

科学研究动态监测快报

2023 年 7 月 5 日 第 13 期 (总第 367 期)

气候变化科学专辑

- ◇ 中国近期电力短缺的原因及解决方案
- ◇ 欧洲气候变化科学咨询委员会建议欧盟 2040 年气候目标
- ◇ 美国政府拨款 1.35 亿美元资助 40 个工业脱碳项目
- ◇ 欧盟两项资助加速绿色转型和低碳技术发展
- ◇ 国际山地综合开发中心发现兴都库什-喜马拉雅地区冰川正加速融化
- ◇ 人为气候变化对加州森林野火面积的贡献增加 320%
- ◇ 气候分析机构提出与 1.5 °C 目标一致的 2030 年目标
- ◇ 德国智库提出全球钢铁转型的 15 条见解
- ◇ 大型食草动物多样性有助于减缓气候影响
- ◇ 南北排放强度差距缩小减少了全球贸易的碳泄漏
- ◇ 研究揭示火灾对森林生态系统土壤碳循环库的影响
- ◇ 法国研究基于荟萃分析确定土壤有机碳的影响因素

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

中国近期电力短缺的原因及解决方案 1

气候政策与战略

欧洲气候变化科学咨询委员会建议欧盟 2040 年气候目标 2

美国政府拨款 1.35 亿美元资助 40 个工业脱碳项目 3

欧盟两项资助加速绿色转型和低碳技术发展 4

气候变化事实与影响

国际山地综合开发中心发现兴都库什-喜马拉雅地区冰川正加速融化 4

人为气候变化对加州森林野火面积的贡献增加 320% 6

气候变化减缓与适应

气候分析机构提出与 1.5 °C 目标一致的 2030 年目标 7

德国智库提出全球钢铁转型的 15 条见解 8

前沿研究动态

大型食草动物多样性有助于减缓气候影响 10

南北排放强度差距缩小减少了全球贸易的碳泄漏 11

研究揭示火灾对森林生态系统土壤碳循环库的影响 11

法国研究基于荟萃分析确定土壤有机碳的影响因素 12

中国近期电力短缺的原因及解决方案

6月13日,能源与清洁空气研究中心(Centre for Research on Energy and Clean Air, CREA)和香港水石能源咨询有限公司(WaterRock Energy Economics (HK) Ltd)¹联合发布题为《从经济角度解决中国近期电力短缺问题》(*Resolving Near-term Power Shortages in China from an Economic Perspective*)的报告,概述了中国近期电力短缺的原因,并提出了电力短缺的解决方案。

1 电力短缺的原因

中国部分省份在2021年和2022年经历了电力短缺问题。因此,许多省政府采用了他们一直使用的解决方案,即大量批准和建设新的燃煤装机来解决电力短缺问题。然而,这样简单的解决方案并不能解决中国电力短缺的核心问题。2021年和2022年电力短缺的根本原因是当前的电价制度和相关的调度协议。它们的具体设计实际上扭曲了省内和省际电力容量运营与投资的激励机制。

(1) 煤电的电价不足以补偿高昂的煤炭燃料价格,尤其在需求高峰季节。这导致电力系统需要燃煤电厂生产更多的电力来满足需求高峰时,电厂反而会减少发电量,以减少损失。

(2) “平等”的调度协议和“平均”电价设定方法并不能奖励高度灵活的电厂。因此,发电企业没有动力更灵活地投资和运营他们的电厂,或更主动地管理燃料采购。实际的煤电产能中缺乏灵活性,以及僵化的调度和电价设定方法,使得电力系统在发生意外事件(如2022年的干旱和高温天气)时几乎无法快速响应以避免电力短缺。

(3) 省际电力调度仍然主要基于政府之间硬性的协议安排。这些调度和交易大多是提前确定的,即使当年的情况发生了实质性变化,这些协议也很难及时改变。例如,即使四川在2022年夏季由于意外的干旱和高温天气条件而出现电力短缺,仍然要按照2021年底达成的协议继续执行电力外送。

2 电力短缺的解决方案

为解决电力短缺问题并满足未来可再生能源装机不断提高的系统需求,可能的选择方案包括:①通过调整监管和政策,最大限度地发挥现有发电容量和省际输电基础设施的作用。②最大限度地利用需求侧管理峰值负荷。③通过激励机制使新增容量中正确的技术组合得以发展,以满足不断变化的系统需求和长期的可持续性目标。详细的定量分析表明,加速扩展光伏、风电和储能解决方案的规模将比建设更多煤电产能更具成本效益。这样的组合选项也符合长期脱碳战略,降低中国煤电项

¹ 香港水石能源咨询有限公司为亚洲各国政府和企业提供电力和天然气行业的经济及商业咨询服务。

目资产搁浅的长期风险。基于此，研究提出如下政策建议：

(1) 投资和规划。①政府应立即采取行动，限制本轮煤电产能扩张。②政府应继续促进光伏和风电项目进入本地消费与外送电力交易，这可以通过加强绿电交易和碳市场的相关法规和政策来实现。

(2) 增强市场信号。随着市场信号的增强，现有煤电和天然气装机可以更高效地运营，并有动力提高发电能力，以满足峰值负荷或提供备用容量。市场增强也应重点促进灵活容量（如储能解决方案）和需求侧举措（如需求响应）。这可能包括取消煤电电价上限、完善稀缺或峰值价格机制、考虑为有助于提高电力可靠性的所有容量引入容量市场，以及加强电力零售市场和终端用户零售电价的设计。

(3) 加强省际电力传输的市场设计。增强省际电力传输的市场设计应包括完善省际电力交易的政府治理制度，以及逐步加强省际之间的电力市场交易。

(廖琴 编译)

原文题目：Resolving Near-term Power Shortages in China from an Economic Perspective

来源：<https://energyandcleanair.org/publication/resolving-near-term-power-shortages-in-china-from-an-economic-perspective/>

气候政策与战略

欧洲气候变化科学咨询委员会建议欧盟 2040 年气候目标

6月15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《为确定欧盟范围内的2040年气候目标和2030—2050年温室气体预算提供科学建议》(Scientific Advice for the Determination of an EU-wide 2040 Climate Target and a Greenhouse Gas Budget for 2030-2050)的报告，建议到2040年欧盟温室气体排放量相对于1990年减少90%~95%，2030—2050年欧盟累计温室气体排放量保持在11~14 GtCO_{2e} (10亿吨二氧化碳当量)。

咨询委员会综合考虑了多种排放情景后，提出了向欧盟2050气候中和目标过渡的关键要素：

(1) **电力部门脱碳**。到2040年，电力部门接近净零排放，所有情景下，70%~90%的电力来自于风能、太阳能和水能，电力在终端能源使用的份额将是现在的2倍，核能将会达到终端能源使用的20%。

(2) **扩大其他非化石能源使用**。所有情景下，实现2040气候目标都需要考虑非化石能源替代；部分情景下，到2040年，生物能源需求将增长50%以上，其余情景下的生物能源需求则更为温和，甚至不会超过当前水平。所有情景下，氢能使用持续增加，预计到2030年产量将达到5~10 MtCO₂ (百万吨二氧化碳)。

(3) **减少能源需求总量**。到2040年，随着电气化水平的提高，终端能源需求总量将比现在减少20%~40%，交通部门下降幅度最大(30%~60%)，其次为工业部

门（20%~45%）、住宅及第三产业部门（15%~35%）。

（4）减少非二氧化碳排放。非二氧化碳温室气体排放量比当前排放量减少20%~60%。部分情景下，牲畜需求减少50%；所有情景下，氮肥使用减少30%~60%，废弃物甲烷排放减少45%~60%，能源使用过程中的甲烷排放减少70%~90%。

（5）碳去除。据估计，土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）部门的潜在碳去除量约为100~400 MtCO₂，但一些到2040年的情景预测依赖于超出上述范围的陆地碳汇水平。可控风险级别部署下，到2040年，结合碳捕集与封存的生物质能（BECCS）和直接空气碳捕集与封存（DACCS）的碳去除量约为50~200 MtCO₂。

（6）能源安全。到2040年，石油进口量将减少50%~100%（与目前相比），天然气进口量将减少35%~100%，届时随着可再生能源部署和电气化技术发展，关键原材料需求将大幅增加。

（秦冰雪 曾静静 编译）

原文题目：Scientific Advice for the Determination of an EU-wide 2040 Climate Target and a Greenhouse Gas Budget for 2030-2050

来源：<https://climate-advisory-board.europa.eu/reports-and-publications/scientific-advice-for-the-determination-of-an-eu-wide-2040>

美国政府拨款 1.35 亿美元资助 40 个工业脱碳项目

6月15日，美国政府宣布拨款1.35亿美元资助40个项目，旨在通过技术创新和关键转型，促进美国工业脱碳，力争到2050年实现经济净零排放。

（1）化工脱碳（9个项目，3830万美元）：通过单元操作（包括高级分离和高级反应堆），替代生产工艺和加热技术，提高能源效率，促进化工脱碳。

（2）钢铁脱碳（10个项目，3190万美元）：推动基于化石或废料的炼铁和炼钢脱碳，并将现有的炼铁和炼钢辅助工艺与热工艺转化为使用清洁燃料或电力的工艺。

（3）食品和饮料产品脱碳（3个项目，1140万美元）：通过创新技术，推动食品和饮料行业的加热过程脱碳。

（4）水泥和混凝土脱碳（5个项目，1640万美元）：侧重于下一代水泥配方、工艺以及碳捕集和利用技术，助力煅烧过程和能源脱碳。

（5）纸和林产品脱碳（6个项目，1620万美元）：关注新型纸张、木材干燥技术、创新制浆和造纸技术。

（6）跨部门脱碳（7个项目，2040万美元）：侧重于跨工业部门的节能减排创新技术，包括工业热泵技术和低温废热发电的技术。

（董利莘 编译）

原文题目：Biden-Harris Administration Announces \$135 Million to Reduce Emissions Across America's Industrial Sector

来源：<https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-135-million-reduce-emissions-across-americas>

欧盟两项资助加速绿色转型和低碳技术发展

6月6日，欧盟创新基金（Innovation Fund）向欧洲各地的项目颁发了16笔赠款，目标是将低碳技术推向能源密集型行业、氢能、储能和可再生能源领域的市场。根据创新基金第二次小规模项目征集要求，被选中的项目已与执行基金的机构——欧洲气候、基础设施和环境执行机构（Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, CINEA）签署了赠款协议。这些项目将从欧盟排放交易系统（EU ETS）的收入中获得总计约6000万欧元的赠款。项目分布范围涉及欧盟10个成员国，包括捷克、立陶宛、马耳他和斯洛文尼亚等新的国家，扩大了创新基金的覆盖范围。

6月28日，欧盟现代化基金（Modernisation Fund）宣布将投资24亿欧元，用于加速欧盟7个成员国的绿色转型。此项资金将用于支持31个项目，帮助这些国家的能源系统现代化，减少能源、工业和交通领域的温室气体排放，并提高能源效率。此次资助的项目主要关注可再生电力生产、能源网络现代化和能源效率。项目资助信息如下：①在罗马尼亚新增可再生电力生产能力，区域供热和天然气基础设施，以替代煤炭能源（11亿欧元）；②通过捷克的ENERGov计划，提高公共部门新建筑的能源效率和节能（10亿欧元）；③促进保加利亚配电网的现代化，以加速交通电气化、储能部署，以及能源消耗和生产的脱碳与分散化（1.97亿欧元）；④支持波兰区域供热的热电联产（4700万欧元）；⑤在克罗地亚为公共供水服务提供商业部署光伏和储能资金（8800万欧元）；⑥在拉脱维亚引入电动汽车及相应的充电设施（500万欧元）；⑦在立陶宛对多户公寓建筑进行翻新（100万欧元）。

（王田宇 刘燕飞 编译）

参考文献：

- [1] 16 Grants from the EU's Innovation Fund Awarded to Projects Across Europe. https://cinea.ec.europa.eu/news-events/news/16-grants-eus-innovation-fund-awarded-projects-across-europe-2023-06-06_en
- [2] European Green Deal: EU Modernisation Fund Invests €2.4 Billion to Accelerate the Green Transition in Seven EU Countries. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3126

气候变化事实与影响

国际山地综合开发中心发现兴都库什-喜马拉雅地区冰川正加速融化

6月20日，国际山地综合开发中心（International Center for Integrated Mountain Development, ICIMOD）发布题为《兴都库什-喜马拉雅地区的水、冰、社会和生态系统》（*Water, Ice, Society, Ecosystems in the Hindu Kush Himalaya*）的报告，提供了迄今为止对亚洲高山冰冻圈变化最准确的评估，探讨了该地区气候变化对冰冻圈、水资源、生态系统和社会的影响。报告敦促政策制定者为气候变化对兴都库什-喜马拉雅（HKH）这一关键山区生物群落的连锁影响做好准备，呼吁紧急国际支持和区

域合作，以应对不可避免的近期损失和损害，并帮助社区适应气候变化。

1 主要发现

(1) 冰冻圈。①近年来在 HKH 地区冰川监测和分析方面取得的主要进展表明，HKH 地区冰川质量损失显著加快了 65%（高置信度），喀喇昆仑山脉冰川从质量增加/稳定状态逆转为质量损失（中置信度）。②自 21 世纪初以来，HKH 地区的积雪覆盖面积呈明显的减少趋势，但喀喇昆仑山脉等少数地区除外（高置信度）。③人们对于多年冻土的了解仍然很少，但已知的情况表明，多年冻土的覆盖面积有所减少（中置信度）。

(2) 水。①随着冰川融化的加速，HKH 地区大多数流域将在 21 世纪中叶左右达到“峰值水量”，预计到 21 世纪末总体可用水量将减少（中置信度）。②随着气候变化以及人们对生计和基础设施日益暴露于灾害的认识的提高，山区灾害情况已变得越来越多维（高置信度）。③高山的水源不仅对附近地区的生活和其他需求很重要，而且对遥远的下游地区也很重要，这些地区的农业、家庭和工业用水严重依赖于山区的融水（高置信度）。

(3) 生态系统。①HKH 地区的冰冻圈是维持生态系统健康、支持生物多样性和提供生态系统服务的重要水源（非常高置信度）。②包括气候变化在内的多种变化驱动因素正在影响 HKH 地区脆弱的生态系统和冰冻圈，对周围的生态系统和人类福祉产生连锁影响（高置信度）。③生态系统和物种层面的未来情景显示，生态系统脆弱性的增加和生态系统服务流量的降低将导致社会生态韧性的破坏（高置信度）。

(4) 社会。①山区居民生活的改善通常是随着交通便利性提高和经济发展而来。尽管如此，他们的边缘和脆弱地位几乎没有改变（中置信度）。②山区冰冻圈变化加剧、人口增长和基础设施发展，使社区面临更多与冰冻圈相关的危害（中置信度）。③迄今为止，山区社会所采取的适应办法基本上是自主和渐进的，大多局限于家庭和社区层面（高置信度）。

2 政策信息

(1) 冰冻圈。①气候变化对冰川影响的证据是显而易见的。随着冰川持续萎缩，政策制定者需要评估这些变化正在产生和未来将产生的影响。②强有力的证据表明，在 HKH 地区所有冰冻圈组成部分中，融雪对河流径流起着最重要的作用，但其绝对体积将在未来减少，峰值流量将发生变化，流域之间的差异很大。各国政府应了解预期的变化，并相应地调整其基础设施、农业和生计规划。③多年冻土是冰冻圈的组成部分，但人们对其知之甚少。各国政府应加强地面监测，特别是在有大量基础设施或社区可能受到影响的地方。

(2) 水。①了解不同水资源对河流流量的相关贡献，并为水供应的季节性变化

做好准备。②需要制定应对多重灾害和级联事件链的适应战略。③做好日益依赖融水的准备至关重要。随着极端水文事件（洪水、干旱）发生的可能性增加，能够提前几个月预测水供应情况应是优先事项之一。

(3) 生态系统。①HKH 地区的生态系统复杂且具有特殊性。应对极端事件需要采取综合方法和区域干预措施，最大限度地减少生态系统和人类福祉的脆弱性。②需要加强对山区生态系统的科学研究，以提高对其复杂性的认识。③HKH 地区是一项全球性资产。保护其共同遗产需要区域合作，因此，解决这些问题的行动也必须是区域性的。

(4) 社会。①迫切需要通过协同的部门政策来满足适应需求。②实施包容性适应政策和实践对于 HKH 山区的可持续发展至关重要。③迫切需要加强区域和全球的合作与协作，以应对冰冻圈变化的影响。了解冰冻圈变化的跨界影响的合作努力不仅有助于填补现有的知识空白，而且还能加强在数据和信息共享、交叉学习以及将适应方案从一个地点扩展到另一个地点等方面的合作。需要开展区域和全球合作，提供技术和财政援助，以促进适应和减缓。

(廖琴 编译)

原文题目: Water, Ice, Society, Ecosystems in the Hindu Kush Himalaya

来源: <https://hkh.icimod.org/hi-wise/>

人为气候变化对加州森林野火面积的贡献增加 320%

6月12日，西班牙穆尔西亚大学（University of Murcia）、美国加利福尼亚大学（University of California）等机构的研究团队在《美国国家科学院院刊》（PNAS）发表题为《人为气候变化影响加剧加利福尼亚夏季森林火灾》（Anthropogenic Climate Change Impacts Exacerbate Summer Forest Fires in California）的文章发现，人为气候变化对加利福尼亚森林野火面积的贡献增加 320%。

气温升高和干旱加剧是野火增加的主要原因，但目前仍未量化人类活动和自然因素分别在野火加剧方面的驱动作用。研究人员基于气候驱动的加利福尼亚夏季森林野火面积演变模型，结合气候模拟数据，量化 1971—2021 年的夏季森林野火面积，最终确定人为气候变化和自然气候变化对森林野火的影响程度。研究结果显示：① 1996—2021 年的加利福尼亚北部和中部夏季森林野火面积是 1971—1995 年的 5 倍；② 1971—2021 年，人为气候变化对加利福尼亚森林野火面积的贡献增加 172%，而 1996—2021 年显著增加 320%；③ 预计 2031—2050 年，年均森林野火面积将进一步增加，相对于 2001—2021 年的平均值增加 3%~52%。

(秦冰雪 编译)

原文题目: Anthropogenic Climate Change Impacts Exacerbate Summer Forest Fires in California

来源: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2213815120>

气候变化减缓与适应

气候分析机构提出与 1.5 °C 目标一致的 2030 年目标

6月13日，气候分析机构（Climate Analytics）发布题为《2030年目标与1.5 °C目标一致：来自最新全球路径的证据》（*2030 Targets Aligned to 1.5 °C: Evidence from the Latest Global Pathways*）的政策简报，综合考虑可持续性并将二氧化碳去除需求降至最低，以制定2030年全球可再生能源、化石燃料和碳排放的关键目标。该简报提出到2030年与全球1.5 °C目标一致的5个关键性证据，具体包括：

（1）到2030年，每年至少新安装1.5 TW（太瓦）的风能和太阳能装机容量，与2022年（0.3 TW）相比增加了5倍。到21世纪末，风能和太阳能总装机容量将达到10 TW左右，是2022年（2 TW）的5倍。如果保持最新产能增速，这一目标是可以实现的。如果电力需求与国际能源署（IEA）提出的净零排放情景增速保持一致，那么到2030年，全球太阳能和风能安装量将接近2 TW。

（2）制定到2030年全球可再生能源发电量至少占发电总量70%的目标。这一目标比2022年所占比例（30%）翻了一番以上。2019年，电力和热力生产产生的温室气体排放量约占全球的1/5以上，其中大部分来自燃煤发电。电力部门是21世纪20年代气候行动的核心。随着建筑、交通与工业的日益电气化，零碳电力也将是未来能源系统的关键组成部分。

（3）2022—2030年，全球化石燃料产量将以每年至少6%的速率下降，才可实现制定的2030年目标。将温升目标控制在1.5 °C的所有路径均指出，亟需立即并深度削减化石燃料消费。考虑到2020年以来的延迟行动，2022年之后全球化石燃料产量需至少以6%的速率下降才可实现2030年化石燃料燃烧降低约40%的目标。到2050年，这些路径的化石燃料需求比2020年下降72%。IEA提出的净零排放情景显示，到2050年其需求与2020年相比下降80%。

（4）到2030年，全球温室气体排放量将比2019年减少48%。这比联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）提出的43%的减排速率更快，减少对二氧化碳去除的依赖是必要的。这意味着2021—2030年全球温室气体排放量应该以每年8%的速率降低。

（5）到2030年，将能源领域的甲烷（CH₄）排放量减少66%。能源领域CH₄排放量的下降速率需要达到CH₄排放总量下降速率的2倍，2020—2030年全球CH₄排放总量将以34%的速率下降。在此期间，《全球甲烷承诺》（*Global Methane Pledge*）签约国将以每年30%的速率下降，该承诺应扩大到覆盖所有国家，并增强各国实现1.5 °C温升目标的雄心。

（刘莉娜 编译）

原文题目：2030 Targets Aligned to 1.5°C: Evidence from the Latest Global Pathways

来源：https://climateanalytics.org/media/2030_targets_for_1-5.pdf

德国智库提出全球钢铁转型的 15 条见解

6 月 15 日，德国阿戈拉能源转型智库（Agora Energiewende）发布一份关于全球钢铁转型的重要报告——《关于全球钢铁转型的 15 条见解》（*15 Insights on the Global Steel Transformation*），揭示了钢铁行业在减少温室气体排放、推动全球气候变化治理中的关键作用。报告提出了 15 条有关钢铁产业转型的重要见解，并对实现这一目标的可行性、必要性和迫切性进行了深度剖析。报告的主要结论如下：

（1）**钢铁行业有可能从一个难以减排的行业转变为一个快速减排的行业。**到 21 世纪 40 年代初实现钢铁行业的净零排放在技术上是可行的。关键的转变策略包括推广新的低碳技术、加快煤炭在钢铁行业的淘汰进程、发展绿色铁矿贸易等。

（2）**全球钢铁行业加速转型对实现全球气候目标具有关键作用。**钢铁行业约占当前全球温室气体排放的 7%~8%，预计其排放量将因发展中经济体与新兴经济体的需求而增加。如何使钢铁行业尽快减少 CO₂ 排放，是实现全球气候目标的关键。该报告的模型路径显示，钢铁行业有潜力在填补实施和雄心缺口方面做出重大贡献。

（3）**与 1.5 °C 目标一致的钢铁脱碳方案的关键杠杆包括材料效率、废钢制钢、氢基制钢、结合碳捕集与封存的生物质能（BECCS）。**通过改善制造效率、减轻运输工具等措施提升材料利用效率，降低钢铁需求，使其在 2050 年降低 16%。提高基于废钢的制钢比例能显著降低能耗，但受废钢供应量限制。氢基制钢是主要脱碳策略，预计到 2050 年，56%~72% 的初级制钢将采用氢基直接还原法。BECCS 可在钢铁产业中发挥负排放的关键作用。然而，由于土地使用竞争，可持续生物质供应将非常有限。熔融氧化电解（MOE）或碱性铁电解（AEL）等电气化直接技术将是未来的变革者。

（4）**到 21 世纪 40 年代初，钢铁行业逐步淘汰煤炭在技术上是可行的。**在“全球绿色钢铁”和“技术混合”模型情景中，煤炭分别于 2043 年和 2045 年被淘汰。煤和天然气的持续使用都与大量的上游甲烷泄漏排放有关，这些排放无法通过碳捕集与封存（CCS）技术解决。为了尽可能减少搁浅资产，需要煤炭淘汰目标、替代策略和建立适应零排放的监管框架等一系列措施。

（5）**国际绿色铁矿石贸易可以降低全球钢铁转型的成本。**相比于船舶运输氢气及其衍生物，运输绿色铁矿石的成本低得多。运输绿色铁矿石的成本大致与运输以氢气驱动的直接还原-电弧炉工艺所需的铁矿石颗粒的成本相同。这种运输方式还能减少对氢气相关设施的需求，因为运输绿色铁矿石的过程步骤更少，并且对附加氢气相关的设施的需求更低。

（6）**国际绿色铁矿石贸易可以给进口国和出口国带来双赢的局面。**对于未来的氢气出口国，绿色铁矿石贸易将提供新的商业机会和工作岗位。对于未来的绿色铁矿石进口国，绿色铁矿石贸易的兴起可以提高其钢铁工业在绿色引领市场的竞争力，从而保障超过 90% 的就业岗位。

(7) **当前直接还原铁 (DRI) 工厂的工程和建设能力是一个主要瓶颈。**目前，市场上只有两家技术供应商 (Midrex 和 Tenova HYL)，占天然气 DRI 工厂市场份额的 97%。估计目前 DRI 的工程和建设能力每年在 6~8 Mt (百万吨) 之间。解决此问题的一个关键方法是重新培训工程师和建筑工人建设 DRI 工厂。

(8) **钢铁行业可以通过 BECCS 为负排放做出贡献。**BECCS 产生负排放的潜力将受到 2 个主要因素的限制：全球生物质供应有限，以及如何将其最有效地分配给各种最终用途。如果钢铁行业在 2050 年使用 6.4 EJ (1 EJ=10¹⁸ J) 的可持续初级生物质，每年可以产生高达 360 Mt 的负排放。

(9) **在全球钢铁转型中，高炉-基础氧炉 (BF-BOF) 途径的 CCS 将不会发挥重要作用。**虽然许多钢铁脱碳方案假设 BF-BOF CCS 可以减少 90% 的 CO₂ 排放，但报告认为这种假设过于乐观。此外，BF-BOF CCS 的成本会根据一系列因素变化，包括电价和与陆上或海上 CO₂ 存储的连接。未来 BF-BOF CCS 可能会被其他新兴技术所取代。

(10) **到 2040 年，超过 90% 的现有高炉可以在不提前关闭的情况下逐步淘汰。**低碳技术的推广在 2030 年前无法替代所有达到使用寿命的高炉。可供选择的主要替代方案包括：转向 DRI 或使用电弧炉的废钢制钢。由于实际操作中高炉的寿命更短 (平均约 13 年)，并且可以选择不同的修复措施，到 2040 年，超过 90% 的现有高炉可以在不提前关闭的情况下逐步淘汰。

(11) **新兴经济体的燃煤高炉到 2030 年仍未减少，面临着巨大的碳锁定和搁浅资产风险。**如果未来无法实现基于 BF-BOF 的 CCS 技术，这些设施可能在其技术寿命结束前过早停产。此外，由于全球钢铁产能过剩，新建的基于煤炭的钢厂也可能面临短期和中期的盈利风险。为了降低碳排放，有必要在 2030 年前将投资从煤炭转向清洁能源。

(12) **低碳氢气的供应量可能不会成为全球钢铁行业转型的主要瓶颈。**钢铁行业转型的主要瓶颈可能不是氢气供应，而是 DRI 设备的快速部署。目前越来越倾向于在有直接电气化替代品的行业中不使用低碳氢气，而是将其用于无悔应用，如煤炭转向氢气的钢铁行业。此外，钢铁制造场地连接到氢气基础设施的问题也十分重要。钢铁制造商可以选择多种方式开始钢铁转型，例如，一种选择是用电弧炉替代高炉，另一种选择是建立可以使用天然气的氢气就绪 DRI 设备，直到该设备可以连接到氢气基础设施。

(13) **直接还原铁粒 (DR-grade pellets) 的供应可能成为全球钢铁行业转型的重大瓶颈。**目前，只有 3%~4% 的海运铁矿石出货是适合直接还原炉-电弧炉 (DRI-EAF) 途径的 DR 级质量。关键问题是到 2030 年可以提供多少额外的 DR 级铁矿石来满足 DR 级颗粒的需求。

(14) 达成与 1.5 °C 目标一致的钢铁行业减排路径，需要政府和行业共同行动以解决关键瓶颈。行动包括并行开发解决技术挑战的解决方案，包括 DRI 部署、低碳氢供应和 DR 级颗粒，并制定有助于低碳钢铁生产的适当监管框架。

(15) 实现钢铁行业零排放需要政府采取全面的政策框架，覆盖整个价值链，以及国际协调与合作。在上游，政策框架应包括清洁能源和原材料基础设施的建设；在中游，需要政策工具使几乎零排放的钢铁生产有经济效益；在下游，需要市场拉动的政策工具来释放绿色领先市场的潜力。

(王田宇 刘燕飞 编译)

原文题目：15 Insights on the Global Steel Transformation

来源：<https://www.agora-energiewende.de/en/publications/15-insights-on-the-global-steel-transformation-1/>

前沿研究动态

大型食草动物多样性有助于减缓气候影响

6月22日，《科学》(Science)发表题为《大型食草动物多样性减缓了与海冰相关的北极苔原多样性下降》(Large Herbivore Diversity Slows Sea Ice-associated Decline in Arctic Tundra Diversity)的文章，基于一项为期15年的增温和草食动物排斥实验，重点分析了气候变暖和食草动物对北极苔原多样性的影响。

北极苔原正在经历快速的气候变化，包括气候变暖和海冰减少。全球范围内生物多样性正在下降，这是对包括气候强迫在内的多种人为压力的响应。来自美国加利福尼亚大学戴维斯分校(University of California Davis)、芬兰赫尔辛基大学(University of Helsinki)等机构的研究人员通过使用为期15年(2003—2017年)的增温和食草动物排斥实验，将变暖与排除已知会影响苔原植被组成的大型食草动物相结合，分析了北极苔原草食动物多样性对气候变化的影响。

研究发现：①苔原多样性(包括植物、真菌和地衣)下降的非生物驱动因素包括局地天气和海冰减少。由于生长季温度随着海冰的减少而升高，因此，苔原多样性在不考虑实验处理的情况下都有所下降。②大型食草动物多样性及其丰度对苔原多样性响应起到调节作用。比如，与放牧相比，排除草食性动物情况下，苔原多样性下降速率更快，非生物条件与封闭地块上苔原多样梯度下降之间的关联性更强，这表明草食性脊椎动物在该地点的海冰影响中起到调节作用。③个别苔原类群对苔原多样性的贡献。苔原多样性的下降主要归因于矮桦树和灰柳两种最常见物种的增加，其丰度受到食草动物限制和气候变暖影响，同时与海冰范围呈负相关性。④促进草食动物多样性，比如重新造林，有助于减缓气候变暖对苔原多样性的影响。该研究揭示了气候驱动的植被多样性下降可能是由于大型食草动物多样性增加导致的。因此，在特定条件下，以维持或加强大型食草动物多样性为重点的努力有助于

减缓气候变化对生态系统健康和功能的影响，至少降低了对苔原多样性的影响。

(刘莉娜 编译)

原文题目: Large Herbivore Diversity Slows Sea Ice-associated Decline in Arctic Tundra Diversity

来源: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.add2679>

南北排放强度差距缩小减少了全球贸易的碳泄漏

6月24日,《自然·通讯》(*Nature Communications*)发表题为《发达国家和发展中国家排放强度差距的缩小降低了全球贸易的碳泄漏》(*The Narrowing Gap in Developed and Developing Country Emission Intensities Reduces Global Trade's Carbon Leakage*)的文章指出,南北排放强度差距的缩小和贸易模式变化推动了南北贸易净排放量下降。

国际贸易能够将生产过程的碳排放分配到排放强度不同的地方进行消费,进而影响二氧化碳排放。来自英国伦敦大学学院(*University College London*)、清华大学、厦门大学等机构的研究人员量化了出口国与进口国之间排放强度差距缩小对净排放量的影响。结果显示:①2000年,由于中国和印度的排放强度更高,全球生产活动从北方(发达国家)转移到南方(发展中国家),导致全球排放量被高估,被高估的净排放量约为南北贸易总排放量的1/3。②2007—2014年,受全球金融危机和各国政府应对措施影响,全球生产活动从南方转移到了北方,导致全球排放量被低估。2014—2017年,南北贸易量大幅下降。③2008—2017年,发展中国家的排放强度下降速度更快,导致全球南北主要贸易经济体的排放强度逐渐趋于一致。④得益于南北排放强度差距的缩小和贸易模式变化,南北贸易净排放量下降。⑤电力、矿产品和化工产品等在未来国际贸易中的减排潜力较大。

(董利苹 编译)

原文题目: The Narrowing Gap in Developed and Developing Country Emission Intensities Reduces

Global Trade's Carbon Leakage

来源: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-39449-7>

研究揭示火灾对森林生态系统土壤碳循环库的影响

6月22日,《全面环境科学》(*Science of The Total Environment*)发表题为《火灾对森林生态系统土壤碳循环库的影响:全球荟萃分析》(*Fire Effects on Soil Carbon Cycling Pools in Forest Ecosystems: A Global Meta-analysis*)的文章指出,火灾状况、环境因素与火灾后的时间增加了土壤碳库,计划烧除(*Prescribed Fire*)的积极影响大于野火,森林火灾增加了森林地表与矿质土壤的火成碳(*pyrogenic carbon, PyC*)。

森林生态系统中由火灾驱动的土壤碳库的变化仍然不明确,尤其是在全球范围内。来自中国科学院成都生物研究所的科研人员,分析了232项研究的数据,其中包括1702次观测,以调查生态系统类型、气候带、林龄、土壤深度、坡度、海拔与火灾发生后的时间是否影响森林土壤碳库对火灾状况(火灾类型、火灾季节、火灾

强度) 的响应。此外, 研究还利用线性回归与随机森林模型探讨了火灾多个响应变量之间关系的潜在机制。

研究结果表明: ①与未燃烧的森林生态系统相比, 火灾显著增加了几个关键土壤碳循环组分的平均效应大小, 包括微生物生物量碳 (MBC)、溶解有机碳 (DOC)、总碳 (TC)、PyC、土壤有机质 (SOM)、土壤有机碳 (SOC), 其平均效应分别增加了 0.77、0.89、0.87、1.22、0.97 和 0.93。②火灾对土壤碳库的影响因环境因素和持续时间而异, 并受树种、火灾类型与土壤层等因素的影响。③火灾对 MBC 和 DOC 的影响与海拔呈显著负相关; 火灾对森林地面与矿物土壤的影响表明 PyC 显著增加; 针叶树种的 SOC 和 TC 对火灾最敏感, 从而改变了火-植物-气候系统的重要反馈关系; 纬度对有机碳的影响比平均年降水量或海拔更大, 这表明纬度的变化在调节森林生态系统 SOC 储量方面起着重要作用。研究人员指出, 火灾对土壤碳循环影响的地理差异这一结论, 强调了制定区域火灾管理计划的必要性, 并有助于人类了解森林生态系统土壤碳循环对火灾的响应, 为森林火灾管理决策提供依据。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Fire Effects on Soil Carbon Cycling Pools in Forest Ecosystems: A Global Meta-analysis

来源: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723036240>

法国研究基于荟萃分析确定土壤有机碳的影响因素

6月22日,《自然·通讯》(*Nature Communications*)发表题为《人类世全球土壤有机碳的荟萃分析》(A Global Meta-analysis of Soil Organic Carbon in the Anthropocene)的文章指出, 气候变化的间接影响, 如野火, 比气温上升等直接因素对土壤有机碳的影响更大。

人类活动深刻影响着土壤有机碳, 影响其对气候调节等生态系统服务的贡献。来自法国农业国际合作研究发展中心 (CIRAD) 和蒙彼利埃大学 (Univ Montpellier) 的科研人员, 使用二阶荟萃分析, 综合了 230 个一阶荟萃分析的结果, 其中包括超过 25000 多项初级研究, 对土地利用变化、土地管理与气候变化对土壤有机碳的影响进行了综述。

研究结果表明: ①用于作物生产的土地转换会导致大量有机碳损失, 这种损失可以通过土地管理措施进行部分恢复, 特别是通过引入树木和以生物炭形式引入外源碳; ②在森林中实施的土地管理措施通常会导致有机碳的消耗; ③气候变化的间接影响, 如野火, 对有机碳的影响比直接气候变化影响 (如气温上升) 更大。研究结果可为决策者保护土壤有机碳储量和促进土壤有机碳恢复的土地管理实践提供有力依据。此外, 依据研究结论还可以确定需要关注的领域, 以填补有关驱动土壤有机碳变化的因素的知识空白。

(裴惠娟 编译)

原文题目: A Global Meta-analysis of Soil Organic Carbon in the Anthropocene

来源: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-39338-z>

《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权益，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）8270057；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