

# 科学研究动态监测快报

---

2022 年 2 月 5 日 第 3 期 (总第 333 期)

## 气候变化科学专辑

- ◇ Carbon Brief 回顾 2021 年媒体最关注的气候文章
- ◇ NOAA 报告显示 2021 年是有记录以来的第六热年份
- ◇ WEF 报告指出气候行动不力是全球面临的重大长期威胁
- ◇ 降水天数增加可能导致经济增长减缓
- ◇ IRENA 指出绿色氢能将改变全球贸易和能源关系
- ◇ 英国政府拨款 500 万英镑支持生物质制氢技术
- ◇ 《自然综述：地球与环境》多篇文章探讨多年冻土融化的影响
- ◇ 研究量化印度森林恢复的固碳潜力
- ◇ 优化的土地管理可大幅提高陆地植被的固碳潜力
- ◇ 意大利埃特纳火山释放的大量 CO<sub>2</sub> 来源于岩石圈地幔
- ◇ 中国实现碳中和需要能源系统深刻变革
- ◇ 研究评估区域贸易协定实施对碳排放的潜在影响
- ◇ 2021 年全球电力需求增幅高达创纪录的 6%

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

Carbon Brief 回顾 2021 年媒体最关注的气候文章 ..... 1

## 气候变化事实与影响

NOAA 报告显示 2021 年是有记录以来的第六热年份 ..... 3

WEF 报告指出气候行动不力是全球面临的重大长期威胁 ..... 4

降水天数增加可能导致经济增长减缓 ..... 5

## 气候变化减缓与适应

IRENA 指出绿色氢能将改变全球贸易和能源关系 ..... 5

英国政府拨款 500 万英镑支持生物质制氢技术 ..... 7

## 前沿研究进展

《自然综述：地球与环境》多篇文章探讨多年冻土融化的影响 ..... 7

## 前沿研究动态

研究量化印度森林恢复的固碳潜力 ..... 9

优化的土地管理可大幅提高陆地植被的固碳潜力 ..... 10

意大利埃特纳火山释放的大量 CO<sub>2</sub> 来源于岩石圈地幔 ..... 10

中国实现碳中和需要能源系统深刻变革 ..... 11

研究评估区域贸易协定实施对碳排放的潜在影响 ..... 12

## 数据与图表

2021 年全球电力需求增幅高达创纪录的 6% ..... 12

## 本期热点

### Carbon Brief 回顾 2021 年媒体最关注的气候文章

2022 年 1 月 19 日，碳简报（Carbon Brief）网站发布题为《分析：2021 年媒体中最具特色的气候文章》（*Analysis: The Climate Papers Most Featured in the Media in 2021*）的报道，基于 Altmetric 数据，根据在线新闻文章和社交媒体平台上被提及的次数来跟踪和评分期刊文章，汇编了 2021 年 25 篇最受关注的气候变化相关论文的年度清单。

排名第 1 的是发表于《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）的《归因于近期人为气候变化的热相关死亡负担》（*The Burden of Heat-related Mortality Attributable to Recent Human-induced Climate Change*）一文，Altmetric 得分为 5715。来自瑞士伯尔尼大学（University of Bern）、美国埃默里大学（Emory University）等机构的研究人员收集了 1991—2018 年 43 个国家 732 个地点的数据，调查了高温对人类死亡率的影响。研究发现，与高温相关的死亡事件中，37% 可归因于人为气候变化。该研究被 865 篇在线新闻、69 篇博客文章和 1286 条推文提及，报道媒体包括《卫报》、《纽约时报》、《悉尼先驱晨报》、《泰晤士报》、《伦敦标准晚报》、《独立报》、彭博社、美联社等。

排名第 2 的是发表于《自然·气候变化》的《基于观测的大西洋经向翻转环流崩溃的预警信号》（*Observation-based Early-warning Signals for a Collapse of the Atlantic Meridional Overturning Circulation*）一文，Altmetric 得分为 4839。德国柏林自由大学（Freie Universität Berlin）、波茨坦气候影响研究所（Potsdam Institute for Climate Impact Research）等机构的研究人员称，大西洋经向翻转环流（AMOC）可能已经接近一个关键转变点，稳定性逐渐减弱并可能完全丧失，崩溃后地球将迎来 50 年的大降温。该发现被《华盛顿邮报》、《卫报》、《纽约时报》、路透社等媒体在内的 485 条在线新闻报道，同时也获得了 32 篇博客文章和 3203 条推文的关注。

排名第 3 的是发表于《自然》（*Nature*）的《1.5 °C 世界中无法开采的化石燃料》（*Unextractable Fossil Fuels in a 1.5 °C World*）一文，Altmetric 得分为 4606。来自英国伦敦大学学院（University College London）的研究团队从生产的角度指出，在 2018 年资源储量基数下，到 2050 年，近 60% 的石油和化石甲烷气体以及 90% 的煤炭必须保持未开采状态，才能将温升控制在 1.5 °C 以内，而要实现这一目标，全球石油和天然气产量需要以每年 3% 的速度下降。该研究被《国会山报》、《卫报》、《澳大利亚人报》、英国广播公司（BBC）、《每日邮报》、美国有线电视新闻网（CNN）、美联社、《新科学家》、美国广播公司（ABC）新闻等媒体在内的 510 条在线新闻报道。

排名第 4 的是发表于《当代生物学》（*Current Biology*）的《学会控制牛的排尿反射以帮助减少温室气体排放》（*Learned Control of Urinary Reflexes in Cattle to Help*

Reduce Greenhouse Gas Emissions)一文, Altmetric 得分为 4576。该研究由德国莱布尼茨农场动物生物学研究所 (Leibniz Institute for Farm Animal Biology) 和弗里德里希·吕弗勒研究所 (Friedrich-Loeffler-Institut) 牵头, 描述了如何使用一种反向链式、基于奖励的训练程序来训练牛使用厕所排尿, 可以在收集和处理粪便的同时减少空气污染。此外, 令人惊讶的是, 牛犊表现出了与幼儿相当的水平, 甚至优于幼儿。这一研究被 717 篇新闻报道, 同时也被 18 个博客和 211 条推文提及。

排名第 5 的是发表于《科学》(Science) 的综述性文章《人类世海洋的声音景观》(The Soundscape of the Anthropocene Ocean), Altmetric 得分为 3526。该文详细描述了自工业革命以来海洋是如何变得愈发嘈杂。由于产生声音的动物数量大幅减少、人为噪音增加以及气候变化引起的海洋冰川和风暴等地球物理源的贡献改变, 海洋声音景观正在迅速变化, 其中, 噪音会损害海洋生物的听力, 并使其生理特性和行为习惯发生变化。这项研究被 220 多家媒体、20 多个博客和 1891 条推文关注。

排名第 6 的是发表于《自然·气候变化》的《极端气候创纪录的可能性越来越大》(Increasing Probability of Record-shattering Climate Extremes)一文, Altmetric 得分为 3036。该研究警告称, 随着全球气候变暖, 打破天气记录的极端事件更有可能发生。一个鲜明的例子就是 2021 年 6 月席卷北美西部的破坏性热浪, 是北美有记录以来“最极端的夏季热浪”, 比平均温度高约 20 °C。

排名第 7 的是发表于《冰冻圈》(Cryosphere) 的综述性文章《地球的冰失衡》(Earth's Ice Imbalance), Altmetric 得分为 3012。这是首次使用卫星数据进行全球冰损失调查, 涵盖了遍布全球的 21.5 万个高山冰川、格陵兰和南极洲的极地冰原、南极洲周围漂浮的冰架以及北冰洋和南大洋中漂流的海冰。研究发现, 1994—2017 年, 地球冰的损失速度显著增加, 损失了 28 万亿吨, 包括北极海冰 (7.6 万亿吨)、南极冰架 (6.5 万亿吨)、山地冰川 (6.1 万亿吨)、格陵兰冰盖 (3.8 万亿吨)、南极冰盖 (2.5 万亿吨) 和南大洋海冰 (0.9 万亿吨)。文章指出, 尽管有一小部分山地冰川流失与小冰期有关, 但绝大多数还是与气候变暖直接相关。

排名第 8 的是《柳叶刀》(The Lancet) 发布的《2021 年<柳叶刀>健康与气候变化倒计时报告: 为健康未来发出红色预警》(The 2021 Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Code Red for a Healthy Future)一文, Altmetric 得分为 2851。该报告追踪了与气候变化直接相关的 44 项健康影响指标, 概述了健康和气候方面日益增长的风险, 指出这些风险加剧了許多人已然面临的健康危害, 尤其是在面临食物和水质安全、热浪和传染病传播问题的各个社区。

排名第 9 的是发表于《自然》的《亚马孙河流域是与森林砍伐和气候变化有关的碳源》(Amazonia as a Carbon Source Linked to Deforestation and Climate Change)一文, Altmetric 得分为 2750。研究指出, 森林砍伐和气候变化已经使亚马孙流域的

大片地区从吸收二氧化碳的“碳汇”转变为排放二氧化碳的“碳源”。这一结果对热带森林在未来吸收大量化石燃料产生的二氧化碳的能力提出了质疑。

排名第 10 的是发表于《柳叶刀 地球健康》(*Lancet Planetary Health*) 的《2000—2019 年与非最佳环境温度相关的全球、区域和国家死亡负担：一项三阶段模拟研究》(*Global, Regional, and National Burden of Mortality Associated with Non-optimal Ambient Temperatures from 2000 to 2019: A Three-stage Modelling Study*) 一文，Altmetric 得分为 2739。作者利用 43 个国家或地区（占全球 46% 人口）750 个城市的每日死亡与室外气温数据，结合多种来源全球栅格数据共同构建预测模型，估计了 2000—2019 年非最佳环境温度下的超额死亡负担及其时空变化趋势。研究发现，每 10 万居民中有 74 例气温相关死亡，占全球总死因的 9.43%，其中低温所致超额死亡占 8.52%，高温所致超额死亡占 0.91%。

在这 25 篇最受媒体关注的气候文章刊发期刊中，《自然》和《自然 气候变化》并列第一，各有 5 篇。其次是《科学》，共有 4 篇，其他 11 种期刊各有 1 篇文章。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Analysis: The Climate Papers Most Featured in the Media in 2021

来源：<https://www.carbonbrief.org/analysis-the-climate-papers-most-featured-in-the-media-in-2021>

## 气候变化事实与影响

### NOAA 报告显示 2021 年是有记录以来的第六热年份

2022 年 1 月 13 日，美国国家海洋和大气管理局（NOAA）发布《2021 年全球气候报告》(*Global Climate Report 2021*) 指出，2021 年是自 1880 年有记录以来全球地表温度第六高的年份。报告的主要内容如下：

(1) **温度**。2021 年，全球地表温度比 20 世纪的平均水平高 0.84 °C，是全球自 1880 年有记录以来第六个最热的年份。受厄尔尼诺南方涛动 (ENSO) 影响，尽管 2021 年全球地表温度高于平均水平，但 2021 年 2 月是自 2014 年以来的最冷 2 月。

(2) **海洋热含量** (Ocean Heat Content, OHC)。由于地球系统中超过 90% 的人为热量被海洋吸收，OHC 对于理解和模拟全球气候至关重要。2021 年，全球 0~2000 m OHC 再创新高。其中，2015—2021 年是全球 OHC 最高的 7 年。

(3) **积雪**。2021 年，北半球积雪面积约为 939 万平方英里，是 1967 年以来全球第七小的积雪面积。其中，2021 年 12 月，北半球和欧亚大陆的积雪面积大于平均水平，分别是有记录以来的第十七大面积和第十三大面积。

(4) **海冰**。2021 年，北极海冰面积约为 408 万平方英里，是 1979 年以来的第九小海冰面积；南极海冰面积约为 442 万平方英里，略低于平均水平。

(5) **热带气旋**。2021 年，全球热带气旋活跃程度高于平均水平，共命名了 94 次热带风暴。尽管该数量高于平均水平，但 2021 年全球仅发生了 37 次飓风强度的

热带气旋，这刷新了全球年度飓风强度热带气旋的最少记录。2021 年，北大西洋命名了 21 个风暴，是该地区命名风暴数量第三多的年份。

(董利莘 编译)

原文题目：Global Climate Report 2021

来源：<https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202112>

## WEF 报告指出气候行动不力是全球面临的**最大长期威胁**

2022 年 1 月 11 日，世界经济论坛（World Economic Forum, WEF）发布《2022 年全球风险报告》（*The Global Risks Report 2022*），提供了最新的全球风险认知调查结果，分析了当前经济、社会、环境和技术紧张局势产生的关键风险。报告指出，气候行动不力、极端天气、生物多样性丧失、自然资源危机、人为环境破坏被认为是未来 10 年对世界最严重的 5 个长期威胁，也是对人类和地球最具潜在破坏性的 5 个威胁。特别是，极端天气和气候行动不力是短期、中期和长期面临的**最大风险**。

### 1 全球风险认知

未来 2 年内全球最主要的风险包括：极端天气、生计危机、气候行动不力、社会凝聚力侵蚀、传染性疾病、心理健康状况恶化、网络安全威胁、债务危机、数字不平等、资产泡沫破裂。

未来 2~5 年内全球最主要的风险包括：气候行动不力、极端天气、社会凝聚力侵蚀、生计危机、债务危机、人为环境破坏、地缘经济对抗、网络安全威胁、生物多样性丧失、资产泡沫破裂。

未来 5~10 年内全球最主要的风险包括：气候行动不力、极端天气、生物多样性丧失、自然资源危机、人为环境破坏、社会凝聚力侵蚀、非自愿移民、有害的技术进步、地缘经济对抗、地缘政治资源争夺。

### 2 无序的净零转型将加剧不平等

气候行动不力被认为是全球面临的第一大长期威胁，也是未来 10 年可能产生最严重影响的风险。气候变化已经以干旱、火灾、洪水、资源稀缺和物种丧失以及其他影响的形式迅速显现。2020 年，全球多个城市遭遇了多年未见的极端气温，例如马德里创下 42.7 °C 的历史新高温，达拉斯创下 72 年来 -19 °C 的最低气温，北极圈等地区的夏季平均气温比往年高出 10 °C。为向净零经济转型，政府、企业和社会面临着日益增加的压力。然而，以全球和跨部门不同轨迹为特征的无序净零转型，将进一步导致国家分裂和社会分化，为合作制造障碍。

鉴于当前技术、经济和社会变革的复杂性，以及各国承诺的不足，到 2050 年实现净零目标的任何转型都可能是无序的。尽管新型冠状病毒肺炎（COVID-19）封锁

措施使全球温室气体排放量暂时下降，但 2020 年全球温室气体排放量的增长速度快于过去 10 年的平均水平。由于碳成本升高、适应能力下降、技术创新缺乏以及在贸易协定中的影响力有限，继续依赖碳密集型行业的国家可能会失去竞争优势。然而，从目前雇用数百万工人的碳密集型行业转移，将引发经济动荡、加深失业率并加剧社会和地缘政治紧张局势。采取仓促的环境政策也会对自然产生意想不到的后果，包括部署未经测试的生物技术和地球工程技术仍然存在许多未知风险。不考虑社会影响的转型将加剧国家内部和国家之间的不平等，从而加剧地缘政治摩擦。

(廖琴 编译)

原文题目：The Global Risks Report 2022

来源：<https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2022>

## 降水天数增加可能导致经济增长减缓

2022 年 1 月 12 日，《自然》(*Nature*) 发表题为《降水变化对经济生产的影响》(The Effect of Rainfall Changes on Economic Production) 的文章指出，当阴雨天数和极端降雨天数增加时，经济增长率会下降，其中，发达国家受极端日降雨量的影响最严重，各行业内制造业和服务业受年降水量和潮湿天数的影响最大。

由于人类活动引起的气候变化，地球水文循环将发生重大改变，进一步影响社会经济。来自德国波茨坦气候影响研究所(Potsdam Institute for Climate Impact Research)、波茨坦大学(Potsdam University)等机构的研究人员统计了 1979—2019 年全球 77 个国家 1544 个地区的地方性经济产出，结合欧洲中期天气预报中心(ECMWF)全球气候监测工具收集的降水数据，模拟了降水变化对经济增长的影响。

结果表明：①降水量超过 1 mm 的天数增加会导致经济增长率大幅下降；②一年内极端降水天数和降水强度的增加会降低经济生产力；③年降水量对发展中国家影响较大，相比之下，潮湿天数对发达国家的影响更大，其中，极端日降水量对发达国家影响显著；④各生产行业中，年降水量和潮湿天数对制造业及服务行业的影响最大。研究人员指出，当前人们对降水变化造成的经济影响的理解是不完全的，未来需要进一步量化研究降水变化对经济增长的影响。

(秦冰雪 编译)

原文题目：The Effect of Rainfall Changes on Economic Production

来源：<https://www.nature.com/articles/s41586-021-04283-8>

## 气候变化减缓与适应

### IRENA 指出绿色氢能将改变全球贸易和能源关系

2022 年 1 月 15 日，国际可再生能源机构(IRENA)发布题为《能源转型的地缘政治：氢因素》(*Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor*) 的

报告指出，全球氢经济的快速增长可能带来重大的地缘经济和地缘政治转变，产生新的相互依赖关系。随着传统石油和天然气贸易的衰落，氢将改变能源贸易的地理格局，并使能源关系区域化，出现以氢生产和使用为基础的新地缘政治影响中心。

报告的主要结论包括：

(1) 由于能源转型的规模以及对世界各地社会经济、技术和地缘政治趋势的深刻影响，目前正在进行的能源转型是前所未有的。可再生能源与能源效率相结合，已成为全球能源转型的前沿。氢能很可能在未来几年进一步扰乱能源价值链。在气候紧迫性和各国净零排放承诺的推动下，到 2050 年，氢能将占全球能源使用量的 12%。其中大部分将使用可再生能源生产，其余来自天然气、碳捕集与封存。

(2) 到 2050 年，超过 30% 的氢能可以进行跨境交易，这一比例高于目前的天然气。没有进行传统能源贸易的国家正在围绕氢能建立双边能源关系。随着越来越多的参与者和新的净进出口商出现在世界舞台上，与石油和天然气的地缘政治影响相比，氢能贸易不太可能武器化或卡特化（形成垄断）。

(3) 跨境氢能贸易预计将大幅增长，目前已有 30 多个国家和地区制定了包括氢能进出口计划在内的氢能战略。日本和德国等需要进口氢气的国家，已经开展了专门的氢能外交。越来越多的化石燃料出口国认为，清洁氢能是实现经济多元化的一种方式，例如澳大利亚、阿曼、沙特阿拉伯和阿拉伯联合酋长国。然而，由于氢能无法弥补石油和天然气收入的损失，因此，化石燃料生产商需要制定更广泛的经济转型战略。

(4) 氢生产的技术潜力显著超过了估计的全球需求。那些最能生产廉价可再生电力的国家将适合生产有竞争力的绿色氢能。虽然智利、摩洛哥和纳米比亚等国家目前是能源净进口国，但它们将成为绿色氢能出口国。实现非洲、美洲、中东和大洋洲等地区的潜力可以限制出口集中的风险，但许多国家需要大规模的技术转让、基础设施和投资。

(5) 清洁氢能的地缘政治可能会在不同阶段上演。21 世纪 20 年代可能将展开一场争夺技术领先地位的竞赛，但需求预计要到 21 世纪 30 年代中期才会开始增长。到那时，绿色氢能将在全球范围内与化石燃料氢能进行成本竞争，这在中国、巴西和印度等国家将更早出现。在 2021 年天然气价格飙升期间，欧洲已经可以接受绿色氢能价格。天然气管道的改造可能会进一步刺激需求，促进氢能贸易。

(6) 拥有丰富可再生能源潜力的国家可以成为绿色工业化的场所，利用其潜力吸引能源密集型产业。此外，在氢价值链中占有一席之地可以提高经济竞争力。尤其是电解槽和燃料电池等设备的制造可以推动业务发展。中国、日本和欧洲已经在生产电解槽方面取得了领先地位，但市场仍处于起步阶段，规模也相对较小。创新和新兴技术可以改变当前的制造业格局。

(7) 通过降低对进口的依赖和价格波动，以及提高能源体系的灵活性，绿色氢能可以增强能源的独立性、安全性和弹性。然而，氢和可再生能源所需的原材料可能会引起对材料安全的关注。供应短缺和价格波动可能对氢供应链产生影响，并对成本和收入产生负面影响。

(8) 制定氢能贸易的规则、标准和治理可能会导致地缘政治竞争，或开启一个加强国际合作的新时代。特别是帮助发展中国家部署绿色氢能技术和发展氢能产业，可以防止全球脱碳分化的扩大，促进公平和包容，在可再生资源丰富的国家创造当地价值链、绿色产业和就业机会。

(廖琴 编译)

原文题目：Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor

来源：<https://irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen>

## 英国政府拨款 500 万英镑支持生物质制氢技术

2022 年 1 月 12 日，英国商业、能源和产业战略部 (Department for Business, Energy & Industrial Strategy) 启动了“生物质制氢技术计划” (Scheme for Technologies Producing Hydrogen From Biomass)，预计将拨款 500 万英镑，支持从生物质和废弃物中生产氢气的创新技术。该技术将支持英国的低碳氢产业计划，加速创新清洁能源技术商业化，创造绿色就业机会，支持英国实现净零目标。

该计划支持的生物质制氢技术将以生物质和废弃物为原料，使用结合碳捕集与封存的生物能源 (BECCS) 技术实现氢气生产。该计划将支持以下 3 类技术解决方案：①原料预处理：通过气化技术突破，优化生物质和废弃物原料，实现能源和材料的低成本高效率处理。②先进的气化技术及其组件研发：气化技术是热转化技术，可用于将生物质和废弃物转化为航空燃料、柴油、氢气、甲烷和其他碳氢化合物。③新型生物氢技术：开发可与碳捕集相结合使用的新型生物氢技术，例如暗发酵、厌氧消化、废水处理等。此外，该计划将分技术研发和示范两个阶段展开。

(董利莘 编译)

原文题目：Government Launches New Scheme for Technologies Producing Hydrogen from Biomass

来源：<https://www.gov.uk/government/news/government-launches-new-scheme-for-technologies-producing-hydrogen-from-biomass>

## 前沿研究进展

### 《自然综述：地球与环境》多篇文章探讨多年冻土融化的影响

2022 年 1 月 11 日，《自然综述：地球与环境》 (Nature Reviews Earth & Environment) 分别发表题为《变化中的北极多年冻土碳排放》 (Permafrost Carbon Emissions in a Changing Arctic)、《多年冻土的热状态变化》 (The Changing Thermal

State of Permafrost)、《多年冻土退化对基础设施的影响》(Impacts of Permafrost Degradation on Infrastructure)、《苔原植被变化及对多年冻土的影响》(Tundra Vegetation Change and Impacts on Permafrost)、《低地多年冻土区的湖泊和排水湖盆系统》(Lake and Drained Lake Basin Systems in Lowland Permafrost Regions)和《北极海岸变化的驱动因素、动力和影响》(Drivers, Dynamics and Impacts of Changing Arctic Coasts)的 6 篇综述文章,深入分析了与多年冻土融化相关的物理学、生物地球化学和生态系统改变及其对全球造成的环境和社会影响。本文重点对其中 3 篇文章的核心内容进行了整理,以供参考。

《变化中的北极多年冻土碳排放》一文中,美国加州理工学院(California Institute of Technology)等机构的研究人员综述了近年来多年冻土碳动力学研究的进展,包括突然融化的机制、碳释放的仪器观测和多年冻土碳循环的模型预测。北极多年冻土储存了近 1.7 万亿吨冻融碳。人为变暖可能将未知数量的冻融碳释放到大气中,在多年冻土碳循环过程中对气候产生影响。多年冻土突然融化和热岩溶可能会迅速(数天到数年)向大气排放大量的碳。北极地区的二氧化碳排放量比其他温室气体排放量大,但多年冻土融化后缺氧条件的扩大势必会增加未来甲烷排放的比例。北极日益频繁的野火也将导致显著但不可预测的碳通量。通过现场观测、空中观测和卫星观测等方式进行更详细的监测,可以更深入地了解北极未来作为碳源或碳汇的作用及其对地球系统的影响。

《多年冻土的热状态变化》一文中,加拿大自然资源部(Natural Resources Canada)等机构的研究人员以多年冻土温度和活动层厚度为重点,探讨了多年冻土热状态的变化。由于气候、植被、积雪、有机层厚度和地面冰含量之间的相互作用,多年冻土温度的升高在空间上存在差异。在亚北极地区观测到的较温暖的多年冻土(温度接近 0 °C)中,每 10 年的升温幅度通常低于 0.3 °C。而在高纬度北极较冷的多年冻土(温度低于-2 °C)中,每 10 年的升温幅度约为 1 °C。自 20 世纪 90 年代以来,在俄罗斯北极地区也观测到活动层厚度增加了 0.4 m。模拟一致表明,多年冻土的变暖和融化将继续对气候变化产生响应并可能加速,但不同模型和情景之间预测变化的幅度和时间存在很大差异。因此,需要深入了解多年冻土与其周围环境的长期相互作用,从而减少与多年冻土热状态以及其未来适应情况有关的未知因素。

《多年冻土退化对基础设施的影响》一文中,芬兰奥卢大学(University of Oulu)等机构的研究人员探讨了与多年冻土退化相关的基础设施损害的程度和成本,以及可减轻此类不利后果的方法。多年冻土的变化对基础设施构成了各种威胁,这些影响通常与人为变暖有关,并随着人类活动的增加而加剧。观测发现,基础设施损坏非常严重,俄罗斯一些城市高达 80% 的建筑物和青藏高原约 30% 的路面受到损坏。在人为变暖的情况下,基础设施受到的损坏预计将继续,到 2050 年,极地附近

30%~50%的关键基础设施将面临高风险。相应地，到 21 世纪下半叶，与多年冻土退化相关的基础设施损失可能将达数百亿美元。研究人员指出，目前已有几种技术可以减缓这些影响，包括对流路堤、热虹吸管和打桩基础。然而，为了保证减缓措施发挥效果，需要增进对高风险区域的进一步认识。

(廖琴 编译)

参考文献:

- [1] Permafrost Carbon Emissions in a Changing Arctic. <https://www.nature.com/articles/s43017-021-00230-3>
- [2] The Changing Thermal State of Permafrost. <https://www.nature.com/articles/s43017-021-00240-1>
- [3] Impacts of Permafrost Degradation on Infrastructure. <https://www.nature.com/articles/s43017-021-00247-8>
- [4] Tundra Vegetation Change and Impacts on Permafrost. <https://www.nature.com/articles/s43017-021-00233-0>
- [5] Lake and Drained Lake Basin Systems in Lowland Permafrost Regions. <https://www.nature.com/articles/s43017-021-00238-9>
- [6] Drivers, Dynamics and Impacts of Changing Arctic Coasts. <https://www.nature.com/articles/s43017-021-00232-1>

## 前沿研究动态

### 研究量化印度森林恢复的固碳潜力

2022 年 1 月 18 日,《保护通讯》(*Conservation Letters*)发表题为《现有土地利用限制了印度森林恢复减缓气候变化的潜力》(*Existing Land Uses Constrain Climate Change Mitigation Potential of Forest Restoration in India*)的文章指出,作为一种减缓手段,印度可用于增加森林覆盖的实际土地面积远远低于先前在全球研究中评估的土地面积,相比之下农林复合经营的机会与潜力更大。

许多国家都做出了宏伟的承诺,要增加森林面积,以减缓气候变化。然而,人们对实现这些目标所需的土地供应情况并不十分清楚。先前开展的评估表明全球森林恢复有很大的固碳潜力,但缺乏对地方土地利用与区域差异的考虑,这两种因素对政策制定至关重要。来自英国牛津大学(*University of Oxford*)、英国埃克塞特大学(*University of Exeter*)等机构的科研团队,利用机器学习框架对印度适合不同植被类型的地形与气候条件进行建模,并将这些结果与印度当前土地利用图进行比较,以确定适合碳固存的地点。

研究表明,印度当前可用来进行森林恢复的土地总面积只有 1.58 万 km<sup>2</sup> (1.58 Mha),碳固存潜力合计为 61.3 Mt C (百万吨碳),评估数据远远低于先前全球研究中得出的结论。然而,在印度目前的农业用地上,可用于农林复合经营的土地面积达 14.67 万 km<sup>2</sup> (14.67 Mha),这些土地可以封存 98.1 Mt C。研究人员建议,在“联合国生态系统恢复十年”行动计划中,需要制定与现有土地利用相适应的森林恢复战略,如农林复合经营,特别是在拥有大量小农农业资产的国家。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Existing Land Uses Constrain Climate Change Mitigation Potential of Forest Restoration in India

来源: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/conl.12867>

## 优化的土地管理可大幅提高陆地植被的固碳潜力

2022年1月18日,《通讯 地球与环境》(*Communications Earth & Environment*)发表题为《优化的土地管理措施能极大提高全球陆地植被的固碳潜力》(*The Global Carbon Sink Potential of Terrestrial Vegetation Can be Increased Substantially by Optimal Land Management*)的文章指出,在现有的气象、植被覆盖和土壤等条件下,不改变现有土地利用方式,仅通过管理措施的优化,增加植被固碳量及碳汇,是未来提高陆地生态系统固碳量更具潜力的方式。

温室气体的过量排放被认为是大气中二氧化碳浓度增加与全球变暖的主要原因。陆地植被每年吸收 112~169 Pg C (1 Pg C=10<sup>15</sup> g C),在全球碳循环中发挥着至关重要的作用。不同的土地管理措施对植被碳汇的影响不同。来自中国武汉大学、中国科学院植物研究所、美国马里兰大学(*University of Maryland*)等机构的科研人员,基于 2001—2018 年的遥感时间序列净初级生产力数据集,结合全球气象、土壤、地形地貌数据,采用邻域相似性空间分析的方法,以邻域土地管理措施为参考对象,绘制了土地管理措施优化情景下,全球陆地生态系统植被固碳增加的通量地图。

研究结果表明,通过土地管理措施的优化,全球陆地生态系统植被的覆盖区可多固定 13.74 Pg C,考虑到土壤呼吸的碳排放折减,土地管理措施优化能够净增碳汇约 3.5~4.0 Pg C,净增碳汇量达全球石化燃料总排放的 1/3。此外,全球陆地生态系统 15%的面积,汇聚了上述总净增碳汇 50%的量,因此土地优化管理措施的范围,从实施的效益上,应重点考虑这 15%的区域空间。研究人员指出,结论表明优化土地管理是减缓气候变化的一种有前途的方法。

(裴惠娟 编译)

原文题目: *The Global Carbon Sink Potential of Terrestrial Vegetation Can be Increased Substantially by Optimal Land Management*

来源: <https://www.nature.com/articles/s43247-021-00333-1>

## 意大利埃特纳火山释放的大量 CO<sub>2</sub> 来源于岩石圈地幔

2022年1月18日,《地质》(*Geology*)发表题为《富含碳的岩石圈地幔是意大利埃特纳火山大量二氧化碳排放的来源》(*A Carbon-rich Lithospheric Mantle as a Source for the Large CO<sub>2</sub> Emissions of Etna Volcano (Italy)*)的文章指出,埃特纳火山下部 50~150 km 处富含碳的岩石圈地幔为其提供了源源不断的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)。

在地质时期,火山活动是大气中 CO<sub>2</sub> 的主要来源。意大利埃特纳火山 CO<sub>2</sub> 排放量巨大(9083 吨/天),占全球火山 CO<sub>2</sub> 排放量的 10%,比夏威夷基拉韦厄火山多 3 倍,但目前尚不清楚其大量排放 CO<sub>2</sub> 的原因。来自德国科隆大学(*Universität zu Köln*)和意大利佛罗伦萨大学(*Università degli Studi di Firenze*)的研究人员使用铌(Nb)和钽(Ta)两种稀有元素作为示踪剂,分析了来自埃特纳的岩浆以及不同地球动力

学背景下邻近火山（秃鹫火山、斯特龙博利火山和潘泰莱里亚火山）的样品。在表生环境下，即便经历了后期地质作用，Nb、Ta 也比较稳定，并倾向于在上地壳富集。

结果显示，埃特纳火山和秃鹫火山的岩浆内 Nb/Ta 的比值极高，高于其他活跃的板内火山。这一结果证实了火山下部存在岩石圈地幔，并且碳含量极其丰富。在岩浆熔融过程中，以碳酸盐岩交代作用和高 Nb/Ta 为特征的大陆岩石圈碎屑释放出大量 CO<sub>2</sub> 等挥发性物质，最终通过火山喷发排放到大气中。

（秦冰雪 编译）

原文题目：A Carbon-rich Lithospheric Mantle as a Source for the Large CO<sub>2</sub> Emissions of Etna Volcano (Italy)

来源：<https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/geology/article/doi/10.1130/G49510.1/610900/A-carbon-rich-lithospheric-mantle-as-a-source-for>

## 中国实现碳中和需要能源系统深刻变革

2022 年 1 月 10 日，《自然 通讯》(*Nature Communication*) 发表题为《用概率框架评估中国能源向碳中和的转型》(*Assessing the Energy Transition in China Towards Carbon Neutrality with a Probabilistic Framework*) 的文章指出，如果中国到 2025 年达到碳排放峰值，在碳中和目标下，中国的电气化率需要达到 45%~62%，可再生能源占一次能源供应的比例应在 47%~78%。

《巴黎协定》要求世界各国逐步更新其国家自主贡献并实现温室气体源和汇之间的平衡，这就意味着世界各国需要在某个时间点实现净零排放。目前，中国是世界上最大的能源消费国和二氧化碳排放国。2019 年，中国占全球能源消费量和二氧化碳排放量的比例分别为 23% 和 29%。2020 年 9 月，中国提出力争在 2030 年前达到二氧化碳排放峰值，并在 2060 年实现碳中和。国家累计碳预算、技术演进等不确定性给决策者提出了严峻的挑战，迫切需要提出一个全面考虑这些不确定性的路线图来指导这一转变。

清华大学的研究人员将蒙特卡洛分析与自下而上的能源-经济-环境模型相结合，生成了 3000 个具有不同碳峰值时间、技术演进路径和累积碳预算的情景曲线。结果表明，以 2015 年为基准年，如果中国到 2025 年达到碳排放峰值，碳中和目标下，中国的电气化率需要达到 45%~62%，可再生能源占一次能源供应的比例应为 47%~78%，需要实现太阳能和风能 5.2~7.9 TW（太瓦，1 太瓦=10<sup>12</sup> 瓦），储能使用量为 1.5~2.7 PWh（拍瓦，1 拍瓦=1000 太瓦），以及负排放量为 64~1649 Mt CO<sub>2</sub>（百万吨二氧化碳），到 2050 年将协同减少约 80% 的当地空气污染物。提早达到碳峰值可减少福利损失并防止过度依赖碳去除技术。

（刘莉娜 编译）

原文题目：Assessing the Energy Transition in China Towards Carbon Neutrality with a Probabilistic Framework

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-021-27671-0#code-availability>

## 研究评估区域贸易协定实施对碳排放的潜在影响

2022年1月20日,《自然 通讯》(*Nature Communication*)发表题为《区域贸易协定给全球碳排放减缓带来负担》(*Regional Trade Agreement Burdens Global Carbon Emissions Mitigation*)的文章指出,“区域全面经济伙伴关系协定”(RCEP)关税削减将释放巨大的贸易创造效应,提升各成员国的经济福利水平。

中国科学院数学与系统科学研究院、中国科学院大学经济管理学院和美国波士顿大学(Boston University)的研究人员利用均衡模型、投入产出模型及贸易数据等,分别测算了RCEP协定实施1年、5年、10年和20年之后,以及RCEP成员之间关税全降为0等多种情形下的贸易和福利效应。结果表明,RCEP关税削减将释放巨大的贸易创造效应,其中,中、日、韩三国之间的贸易将显著增加,东盟国家与中、韩之间以及部分东盟成员之间的贸易将增加得尤其突出,中国与多个东盟国家的贸易将翻倍。

研究人员利用环境拓展型世界投入产出模型和计量模型进一步测算RCEP关税削减对碳排放的潜在影响。结果显示,短期内RCEP关税削减将给各成员国的碳减排造成显著压力,同时会加剧发达成员国与发展中成员国之间的碳泄露。中长期内RCEP会加深各成员国参与区域以及全球产业链的程度,此过程中,碳排放效率也将会因为全球产业链参与程度深化而升级,RCEP带来的碳减排压力将有所缓解。研究人员指出,若碳排放效率维持不变,RCEP关税全面削减将造成全球碳排放年均增速上升3.1%左右,这一增幅是过去10年全球碳排放增速(1.5%左右)的2倍,这将为全球碳减排造成巨大压力。RCEP各成员国在共享这一自由贸易协定带来的经济红利的同时,需进一步加强区域以及国际技术合作,大力提升减排技术,携手降低RCEP带来的潜在环境负担。

(刘莉娜 编译)

原文题目: Regional Trade Agreement Burdens Global Carbon Emissions Mitigation

来源: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-28004-5#additional-information>

## 数据与图表

### 2021年全球电力需求增幅高达创纪录的6%

2022年1月13日,国际能源署(IEA)发布《电力市场报告》(*Electricity Market Report*)显示,2021年全球电力需求增幅高达6%,是有史以来最大的年度增幅。报告的主要内容如下:

(1) **电力需求**。经历了2020年的小幅下降之后,2021年全球电力需求约增长了1500 TWh(太瓦时),增幅高达6%,是有史以来最大的年度增幅。其中约1/2的全球电力需求增长发生在中国(图1)。

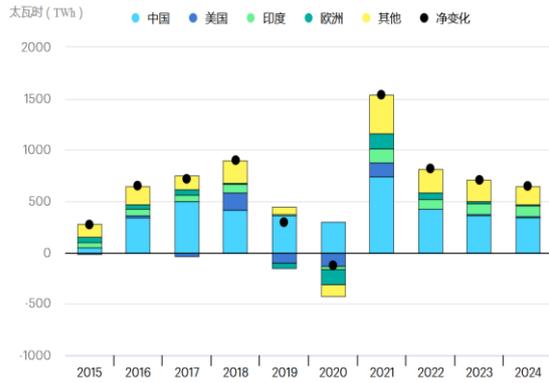


图1 2015—2024年全球电力需求变化

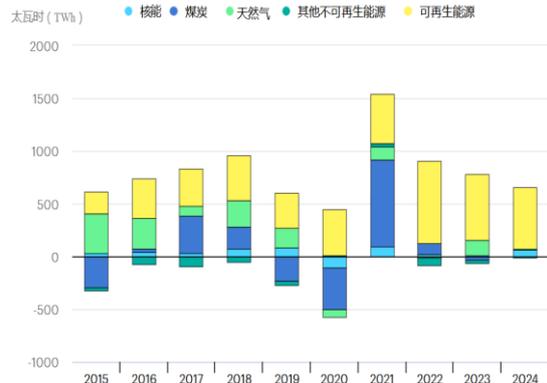


图2 2015—2024年全球发电量变化

(2) 来自不同燃料的发电量。2021年，燃煤发电量增长了9%，达到了历史最高水平，贡献了全球约1/2的发电量增长。尽管受限于不利的天气，但2021年可再生能源增长强劲，增长了6%。2021年，天然气和核能发电分别增长了2%和3.5%（图2）。

(3) 电价。化石燃料的需求增加以及供不应求导致了2021年的电价飙升。如图3所示，2021年第4季度的平均电价是2015—2020年平均水平的4倍多。

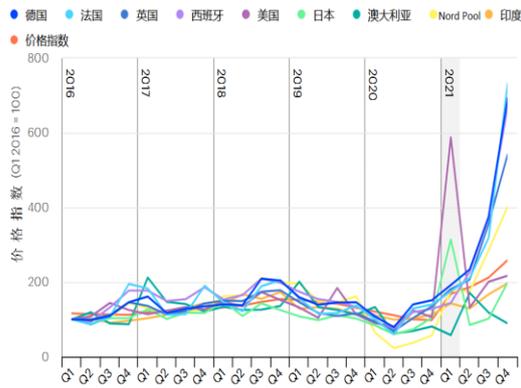


图3 2016—2021年部分地区的季度平均电价

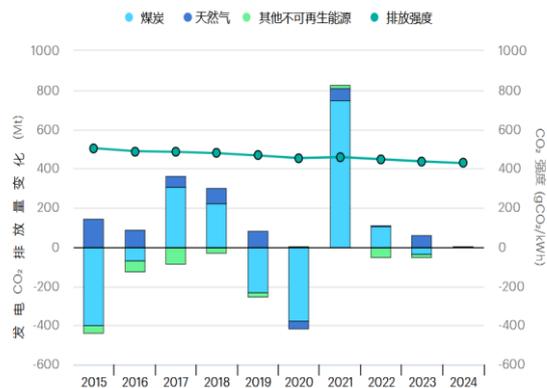


图4 2015—2024年全球电力部门的排放强度和发电CO<sub>2</sub>排放量变化

(4) 电力部门的排放强度和发电排放量变化。在经历了2019—2020年的下降之后，2021年全球电力部门的CO<sub>2</sub>排放量增加了近7%，创下历史新高。预计2022—2024年全球电力部门的CO<sub>2</sub>排放量将趋于平稳。煤炭是2021年这一增长的主要驱动力。2021年，全球电力部门的排放强度迎来了自2011年以来的首次增长，增幅约1%。预计2022—2024年全球电力部门的排放强度每年将下降约2%（图4）。

（董利苹 编译）

原文题目：Electricity Market Report

来源：[https://iea.blob.core.windows.net/assets/d75d928b-9448-4c9b-b13d-6a92145af5a3/ElectricityMarketReport\\_January2022.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/d75d928b-9448-4c9b-b13d-6a92145af5a3/ElectricityMarketReport_January2022.pdf)

## 《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