

科学研究动态监测快报

2021年4月20日 第8期(总第314期)

气候变化科学专辑

- ◇ WMO 审查影响 COVID-19 大流行的气象与空气质量因素
- ◇ 美科学院为 USGCRP 未来十年战略计划提出建议
- ◇ 英国发布《工业脱碳战略》
- ◇ 美机构为提高政府气候变化领导力提出建议
- ◇ 印度到 2050 年可实现净零排放能源转型
- ◇ 澳科学院分析升温 3℃ 对本国的影响并提出应对建议
- ◇ 美科学院建议实施太阳能地球工程研究计划
- ◇ 美科学院为改善美国轻型车辆燃油经济性提出建议
- ◇ 气候变化背景下陆地生态系统碳循环研究进展
- ◇ 21 世纪末北极闪电增加并加速土壤碳释放
- ◇ 荷兰研究分析主要排放国实现净零排放的时间

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

WMO 审查影响 COVID-19 大流行的气象与空气质量因素..... 1

科学计划与规划

美科学院为 USGCRP 未来十年战略规划提出建议 2

气候政策与战略

英国发布《工业脱碳战略》 3

美机构为提高政府气候变化领导力提出建议 5

印度到 2050 年可实现净零排放能源转型 6

气候变化事实与影响

澳科学院分析升温 3°C 对本国的影响并提出应对建议 7

气候变化减缓与适应

美科学院建议实施太阳能地球工程研究计划 8

美科学院为改善美国轻型车辆燃油经济性提出建议 11

前沿研究进展

气候变化背景下陆地生态系统碳循环研究进展 14

前沿研究动态

21 世纪末北极闪电增加并加速土壤碳释放 14

荷兰研究分析主要排放国实现净零排放的时间 14

专辑主编: 曲建升

本期责编: 刘燕飞

执行主编: 曾静静

E-mail: liuyf@llas.ac.cn

本期热点

WMO 审查影响 COVID-19 大流行的气象与空气质量因素

2021年3月18日，世界气象组织（WMO）发布题为《影响 COVID-19 大流行的气象与空气质量因素综述》（*Review on Meteorological and Air Quality Factors Affecting the COVID-19 Pandemic*）的报告，参考经过同行评审的文献，总结了迄今为止关于影响新型冠状病毒肺炎（COVID-19）大流行的气象与空气质量因素。报告的主要结论包括：

（1）迄今为止，COVID-19 的流行病学研究在关于病毒与疾病的气象敏感性方面得到了不同的结果。

（2）2020 年和 2021 年初的 COVID-19 传播动态呈现出主要受到政府干预的影响，而非气象因素的控制。其他的相关驱动因素包括受影响人群的人类行为和人口统计变化，以及近期的病毒突变。

（3）呼吸道病毒感染通常表现出某种形式的季节性，尤其是在温带气候中引发流感和感冒的冠状病毒秋冬高发期。如果 COVID-19 持续多年，则将成为一种强季节性疾病。

（4）导致呼吸道病毒感染趋于季节性的基础机制尚未得到充分认识。对病毒存活的直接影响、对人类抗感染能力的影响以及天气和季节通过人类行为变化表现出的间接影响，都可能综合发挥作用。

（5）围绕导致 COVID-19 的 SARS-CoV-2 病毒的实验室研究发现，该病毒在寒冷、干燥和低紫外线辐射的条件下存活时间更长。然而，这些研究尚未表明气象因素会对实际条件下的病毒传播率产生有意义的影响。

（6）有证据显示，长期和短期暴露于空气污染会加重某些呼吸道疾病的症状并提高死亡率。这与 COVID-19 死亡率的早期研究相一致，但这些结果需要通过控制个人层面的风险因子来确认和巩固。目前还没有直接的经同行评审的证据显示空气污染对 SARS-CoV-2 的空气传播活力的影响。

（7）需要量化研究气象和空气污染因素与 COVID-19 之间的联系。建模研究需考虑气象与空气污染因素的直接和间接效应，解决 COVID-19 数据记录中的局限性，报告不确定性范围，评估预测技能，并采用适当的统计方法或基于过程的建模技术。

（8）公开、及时和经过质量控制的数据获取，对于气象和空气污染因素影响研究及 COVID-19 其他风险研究至关重要。需要建立一个风险报告基础设施，以支持流行病分析数据的管理和分发。

（9）经过同行评审的研究有可能影响公共卫生决策和公众对疾病风险的看法。因此，研究人员、出版商和信息提供者在分析和评估新兴研究时必须坚持高标准。

同时，研究人员、媒体和决策者之间需要进行清晰、积极地沟通，以确保科学发现以适当、客观、透明和负责的方式应用于政策。

(刘燕飞 摘编)

原文题目：Review on Meteorological and Air Quality Factors Affecting the COVID-19 Pandemic

来源：<https://public.wmo.int/en/media/press-release/report-examines-meteorological-and-air-quality-factors-and-covid-19>

科学计划与规划

美科学院为 USGCRP 未来十年战略计划提出建议

鉴于美国全球变化研究计划 (USGCRP) 正在起草 2022—2031 年的战略计划草案, 2021 年 3 月 16 日, 美国国家科学、工程和医学院 (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) 发布题为《2022—2031 年全球变化研究的需求和机遇》(Global Change Research Needs and Opportunities for 2022-2031) 的报告, 重点关注美国在 21 世纪 30 年代可能面临的主要风险, 强调最大的预期风险可能来自多个系统的相互作用, 包括气候变化通过影响粮食-能源-水关系对美国健康、经济和安全构成的重大威胁等。报告指出, 预测自然环境变化及其潜在后果的传统气候研究已经不能满足决策者应对气候危机的需求。因此, 报告建议 USGCRP 把重点转向帮助社会应对和避免最严重的气候变化潜在后果, 同时保护最脆弱人群。报告针对 USGCRP 提出以下 6 条建议:

(1) 采用综合风险框架方法, 确定 2022—2031 年的研究重点。 鉴于 USGCRP 是协调多个机构的多层面研究, 应在加速综合、系统的研究方面发挥重要作用。基于集成系统的研究对气候风险管理至关重要。

(2) 加快对人类和自然耦合系统开展综合研究, 以提高决策者对气候危机风险的以下理解: ①避免最严重气候变化风险的排放目标; ②气候系统的阈值与临界点; ③气候变化的社会经济风险; ④清除温室气体的技术方法与激励政策; ⑤准确量化和独立核实国家与全球的温室气体减排能力; ⑥不同的气候变化减缓与适应备选政策之间的权衡与决策; ⑦多种气候变化政策可能产生的经济和社会后果及其协同作用。

(3) 优先考虑以下与气候风险管理相关的研究: ①减少全球温室气体排放量并降低大气温室气体浓度; ②提高气候抵御能力, 降低美国气候安全风险; ③深化风险管理方法的协同和权衡研究; ④构建数据库, 支持气候风险交叉分析研究与管理。

(4) 深化以下 5 个交叉领域的研究: ①极端事件的阈值与临界点研究; ②区域和地方层面的气候预测; ③情景预测方法研究; ④公平和社会正义研究; ⑤先进的数据和分析框架研究。

(5) 通过以下措施完善其组织管理机制: ①重组 USGCRP 的联邦机构和部门内的现有资源; ②纳入未正式参与 USGCRP 的相关联邦机构和部门; ③在必要和可

能的情况下，获得额外的联邦基金来支持新的研究计划；④促进公私伙伴关系，以扩大知识和财政资源，支持关键的全球变化研究。

(6) 为了促进综合风险管理方法的成功实施，USGCRP 还应做到以下几点：

①在活动中优先考虑多样性，扩大具有包容性和代表性的努力，并优先考虑公平性，研究社区服务不足的后果和机会；②加强合作研究，重新致力于持续评估流程，提高研究的可用性和相关性，以及建立一个常设用户工作组或咨询机制；③通过提高管理结构和标准的透明度，促进项目整合和问责制，以设定优先事项、安排投资顺序，并指导各个机构整合项目的开发；④为项目活动（包括下一代战略计划）的监测、评估和学习制定一个基于证据的战略，并灵活设置优先事项和活动，以适应和整合持续的学习。

(董利莘 编译)

原文题目：Global Change Research Needs and Opportunities for 2022-2031

来源：<https://www.nap.edu/catalog/26055/global-change-research-needs-and-opportunities-for-2022-2031>

气候政策与战略

英国发布《工业脱碳战略》

2021年3月17日，英国商业、能源及产业战略部（BEIS）发布《工业脱碳战略》（*Industrial Decarbonisation Strategy*），探讨英国如何在保持排放与商业推向国外的情况下，建成与净零排放目标相一致的蓬勃发展的工业部门，以及政府将如何采取行动支持这一目标。该战略将拨款超10亿英镑用于降低工业与公共建筑的排放，使英国处于全球绿色工业革命的最前沿，在2050年创造并支持80000个就业机会，同时在短短15年内将排放量减少2/3。战略涵盖了英国所有的工业部门，包括金属和矿产、化工、食品和饮料、造纸和纸浆、陶瓷、玻璃、炼油和低能源密集型制造业。本文整理了战略报告的主要内容，以供参考。

1 转变工业流程

1.1 采用低悔技术，建设基础设施

工业的多样性意味着该部门的脱碳需要通过结合不同的技术与措施来实现。报告利用工业脱碳路径模型，重点关注氢能和碳捕集、利用与封存（CCUS）等关键技术低悔部署。主要行动措施包括：①支持在工业现场集群化部署CCUS，到2030年每年捕集与封存约3 MtCO₂（百万吨二氧化碳）。②在21世纪20年代支持增加低碳氢燃料的使用数量。③在21世纪20年代支持工业中的低悔燃料转向电气化。④审查生物能源在工业中最适当的使用，为生物能源战略提供证据（2022年）。⑤考虑气候变化委员会（Climate Change Committee, CCC）建议所产生的影响，该建议提出到2035年使矿石基炼钢的排放量接近零排放的目标。⑥与工业部门合作，以了

解对工业场所进行改造所需的条件。⑦与水泥行业合作，探索在分散场所进行脱碳的方案。⑧审查政策，以解决能源密集度较低、分散的工业场所面临的具体障碍。⑨利用建房加速计划（Project Speed），确保土地规划制度适合建设低碳基础设施。⑩加强脱碳政策与环境政策之间的协调，以实现共同的可持续发展议程。

1.2 提高效率

能源与资源效率措施对工业的净零排放至关重要。在 21 世纪 20 年代，提高能源与资源效率将在减少工业排放方面发挥特别重要的作用，并在广泛减排方面发挥带头作用。主要行动措施包括：①支持工业场所安装能源管理系统。②提高跨场所的热资源回收与重复利用，特别是在操作温度较高的场所。③通过采用市场上可获得且投资回报时间较短的技术，帮助能源密集型、分散的工业场所提高能源效率。④制定沟通计划，让工业部门意识到提高能源效率将会获得支持。⑤通过推动向循环经济模式转型，增加再利用、维修与再制造，对提高行业内的资源效率与材料替代进行支持。

1.3 加快低碳技术创新

工业脱碳所需的低碳技术处于不同的发展阶段。未来需要继续创新与开发各种低碳技术，使英国在降低脱碳成本并在整个净零过渡期间保持行业竞争力处于最佳位置。主要行动措施包括：①支持燃料转换技术的创新，包括低碳电力、生物质能与氢能。②支持一系列工业来源的 CCUS 的首次示范。③支持工业数字技术发展，最大程度提高效率。④支持先进技术的研究。⑤支持产品创新。

2 最大程度地发挥英国的潜力

2.1 全球市场的净零

工业脱碳是全球性的挑战。工业产品的交易在全球范围内进行，工业部门约占全球二氧化碳排放量的 24%。通过领导并倡导加强与其他国家的国际合作，英国将更快地开发新技术，提高产品产量，更快地降低工业脱碳的成本。主要行动措施包括：①与合作伙伴合作，建立一个致力于采取共同的方法建设低碳产品市场的国家联盟。②通过英国在“创新使命”（Mission Innovation）中的领导作用，引领全球创新工作，以降低低碳工业产品的成本。③通过贸易政策支持工业脱碳。④利用世界领先的净零产业的出口机会。⑤继续与主要国际组织、国家与倡议合作，鼓励发展中国家实现工业脱碳。

2.2 升级

制造业是英国地方经济的重要组成部分。报告建议利用净零排放的机会来改造英国的工业区，吸引外来投资，保护未来的企业，并确保就业的长期可行性。主要行动措施包括：①通过在工业区部署低碳基础设施，释放新的就业机会。②支持技能过渡，使当前和未来的劳动力从创造新的绿色工作中受益。③为新的工业部门建立激励机制，使其立足于英国的工业中心，并增加吸引外资的机会。④与英格兰、苏格兰、威尔士和北爱尔兰的权力下放政府合作，解决脱碳面临的障碍。

2.3 跟踪进度

工业脱碳是一个复杂的过程，必须现在就采取行动实现英国的 2050 年目标。主要行动措施包括：①采取战略性、有效、均衡、灵活与响应迅速的方式，以监测英国实现战略目标的进展。②利用政府对气候变化委员会关于英国经济脱碳进展报告的年度回应，向公众通报战略实施的进展，每 5 年对战略行动进行一次全面审查。③使用一系列指标更新脱碳进展，包括英国工业的排放量，二氧化碳捕集与封存的数量，以及工业中使用的氢气量。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Industrial Decarbonisation Strategy

来源：<https://www.gov.uk/government/publications/industrial-decarbonisation-strategy>

美机构为提高政府气候变化领导力提出建议

2021 年 3 月 30 日，美国国际战略研究中心（Center for Strategic and International Studies, CSIS）发布题为《美国在 20 国集团的气候领导力：投资、债务减免及产业政策之策略》（*U.S. Climate Leadership at the G20: A Strategy for Investment, Debt Relief, and Industrial Policy*）的报告，在二十国集团（G20）层面提出了 3 项倡议以帮助拜登政府推动其气候行动。主要内容包括：

（1）**绿色发展网络**。美国应该建立一个绿色发展网络，帮助 30 个国家在 2030 年前实现 30% 的非水力可再生能源发电。从功能上讲，该网络将：①精简和集中现有的机构、举措与创新行动；②动员金融提供者，如出口信贷机构、开发性金融机构和多边开发银行；③就项目获得资助所需标准达成一致；④建立受援国集资机制；⑤为每个国家制定有针对性的战略（或公约），在机构之间适当分配责任。

（2）**绿色复苏机制**。G20 国家应通过建立绿色复苏机制、集体谈判绿色债务减免协议等，帮助发展中国家推行减缓气候变化、适应气候变化并促进经济增长的政策。该机制将：①为债权国和债务国之间的绿色债务减免协议谈判提供系统和协调的方法；②利用财政与技术资源提供一系列绿色债务减免方案；③立即开展短期试点项目，向债务国和债权国展示早期概念证明；④扩大债务减免的资格标准，并按经济、气候和生物多样性指标优先分配减免资格；⑤就气候和生物多样性条件进行谈判，以换取根据经济条件灵活调整、各国统一、并在现有气候行动之外的债务减免；⑥将债务国的条件与债权国的公私承诺联系起来，激励更多人参与。

（3）**绿色产业政策对话**。G20 国家应建立绿色产业政策对话机制，从而推动：①创建一个关于绿色产业政策与贸易的 G20 常设议程项目；②就如何和何时将贸易救济措施应用于气候相关的政策行动提供指导；③就世界贸易组织（WTO）内的临时气候豁免进行谈判，使气候行动不受正常贸易规则的约束；④正式补充和保护各

国在全球贸易规则下的国家自主贡献 (NDC); ⑤纳入正在进行的以部门与技术为基础的对话, 以探索建立清洁能源供应链联盟的潜力。

(裴惠娟 编译)

原文题目: U.S. climate Leadership at the G20: A Strategy for Investment, Debt relief, and Industrial Policy

来源: https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/210330_Ladislaw_Climate_Strategy.pdf?kQwUjstPUMgRT38gaamad8FJryJkrMkl=

印度到 2050 年可实现净零排放能源转型

2021 年 3 月 23 日, 印度能源与资源研究所 (The Energy and Resources Institute, TERI) 与壳牌 (Shell) 公司联合发布题为《印度: 向净零排放能源系统转型——情景概述》(*India: Transforming to a Net-zero Emissions Energy System - Scenarios Sketch*) 的报告指出, 在 2050 年之前引导印度国内能源系统向净零排放迈进在技术上可行, 但极富挑战性。报告在考虑了政府实现显著的经济增长、普及电力与清洁烹饪目标的情况下, 为印度国内能源系统在 2050 年实现净零排放制定了一条具有代表性的技术途径。报告建议, 印度需要在以下行动领域实现转型:

(1) **加速发展清洁技术。**①发电量从 2020 年的 2000 TWh (太瓦时) 增长 4 倍, 到 2050 年达到将近 9000 TWh; ②2020 年的电力约 65% 由化石燃料发电提供, 到 2050 年近 90% 的电力由风能与太阳能产生; ③在 2050 年前逐步淘汰煤炭, 天然气占发电量的 5%; ④最终能源中氢能占比从 2020 年的微不足道提高到 2050 年的 13%, 主要用于工业与交通运输的燃料; ⑤将生物资源 (生物质与液体生物燃料) 的使用增加 2 倍以上, 居民生物质的使用减少, 商业生物质的使用 (主要在工业上) 大幅增加, 到 2050 年占生物质使用总量的 2/3。

(2) **支持节能与低碳的政策选项。**①投资于过程、技术与最终用途, 到 2050 年使单位 GDP 的能源强度提高近 60%, 提高速度几乎是历史水平的 2 倍; ②采用经济措施, 例如碳交易和碳定价, 以促进资本与资源的重新分配, 支持新燃料与技术的商业化。

(3) **建立重大的碳去除项目。**使用基于自然的解决方案和碳捕集与封存 (CCS), 到 2050 年实现约 1.3 GtCO₂ (十亿吨二氧化碳) 的碳封存。主要是捕集水泥等难减排行业的残留排放, 并抵消航空业等快速增长部门的排放。

(4) **其他建议。**①成功实现净零排放目标将取决于国家与地方各级制定清晰一致的政策; ②必须了解和管理能源转型对经济与社会的影响, 并需要精心设计政策框架来控制总体宏观经济成本; ③解决能源转型的影响, 并确保最脆弱及服务不足的社区获得更具弹性与环境公正的结果。

(裴惠娟 编译)

原文题目: India: Transforming to a Net-zero Emissions Energy System - Scenarios Sketch

来源: <https://www.teriin.org/project/shells-energy-transition-pathways-model-updation#net-zero-emission>

气候变化事实与影响

澳科学院分析升温 3℃对本国的影响并提出应对建议

2021 年 3 月 31 日，澳大利亚科学院（Australian Academy of Science）发布题为《变暖 3℃的世界给澳大利亚带来的风险》（*The Risks to Australia of a 3°C Warmer World*）的报告，基于观察到的气候变化对澳大利亚的影响，分析当前全球温室气体排放轨迹下升温 3℃给澳大利亚带来的风险，并提出应对建议。主要内容包括：

（1）**生态系统**。①19 世纪末以来，由于全球平均气温上升了 1.1℃，澳大利亚的生态系统已经发生了转变，这给数以千计的物种带来了严重后果。②保护澳大利亚独特的生态系统对澳大利亚的旅游与娱乐业产生了影响，例如 2016—2017 年澳大利亚旅游业为经济贡献了 547 亿澳元，其中最吸引国际游客的 5 大景点都是自然景观，而所有这些景观都面临着气候变化的风险。③随着全球气温比工业化前水平上升 1.5℃，许多自然系统的临界阈值可能会被超过。随着升温幅度达到 2℃以上，这些影响将会加剧，大堡礁与列入世界遗产名录的卡卡杜国家公园等标志性生态系统将受到严重影响。④在升温 3℃的情况下，澳大利亚的许多生态系统将变得面目全非。

（2）**农、林、渔业与粮食安全**。①升温 2℃将会加剧澳大利亚东南部与西南部等地区降雨量减少和干旱频发的影响，减少灌溉农业用水并导致水价提高。②热应激将影响到动物的健康、繁殖与生产，更频繁的暴风雨可能会导致牧场的恶化或洪水造成的牲畜损失。③澳大利亚农场的盈利能力下降、可用水减少，以及影响作物土地利用的高温压力加剧。④由于气温上升与干旱，林业面临着越来越大的压力。火灾风险的增加、降雨模式的变化和物种特有的虫害影响可能会威胁到澳大利亚西南部等较热、较干燥地区的森林。气温升高 3℃，现有的人工林将发生重大变化。⑤渔业与水产养殖业将受到海洋酸化和变暖的影响，影响范围包括物种分布、繁殖及种群的整体健康。

（3）**城镇**。①热浪、强风暴、大洪水、森林大火和海平面上升导致的沿海洪水等极端事件的风险继续增加，随着气温上升超过 2℃，这些事件将变得更加强烈而频繁。②预计到 21 世纪末，随着海平面上升 1 m，澳大利亚大约有 16 万~25 万处资产将面临沿海洪水的威胁。③澳大利亚许多城镇的能源安全将受到气候变化影响的威胁。④由于洪水、飓风和特大火灾等气候相关灾害，保险公司面临着越来越多的索赔。

（4）**澳大利亚人的健康与福祉**。①热浪、干旱、气旋、森林火灾与洪水等更为频繁而剧烈的天气事件对人类健康、生计和社区产生直接或间接的影响。②热浪的持续时间、频率和强度都在增加，这些变化通过生理性热应激和现有医疗条件的恶化来影响人类健康。与森林大火相关的健康影响正在增加，并造成直接生命损失，加剧了心脏病和肺病等疾病。③气温比工业化前上升 2℃，如果降雨量继续下降，

澳大利亚东部和西南部的许多社区将需要考虑替代供水方案。这可能会影响当地经济，并导致许多生活在农村社区的人无家可归。

(5) 为了减轻以上各种影响，报告**建议澳大利亚采取以下 10 项行动**：①与全球领导人共同加强应对与解决气候变化的行动，并在未来 10~20 年内加快向温室气体净零排放的过渡。②制定应对极端事件挑战的策略，广泛调查澳大利亚应对气候相关灾害的准备情况。③提高对气候影响的理解，包括临界点，以及在气温上升 2 °C 或更高时多种压力的复合影响。同时，进一步研究有效的气候适应响应措施，为快速和复杂的变化做准备。④系统地探讨澳大利亚的粮食生产和供应系统应如何准备应对气候变化的挑战。准备应对全球环境、社会和经济变化对澳大利亚食品进出口系统造成的潜在影响。⑤加强理解气候变化对澳大利亚人健康的影响和风险。深入研究升温 3 °C 对健康与福祉的潜在影响，特别是如何减少影响。⑥制定政策支持经济与社会向低碳转型，特别是在目前产业以化石燃料为基础的地区。⑦加大对下一代温室气体低排放至零排放技术的开发和实施力度。制定一项战略计划，规划澳大利亚工业在海上可再生能源、绿色氢燃料、用于温室气体低排放技术的矿物、大规模储存、嵌入式可再生能源以及更高效和温室气体低排放的航空、航运、公路和铁路运输系统等领域的市场和投资机会。⑧审查澳大利亚为过渡到低碳未来而进行创新与技术突破的能力及灵活性。加大对创新和技术突破的支持力度，设立专门的设施，广泛支持基础应用研究，以削减温室气体排放。⑨通过与原住民和托雷斯海峡岛民的讨论，更好地了解气候解决方案。建议所有澳大利亚人围绕避免到 2100 年全球升温 3 °C 所需采取的行动进行有意义的讨论。⑩继续制定适应战略并提高承诺力度，以应对 21 世纪中叶及以后面临的气候变化挑战。

(裴惠娟 编译)

原文题目：The Risks to Australia of a 3°C Warmer World

来源：<https://www.science.org.au/files/userfiles/support/reports-and-plans/2021/risks-australia-three-deg-warmer-world-report.pdf>

气候变化减缓与适应

美科学院建议实施太阳能地球工程研究计划

2021 年 3 月 25 日，美国国家科学、工程和医学院(National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) 发布题为《反射太阳光：对太阳能地球工程研究及研究治理的建议》(*Reflecting Sunlight: Recommendations for Solar Geoengineering Research and Research Governance*) 的报告指出，鉴于应对气候变化风险的紧迫性，美国应与其他国家协调，结合强劲的气候变化减缓和适应政策组合，实施太阳能地球工程研究计划。报告同时也强调，太阳能地球工程不是减少温室气体排放的替代品。尽管太阳能地球工程可能会降低全球气温，但也可能会带来一系列未知或负面的后果。

1 太阳能地球工程研究及研究治理的现状

报告考虑了 3 种太阳能地球工程措施：平流层气溶胶注入（在平流层中增加微小反射粒子的数量，以增加入射阳光的反射）；海洋云增白（向低层大气添加颗粒物，以增加海洋上空低云的反射率）；卷云变薄（改变高空冰云特性，让更多的红外辐射逃逸到太空）。

（1）**平流层气溶胶注入**。大量的模型和经验证据表明，平流层气溶胶注入可以在全球范围内降低地表温度，但关于注入量、位置和气溶胶类型的降温潜力，气溶胶增加对大气化学和输送的影响，以及由此产生的区域和局地气候影响，仍然存在很大的不确定性。

（2）**海洋云增白**。目前的研究表明，在某些情况下，向海洋云层添加气溶胶可以增加云的反射率。然而，科学界对气溶胶/云相互作用的了解有限，导致了大量不确定性的存在，即云反照率在哪里和在多大程度上被改变，以及反馈过程是否会掩盖或放大某些影响。

（3）**卷云变薄**。由于对卷云特性和决定卷云如何改变的微物理过程的认识非常有限，目前尚不清楚卷云变薄的有效性。由于这些不确定性的存在，现有的几种气候模式对卷云变薄的模拟产生了相互矛盾的结果。

迄今为止，有关太阳能地球工程的研究比较零散，在许多关键领域还存在大量的知识差距和不确定性。需要在研究中加强跨学科整合，将自然、社会和伦理层面联系起来，并加强公众参与。有关太阳能地球工程对生态系统、人类健康、政治和经济以及其他社会问题的潜在影响程度的研究还处于初级阶段。此外，目前的太阳能地球工程研究也缺乏协调和系统的治理机制。

2 太阳能地球工程研究及研究治理的拟议框架和方法

报告建议制定一项管理太阳能地球工程研究的全面计划，确保其以对社会负责的方式向前发展。具体建议如下：

（1）研究计划的框架

美国应实施强劲的气候减缓和适应政策组合。此外，鉴于气候变化问题的紧迫性和充分理解可能的应对方案的必要性，美国联邦政府应与其他国家合作，建立一个跨学科的太阳能地球工程研究计划。该计划应是美国应对气候变化的整个研究计划中的一小部分，侧重于开发与政策相关的知识，而不是推进部署路径。该计划应该：①提高决策相关的知识，包括未来研究工作的设计；②确保透明度以及公众和利益相关者的参与；③协调联邦机构之间的研究以及美国联邦政府以外的研究；④将直接适用于部署的技术研究限制在早期基础研究。

该计划应建立健全的机制，让公民社会和其他关键利益相关者参与研究计划的设计，并促进他们参与计划的相关组成部分。主要利益相关者包括气候脆弱群体和

一些特殊群体，包括来自土著居民和南半球（主要指历史上在全球决策中代表性不足的国家的人口）的群体。

该计划及其成果应由一个多元化、包容性的专家和利益相关者小组（包括与国际同行的磋商）定期审查和评估，以确定继续研究是否合理，如果合理，应如何更新目标和优先事项。

“出口坡道”（即终止研究计划的标准和协议）应是该计划的明确部分，有终止研究活动的机制。例如，如果研究计划可能会造成不可接受的自然、社会、地缘政治或环境风险，或者如果研究明确表明某项特定的太阳能地球工程技术不太可能有效。

（2）跨部门协调

美国全球变化研究计划（USGCRP）应该对研究计划进行协调和透明的监督，包括但不限于以下角色：①指导相关联邦机构间互补性研究活动的制定和协调，推进最符合各机构目标和能力的研究内容；②整合现有机构资产，协调和跟踪预算分配，并协调未来的预算请求；③审查跨学科（包括人文科学、社会科学和自然科学）的协调研究请求，以促进跨学科的知识、关系和解决方案；④维护所有太阳能地球工程研究活动的数据库，特别是与室外实验有关的活动，并确保信息的公开；⑤确保对该计划下提出的所有研究进行严格的同行评审；⑥定期评估进展，完善项目目标，重新制定研究重点；⑦确保联邦政府支持的所有研究结果（和数据来源）都是公开的，最好是零成本的；⑧推进美国国内外有意义的公众参与机会和参与途径，以帮助形成研究计划；⑨与美国联邦政府之外的太阳能地球工程相关计划和活动建立联系并进行协调；⑩确保对研究课题的全方位系统性支持。

3 太阳能地球工程研究的综合议程

太阳能地球工程研究计划的议程应包括 3 个广泛的研究领域：研究背景和目标；影响和技术维度；社会维度。在这 3 个大类下，建议将以下内容作为重点研究领域：

（1）**太阳能地球工程研究的背景和目标。**①项目开发途径。设计太阳能地球工程研究计划，使广泛、有益成果的前景最大化。②未来条件。探索未来在何种条件下会作出太阳能地球工程的相关决策。③综合决策分析。了解影响太阳能地球工程相关决策的不确定性，并采取相应的策略。④能力建设。发展所有国家有意义地参与太阳能地球工程研究及研究治理活动所需的能力。

（2）**影响和技术维度。**①大气过程。了解向大气中添加物质如何改变大气辐射反射、传播的化学和物理机制。②气候响应。评估不同的太阳能地球工程方法将如何影响关键的气候结果。③其他影响。评估太阳能地球工程干预策略对环境和社会的潜在影响。④监控和归因。设计一个观测系统（并了解其局限性），以检测、监控和归因太阳能地球工程的部署和影响。⑤技术开发和评估。解决有关硬件、材料和基础设施的科学和工程问题。

(3) **社会维度**。①公众认知和参与。探索如何更好地理解公众对太阳能地球工程的看法，如何公平有效地让公众和利益相关者参与太阳能地球工程的研究、开发和部署。②政治和经济动态。探索太阳能地球工程对国家和国际关系以及相关激励结构的影响。③治理。制定有效、适应性强的流程和制度来管理太阳能地球工程活动。④伦理。将当代人和后代人的伦理与正义考虑纳入太阳能地球工程研究及研究治理。

4 太阳能地球工程研究的治理机制

美国国家太阳能地球工程研究计划应在稳健的研究治理机制下运行，并支持国际治理机制的发展。治理机制的重要内容包括研究行为准则、公共注册研究、定期项目评估和审查程序、室外实验许可制度、知识产权指导、包容性的公众和利益相关者参与进程、促进国际信息共享和合作的机制（在研究团队内部之间和国家科学机构之间），以及建立一个专家委员会，以推进关于国际治理需求和战略的讨论。

5 太阳能地球工程研究的资金考虑

实施建议的研究及研究治理机制需要专门的资源。报告提供了制定预算的一般准则：①对太阳能地球工程研究的资助不应转移对其他重要的全球变化研究的关注，还应认识到人们对部署的担忧有可能加剧。相对于全球变化研究的总体投资而言，太阳能地球工程研究的近期预算应该很少。②研究计划应该公平地支持所有的具体研究领域。③大部分研究资助应该进行动态分配，以便研究计划在学习过程中进行灵活调整。④在提供研究经费的同时，还应支持实施研究治理和公众参与。

报告建议，太阳能地球工程研究的合理初始投资总额在 5 年内为 1 亿~2 亿美元。该研究计划的预算将从很少开始，并随着时间的推移而增加，从而允许经过深思熟虑的能力建设过程，并根据新的信息调整计划。

(廖琴 编译)

原文题目：Reflecting Sunlight: Recommendations for Solar Geoengineering Research and Research Governance

来源：<https://www.nap.edu/catalog/25762/reflecting-sunlight-recommendations-for-solar-geoengineering-research-and-research-governance>

美科学院为改善美国轻型车辆燃油经济性提出建议

2025—2035 年汽车行业将迎来 100 多年来的最根本转变。蓄电池电动车 (BEV) 的成本可能会大幅下降，并达到与内燃机汽车 (ICEV) 相当的水平。2021 年 3 月 31 日，美国国家科学、工程和医学院 (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) 发布《2025—2035 年改善轻型车辆燃油经济性的技术评估》(Assessment of Technologies for Improving Light-Duty Vehicle Fuel Economy 2025-2035) 报告，评估了 2025—2035 年 ICEV、混合动力汽车 (HV)、BEV、燃料电池电动车 (FCEV)、非

动力列车以及互联网和自动化车辆的能效提高和温室气体减排潜力，探讨了消费者和制造商对相关技术以及燃油效率监管的反应。基于研究结果，该报告针对美国国会、交通部（DOT）和环保署（EPA）现有或未来的车辆能效提高需求提出了建议。值得注意的是，目前美国燃油经济性的法定权力和监管机制在法律、科学、政策、技术和全球领导地位方面正在迅速过时，应在 2025—2035 年前更新，以配合运输效率提高和国家减排目标的实现。报告的主要内容如下：

1 主要结论

（1）2025—2035 年，美国轻型汽车能效提高的最大机遇和不确定性将来自净零排放汽车能否日益普及，其中，车辆的价格、充电桩基础设施、性能、舒适性、相关法规、激励措施、国际市场等将是主要的驱动因素。

（2）BEV、FCEV 普及的最大挑战分别是公共快速充电桩基础设施建设和制氢基础设施建设。

（3）美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）和 EPA 需要根据其法定标准继续协调监管轻型车辆的平均燃油经济性（CAFE）和温室气体排放量。然而，未来 10 年随着 BEV、FCEV 的性能和普及性的大幅改善，这两个机构将面临越来越多的分歧。

（4）从生产、运行、燃料和能源消费、尾气排放到报废评估车辆的生命周期温室气体排放，有助于鼓励零排放车辆的生产与普及。

（5）2025—2035 年，ICEV 仍将在新车中发挥重要作用。

（6）锂电池将是 2025—2035 年 BEV 的主导电池技术，模块和组件的工程改进将有助于锂电池提高其能量密度并降低成本。

（7）预计大容量电池将在 2025 年降至 90~115 美元/千瓦时，2030—2035 年，预计大容量电池将降至 65~80 美元/千瓦时。

（8）在城市中，车辆互联和自动化技术可将内燃机燃油效率提高 9%，但如果没有任何激励措施，则不可能实现这些技术的潜在能源效益。

（9）新车购买者选择汽车时会考虑各种因素，包括燃油经济性。

2 建议

（1）EPA 通过严格的全生命周期温室气体排放评估，推动零排放车辆的开发和部署。

（2）继续实施 BEV、插电式 HV 和 FCEV 购买补贴，直到消费者克服购买这些车辆的资金和心理障碍。

（3）DOT、EPA、美国能源部（DOE）与利益相关方协调，以推动充电桩基础设施和制氢基础设施的部署。

（4）美国国家公路交通安全管理局改进联邦机动车安全标准测试协议，以提高车辆的碰撞兼容性。

- (5) 通过补贴、宣传、教育、市场渗透等多种干预措施消除消费者对新技术的抵制。
- (6) 制定一个更长期的国家深度脱碳目标，为汽车制造商的技术投资提供方向。
- (7) 行政部门应组建一个机构间工作组，以协调和整合政府努力，实现向更清洁、更安全和更公平的交通系统转型。

(董利莘 编译)

原文题目: Assessment of Technologies for Improving Light-Duty Vehicle Fuel Economy 2025-2035

来源: <https://www.nap.edu/download/26092>

前沿研究进展

气候变化背景下陆地生态系统碳循环研究进展

气候变化以湿度降低、温度和大气二氧化碳浓度升高为主要特征影响着全球生态系统的结构和功能。陆地生态系统每年清除约 30% 的人类活动排放的二氧化碳，然而，这种碳汇能力的持久性在一定程度上取决于植物生物量与土壤有机碳存量对未来气候变化的响应。2021 年 3 月以来，发表于《自然》(*Nature*) 和《科学》(*Science*) 多篇文章从植物生物量、土壤有机碳、生态系统呼吸、微生物特征方面切入，探讨了气候变化对陆地生态系统碳循环的影响，并分析了其主要影响因素。研究结果显示，尽管全球草原植物生物量的增量少于森林，但全球草原的土壤有机碳储量则随着大气二氧化碳浓度的增加而增加，而森林的土壤有机碳储量未变化。其中，大气-土壤反馈、生态系统呼吸的温度敏感性、生物反馈是其主要驱动因素。

虽然在二氧化碳浓度升高背景下，主流研究结果显示全球植物生物量增加，但在不同的实验中土壤有机碳增加、不变甚至下降的研究结果均有文献佐证。驱动这种变化的机制目前仍然不为人所知，这给气候预测带来了不确定性。研究人员综合了 108 个二氧化碳实验数据，分析了二氧化碳浓度升高对全球陆地生态系统碳循环的影响。研究结果显示，当植物生物量受到二氧化碳的强刺激时，有机碳储量下降；反之，当生物量受到弱刺激时，有机碳储量增加。这种权衡似乎与植物的养分获取有关，植物通过汲取土壤中的养分来增加生物量，从而减少了土壤有机碳的储存。该研究还发现，尽管草原植物生物量的增量 ($9\% \pm 3\%$) 少于森林 ($23\% \pm 2\%$)，但草原的土壤有机碳储量则随着二氧化碳的增加而增加 ($8\% \pm 2\%$)，森林基本保持不变 ($0 \pm 2\%$)。

泥炭地是巨大的碳汇。关于泥炭地碳分解的机理，目前科学界普遍接受的理论是非生物（主要是缺氧和低温条件）控制论，但该理论不能完全解释在温暖和季节性水分不饱和条件下，广阔的低纬度灌木/乔木泥炭地如何持续地吸积泥炭。研究人员以泥炭藓为优势种和灌木为优势种的两种泥炭地为研究对象，比较分析了微生物对泥炭地碳分解的影响。研究结果显示，随着灌木/乔木诱导的难降解碳和酚类物质的增加，缓慢生长的微生物决定性地主导了灌木优势种泥炭地的碳循环。较之在泥炭藓优势种泥炭地上快速生长的微生物，在灌木优势种泥炭地上生长缓慢的微生物

对有机物的代谢速度慢 30 倍。该研究认为，灌木/乔木引起的这种泥炭地微生物组成变化是泥炭地生态系统对气候变化（高温、干旱）的响应，影响着泥炭地长期的气候变化-碳循环反馈。

生态系统呼吸的温度敏感性（Q10）是气候变化-碳循环反馈关系中的重要参数。已有研究表明，高纬度寒冷地区温度敏感性更高，同时这些地区的气候变暖也更加强烈，因此，高纬度寒冷地区生态系统碳排放可能不断加剧。但是，Q10 随温度变化的时空模式在气候变暖进程中是否改变是未知的。研究人员基于全球陆地生态系统长期通量观测数据和野外增温实验数据，分析了随着气候变暖不同纬度地区生态系统呼吸的 Q10 变化。研究结果显示，虽然高纬度寒冷地区较低纬度温暖地区的 Q10 要高，但随着持续的气候变暖，Q10 的空间差异会越来越小，即未来持续的气候变暖很可能会使全球陆地生态系统的 Q10 趋同。但目前在大多数地球系统模式中 Q10 响应气候变暖的模式是被忽略的，尤其在高纬度寒冷地区。因此，气候变暖引起的陆地生态系统的碳损失可能少于先前的预期。

除温度和生物因素外，温度 and 水的可利用性在多大程度上可以解释全球陆地生态系统碳汇能力及潜力的变化，目前也存在不确定性。研究人员使用气候模式模拟分析了温度和水分对全球陆地生态系统碳汇能力及潜力变化的影响。研究结果显示，土壤水分变化通过影响光合作用驱动了全球陆地碳吸收 90% 的年际变化。这种生态系统响应大多是间接发生的，土壤湿度-大气反馈放大了温度和湿度异常，增强了土壤水分胁迫的直接影响，因此，全球变暖对陆地碳吸收的影响主要是由土壤湿度控制的温度和水汽压亏缺效应驱动的。

（董利苹 编写）

参考文献

- [1] A Trade-off Between Plant and Soil Carbon Storage under Elevated CO₂.
<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03306-8>. 2021-03-24.
- [2] Vegetation and Microbes Interact to Preserve Carbon in Many Wooded Peatlands.
<https://www.nature.com/articles/s43247-021-00136-4>. 2021-3-24.
- [3] Warming Homogenizes Apparent Temperature Sensitivity of Ecosystem Respiration.
<https://advances.sciencemag.org/content/7/15/eabc7358>. 2021-4-9.
- [4] Soil Moisture-atmosphere Feedback Dominates Land Carbon Uptake Variability.
<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03325-5>. 2021-3-31.

前沿研究动态

21 世纪末北极闪电增加并加速土壤碳释放

2021 年 4 月 5 日，《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《未来北极闪电和多年冻土碳火灾风险的增加》（*Future Increases in Arctic Lightning and Fire Risk for Permafrost Carbon*）的文章，预估 21 世纪末北极夏季闪电频数增加，并可能引起火-植被反馈，加速多年冻土碳释放。

闪电是气候变化的指标和驱动力。来自美国加利福尼亚大学（University of California）、劳伦斯伯克利国家实验室（Lawrence Berkeley National Laboratory）和荷兰阿姆斯特丹自由大学（Vrije Universiteit Amsterdam）的研究人员，利用闪电频数的卫星观测资料和 ERA5 再分析资料，估计了为响应 21 世纪全球变暖，北极苔原和北方森林地区闪电活动的变化。

研究发现，北极圈地区夏季闪电的空间分布与对流有效势能（CAPE）和降水的乘积表现出很强的正相关关系。将这种相关关系应用于国际耦合模式比较计划第五阶段（CMIP5）的高排放情景（RCP8.5）预估，结果表明，由于多年冻土覆盖地区 CAPE（ $86 \pm 22\%$ ）和降水（ $17 \pm 2\%$ ）的增加，导致到 21 世纪末（2081—2100 年）夏季闪电数量增加 $112 \pm 38\%$ 。研究认为，闪电的增加可能会引起火-植被的反馈，即北极苔原的更多燃烧会加快北方树木的向北迁移，并有可能加速与多年冻土土壤碳释放相关的正反馈。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Future Increases in Arctic Lightning and Fire Risk for Permafrost Carbon

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-021-01011-y>

荷兰研究分析主要排放国实现净零排放的时间

2021 年 4 月 9 日，《自然·通讯》（*Nature Communications*）发表题为《主要排放国符合〈巴黎协定〉的零净排放目标》（Net-zero Emission Targets for Major Emitting Countries Consistent with the Paris Agreement）的文章，分析了主要排放国家/地区实现净零排放的时间。

目前，大多数关于温室气体中和或碳中和的探究主要集中在全球层面，随着 100 多个国家政府和 800 多个城市已经设定或正在考虑净零排放或碳中和目标，国家层面的研究将更具有政策意义。因此，来自荷兰乌得勒支大学（Utrecht University）和荷兰环境评估署（PBL）的研究人员，根据综合评估模型（IAM）的 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 情景，分析了 10 个主要排放国家/地区实现净零排放的年份。

在 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 情景下，预计全球温室气体分别在 2050—2070 年和在 2080 年之后达到净零排放。对于 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 情景，预计巴西、日本、俄罗斯和美国将比全球平均水平提前达到温室气体净零排放（包括土地利用）；加拿大、中国、欧盟、印度和土耳其将晚于全球平均水平；印度尼西亚预计与全球平均水平相同。 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 情景下的结果与 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 情景类似，但加拿大、印度和土耳其早于全球平均水平。总之，巴西和美国将比全球平均水平提前 10 年达到净零排放，而印度和印度尼西亚则比全球平均水平晚 10 年，中国和欧盟相对接近全球平均水平。结果的差异取决于对土地利用排放量核算的不同。碳储量和造林能力、收入、非 CO_2 排放的比例、运输部门排放也会影响国家/地区预计达到碳中和的时间。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Net-zero Emission Targets for Major Emitting Countries Consistent with the Paris Agreement

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-021-22294-x>

《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

电 话：（0931）8264062、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