

科学研究动态监测快报

2024 年 4 月 20 日 第 8 期 (总第 386 期)

气候变化科学专辑

- ◇ 洛基山研究所指出中国正在引领全球第六次重大技术革命
- ◇ 美国环保署发布轻中重型车辆温室气体排放标准新规
- ◇ 英国环境署发布 2024—2026 年甲烷行动计划
- ◇ 国际研究揭示 2023 年全球野火烧毁面积创纪录
- ◇ 美研究指出全球变暖导致首次负闰秒调整时间推迟 3 年
- ◇ 德研究指出格陵兰岛冰川正在快速融化
- ◇ 气候分析为北方森林免遭不可挽回的气候影响提出建议
- ◇ 美国太平洋西北国家实验室综述 CO₂ 制备合成燃料技术
- ◇ 美国能源部资助 6200 万美元支持电池回收
- ◇ 美研究发现美国近 52% 的垃圾填埋场存在甲烷泄漏情况
- ◇ 国际研究发现非洲的碳汇能力正在降低
- ◇ 日研究称造林树种的选择对固碳潜力至关重要
- ◇ 欧洲研究显示沿海海域的二氧化碳吸收强度高于开阔海域
- ◇ 未来资源研究所发布《2024 年全球能源展望》报告

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

洛基山研究所指出中国正在引领全球第六次重大技术革命 1

气候政策与战略

美国环保署发布轻中重型车辆温室气体排放标准新规..... 3

英国环境署发布 2024—2026 年甲烷行动计划..... 5

气候变化事实与影响

国际研究揭示 2023 年全球野火烧毁面积创纪录 6

美研究指出全球变暖导致首次负闰秒调整时间推迟 3 年 6

德研究指出格陵兰岛冰川正在快速融化 7

气候变化减缓与适应

气候分析为北方森林免遭不可挽回的气候影响提出建议 7

美国太平洋西北国家实验室综述 CO₂ 制备合成燃料技术..... 8

美国能源部资助 6200 万美元支持电池回收..... 9

前沿研究动态

美研究发现美国近 52% 的垃圾填埋场存在甲烷泄漏情况..... 10

国际研究发现非洲的碳汇能力正在降低 11

日研究称造林树种的选择对固碳潜力至关重要 12

欧洲研究显示沿海海域的二氧化碳吸收强度高于开阔海域..... 12

数据与图表

未来资源研究所发布《2024 年全球能源展望》报告..... 13

本期热点

洛基山研究所指出中国正在引领全球第六次重大技术革命

中国、欧洲和美国是全球主要的可再生能源技术应用区。在电动汽车销售、蓄电池储存量、太阳能配置、风能配置 4 个主要清洁技术领域，这 3 个地区合计销售的清洁技术在全球清洁技术销售总量中的占比分别高达 93%、87%、85% 和 82%。3 月 25 日，洛基山研究所（RMI）发布《未知的变数：中国、欧洲和美国之间的顶级清洁技术竞赛》（*X-Change: The Race to the Top. Cleantech Competition Between China, Europe, and the United States*）报告，研究了中国、欧洲和美国在清洁技术供应链、太阳能和风能部署、电动车销售和电气化 4 方面清洁技术研发与应用中的竞争情况。结果显示，中国正在引领全球第六次重大技术革命——可再生能源革命，然而，这次全球性的技术革命还处于早期阶段，未来欧洲和美国的积极参与或许会创造一些未知的变数。

1 现状

（1）2020 年，中国获得的可再生能源专利数量大约是美国或欧洲的 6 倍。2018—2023 年，中国在清洁技术供应链上投入了约 3290 亿美元，而美国和欧洲均仅仅投入了 290 亿美元左右。中国清洁技术专利数量于 2014 年超过了欧洲和美国。到 2020 年，中国获得的可再生能源专利数量大约是美国或欧洲的 6 倍，约占全球专利总数的 80%，其中，太阳能、风能、电池、电动汽车和其他电气化技术专利的份额分别约为 84%、85%、78%、75% 和 75%。

（2）中国正主宰着清洁技术的供应链。目前，中国已经在太阳能光伏晶片、太阳能光伏电池、离岸风力发电机叶片等可再生能源硬件供应链中占据了主导地位。2015—2021 年，中国获得的太阳能光伏技术和电池制造技术的市场份额分别超过了 90% 和 70%。

（3）中国拥有最高的电动车市场份额。2023 年，中国、欧洲、美国电动车的市场份额分别约为 35%、25% 和 10%。

（4）中国引领着全球电气化进程。2010 年以来，欧洲和美国最终能源消费中电力的份额保持稳定，略高于 20%。而中国的电力份额以每年近一个点的速度增加。2022 年，中国最终能源消费中电力的份额达到了 27%，比欧洲和美国高出了 5% 左右。

2 未来

（1）2025 年，中国在清洁能源供应链上的投入将是欧洲和美国总和的 2.4 倍。2022 年，中国在清洁技术供应链上的投入是欧洲和美国总和的 26 倍，预计到 2025 年，美

国和欧洲供应链资本投入将增长 16 倍，从 2022 年的约 40 亿美元增至 2025 年的 600 亿美元左右，届时，这一倍数将降至 2.4。美国和欧洲清洁技术供应链投入的激增并不足以取代中国的领导地位，但应该足以使其在清洁技术关键要素上自给自足。

(2) 中国太阳能和风能装机容量有可能在 21 世纪末赶超美国。中国可再生能源发展迅速，预计到 2028 年太阳能和风能装机总容量将达到近 3000 吉瓦。到 2030 年，中国、欧洲和美国太阳能和风能装机容量在发电总量中的占比均将达到 40% 左右。这意味着中国太阳能和风能装机容量有可能在 21 世纪末赶超美国，几乎赶上欧洲。

(3) 到 2030 年，中国汽车总销量中电动车的份额很可能会上升到 90%。到 2030 年，中国和欧洲汽车总销量中电动车的份额很可能会分别上升到约 90% 和 80%，而美国的电动车份额也会增长，但相对较慢（低于 50%）。

(4) 到 2030 年，中国的电气化率将达到约 35%。中国电力部门计划到 2025 年实现 30% 的电气化率。2020 年以来，中国电气化率以每年 1% 的增速增长。这表明，到 2030 年中国的电气化率将达到 35% 左右。鉴于 2010 年以来欧洲和美国最终能源消费中电力的份额基本保持稳定，尽管采取了积极的措施，但其未来的电气化率仍充满不确定性。总体来看，美国的天然气价格很低，而欧洲的天然气价格相对较高，欧洲更有可能以较快的速度实现电气化。

3 竞争原因

中国正在引领全球第六次重大技术革命——可再生能源革命，而美国和欧洲出于以下诸多因素考虑，将努力争夺清洁技术的领导地位：①清洁技术解决方案助推优先建立未来电力产业，将创造先发优势，可以获得丰厚的回报。②清洁技术部门就业岗位的数量已超过化石燃料部门，并将创造越来越多的绿色就业岗位。③清洁技术将产生廉价的能源，为广大能源贫乏家庭提供便捷。④能源是发展的动力，过去，能源主要来自化石燃料，未来，能源将来自清洁技术，因此，未来的关键竞争在于清洁技术竞争。⑤全球可再生能源的潜力是化石燃料的 100 倍，清洁技术有望保障各国能源独立。⑥清洁技术可以帮助减缓全球变暖和污染，支持人人享有更清洁的空气、更清洁的水和更清洁的土地。⑦化石燃料因效率低下损失浪费的热量约 2/3，可再生能源和电气化技术效率相对较高，损失浪费的热量可降低到 1/2 左右。

4 展望

在此次全球重大技术革命中，电价竞争力对于行业电气化至关重要。2023 年，中国和美国的工业电价（每兆瓦时约 60 美元，即一千度电约 60 美元）远低于欧洲的工业电价（每兆瓦时约 110 美元）。中国政府还拥有战略重点突出、资本投资明确、制造业实力雄厚、技术迭代与应用迅速等优越性。这给欧洲和美国政策制定者带来了额外的压力。因此，美国和欧洲必须快速地采取有效的监管行动，加快可再生能

源部署，以便能紧跟竞争对手——中国的步伐。展望未来，一个更好、更便宜、更清洁、更快捷的清洁技术体系即将诞生。全球清洁技术竞争将有助于扫清可再生能源技术变革中的障碍。对能源安全和地缘政治影响力的渴望将助力各国在政治分歧中达成清洁技术研发合作的共识。

(董利苹 编译)

原文题目: X-Change: The Race to the Top. Cleantech Competition Between China, Europe, and the United States

来源: https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/X_change_the_race_to_the_top.pdf

气候政策与战略

美国环保署发布轻中重型车辆温室气体排放标准新规

3月20日，美国环境保护署（EPA）发布关于轻型和中型车辆的国家最终排放标准，即《2027年及以后车型年的轻型和中型车辆多种污染物排放标准》（*Multi-Pollutant Emissions Standards for Model Years 2027 and Later Light-Duty and Medium-Duty Vehicles*），为2027—2032车型年及以后的乘用车、轻型卡车和中型车辆的污染物与温室气体排放制定了更严格的排放标准。3月29日，EPA发布了关于重型车辆的国家最终排放标准，即《重型车辆温室气体排放标准——第3阶段》（*Greenhouse Gas Emissions Standards for Heavy-Duty Vehicles – Phase 3*），从2027车型年开始，为减少重型车辆的温室气体排放设定了更严格的标准。

1 轻型和中型车辆多种污染物排放标准

轻型车辆包括乘用车和轻型卡车。中型车辆包括重型2b类和3类车辆，以区别于仍属于重型车辆的4类及以上车辆，主要包括总重量等级为8501~14000磅（3.86~6.35吨）之间的大型皮卡和货车。该标准包括几个关键要素：更严格的温室气体排放标准；更严格的主要污染物排放标准；轻型和中型电动汽车电池的耐久性规定；电动汽车和柴油发动机车辆的保修规定；对现有轻型和中型车辆排放标准的几个要素的各种改进。

对于温室气体排放，该标准要求到2032年，所有轻型车辆的行业平均二氧化碳排放目标为每英里85克（约每千米52.82克），比现行的2026车型年标准减少近50%。到2032年，中型车辆的行业平均二氧化碳排放目标为每英里274克，比现行的2026车型年标准减少44%。这些标准将在2027—2032车型年期间逐步实施。表1概述了轻型车辆和中型车辆的温室气体排放标准。除温室气体外，EPA还确定了非甲烷有机气体（NMOG）、氮氧化物（NO_x）和颗粒物（PM）等污染物的最终排放标准。

标准的实施预计将避免70多亿吨的碳排放，并带来每年近1000亿美元的社会净效益，其中包括因空气质量改善而带来的每年130亿美元的公共健康效益，以及每年减少的620亿美元燃料成本、驾驶员的维护和维修成本。同时，最终标准将加

快更清洁汽车技术的采用，包括对内燃机性能的改进，插电式混合动力汽车和全电动汽车使用的增加。

表 1 轻型和中型车辆温室气体排放标准（二氧化碳克/英里）

车型	子类型	2026 年 (参考)	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年
轻型 车辆	乘用车	131	139	125	112	99	86	73
	轻型卡车	184	184	165	146	128	109	90
	轻型车辆整体	168	170	153	136	119	102	85
中型 车辆	货车	423	392	391	355	317	281	245
	皮卡	522	497	486	437	371	331	293
	中型车辆整体	488	461	453	408	353	314	274

2 重型车辆第 3 阶段温室气体排放标准

重型公路车辆包括支持地方和区域交通运输、建筑、垃圾收运的专用车辆（如运货卡车、垃圾运输车、公用事业车、公交车、穿梭车、校车等），以及在美国全国范围内运输货物的牵引车（如牵引车上的日间驾驶室和卧铺驾驶室）。根据车辆总重量等级，这些车辆被划分为不同的重量等级。重型车辆第 3 阶段温室气体排放标准最终修订了大多数重型车辆在第 2 阶段下的 2027 车型年二氧化碳排放标准，并制定了 2028—2032 车型年的二氧化碳新排放标准。

到 2032 车型年，每种车辆类别排放标准的严格程度将逐年增加。与第 2 阶段计划相比，重型专用车辆中的轻型车辆二氧化碳排放标准严格程度将提高 60%，重型专用车辆中的中型车辆二氧化碳排放标准严格程度将提高 40%，日间驾驶室二氧化碳排放标准严格程度将提高 40%，重型专用车辆中的重型车辆二氧化碳排放标准严格程度将提高 30%，卧铺驾驶室二氧化碳排放标准严格程度将提高 25%。

标准的实施预计将避免 10 多亿吨的碳排放，并在公共健康、气候和卡车车主和运营商节省方面带来 130 亿美元的社会净效益。最终标准还将减轻空气污染水平，特别是对于居住在卡车货运路线附近的 7200 万美国公众而言，同时为工业提供更大的确定性，为制造商提供更多的时间和灵活性来开发、扩展和部署清洁重型车辆技术，支持美国先进汽车技术制造业的就业，振兴和加强美国经济。

(廖琴 编译)

参考文献：

- [1] Multi-Pollutant Emissions Standards for Model Years 2027 and Later Light-Duty and Medium-Duty Vehicles. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-03/lmdv-veh-standrds-ghg-emission-frm-2024-03.pdf>
- [2] Greenhouse Gas Emissions Standards for Heavy-Duty Vehicles – Phase 3. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-03/hd-phase3-veh-standrds-ghg-emission-frm-2024-03.pdf>

英国环境署发布 2024—2026 年甲烷行动计划

4 月 5 日，英国环境署（Environment Agency）发布《2024—2026 年甲烷行动计划》（*Methane Action Plan 2024 to 2026*），规定了将如何减少英国甲烷排放的行动。行动计划提出了 3 个主要目标，包括改进数据，最大限度地提高监管的有效性，与外部合作伙伴和其他国家合作。

（1）**改进数据**。通过改进甲烷的测量、监测、报告和建模方式，改善监管部门的数据，以支持更好的决策和有针对性的行动。①改进数据：改进内部污染清单电子数据采集系统，通过支持在线提交和数据收集自动化，提高英国温室气体清单中使用的数据质量；建立全国数据库，监管工业活动的排放数据；更新英国温室气体清单的排放因子。②监测和建模标准：利用光学气体成像设备和量化设备等技术，监管甲烷排放场所；与其他机构合作，支持甲烷监测和量化技术规范 and 标准的制定；开发和测试新方法，量化垃圾填埋场的逸散排放，以改进垃圾填埋场气体回收及利用提供信息。

（2）**最大限度地提高监管的有效性**。最大限度地提高监管的有效性，使运营商能够有效减少甲烷排放，并最大限度地提高利用效率。①减少所监管部门的甲烷排放：委托开展空气质量和环境损害成本的评估工作；制定垃圾填埋场改善计划；制定厌氧消化改进计划；逐步签发新的和修订的许可证；将甲烷纳入废气管理等级制度；更新最佳可用技术（BAT）和其他最佳实践计划。②加强对城市污泥处理和农业甲烷排放的监管：与供水公司合作，允许自来水公司运营的用于处理污水污泥的约 120 个厌氧消化装置采用 BAT；发布一项标准规则，允许从泥浆库和天然气升级装置捕集甲烷，以便采用创新的农场规模的甲烷捕集装置。

（3）**与外部合作伙伴和其他国家合作**。与外部合作伙伴和其他国家合作，可以分享知识，以帮助提高对如何减少甲烷排放的理解。英国环境署将与英国环境、食品和农村事务部（Defra）、英国能源安全和净零排放部（DESNZ）等政府部门合作，探索进一步减少甲烷损失的方法；与学术界、专业机构和创新行业合作，分享知识，并获得更多资金，以支持减少甲烷排放的相关工作；与卫生机构及相关从业人员合作，将人类健康和福祉与甲烷及其相关气候变化联系起来；与行业协会和非政府组织合作，以帮助提高对甲烷排放问题的认识，并在行业中实现甲烷减排目标；与“全球甲烷承诺”倡议（Global Methane Pledge）、国际能源署（IEA）、经济合作与发展组织（OECD）等国际伙伴和倡议合作，分享知识。

（廖琴 编译）

原文题目：Environment Agency Methane Action Plan 2024 to 2026

来源：<https://www.gov.uk/government/publications/environment-agency-methane-action-plan/environment-agency-methane-action-plan-2024-to-2026>

国际研究揭示 2023 年全球野火烧毁面积创纪录

4 月 4 日，来自美国加利福尼亚大学默塞德分校（University of California, Merced）、英国东英吉利大学（University of East Anglia）、加拿大自然资源部（Natural Resources Canada）等机构的研究人员在《自然评论 地球与环境》（*Nature Reviews Earth & Environment*）上发表题为《2023 年野火》（*Wildfires in 2023*）的文章，概述 2023 年全球野火活动和影响，重点关注出现极端异常火灾的地区，并揭示了全球野火烧毁面积创纪录的地区。研究结论如下：

（1）2023 年，全球野火烧毁面积达 384 Mha（百万公顷），是自 2017 年以来的最高水平。然而，2023 年的野火烧毁面积比 2001—2022 年的平均水平低 5%。这些火灾估计排放了 2524 Tg C（ 10^{12} 克碳），其中 30% 来自加拿大创纪录的火灾季节。

（2）加拿大是 2023 年全球野火的热点地区，经历了现代最严重的火灾季节。2023 年，野火烧毁面积达到 15 Mha，是历史最高记录（1989 年 6.7 Mha）的 2 倍多。加拿大野火也对环境产生了巨大的影响。估计加拿大野火排放 763 Tg C，是历史最高纪录（2021 年 152 Tg C）的 5 倍，1998—2022 年平均水平的 11 倍多。

（3）2023 年是有记录以来最热的一年，促进了六大洲的破坏性野火，总烧毁面积的 70% 发生在北半球。极端火灾天气还导致夏威夷、地中海、亚马孙中部和智利中部发生灾难性火灾。极端事件造成大规模死亡、长期疏散和广泛的经济损失。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Wildfires in 2023

来源：<https://www.nature.com/articles/s43017-024-00544-y>

美研究指出全球变暖导致首次负闰秒调整时间推迟 3 年

3 月 27 日，美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校（University of California, San Diego）在《自然》（*Nature*）发表题为《全球变暖推迟全球计时问题》（*A Global Timekeeping Problem Postponed by Global Warming*）的文章指出，全球变暖导致格陵兰岛和南极冰川加速融化，两极冰川质量减少，进而使得地球自转角速度变慢，推迟闰秒调整时间，影响全球计时。

为了弥补世界时间与地球自转时间之间存在的差异，国际原子能机构（IAEA）通过增加或减少闰秒¹，使世界标准时间与地球自转周期保持同步。从 1972 年协调世界时间开始，由于地球自转减缓，一直都是增加闰秒（正闰秒），直到 2020 年年中，地球自转趋势逆转为加快，预计未来可能减少闰秒（负闰秒）。

¹ 增加闰秒表示调整前的时间段内地球自转减慢；减少闰秒表示地球自转加快。

研究人员利用重力恢复及气候实验卫星（GRACE）的重力数据，分析地核运动和气候变化对地球自转角速度的影响。结果表明，1972 年以来，地球深部液态核心的角速度一直在以恒定的速度下降，地球其余固态部分的角速度稳步增加，如果保持这一状态，预计 2026 年将因为地球自转速度加快首次减少闰秒。然而，20 世纪 90 年代以来，全球变暖情景下，格陵兰岛和南极冰川加速融化，两极冰川质量减少，部分水体转移到赤道，使得地球自转角速度有所减缓，导致本应该在 2026 年调整的闰秒推迟到 2029 年。

（秦冰雪 编译）

原文题目：A Global Timekeeping Problem Postponed by Global Warming

来源：<https://www.nature.com/articles/s41586-024-07170-0>

德研究指出格陵兰岛冰川正在快速融化

格陵兰冰盖是世界第二大冰盖，近年来由于全球变暖，冰盖质量损失加速。3 月 22 日，德国阿尔弗雷德·魏格纳研究所（Alfred Wegener Institute）、卡尔斯鲁厄理工学院（Karlsruhe Institute of Technology）等机构在《冰冻圈》（*The Cryosphere*）发表题为《格陵兰岛最大的浮冰舌正在快速融化》（Extreme Melting at Greenland's Largest Floating Ice Tongue）的文章指出，1998 年以来，格陵兰岛最大浮冰舌——Nioghalvfjærdsbrae 冰川厚度减少 160 多米。

研究人员利用地球重力场恢复与气候实验卫星（GRACE）获取的 Nioghalvfjærdsbrae 冰川卫星监测数据和超宽带雷达实地测量数据，绘制冰川基本几何形状，展示 1998—2021 年冰层的厚度变化。结果表明，1998 年以来，Nioghalvfjærdsbrae 冰川接近地线的浮冰舌由于海洋暖流的流入和大气层的变暖不断变薄，地线附近 5 公里的冰川在 17 天内的融化速度超过 150 米/年，变薄 32%。其中，接近地线附近的冰川形成了高约 500 米的冰下通道，这一通道自 2010 年起不断扩张，表面下陷速度约 7.6 米/年。此外，冰川融化速率的时间序列显示，2018 年以来冰川融化速度有所减缓，可能是有较冷洋流注入冰下通道所致。

（秦冰雪 编译）

原文题目：Extreme Melting at Greenland's Largest Floating Ice Tongue

来源：<https://tc.copernicus.org/articles/18/1333/2024/>

气候变化减缓与适应

气候分析为北方森林免遭不可挽回的气候影响提出建议

北方森林横跨亚洲、北美洲和欧洲北部，约占世界陆地碳总储量的 54%，滋养着世界上第二大陆地生物群落，在全球气候变化减缓、生物多样性保护、涵养水源、防洪、促进全球水分与养分循环等过程中发挥着至关重要的作用。高强度的木材采

伐导致北方森林的恢复力下降，并且，较之全球平均水平，北方森林正在遭遇更快速的气温上升与更加极端的气候事件。这些因素相互作用威胁着北方森林的生存。但到目前为止，很少有人关注北方森林中的气候影响。3月21日，气候分析（Climate Analytics）发布《北方森林中的气候影响》（*Climate Impacts in Northern Forests*），分析了北方森林中的气候影响，并提出了3条建议。

（1）**北方森林中的气候影响**。①**生物多样性丧失**。2000—2023年，干旱导致北方森林中的树木死亡率上升，目前已经有30%的树种面临灭绝的危险。②**生态系统退化**。目前，气温上升了1.2℃，已经对北方森林生态系统造成了严重影响，气候进一步变暖将对北方森林生物群落生存构成威胁。如果气温上升超过1.5℃，则有可能触发北方森林的临界点；若气温上升超过3.5℃，将导致北方森林生态系统发生不可逆的退化。③**野火肆虐**。北方森林火灾发生的频率和程度比过去一万年来任何时候都要高。④**虫害加剧**。2000年以来，北方森林中虫害爆发的严重程度、范围和持续时间均在增加，导致了大规模的树木死亡事件。2000—2010年，每年仅树皮甲虫爆发就导致欧洲森林蓄积量减少了近1450万立方米。温暖的气候、更长的生长季节、高度同质的森林、树木的防御能力降低等可能是主导因素。⑤**碳排放量增加**。受气候变化影响，北方森林生态系统的碳排放量几乎是单位面积草原生态系统的10~20倍。⑥**固碳潜力减小**。随着气温上升，北方森林正在向北扩展，其最南缘的树木正在遭遇大面积死亡。这削弱了北方森林的碳汇作用，增加了北方森林成为碳源的可能性。

（2）**建议**。在气候变化背景下，为了避免北方森林遭受不可挽回的损害，该报告提出了以下3条可持续管理建议：①**森林生态系统修复**。通过商业间伐实现天然林结构恢复与生物多样性保护；通过在休耕地上重新种植针叶林，抵消本土针叶林的减少，同时提高北方森林的碳汇能力。②**加强森林连通性**。通过适当的北方森林养护规划，保护与修复重要的生态系统或生境连接中心区，将碎片化的栖息地串联成片，提高森林景观的整体功能连通性。③**认同土著知识和权利**。认同土著知识在北方森林治理中的重要性，遵循与当地社区友好协商的原则，积极调动原住民参与北方森林养护与修复。

（董利莘 编译）

原文题目：Climate Impacts in Northern Forests

来源：<https://climateanalytics.org/publications/climate-impacts-in-northern-forests>

美国太平洋西北国家实验室综述 CO₂ 制备合成燃料技术

3月21日，美国太平洋西北国家实验室（PNNL）发布题为《新兴技术综述：碳捕集并转化生成甲烷和甲醇》（*Emerging Technologies Review: Carbon Capture and Conversion to Methane and Methanol*）的报告，概述了捕集二氧化碳（CO₂）并转化

制备甲烷与甲醇等合成燃料的新兴技术，梳理了建设运营捕集与转化设施面临的各种风险，提出了捕集与转化过程中需要考虑的关键要素。

1 面临风险

(1) 特定风险。①**成本：**建设运营 CO₂ 捕集与转化设施需要大量资金投入，相关技术即使完成了中试规模测试，但仍缺乏商业验证，导致产生不可预见的经济风险。②**政策：**联邦税收抵免是减缓设施运营经济负担的重要来源，政府政策的变化将会影响减排目标制定，而 CO₂ 捕集与转化作为重要的负排放技术之一，相关项目建设必定会受影响。③**技术：**随着先进技术的不断出现，当前应用成熟技术完成项目建设成本较高，选择技术之前需要进行经济评估，建造成本较低、易于改造、适用于各种规模的捕集与转化设施。

(2) 环境影响。CO₂ 捕集与转化设施的建设和运营会造成环境污染和资源竞争，例如废水排放和化学品泄露会影响水质与水生生态系统、大量用水会影响其他用水需求。

(3) 社会影响。废水排放、化学品泄露、噪音等会对人类健康造成潜在影响，同时项目用地会导致农业用地流失与生境破碎。此外，社区和公众对 CO₂ 捕集与转化的了解有限，缺乏对项目安全与效益的信任。

2 关键要素

(1) 选址。理想的 CO₂ 捕集与转化项目建设地点应该满足以下需求：充足的原料供应（CO₂ 和氢气等）、便利的公用设施（电网和运输网络等）、丰富的水源、合规的土地。

(2) 技术。研究 CO₂ 捕集与转化技术可行性，评估相关技术的优势和劣势，选用高效率、低成本的成熟技术，准备替代技术。同时，研发低成本、高耐用和低维护的关键材料；研制高转化率、高选择性、高活性、长寿命的催化剂；优化燃料生产与项目运营流程；争取在早期规划阶段规避各种风险。

(3) 营运。项目整个生命周期的生产活动与产品销售都要合规，开展全面的项目环境审查，制定强有力的维护计划，并与公众以及利益攸关方进行早期、持续、透明的沟通交流，灵活应对供求变化。

(秦冰雪 编译)

原文题目: Emerging Technologies Review: Carbon Capture and Conversion to Methane and Methanol
来源: https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-35588.pdf

美国能源部资助 6200 万美元支持电池回收

3 月 28 日，美国能源部（DOE）宣布为 17 个项目提供 6200 万美元，用于支持电池回收。项目的主要信息如下：

(1) 扩大电子产品回收参与 (1440 万美元)。①在爱达荷州和纽约州组织电子废物收集活动，社会人员参与率达到 30%；②开发网络教育平台，为电子产品消费者和电子废物收集者提供电池回收的区域指导，并通过媒体广告提高平台参与度；③设计与落实针对明尼苏达州的电池可持续性与能源存储教育推广平台，建成后扩展复制到其他地区，实现联邦先进电池联盟 (FCAB) 目标；④利用新的互动式教育活动提高回收废弃电子产品与电池的民众意识。

(2) 提高电池回收经济效益 (4140 万美元)。①构建比当前技术水平效率高 25% 左右的分拣流程，或通过人工智能和自动分拣技术提高分拣效率；②利用相变材料和聚合物气凝胶研制一种阻燃绝缘的电池包装，并制造安全可靠的破碎或自动拆解设备；③开发一种先进、整合破碎与提取流程的移动式机械回收系统，用于废弃电子产品与电池预处理；④设计可持续的笔记本电脑电池，并改善报废笔记本电脑电池的拆卸过程，将拆卸速度提高 50%；⑤提出一种在一个设施内完成废弃电子产品与电池分拣和预处理的回收方案；⑥建立利用人工智能从城市生活垃圾中收集和回收废弃电池的低成本模块化系统，回收率达到 95%；⑦开发一种清洁、可负担的低温热解方法来预处理废弃锂离子电池。

(3) 规划电子产品回收项目 (720 万美元)。①在加州默塞德县开展宣传和教育，在图书馆、政府办公室和社区中心设置废弃电池投放点；②为明尼苏达州乡村和部落的废弃电池投放点提供灭火用品和安全的储存区域；③在纽约市举办电池回收活动，每年至少覆盖 100 万居民、收集 3.5 万磅 (约 16 吨) 电池；④在纽约州奥农达加县设计建造防火的废弃电池分类设施；⑤在俄勒冈州莱恩县部署可存放 6 万个电池的安全存储设施，增加 11 个零售废弃电池收集点，开展宣传和教育；⑥在伊利诺斯州增加至少可以容纳 250 个家庭废弃电池用量的收集点，举行 1200 多次电池收集活动。

(秦冰雪 编译)

原文题目: Biden-Harris Administration Announces \$62 Million to Lower Battery Recycling Costs Across the Nation

来源: <https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-62-million-lower-battery-recycling-costs-across>

前沿研究动态

美研究发现美国近 52% 的垃圾填埋场存在甲烷泄漏情况

3 月 28 日,《科学》(*Science*) 发表题为《量化分析美国垃圾填埋场甲烷排放》(Quantifying Methane Emissions from United States Landfills) 的文章,分析了 2016—2022 年美国 18 个州数 1200 个大型垃圾填埋场甲烷排放特征,结果发现近 52% 的垃圾填埋场中存在持续数月或数年的甲烷泄漏情况。

已有研究估计,2000—2017 年全球垃圾填埋甲烷排放量约占甲烷排放总量的

20%，1990—2020年美国垃圾填埋场甲烷排放约占其甲烷排放总量的17%。固体废物甲烷排放可能占全球人为甲烷排放预算的很大一部分，但目前很少有全面系统的研究来对其进行评估。基于此，来自美国亚利桑那大学（University of Arizona）、美国国家航空航天局（NASA）和美国亚利桑那州立大学（Arizona State University）等机构的研究人员，通过使用机载成像光谱仪分析了2016—2022年美国18个州数1200个大型垃圾填埋场的甲烷排放特征。研究发现：①在上述垃圾填埋场中有近52%检测到了显著的点源排放，其中许多地点排放持续数周乃至数年。②垃圾填埋场呈双峰分布，这意味着存在一个垃圾填埋场群，其甲烷点源活动时间很短；而另一个垃圾填埋场群，其甲烷点源活动几乎在整个观测期持续存在。③将甲烷排放数据与15个垃圾填埋场独立同步的原位航空观测结果进行对比分析发现，它们具有良好的 consistency。该研究覆盖了美国20%的开放式垃圾填埋场，是对固体废物甲烷排放进行系统全面地量化研究。研究结果强调了更好地监测垃圾填埋场甲烷排放的重要性，旨在帮助制定气候减缓政策。

（刘莉娜 编译）

原文题目：Quantifying Methane Emissions from United States Landfills

来源：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adi7735>

国际研究发现非洲的碳汇能力正在降低

4月3日，《全球生物地球化学循环》（*Global Biogeochemical Cycles*）发表题为《非洲区域温室气体预算（2010—2019年）》（*The African Regional Greenhouse Gases Budget (2010–2019)*）的文章，量化了土地利用变化对非洲碳循环的影响，发现2010—2019年，非洲从微弱的碳汇过渡到微弱的碳源。

作为世界面积第二大的大陆，非洲大陆目前人口约为14亿，预计到2040年将超过20亿。这意味着未来该地区将有大量的土地被用于农业，牲畜数量也会增加。来自南非威特沃特斯兰德大学（University of the Witwatersrand）、英国莱切斯特大学（University of Leicester）、法国巴黎萨克雷大学（Université Paris-Saclay）等机构的国际研究小组，结合自下而上的基于过程的模型、数据驱动的遥感产品、国家温室气体清单与自上而下的大气反演等方法，制定了2000—2019年非洲的温室气体综合预算，评估了碳预算的不确定性和时间变化趋势。

研究表明，2000—2019年非洲的碳汇容量呈下降趋势。主要结论包括：①净生态系统碳交换从1985—2009年的 $-0.61 \pm 0.58 \text{ PgCyr}^{-1}$ （十亿吨碳/年）的微弱碳汇转变为2000—2019年的 0.16 PgC yr^{-1} 的微弱碳源。②自下而上方法估计的净二氧化碳排放量为 $1.6 \text{ PgCO}_2\text{yr}^{-1}$ （十亿吨二氧化碳/年），净甲烷排放量为 $77 \text{ TgCH}_4\text{yr}^{-1}$ （百万吨甲烷/年），净氧化亚氮排放量为 $2.9 \text{ TgN}_2\text{Oyr}^{-1}$ （百万吨氧化亚氮/年）。自上而下的大气反演也表现出类似的趋势。③土地利用变化产生的温室气体排放量对

非洲碳预算的贡献类似于化石燃料排放，二者排放量分别为 $1.7 \text{ PgCO}_2\text{eqyr}^{-1}$ （十亿吨二氧化碳当量/年）与 $1.74 \text{ PgCO}_2\text{eqyr}^{-1}$ 。④研究期间野火的温室气体排放量减少，而薪材燃烧的排放量增加。⑤各种类型的碳通量数据不确定性很大，这突出表明需要加大努力来解决非洲特有的数据差距。该研究提高了对非洲温室气体预算多种组成要素的整体理解，有助于为气候政策和行动提供信息。

（裴惠娟 编译）

原文题目：The African Regional Greenhouse Gases Budget (2010–2019)

来源：<https://dx.doi.org/10.1029/2023GB008016>

日研究称造林树种的选择对固碳潜力至关重要

4月1日，《通讯 地球与环境》（*Communications Earth & Environment*）发表题为《植树造林时精心选择森林类型可以在不影响可持续性的情况下使碳固存量增加25%》（*Careful Selection of Forest Types in Afforestation Can Increase Carbon Sequestration by 25% Without Compromising Sustainability*）的文章指出，森林类型的选择对于提升植树造林的碳固存能力至关重要，选择不同于原生森林类型的碳密度较高的森林类型可使二氧化碳固存量增加25%。

植树造林是一种关键的二氧化碳去除技术，但可能对粮食与土地系统产生负面影响。来自日本立命馆大学（Ritsumeikan University）、京都大学（Kyoto University）、国立环境研究所（National Institute for Environmental Studies, NIES）等机构的科研人员，综合利用农业经济模型、土地利用优化配置模型和陆地植被模型，定量评估了植树造林时，选择不同的森林类型如何在不损害全球粮食与土地可持续性的情况下增加全球碳固存量。

研究表明，精心选择植树造林的树种可大幅提升其固碳潜力。主要结论包括：①与原生森林类型相比，植树造林时选择碳密度较高的森林类型将使其固碳潜力增加25%。②相较于结合碳捕集与封存的生物能源（BECCS），利用植树造林去除碳的土地效率较低，如果大规模开展树种不适合的植树造林活动，将导致用于碳去除的土地面积增加，粮食价格上涨，饥饿风险增加。研究人员强调，植树造林时需要选择碳密度较高的森林类型，并采取辅助措施，以减少对粮食与土地可持续性的不利影响。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Careful Selection of Forest Types in Afforestation Can Increase Carbon Sequestration by 25% Without Compromising Sustainability

来源：<https://www.nature.com/articles/s43247-024-01336-4>

欧洲研究显示沿海海域的二氧化碳吸收强度高于开阔海域

3月22日，《自然 气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《沿海海域二氧化碳吸收的增强主要受生物固碳主导》（*Enhanced CO₂ Uptake of the Coastal Ocean*

is Dominated by Biological Carbon Fixation) 的文章指出, 在沿海海域浮游生物快速、大范围生长的影响下, 沿海海域的二氧化碳吸收强度高于开阔海域。

沿海海域在全球碳循环两个最大的二氧化碳汇——陆地与海洋之间形成了一个复杂的过渡区, 但是针对沿海海域中碳运输的研究较少。观测重建表明, 沿海海域的二氧化碳吸收量在当代有所增加。然而, 推动这种全球吸收量增加的机制及其相对重要性仍不清楚。来自德国亥姆霍兹海洋系统研究所 (Institute of Coastal Systems, Helmholtz-Zentrum Hereon)、马克斯-普朗克气象研究所 (Max-Planck-Institute for Meteorology)、瑞士伯尔尼大学 (University of Bern) 等机构的科研人员, 应用全球海洋生物地球化学模型 (ICON-Coast20), 考虑了大气变化、大气二氧化碳浓度的增加以及来自陆地的人为养分输入的增加, 定量研究了 1900—2010 年沿海海域二氧化碳吸收效率的变化。

研究结果表明, 浮游生物快速、大范围的生长是沿海海域二氧化碳吸收量增加的关键驱动因素, 并且这种吸收量高于开阔海域。沿海海域二氧化碳汇的增加主要是由气候引起的环流变化的生物响应 (36%) 和河流养分负荷的增加 (23%) 驱动的, 两者贡献之和超过了海洋二氧化碳溶解度泵 (41%) 的作用。在持续的气候变化和海洋酸化影响下, 随着海水容纳二氧化碳能力的降低, 生物固碳的贡献将增加, 沿海海域和开阔海域之间碳吸收强度的差异会继续增加。研究人员指出, 本研究中的沿海-海洋无缝整合提高了碳循环模型的现实性, 从而有助于预测应对气候变化减缓工作的影响。

(裴惠娟 编译)

原文题目: Enhanced CO₂ Uptake of the Coastal Ocean is Dominated by Biological Carbon Fixation

来源: <https://www.nature.com/articles/s41558-024-01956-w>

数据与图表

未来资源研究所发布《2024 年全球能源展望》报告

4 月 2 日, 未来资源研究所 (RFF) 发布《2024 年全球能源展望: 峰值或平台期?》(Global Energy Outlook 2024: Peaks or Plateaus?) 报告, 通过深入分析全球、区域和主要国家的未来能源发展情况, 总结全球能源、碳排放及地缘政治的关键趋势。该报告中用到的能源数据主要来自彭博新能源财经 (Bloomberg New Energy Finance)、国际能源署 (IEA)、国际可再生能源署 (IRENA)、英国石油公司 (BP)、壳牌公司 (Shell)、美国能源信息署 (EIA) 等机构。主要内容如下:

1 2024 年全球能源展望主要趋势

在迪拜举行的《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会 (COP28) 上, 世界各国领导人同意“能源系统转型脱离化石能源”。而一些倡导者、政府和

民间社会人士主张彻底淘汰化石能源，以期实现长期的气候目标。该报告发现的主要趋势包括：①在雄心勃勃的气候情景下，全球化石能源需求快速达峰和下降（图 1），碳捕集、利用与封存（CCUS）技术急剧上升；碳强度空前改善。②在大多数情景下，全球一次能源需求平稳增长或下降。③在部分情景中，到 2030 年可再生电力容量将增至 3 倍，到 2050 年核电容量将增至 3 倍。④以风能和太阳能为主导的电力需求快速增长。⑤全球天然气需求在不同情景下差异较大。⑥预计中国煤炭需求将大幅下降。

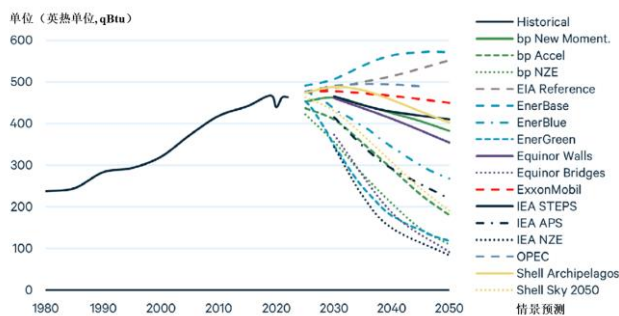


图 1 在雄心勃勃的气候情景下，全球化石能源需求快速达峰和下降

2 实现净零的新兴领域

该报告提出了 3 种可能在能源绿色转型中发挥作用的新兴领域，包括氢能、CCUS 和直接空气捕集（DAC）、关键矿产及其替代品开发。

(1) 氢能。根据生产方式，全球氢能需求快速增长可显著延长化石能源的生命周期。石油和天然气行业通过蒸汽甲烷重整过程中生产氢，这是全球氢能的主要生产手段。新的低碳或零碳氢化合物越来越被视为一种选择，旨在对传统依赖化石能源的领域（如长途运输和航空）及高温热能行业（如水泥制造和炼钢）进行脱碳。

(2) CCUS 和 DAC。预计 CCUS 在大多数情景下将大幅增长（图 2）。DAC 是 CCUS 的一种特殊形式。与大多数 CCUS 应用不同，DAC 将从环境空气中直接捕集二氧化碳，将其封存在地下或者某些产品中。截至 2023 年，已有 27 个 DAC 设施投入运营，另有 100 多个设施正在开发。根据 IEA APS 情景预测，到 2050 年 CUSS 部署将比 2022 年高出 15%（STEPS 和 NZE 情景大致不变）（图 2）。根据 IEA STEPS 和 NZE 情景预测，到 2050 年 DAC 部署将比 2022 年分别增加约 30% 和 60%。

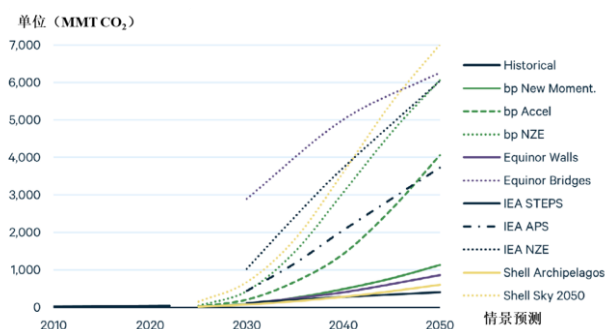


图 2 在雄心勃勃的气候情景下，全球 CCUS 技术将迅猛增加

(3) 关键矿产及其替代品开发。建设清洁能源的未来需要新材料的投入，即向一个多世纪以来由固体、液体和气体燃料提供动力的经济体提供新材料。尽管并非所有展望都预测了未来矿产需求情况，但越来越多的组织正在认识到这些矿产材料的重要性及不确定性。2023 年，BP、IEA 和 Shell 的 3 份展望中提供了对钴、铜、锂和镍等矿产未来需求的预测情景，上述这些矿产将用于清洁能源和相关行业。比如，在预测未来钴需求的 6 种情景中，根据 IEA STEPS 情景，到 2050 年其全球需求将比 2022 年翻一番以上（图 3）。

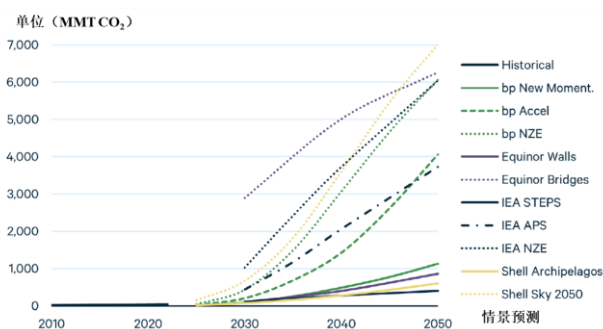


图 3 全球钴需求预测

3 中国未来能源展望

2020 年中国提出“致力于 2030 年前实现碳达峰，2060 年实现碳中和”承诺以来，针对该承诺，中国发布一份针对所有部门和各级政府的国家实施计划，概况了能源和工业等领域的 43 项任务。在能源领域，中国致力于提高能源效率，提升可再生能源和核能占比，同时降低化石能源消耗。宏观经济因素，尤其是人口老龄化和正在发生的房地产危机，将对中国未来能源和碳排放产生重要影响。尽管目前中国是世界煤炭消费大国，根据不同情景发现，2023 年中国煤炭消费将出现峰值，然后是长期的平台期。这主要与电力部门不再使用煤炭以及钢铁等工业过程效率提升相关。根据不同情景预测，与 2022 年相比，预计到 2050 年中国煤炭需求将下降 25%~93%（图 4）。

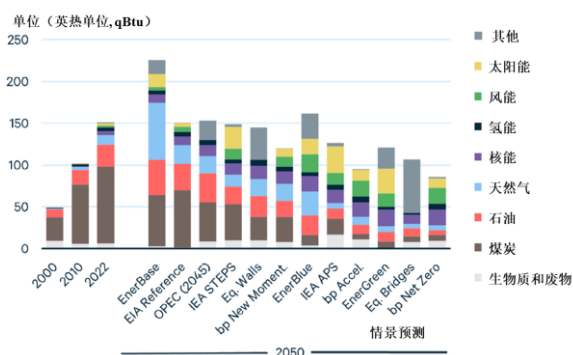


图 4 中国一次能源需求情况

(刘莉娜 编译)

原文题目: Global Energy Outlook 2024: Peaks or Plateaus?

来源: <https://www.rff.org/publications/reports/global-energy-outlook-2024/>

《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