

科学研究动态监测快报

2021年5月20日 第10期(总第316期)

气候变化科学专辑

- ◇ 《全球甲烷评估》报告呼吁大幅减少甲烷排放
- ◇ 世界银行发布2021—2025年气候变化行动计划
- ◇ 德智库提出欧洲气候中和工业的突破性技术
- ◇ IEA建议扩大西北欧地区的氢能市场
- ◇ 欧盟探讨实施碳农业倡议的关键问题
- ◇ IEA分析ETS对中国电力行业脱碳的潜在影响
- ◇ 氢基电燃料减缓气候变化的潜力和风险
- ◇ WMO发布2020年全球气候状况报告
- ◇ 气候变化导致第三极洪水风险剧增
- ◇ 2010年以来巴西亚马孙的碳释放量超过储存量
- ◇ 研究分析2℃气候目标的最优性及不确定性

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

《全球甲烷评估》报告呼吁大幅减少甲烷排放..... 1

气候政策与战略

世界银行发布 2021—2025 年气候变化行动计划..... 3

德智库提出欧洲气候中和工业的突破性技术..... 4

IEA 建议扩大西北欧地区的氢能市场..... 6

气候变化减缓与适应

欧盟探讨实施碳农业倡议的关键问题..... 7

IEA 分析 ETS 对中国电力行业脱碳的潜在影响..... 9

氢基电燃料减缓气候变化的潜力和风险..... 11

气候变化事实与影响

WMO 发布 2020 年全球气候状况报告..... 12

前沿研究进展

气候变化导致第三极洪水风险剧增..... 13

前沿研究动态

2010 年以来巴西亚马孙的碳释放量超过储存量..... 14

研究分析 2 °C 气候目标的最优性及不确定性..... 15

《全球甲烷评估》报告呼吁大幅减少甲烷排放

2021年5月6日，气候与清洁空气联盟（CCAC）和联合国环境规划署（UNEP）联合发布题为《全球甲烷评估：减少甲烷排放的收益和成本》（*Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions*）的报告，强调了减少甲烷排在减缓气候变化方面的关键作用，指出只有在2030年将人为甲烷排放量减少45%，才可能实现《巴黎协定》全球气候目标的阈值。

1 全球甲烷排放评估

（1）全球50%以上的甲烷排放量来自化石燃料、废弃物与农业部门。化石燃料部门中，石油与天然气开采、加工与分配产生的甲烷排放量占了23%，煤炭开采产生的甲烷排放量占12%；废物处理部门中，垃圾填埋场与废水产生的甲烷排放量约占20%；农业部门，牲畜粪便与肠道发酵产生的甲烷排放量约占32%，稻米种植产生的甲烷排放量约占8%。

（2）基于当前减排措施，到2030年主要部门的甲烷排放量将以1.8亿吨/年的速度降低，最多将减少45%。

（3）基于当前有针对性的减排技术措施，到2030年全球甲烷排放量将减少30%。这些技术中几乎有50%可以用于化石燃料部门，然而，到2030年目前的解决方案不足以实现与1.5℃温控相一致的气候目标，必须采取其他措施将甲烷排放量再减少15%。

（4）大约60%的现有针对性减排措施的气候减缓成本较低，其中，略高于50%的措施成本为负，这些措施可以通过节约资金迅速收回成本。

（5）不同部门的减缓潜力因国家和地区而异。比如，欧盟和印度最大的甲烷减排潜力在废弃物部门，中国最主要的甲烷减排潜力在煤炭生产，其次为畜牧业。

（6）2030—2050年，预计所有减排措施的气候减缓潜力都将增加，尤其是化石燃料和废弃物部门。

（7）仅通过更广泛的脱碳战略无法实现1.5℃温控目标所需的甲烷排放水平，需要实施专门针对甲烷的重点战略，以充分实现甲烷减排。

2 进行甲烷减排行动的必要性

（1）甲烷是一种寿命很短的气候污染物，在大气中的寿命约为10年，是一种强有力的温室气体，其使大气变暖的能力是二氧化碳的几十倍。

（2）甲烷会形成危险的空气污染物——地面臭氧。由于人为甲烷排放导致的臭氧增加，造成全球每年约50万人过早死亡，并通过抑制作物生长和减少产量来影响生态系统。

- (3) 当前大气甲烷浓度的增长速率比 20 世纪 80 年代以来的任何时候都快。
- (4) 越来越多的人为甲烷排放来自化石燃料、农业和废弃物等活动部门。
- (5) 甲烷在大气中的短寿命意味着现在采取行动可以快速降低大气浓度，并导致气候作用力和臭氧污染物快速减少。
- (6) 所有市场和非市场影响的全球货币化收益约为 4300 美元/吨。当计算这些收益时，将近 85% 的目标措施所带来的收益超过了净成本。
- (7) 减少甲烷排放的措施还有助于实现多个可持续发展目标，比如气候行动 (SDG13)、零饥饿 (SDG2)、良好的健康和福祉 (SDG3)。
- (8) 减少甲烷排放还降低了私营部门的成本并提高了效率，创造了更多的就业机会并刺激了技术创新。

3 相关措施

(1) 石油、天然气与煤炭部门：到 2030 年，化石燃料部门的减排潜力最大。立即采取有针对性的行业措施，石油与天然气行业的甲烷排放量可以降低约 29~57 百万吨/年，煤炭行业降低约 12~25 百万吨/年。

(2) 废弃物部门：到 2030 年，基于现有的针对性减排举措，可以使废弃物部门甲烷排放量减少约 29~26 吨/年。其中，废弃物部门最大的减排潜力是改善固体废弃物的处理和处置。

(3) 农业部门：2030 年之前，基于现有的农业部门针对性减排措施，可以促进农业部门甲烷排放量减少约 30 吨/年。其中，水稻种植的甲烷排放减排潜力为 1~9 吨/年，牲畜的甲烷排放减排潜力为 4~42 吨/年。通过行为改变，包括减少食物浪费和损失，改善牲畜管理以及采取健康饮食，在未来几十年的甲烷排放减排潜力约为 65~80 百万吨/年。

(4) 减少甲烷排放但不以甲烷为主要目标的其他措施，可能会在未来几十年有助于甲烷减排。比如，深度脱碳措施、向可再生能源的过渡以及整体经济能源的提升。

(5) 加强甲烷减排的区域和全球协调与治理，将有助于实现 2030 年减排目标。虽然全球层面越来越多地通过地方和国家法律以及自主贡献预案来解决甲烷减排问题，但很少有针对甲烷目标的国际政治协议。

(6) 综合方法：必须采取紧急措施减少未来的甲烷排放。鉴于甲烷排放的广泛影响，采取行动将产生多方面的社会、经济与环境效益。易于使用、低成本、有针对性的措施，以及甲烷在大气中的短寿命，意味着到 2030 年可以实现显著的气候与清洁空气效益。为了实现 1.5 °C 温控目标，需要实施专门针对甲烷的重点战略，同时大量减少其他污染物排放。

(刘莉娜 编译)

原文题目：Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions

来源：<https://www.ccacoalition.org/en/resources/global-methane-assessment-full-report>

世界银行发布 2021—2025 年气候变化行动计划

2021 年 4 月 21 日，世界银行（World Bank）发布《世界银行 2021—2025 年气候变化行动计划》（*World Bank Group Climate Change Action Plan 2021-2025*），提出了减少贫困和促进共同繁荣的双重目标。为实现这些目标，世界银行将在 6 个重点领域采取气候行动。

（1）**增加气候融资**。2021—2025 年，世界银行平均 35% 的融资将带来气候协同效益；世界银行 50% 的气候融资（国际复兴开发银行和国际开发协会）将支持气候适应和恢复力。这比 2016—2020 财年实现的平均 26% 的气候融资有了很大的提高。

（2）**注重气候结果与影响力**。世界银行将推动气候融资列为优先事项，并通过以下方式注重气候结果与影响力：①加强气候风险筛查、温室气体核算和以气候为重点的国家/部门诊断；②将气候结果指标纳入世界银行有关气候融资业务中；③重点关注新的指标，这些新指标能更好地反应气候恢复力，与国家的长期路径和实际影响保持一致。

（3）**改进和扩大气候诊断**。世界银行将制定专门的国家气候和发展诊断方案，并将支持各国国家自主贡献与长期战略的编制及实施，以促进低碳和气候适应力发展，包括碳定价。世界银行将在 2022 财年推出新的《国家气候与发展报告》（*Country Climate and Development Report*），旨在：①审查气候变化影响国家的机制以及影响气候的主要经济特征；②确定减少气候变化对贫困和共同繁荣影响的机会。

（4）**降低关键系统的排放和气候脆弱性**。世界银行将利用针对具体国家情况的强化诊断，支持对排放贡献最大和气候脆弱性最严重的关键系统进行转型投资，例如能源、粮食系统、交通和制造业。①能源：能源是发展的核心，但目前有近 8 亿人无能源可用，还有数百万人未获得足够的能源。②农业：农业可以帮助世界 80% 的穷人减少贫困，提高收入，改善粮食安全，这主要涉及生活在农村地区、主要从事农业工作的人群。③城市：城市人口占世界人口的 50%，到 2050 年将上升到 70%。④交通：更好的道路交通可帮助非洲实现粮食的自给自足，并在 2030 年前创造价值 1 万亿美元的区域粮食市场。⑤制造业：制造业活动，特别是化工、钢铁、水泥等基础材料的生产，是一系列经济活动的基石，在各价值链上创造就业机会，推动经济增长。⑥金融：支持政府与企业建立稳定、健康、透明的金融部门，实现绿色、可持续和公平的增长目标。

（5）**支持淘汰煤炭的公正转型**。世界银行将大幅增加对从煤炭转向低碳增长的支持。世界银行将通过以下方式进一步调动大规模资源：①加强私营部门的动员，通过担保降低风险，并促进创建新的气候市场；②促进混合融资，帮助利用私营部

门资源来开发和推广新的气候智能技术；③通过税收政策（如碳价格）和补贴政策（如取消扭曲的化石燃料补贴）调整激励措施；④增加获得赠款和优惠资金的机会。

（6）**确保融资流向与《巴黎协定》目标一致。**世界银行承诺将资金流向与《巴黎协定》的目标对接。世界银行计划在 2023 年 7 月 1 日前对接所有新项目。国际金融公司和多边投资担保机构将在 2023 年 7 月 1 日前对接 85% 的新项目，2025 年 7 月 1 日前对接所有新项目。

（廖琴 编译）

原文题目：World Bank Group Climate Change Action Plan 2021-2025

来源：<https://thedocs.worldbank.org/en/doc/d06622e74a388000e2e440438d461b99-0020012021/original/CCAP-2021-25-Highlights.pdf>

德智库提出欧洲气候中和工业的突破性技术

2021 年 4 月 21 日，德国智库 Agora Energiewende 发布题为《欧洲气候中和工业的突破性战略》（*Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe*）的报告，提出了欧洲工业在 2050 年前实现气候中和需要快速引入的关键突破性技术。

1 工业行业实现气候中和目标的机遇和政策需求

根据欧盟 2030 年气候目标计划，欧盟到 2030 年的温室气体减排目标将从 40% 提高到至少 55%（相对于 1990 年的水平）。这意味着 2030 年欧盟工业温室气体排放量需要在 2015 年的水平减少 22%~25%。为了实现 2030 年减排目标和 2050 年气候中和目标，欧盟需要在工业脱碳和能源方面做出额外的努力，确定工业转型路径，包括钢铁、化学和水泥等难减排的基础材料行业。欧盟大部分基础材料行业正处于紧要关口。到 2030 年，大约 48% 的钢铁产能、53% 的化学产能和 30% 的水泥产能将需要更换或更新。

基础材料行业转型的主要机遇包括：①促进公正转型，确保未来的工作；②更高效的资源效率和循环经济；③发展重要基础设施是实现工业转型和提高竞争力的关键；④技术领先是未来市场的关键；⑤推动关键技术在欧洲大规模部署的政策制定，可以为世界其他地区建立可遵循的技术和政策路径；⑥对进口绿色能源的需求不断增长，可以促使能源出口国转型。

由于许多现有的工厂需要很快更换或更新，因此，需要制定政策来解决投资问题，以加快部署关键的低碳技术。基础材料行业转型所需要的许多技术，如氢基炼钢、电气化蒸汽裂解炉，或带有 CO₂ 捕集和封存设施的水泥窑，尚未完全成熟或尚未在商业规模上得到验证。这些技术处于不同的发展阶段，需要不同形式的政策支持。

2 气候中和的技术解决方案

表 1 描述了 13 项可显著减少钢铁、化学和水泥行业温室气体排放的关键技术。其他有前景的关键低碳技术，如水泥回收的智能破碎、再碳化、循环经济和材料效

率措施，在减少工业温室气体排放方面也有很大潜力。目前，关键低碳技术的成本仍然明显高于常规的传统技术。

表 1 基础材料行业实现碳中和的可能关键技术概述

行业	关键技术	相对于传统技术的 CO ₂ 减少量	可能的可用性
钢铁	氢气直接还原和电弧炉熔炼	97%	2025 年之前 (最初用天然气)
	碱性铁电解	87%	2040—2045
	与 CO ₂ 捕集和封存相结合的熔融还原过程	86%	2030—2035
	集成高炉废气的 CO ₂ 捕集和利用	63%	2025—2030
化学品	热电联产产生的热量和蒸汽	100%	从 2020 年开始
	热电联产工厂的 CO ₂ 捕集	90%	2030—2035
	来自可再生能源的绿色氢	100%	2020—2030
	甲醇制烯烃/芳烃路线	100%	2025—2030
	化学回收：废弃塑料的热解或气化	93%	2025—2030 (取决于过程)
	电动蒸汽装置	100%	2030—2040
水泥	氧化燃料过程的 CO ₂ 捕集	90%	2025—2030
	CO ₂ 捕集与煅烧炉中高温热的电气化相结合	77%~80%	2025—2030
	替代粘合剂	50%	2020—2030 (取决于产品)

3 气候中和工业的突破性技术路径

(1) 炼钢关键低碳技术。①直接还原铁作为一次炼钢技术：利用清洁氢能的直接还原铁是唯一接近市场成熟的关键低碳技术，可显著降低一次炼钢的排放，相对于高炉炼铁路线，可降低 97% 的排放。该技术足够成熟，可以在 21 世纪 20 年代部署，满足欧盟钢铁行业的再投资要求。②用于二次炼钢的电弧炉：增加二次钢的份额是钢铁行业低碳转型另一项策略，用煤基高炉取代一次炼钢。保守估计，2030 年前需要再投资的一次钢产能中，有 10% 将转化为电弧炉，相当于二次炼钢产量增加 4600 万吨。每吨粗钢的具体减排量为 1.68 吨二氧化碳（减少 93%）。

(2) 化学行业关键低碳技术。①热电联产：与温室气体强度为 223 克二氧化碳/千瓦时 (g CO₂/kWh) 的天然气锅炉供应蒸汽需求相比，热电联产可减少 2500 万吨二氧化碳排放。考虑到热电联产的灵活性，该分析对温室气体减排潜力的估计比较保守。实际上，热电联产将主要在可再生能源廉价且充足的时候运行，从而其温室气体减排量会更高。②化学工业中的氢使用：研究估计，化学工业在生产氨（91%）和甲醇（9%）时将使用约 115 TWh（太瓦时）的绿色氢气。相对于传统的天然气蒸汽甲烷重整制氢，电解生产 115 TWh 的绿色氢气，可减少 3100 万吨二氧化碳排放。③化学回收：通过废弃塑料热解以及在传统蒸汽裂解炉中使用热解油进行化学回收，

将使每吨高附加值化学品的温室气体排放量减少 3.1 吨二氧化碳，相对于现状减少 69%。到 2030 年，这将相当于 600 万吨二氧化碳的减排潜力。

(3) 水泥行业关键低碳技术。氧化燃料过程的 CO₂ 捕集：到 2030 年，该项技术总共可以减少 900 万吨二氧化碳的排放。与生物能碳捕集与封存（BECCS）相结合，可以达到更好的效果。

4 政策工具

研究提出了适用于整个价值链的 11 项政策工具。

(1) 上游政策：①为清洁氢创造商业案例的支持工具；②为清洁氢的生产和使用建立健全的可持续性框架；③规划、融资和监管步骤，以实现清洁能源和二氧化碳储存基础设施。

(2) 中游政策：①碳差价合约的欧盟政策框架；②在首次大规模投资中降低资本支出工具的风险；③制定与气候中和相适应的生产流程标准；④改革后的反碳泄漏系统，能够应对更高的碳价格。

(3) 下游政策：①对材料密集型最终产品征收气候附加费；②要求在制造和施工中提高回收材料的质量和材料效率；③针对最终产品制定气候中和产品标签和生态设计要求；④绿色公共采购对基本材料的要求。

(廖琴 编译)

原文题目：Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe

来源：<https://www.agora-energiawende.de/en/publications/breakthrough-strategies-for-climate-neutral-industry-in-europe-study/>

IEA 建议扩大西北欧地区的氢能市场

2021 年 4 月 28 日，国际能源署（IEA）和克林根达尔国际能源计划（Clingendael International Energy Programme, CIEP）联合发布题为《西北欧的氢能：2030 年愿景》（*Hydrogen in North-Western Europe: A Vision Towards 2030*）的报告，讨论了西北欧地区（包括比利时、丹麦、法国、德国、荷兰、挪威和英国）目前的氢能发展、政策以及合作潜力，提出了加快国家部署和扩大区域氢能市场的优先事项。

西北欧地区很有可能率先采用氢气作为清洁能源。目前，该地区的氢能需求约占全球的 5%，并占欧洲的 60%。西北欧在北海（North Sea）拥有大量未被充分利用的潜在可再生能源，这对于该地区国家的脱碳战略至关重要。虽然西北欧当前的政策可以为实现这一转变提供动力，但要充分挖掘该地区氢能脱碳潜力，还需要采取更加有力的政策，加强该地区政府之间的协调，以促进区域一体化氢能市场的发展。

根据当前的政策和西北欧主要工业利益相关者确定的计划，由于受到竞争力的影响，到 2030 年对氢能的需求将略有减少。一方面，传统部门（主要是炼油和氨生产）的需求显著下降；另一方面，氢在新应用领域（即交通和钢铁行业）中的应用

程度抵消了部分下降。在供应方面，氢的生产仍主要基于未减缓的化石燃料，而基于电力生产的进展不大，到 2030 年将占总产量的 5%。在这种情况下，该地区一些国家宣布的低碳氢生产目标无法实现。然而，将欧洲能源转型目标付诸国家实践的政策（如《欧洲绿色协议》或《英国气候变化法案》）可以刺激氢技术在新应用中的采用以及低碳氢生产的部署，从而产生不可估量的影响。在新的工业应用（主要是钢铁）、交通、电网注入或发电的推动下，到 2030 年氢能的需求将增长 1/3。

这些国家最近已经或预计很快发布国家低碳氢能发展战略。他们在实现各自目标方面的战略和方法各不相同，这在一定程度上反映了各国治理结构的差异。一个共同的优先重点是关注难减排的行业，特别是工业领域。氢能的其他潜在作用包括重型运输、住宅供暖、能源贸易等。报告分析表明，该地区各个国家的氢能需求和供应的演变可能会有所不同，从而使每个国家建立各自的优势。跨境合作和建立区域低碳氢市场的潜在障碍包括国家之间在标准化和认证方面的不匹配，以及缺乏贸易框架、欧盟国家援助规则、组织合作项目和为跨境项目提供资金支持。

报告提出了加速西北欧地区氢能发展的 4 个优先事项：

（1）在已经建立了合作平台（例如北海能源合作）的西北欧地区，利用尚未开发的巨大潜力开展氢能合作，以确定发展跨国倡议的机会，例如欧洲共同利益重要项目（IPCEI），以及能够促进该地区一体化氢能市场发展的项目。

（2）确定开发一体化区域市场所需的资源。这可能包括制定共同的监管框架和标准，以及降低风险和协调关键基础设施发展的支持机制。

（3）制定支持方案，协调推进价值链各环节的技术前沿和市场规模扩大。充分利用每个国家的优势，在本地区建立最优的氢供应和需求中心，并解决基础设施或制造能力方面的早期潜在瓶颈。

（4）制定策略，以解决现有制氢资产的排放问题，同时开发低碳氢的新生产能力，以满足新应用的需求。

（廖琴 编译）

原文题目：Hydrogen in North-Western Europe: A Vision Towards 2030

来源：<https://www.iea.org/reports/hydrogen-in-north-western-europe>

气候变化减缓与适应

欧盟探讨实施碳农业倡议的关键问题

2021 年 4 月 27 日，欧盟委员会（European Commission）发布题为《实施欧盟碳农业倡议》（*Operationalising an EU Carbon Farming Initiative*）的研究报告，探讨了欧盟如何建立和实施碳农业机制以及发展碳农业的关键问题、挑战和设计方案。

碳农业是指在农田层面对碳库、碳流和温室气体通量进行管理，目的是减缓气候变化。这涉及土地和牲畜的管理，土壤、材料和植被中的碳库以及 CO₂、CH₄、

N₂O 排放。碳农业包含了从大气中去除、避免和减少的农业实践温室气体排放。欧盟委员会于 2018—2020 年开展了关于实施碳农业的研究，计划在 2021 年底之前启动碳农业倡议，以借助《共同农业政策》（*Common Agricultural Policy*）或其他与碳市场相关的公共或私人行动，激励气候友好型农业实践。

报告对以下 5 个关键主题领域进行分析：

（1）泥炭地恢复和再湿地化。①目前，退化的泥炭地每年排放 2 GtCO₂（十亿吨二氧化碳），占全球人为 CO₂排放总量的近 5%。泥炭地的恢复和再湿地化可以通过阻止有机碳氧化产生的排放，为减缓气候变化做出重要贡献。②泥炭地的恢复和再湿地化可以通过碳信用来融资，碳信用可以在市场上交换，也可以直接从项目开发商或中介机构购买。这些选择将取决于泥炭地的具体特征，包括制度环境。③泥炭地的温室气体通量和排放因子与地下水位、土地利用和植被类型密切相关。碳信用的支付可以依靠对森林植被温室气体通量等替代指标的监测，而不是直接测量，这将使监测、报告和核查（MRV）更加简单，成本效益更高。④在未来的计划中应考虑设计一些选项，用于衡量和奖励除减缓气候变化之外的共同利益，特别是与水质和生物多样性有关的共同利益。此外，还应探索将碳信用、碳支付和泥炭地碳封存过程联系起来的可能性，而不仅仅是与排放量相联系。

（2）农林复合。①农林复合是在同一块土地上将木本植被（乔木或灌木）与作物和/或动物生产系统相结合的做法。欧盟耕地和草地上引入农林复合可每年封存 7.78~234.85 MtCO₂eq（百万吨二氧化碳当量）。②以农林复合为重点的基于结果的碳农业倡议可采用两种方法：通过供应链，公司（如超市）支持可持续农林复合；或者通过碳信用认证，农民向希望抵消排放的购买者出售碳信用，或者在当地市场进行交易。③在欧盟层面扩大农林业将需要基于行动和基于结果的支付计划、大量咨询服务与前期投资支持，以克服农民对土地利用变化的抵制。

（3）矿物质土壤有机碳的维持和提高。①矿物质土壤有机碳的维持和封存是一个重要的减缓选择，可通过覆盖种植、改进作物轮作、农林复合和退耕还草等管理措施来提高土壤有机碳水平。在欧盟，矿物质土壤有机碳的固碳潜力估计为每年 9~58 MtCO₂eq。②对国家/区域范围内的现有土壤有机碳水平和预期潜力进行评估，以及更加细致地了解特定管理做法对区域土壤有机碳固存的影响，将有助于定位到土壤有机碳增加潜力最高的地区。③未来各种方案应考虑到与有机碳水平增加相关的整体温室气体平衡，以确保考虑到全部气候影响。

（4）草原土壤有机碳管理。①防止草原流失可以为气候目标做出重大贡献。通过改善牧场管理，草原和农田土壤碳固存提供了每年 0.045 GtC 潜在的全球温室气体减缓机会。②基于结果的碳农业倡议可以覆盖现有草地的持续管理；将“休耕”地区改为草地；用草地取代一年生农田，包括处于经济边缘的可耕地，如坡地或浅

层土壤；避免因将草地转化为耕地而产生的排放。③合理的草原土壤有机碳固存的 MRV 方法应该基于以下原则，即管理和农民成本最小化，可用性和透明度优化，接受一定程度的不确定性。

(5) **畜牧业碳审计**。①能够经济有效地减少牲畜温室气体排放的行动包括畜群管理和饲养、动物废物管理、作物管理、减少化肥和能源的使用等。到 2030 年，采用这些措施的欧洲畜牧业有可能将其排放量至少减少 12%~30%。②MRV 应完全依赖于农场碳审计工具、随机审计和对欺诈的高处罚。为降低 MRV 成本，数据输入应尽可能与《共同农业政策》报告数据和现有数据保持一致。农场碳审计工具应相对稳健并具有更高的科学确定性，对减排量的估计比碳储存更可靠。

报告指出，基于结果的碳农业可以为欧盟应对气候变化做出巨大贡献，从而在碳封存和储存以及增加生物多样性和生态系统保护等方面带来好处。应当在地方或地区层面制定试点举措，为推广碳农业累积经验。这将能够改善设计，并促进利益相关者对潜在利益的了解。

(刘燕飞 编译)

原文题目：Operationalising an EU Carbon Farming Initiative

来源：<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b7b20495-a73e-11eb-9585-01aa75ed71a1/language-en#>

IEA 分析 ETS 对中国电力行业脱碳的潜在影响

2021 年 4 月 9 日，国际能源署（IEA）和清华大学联合发布题为《中国排放交易体系在电力行业脱碳中的作用》（*The Role of China's ETS in Power Sector Decarbonisation*）的报告，评估了无碳定价情景（No Carbon Pricing Scenario）、排放交易体系情景（Emissions Trading System Scenario, ETS Scenario）和排放交易体系拍卖情景（ETS Auctioning Scenario）3 种情景下，中国排放交易体系（ETS）对中国电力行业的潜在影响。分析结果显示，ETS 可以经济有效地使电力行业的二氧化碳（CO₂）排放量在 2030 年之前达峰。

无碳定价情景是指不出台控制 CO₂ 排放量的具体政策（既不出台排放交易计划，也不出台排放限制、能源消耗标准等政策），但该情景假设从 2025 年开始进行经济调度，并为风力发电和太阳能光伏发电提供政策支持。排放交易体系情景，简称 ETS 情景，是指除了无碳定价情景中的假设之外，将出台并实施一项排放交易计划，从 2020 年起，将基于产出免费分配发电配额，该情景还假设随着时间的推移，所有燃煤技术的基准会变得更加严格。排放交易体系拍卖情景，简称 ETS 拍卖情景，是指在 ETS 情景基础上，假设从 2025 年开始引入拍卖，并将 ETS 中免费分配的发电配额适度降低 10%，即拍卖的份额提高到 10%，到 2030 年和 2035 年将拍卖的份额分别提高到 30% 和 50%。

1 主要结论

(1) **随着配额基准的逐渐收紧, 中国的 ETS 可以经济有效地使电力行业的 CO₂ 排放量在 2030 年之前达峰。** ETS 情景下, 碳价格将从 2020 年的约 100CNY/t CO₂ (100 元/吨二氧化碳, 约 15 美元/吨二氧化碳) 逐渐上升到 2035 年的 360CNY/t CO₂ (约 52 美元/吨二氧化碳)。较之无碳定价情景, 预计 ETS 情景下到 2035 年中国电力行业每年产生的 CO₂ 排放量将减少 12% (约 570t CO₂, 相当于加拿大 2018 年燃料燃烧产生的 CO₂ 排放总量)。

(2) **ETS 情景将提高燃煤发电的效率和装机容量。** 2000 年以来, 中国的装机容量增加了 4 倍, 2018 年达到 1007 KMW (千兆瓦)。中国拥有世界上最大、最年轻、效率最高的燃煤发电机组, 但在中国正在运行的燃煤机组中, 次临界机组等效率较低的机组仍占近一半。管理燃煤机组对于中国实现减排目标和清洁能源转型至关重要。在 ETS 情景下, 到 2025 年, 超临界机组的发电量将占燃煤发电总量的 66%, 到 2035 年占 94%。与此同时, 效率较低且使用年限较长的机组要么备用, 年运行时间大幅缩短, 要么将被淘汰。2020—2030 年, 近 150 KMW 的次临界、高压和循环流化床 (Circulating Fluidised Bed, CFB) 设施将退役, 比无碳定价情景高 43%。ETS 情景下高效燃煤发电能力建设将继续驱动燃煤发电装机容量的提高。

(3) **ETS 情景有潜力支持在 2030 年将碳捕集、利用与封存 (CCUS) 技术应用于电力行业。** ETS 情景下, 到 2030 年, 配备 CCUS 设施的燃煤机组的发电量将占燃煤发电总量的 3%, 到 2035 年将占 8%。到 2035 年, CCUS 将避免近 300 Mt (百万吨) 的 CO₂ 排放量, 并将燃煤发电的平均排放强度降低到约 710 gCO₂/kWh。

(4) **ETS 情景下, 多基准和发电配额免费分配限制了能源结构向非化石能源转变。** 较之无碳定价情景, ETS 情景将采用基于产出的发电配额免费分配法以及燃煤技术基准, 风力发电和太阳能发电不会受到特别的支持, 因此, 到 2035 年, 两种情景下非化石能源发电量大致相同。因此, 需要利用 ETS 未开发的潜力鼓励能源结构转型, 以提高电力行业的减排能力。

(5) **在基于产出的 ETS 中引入拍卖将加速电力部门脱碳。** ETS 拍卖情景将加剧可再生能源、核能和天然气技术对燃煤电厂的竞争, 从而加速低效燃煤机组的退役, 并减少新的燃煤机组的安装。ETS 拍卖情景下, 到 2035 年电力行业的年均碳排放量将减少 10% (约 500 t CO₂)。因此, 拍卖可以将燃煤发电在总发电量中的份额降至 40% 以下, 而在 ETS 情景下, 这一比例约为 50%。届时, 电力系统的 CO₂ 排放量将降低到 2020 年的水平以下。与 ETS 情景相比, ETS 拍卖情景到 2035 年将使燃气发电翻一番, 并将风力发电和太阳能发电的占比分别提高 10% 和 40%。

(6) **ETS 情景可能产生区域效应。** ETS 情景下, 随着基准的收紧和 CCUS 的部署, 区域效应可能会随着时间的推移发生显著的变化。燃煤机组最先配备 CCUS

设施的地区可能将获得高额补贴，加之货币化的影响，地区差距可能将进一步扩大。解决潜在的公平性问题至关重要。

2 建议

为了帮助中国通过 ETS 激励更具成本效益的电力行业结构性脱碳，并使其短期和中期影响与中国的 2030 碳达峰和 2060 碳中目标保持一致，建议中国政府考虑以下 5 条政策建议：①逐步收紧 ETS 基准，以提高 ETS 的有效性。②加速电力市场改革，扩大 ETS 的影响。③引入拍卖机制，为能源结构转型提供明确的信号，并创造收益。④提出排放上限，以确保排放轨迹按照预期，支持 2030 碳达峰和 2060 碳中和目标的实现。⑤加强政策协调，逐步将 ETS 从电力行业扩展到其他工业部门。

(董利莘 编译)

原文题目：The Role of China's ETS in Power Sector Decarbonisation

来源：https://iea.blob.core.windows.net/assets/61d5f58d-4702-42bd-a6b6-59be3008ecc9/The_Role_of_China_ETS_in_Power_Sector_Decarbonisation.pdf

氢基电燃料减缓气候变化的潜力和风险

2021 年 5 月 6 日，《自然·气候变化》(*Nature Climate Change*) 发表题为《氢基电燃料减缓气候变化的潜力和风险》(*Potential and Risks of Hydrogen-based E-fuels in Climate Change Mitigation*) 的文章，分析了电燃料的能量转换效率、气候减缓效果和气候经济成本，指出明智的气候政策应该支持电燃料的部署，同时规避大规模使用电燃料的风险，应以“最终用途的优劣次序”为指导，将氢和电燃料优先用于那些无法直接电气化的部门。

E-fuels (即电燃料、动力燃料或基于电力的合成燃料) 是由氢和 CO₂ 合成的碳氢化合物燃料，其中，氢由水电解产生，CO₂ 从化石来源 (例如工业工厂) 或大气 (生物质或直接空气捕获 (DAC)) 中捕获。电燃料有望用可再生电力替代化石燃料，而不必经过直接电气化所需的需求侧转换。但是，电燃料受到其气候有效性、高成本和可用性不确定的制约。电燃料减缓气候变化的成本为每吨 CO₂ 耗费 800~1200 欧元，到 2050 年大规模部署可以将成本降低至每吨 CO₂ 耗费 20~270 欧元。该研究的主要结论如下：

(1) **氢和电燃料无法广泛替代化石燃料**，因为成为便宜和丰富的燃料还需要时间。氢和电燃料的扩张在很大程度上取决于对其大量且持续的政策支持，从而弥补非常高的初始减排成本与实际碳定价水平之间的差距。预计至少到 2030 年的碳价格仍然太低，无法使电燃料具有竞争力。因此，未来电燃料市场的规模仍然高度不确定。

(2) 考虑到电燃料的短期稀缺性和长期不确定性，**应优先针对特定的“无悔”部门使用氢和电燃料**。无悔部门包括不仅难以减排，而且无法电气化的过程，例如化学原料 (氨、烯烃)、初级炼钢、长途航空和运输。在经济合作与发展组织 (OECD)

中，这些无悔部门约占所有最终能源（包括原料使用）的 1/4，这表明存在相当大的氢和电燃料市场，在这些选择中可能需要进一步考虑优先次序。

(3) 如果未来氢和电燃料的大规模推广达不到预期，那么对化石燃料的依赖将可能面临被锁定的风险。氢和电燃料可能分散了最终用途转变为大规模直接电气化的迫切需要，而直接电气化更加便宜，效率更高，通常是许多行业先进技术的一部分，例如轻型车辆或建筑物和工业中的低温供暖。

(4) 电燃料不太可能为 2030 年的气候目标做出实质性贡献。尤其是因为其气候有效性取决于非常先进的电力转换（例如，运输应用中可再生电力份额大于 90%），而低碳电力可以通过直接电气化有效减少排放。从中长期来看，随着大规模生产和技术进步（可再生电力、电解和直接空气捕获），仅基于碳价，电燃料成本便将具有竞争力。其次，电燃料可以发展成为一种长期的支持技术。在一定的碳价之上，电燃料可以替代所有剩余的化石燃料，从而减少了对诸如生物燃料、碳捕集与封存（CCS）、碳去除（CDR）等可持续性较低的方案的依赖。

(5) 电燃料可以帮助解决人口密集国家的可再生资源限制，例如日本、德国或韩国。此外，电燃料为中东和北非、冰岛、拉丁美洲和澳大利亚等可再生资源丰富的地区创造了出口机会。利用全球巨大的风能和太阳能潜力，电燃料可以进行全球贸易，从而解决可再生能源供应与能源需求模式之间的地理差异。但是，发展全球电燃料市场是一项巨大的挑战，需要依靠政策支持、国际协调的电燃料供需技术以及氢气和 CO₂ 基础设施的逐步推广。

(6) 氢和电燃料选项应嵌入到总体政策和转型战略中，包括基础设施路线图。全球电力和 CO₂ 的来源、未来全球可再生能源贸易的模式以及直接使用氢的程度将决定长期基础设施需求。化石能源碳捕集与利用（CCU）和大气碳捕集与循环需要在不同空间地形上建设 CO₂ 和氢基础设施，这意味着由于基础设施投资的长期性，化石能源 CO₂ 利用并不是一个明智的可持续循环选择。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Potential and Risks of Hydrogen-based E-fuels in Climate Change Mitigation

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-021-01032-7>

气候变化事实与影响

WMO 发布 2020 年全球气候状况报告

2021 年 4 月 25 日，世界气象组织（WMO）发布《2020 年全球气候状况》（*State of the Global Climate 2020*）报告，该报告记录了气候系统指标的状况，包括温室气体浓度、陆地与海洋温度升高、海平面上升、海冰融化、冰川退缩以及极端天气，并强调了对社会经济发展、人口迁徙与流离失所、粮食安全以及土地与海洋生态系统的影响。报告的关键结论如下：

(1) 由于 2020 年针对新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 所采取的措施, 2020 年温室气体排放量暂时减少, 但主要温室气体二氧化碳、甲烷与氧化亚氮的浓度继续增加。

(2) 2020 年是有记录以来最热的 3 年之一, 比 1850—1900 年基准水平高 0.1 °C。过去 6 年 (2015—2020 年) 是有记录以来最热的 6 年。2020 年 6 月 20 日, 俄罗斯韦尔科扬斯克 (Verkhoyansk) 的温度达到 38.0 °C, 成为北极圈以北最高的温度纪录。

(3) 海平面上升趋势正在加速。1993 年以来, 基于测高法观测的全球海平面平均上升速度达 3.3 ± 0.3 mm/年。冰盖损失的增加是全球平均海平面加速上升的主要原因。海洋热含量和海洋酸化程度正在增加, 削弱了海洋减缓气候变化的能力。2010—2019 年, 0~2000 m 深度海洋的升温速率达到 $1.2 (0.8) \pm 0.2$ Wm⁻² (瓦每平方米)。

(4) 2020 年 9 月, 北极最小海冰范围达到有记录以来的第 2 低值。南极冰盖质量损失趋势在 2005 年前后加速, 目前, 南极洲每年冰盖损失大约为 175~225 Gt (十亿吨)。

(5) 2020 年北大西洋飓风季节异常活跃。飓风、极端热浪、严重干旱与野火导致数百亿美元的经济损失以及多例人员死亡。

(6) 2020 年上半年记录了约 980 万人流离失所, 主要是由水文气象灾害造成。

(7) COVID-19 对农业部门的影响加剧了整个粮食供应链的天气影响, 增加了粮食不安全水平。

(刘燕飞 编译)

原文题目: State of the Global Climate 2020

来源: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21880#.YIlt_v11Nr-

前沿研究进展

气候变化导致第三极洪水风险剧增

地球第三极冰湖为下游居民生活用水与水力发电提供了水源, 同时, 持续的气候变暖导致的冰川迅速融化以及冰川湖扩张, 给下游社区带来了与日俱增的威胁。

2021 年 4 月 16 日和 2021 年 5 月 6 日, 《科学》(Science) 与《自然·气候变化》(Nature Climate Change) 先后发表题为《为第三极洪水做准备》(Preparing for Floods on the Third Pole) 和《未来第三极冰川消融导致冰湖溃决洪水风险增加》

(Increasing Risk of Glacial Lake Outburst Floods from Future Third Pole Deglaciation) 的文章, 关注了气候变化导致的第三极洪水风险剧增问题。研究结果显示, 目前喜马拉雅东部地区是第三极冰湖溃决洪水发生的热点地区, 未来第三极地区面临的冰湖溃决洪水风险将是目前水平的 3 倍, 届时喜马拉雅西部地区将成为新的热点地区。防备喜马拉雅地区的毁灭性洪灾, 需要基于卫星监测构建地球第

三极冰湖溃决洪水风险实时监测与预警系统。

来自中国科学院新疆生态与地理研究所、瑞士日内瓦大学（University of Geneva）、苏黎世大学（University of Zurich）等机构的研究人员分析了第三极冰川湖的演变趋势，模拟评估了第三极地区当前和未来冰川湖爆发洪水的风险。研究表明，第三极地区是有记录的全球冰湖溃决洪水灾害频发的热点地区之一。过去几十年里，除喀喇昆仑和西昆仑部分区域外，第三极大部分地区冰川加速的消融退缩引发了该地区冰湖的形成和扩张。目前喜马拉雅东部地区是第三极冰湖溃决洪水发生的热点地区，其风险水平是其他区域的 2 倍以上。随着冰川的进一步消融退缩，预计未来第三极地区面临的冰湖溃决洪水风险将提高 2 倍，同时位于喜马拉雅西部的喀喇昆仑等地区将成为新的热点地区。这项刊登在《自然·气候变化》上的研究成果将为第三极地区冰湖溃决洪水防范提供数据，同时也为未来相关国家开展防灾减灾国际合作提供科技支撑。

基于对地球第三极洪水风险剧增的分析，来自印度理工大学（Indian Institute of Technology）的研究人员指出，喜马拉雅冰川流域迫切需要基于卫星的实时监测，构建地球第三极冰湖溃决洪水风险实时监测与预警系统，为第三极地区洪灾影响研究提供实时数据，为相关国家开展防灾减灾、挽救地球第三极下游居民生命与财产提供决策支撑。该前瞻性研究刊登在《科学》上。

（董利莘 编译）

主要参考文献：

[1] Increasing Risk of Glacial Lake Outburst Floods from Future Third Pole Deglaciation. <https://www.nature.com/articles/s41558-021-01028-3>

[2] Preparing for Floods on the Third Pole. <https://science.sciencemag.org/content/372/6539/232>

前沿研究动态

2010 年以来巴西亚马孙的碳释放量超过储存量

2021 年 4 月 29 日，《自然·气候变化》（*Nature Climate Change*）发表题为《巴西亚马孙地区森林退化造成的碳损失超过了森林砍伐造成的碳损失》（Carbon Loss from Forest Degradation Exceeds That from Deforestation in the Brazilian Amazon）的文章指出，2010—2019 年巴西亚马孙地区向大气释放的二氧化碳比吸收的量多了近 20%。

亚马孙地区的热带雨林约占世界雨林的 50%，对于全球生物多样性、水文学、气候与碳循环非常重要。准确、及时地评估该地区的植被地上生物量（Above ground biomass, AGB）与森林面积在不同时空尺度上的变化，对于了解全球碳平衡至关重要。由美国俄克拉荷马大学（University of Oklahoma, OU）的科研人员带领的国际研究团队，通过分析基于卫星的年度 AGB 与森林面积的数据集，研究了森林面积

与 AGB 的年际变化。

研究表明，2019 年的森林总面积损失超过了 2015 年，这可能是由于最近森林保护政策放松所致。但是，2019 年的 AGB 净亏损是 2015 年的 1/3。2010—2019 年，巴西亚马孙累计释放碳 44.5 亿吨，而储存的碳总量为 37.8 亿吨，导致 AGB 净亏损为 6.7 亿吨。森林退化（73%）对 AGB 净损失的贡献是森林砍伐（27%）的 3 倍，因为森林面积退化的程度超过了森林砍伐的程度。研究表明，森林退化已成为驱动巴西亚马孙雨林碳损失的最重要过程，应受到更多的政策关注。

（裴惠娟 编译）

原文题目：Carbon Loss from Forest Degradation Exceeds That from Deforestation in the Brazilian Amazon

来源：<https://www.nature.com/articles/s41558-021-01026-5>

研究分析 2 °C 气候目标的最优性及不确定性

2021 年 5 月 6 日，《自然·通讯》（*Nature Communications*）发表题为《2 °C 气候目标的最优性及不确定性分解》（*On the Optimality of 2 °C Targets and a Decomposition of Uncertainty*）的文章，基于元分析模型分析了 2 °C 气候目标的最优性及不确定性。

多项研究分析了各种假设及不确定性（比如折现率、气候敏感性或相关的气候损害）对 2 °C 气候目标最优路径的影响。然而，这些研究往往范围比较有限，只进行敏感性分析，或者进行模拟而不是优化，捕捉不到最新见解。通常情况下，气候减缓情景侧重于实现《巴黎协定》的最低成本路径，而不考虑气候损害的影响。因此，有必要在给定的气候目标情况下，考虑气候损害条件等因素如何改变成本最优的碳价格和碳排放路径。基于此，荷兰环境评估署（PBL）的科研人员开发了一个元分析模型，讨论了不同参数如何通过实现碳预算，在成本最小的条件下影响最优碳价格和碳排放路径。研究在对比成本最小化和成本收益建模方面提出了独特的见解，利用完整的文献范围来消除不同模型的不确定性。

研究表明，当考虑实现《巴黎协定》气候目标的成本最小化路径时，与单纯考虑气候减缓成本相比，包括考虑中等气候损害在内，初始碳价格可能会增加 1 倍。因此，在成本最小化的条件下，折现率的选择和如何评估气候损害对碳价格的影响最大。为了减少气候政策的不确定性，必须尽快对折现率、气候损害等因素进行充分考虑。在成本效益设置中，考虑中等损害和低折现率，即使气候减缓成本很高，其最优气候目标也不会超过 2 °C，气候减缓成本很低时，其最优气候目标将降至 1.5 °C。

（刘莉娜 编译）

原文题目：On the Optimality of 2°C Targets and a Decomposition of Uncertainty

来源：<https://www.nature.com/articles/s41467-021-22826-5#code-availability>

《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）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