

中欧 能源杂志

2025
9月刊



Funded by
the European Union

EU-CHINA ENERGY
Cooperation Platform



中欧 能源杂志

EU-CHINA
2025
ENERGY
MAGAZINE

About ECECP

中欧能源合作平台于 2019 年 5 月 15 日启动，平台的总体目标是：

“加强中欧能源合作。与欧盟的能源联盟战略、欧洲人人享有清洁能源倡议、以及应对气候变化的《巴黎协议》、欧盟的全球战略保持一致，通过加强合作，将有助于提高欧盟和中国之间的相互信任和理解，为推动全球能源向清洁方向转型，以及建立可持续、可靠和安全的能源体系的共同愿景做出贡献。”

ECECP 第一期（2018-2021）由 ICF 牵头、国家发改委能源研究所、中节能咨询公司联合实施。

第二阶段（2021-2023）由 ICF 牵头、国家发改委能源研究所联合实施。

第三阶段（2024-2029）由 GOPA Worldwide Consultants 牵头、GIZ 联合实施。

声明：

本杂志内的文章、观点和见解仅代表作者本人，并不代表欧盟或中欧能源合作平台 ECECP 的观点或立场。

图片来源 Freepik 和 Pixbay。

2

新闻速览

12

释放工业电气化潜力：
欧盟政策与监管框架概述

30

中国的负电价背后，
是煤电的过度使用

17

中国新《巴黎协定》承诺
对气候行动意味着什么？

35

可持续制冷：
如何在保持凉爽的同时
给能源系统“减负”

23

中国钢铁行业脱碳势在必行，
但前路依然艰巨

40

出版物推荐

CONTENTS

ESSE

亲爱的读者们，

欢迎阅读《中欧能源杂志》2025年九月刊。

本期，我们将目光聚焦清洁能源转型的核心驱动力之一——电气化。依托绿色电力，电气化正给全球经济带来深刻变革；本期杂志将围绕这一变革核心，深入探讨相关的政策、市场机制及重点领域的发展动态。

在本期的首篇文章中，佛罗伦萨法规学院的研究者们详细梳理了欧盟工业电气化转型的政策框架，深入剖析了欧盟及成员国层面如何通过制定合理的政策措施，为加速工业绿色投资提供必要的确定性。

接下来，我们将视线转向中国。在本刊付梓之际，各界期待已久的中国新一轮国家自主贡献正式发布。为此，我们特别收录了一篇文章，重点解读中国2035年国家自主贡献目标对未来全球气候行动的意义和影响。

本期还重点关注了重工业，特别是中国钢铁行业的脱碳问题。钢铁行业作为“难以减排”领域的典型代表，其脱碳之路充满挑战。文章探讨了电弧炉等低碳技术以及循环经济模式等潜在的减排路径，同时也客观分析了当前中国钢铁行业依然存在的深层次结构性障碍。

电气化转型的顺利推进，离不开清洁、灵活、可靠的电力系统的有力支撑。本期的另一篇文章聚焦中国当前面临的一个紧迫问题：对煤炭的持续依赖，正影响着中国能源市场的格局以及可再生能源的经济性。文章探讨了如何通过市场改革重新定义煤炭的角色，推动其从电源“主力”转向“灵活备用”。

当然，电气化转型不仅关乎供给侧，也同样关乎需求侧。随着电气化程度不断提升，社会的制冷需求正大幅增长。本期收录了国际能源署的一篇分析文章，深入探讨如何通过提升能源效率、优化城市规划及实施精准的激励措施，以更可持续方式满足制冷需求的增长。

这些文章共同勾勒出清洁电气化转型复杂而又充满活力的发展图景。希望本期杂志能为您带来启发与思考。

Flora Kan 博士

中欧能源合作平台（ECECP）项目主任

2025年9月28日

新闻速览

NEWS IN BRIEF

点击新闻标题
了解更多内容

欧洲

新闻

政策规划

欧盟启动电气化行动计划 与供暖制冷战略公众咨询

欧盟已就《电气化行动计划》与《供暖制冷战略》开启公众咨询，旨在收集各类利益相关方的意见和建议，为欧盟委员会计划于2026年初发布的相关提案提供参考依据。咨询将持续至2025年11月20日。其中，《电气化行动计划》将聚焦加速交通、工业、建筑等多领域的电气化转型，推动从依赖化石燃料转向使用清洁电力；《供暖制冷战略》则以提升能效为核心推动供暖与制冷系统的脱碳进程。两项举措紧密关联，其核心目标是依托欧盟本土日益增长的清洁能源，以电气化和提升能效为核心，推动欧洲能源体系向零碳迈进。

欧盟就能源市场完整性与透明度新规 启动意见征询

欧盟委员会近日就《能源市场完整性与透明度条例》（REMIT Regulation）1227/2011的修订草案征集意见，旨在加强批发能源市场的透明度与公平性，征询截止日期为2025年9月15日。本次征询包含一项授权条例，旨在加强内部信息平台监管，完善向欧洲能源监管合作署（ACER）的报告机制；此外还包括一项实施条例修订案，致力于优化数据报告要求的同时减轻市场参与者负担。新规预计于2026年初通过，并将设实施过渡期，以提升市场完整性并更有效地防范市场操纵行为。



欧盟发布电动汽车电池数据共享指导文件

欧盟委员会近日发布一份新的指导文件，旨在助力欧盟成员国落实修订后的《可再生能源指令》第 20a 条第 3 款的规定。文件聚焦电动汽车电池数据共享，为推动能源转型、提升行业透明度及优化消费者体验奠定基础。指导文件明确要求向用户及授权第三方实时、免费共享电动汽车电池关键数据，涵盖充电状态、电池健康状况、位置等核心要素。这一规定的核心目标是通过提高数据透明度，支撑智能充电、双向充电等功能落地，促进电动汽车电池与能源系统的深度融合。该机制将使电动汽车车主享受实用服务带来的便利，推动更精准的智驾应用程序以及更全面的电池性能监控工具的普及，进一步完善电动汽车使用生态。



荷兰力争 2026 年新增 2GW 海上风电

荷兰政府近日宣布启动价值 10 亿欧元《海上风电行动计划》，目标是在 2026 年前新增 2GW 的海上风电装机容量。此前，由于市场环境严峻，荷兰政府搁置了两个海上风电场项目的招标。此次发布的行动计划提出将引入差价合约机制，并设立担保基金以支持项目签署长期购电协议。荷兰在实现其自身的可再生能源目标方面持续面临压力，此前曾宣布将 2030 年 21GW 海上风电装机目标推迟两年，主要原因是成本上升和供应链瓶颈。



奥地利推出国家氢能战略

奥地利近日推出国家氢能战略，旨在将本国打造为欧洲绿氢枢纽。该战略在支持本土电解制氢产业发展的同时，还尤其重视通过进口保障长期、可靠的氢能供应。据悉，奥地利政府计划与德国、意大利、阿尔及利亚及突尼斯开展合作，共同推进“南部氢能走廊”项目。这条输氢管道全长 3400 公里，旨在为将北非地区的氢能输送至中东欧地区。为保障战略落地，奥地利今年将出台两项新的法案：一是《氢能投资补贴条例》，计划划拨 2000 万欧元资金用于电解制氢基础设施建设；二是《氢能认证条例》，旨在确保氢能产品符合欧盟可再生燃料标准。

欧盟小型模块化反应堆产业联盟 发布战略行动计划

欧洲小型模块化反应堆（SMR）产业联盟在其第二届全体大会上通过了首个五年战略行动计划。该计划提出十项重点行动，旨在加速欧洲小型模块化反应堆发展进程，目标是在 2030 年代初实现突破。行动涵盖发电以外的市场需求、振兴供应链、研发与技能培养、金融机制以及监管简化等领域，同时重点强调燃料与废物管理、安全标准、公众参与及核安全管理。该联盟于 2024 年 2 月成立，汇聚了超过 350 家行业相关企业、科研机构及政策制定者，将与欧盟委员会、欧洲核能协会及可持续核能技术平台（SNETP）协同合作，共同推进小型模块化反应堆项目的具体实施与部署。

欧盟推出海上风电和储能三方合约

欧盟能源与住房事务委员丹·约根森（Dan Jørgensen）宣布推出首批两项行业性三方合同，重点覆盖海上风电与电网以及储能两大领域。这些三方合同旨在汇聚公共机构、清洁能源开发商与工业用户三方力量，通过多方协作创造稳定的市场需求，缓解当前高能源成本压力，并为清洁能源关键基础设施的投资提供支持。其中，针对海上风电与电网的合同将为欧盟到 2030 年和 2050 年分别实现 88GW 和 360GW 的海上可再生能源装机容量提供支撑；而储能领域的三方合同，则重点聚焦匹配 2030 年约 200GW 储能容量的预期需求。此外，欧盟目前正就更多领域的三方合同展开探索，未来拟将覆盖范围扩展至生物甲烷、数据中心及能效领域。

欧盟发放价值 1 亿欧元免费 ETS 配额补 贴助力可持续航空燃料推广

欧盟委员会近日发布一项决议，为 2024 年度使用可持续航空燃料（SAF）的航空公司分配欧盟排放交易体系（ETS）免费配额。修订后的《欧盟排放交易体系指令》建立了专门的支持机制，通过免费分配 ETS 配额来加快航空业使用 SAF，用以部分补偿使用 SAF 相较于传统航空煤油而产生的额外成本。自 2024 年起，欧盟将为此预留 2000 万份 ETS 配额，按每吨 75 欧元的价格计算，总价值约 15 亿欧元。2024 年作为该机制运行的首年，共分配约 130 万份配额，价值约 1 亿欧元，覆盖 53 家航空运营商。此外，欧盟规定使用 SAF 的航班无需上缴 ETS 配额，2024 年这一优势价值约 2500 万欧元。两项措施叠加，2024 年 ETS 对航空业使用 SAF 的总体激励规模约为 1.25 亿欧元。

欧盟太阳能市场或迎 2015 年来首次下滑

欧洲太阳能协会（SolarPower Europe）最新发布的年中分析报告预测，欧盟光伏市场将在 2025 年迎来自 2015 年以来的首次年度装机下滑，预计新增装机量为 64.2GW，较 2024 年的 65.1GW 下降 1.4%。报告指出，市场下滑主要由户用屋顶光伏市场放缓所致：奥地利、比利时、捷克、匈牙利、意大利、荷兰等主要市场相关光伏支持政策力度有所减弱，同时企业 PPA 购电协议活跃度下降，共同抑制了光伏装机需求。尽管短期面临下滑压力，报告认为欧盟仍有望如期达成 REPowerEU 提出的 2025 年 400GW 光伏装机目标，预计到 2025 年底欧盟光伏装机容量将达到 402GW。

技术创新



德国 TransnetBW 牵头研发氢电混合电网稳定技术

德国输电系统运营商 TransnetBW 近日联合卡尔斯鲁厄理工学院、乌尔姆大学成功研发并测试了一款混合电网增压器，创新性融合了电池储能与可燃用氢能的燃气轮机，为电网稳定运行提供新解决方案。这项名为“HydrogREenBoost”的项目已通过技术与经济性双重验证。在实际测试中，该混合系统展现出高效的电网调节能力：当电网面临用电高峰或可再生能源出力波动时，电池储能系统可在 2.4 秒内快速升至额定功率，25.4 分钟后氢能燃气轮机无缝接管，持续提供低排放稳定电力。这种“安全缓冲”机制能有效避免成本高昂的再调度措施，降低电网运维压力，有望成为提升输电网络利用效率的关键技术，尤其在可再生能源占比持续提升的背景下，可助力电网应对出力波动挑战。

全球最大“沙子电池”在芬兰投入使用

芬兰 Polar Night Energy 正式启用全球最大的砂岩储热系统。这套 1MW/ 100MWh 的储热装置由洛维桑兰波地区供热公司运营。该系统采用约 2000 吨碎皂石作为储热介质，将可再生能源发电的多余电力转化为热能储存起来，并通过本地供热网络进行分配。这套储热系统可参与电力备用市场，根据电价和芬兰电网调度中心的市场信号进行调节，其储能容量能实现日、周用电量的优化调配，有效平衡电网运行。

德国 Factor2 Energy 创新二氧化碳地热发电技术获种子资金支持

德国气候科技企业 Factor2 Energy 近日成功筹得 910 万美元种子资金。这笔资金将用于开发基于二氧化碳的地热发电系统，并建设试点电厂以验证技术的可扩展性。据介绍，该公司的创新系统借鉴了油气行业的成熟技术，将 CO₂ 注入深层地质构造，其吸收热量后因密度降低自然上升至地表；到达地表后，通过直驱式 CO₂ 涡轮机将热量转化为电能，而经过膨胀后，CO₂ 则会被降温然后重新注入地下，形成封闭闭环，在确保 CO₂ 长期存储的同时实现连续发电。相较于传统地热系统，该技术不仅能使发电量翻倍，还可适用于更广泛的地质场景。



项目投资

三个跨境可再生能源项目获欧盟资金支持

欧盟委员会近日决定从连接欧洲设施基金（CEF）能源领域部分中划拨 7630 万欧元，用于支持在 2024 年跨境可再生能源项目（CB RES）征集计划中标的三个项目。其中 1870 万欧元用于连接波兰与德国相邻城市的区域供热网络；3250 万欧元用于在爱沙尼亚与拉脱维亚边境建设一座新的 200MW 的陆上风电场；2500 万欧元用于支持爱沙尼亚 1.2GW 海上风电场的前期研究，该项目还涉及与卢森堡的数据转让协议。这些项目旨在推动欧盟境内的清洁能源合作。下一轮 CB RES 工程与研究项目征集预计于 2025 年 11 月启动。

欧盟 6.45 亿欧元资金支持博恩霍尔姆能源岛项目

欧盟委员会近日在连接欧洲设施基金（CEF）计划下拨款 6.452 亿欧元，为博恩霍尔姆能源岛（BEI）混合海上项目提供资金支持。作为全球首个混合直流互联项目，该项目计划以波罗的海丹麦博恩霍尔姆岛为中心枢纽，将附近的多个海上风电场连接起来。项目建成后，将向丹麦和德国输送 3GW 可再生电力，大幅提升区域能源整合水平。此次拨付的资金将用于换流站及海底电缆系统的建设，为构建更具韧性、更可持续的欧洲能源系统迈出关键一步。

欧盟推出支持中小企业的能效专项融资计划

欧洲投资银行（EIB）近日在欧盟的支持下启动一项价值 175 亿欧元的融资计划，旨在为欧洲超 35 万家中小企业（SMEs）的能效提升与脱碳工作提供支持。该计划将整合现有及新的金融产品，包括债权与股权工具，预计到 2027 年可撬动超过 650 亿欧元的投资。按照该计划，EIB 还将搭建“一站式”服务门户，以简化中小企业的融资渠道，降低其融资门槛。此举旨在缩小中小企业在节能投资方面的差距，加速能效解决方案部署。

西班牙计划到 2030 年为电网撬动超 135 亿欧元投资

西班牙政府近日颁布一项皇家法令，推出紧急措施以强化电力系统建设，重点提出将大幅增加电网投资。政府计划将电网年度投资上限临时上调 62%，并将持续执行至 2030 年。此前规定的配电网与输电网的投资上限分别是占 GDP 的 0.13% 与 0.065%。预计此次调整将为配电网额外释放 77 亿欧元资金，为输电网释放 36 亿欧元。结合新的高压输电规划，预计到 2030 年该方案将撬动 135 亿欧元投资。这些举措旨在为电网应对日益激增的用电需求做好准备。预计到 2030 年，西班牙的电力需求将达到 27.7GW。

瑞典拟出台新财政框架为新建核电项目提供资助

瑞典政府提议在 2026 年预算草案中提出一项财政框架，计划未来 12 年投入总计 199 亿欧元，用于支持新建核反应堆建设。政府将在新建核反应堆投运后的 40 年里，提供 9000 万至 2.7 亿欧元的价格保障。该框架主要旨在为核电建设企业提供贷款支持，预计首批合同将在两年内签订。瑞典此前曾发布一项立法，允许通过国家贷款和双向差价合约，为最高 5GW 的核电项目提供支持。不过，此次提出的财政框架仍需得到瑞典议会及欧盟委员会的批准方可生效。

波兰首座核电站筹备工作启动，计划 2033 年实现首堆商运

波兰近日已向国有核电公司（PEJ）发放许可，允许其在卢比亚托沃－科帕利诺地区启动其国内首座核电站的场地开发工作。据悉，该核电站将配备三台 AP1000 核电机组，由美国西屋公司和柏克德工程公司组成的联合体负责承建。根据波兰的核能计划草案，该核电站首台反应堆预计将于 2033 年投入商业运行。该项目总投资约 490 亿美元，是波兰历史上规模最大的基础设施项目之一。

中国

新闻

政策规划

中国公布 2035 年国家自主贡献目标

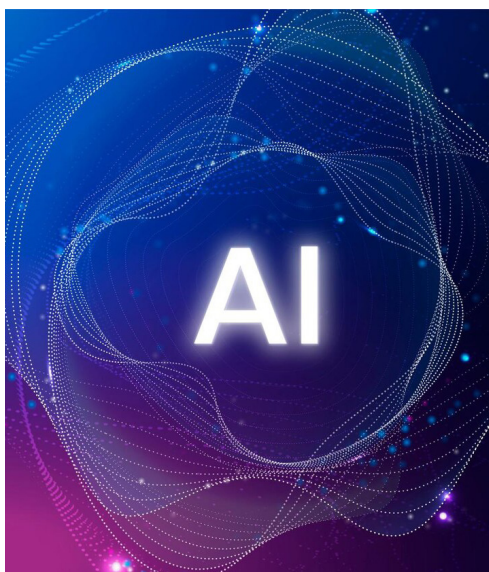
中国国家主席习近平 24 日在联合国气候变化峰会发表视频致辞，宣布中国新一轮国家自主贡献。到 2035 年，中国全经济范围温室气体净排放量比峰值下降 7%-10%，力争做得更好。非化石能源消费占能源消费总量的比重达到 30% 以上，风电和太阳能发电总装机容量达到 2020 年的 6 倍以上、力争达到 36 亿千瓦，森林蓄积量达到 240 亿立方米以上，新能源汽车成为新销售车辆的主流，全国碳排放权交易市场覆盖主要高排放行业，气候适应型社会基本建成。



两部门发布指导意见

推进“人工智能+”能源高质量发展

到 2027 年，能源与人工智能融合创新体系初步构建，人工智能赋能能源核心技术取得显著突破，应用更加广泛深入。推动五个以上专业大模型在电网、发电、煤炭、油气等行业深度应用，挖掘十个以上可复制、易推广、有竞争力的重点示范项目，探索百个典型应用场景赋能路径，制定完善百项技术标准。到 2030 年，能源领域人工智能专用技术与应用总体达到世界领先水平，算力电力协同机制进一步完善，建立绿色、经济、安全、高效的算力用能模式。





《新型储能规模化建设专项行动方案（2025—2027 年）》发布

国家发展改革委和国家能源局印发了《新型储能规模化建设专项行动方案（2025—2027 年）》。该方案设定目标，到 2027 年全国新型储能装机规模将超过 1.8 亿千瓦，带动直接投资约 2500 亿元，推动新型储能实现规模化和市场化发展，为日益增长的新能源发电提供更好的支撑。中国已经提前两年实现了 2025 年新型储能装机 30GW 的目标，仅 2024 年一年就新增 37GW/ 91GWh。中关村储能产业技术联盟数据显示，截至 2025 年 6 月，中国新型储能总装机规模已突破 100GW，首次超过抽水蓄能。

能源局发布《关于推进能源装备高质量发展的指导意见》

能源局近日发布《关于推进能源装备高质量发展的指导意见》，为未来两年加快电力装备产业的现代化进程制定指导方针。文件聚焦能源安全与能源转型两大中心任务，以科技创新为根本动力，以能源装备高质量发展为主攻方向，推动能源装备关键核心技术攻关和产业高端化、智能化、绿色化发展，加快形成新质生产力，为构建清洁低碳安全高效的新型能源体系提供坚强的装备保障。计划到 2030 年，关键装备产业链供应链实现自主可控，技术和产业体系全球领先，有效保障高效智能能源勘探开发、低碳高效能量转换、低成本高可靠能源存储、高效稳定能源输送等战略任务，有力支撑新型能源体系建设。

《原子能法》通过全国人大常委会表决

9 月 12 日，第十四届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议表决通过了《中华人民共和国原子能法》。该法共八章 62 条，就原子能事业发展的重大方针、发展战略、技术路线等重大问题在法律层面作出规定，是中国核领域“母法”。其立法目的主要是保障原子能研究、开发与和平利用，推进科技进步和产业提升，促进经济社会高质量发展，维护国家安全，增进人民福祉。法律的颁布完善了涉核领域法规体系，填补立法空白，有利于促进原子能事业健康、可持续发展。该法将自 2026 年 1 月 15 日起正式施行。

商业市场

首份中央文件出台，全国碳市场建设迈入新征程

中共中央办公厅、国务院办公厅近日发布《关于推进绿色低碳转型加强全国碳市场建设的意见》，是中国碳市场领域第一份中央文件，明确了全国碳市场中长期发展的时间表、路线图、任务书，将推进碳排放配额管理逐步由强度控制转向总量控制。到 2027 年，全国碳排放权交易市场基本覆盖工业领域主要排放行业，全国温室气体自愿减排交易市场实现重点领域全覆盖。到 2030 年，基本建成以配额总量控制为基础、免费和有偿分配相结合的全国碳排放权交易市场，建成诚信透明、方法统一、参与广泛、与国际接轨的全国温室气体自愿减排交易市场，形成减排效果明显、规则体系健全、价格水平合理的碳定价机制。

中俄签署西伯利亚力量 2 号天然气管道建设备忘录

中俄近日就过境蒙古的“西伯利亚力量 2 号”跨国天然气管道签订了具有法律意义的备忘录。俄罗斯有望通过该管道每年经蒙古国可向中国运输 500 亿立方米天然气，合同期限预计为 30 年。同时，双方还决定将“西伯利亚力量 1 号”管道的对华输气量由 380 亿立方米 / 年提升至 440 亿立方米 / 年，到 2027 年将中俄远东路线天然气管道最大输气量由每年 100 亿立方米提升至 120 亿立方米。新的西伯利亚力量 2 号管道项目将由俄气 Gazprom 与中石油（CNPC）联合主导推进。值得注意的是，尽管备忘录明确了双方推进项目的共同意愿，但管道建设的具体商业条款与建设时间表仍有待敲定。

1-8 月风光装机高速增长，但设备利用小时下降

国家能源局发布 2025 年 1-8 月全国电力工业统计数据，核心呈现“装机快速扩张、风光增长领跑、设备利用下降”的特点。截至 8 月底，全国发电装机总容量达 36.9 亿千瓦，同比大幅增长 18.0%。其中，新能源成为增长核心动力，太阳能发电装机 11.2 亿千瓦，同比激增 48.5%；风电装机 5.8 亿千瓦，同比增长 22.1%，二者合计占总装机比重已超 46%。然而，1-8 月全国发电设备累计平均利用小时数为 2105 小时，较上年同期减少 223 小时。这一变化与新能源装机激增后发电结构调整密切相关，显示出用电增速未能完全匹配装机扩张速度，叠加部分区域火电等传统电源为新能源腾挪发电空间，共同导致设备利用水平下降。

中电联：2030 年中国电气化率将达 35%

中国电力企业联合会近日发布《中国电气化年度发展报告 2025》。报告显示，2024 年我国电气化率约 28.8%，较上年提高 0.9 个百分点，已高于欧美主要经济体。预计“十五五”期间全国电气化率年均增约 1 个百分点，2030 年将达 35% 左右。分领域看，2024 年工业领域电气化率 27.7%，建筑领域 55.3%，农业与乡村居民生活 43.6%。业内专家指出，电气化需以清洁能源为供电主体，推进源网荷储一体化、加强终端电能替代，助力能源高质量发展。

技术创新

中国完成世界首台兆瓦级商用浮空风电系统测试

中国顺利完成世界首台兆瓦级商用浮空风电系统试飞测试，标志着人类首次实现兆瓦级高空风能的工程化应用。该风电系统为 S1500 型浮空风力发电系统（SAWES），由中国北京临一云川能源技术有限公司自主研制。其外形酷似巨型飞艇，长 60 米，通过三根高强度系留缆绳固定于地面，可在高空稳定运行。系统搭载 12 组 100 千瓦轻量化发电机组，总设计功率 1 兆瓦。相比传统陆上风机，S1500 无需建造百米级塔筒和混凝土基础，材料用量减少 40%，度电成本下降 30%，并且可快速“转场”，适用于戈壁、海岛、矿区等多种场景。



全球首款 25MW 构网型风电变流器成功下线

9 月 25 日，由阳光风能与中船科技股份有限公司联合开发的 25MW 构网型风电变流器在阳光产业园成功下线，标志着全球首款超大功率构网型风电变流设备正式落地。该变流器搭载超大功率构网型控制技术，专门针对深远海区域高风速、高湿度、强台风的复杂环境开发设计，在电网波动时可毫秒级响应，快速提供短路电流支撑，电网故障时能稳定实现低电压穿越，大幅提升深远海风电并网的安全性及稳定性，并且支持快速黑启动，具有独立组建电网的能力，并允许孤岛运行，为深远海风电规模化发展提供核心装备支撑。



项目投资

全国最大“线性菲涅尔”光热综合能源示范项目全容量并网发电

三峡集团发布消息，全国最大“线性菲涅尔”光热综合能源示范项目在新疆哈密实现全容量并网发电。项目总装机容量 100 万千瓦，包括 10 万千瓦光热储能电站和 90 万千瓦光伏电站。光热部分通过 26 万块线性排列的反射镜聚集太阳光，加热熔盐储存热能。整个集热系统最多可实现 8 小时储能，有效实现太阳能的高效转化和稳定利用。该电站能够充分发挥光热电站的储能调峰功能与光伏电站形成深度互补。白天，光伏发电满足电网基础负荷；夜晚或阴雨时段，光热储热系统无缝衔接供电，实现电能的稳定输出。项目建成后年平均发电量达 20.7 亿千瓦时，能满足 83 万户家庭全年用电需求。

全球最大煤电碳捕集示范工程在华能正宁电厂投运

9 月 25 日，中国华能宣布全球最大煤电碳捕集示范工程在甘肃正宁电厂完成 72 小时试运行并正式投运。项目针对电厂 1 号机组脱硫后烟气开展碳捕集，捕集率超 90%，二氧化碳纯度达 99% 以上。捕集后的二氧化碳可用于地质封存、油田增采、绿色燃料合成等领域，打通“捕集—利用—封存”全产业链。该工程年捕集二氧化碳达 150 万吨，技术与装备实现 100% 国产化，标志着中国碳捕集、利用与封存技术（CCUS）迈入百万吨级工业化示范应用新阶段，为煤电大规模深度减排及“双碳”目标实现提供有力支撑。

东方电气 26MW 海上风机成功吊装

8 月 29 日，由东方电气集团完全自主研发的全球最大 26 兆瓦级海上风力发电机组，在东营风电装备测试认证创新基地成功吊装，刷新全球已安装风机单机容量、叶轮直径的双项纪录，为全球海上风电发展树立新标杆。该风电机组由超过 3 万个零部件构成，供应链实现完全自主可控。其风轮扫风面积达 7.7 万平方米，相当于 10.5 个标准足球场大小。该型机组单机容量可覆盖 20-26 兆瓦，满足不同风区、不同海域的项目要求。单台机组每年可输出 1 亿度清洁电能，可满足 5.5 万户普通家庭一年的生活用电。

藏东南至粤港澳大湾区 ±800 千伏特高压直流输电工程启动建设

9 月 16 日，中国“十四五”规划建设的跨省区输电重点工程——藏东南至粤港澳大湾区 ±800 千伏特高压直流输电工程启动建设。该工程总投资约 532 亿元，输电线路全长约 2681 公里，自西向东跨越西藏、云南、广西、广东四省份，额定输电容量 1000 万千瓦，是中国首个跨越青藏高原与云贵高原的特高压柔性直流工程。预计 2029 年工程全面投运后，藏东南清洁能源基地每年可向粤港澳大湾区负荷中心输送超 430 亿千瓦时电能。

中石化在川渝地区探明超千亿方深层页岩气田

位于四川盆地的永川页岩气田新增探明地质储量 1245.88 亿立方米，标志着中国又一个超千亿立方米的大型深层整装页岩气田被成功发现，将有效支撑川渝千亿方产能基地建设，为长江经济带发展提供清洁能源保障。永川页岩气田地处重庆市永川区，位于四川盆地川南复杂构造区，主体埋深超 3500 米，属典型深层页岩气藏。此次发现推动该气田整体探明地质储量跃升至 1480.41 亿立方米。这一气田实现整体探明对于强化国内能源安全、推动非常规资源规模化开发具有重要意义。

释放工业电气化潜力： 欧盟政策与监管框架概述

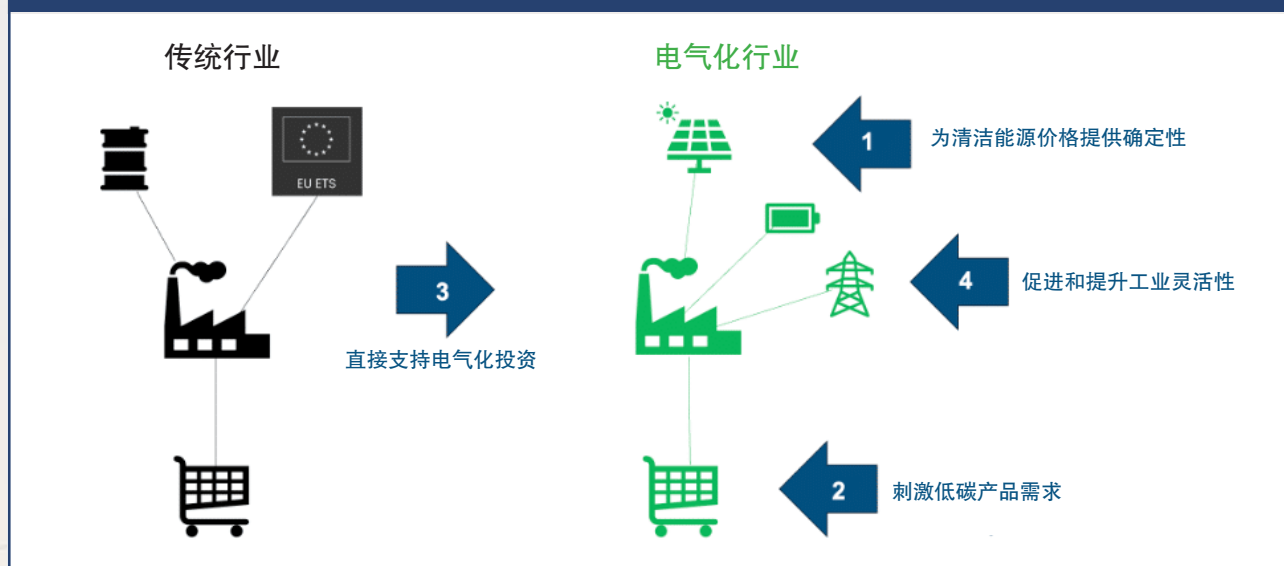
工业脱碳（包括通过电气化实现脱碳）正成为欧盟政策的核心优先事项。继德拉吉关于欧盟竞争力的报告以及《安特卫普宣言》发布后，欧盟委员会主席于 2024 年夏季发布政治指导方针，宣布将推出《清洁工业新政》（Clean Industrial Deal, CID），并将配套发布一项《工业脱碳加速法案》（Industrial Decarbonization Accelerator Act, IDAA），旨在“支持各行业的脱碳转型”。随后，《清洁工业新政》¹于 2025 年 2 月正式发布，明确将重点聚焦于钢铁、金属、化工等能源密集型行业的脱碳转型。

电气化是能源密集型行业实现脱碳的一项主要途径。据估算，借助现有技术，欧盟工业领域高达一半的化石能源消耗有望实现电能替代（McKinsey, 2020）。尤其值得一提的是，中低温加热工艺目前已广泛采用电气化技术（Compass Lexecon, 2024）。然而，在过去的几十年里，欧盟工业领域的电气化率始终维持在 33% 左右。业界已经识别了导致工业电气化进展缓慢的诸多障碍（例如参见 Eurelectric, 2025），包括：税费水平失衡（即电力相关税率高于化石燃料税率）、投资成本高昂、能源采购成本上涨且存在不确定性，此外还有来自国际竞争的压力。

公共政策对于推动和加快工业电气化投资至关重要，而这类投资是能源转型的关键所在。本文将重点阐述四个主要的行动领域，并概述欧盟及成员国层面的相关政策措施。

1. 了解《清洁工业新政》的更多内容，可查看 FSR 推出的概述系列文章：<https://fsr.eu/the-eu-clean-industrial-deal/>。

图 1：支持工业电气化的四大政策行动领域示意图（作者注）



对于有意推进电气化的能源密集型行业而言，一个主要的风险在于未来电价的波动与不确定性。工业用户可通过两种方式来自对冲此类风险：一是直接投资现场可再生能源发电设施，二是签订企业可再生能源购电协议（PPA）。通过这两种方式，工业用户既能确保长期的电价稳定，又能获得绿色电力，进而有助于提升自身公众形象以及环境、社会和治理（ESG）的效益。

2024 年出台的《电力市场设计改革》²（EMDR）旨在推动欧盟 PPA 市场的发展。该改革特别要求成员国提高 PPA 市场的可及性，例如通过建立公共担保机制降低买方违约风险，或促进 PPA 的需求聚合。近期发布的《清洁工业新政》（CID）也规划了针对性举措，重点面向可再生能源电力的工业购电方。欧洲投资银行计划于 2025 年启动一项试点计划，为 PPA 购电方提供财务担保，重点覆盖中小企业与能源密集型行业。欧盟委员会还计划推出“基于 PPA 的清洁灵活性工具”，以支持工业 PPA——即工业用户承诺电力消费与合同采购的清洁电力发电量实现 24/7 全天候小时级匹配³。此外，针对现场可再生能源发电项目或物理 PPA，《工业脱碳加速器法案》（IDAA）已将加快工业领域可再生能源接入审批纳入规划行动。

领域 1—

为清洁电力
采购价格
提供确定性

2. 了解《电力市场设计改革》的更多内容，详见 FSR 的摘要文章：<https://fsr.eui.eu/a-summary-of-the-proposal-for-a-reform-of-the-eu-electricity-market/>
3. 可再生能源发电厂的每小时发电量通常无法与工业用户的每小时用电需求完美匹配。例如，太阳能购电协议难以满足基荷用户的需求，特别是在夜间时段。全天候小时级匹配的购电协议则涉及更复杂的组合形式，整合了太阳能、风能（可能分布在不同区域）以及储能系统等多元技术。这类协议旨在为工业用户实现全天候绿电的精准配比——即在每周七天、每天二十四小时内持续输送与企业实际用电需求高度契合的清洁电力。虽然这类协议的成本通常高于单一技术的 PPA，但其优势在于能够提供更好的市场对冲（即降低短期市场波动风险）和更显著的碳减排效果（确保全天候使用清洁电力）。更多详细信息可参考“24/7 CFE Hedging analysis, Report for Eurelectric”（Pexapark, 2023）：https://www.eurelectric.org/wp-content/uploads/2024/06/eurelectric_pexapark_247-hedging-analysis.pdf。

领域 2-

刺激低碳 产品需求

脱碳产品⁴的需求低迷或存在不确定性也会影响工业生产的脱碳进程。特别是，清洁产品的价格竞争力往往低于传统同类产品。但随着欧盟碳排放交易体系（ETS）价格上涨以及碳边境调节机制（CBAM）的实施，这一问题有望逐步缓解。然而，仍需要出台专项的支持政策以提升欧盟市场对脱碳产品的需求，为那些投资于生产流程脱碳的行业提供更稳定的收入保障。

《清洁工业新政》中规划了多项举措，从公共和私人采购两方面着手拉动清洁产品需求增长。欧盟计划在 2026 年对公共采购框架进行修订，允许在采购中引入可持续性、韧性以及本地含量等非价格标准，并将通过《工业脱碳加速器法案》推动落地。如果将非价格标准纳入产品相关的立法或规范，也将有助于拉动私人市场对清洁产品的需求。欧盟委员会将评估这方面的可能性。此外，产品标识也被视为一项重要举措，同时适用于公共和私人采购。《工业脱碳加速器法案》还将额外推出一项自愿性的工业产品碳强度标签制度。

工业电气化项目通常属于资本密集型项目，且伴随较高的投资风险，因为项目收益在很大程度上依赖于欧盟 ETS 及能源价格的走势。事实上，这些价格的变化最终会影响已经电气化的企业相对于没有电气化的竞争对手的竞争力。公共支持计划对于保障电气化投资至关重要，一方面可以通过负担部分投资成本，减轻企业资金压力，另一方面还可以提供长期的运营成本支持，为项目收益提供一定的确定性，确保市场竞争力。

成员国若要实施大规模的支持计划，必须向欧盟委员会进行申报，由欧盟委员会评估其是否符合内部市场规则。多年来，欧盟委员会已经出台多项国家援助指南以简化申报流程，符合这些指南要求的支持计划实际上可自动获得批准。其中，《气候、环境保护与能源领域国家援助指南》（CEEAG）提供了总体的指导框架，允许采取一系列广泛的支持措施，其中第 4.1 条明确了对电气化的支持原则和措施。2022 年通过的《临时危机与转型框架》（TCTF）则在第 2.6 条中专门针对“工业生产脱碳”提供了更具具体的指导。2025 年 6 月通过的《清洁工业新政国家援助框架》（CISAF）将取代 TCTF，并借鉴其实施经验。

领域 3-

直接支持 电气化投资

4. 所谓脱碳产品，是指通过改进生产工艺而实现碳足迹减少的工业产品。例如，脱碳钢材可通过两种方式生产：一种是低碳氢直接还原 + 电弧炉工艺，另一种是高炉工艺 + 碳捕集与封存设施（CCUS）。

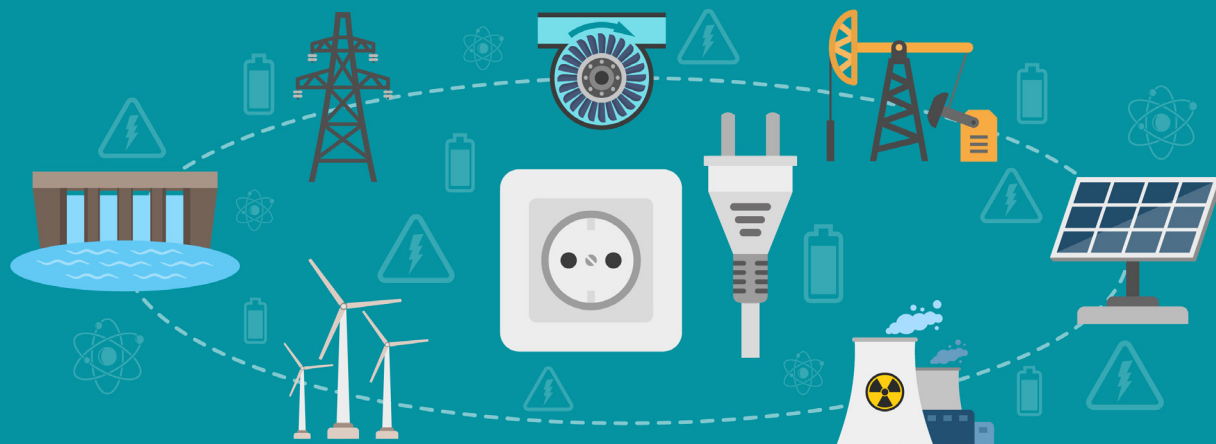
欧盟各国推出的针对工业脱碳的国家援助计划在覆盖范围（即所涵盖的技术类型）、支持方式及预算规模上存在差异。表 1 列举了部分大规模工业脱碳专项国家援助计划。过去几年间，国家援助的形式不断演进，出现了碳差价合约（Carbon Contracts for Difference, CCfD）等更为复杂的工具。值得注意的是，CISAF 草案并未明确工业脱碳国家援助的分配方式。对此，部分利益相关方提出，应通过差价合约（CfD）或碳差价合约提供运营成本支持，且应在条款中予以更明确的说明（参见 Eurelectric, 2025; Eurometaux, 2025）。而最终版的 CISAF 则明确规定，此类支持方式应在 CEEAG 框架下进行审批。



除了各成员国出台的国家计划外，欧盟层面还将实施一项脱碳支持计划。事实上，《清洁工业新政》计划设立一家“工业脱碳银行”，计划融资 1000 亿欧元，资金将主要来源于 ETS 收入。该银行首次试点拍卖的相关条款已于 2025 年 6 月发布，可用预算高达 10 亿欧元。此次拍卖将重点面向工业工艺加热领域技术成熟的电气化项目，支持资金将通过拍卖的方式以固定补贴的形式（欧元 / 吨碳减排量）发放，补贴期限为 5 年。

表 1：欧盟成员国在 CEEAG 或 TCTF 框架下申报的工业脱碳专项国家援助措施概览

Country	Date	SA case	Legal basis	Budget (Bn€)	Support type
Slovakia	10/2022	SA.102385	CEEAG	1.1	Investment grant
Netherlands	07/2023	SA.104448	CEEAG	/	CCfD (12-15y)
Czech Republic	10/2023	SA.109055	TCTF	2.4	Investment grant
Germany	02/2024	SA.104880	CEEAG	4	CCfD (15y)
Germany	04/2024	SA.108729	TCTF	2.2	Investment grant
France	05/2024	SA.108810	TCTF	4	Investment grant
Italy	07/2024	SA.109439	TCTF	0.4	Direct grant + clawback
Netherlands	07/2024	SA.112112	TCTF	0.75	Direct grant + clawback (60%)
					Investment grant
Austria	09/2024	SA.109730	CEEAG	2.7	+ transformation grant (10y)
Finland	12/2024	SA.113721	TCTF	0.2	Investment grant
France	12/2024	SA.112361	CEEAG	3	CCfD with pre-defined CO ₂ reference price (15y)
Germany	03/2025	SA.116065	CEEAG	5	CCfD (15y)



电气化工业能够且有望为电力系统提供显著的灵活性。适当的整合对激发这种灵活性至关重要，同时还能高耗能的工业用户创造额外的收入来源。如何实现这一目标是当前更广泛讨论的一部分——即如何消除用户释放灵活性的障碍，并传递正确的市场信号（ACER, 2025）。对此，欧盟在《清洁工业新政》中宣布将为成员国及电力零售商提供指导，明确如何在零售合同中纳入灵活性补偿机制。

前述三大行动领域提及的政策工具也可以用来推动工业灵活性的提升。首先，对于那些获得直接电气化支持的工业用户（领域3），在技术可行的前提下，可以通过要求其参与容量市场、可中断负荷机制或其他的国家灵活性机制，来调动其灵活性潜力。其次，当支持工业用户获取现场绿电或通过 PPA 采购可再生能源电力时（领域1），相关政策可强制要求其实现发电量与工业用电负荷的高度匹配。此举将激励工业用户调整其用电模式以适应可再生能源发电出力的变化，或将推动配套储能设施的建设采用。

领域 4—

提升工业
灵活性，
推动系统整合

文 / Emma Menegatti

本文由佛罗伦萨法规学院 Florence School of Regulation
(FSR) 授权转载。



中国新《巴黎协定》承诺对气候行动意味着什么？

中国承诺，到 2035 年，全经济范围温室气体排放量比峰值水平下降 7%–10%，并“力争做得更好”。

这是中国在《巴黎协定》框架下做出的第三个承诺，并且首次通过设定“绝对减排目标”对排放量进行严格约束。

在由联合国秘书长安东尼奥·古特雷斯召集的纽约联合国气候变化峰会上，中国国家领导人通过视频方式发表致辞，其言论被视为对美国总统唐纳德·特朗普的“含蓄批评”。

有专家表示，该核心目标未明确碳达峰的年份基准，因此可能远低于将全球温升控制在 2°C 或 1.5°C 以内所需的减排力度。

此外，新承诺的到 2035 年非化石能源消费占能源消费总量的比重达到 30% 以上的目标明显低于最新预测；而风电和太阳能发电总装机容量达到 36 亿千瓦的目标相较于近年来的增速也意味着将大幅放缓。

总体而言，中国在《巴黎协定》框架下新提出的 2035 年国家自主贡献（NDC）目标被外媒评价为“保守”、“力度不足”，且未能反映出清洁能源发展的实际扩张速度。

不过，亚洲协会政策研究所（ASPI）中国气候中心主任李硕对 Carbon Brief 表示，这一承诺对中国来说标志着一次“巨大的心理跨越”，从以往控制排放增长的目标转向了真正要求削减排放。

在下文中，Carbon Brief 将进一步解析中国的新目标对其排放和能源消费意味着什么，更多细节有待其国家自主贡献正式发布后公布。

中国新的气候承诺包含哪些内容？

目前，关于中国 2035 年国家自主贡献目标的唯一公开信息来源，仅限于习主席在联合国气候变化峰会致辞时简要提及的一系列承诺。

习主席的此次讲话，首次明确中国将对温室气体排放设定绝对上限，这标志着中国的气候治理方针上发生了重大转变。

此前，习主席已承诺中国将在“2030 年前”实现碳达峰，但未明确具体峰值水平；同时，中国承诺到 2060 年实现“碳中和”。

此外，他还提出了 2035 年的其他几项关键目标，下表将这些新目标与此前国家自主贡献中设定的目标进行了对比。

习主席在讲话中还指出,到2035年,“新能源汽车”将成为新销售车辆的“主流”,全国碳排放权交易市场将覆盖所有“主要高排放行业”,“气候适应型社会基本建成”。

这是中国首次将目标覆盖整个经济领域和所有温室气体。中国的政策制定者此前早已多次释放这一信号。

2023年,拜登政府时期发布的中美联合发布的《阳光之乡声明》曾表示,两国2035年的国家自主贡献“将是全经济范围,包括所有温室气体,所体现的减排符合……将全球平均气温上升控制在低于2℃之内”。

随后,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)上发布的首次全球盘点报告“鼓励”所有国家提交“雄心勃勃、覆盖全经济范围的减排目标,涵盖所有温室气体、部门和类别……并与将全球变暖控制在1.5℃以内(的目标)保持一致”。

次年,中国国务院副总理兼气候事务牵头人丁薛祥在巴库举行的COP29会议上对此作出回应称,中国的2035年气候承诺将覆盖全经济范围并涵盖所有温室气体。



(但其讲话未提及与1.5℃目标保持一致。)

习主席在2025年4月举行的世界领导人气候会议上重申了这一表态。

对所有温室气体设定绝对目标标志着中国排放战略的转折点。迄今为止,中国的减排目标主要集中在碳强度,即每单位GDP的排放量,这一指标并未直接对整体排放设限。

这一变化与中国更广泛的转型相一致,即从“能耗双控”向“碳双控”转变。该政策用碳强度和碳排放取代了中国长期以来设定能源强度和能源消费总量目标的传统。

根据该政策,在“十五五”规划期间(2026—2030年),中国将继续以碳强度作为减排的主要指标。到2030年之后,碳排放的绝对上限将成为主要目标。

指标	2030 年目标		2035 年目标
	第一轮 NDC (2016 年)	第二轮 NDC (2021 年)	第三轮 NDC (2025 年)
排放目标	“2030 年左右”碳达峰, “尽最大努力提前达到峰值”	“2030 年前”碳达峰, “2060 年前实现碳中和”	到 2035 年将温室气体排放量 削减至峰值水平 7%-10% 以下
二氧化碳强度 目标较 2005 年下降	60-65%	>65%	-
非化石能源 占一次能源消费比重	约 20%	约 25%	30%
森林蓄积量较 2005 年增加	约 45 亿立方米	60 亿立方米	110 亿立方米
风电和太阳能发电装机容量	-	>12 亿千瓦	>36 亿千瓦

中国首个“绝对”减排目标是什么？

在联合国讲话中，习主席承诺到 2035 年将中国“全经济范围温室气体净排放量”比峰值下降 7%-10%，并“力争做得更好”。

这意味着该目标不仅涵盖二氧化碳，还包括甲烷、氧化亚氮 (N₂O) 以及含氟气体 (F-gas)，这些气体都对全球变暖有重要影响。

所谓“全经济范围净排放”，是指涵盖中国所有来源的总排放量，减去碳清除量。这些碳清除量可能来自植树造林等自然来源，也可能来自“二氧化碳去除”技术。

习主席在联合国峰会上表示，这是中国“对照《巴黎协定》要求、体现最大努力制定的目标”。

他补充道：“完成这一目标，需要中国自身付出艰苦努力，也需要有利和开放的国际环境。我们有决心、有信心兑现承诺。”

中国素以信守承诺、超额完成而闻名。

中国政府下属智库能源研究所所长王仲颖教授曾在 COP26 会议期间对 Carbon Brief 表示，中国的政策目标代表“底线”，决策者对实现这些目标“绝对有把握”。他认为，这与其他国家不同，体现了一种“文化差异”。

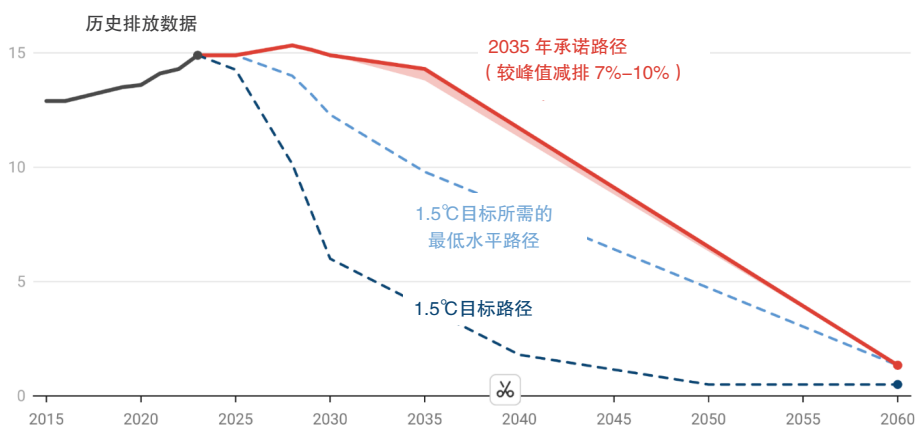
然而，中国此次公布的这一核心目标仍被普遍认为远低于所需水平。

此前，多位专家曾对 Carbon Brief 表示，在 2023 年的基础上减排 30% 是实现全球 1.5°C 目标的最低限度，其中不少专家还强调需要更大幅度的减排才能与 1.5°C 目标完全保持一致。

下图展示了中国 2035 年目标与这些减排水平的对比。

（注：中国的目标未明确排放峰值的时间节点与具体水平。承诺路径受限于中国此前确定的碳强度目标、预期 GDP 增长率以及新公布的 7%-10% 目标范围。数据基于总排放量计算，未计入更具不确定性的清除量。）

中国到 2035 年减排 7%-10% 的目标远低于 1.5°C 温控目标所需的减排水平
(温室气体排放量，单位：十亿吨碳当量)



Source: Centre for Research on Energy and Clean Air

CarbonBrief
CLEAR ON CLIMATE

全经济范围温室气体排放量（不含清除量），单位：十亿吨碳当量。承诺路径显示 2035 年减排 7%-10%，随后以指示性直线延伸至 2060 年实现“碳中和”，并计入清除量。“1.5°C 最低需求”路径要求 2035 年前将排放量较 2023 年水平削减 30%，并以相同幅度持续减排至 2060 年。“1.5°C 目标路径”取自 IPCC 情景分析的平均值。

来源：能源与清洁空气研究中心（CREA）。

亚洲协会政策研究所的分析也发现，中国的温室气体排放“必须在 2035 年前较峰值至少减少 30%”，才能与 1.5℃ 升温目标保持一致。

该分析表示，鉴于中国清洁能源惊人的扩张速度以及中国排放量可能已经达峰的迹象，这一雄心目标并非遥不可及。

同样，国际能源署（IEA）在去年 10 月指出，如果按照首次全球盘点的集体目标推进，例如到 2030 年可再生能源装机容量增至三倍，并让近期举措与长期净零目标保持一致，那么新兴市场经济体（包括中国）需要在 2035 年前减排 35%-60%。

针对这些数据，清华大学能源环境经济研究所副所长滕飞此前曾表示，到 2035 年减排 30% 的目标有些“过于极端”。他对法新社表示，鉴于中国当前发展轨迹的不确定性，这一目标“过于雄心勃勃，且难以实现”。

相比之下，2025 年 1 月由中国政府机构和顶尖高校研究人员联合撰写的一项学术研究——据信对北京的决策产生了重要影响——主张承诺到 2035 年将能源相关二氧化碳排放量“较 2030 年减少约 10%”，该研究还估计中国的排放量将在“2028 年至 2029 年间”达峰。

（其他评估则显示，相关指标如排放量和煤炭消费量最早将于 2028 年达到峰值。）

中国所承诺的相对温和的减排区间，以及因未明确基准年份所带来的不确定性，令分析人士感到失望。

在一份回应中国承诺的评论中，李硕及其亚洲协会政策研究所同事凯特·洛根（Kate Logan）写道，北京“错失了一次领导机会”。

李硕在接受 Carbon Brief 采访时表示，造成这一保守目标的因素包括“国内经济放缓、经济前景不明朗、全球气候行动势头减弱以及动荡的地缘政治环境”。

“我还认为，这对中国人来说是一个巨大的心理跨越。在经历了数十年的快速增长之后，中国首次从以遏制排放进一步增长为主的气候目标，突然转向一个要求排放必须下降的目标。”他补充道。

根据芬兰能源与清洁空气研究中心（CREA）研究员柳力（Lauri Myllyvirta）的分析，中国的 2035 年承诺并非与 1.5℃ 升温目标保持一致，而是更接近于 3℃ 的升温目标。

气候行动追踪组织（Climate Action Tracker）则表示，中国的目标“难以推动排放下降”，因为按照现有政策，中国本就将实现类似的减排幅度。

中国在非化石能源、煤炭和可再生能源方面作出了哪些承诺？

除了核心的减排目标，中国还承诺扩大非化石能源在该国能源结构中的占比，并继续大力发展风能和太阳能。

这延续了中国以往国家自主贡献的趋势。

然而，值得注意的是，中国领导人在讲话中并未提及控制煤炭的相关措施。

中国在第二份以 2030 年为重点的国家自主贡献中，曾承诺“严格控制煤电项目建设”，并在 2021 至 2025 年“严格限制”煤炭消费，2026 至 2030 年“逐步减少”。同时还表示中国“不会在海外新建煤电项目”。

2035 年完整版国家自主贡献中是否会纳入煤炭相关措施，仍有待观察。

2030 年国家自主贡献还明确提出，中国将“把非化石能源在一次能源消费中的比重提高到约 25%”，而习主席此次将其更新为到 2035 年达到 30%。

下图显示了这些目标，并与中国石化经济技术研究院的最新预测进行对比，该院估算非化石能源在一次能源消费中的占比可能在 2030 年达到 27%，2035 年达到 36%。

因此，中国非化石能源方面设定的目标，低于当前对低碳能源增长预期所反映的水平。

中国生态环境部部长黄润秋在最近一次全国人大常委会会议上表示，中国此前关于提高非化石能源在能源消费中占比的目标进展，总体上与 2030 年国家自主贡献设定的“预期进度基本一致”。

在风能和太阳能方面，中国的 2030 年国家自主贡献承诺将装机容量提高到 1200 吉瓦以上。分析人士当时告诉 Carbon Brief，这一目标可能被超额完成，该目标的确提前六年实现。截至 2025 年 7 月底，装机容量已达 1680 吉瓦。

中国设定了 2035 年风电和光电装机容量达到 3600 吉瓦的目标。

与其他国家相比，这一目标看起来雄心勃勃，因为截至 2024 年全球总装机容量仅约 3000 吉瓦，但与其近期的增长速度相比则显著放缓。

鉴于当前的装机规模，中国要在 2035 年实现目标，需要每年新增约 200 吉瓦风电和光电装机，总计新增 2000 吉瓦。然而，中国仅在 2024 年就新增了 360 吉瓦风电和光电装机，并且在今年上半年新增光电装机就已达 212 吉瓦。

柳力告诉 Carbon Brief，除非能源需求增长显著放缓，否则这一增速“甚至不足以使（电力行业）排放达峰”。

虽然需求增速是一个关键不确定因素，但加州大学圣迭戈分校（University of California, San Diego）副教授迈克尔戴维森（Michael R. Davidson）与清华大学学者合作的新研究表明，到 2035 年部署 2910 至 3800 吉瓦风电和光电装机容量将与 2°C 升温路径相一致。

戴维森告诉 Carbon Brief，“中国大多数专家认为（近期）每年新增超 300 吉瓦的增长不可持续”。不过，他补充说，其研究中提出的较低水平仍可能与到 2035 年电力行业减排 40% 相一致，但前提是新装机布局合理且得到适当整合。

“我们发现，（到 2035 年）3000 至 3800 吉瓦的风电和光电装机容量可以支持电力行业 40% 的减排。大部分装机容量模型实际上取决于资源的整合和质量。”

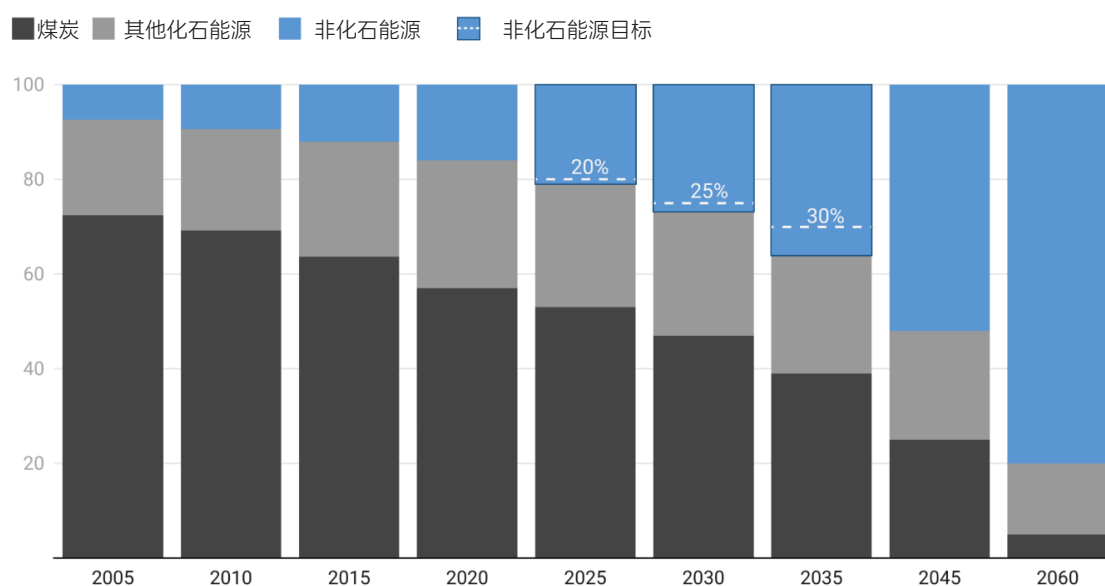
在中国，可再生能源在能源消费中的占比落后于其创纪录的装机增长，主要原因在于电网基础设施升级的挑战，以及经济诱因使煤电被“锁定”在体系中。

在戴维森的研究中，若装机规模增长至 3800 吉瓦，风能和太阳能在总发电量中的占比将在 2030 年达到约 40%，到 2035 年达到 50%。

与此同时，根据中国政府下属智库能源研究所的另一份报告，中国要在 2060 年实现碳中和，则风电和光电装机容量需要达到 10000 吉瓦。

相较于预期增长，中国为非化石能源设定的目标较为保守

（历史、目标和预测的能源结构，单位 %）



来源：中石化经济技术研究院、习主席 2035 年承诺讲话

CarbonBrief
CLEAR ON CLIMATE

中国对非二氧化碳排放有何表态？



这是中国首次在其国家自主贡献承诺中，明确涵盖非二氧化碳温室气体的排放。

不过，尽管中国领导人在讲话中明确表示，中国 2035 年的核心减排目标将涵盖甲烷、氧化亚氮和含氟气体等非二氧化碳气体，但其并未进一步说明国家自主贡献是否会为这些气体排放设定具体目标。

中国在 2030 年国家自主贡献中表示，将“加强对重点非二氧化碳温室气体排放的控制”，包括出台新的控制政策，但并未提出量化减排目标。

为筹备覆盖所有温室气体的综合性减排目标，中国已先后发布了关于甲烷、氢氟碳化物（HFCs，含

氟气体的一种）和氧化亚氮的行动计划。

本月早些时候发布的氧化亚氮行动计划提出，到 2030 年，特定化学品的单位产量排放应降低至“国际领先水平”，但未设定总量约束。

与之类似的是，2023 年底发布的甲烷行动计划列出了能源、农业和废弃物处理等行业的若干减排重点任务，但同样缺乏具体的量化减排目标。

随后，2024 年 12 月出台的一项规则修订收紧了煤矿瓦斯排放的要求。路透社报道称，根据新规，任何排放“甲烷含量达到 8% 或以上”的煤矿都必须收集并利用或销毁这些气体，这一标准低于此前 30% 的门槛。

但分析人士认为，煤矿甲烷排放的真正挑战可能来自废弃矿井。一项研究发现，过去十年间废弃矿井数量激增，并可能很快超过在役煤矿的排放量，成为煤炭行业甲烷排放的首要来源。

随着煤炭需求可能面临“结构性下降”，废弃矿井的数量预计将大幅增加。

与此同时，氢氟碳化物行动计划则设定了量化目标。中国计划到 2029 年将氢氟碳化物的产量在 2024 年 20 亿吨碳当量的基准上减少 10%，在同一时期内消费量也将较 9 亿吨碳当量的基准降低 10%。这一目标符合中国根据《蒙特利尔议定书》基加利修正案关于臭氧保护的义务。

自 2026 年起，中国将“禁止”生产使用氢氟碳化物制冷剂的冰箱和冷柜。

然而，该行动计划并未涵盖中国出口的含有氢氟碳化物的产品，而这正是一个重要的排放来源。

文 / Anika Patel、Simon Evans

本文基于知识共享协议

CC BY 4.0 转自 [Carbon Brief](#)

中国钢铁行业脱碳 势在必行， 但前路依然艰巨

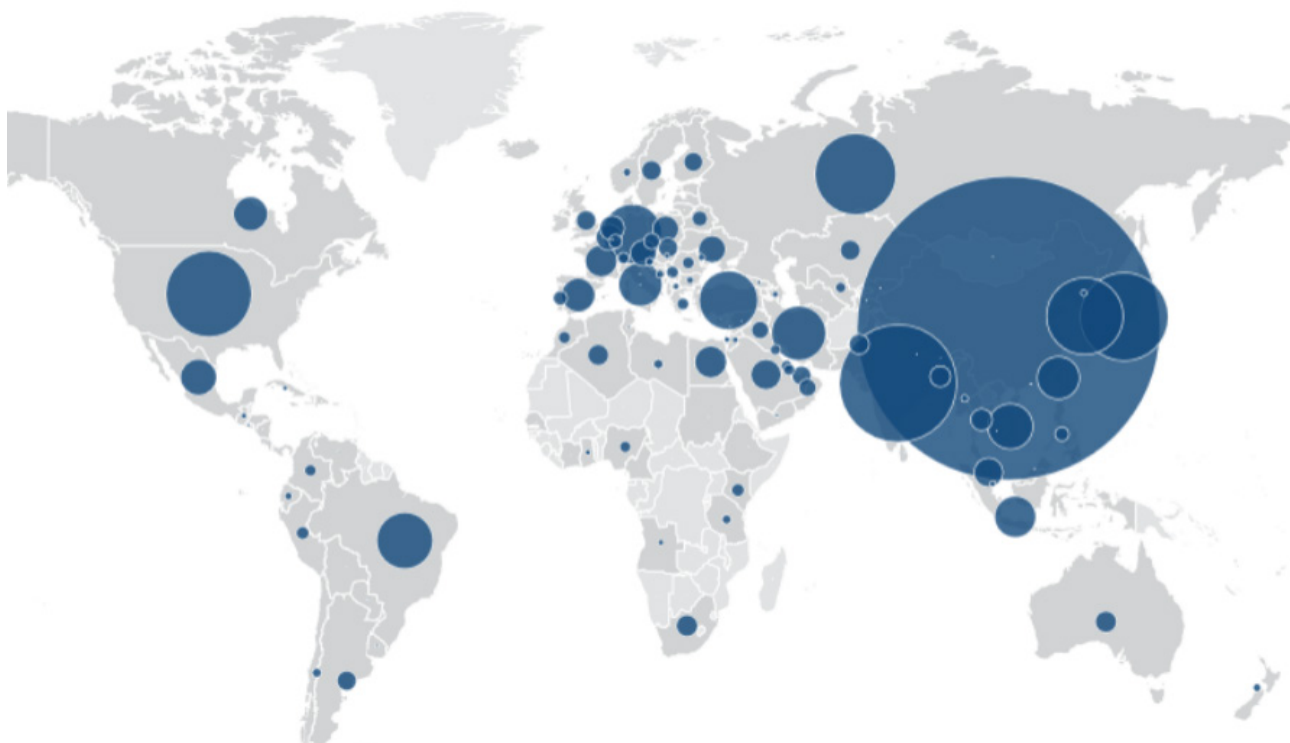
钢铁产业长期以来一直是中国工业生产的支柱，但同时也是碳排放大户。仅钢铁行业就贡献了中国碳排放总量的 15% 至 17%，是仅次于电力行业的第二大排放源。全球超半数的粗钢产自中国。随着中国正全力朝着 3060 双碳目标迈进，钢铁行业显然必须加快脱碳转型步伐。本文将深入探讨这一转型过程中所面临的挑战。

中国是全球最大的钢铁生产国，且产量远超其他国家。仅 2024 年，中国粗钢产量就突破 10 亿吨，约占全球的 53%，这也是中国连续第四年粗钢产量超过 10 亿吨。排名第二的印度年产量仅为 1.494 亿吨，随后是日本（8400 万吨）和美国（7950 万吨）¹。

然而，钢铁产量亮眼成绩的背后，是同样惊人的污染问题。据估算，2023 年中国钢铁行业二氧化碳排放量约达 22 亿吨²，占全球钢铁行业碳排放总量的 65% 左右，几乎是南美大陆碳排放总量（11 亿吨）的两倍，略低于 2023 年欧盟的排放量（25.1 亿吨）³。因此，中国钢铁行业的脱碳至关重要，不仅关乎中国的“双碳目标”能否实现，更关乎全球气候治理。如若进展不利，全球净零排放进程或将陷入困境。



图 1：2024 年全球粗钢产量



1. 数据来源世界钢铁协会 World Steel Association (2025): <https://worldsteel.org/media/press-releases/2025/december-2024-crude-steel-production-and-2024-global-totals/>
2. 数据来源 Statista: <https://www.statista.com/statistics/1609255/global-steel-sector-emission-by-country/>
3. 数据来源 Our World in Data: <https://ourworldindata.org/grapher/annual-co-emissions-by-region>

中国钢铁行业减排 难在哪？

中国钢铁行业减排面临两大相互关联的“结构性”难题：产量过剩和污染严重。

► 遏制产能过剩刻不容缓

中国钢铁行业最大的问题在于产能过剩。2022 年以来，受中国房地产行业下行影响（曾是钢铁需求的重要支柱），粗钢的产量持续超过国内需求。据估计，2024 年，中国国内钢铁消费量为 8.63 亿吨⁴，远低于 10 亿吨的粗钢产量。过剩的钢铁大都依赖出口，大量涌入本已饱和的全球市场。尽管出口量仅占中国钢铁总产量的不到 1/10，但过去五年出口增幅显著：2024 年出口量达近 1.11 亿吨，同比增长 23%，较 2020 年增长超过一倍⁵（见图 2）。

短期内，这种“产需错配”的局面仍将持续。据中国钢铁工业协会（CISA）预测，2025 年中国国内粗钢需求量将达到 9.1 亿吨，产量则将降至 9.5 亿吨⁶。2024 年，在需求疲软与产量高企的双重影响下，钢铁企业的利润空间被大幅挤压，一度降至 290 亿元人民币的历史低点，而 2021 年行业利润峰值曾达到 4240 亿元人民币⁷（见图 3）。

图 2：2020–2024 年中国粗钢产量与出口量（单位：千吨）

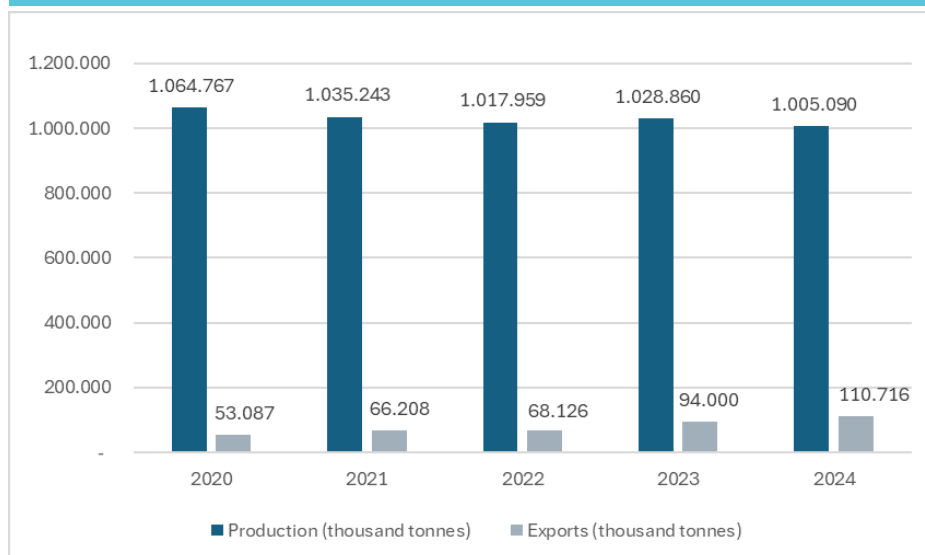
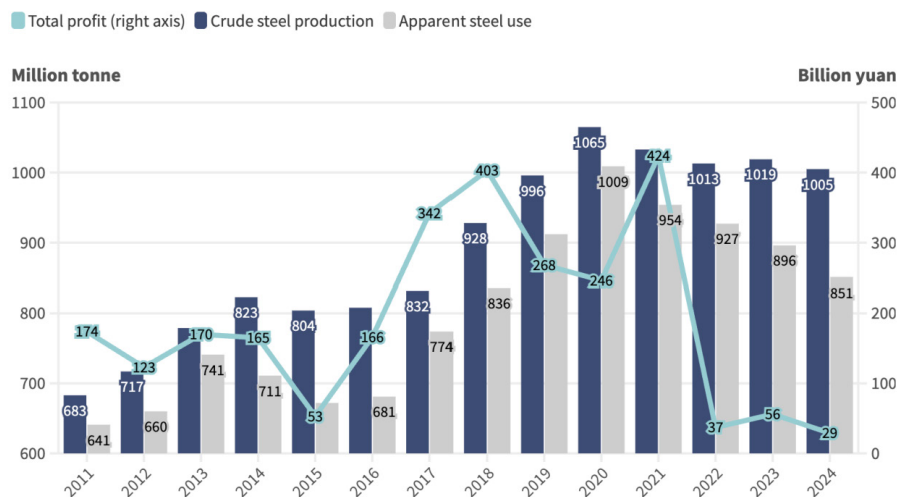


图 3：2011–2024 年中国粗钢产量、表观消费量及行业利润



Source: National Bureau of Statistics, WIND, World Steel Association, CREA analysis • Apparent steel use in 2024 is an estimation.



4. GMK Centre, 'Chinese steel market: consequences of the «great leap»', <https://gmk.center/en/posts/chinese-steel-market-consequences-of-the-great-leap/>
 5. Xinyi Shen, Belinda Schaepe, 'Urge for reform: blast furnace glut in China erodes profitability and hinders green steel transition', Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA), 2025 年 2 月, https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2025/02/CREA_China-Steel-Biannual-Review_2024-H2.pdf
 6. 霍星羽、刘雪, “中国钢铁工业协会党委书记何文波: 制造业钢材消费比例持续提升”, 中国证券网, 2023 年 12 月 17 日: <https://news.cnstock.com/news/bwxx-202312-5164913.htm#:~:text=%E9%A2%84%E8%AE%A12025%E5%B9%B4%E6%88%91%E5%9B%BD%E9%92%A2%E6%9D%90,%E9%92%A2%E4%BA%A7%E9%87%8F9.5%E4%BA%BF%E5%90%A8%E3%80%82>
 7. 见注释 5.

这使得人们对钢铁行业是否能够实现可持续发展产生质疑：低利润率严重影响企业对绿色转型的投入，中国政府已加大力度压减过剩产能并强化行业管控，但在政策执行上存在一定难度。中国钢铁行业高度分散，大型企业寥寥无几。参考数据显示，前十大钢铁企业的粗钢产量仅占全国总产量的40%⁸。此外，国有钢铁企业的产能占比仅约40%，其余60%由民营企业掌控，这类企业对政府监管的响应度相对较低⁹。

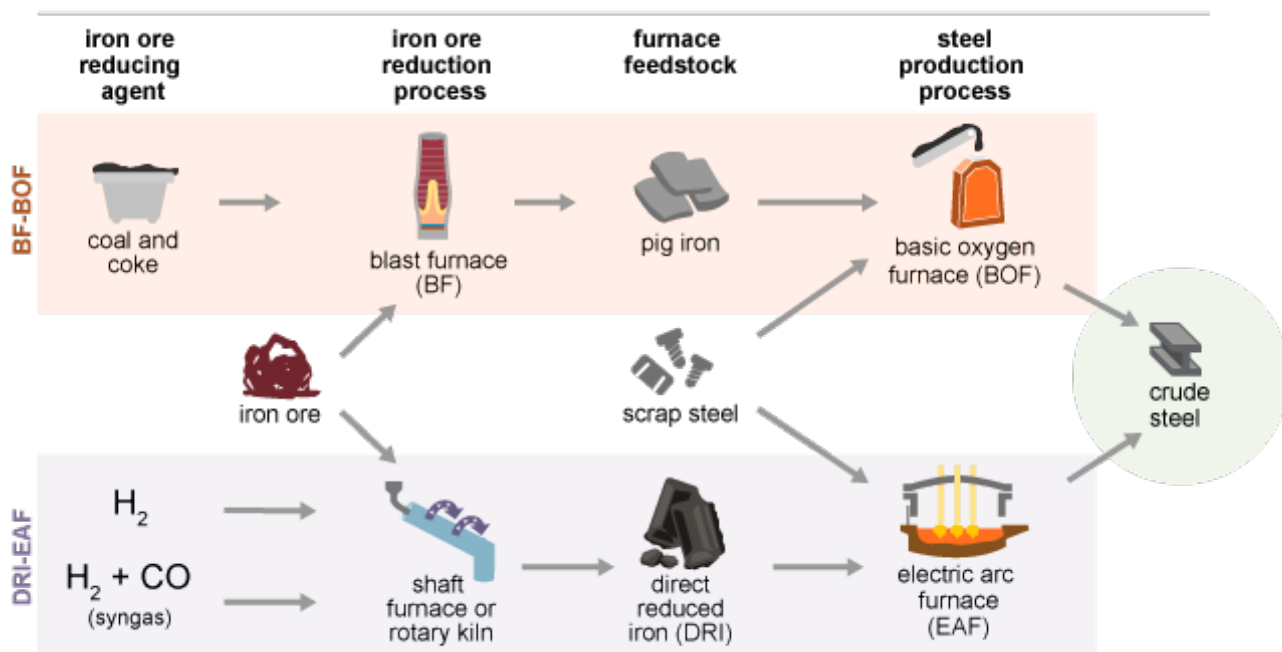
► 钢铁碳强度居高不下

中国钢铁行业面临的第二大难题是碳强度高，这使得其成为全球污染最严重的行业之一。这背后的根源在于钢铁生产过程高度依赖煤炭，导致其直接和间接排放量居高不下。据估算，2010年代中期，中国钢铁的碳强度约为每吨2.148吨二氧化碳；而相比之下，同期德国钢铁的碳强度为每吨1.708吨二氧化碳，美国为每吨1.736吨二氧化碳，墨西哥仅为每吨1.080吨二氧化碳¹⁰。近期研究显示，这一状况几乎没有改善：2023年中国钢铁的碳强度仍维持在每吨约2.1吨二氧化碳¹¹。

问题的根源在于中国钢铁行业的产能结构：当前绝大部分产能依赖高炉-转炉（BF-BOF）工艺路线。该路线以焦炭为还原剂，在炼钢过程中会产生大量直接二氧化碳排放。目前，高炉产能占中国钢铁总产能的90%左右；剩余10%产能为电弧炉（EAF）工艺。若电弧炉使用清洁能源供电，

碳，墨西哥仅为每吨1.080吨二氧化碳¹⁰。近期研究显示，这一状况几乎没有改善：2023年中国钢铁的碳强度仍维持在每吨约2.1吨二氧化碳¹¹。

图4：高炉-转炉与直接还原铁-电弧炉炼钢路线对比



8. Belinda Schaepe, 'Decarbonising China' s steel sector: Challenges and Opportunities', Oxford Institute for Energy Studies, 2024 年 7 月, doi: <https://www.jstor.org/stable/resrep61832>
9. Joseph Dellatte, 'Forging a Post-Carbon Industry. Insights from Asia', Institut Montaigne, 2024 年 10 月, p. 199. <https://www.institutmontaigne.org/en/publications/forging-post-carbon-industry-insights-asia>
10. Ali Hasanbeigi, Marlene Arens, Jose Carlos Rojas Cardenas, Lynn Price, Ryan Triolo, 'Comparison of carbon dioxide emissions intensity of steel production in China, Germany, Mexico, and the United States', Resources, Conservation and Recycling, 2016 年 10 月, pp. 127-139, doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.008>
11. Ali Hasanbeigi, Hongyou Lu, Nan Zhou, 'Net-Zero Roadmap for China' s Steel Industry', Global Efficiency Intelligence, 2023 年 3 月, <https://static1.squarespace.com/static/5877e86f9de4bb8bcc72105c/t/6400854fbc41e5254fcfd5c3/1677755746536/China+steel+roadmap-2Mar2023.pdf>

该工艺路线的碳排放较传统高炉 - 转炉路线可减少高达 97%¹²。电弧炉炼钢以废钢为主要原料，通过电力（而非煤炭）熔炼废钢来生产钢材。此外，目前已有多种绿色炼钢新技术处于测试阶段，如直接还原铁（DRI）、氢基炼钢等，这些技术常与电弧炉等清洁工艺结合使用。但这些项目大多仍处于示范阶段，尚未实现规模化的应用且缺乏成本竞争力。据估算，2023 年中国电弧炉钢产量约为 1 亿吨，而高炉 - 转炉路线产量则超过 9.18 亿吨。

从高炉 - 转炉工艺向电弧炉转型面临诸多挑战，其中成本是首要障碍：由于煤炭供应充足，焦炭价格相对低廉，传统基于煤炭的工艺成本相对更低。参考数据显示，电弧炉炼钢的每吨钢生产成本比高炉 - 转炉工艺高约 200 元¹³，这使得绿色钢铁在市场中缺乏竞争力。此外，中国高炉设备服役年限较短，若提前淘汰，或将导致沦为“搁浅资产”，因此企业转型动力不足——毕竟这类设备投资需要较长时间才能收回成本。

炼钢过程中使用能源的结构也存在为题，加剧了碳排放问题。虽然 21 世纪初以来，煤电在中国能源结构中的占比有所下降，从 70% 降至 2023 年的约 60%¹⁴，但煤炭仍是中国电力生产的主力。2024 年全球新增煤电项目中，中国占比高达 93%¹⁵。

中国钢铁行业脱碳政策举措

如何削减钢铁行业碳排放，长期以来一直是企业和政策制定者面临的难题。但这一议题始终是政府工作的重中之重，“十四五”规划期间发布的多项高层政策文件均体现了这一点。

目前，2022 年发布的《工业领域碳达峰实施方案》¹⁶ 首次提出了针对整个钢铁行业的官方目标：包括钢铁在内的工业领域二氧化碳排放量需在 2030 年前达峰，这与国家“双碳目标”总体要求保持一致。此外，政府还在一系列政策文件中针对钢铁行业绿色转型的特定环节设定了更具体的目标，例如：2025 年短流程炼钢占比达到 15% 以上¹⁷，到 2030 年提升至 20% 以上¹⁸；高炉 - 转炉路线单位产品能耗较 2023 年降低 1% 以上，电弧炉冶炼单位产品能耗比 2023 年底降低 2% 以上¹⁹。但与电解铝等其他重工业不同，钢铁行业尚未设定绝对减排量目标，这意味着钢铁行业排放量可能尚未达峰。

► 压减过剩产能，引导产业重组

政府的首要政策举措是限制钢铁产能扩张，推动产业结构重组。国家工业和信息化部自 2014 年起开始推行钢铁行业“产能置换”政策：严禁增加钢铁产能，仅允许对现有产能进行升级改造。政策提出重点区域的产能置换比例不低于 1.25:1（即建设产能需淘汰更多的原有产能），其他地区则不低于 1.1:1，以此促进落后产能退出²⁰。

然而，产能置换政策未能成功实现将“钢铁产能控制在 10 亿吨以内”的目标，过去五年已经突破这一阈值。为此，2024 年 8 月，工信部暂停了新的钢铁产能置换项目²¹。与此同时，政府明确表示将大幅压减钢铁产能。政策文件显示，2025-2026 年中国将通过倒逼落后低效产能退出，强制压减钢铁产量，以遏制产能过剩问题²²。

12. Ali Hasanbeigi, Cecilia Springer, Adam Sibal, 'China's Steel Transformation: From Blast Furnaces to Electric Arc Furnaces', Global Efficiency Intelligence, 2025 年 3 月, <https://static1.squarespace.com/static/5877e86f9de4bb8bce72105c/t/67efcaa0d84993542b2c82b0/1743776474910/China+EAF+study+3.27.2025rev.pdf>
13. 见注释 5, p. 9
14. Ember, 'Thinking beyond diversification: Next step in China's coal power transition', 2024 年 8 月 5 日, <https://ember-energy.org/latest-insights/thinking-beyond-diversification-next-step-in-chinas-coal-power-transition/>
15. Qi Qin, Christine Shearer, 'When coal won't step aside: The challenge of scaling clean energy in China', Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA) and Global Energy Monitor (GEM), 2025 年 2 月, https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2025/02/CREA_GEM_China_Coal-power_H2-2024_FINAL.pdf
16. 《工业领域碳达峰实施方案》，2022 年 8 月, https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/tz/art/2022/art_df5995ad834740f5b29fd31c98534ee.html
17. 《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》，2022 年 1 月 20 日, https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-02/08/content_5672513.htm
18. Halina Yermolenko, 'China aims to increase the share of EAF in steel production to 20% by 2030', GfK Centre, 2024 年 3 月 5 日, <https://gmktcenter/en/news/china-aims-to-increase-the-share-of-eaf-in-steel-production-to-20-by-2030/>
19. 《钢铁行业节能降碳专项行动计划》，2024 年 6 月 7 日, www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202406/t20240607_1386774.html
20. SMM, 'China releases steel capacity swap policy', 2018 年 1 月 8 日, https://news.metal.com/newscontent/100775247/china-releases-steel-capacity-swap-policy-?utm_source=chatgpt.com
21. 《工业和信息化部办公厅关于暂停钢铁产能置换工作的通知》，2024 年 8 月 20 日, https://www.miit.gov.cn/jgsj/ycls/wjfb/art/2024/art_beae9b1682de4457b555b42c5f839f4f.html
22. Reuters, 'China aims to cut steel output, prune overcapacity, document shows', 2025 年 8 月 28 日, <https://www.reuters.com/markets/commodities/china-aims-cut-steel-output-prune-overcapacity-document-shows-2025-08-28/>

此外，国家发改委通过年度发布的《产业结构调整指导目录》²³，引导投资方向，明确鼓励或淘汰的技术类型。例如，2024年版目录将气基直接还原低碳炼铁、高炉富氢喷吹冶炼列为“鼓励类”技术，而将小型高炉列为“淘汰类”。其他政策文件还鼓励发展碳捕集、利用与封存（CCUS）技术，以避免设备提前淘汰带来的经济损失²⁴。鉴于中国高炉设备服役年限较短，在高炉上应用CCUS技术被视为一种既能降低钢铁生产碳足迹，又无需强制过早淘汰BF-BOF产能的可行路径。

► 推动循环经济，扩大废钢利用

另一项重要政策举措是扩大废钢利用。废钢是电弧炉炼钢的核心原料，可显著提升行业的循环性。中国《“十四五”循环经济发展规划》²⁵明确提出，2025年废钢利用量要达到3.2亿吨。为支撑这一目标，中国还出台了相应举措以扩大再生钢铁原料进口，壮大国内废钢产业：2021年，中国放开了对废钢进口的限制²⁶，允许符合条件的再生钢铁原料自由进口；随后对各类废钢征收40%的出口商品税²⁷，抑制废钢外流。2024年底，政府进一步投入100亿元人民币，支持成立大型国有资源回收企业——中国资源循环集团²⁸。该集团整合了宝武集团等5家国有企业的回收业务板块，旨在在进一步提高资源回收效率和原材料的循环利用率。

► 全国碳市场扩容，覆盖钢铁行业

最后，中国的钢铁行业近期被纳入全国碳排放权交易体系（ETS）。此前，政府已出台多项措施提高碳排放数据的透明度，完善碳排放核算体系，包括为多个行业建立碳足迹管理体系²⁹、发布企业碳排放报告指南、完善碳排放统计核算体系工作方案³⁰。2025年3月，生态环境部发布了《全国碳排放权交易市场覆盖钢铁、水泥、铝冶炼行业工作方案》³¹，将全国碳市场的温室气体排放覆盖范围从原来仅包含电力行业时的40%提升至60%。在“启动实施阶段”（2024-2026年），企业将获得免费配额，以熟悉市场规则和碳排放报告义务；2027年起进入“深化完善阶段”，将优化监管机制与配额分配方式，行业配额总量将逐步适度收紧，旨在降低整个行业的碳强度。

尽管碳市场具备减排潜力，但其当前设计存在明显局限。首先，碳市场未设定绝对排放总量上限，而是采用一套基于排放强度的基准机制，企业根据各自的生产规模获得免费配额。简言之，这种机制仅能激励企业更加高效（减少单位产量的碳排放），若产量持续增长，其对总排放量的控制将收效甚微。即便企业碳排放超过基准，也只需通过二级市场从其他企业购买配额来“抵消”超额部分³²。

其次，中国的碳价仍处于较低水平：2024年中国碳价平均仅为13.33美元/吨³³；相较而言，同期欧盟碳价则高达70.07美元/吨³⁴。低迷的碳价极大地削弱了企业投资高成本低碳技术的经济动力，而配额供给过剩也对碳价低位运行起到了推波助澜的作用，不利于行业的绿色投资。

不过，中长期来看这一局面或将有所改善。2024年8月，国务院印发《关于加快构建碳排放双控制度体系工作方案》的通知³⁵，提出将从单一的碳排放强度控制转向总量和强度双控制度体系，这与碳市场引入绝对排放上限的思路一致。根据规划，中国将在“十五五”时期（2026-2030年）碳达峰后，实施以总量控制为主、强度控制为辅的碳排放双控制度。此外，自2021年全国碳市场启动以来，中国的碳价已上涨超过十倍，未来仍有上升空间。

23. 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，2023年12月，https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/fzggwl/202312/t20231229_1362999.html

24. 《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》，2019年4月，https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk03/201904/t20190429_701463.html

25. 《十四五循环经济发展规划》，2021年7月，<https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202107/P020210707324072693362.pdf>

26. Scrapware, 'China's Iron and Steel Scrap Standards for Imports Takes Effect', 2021年1月，<https://www.scrapware.com/blog/chinas-iron-and-steel-scrap-standards-for-imports-takes-effect/>

27. 各类出口商品税率详见：<https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202412/P020241228531750652541.pdf>

28. Shanghai Metal Market, 'China Resources Recycling Group Established, New Opportunities for Steel Scrap Industry', 2024年11月，<https://www.metal.com/en/newscontent/103035093>

29. 中央人民政府网站, 'Plan focuses on carbon footprints', 2024年6月11日，https://english.www.gov.cn/news/202406/11/content_WS6667b1ecc6d0868f4e8e7fbf.html

30. 《完善碳排放统计核算体系工作方案》，2024年10月24日，https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202410/t20241024_1393879.html

31. 《全国碳排放权交易市场覆盖钢铁、水泥、铝冶炼行业工作方案》，2025年3月26日，https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk03/202503/t20250326_1104736.html

32. International Carbon Action Partnership, 'China officially expands national ETS to cement, steel and aluminum sectors', 2025年4月10日，<https://icapcarbonaction.com/en/news/china-officially-expands-national-ets-cement-steel-and-aluminum-sectors>

33. International Carbon Action Partnership, 'Chinese National ETS', <https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-national-ets>

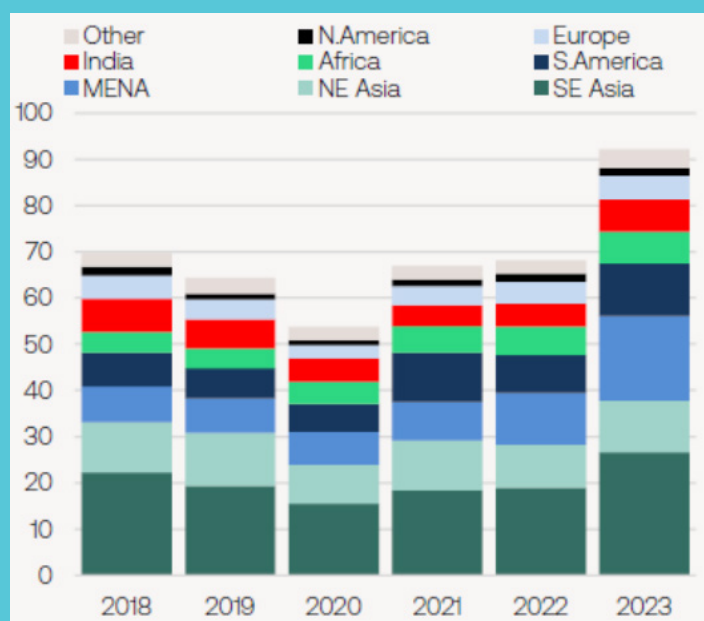
34. International Carbon Action Partnership, 'EU Emissions Trading System (EU ETS)', <https://icapcarbonaction.com/en/ets/eu-emissions-trading-system-eu-ets>

碳边境调节机制的影响

外部因素对推动中国钢铁行业脱碳也起到了一定的促进作用，例如一些贸易伙伴实施的碳边境调节机制（CBAM）。该机制针对进口商品中的隐含碳排放征收碳关税，并由进口商承担相应成本。这相当于给中国出口海外市场的钢材施加了一个附加碳价。若中国出口的钢铁产品与进口国国内产品的碳强度差异较大，中国钢铁产品的竞争力将受到冲击。目前，欧盟已启动实施 CBAM（过渡期将于 2025 年 12 月结束），英国、加拿大等国也已纷纷效仿，陆续发布了本国的类似计划³⁶。

2023 年，中国出口至欧盟且受 CBAM 覆盖的产品总额超 140 亿欧元，其中钢铁产品占比超过 80%³⁷。与此同时，欧盟的钢铁产能中，煤炭高炉占比 55%-60%，剩余 40%-45% 为电弧炉³⁸。这意味着欧盟钢铁的平均碳强度显著低于中国。更关键的是，欧盟实施 CBAM 后，出口欧盟的商品将面临与欧盟内部同等的碳价约束，其价格水平远高于中国标准。这将大幅削弱中国钢铁产品在欧盟市场的竞争力，导致市场份额流失。这可能会倒逼中国钢铁企业降低产品的碳足迹以维持欧盟市场准入，从而推动行业脱碳。

图 5：2018-2023 年中国钢铁出口目的地分布（单位：百万吨）



但 CBAM 的实际影响力不应被过度扩大。中国钢铁产品的主要出口市场是亚洲、中东和南美洲，而欧盟仅占很小一部分³⁹。因此，若碳成本过高导致中国钢铁企业无法在欧盟市场立足，企业可以选择将出口转向其他市场，而非投入脱碳。据业内相关人士透露⁴⁰，多数企业对此持观望态度，在等待 CBAM 全面落地的同时寻找其他替代市场。

中国钢铁行业脱碳对于全球达成净零排放目标至关重要，然而该行业仍深陷产能过剩以及因高度依赖高炉导致碳强度居高不下的双重困境。尽管碳关税等外部压力可能起到一定推动作用，但钢铁行业脱碳的核心动力仍将来自中国国内的政策举措以及对碳中和目标的追求。在此背景下，“十五五”规划将为中国实现碳达峰和为达峰后的减排路径提供关键指引。中国钢铁行业仍需加快脱碳步伐，前路依然艰巨。

文 / Andrea Montanari

ECECP 初级研究生学者

35. 《关于印发加快构建碳排放双控制度体系工作方案的通知》，2024 年 8 月，https://www.gov.cn/zhengce/content/202408/content_6966079.htm。

36. Zero Carbon Analytics, 'Carbon Border Adjustment Mechanisms require coordinated global action', 2024 年 11 月 7 日，<https://zerocarbon-analytics.org/archives/economics/carbon-border-adjustment-mechanisms-require-coordinated-global-action>

37. Elisabetta Cornago, Aslak Berg, 'Learning from CBAM's transitional phase. Early impacts on trade and climate efforts', Centre for European Reform, 2024 年 12 月，p5, <https://www.cer.eu/publications/archive/policy-brief/2024/learning-cbams-transitional-impacts-trade>

38. 数据来源 Eurofer，欧盟钢铁工业协会。

39. Breakwave Advisors, 'The big picture: China's steel sector and export outlook', 2024 年 4 月 5 日，<https://www.breakwaveadvisors.com/insights/2024/4/5/the-big-picture-chinas-steel-sector-and-export-outlook>

40. 基于与 Agora 研究人员的访谈。

中国的负电价背后， 是煤电的过度使用

要让风电光伏可持续发展，
煤电就要真正成为“调节性、支撑性”角色。



煤电“过度使用”：以浙江为例

2025 年上半年，浙江、山东等多个省份出现频繁的电力价格极低，甚至“负电价”现象。例如在浙江，1 月春节期间，电价频繁达到 -0.2 元/度最低限价。五一的 5 天公众假期中，山东电力现货交易市场更是出现了连续 22 个小时的负电价。

这一现象背后，揭示出中国电力系统脱碳转型的悖论：尽管风电光伏快速发展，本应该是作为灵活调节性电源的煤电，却在被过度使用。

中国电力系统正处在一个关键转折点。一方面，电力需求快速增长，2022–2024 年，多地年用电增速达到 8–10%，特别是浙江、湖北与江苏等地；另一方面，至今仍有超过 2 亿千瓦以上煤电在建或者批准建设。截至 2024 年底，中国煤电装机约 12 亿千瓦，笔者认为 2030 年这一数字可能达到 15 亿千瓦乃至更多。

政府政策文件已屡次提出“煤电定位为支撑性、调节性电源”。而要实现这一愿景的关键在于，调度逻辑、市场机制和制度安排是否能够协同。这也是未来电力脱碳的主要挑战。

国家能源局的负责人曾表示，浙江今年的负电价现象，是由于春节期间电力负荷即电量需求减少，而新能源供过于求导致。

能源数据服务提供商国能日新的数据显示，1 月 27 日除夕中午，浙江省全网的负荷降低至约 1700 万千瓦。这时，用于维持电网稳定运行的调度命令指引发电（即“非市场化总出力”，大部分是煤电）就覆盖了本地需求。

由于各省普遍存在“基准电价”机制，部分电厂可以按照这一固定价格获得发电收益，而不是通过市场竞争决定电价。在这种情况下，尽管一些煤电发电成本较高，在市场中缺乏竞争力，但只要保证盈利就会开机运行。本应通过市场竞争决定发电量的，具有竞争力的部分资源（主要是可再生能源和少量煤电）失去了进入市场的空间。这类市场外（out-of-market commitment）的开机现象，导致了系统层面的煤电“过度使用”。

笔者认为，煤电出力应当基于最少的机组组合，过多备用可能压制灵活调节资源的空间。比如，1700 万千瓦的需求可以由 17 台百万千瓦煤电机组满负荷运行提供，也可以是由 34 台机组以 50% 负荷运行。但后者煤电机组已经是最小出力状态，无法再向下调，系统灵活性必然比前者差，难以进一步给风电、太阳能发电腾出空间。这属于微观层面的煤电过度使用——开机台数问题。

此外，在这种低负荷时段，浙江外部送入电力（超过 70% 为煤电）未随系统电力需求下降而同步减少。这意味着，系统外调度安排并未基于电价或者供需灵活响应，而是执行了提前设定的僵化计划。本地煤电之外，从其他省份输入的煤电也属于“过度使用”。

在中国的电力调度体系中，每个省是事实上的电力平衡单元（Balance area）。而当本地已经供大于求，价格走低甚至为负的时候，本不需要使用存在明显输电成本的外省来电。这一现象不仅反映了局部地区资源配置的扭曲，也揭示了宏观层面煤电依赖程度偏高的问题。

负电价如何产生？

如果大量发电由行政指令决定，那么在日前市场中，市场需求量就被压缩了，发电的价格就会下降，甚至出现负电价。

以 2025 年前五个月的市场实际数据为例。我们的统计分析显示：浙江与山东省份在风光出力占比达到 20% 至 25% 时，几乎全天面临负电价。当电力需求下降至最大需求的 55% 以内，风光光伏的发电即使只占 10%，也会频繁触发负电价。

2025 年 4 月，山东光伏现货结算均价仅为 2 分钱 / 千瓦时，远低于煤电基准电价 35—45 分。这一现象背后的主要原因是电网调度部门直接调度指挥，绕开市场交易确定发电机组组合。这类“直调机组”通常占到总需求的 50% 左右，严重挤压了通过市场竞争形成电价的空间，导致光伏等可再生能源在市场中的边际价格极低。

同时，市场结构本身呈现割裂状态。日前市场往往并不接受用电企业报价，企业无法通过主动竞价调整用电行为；三个市场——日前、实时市场与中长期合约市场，像三个独立的商店，用电需求无法在三者中流动。中国当前的中长期供电合同体系仍以“物理交付”为主，即发电厂必须实际发电，把对应电量送入电网，完成供电合同。

但电作为同质化商品，进入电网后无法区分来源，理论上可以通过市场购电来履行合同，不必非得让签约电厂“专门发这部分电”。这种“物理交付”，缺乏灵活性，影响了电力资源的优化配置。



从电力经济学基本原理出发，最后一个被需要发电的机组（边际机组）决定市场价格，这样能以社会福利最大化的方式保证供需平衡。因此在当前以煤电为主的结构中，理论上定价应围绕满足需求的边际煤机燃料成本波动。但现实中，中国部分省份电价大幅低于理论价格，且波动异常剧烈。

这是因为，成本较高的部分煤电被优先安排发电（通过非市场方式），挤占了本应由低成本机组占据的市场空间。结果是成本更低的可再生能源反而在某些时刻，成为了边际机组，用它们的低成本，甚至负成本来定价，因此出现负电价的局面。

负电价的中外区别

欧美市场也存在负电价，但产生的原因和发生的频率与中国有显著区别。

在欧洲，多数电力交易所与调度机构相互独立。电力交易所决定电力买卖合约数量和位置，调度机构不参与交易过程，只负责后续的电力平衡市场与总体调度工作。欧洲普遍采用自调度（self-dispatch）模式，发电企业根据自身报价决定发电安排，市场决定其收益。

调度是市场而非行政命令的一部分，通常需要在市场采购各种辅助服务资源。但由于能量市场和辅助服务市场分离，可能存在效率损失问题。例如，当发电厂签有中长期合同，而其发电成本高于当前市场价格时，从经济角度应停止发电，直接市场购电来履行合同交付义务。但现实中，发电厂如选择继续发电，这种行为反而将推高整个电力系统的运行成本，与系统成本最小化的目标冲突。



在美国，独立系统运营商（Independent System Operators，简称 ISOs）体系下，电力市场交易与调度运行高度耦合。调度部门基于统一优化模型，基于市场参与者报价或者成本制定次日发电计划并实时调整，能量与辅助服务也在同一系统内共同定价，整体目标是实现系统运行总成本最小化。

相比之下，中国现有的省级现货市场试点呈现出“权责不对等”的结构：调度部门拥有类似美国的强大权力，但仅承担类似欧洲的“保障物理平衡”义务。缺乏统一的优化目标，也没有给予发电企业自主形成调度计划的权利。

在这种“市场与调度脱钩”的机制下，市场价格往往无法真实反映供需关系。当前极低电价甚至负电价现象，很大程度上并非因为可再生能源占比过高，而是受到大量非市场安排的束缚。这像是一个“带着镣铐起舞”的市场。





负电价的影响

负电价直接压低了风电和光伏的市场价值，若缺乏额外支持机制，将威胁新能源投资的可持续性。

为应对这一问题，2025年中国政府出台了《关于深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展的通知》，在市场定价基础上引入“多退少补”机制，保障风电和光伏收益。

尽管不少机构将该政策解读为“市场化定价改革”，但实际上，该文件以预设价格补偿替代了完全由市场决定新能源收入的机制，更多是在为后续市场规则完善争取缓冲期，而非推进市场化。这种设计可能削弱市场化改革的内生动力，使系统运行逻辑回到“长期成本决定每一个短期价格，调度主导出力安排”的传统模式。这一影响仍需观察。

要避免市场化改革倒退，有两条路径可选：一是强化市场功能，推进调度市场化，提升不同市场间的流动性，让市场主体能根据价格信号自主决策，借鉴欧洲经历；二是建立以经济信号为基础的整体优化调度体系，消除特供电现象，实现调度与交易高度耦合，类似美国部分竞争性市场的做法。

简言之，当前政策为新能源市场化改革提供了过渡方案，但能否持续推动市场化发展，还需进一步完善市场机制和规则。

展望 2030

目前中国的电力系统，可以描述为“一半奔腾，一半停滞”。“奔腾”体现在用电需求持续高速增长；“停滞”体现在管理机制的行政化与集中化趋势加强，正日益走向“市场化”的反面。系统中的投资节奏、发电量结构、价格水平以及市场准入等都在高度行政控制之下。

要消除现货市场的高频负电价现象，就需要避免煤电的过度使用。高频低/负电价、煤电过度使用、系统灵活性不足三个现象可谓“三位一体”。这需要开机组进一步合理化，依靠市场价格或者成本信号来决定运行决策，避免燃煤机组过度开机与过多备用。

笔者认为，基于目前的在建与运行煤电规模，到2030年，煤电装机总量可能达到15亿千瓦，煤电发电占比维持在55%，碳排放仍将以每年0.2%–1%的速度缓慢增长，类似过去5–10年的情况。这与“碳达峰”目标存在差距，但对政策主导者来说，可能仍属可接受的“温和偏离”。而未来中国电力系统改革的动力，可能会来自于国际规则更新、气候议题在内部治理中的优先级提升等因素。

文 / 张树伟、张骥

本文根据知识共享协议

最初发表于对话地球 [Dialogue Earth](#)。

可持续制冷：

如何在保持凉爽的
同时给能源系统“减负”

气温和收入的上升正推动全球制冷需求增长，但公平和可负担性仍至关重要

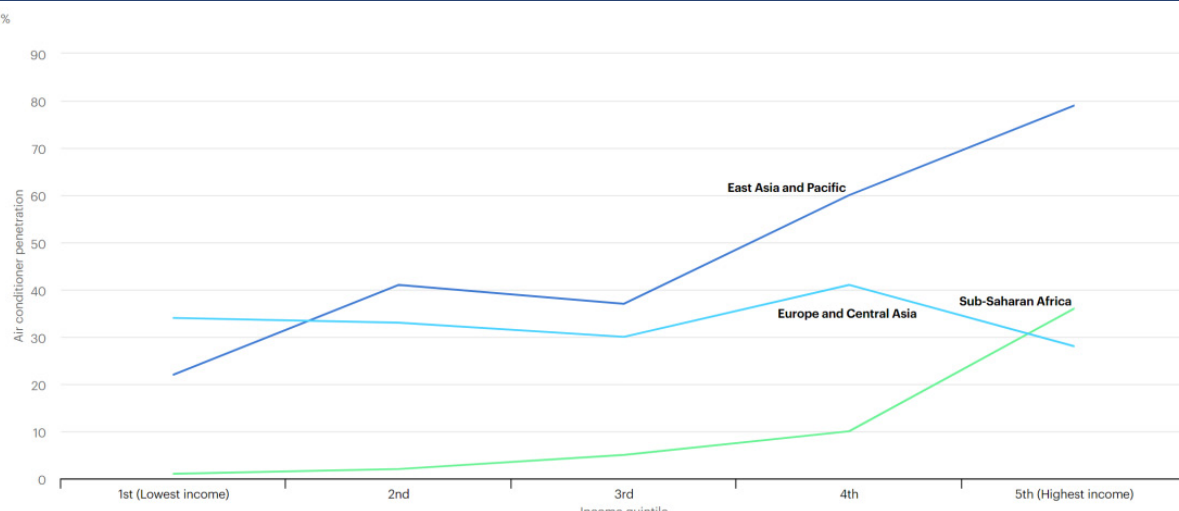
随着气温、人口的不断攀升以及人们收入的提高，全球制冷需求正迅速增长。2024 年，全球平均气温首次较工业化前水平高出 1.5 摄氏度，导致热浪等极端天气事件的频发且强度加剧。与此同时，经济发展正在重塑许多国家空调制冷设备的使用格局，尤其在新兴和发展中经济体，预计到 2050 年全球超过 80% 的制冷用电需求将集中于此。

目前全球约 35 亿人生活在高温地区，但其中仅 15% 拥有空调。不过，未来数年这一局面将发生改变。以东南亚为例，在现行政策框架下，2020 至 2040 年间该地区空调保有量将增长九倍。印尼尤其显著：受生活水平提升驱动，空调普及率预计将从 2023 年的 14% 跃升至 2050 年的 85%。

扩大制冷设备覆盖范围不仅能提升数百万民众的生活质量，更能挽救生命。据世界卫生组织（WHO）统计，全球每年约有近 50 万人的死亡与高温天气有关。尽管对于许多新兴经济体和发展中国家，极端高温并非是新问题，但应对这一挑战的紧迫性正日益凸显。近期热浪已将巴黎的气温推至近 39℃，纽约和首尔也均达到 37℃。西欧更是创下有记录以来最热的六月，这表明传统温带地区也正日益受到高温影响。

尽管空调的需求快速增长，但制冷设备的使用仍存在显著不平等，尤其体现在不同收入阶层之间。以东亚及太平洋地区为例，低收入家庭空调普及率仅约 25%，而最高收入家庭普及率超过 75%。在撒哈拉以南非洲地区，尽管制冷需求迫切，但除最富裕的五分之一人口外，空调使用率极为有限，部分原因在于电力供应不足。相比之下，欧洲地区空调普及率虽相对较低（仅 20%），但不同收入阶层间的设备分配更为均衡。

不同地区的空调普及率估算值



制冷需求攀升正 给电网带来严峻 考验，高效技术 成破局关键

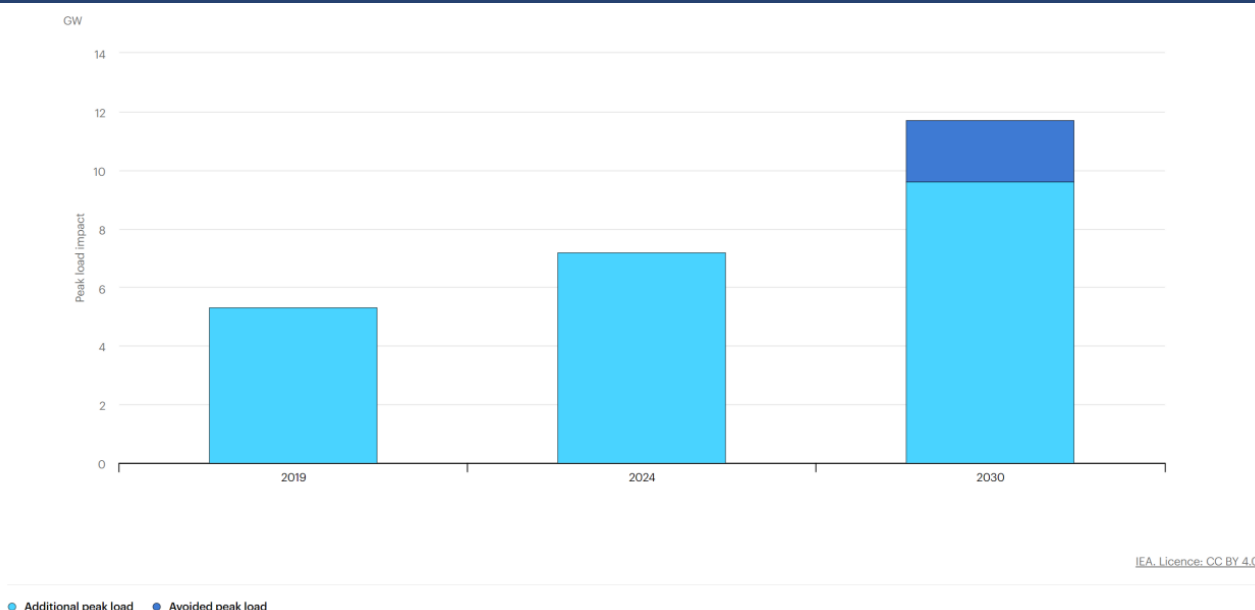
当前，使用空调来给空间降温已成为拉动建筑领域能源需求增长最主要的因素。在现有政策框架下，到 2035 年，这一领域的能源需求将以年均近 4% 的增速攀升，且大部分增长预计将出现在新兴市场和发展中经济体。

尽管空调普及率的提升为家庭抵御高温提供了有效支撑，但也给能源系统带来一系列挑战，其中最为突出的是日间和夜间的用电高峰负荷都明显增加。在 2025 年初夏的热浪期间，空调保有率较低的法国，其夜间用电峰值比非供暖季平均水平高出 25%；而空调保有率较高的纽约，这一差值更是达到 90%。

这种由制冷需求引发的用电高峰，会对电力供应的可负担性和可靠性构成威胁，尤其是在没有部署高效技术以缓解其对能源系统影响的情况下。

国际能源署（IEA）的分析显示，2024 年印度户外气温每升高 1°C，用电高峰负荷就会增加 7GW。这一增幅较过去五年显著上升，若不采取进一步提升能效的措施，到 2030 年，气温每升高 1°C 对应的用电高峰负荷增幅可能会进一步升至 12GW。倘若印度遭遇类似近年的热浪（气温异常偏高 4°C 以上），额外增加的高峰负荷将达到 47GW，给电网和电力生产带来巨大压力。不过，若从现在到 2030 年销售的所有新空调均采用高能效机型，其高峰负荷的增幅可降低 20%。

2019–2030 年印度室外温度升高 1°C 导致的额外高峰负荷，及销售高能效空调可避免的高峰负荷



提高能效： 让制冷效益 触手可及

随着家庭寻求有效的制冷解决方案、政策制定者致力于缓解电力系统承受的压力，提升空调能效将成为关键的短期对策。

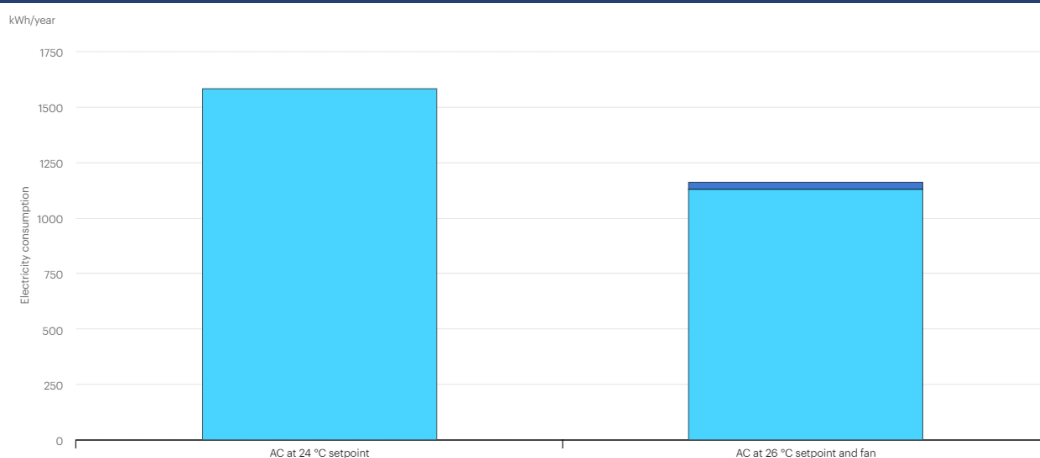
全球范围内，新售空调的平均能效仅为顶级机型的一半。但高效设备未必意味着更高的成本。国际能源署对东南亚和拉丁美洲的分析表明，消费者花费相同的费用便可以买到能效比在 3 到 6W/W 以上的空调，也就是说，虽然前期投入相同，但能效却能相差一倍。

推广高能效设备不仅能缓解电力系统压力，更能为消费者节省开支。在 IEA 第十届全球能效年度会议上，近 50 国部长达成共识，将共同推动空调等节能家电的普及，以提升能源的可负担性。

即便如此，设备能效仅是解决方案的一部分。此外，略微调高空调的设定温度，或搭配风扇使用，也能帮助消费者显著降低能耗。这些方案无需牺牲热舒适性，但却能大幅降低电费支出。

新加坡一项对热舒适度的研究显示，当空调设定较高温度并配合风扇使用时，参与者反馈的舒适度与单独使用空调时相当，甚至更高。这种方法能耗更低：在新加坡隔热良好的建筑中，将普通能效空调设定为 26℃ 时，能耗比设定为 24℃ 时降低约 30%。且与将温度设定值调低 2℃ 相比，配合风扇使用所增加的额外能耗可谓微乎其微。

空调在不同设定温度下的能耗，以及配合风扇使用达到同等热舒适度所需的额外能源需求



IEA Licence: CC BY 4.0

● Air conditioner ● Fan

可持续制冷： 全局性思维， 注重城市规划和 建筑设计

保持凉爽远不止安装空调这一种方式。建筑设计
与城市规划的方式，会对制冷需求的规模产生显著影
响。

在建筑层面，合理的保温隔热与外部遮阳措施，
可使建筑制冷需求降低高达 80%；而自然通风等被动
制冷技术，能快速缓解高温，使室内温度下降最高 9℃。

随着极端高温日益频繁，重新审视城市设计同样
重要。例如今年巴黎热浪期间，市中心公园的夜间温
度比周边的建筑密集区低 7℃ 左右。在城市规划中融
入更多的绿地空间（如公园、树木），能显著减轻热
岛效应，帮助城市在夜间更有效地降温。

政策制定者如今必须采取广泛且长远的策略，应
对日益增长的制冷需求：既要提升设备能效，也要将
制冷考量融入建筑与城市设计之中。

正如 IEA 最新修订的《能源效率政策工具包》（Energy
Efficiency Policy Toolkit）所强调的，融合支持性法规、信
息引导与激励措施的均衡方案，是最大限度减轻全球制冷
需求增长对能源系统负面影响的关键。

出台能够支持更合理的城市规划、更严格的建筑能效
规范以及空调最低能效标准的政策法规，将有助于确保高
能效成为行业标配——在无需提高空调购买价格的前提
下，降低消费者的使用成本。目前，尽管已有 80 多个国家
实施强制性建筑能效法规，100 多个国家制定了空调最低
能效标准，但这些法规的严格程度差异显著，仍有较大改
进空间。

信息引导能帮助人们做出更合理的选择。例如，能效
标签便于消费者选购高能效空调；温度设置指南则有助于
培养消费者良好的节能习惯，降低电费支出。

补贴等激励措施也能推动高效空调、风扇及其他制冷
设备的普及。政策制定者若将补贴精准投放至最需要且最
脆弱的群体，还可以产生一举多得的效果，不仅能够降低
能源账单、保障公共健康，还可有效减少碳排放。

当下制定明智政策，既能确保可持续制冷的效益惠及
普通民众，又能有效平衡其对能源消耗及环境的影响。

政策是最大限 度降低制冷对 能源系统影响 的关键

文 / Fabian Voswinkel、Doriane Senat、

Nives Della Valle、Giulia D' Angiolini、Federico Callioni

本文根据知识共享协议 CC BY 4.0 转自国际能源署（IEA）。



欧盟 ETS2 覆盖部门脱碳支持措施研究

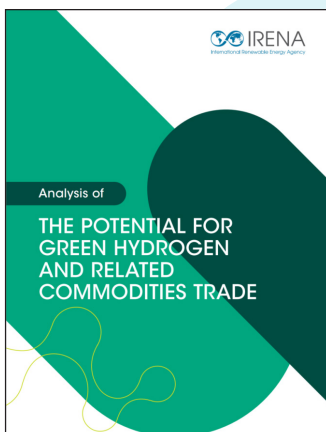
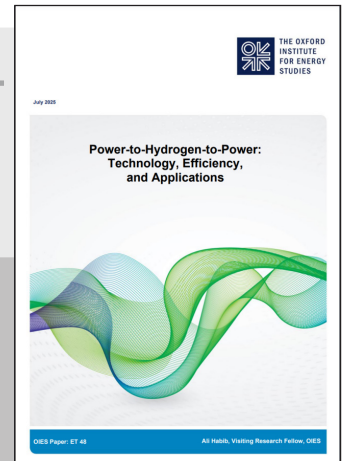
欧盟委员会气候行动总司近日发布最新研究报告，系统性地梳理了欧盟成员国在道路运输、建筑和小型工业领域的脱碳支持举措，旨在为 2027 年即将启动的欧盟第二碳市场 ETS2 覆盖领域制定切实可行的脱碳工具箱。该报告由研究机构 Ricardo AEA 编制，选取了 21 个具有成本效益且可扩展的早期脱碳措施作为研究案例，包括税收优惠、补助金、软性贷款、标准以及宣传活动等举措，并且特别强调了三项具有巨大潜力的补充性措施。这些措施均旨在降低脱碳的前期成本、加速电动汽车和热泵的普及、扩大充电基础设施、改造建筑及提升工业能效。普及这些措施将有助于提升 ETS2 的影响力，助力实现公平转型。为缓解弱势家庭、小微企业和交通用户面临的燃料及取暖成本上涨的压力，欧盟设立了价值 867 亿欧元的社会气候基金，资金主要来自 ETS2 拍卖收入。通过展示这些实际案例，这份研究报告为成员国提供了及时的指导，以帮助其更好地设计和实施相关脱碳措施，并且有效利用 ETS2 收入，避免给民众带来过重负担。

→ [More](#)

电 - 氢 - 电转换 (PtP) : 技术、效率及应用

氢能在电力领域扮演着关键角色，不仅能为电力系统提供灵活性，还可以用来存储能源，又能作为清洁燃料。电 - 氢 - 电 (PtP) 储能技术可将过剩的可再生能源转化为氢能存储起来，既可供现场使用，也可运输至需求所在地使用。当用电需求激增时，储存的氢气可以重新用来发电。由于每个转换环节都会产生一定的能量损耗，循环效率成为 PtP 技术的核心考量因素。牛津能源研究所的这篇论文评估了利用可再生能源生产氢气并进行再发电的效率，同时探讨了 PtP 技术的应用潜力，并与电池储能、抽水蓄能电站等其他储能技术进行了对比。尽管 PtP 技术能够为电力系统灵活性、电网稳定性和电力市场提供支持，但其价值很大程度上取决于系统的需求、市场环境以及政策框架。研究结果凸显了氢能在构建坚强韧性低碳的能源系统中的战略价值。

→ [More](#)



绿氢及相关大宗商品的贸易潜力分析

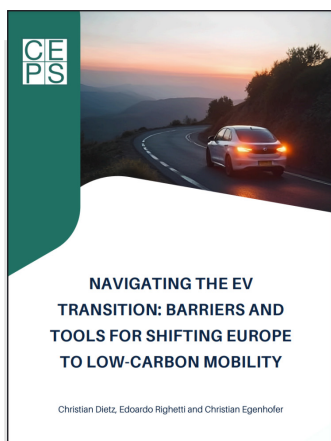
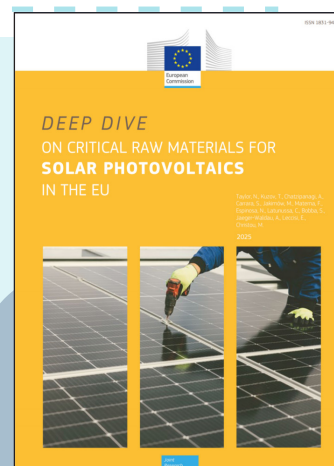
通过可再生能源电力电解水制取的绿色氢气，被视为连接不同能源领域并支持脱碳进程的关键要素。国际可再生能源署 (IRENA) 发布的这份报告，采用成本优化方法，分析了到 2050 年绿色氢气及相关大宗商品 (包括氨、电子甲醇和氢直接还原铁 DRI) 贸易的技术经济潜力。对于消费地区来说，这类商品交易能够帮助其获取资源丰富且成本低廉地区的绿色原料，从而有助于提升其工业竞争力，对于生产地区而言，则能够有效拉动经济的多元化发展。该研究基于 IRENA 2022 年的分析成果，结合更新后的市场和政策假设，探讨了全球绿色氢能贸易如何助力实现安全、低碳且经济高效的能源转型。

→ [More](#)

欧盟太阳能光伏关键原材料深度分析

欧盟在扩大太阳能光伏（PV）制造业规模方面面临严峻挑战，特别是在光伏产业链所需的关键原材料（CRMs）供应方面。欧盟委员会联合研究中心发布的这份报告分析了当前及未来全球与欧盟的原材料需求趋势，重点关注 2030 年和 2050 年两个时间节点，并设定了两种情景：基准情景（现有技术下的渐进式增长）与创新情景（加速采用硅-钙钛矿叠层电池等先进技术）。研究结果显示，光伏市场的增长将继续高度依赖硅、银、铜等原材料，且相关需求预计将大幅上升。循环经济措施（如回收利用）可帮助缓解供应压力，但欧盟企业在光伏废弃物收集、回收效率、法规协调及回收材料市场开发等方面仍面临挑战。以欧盟的战略能源技术计划（SET Plan）和欧洲光伏技术平台（ETIP PV）战略研发议程为指导，开展协同研发，对于支撑欧盟太阳能光伏产业的可持续发展、提升产业韧性将至关重要。

→ [More](#)



驾驭电动汽车转型： 欧洲迈向低碳出行的障碍与支撑工具

欧洲汽车产业正处于关键转折点，要实现欧盟的气候目标，推广电动汽车已成为必然要求。从内燃机汽车（ICEV）向纯电动汽车（BEV）的转型，不仅正在重塑汽车产业的收入结构、成本结构与供应链，对欧盟汽车产业的竞争力也将产生深刻影响。这份由欧洲政策研究中心（CEPS）撰写的深度分析报告，聚焦轻型车辆（乘用车与面包车），探讨了欧洲汽车产业面临的挑战。报告评估了向纯电动汽车转型对产业收入与成本的影响，并指出了供应链持续存在的风险。报告警示称，指出若不能扩大关键价值链规模，欧洲本土附加值将面临下滑风险。此外，报告还提出了加速车辆电气化转型的金融支持措施，包括针对消费者采购、技术创新、基础设施建设和技能培养等领域的定向扶持措施。

→ [More](#)



info@ececpc.eu



北京市朝阳区东方东路19号
DRC 亮马桥外交办公大楼 D1 座 1291A 室
邮编 100600

www.ececpc.eu

主编: 赤洁乔

英文编辑: Helen Farrell

反馈及投稿: magazine@ececpc.eu

中欧能源合作平台项目 (ECECP) 由欧盟提供资助。



Funded by
the European Union