of Emissions Pathways in the Coupled Climate-Social System

来源: <https://www.nature.com/articles/s41586-022-04423-8#author-information>

科学家优化利用太阳能将 CO₂ 转化为 CO 的反应机理

太阳能有可能将二氧化碳 (CO₂) 转化为甲烷 (CH₄)、一氧化碳 (CO) 或甲酸 (HCOOH) 等燃料, 这种光催化转化是目前解决 CO₂ 排放问题的最有前途的方法之一。其中, 铼 (I) -羰基-二亚胺配合物是最先进的光催化剂, 但其催化过程需要大量的能量输入。2 月 11 日, 丹麦技术大学 (Technical University of Denmark)、瑞典隆德大学 (Lund University) 等领导的研究团队在《自然·通讯》(Nature Communications) 发表题为《二维共价有机框架/Re 配合物复合光催化剂下的超快电荷转移动力学》(Ultrafast Charge Transfer Dynamics in 2D Covalent Organic Frameworks/Re-complex Hybrid Photocatalyst) 的文章指出, 五羰基氯化铼 (Re(CO)₅Cl) 和共价有机框架 (Covalent Organic Frameworks, COFs) 的组合使用, 可以使得光催化剂在不输入额外能量的情况下将 CO₂ 转化为 CO。

研究人员用三甲酰基间苯三酚 (Tp) 与 2,2'-联吡啶 (Bpy) 构成二维 COFs (TpBpy), 并与 Re(CO)₅Cl 结合形成 Re-TpBpy, 利用含时密度泛函理论 (Time-dependent Density-functional theory, TD-DFT), 展示了激发态动力学和混合催化剂下的电荷转移过程。结果表明, 在没有额外能量输入的情况下, 依靠高能光子激发, 电荷便发生转移, 实现了 CO₂ 向 CO 的转化。研究人员表示, 这一发现可以

用于研发更大的 CO₂ 转化装置，使太阳能驱动的 CO₂ 光催化转化成为现实，有望为未来克服气候危机提供可用的解决方案。

(秦冰雪 编译)

原文题目: Ultrafast Charge Transfer Dynamics in 2D Covalent Organic Frameworks/Re-complex Hybrid Photocatalyst

来源: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-28409-2>

GHG 排放评估与预测

IEA 指出全球能源部门的甲烷排放量比官方数据高 70%

2 月 23 日，国际能源署 (IEA) 发布题为《2022 年全球甲烷追踪器》(*Global Methane Tracker 2022*) 的报告，首次将煤炭行业纳入 IEA 全球甲烷追踪项目，为全球能源部门提供更加完整的甲烷排放估计。报告估计，全球能源部门的甲烷排放量比各国政府正式报告的排放量高出约 70%，强调迫切需要加强监测工作和采取更有力的政策行动来降低甲烷排放。报告的主要结论包括：

(1) 2021 年，全球能源部门排放到大气中的甲烷约为 1.35 亿吨，比 2020 年增长近 5%。这主要是由于随着各经济体从大流行的冲击中复苏，化石燃料需求和生产增加。将煤炭、石油和天然气的国别估算纳入全球甲烷追踪系统后发现，中国成为全球能源相关甲烷排放的最大来源，为 2800 万吨，其次是俄罗斯和美国，分别为 1800 万吨和 1700 万吨。能源部门甲烷排放量约占人类活动甲烷排放总量的 40%，仅次于农业。在 1.35 亿吨能源相关的排放中，估计有 4200 万吨来自煤炭行业，4100 万吨来自石油行业，3900 万吨来自天然气的开采、加工和运输，900 万吨来自生物能源的不完全燃烧（主要是木材和其他固体生物质被用作传统的烹饪燃料），400 万吨来自最终使用设备的泄漏。

(2) 甲烷是天然气的主要成分，由于当前天然气市场非常紧张，因此，天然气中的甲烷泄露更受关注。如果将 2021 年化石燃料运营中的甲烷泄漏捕获并上市销售，可以为市场提供额外的 1800 亿立方米天然气，相当于欧洲电力行业使用的所有天然气。

(3) 挪威和荷兰的排放强度最低，沙特阿拉伯和阿拉伯联合酋长国等中东国家的排放强度也相对较低，土库曼斯坦和委内瑞拉的排放强度最高。如果所有生产国都能达到挪威的排放强度，那么全球石油和天然气行业的甲烷排放量将下降 90% 以上。

(4) 基于最新的科学研究和测量，估算所得的甲烷排放量明显高于官方提供的数据。几乎所有国家的排放清单都不涉及甲烷排放量。研究发现，全球能源部门的甲烷排放量比各国政府提交的估算总和高出约 70%。各国需要加强监测手段和政策措施来减少甲烷的排放。

(5) 排放水平的不确定性不应成为推迟对甲烷采取行动的理由。如果所有国家都能实施已在多种情况下有效使用的久经考验的政策，那么全球石油和天然气行业产

生的甲烷排放量将减少一半。这些措施包括禁止非紧急燃烧、强制实施泄漏检测和维修方案以及引入设备标准。许多碳氢化合物生产国已经制定了可以借鉴的相关政策。

(廖琴 编译)

原文题目：Global Methane Tracker 2022

来源：<https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2022>

研究机构介绍

印度宣布建立碳捕集与利用国家卓越中心

2月10日，印度宣布将在科学技术部(Department of Science & Technology, DST)的支持下，在印度理工学院(Indian Institute of Technology, IIT)和尼赫鲁高级科学研究中心(Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research, JNCASR)各建立1座碳捕集与利用国家卓越中心(National Centre of Excellence in Carbon Capture and Utilization)，重点推进碳捕集与利用(CCU)技术的开发和应用，助力印度早日实现碳中和目标。卓越中心的使命包括：①作为多学科、长期研究、设计开发、协作和能力建设中心，为CCU领域的最先进研究和面向应用的举措提供服务；②汇集印度的集体力量，协助制定适当、可行的研发和创新路线图；③密切关注国际趋势，并提出具备潜力的合作领域。两座科研中心在CCU技术研究方面各有侧重：

(1) 位于IIT的中心重点研究如何从发电厂烟气中捕集二氧化碳，并将其压缩、运输和利用。主要研究方向包括：①引领印度面向工业的CCU科学与技术创新举措，同时开发新方法以提高CCU的技术成熟度水平；②加快CCU方法的研发，致力于将捕集的二氧化碳转化为化学品以及二氧化碳的运输、压缩和利用，努力提高油气采收率；③开发和示范从电厂与沼气厂排放的典型烟气中有效捕集二氧化碳的技术。

(2) 位于JNCASR的中心将侧重二氧化碳利用技术研究，探索将其转化成为烯烃等碳氢化合物，以提升CCU项目经济回报水平。主要研究方向包括：①通过研发相关材料与方法来开发和示范CCU，这些工艺将被扩大到中试规模，以生产碳氢化合物、烯烃和其他有附加值的化学品和燃料；②使CCU技术成熟度达到与工业水平上的商业需求相当的水平；③促进CCU的研究，提供培训和咨询，并将其卓越的研究成果转化为具有全球经济和社会影响的解决方案。

(裴惠娟 编译)

原文题目：India to Have Two National Centres of Excellence in Carbon Capture & Utilization at IIT Bombay & JNCASR, Bengaluru, Supported by DST

来源：<https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1797178>

《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