

科学研究动态监测快报

2024 年 5 月 5 日 第 9 期 (总第 387 期)

气候变化科学专辑

- ◇ 全球风能理事会发布《2024 年全球风能报告》
- ◇ 德国发布第 3 次气候变化适应战略监测报告
- ◇ 国际劳工组织指出全球数十亿工人因气候变化遭受多种健康威胁
- ◇ 国际研究发现气候变暖使北极苔原加速释放碳
- ◇ 研究发现升温 3 °C 将致全球经济损失达 10%
- ◇ 澳大利亚可再生能源署资助 5910 万澳元支持低排放钢铁和氢能发展
- ◇ 中国联合国际多机构重新审视哥本哈根气候减缓目标
- ◇ 美国和日本分别发布温室气体排放和碳汇清单
- ◇ 英智库称全球 80% 的二氧化碳排放来自 57 家企业
- ◇ 《科学》载文称到 2050 年全球土壤将损失 230 亿吨无机碳
- ◇ 英研究指出海洋云增亮技术的大气冷却效果显著
- ◇ 中美研究称 CO₂ 浓度升高使全球森林碳汇每年增加 2.8 亿吨
- ◇ 新西兰研究称南极大型藻类的碳固存贡献被低估
- ◇ 中美研究称科学的灌溉方式可助力全球灌溉农业减排 90%

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

全球风能理事会发布《2024 年全球风能报告》 1

气候政策与战略

德国发布第 3 次气候变化适应战略监测报告 2

气候变化事实与影响

国际劳工组织指出全球数十亿工人因气候变化遭受多种健康威胁 3

国际研究发现气候变暖使北极苔原加速释放碳 4

研究发现升温 3 °C 将致全球经济损失达 10% 5

气候变化减缓与适应

澳大利亚可再生能源署资助 5910 万澳元支持低排放钢铁和氢能发展 6

中国联合国际多机构重新审视哥本哈根气候减缓目标 6

GHG 排放评估与预测

美国和日本分别发布温室气体排放和碳汇清单 7

英智库称全球 80% 的二氧化碳排放来自 57 家企业 8

前沿研究动态

《科学》载文称到 2050 年全球土壤将损失 230 亿吨无机碳 9

英研究指出海洋云增亮技术的大气冷却效果显著 10

中美研究称 CO₂ 浓度升高使全球森林碳汇每年增加 2.8 亿吨 11

新西兰研究称南极大型藻类的碳固存贡献被低估 11

中美研究称科学的灌溉方式可助力全球灌溉农业减排 90% 12

专辑主编: 曲建升

本期责编: 廖 琴

执行主编: 曾静静

E-mail: liaoqin@llas.ac.cn

本期热点

全球风能理事会发布《2024 年全球风能报告》

4 月 16 日，全球风能理事会（Global Wind Energy Council, GWEC）发布《2024 年全球风能报告》（*Global Wind Report 2024*）指出，2023 年全球风电行业新增装机容量达到创纪录的 117 吉瓦（GW），是有史以来风能发展最好的一年。尽管如此，到 2030 年，风电行业仍需将其年新增装机容量提高到至少 320 GW，才能实现全球变暖控制在 1.5 °C 的目标。

1 全球风电市场现状

2023 年，全球风电新增装机容量达到 117 GW，比 2022 年增长 50%，是有史以来最好的一年。2023 年，全球风电累计装机容量达到 1021 GW，突破了 1000 GW 的里程碑目标，比 2022 年增长 13%。其中，2023 年全球陆上风电新增装机容量首次超过 100 GW，达到 106 GW，比 2022 年增长 54%，是有记录以来最高的一年。中国和美国仍然是全球最大的两个陆上风电新增市场，其次是巴西、德国和印度，这 5 大市场新增装机容量占全球新增装机容量的 82%，比 2022 年高 9%。2023 年全球海上风电装机容量新增了 10.8 GW，比 2022 年增长 24%，使其总装机容量达到 75.2 GW。中国连续第 6 年在海上风电开发方面处于领先地位，2023 年新增装机容量达到 6.3 GW，占全球海上风电新增装机容量的 58%。欧洲的 6 个市场（荷兰、英国、法国、丹麦、德国和挪威）新增了 3.8 GW 的海上风电装机容量。

2 全球风电市场展望

未来 5 年（2024—2028 年），预计全球风电新增装机容量将达到 791 GW，即每年新增装机容量为 158 GW。其中，预计全球陆上风电新增装机容量为 653 GW，复合年均增长率为 6.6%，年平均装机容量为 130 GW；预计全球海上风电新增装机容量为 138 GW，复合年均增长率为 28%。以下 5 大支柱将支撑这一预测水平的实现：①俄乌冲突之后，欧洲正在加速发展可再生能源，以实现能源安全。②美国实施了被称为全球有史以来最大气候行动投资的《通胀削减法案》（*Inflation Reduction Act*），不仅有助于在 2023—2032 年提供新的清洁能源，还有助于创造当地供应链、就业机会和全社会效益。③清洁能源已成为中国经济增长的主要驱动力。在碳达峰与碳中和目标的推动下，中国政府制定了到 2060 年非化石能源消费比重达到 80% 以上的目标。④各国政府和开发商重申其开发海上风电的承诺，浮动式风电技术以及电转 X 技术（Power-to-X）解决方案将进一步释放海上风电在支持全球能源转型方面的潜力。⑤从 2026 年起，东南亚、中亚以及中东和北非等新兴市场的陆上风电装机容量将加速。

3 全球风电市场实现气候目标的建议

为了实现 1.5 °C 温控目标，第 28 届联合国气候变化大会 (COP28) 通过了到 2030 年将全球可再生能源产能增加两倍的目标。全球需要迅速加速风电增长，其年新增装机容量将从 2023 年的 117 GW 提高到 2030 年的至少 320 GW，才能实现 COP28 和全球升温限制在 1.5 °C 的目标。这种装机速度将引发投资、供应链、基础设施建设、土地和海底可用性、社会接受度等方面的问题。为实现该目标，报告建议：① 需要采取有意义的行动，调动更大规模的风能投资；② 为大规模增长提供稳定和雄心勃勃的政策环境，并提供合理的投资回报；③ 通过健康、有管理的竞争，合作建立安全的全球供应链；④ 贸易政策应该培育有竞争力的产业，而不是把更高的成本转移给终端用户；⑤ 需要新的生产模式，减缓涡轮平台在尺寸上的竞争；⑥ 确保人工智能和机器学习的优势大于劣势；⑦ 缩小电网的差距；⑧ 利用储能、需求侧响应和其他灵活性的解决方案；⑨ 采取行动，加快风电项目的审批；⑩ 促进社区参与，这对于风能的扩张至关重要；⑪ 警惕对风能和可再生能源产生怀疑的错误信息和虚假信息；⑫ 全球风电行业必须发挥其作用，实现公正和公平的转型。

(廖琴 编译)

原文题目：Global Wind Report 2024

来源：<https://gwec.net/global-wind-report-2024/>

气候政策与战略

德国发布第3次气候变化适应战略监测报告

4月3日，德国联邦环境署 (UBA) 发布《2023年德国气候变化适应战略监测报告》(2023 Monitoring Report on the German Strategy for Adaptation to Climate Change)，在科学数据基础上描述了气候变化的影响，同时向公众和社会各界的决策者提供了关于气候变化实际影响的信息。该报告是德国第3次气候变化适应战略监测报告。

1 德国气候变化适应进程

自2008年以来，德国开展了关于《德国适应气候变化战略》(Strategy for Adaptation to Climate Change, DAS) 框架报告系统的开发工作，该系统由定期更新的多个部分组成：每4年提交一次DAS监测报告，根据测量数据提供关于气候影响和适应的最新情况；每6年进行一次气候影响和风险分析 (KWRA)；定期进行DAS评估。在2015年和2020年，德国联邦环境署分别提交了第1份和第2份监测报告。

2 气候变化影响和适应指标

DAS监测指标系统共有117个监测指标：67个指标描述气候变化的影响（影响指

标），45个指标描述适应措施或活动以及支持适应进程的条件（响应指标），其余5个指标是跨部门监测指标。监测指标涉及人类健康、水平衡和水管理、沿海和海洋保护、渔业、土地、农业、林地和林业、生物多样性、能源产业、运输和基础设施、贸易和工业、旅游产业等领域，各领域面临的气候风险如表1所示。

表1 各领域气候影响和风险分析

领域	到2050年	到2100年
人类健康	空气过敏原和紫外线负担（高风险）	公共卫生服务（高风险）
水平衡和水管理	低水位、洪水和防洪系统失灵（高风险）；对地下水位和水质产生负面影响（高风险）	/
沿海和海洋保护	海温和冰盖（高风险）；海水质量、地下水盐碱化、海平面高度、沿海岸线自然特征变化、洪水（中风险至高风险）	沿海住宅区和基础设施遭破坏（高风险）
渔业	波罗的海渔业食物链关系脱钩（高风险）；鱼类分布变化（高风险）	/
土地	土壤生物风险、土壤物质平衡、土壤肥力变化（中风险）	土壤过滤和缓冲功能改变（中风险）
农业	非生物胁迫和产量损失（高风险）	与热量有关的牲畜健康和产量下降（高风险）
林地和林业	热胁迫、干旱胁迫、虫害和疾病的压力以及对木材产量的不利影响	森林火灾（高风险）
生物多样性	植被期和物候的变化以及入侵物种的蔓延可能会产生重大风险	遗传多样性丧失、活动范围转移、人口减少和生态系统丧失（高风险）
建筑业	洪水对建筑物造成的破坏、城市热岛效应、室内空气质量和卫生（高风险）	/
能源产业	气候风险低	/
运输和基础设施	与内河航道通航有关的低水位问题（高风险）	/
贸易和工业	内陆航道对货物运输产生影响（高风险）	生产力损失（高风险）
旅游产业	/	旅游产品受限；旅游业基础设施遭破坏和运营中断（高风险）

（刘燕飞 编译）

原文题目：2023 Monitoring Report on the German Strategy for Adaptation to Climate Change
来源：<https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/2023-monitoring-report-on-the-german-strategy-for>

气候变化事实与影响

国际劳工组织指出全球数十亿工人因气候变化遭受多种健康威胁

4月22日，国际劳工组织（International Labour Organization, ILO）发布题为《在不断变化的气候条件下确保工作安全与健康》（*Ensuring Safety and Health at Work in a Changing Climate*）的报告，基于2020年最新数据发现，全球数十亿工人因气候变

化遭受多种健康威胁，例如癌症、心血管疾病、呼吸系统疾病、肾功能障碍和精神疾病等。报告涉及的气候变化威胁包括高温、紫外线辐射、极端天气事件、工作场地空气污染、媒介传播疾病和农用化学药品等。

(1) **高温**。全球 34 亿劳动人口中，至少有 24.1 亿工人暴露于高温环境，受影响比例从 2000 年的 65.5% 上升到 2020 年的 70.9%。每年约有 2285 万起工伤事故、18970 人死亡、209 万伤残调整寿命年 (Disability Adjusted Life Year, DALY) 归因于高温环境。

(2) **紫外线辐射**。全球约有 16 亿工人暴露于紫外线辐射，超过 18960 人死于非黑色素瘤皮肤癌。其中，非洲和东南亚暴露于紫外线辐射的人口比例最高，分别达到 33.0% 和 32.3%，欧洲最低 (18.5%)。

(3) **极端天气事件**。根据国际灾害数据库 (EM-DAT) 记录，1970—2019 年，死于洪水、干旱、野火和飓风等天气事件的人口约有 206 万。仅在 2018 年，就有 831 起与气候相关的极端事件，造成 1660 亿美元的经济损失。

(4) **空气污染**。全球约有 16 亿户外劳动人员暴露于空气污染，并持续工作在危险环境中。每年有 86 万名工人因此丧生，其中，约有 22.3 万人死于空气污染导致的肺癌。

(5) **媒介传播疾病**。户外劳动人员特别容易感染寄生虫病和病媒传播疾病，每年约有 15170 名工人因此丧生。

(6) **农用化学药品**。全球约有 8.7 亿从事农业生产的劳动人员接触农用化学药品，每年超过 3 万人死于农药中毒。1990—2021 年，全球农业农药消费量增长近 96%，2021 年的消费量接近 354 万吨。

(秦冰雪 编译)

原文题目：Ensuring Safety and Health at Work in a Changing Climate

来源：https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_922850.pdf

国际研究发现气候变暖使北极苔原加速释放碳

4 月 17 日，《自然》(*Nature*) 发表题为《变暖苔原生态系统呼吸增加的环境驱动因素》(Environmental Drivers of Increased Ecosystem Respiration in a Warming Tundra) 的文章指出，气候变暖改变了北极苔原环境的动态，使其释放出被固存住的碳。这些变化可能会将苔原从碳汇转变为碳源，从而加剧气候变化的影响。

北极和高山苔原生态系统是有机碳的巨大储存库。气候变暖可能刺激北极生态系统的呼吸作用，并向大气中释放碳，但这种刺激的强度与持续性以及驱动其变化的环境机制仍不确定。这阻碍了全球土地碳-气候反馈预测的准确性。来自瑞典于默奥大学 (Umeå University)、比利时鲁汶大学 (KU Leuven)、捷克布拉格生命科学大

学（Česká zemědělská univerzita v Praze, ČZU）等机构的国际研究团队，通过在北极和
高山苔原带 28 个站点进行的 56 个开顶式气室（Open Top Chamber）原位变暖实
验，得到 136 个数据集，利用这些数据研究苔原地区变暖对生态系统呼吸的影响。
实验的运行时间从 1 年到 25 年不等。

研究结果表明：①大气温度平均升高 1.4 °C，土壤温度平均升高 0.4 °C，会导致
生长期生态系统呼吸强度增加 30%，远超之前估计的数值。②生态系统呼吸强度的
增加主要源自于植物呼吸和土壤微生物呼吸的增加，并且这种影响在变暖实验开始
后持续至少 25 年。③气候变暖对呼吸作用的影响程度主要受两种因素的驱动，第一
是由气候变暖引起的当地土壤条件变化（即总氮浓度和 pH 值的变化），第二是这些
条件下与环境相关的空间变化，特别是总氮浓度与碳氮比的变化。④氮限制较强的
苔原带和变暖刺激了植物与微生物养分周转的地点，对变暖的呼吸响应特别敏感。
研究结果强调了气候模型需要考虑局地土壤条件及其变暖引起的变化对未来气候对
呼吸的影响。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Environmental Drivers of Increased Ecosystem Respiration in a Warming Tundra

来源：<https://www.nature.com/articles/s41586-024-07274-7>

研究发现升温 3 °C 将致全球经济损失达 10%

4 月 17 日，《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《年气温之外
的气候损害预测》（Climate Damage Projections Beyond Annual Temperature）的文章
指出，全球升温 3 °C 时，气候影响将使全球国内生产总值（GDP）损失 10%。

为了解气候变化造成全球经济损失，目前已有研究对年气温变化的影响进行评
估。然而，降水、温度变化和极端事件的作用尚不清楚。来自瑞士苏黎世联邦理工
学院（ETH Zurich）、美国特拉华大学（University of Delaware）等机构的研究人员
预估了年平均气温、年降水量、日气温变率、极端降水量、月降水偏差、降水日数
等 6 项气候指数对全球经济的影响。

结果表明，在变暖 1.5 °C 时，全球平均经济损失将达到全球 GDP 的 3.2%。在
变暖 3 °C 时，全球 GDP 将下降 10%，在较贫穷的低纬度国家影响最严重（高达 17%）。
当按气候指标分类时，全球经济影响主要由年平均温度变化决定。相对于年平均温
度变化带来的经济损失，温度变率和极端事件的额外影响较小，并且主要由年际变
率主导，特别是在低纬度地区。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Climate Damage Projections Beyond Annual Temperature

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-024-01990-8>

气候变化减缓与适应

澳大利亚可再生能源署资助 5910 万澳元支持低排放钢铁和氢能发展

4 月 10 日，澳大利亚可再生能源署（ARENA）代表澳大利亚政府投入 5910 万澳元支持低排放钢铁和氢能的研发活动与商业化进程。受资助项目共有 21 个：

（1）低排放钢铁研发旨在逐步改变钢铁生产中的减排途径，促进成果转化。①皮尔巴拉铁矿石电炉冶炼工艺研究；②大规模细粉矿氢还原炼铁风险降低；③赤铁矿-针铁矿电熔炼直接还原铁研究；④零排放钢铁的低温电化学还原研究；⑤利用海水反渗透卤水工程（Seawater Reverse Osmosis Brines Project）升级铁矿石直接还原铁工艺；⑥钢渣尾渣资源化再利用；⑦铁矿石低温烧结工艺研究；⑧促进可持续低碳炼铁转型。

（2）氢能研发旨在通过氢气生产、储存和运输技术的创新，加速商业化进程。①优化混合制冷剂和设备设计，进行安全、高效的氢气液化工艺开发与示范；②高效、可扩展和模块化氨-氢转换或电力转换系统的开发与示范；③高温、超高效率绿色制氢研究；④利用粉末运输氢气；⑤质子交换膜水电解制氢成本降低；⑥加速太阳能直接制氢技术的商业化；⑦超绝缘、全密封、零蒸发的超大规模液氢储存研究；⑧先进水平碱性电解槽电池组研发，用于生产经济实惠、可扩展的绿氢；⑨多相电解槽研究，用于生产可再生氨；⑩利用纳米支架气体水合物太空舱+地热能实现氢气储存；⑪电化学合成氨成本降低；⑫太阳能驱动的可扩展、模块化的绿色废水制氢装置研发；⑬澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）研发的轴流式电解槽（axial flow electrolyser）规模化拓展与示范。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Funding Boost for Hydrogen and Low Emissions Iron & Steel Research

来源：<https://arena.gov.au/news/funding-boost-for-hydrogen-and-low-emissions-iron-steel-research/>

中国联合国际多机构重新审视哥本哈根气候减缓目标

4 月 16 日，《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《重新审视哥本哈根气候减缓目标》（*Revisiting Copenhagen Climate Mitigation Targets*）的文章，从生产端和消费端视角分析了 34 个发达国家的碳排放特征及关键社会经济因素，重点关注了实际碳排放模式与《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）第 15 次缔约方大会（COP15）气候目标之间的差距，发现 34 个国家中有 12 个国家未能实现其目标。

2009 年，在哥本哈根召开的 COP15 上，许多经济体制定了 2020 年气候减排目标。然而，相关研究没有针对哥本哈根气候减缓目标的相关执行情况和实际减缓情况进行重新审视。基于此，来自清华大学、英国伦敦大学学院（University College London）、荷兰格罗宁根大学（University of Groningen）等机构的研究人员，系统回

回顾 COP15 上全球主要国家提出的减排承诺，在此基础上从生产端和消费端分析了 34 个发达国家的碳排放特征，旨在揭示其碳泄漏情况，探讨其关键影响因素，同时盘点了发达国家完成《哥本哈根协议》(Copenhagen Accord) 中减排目标承诺的情况。

结果发现：①分析的 34 个国家中有 12 个国家未能履行其承诺，15 个国家成功实现了减排目标，7 个国家的生产端达到减排目标，但却通过贸易活动将部分碳排放转移到其他国家。②为了实现 2030 年国家自主贡献目标 (NDC)，分析的 34 个国家中有 19 个需要在未来 10 年比上一个 10 年实现更多减排量。如挪威、克罗地亚和日本在 2010—2020 年其碳排放量分别下降 9.1%、20.9% 和 14.2%，在 2020—2030 年则需进一步降低 61.8%、34.2% 和 30.7%。③许多国家在经济增长与减排目标实现过程中面临挑战。不同国家在减排目标设定、能源利用效率以及能源结构配置等方面存在显著差异，进而导致其减排成效各异。实现减缓目标的关键是降低能源强度和改善能源结构。

(刘莉娜 编译)

原文题目: Revisiting Copenhagen Climate Mitigation Targets

来源: <https://www.nature.com/articles/s41558-024-01977-5>

GHG 排放评估与预测

美国和日本分别发布温室气体排放和碳汇清单

近期，美国和日本分别更新了 2022 年度国家温室气体排放和碳汇清单，核算了温室气体排放量和从大气中去除的碳。本文就报告的主要结论整理如下。

4 月 11 日，美国环境保护署 (Environmental Protection Agency, EPA) 发布题为《1990—2022 年美国温室气体排放与碳汇清单》(Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2022) 的报告显示：

(1) 2022 年，美国的温室气体排放量为 6343 MtCO₂eq (百万吨二氧化碳当量)，扣除土地部门的封存量后的温室气体排放量为 5489 MtCO₂eq。

(2) 与 2021 年相比，2022 年的温室气体排放量增加了 1% (扣除土地部门的封存量)。温室气体排放总量的增加主要是由于化石燃料燃烧产生的 CO₂ 增加，2022 年，化石燃料燃烧产生的 CO₂ 比 2021 年增加了 1%。化石燃料燃烧排放的增加是由于能源使用的增加，部分原因是新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 大流行高峰过后经济活动持续反弹。

(3) 2022 年的温室气体排放量 (扣除土地部门的封存量) 比 2005 年的水平降低 17%。

4 月 12 日，日本环境省 (Ministry of the Environment, MOE) 发布题为《2022 财年日本国家温室气体排放和去除》(Japan's National Greenhouse Gas Emissions and Removals in Fiscal Year 2022) 的报告显示：

(1) 2022 财年，日本的温室气体排放量为 1135 MtCO₂eq，与 2021 财年相比减少了 2.5%，与 2013 财年相比减少了 19.3%。与 2021 财年相比，排放量下降的一个可能主要因素是能源消耗的减少，这是由于工业、商业以及住宅部门的电力/节能工作产生了重大影响。

(2) 2022 财年，日本的温室气体去除量为 50.2 MtCO₂eq，与 2021 财年相比减少了 6.4%。去除量的减少主要是由于集中管理的成熟森林的生长放缓。日本首次估计并报告了海草草甸和大型藻类床的温室气体去除量约为 35 MtCO₂eq，以及首次估计并报告了 3 种类型的环保混凝土的温室气体去除量（二氧化碳封存量）约为 17 tCO₂eq。

(3) 2022 财年，日本考虑温室气体去除量后的温室气体净排放量为 1085 MtCO₂eq，与 2021 财年相比减少了 2.3% (25.1 MtCO₂eq)，与 2013 财年相比减少了 22.9% (322.1 MtCO₂eq)。这是有记录以来的最低水平，使日本保持在实现 2050 年净零排放目标的轨道上。

(4) 含氟气体 (HFCs、PFCs、SF₆ 和 NF₃) 的排放总量为 51.7MtCO₂eq，与 2021 年相比减少了 1.4%，这是自 2009 年以来的首次下降。

(刘燕飞 编译)

参考文献：

[1] Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks.

<https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>

[2] Japan's National Greenhouse Gas Emissions and Removals in Fiscal Year 2022.

https://www.env.go.jp/en/press/press_02707.html

英智库称全球 80% 的二氧化碳排放来自 57 家企业

4 月 11 日，英国智库 InfluenceMap¹发布题为《碳巨头数据库：发布报告》(*The Carbon Majors Database: Launch Report*) 的报告指出，2016—2022 年，全球 80% 的排放量由 57 家化石燃料和水泥生产商造成。碳巨头 (Carbon Majors) 是一个数据库，包含了全球 122 家最大的石油、天然气、煤炭和水泥生产商的历史温室气体排放数据。报告的核心内容如下：

(1) 数据库追踪了 1854—2022 年全球 122 家工业生产商的 1421 GtCO₂eq (10 亿吨二氧化碳当量) 累计历史排放，这些排放占全球化石燃料和水泥二氧化碳排放的 72% 以上 (图 1)。历史上，全球超过 70% 的二氧化碳排放量来自于 78 家企业和国家生产实体；50% 的二氧化碳排放量来自于 19 家企业和国家生产实体。2016—2022 年，全球 80% 的二氧化碳排放量来自于 57 家企业和国家生产实体。

(2) 数据库将实体分为投资者所有的公司、国有企业和民族国家 (nation-state) 生产商 3 种类型。民族国家生产商主要用于煤炭行业，只有在投资者所有的公司或

¹ InfluenceMap 是一家总部位于英国伦敦的智库，为投资者、企业和媒体提供有关能源和气候变化问题的数据驱动分析。

国有企业尚未在相关国家建立时才被纳入。从历史上看，投资者所有的公司占有可追踪排放的 31% (440 GtCO₂eq)，其中雪佛龙(Chevron)、埃克森美孚(ExxonMobil)和英国石油(BP)是 3 个最大的贡献者。国有企业占有可追踪排放的 33% (465 GtCO₂eq)，其中沙特阿美(Saudi Aramco)、俄罗斯天然气工业股份公司(Gazprom)和伊朗国家石油公司(National Iranian Oil Company)是最大的贡献者。民族国家生产商占有可追踪排放的 36% (516 GtCO₂eq)，其中中国的煤炭生产和原苏联是最大的贡献者。2016—2022 年，民族国家生产商占有排放量的 38%，而国有实体占 37%，投资者所有的公司占 25%。

(3) 自《巴黎协定》签署以来，大多数国有企业和投资者所有的公司都扩大了生产业务。在《巴黎协定》签署后的 7 年中，分析的 100 家公司中有 58 家的排放量比前 7 年有所增加。这一增长在亚洲最为明显，2016—2022 年，87% (15 家公司中有 13 家) 的企业的排放量高于 2009—2015 年，而在中东，这一数字为 70% (10 家公司中有 7 家) (70%)。欧洲 (57%)、南美 (60%)、澳大利亚 (75%) 的排放量也出现增长。只有北美有少数公司 (43%) 的排放量增长。在《巴黎协定》签署后的 7 年中，煤炭供应逐渐从投资者所有的公司转向国有实体。2015—2022 年，投资者所有的公司与煤炭生产相关的二氧化碳排放量下降了 28%，而国有企业和民族国家生产商与煤炭生产相关的二氧化碳排放量分别增加了 29% 和 19%。

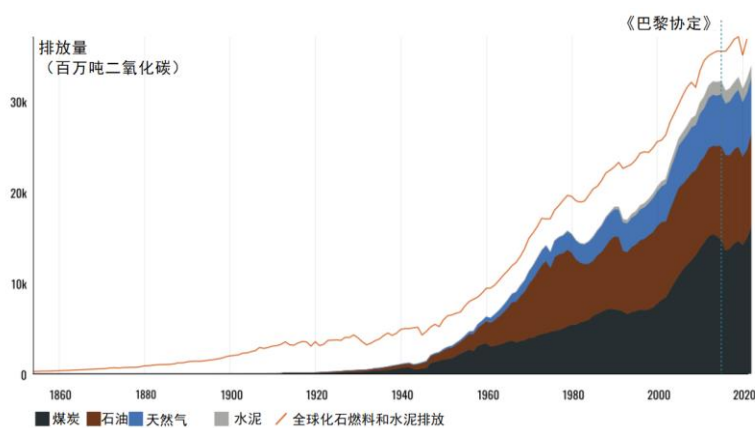


图 1 全球化石燃料和水泥二氧化碳排放 (1854—2022 年)

(廖琴 编译)

原文题目: The Carbon Majors Database: Launch Report

来源: <https://influencemap.org/briefing/The-Carbon-Majors-Database-26913>

前沿研究动态

《科学》载文称到 2050 年全球土壤将损失 230 亿吨无机碳

4 月 11 日,《科学》(*Science*)发表题为《全球土壤无机碳的规模、分布和脆弱性》(Size, Distribution, and Vulnerability of the Global Soil Inorganic Carbon)的文章

指出，全球 2 米深度土壤中储存了 23050 亿吨碳，但受土壤酸化影响，到 2050 年全球 0.3 米深度土壤将损失约 230 亿吨无机碳。

土壤无机碳通常被视为一个相对稳定的碳库，其周转时间假定为数千年。这种观点正在发生转变，因为有越来越多的证据表明，土壤无机碳在几十年内发生了重大变化。然而，目前全球土壤无机碳的规模、分布和脆弱性在很大程度上尚未量化。来自中国科学院地理科学与资源研究所、澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）、美国康奈尔大学（Cornell University）等机构的研究人员，基于 223593 个实地测量数据，构建了全球土壤无机碳数据集，通过机器学习开发了土壤无机碳密度预测模型，估算了全球 2 米深度土壤中无机碳的储量及其空间分布格局，识别了土壤无机碳空间变异的主要环境驱动因素，预测了不同共享社会经济路径（Shared Socioeconomic Pathways, SSPs）情景下，到 21 世纪末全球土壤无机碳的脆弱性。

结果显示：①全球 2 米深度土壤中储存了 23050 亿吨碳。②SSPs 情景下，2020—2050 年土壤酸化将导致全球 0.3 米深度土壤无机碳减少 230 亿吨左右，其中，印度和中国受到的影响最大。③全球每年至少有 11.3 亿吨无机碳通过土壤流失循环到了内陆水域中，这对大气圈和水圈碳循环产生了巨大的影响，但目前该影响尚未得到应有的重视。④该研究将为全球以及各国制定碳固存政策提供科学数据支撑。

（董利苹 编译）

原文题目：Size, Distribution, and Vulnerability of the Global Soil Inorganic Carbon

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adi7918>

英研究指出海洋云增亮技术的大气冷却效果显著

4 月 11 日，英国伯明翰大学（University of Birmingham）、埃克塞特大学（University of Exeter）等机构在《自然·地球科学》（*Nature Geoscience*）发表题为《气溶胶引起的热带海洋云量增加导致的可观冷却效应》（Substantial Cooling Effect from Aerosol-induced Increase in Tropical Marine Cloud Cover）的文章指出，海洋云增亮（Marine Cloud Brightening, MCB）技术的大气冷却效果显著，主要通过增加云量发挥冷却作用，云量增加对于大气冷却的贡献达到 60%~90%。

MCB 是太阳辐射修正（Solar Radiation Modification, SMR）方法之一，主要在海洋上空的低空云层中喷洒海盐来延缓地球升温。多数研究认为 MCB 技术是借助增加云层亮度的方式，提高云层反射性能，进而降低大气温度。然而，最新研究表明，云量的增加才是大气冷却的关键因素。

研究人员利用夏威夷基拉韦厄火山（Kilauea volcanic）喷发的卫星观测数据，结合机器学习模型和气象数据，量化火山气溶胶的辐射冷却效应，研究天然气溶胶、云层和气候之间的相互作用，以此模拟 MCB 技术应用效果。结果表明，在基拉韦厄火山活动期间，云量相对增加 50% 时，产生高达 10 W/m^2 （瓦特/平方米）的区域

冷却效应，冷却效果显著，同时也说明 MCB 技术主要通过增加云量发挥冷却作用。研究人员表示，MCB 技术可以作为减缓全球变暖的快速工具，但没有解决人类活动产生的温室气体导致全球变暖的根本问题。

(秦冰雪 编译)

原文题目: Substantial Cooling Effect from Aerosol-induced Increase in Tropical Marine Cloud Cover

来源: <https://www.nature.com/articles/s41561-024-01427-z>

中美研究称 CO₂ 浓度升高使全球森林碳汇每年增加 2.8 亿吨

4 月 2 日,《自然·气候变化》(*Nature Climate Change*)发表题为《二氧化碳水平升高促进全球森林中的碳和氮循环》(Elevated CO₂ Levels Promote Both Carbon and Nitrogen Cycling in Global Forests)的文章指出,仅二氧化碳浓度升高就能将全球森林净初级生产力提高 27%,在二氧化碳浓度升高的中间路径下,到 2050 年预计每年森林碳汇将增加 2.8 亿吨。

森林提供了重要的生态系统服务功能,森林碳汇作为基于自然的气候解决方案之一,在气候变化减缓中发挥着重要作用。然而,目前大气二氧化碳水平升高对森林碳氮相互作用的影响仍然缺乏量化。来自中国浙江大学和美国波士顿学院(Boston College)的研究人员,结合实验观测和生物地球化学模型,阐明了二氧化碳升高对全球森林氮和碳循环增强之间的协同作用。

结果显示:①随着二氧化碳浓度升高,全球森林净初级生产力提高了约 27%,森林叶片碳氮比提高了约 26%,生物固氮能力提高了约 25%,氮利用效率提高了约 32%。②在二氧化碳浓度升高的中间路径情景下,到 2050 年预计每年森林碳汇将增加 2.8 亿吨,而每年活性氮损失将减少约 800 万吨,并且每年二氧化碳对森林的影响将产生 2710 亿美元的社会价值。③森林中加速的碳氮循环可以产生潜在的协同增效作用。④该研究结果将为未来气候变化的背景下制定可持续的森林管理战略,提高森林碳固存能力与减轻氮污染提供科学依据。

(董利莘 编译)

原文题目: Elevated CO₂ Levels Promote Both Carbon and Nitrogen Cycling in Global Forests

来源: <https://www.nature.com/articles/s41558-024-01973-9>

新西兰研究称南极大型藻类的碳固存贡献被低估

4 月 17 日,《通讯·地球与环境》(*Communications Earth & Environment*)发表题为《深海生活和多样化的南极海藻是全球碳固定的潜在重要贡献者》(Deep-living and Diverse Antarctic Seaweeds as Potentially Important Contributors to Global Carbon Fixation)的文章指出,南极大型藻类对全球碳固存的贡献可能比之前认为的要大。

大型藻类在促进全球碳固存方面的价值日益得到认可。全球模式预测,南极洲几乎没有适合大型藻类生长的栖息地,因此,南极大型藻类对全球碳固存的贡献可以忽略不计。然而,罕有相关研究涉及南极 71 度(71°S)以南的地区。来自新西兰

国家水与大气研究所 (National Institute of Water and Atmospheric Research)、坎特伯雷大学 (University of Canterbury)、奥克兰大学 (University of Auckland) 等机构的科研人员, 调查了在 71.5°S~74.5° 罗斯海 (Ross Sea) 未探索过的沿海栖息地中丰富多样的大型藻类群落。

研究发现, 海底 70 米以下生活着大量的大型藻群, 甲壳珊瑚藻生活的深度可以达到海底 125 米。研究估计, 南极大型藻类可能贡献了全球大型藻类碳固存的 0.9%~2.8%, 这意味着南极大型藻类对全球碳固存的贡献可能比之前认为的要大。该研究有助于更好地了解南极地区透光区 (Photic Zone)、中光区 (Mesophotic Zone) 底栖生物群落的动态, 以及冰川和海冰动态变化的潜在后果, 并揭示极地碳固存的可能贡献和轨迹。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Deep-living and Diverse Antarctic Seaweeds as Potentially Important Contributors to Global Carbon Fixation

来源: <https://www.nature.com/articles/s43247-024-01362-2>

中美研究称科学的灌溉方式可助力全球灌溉农业减排 90%

4 月 10 日,《自然·通讯》(Nature Communications) 发表题为《全球灌溉农业的能源使用和碳排放》(Global Energy Use and Carbon Emissions from Irrigated Agriculture) 的文章显示, 全球灌溉农业每年排放 2.16 亿吨二氧化碳, 高效、低碳的灌溉方式可将全球灌溉农业的二氧化碳排放量减少 90%。

灌溉是一种具有重大环境影响的土地管理实践。然而, 全球能源消耗和灌溉产生的碳排放量仍然不得而知。来自中国科学院新疆生态与地理研究所、美国卡内基科学研究所 (Carnegie Institution for Science) 等机构的研究人员, 基于物理过程“自下而上”构建了从区域到网格尺度的全球灌溉能源消耗和碳排放估算模型, 生成了一套高精度的灌溉农业水—能—碳数据集, 首次对全球灌溉农业的能源消耗和碳排放进行了全面解析, 提供了对全球灌溉农业水—能—碳纽带关系的最新认识。

结果显示: ①灌溉农业每年排放 2.16 亿吨二氧化碳并消耗 1896 PJ (10^{15} J) 能源, 占农业生产中温室气体排放和能源使用的 15%。②尽管只有 40% 的灌溉农业依赖地下水源, 但抽取地下水却占灌溉总能耗的 89%。③未来灌溉农业规模的扩大可能导致能源使用量增加 28%。④采用高效、低碳的灌溉方法有可能将能源消耗减半, 并将二氧化碳排放量减少 90%。⑤考虑到各国具体减排方案的可行性, 在低碳电力情景下, 全球灌溉农业的二氧化碳排放将减少约 55%。⑥该研究量化评估了全球灌溉农业相关的能源消耗和碳排放, 为灌溉农业水—能—碳纽带的核心互馈机制解析和可持续发展提供了重要参考。

(董利莘 编译)

原文题目: Global Energy Use and Carbon Emissions from Irrigated Agriculture

来源: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-47383-5>

《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)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