



碳桥

为您提供新兴碳市场的形势政策和深度解读

环保桥季刊-2022 第三季度

Climate Bridge Quarterly - Q3 2022

本期导览

政策聚焦	1
市场动态	3
低碳前沿	11
国际洞见	13
环保桥观察	22

生态环境部印发《省级适应气候变化行动方案编制指南》

2022.09.15

为贯彻落实《国家适应气候变化战略 2035》，指导和规范省级适应气候变化行动方案编制工作，强化省级行政区域适应气候变化行动力度，近日，生态环境部印发《省级适应气候变化行动方案编制指南》（以下简称《指南》），指导各省级生态环境厅（局）联合相关职能部门建立专门工作机制，制定工作方案，尽快启动省级适应气候变化行动方案编制工作。

《指南》指出，编制省级适应气候变化行动方案，是省级行政区域落实《国家适应气候变化战略 2035》、强化省级适应气候变化行动的重要举措，有利于省级行政区域防范气候变化不利影响和风险，助力生态文明建设、美丽中国建设和经济高质量发展。各地要在深入分析本地区气候变化特征和趋势、影响和风险、现状和形势的基础上，明确本地区适应气候变化主要目标、重点任务和保障措施，形成省级适应气候变化行动方案，为推动本地区适应气候变化工作提供行动指导。

国家电网公司印发《绿色现代数智供应链发展行动方案》

2022.09.22

近日，国家电网有限公司正式印发了《绿色现代数智供应链发展行动方案》，从重要意义、指导思想、建设目标和体系框架等方面进行全面阐述，部署重点任务，围绕“绿色、数字、智能”现代化发展方向，聚焦供应链“效率、效益、效能”提升，进一步推动供应链平台与服务升级、绿色和数智升级，加快打造行业级供应链3.0版，持续提升供应链的发展支撑力、行业带动力、风险防控力，更好推动公司战略实施，促进“一体四翼”高质量发展，助推能源电力产业链供应链高质量发展。

广东省印发文件，全面提升电动汽车充电基础设施服务能力，以助力“双碳”目标实现

2022.09.26

为支撑新能源汽车产业发展，突破充电基础设施发展瓶颈，推动构建新型电力系统，助力“双碳”目标实现，广东省印发贯彻落实《国家发展改革委等部门关于进一步提升电动汽车充电基础设施服务保障能力的实施意见》重点任务分工方案，以助力“双碳”目标实现。要求加速建设充电基础设施体系，普及充电设备，支持电动汽车产业发展，并为能源局等各地市、省有关单位及电网企业下达细化任务，推进充电设施的普及。

政策聚焦

港交所：正研究自愿碳排放市场交易及清算平台

2022.10.03

在立法会财经事务委员会上，港交所市场联席主管苏盈盈表示，交易所正针对自愿碳排放市场，进行交易和清算平台的研究，以及制订适用于香港的相关标准。

苏盈盈提到，港交所两年前已针对香港碳市场发展进行铺排，打造可持续及绿色交易所(STAGE)，为市场提供更多碳排放资料。交易所7月进一步成立香港国际碳市场委员会，希望吸引国内外碳权拥有者或企业用家等来香港市场运作，建立买家和卖家网络。

欧盟委员会批准为氢价值链项目提供 52 亿欧元国家援助

2022.09.21

当地时间9月21日，欧盟委员会通过了名为Hy2Use的项目规划，致力于促进欧盟氢能价值链发展。该规划将为氢能项目提供52亿欧元的公共资金，并带动额外的70亿欧元社会投资。规划采用成员国集体准备、共同出资的模式，包括法国、意大利、荷兰和芬兰在内的13个欧盟成员国参与其中。

印尼金融服务管理局：碳市场将成实体领域融资替代方案

2022.09.28

9月27日，马横德拉在“线上2022年碳交易国际研讨会”上说道：“印尼是世界热带雨林第三大的国家，面积达到12,500万公顷热带雨林的碳吸收能力达到250亿吨，因此具有引领碳市场发展的巨大潜力。”他接着称，碳吸收能力不包括红树林和其他吸收能力更大的植物在内。因此，印尼仅从碳交易中就可以获得高达5,650亿美元的收入。马横德拉称，作为政府颁布的政策之一，碳定价在应对气候变化过程中起到重要作用，这是因为政府可以采取激励措施来鼓励减排并对排放量超限起到抑制作用。

泰国启动碳交易平台

2022.09.29

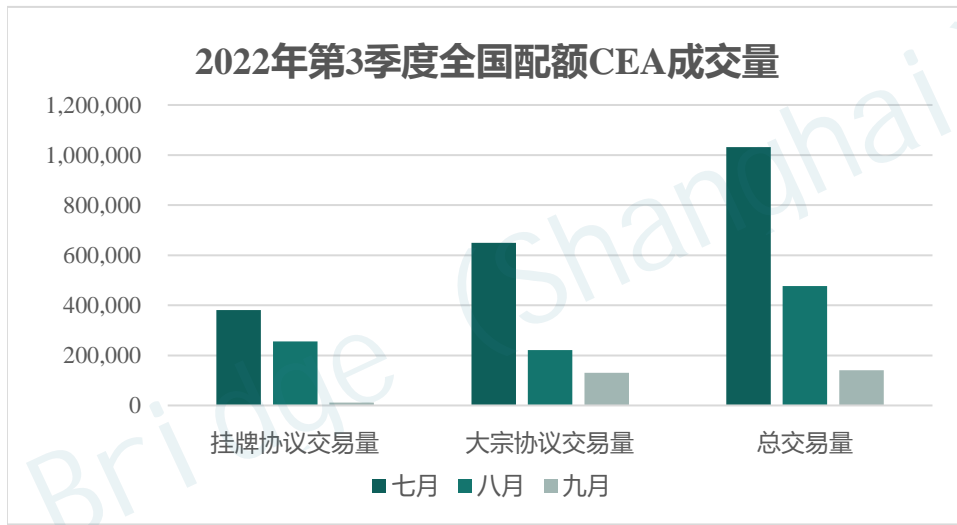
泰国是受气变影响最为严重的前十个国家之一，泰国政府已宣布2050年实现碳中和、2065年实现净零排放。曼谷邮报9月22日消息，泰国工业院联合泰国温室气体管理组织，宣布正式启动泰国碳交易平台(FTIX)。泰国工业院副主席颂抛特表示，该平台将鼓励企业减少碳排放，助力政府应对气候变化。企业通过环境项目实现的温室气体减排量，均可以在平台交易从而抵消排放量。同时，平台还支持可再生能源证书(REC)，企业可以将REC在平台作为能源商品进行交易。

UNFCCC：有关碳市场的监管机构第6.4条机制取得重要进展

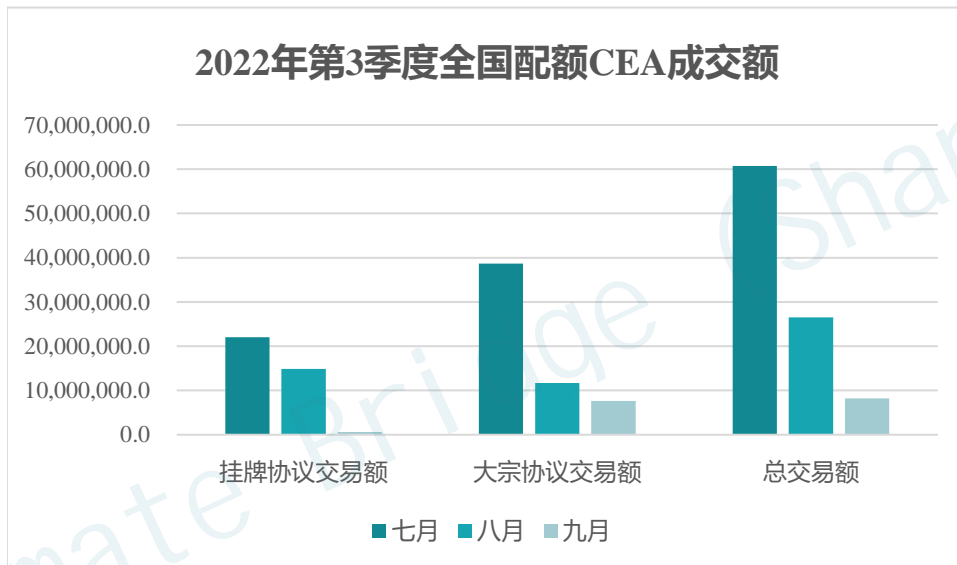
2022.10.08

在9月19日至22日举行的负责监督巴黎协定的监管机构的第二次会议上，有关碳市场的监管机构第6.4条机制取得重要进展。会上就提交给作为《巴黎协定》缔约方会议的缔约方大会(CMA)的几项建议达成了一致，所有这些建议都表明了监管机构的坚定承诺——确保高质量和快速敲定第6.4条机制。基于这些建议，监管机构确认其计划为国际碳市场提供一个新的标准，以促进减缓与适应气候变化。

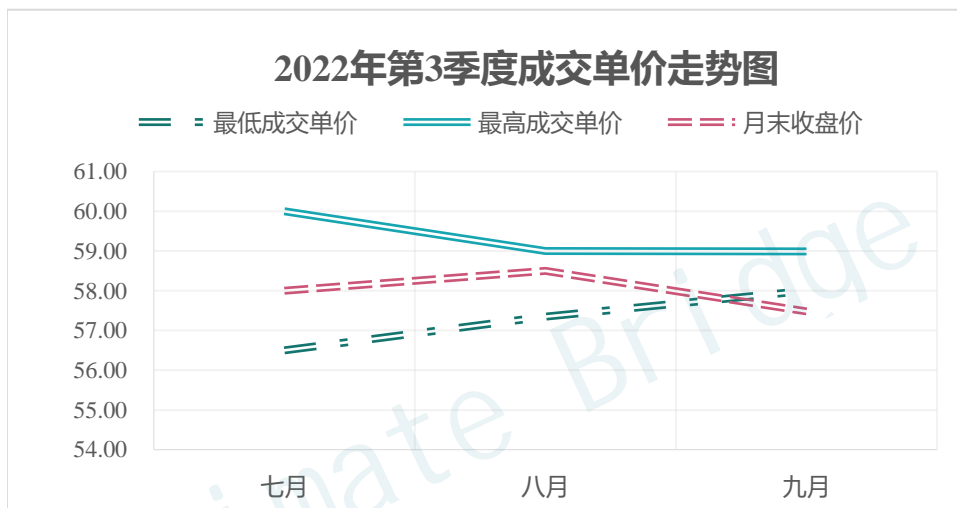
市场行情



(单位: 吨) (数据来源: 全国碳交易 公众号)



(单位: 元) (数据来源: 全国碳交易 公众号)



(单位: 元/吨) (数据来源: 全国碳交易 公众号, 详见附“附录”表1)

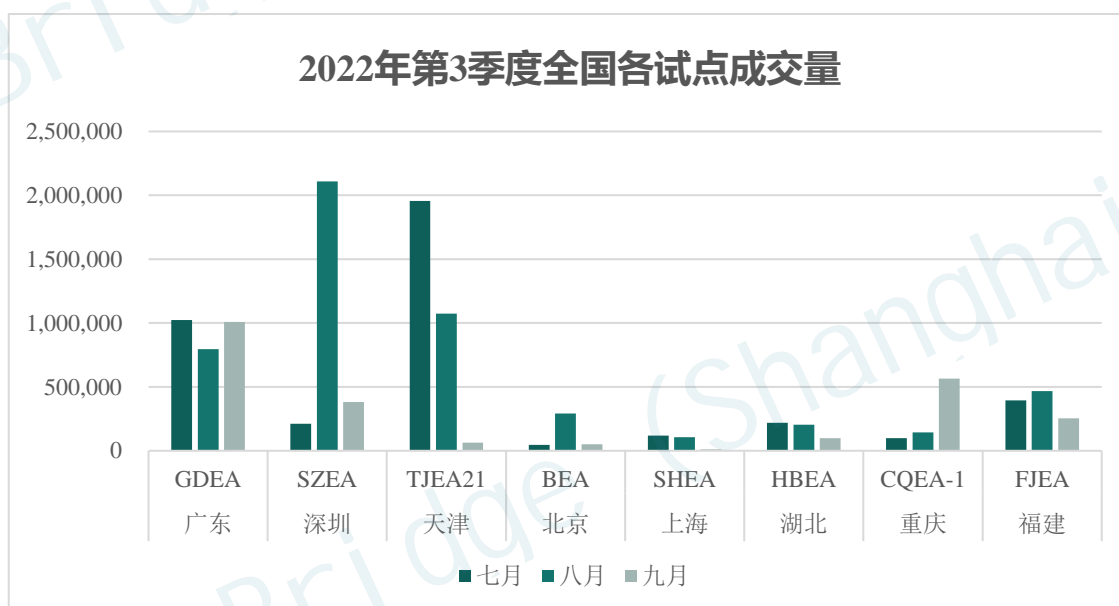


市场动态

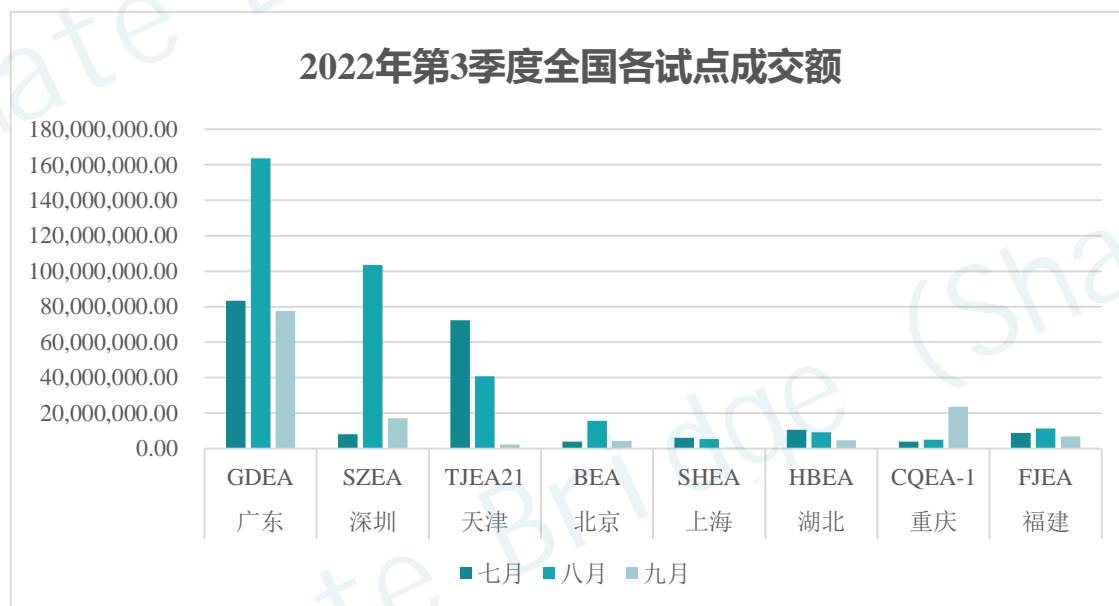
2022年第3季度挂牌协议交易成交量 648,502 吨，总成交额 37,564,562.1 元，最高成交价 60.00 元/吨，最低成交价 56.50 元/吨。2022年9月30日收盘价为 57.48 元/吨，同比增长 0.84%。

2022年第3季度大宗协议交易成交量 1,001,335 吨，总成交额 57,986,097.5 元。

截至 2022 年 9 月 30 日，全国碳市场碳排放配额 (CEA) 累计成交量 195,156,737 吨，累计成交额 8,559,308,739.58 元。2022 年第 3 季度全国碳市场碳排放配额 (CEA) 累计成交量增长 1,649,837 吨，2022 年第 3 季度全国碳市场碳排放配额 (CEA) 累计成交额增长 95,550,659.56 元。



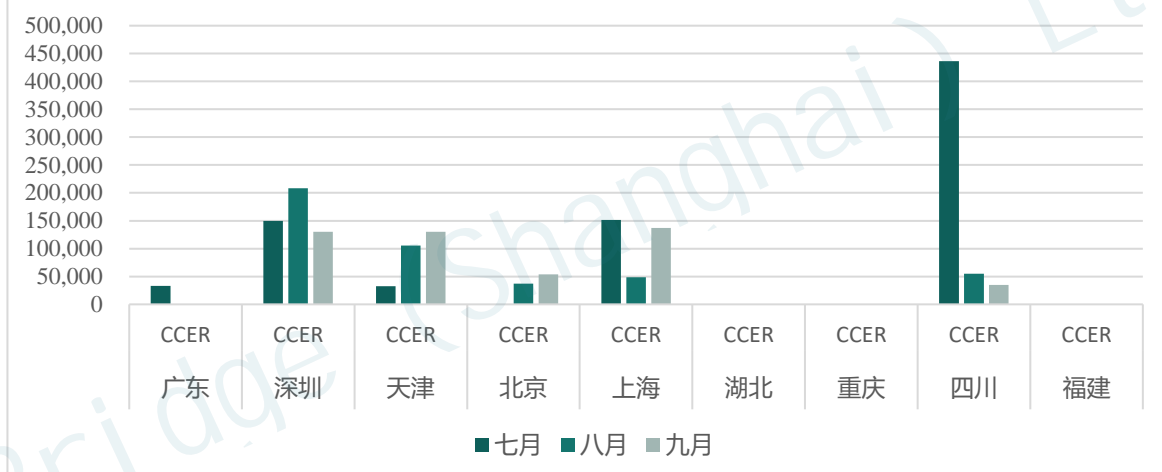
(单位: 吨, 详见“附录”表 2)



(单位: 元, 详见“附录”表 3)

(数据来源: 广州碳排放权交易中心、深圳碳排放权交易中心、天津排放权交易所、北京绿色交易所、上海环境能源交易所、湖北碳排放权交易中心、重庆碳排放权交易中心、四川联合环境交易所、福建海峡交易中心)

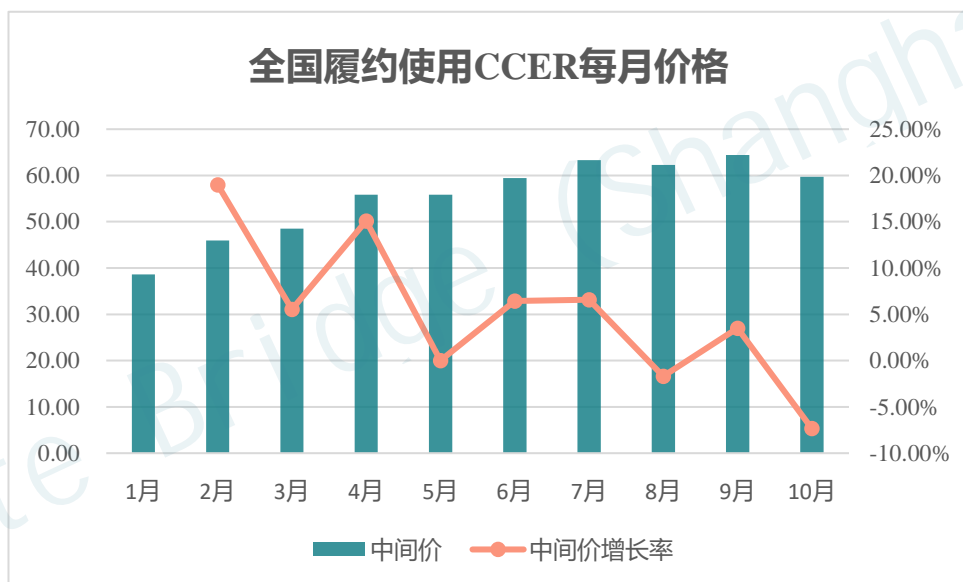
2022年第三季度全国各试点CCER成交量



(单位：吨，详见“附录”表4)

(数据来源：广州碳排放权交易中心、深圳碳排放权交易中心、天津排放权交易所、北京绿色交易所、上海环境能源交易所、湖北碳排放权交易中心、重庆碳排放权交易中心、四川联合环境交易所、福建海峡交易中心)

全国履约使用CCER每月价格



(单位：元/吨) (数据来源：复旦碳价指数)

市场见解

2022年第3季度全国8个区域碳市场配额总成交量为1,170万吨，较上季度下跌18.30%，配额成交额为6.89亿元，较上季度下跌17.37%；本季度CCER交易活跃度较上季度略显下降，CCER总成交量为174万吨，较上季度下降14.78%。

CCER累计公示已通过审定项目2,871个，已获批备案项目总数1,315个，已签发项目总数为391个，签发CCER总量约7,700万吨。

2022年第3季度全国CEA平均成交单价浮动区间在56~60元/吨，第3季度无较大波动，碳市场趋于平稳。

韩正在山西调研并主持召开煤炭清洁高效利用专题座谈会 2022.06.28

新华社消息，中共中央政治局常委、国务院副总理韩正 6 月 28 日到山西太原调研，主持召开煤炭清洁高效利用专题座谈会并讲话。韩正在座谈会上指出，推进煤炭清洁高效利用，是推动能源绿色低碳转型、实现碳达峰碳中和目标的重要途径。要立足以煤为主的基本国情守牢能源安全底线，充分发挥煤炭的“压舱石”作用，为稳定宏观经济大盘、稳物价保民生作出贡献。要坚持远近结合、先立后破，尊重市场规律，加强政府调控，建立有利于可持续发展的长效机制，统筹做好煤炭清洁高效利用这篇大文章。要促进煤电和可再生能源协同发展，充分调动地方和企业积极性，推动煤电联营和煤电与可再生能源联营。要加强监督管理和检查问责，确保抓好电煤中长期合同履行。扎实做好迎峰度夏能源保供工作，切实保障民生用电和企业正常生产用电。牢牢守住安全生产底线，坚决遏制重特大事故发生。

座谈会后，韩正前往太原理工大学省部共建煤基能源清洁高效利用国家重点实验室，详细了解煤炭清洁高效利用基础研究和应用研发情况后强调要进一步加强政策支持，聚焦重点领域和关键环节，促进煤炭清洁高效利用技术深度开发和转化应用。要加强统筹谋划和资源整合，着眼煤炭开采、加工、利用的整个产业链条，不断提升煤炭清洁高效利用水平。

六部门联合发布《工业能效提升行动计划》 2022.06.29

工业和信息化部、国家发展改革委、财政部、生态环境部、国务院国资委、市场监管总局近日联合印发《工业能效提升行动计划》，提出到 2025 年，重点工业行业能效全面提升，数据中心等重点领域能效明显提升，绿色低碳能源利用比例显著提高，节能提效工艺技术装备广泛应用，标准、服务和监管体系逐步完善，钢铁、石化化工、有色金属、建材等行业重点产品能效达到国际先进水平，规模以上工业单位增加值能耗比 2020 年下降 13.5%。能尽其用、效率至上成为市场主体和公众的共同理念和普遍要求，节能提效进一步成为绿色低碳的“第一能源”和降耗减碳的首要举措。

加快推进煤炭利用高效化、清洁化。有序推动煤炭减量替代，推进煤炭向清洁燃料、优质原料和高质材料转变。加快应用煤炭清洁高效燃烧、资源化利用等技术。按照“以气定改”原则有序推进工业燃煤天然气替代。引导企业有序开展煤炭清洁高效利用改造，依法依规淘汰落后产能、落后工艺。

加快推进工业用能多元化、绿色化。支持具备条件的工业企业、工业园区建设工业绿色微电网，加快分布式光伏、分散式风电、高效热泵、余热余压利用、智慧能源管控等一体化系统开发运行，推进多能高效互补利用。鼓励通过电力市场购买绿色电力，就近大规模高比例利用可再生能源。推动智能光伏创新升级和行业特色应用，创新“光伏+”模式，推进光伏发电多元布局。

加快推进终端用能电气化、低碳化。在钢铁、石化化工、有色金属、建材等重点行业及其他行业加热、烘干、蒸汽供应等环节，推广电炉钢、电锅炉、电窑炉、电加热、高温热泵、大功率电热储能锅炉等替代工艺技术装备，扩大电气化终端用能设备使用比例。稳妥有序对工业生产过程中低温热源进行电气化改造。鼓励优先使用可再生能源满足电能替代项目的用电需求。到 2025 年，电能占工业终端能源消费比重达到 30% 左右。

国家能源局发布 1~6 月份全国电力工业统计数据

2022.07.20

7月19日，国家能源局发布1~6月份全国电力工业统计数据。截至6月底，全国发电装机容量约24.4亿千瓦，同比增长8.1%。其中，风电装机容量约3.4亿千瓦，同比增长17.2%；太阳能发电装机容量约3.4亿千瓦，同比增长25.8%。

发改委下达 24 亿元投资支持节能减碳改造

2022.07.25

为贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和重大决策部署，充分发挥中央预算内投资带动作用，推动地方加强节能减碳能力建设，近日，国家发展改革委下达污染治理和节能减碳专项（节能减碳方向）2022年第二批中央预算内投资24亿元，支持各地重点领域和行业节能减碳改造、低碳零碳负碳、节能低碳技术创新示范、资源再生减碳等项目建设。

本批投资计划坚持“一钱多用”，在充分兼顾地区间平衡基础上，积极服务和支持重大区域发展战略建设，重点向京津冀、长江经济带、粤港澳大湾区、长三角、黄河流域等重点区域倾斜。下一步，国家发展改革委将加强投资计划执行情况调度和监督管理，指导和督促有关地区加快推进项目建设，尽早形成实物工作量，有效发挥中央预算内投资效益，为扩大有效投资、推动绿色低碳发展提供有力支撑。

上海发布“双碳”实施意见

2022.07.29

7月28日《中共上海市委、上海市人民政府关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见》提出到2025年，产业结构和能源结构明显优化，重点行业能源利用效率明显提升，绿色低碳循环发展的经济体系初步建立。单位生产总值能源消耗比2020年下降14%，非化石能源占能源消费总量比重力争达到20%，森林覆盖率达到19.5%以上，单位生产总值二氧化碳排放确保完成国家下达指标。

到2030年，产业结构和能源结构优化升级取得重大进展，重点行业能源利用效率达到国际先进水平，绿色低碳循环发展的经济体系基本形成，非化石能源占能源消费总量比重力争达到25%，森林覆盖率力争达到21%，单位生产总值二氧化碳排放比2005年下降70%，确保2030年前实现碳达峰。

到2060年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立，能源利用效率达到国际领先水平，非化石能源占能源消费总量比重达到80%以上，经济社会发展全面脱碳，碳中和目标顺利实现。

工业和信息化部办公厅关于开展 2022 年工业节能监察工作的通知

2022.08.02

8月2日，工信部办公厅印发关于开展2022年工业节能监察工作的通知。通知指出，将重点聚焦行业能效专项监察。对钢铁、石化化工、建材、有色金属冶炼等行业企业开展强制性单位产品能耗限额标准执行情况专项监察。在2021年工作基础上，对钢铁、焦化、铁合金、水泥（有熟料生产线）、电解铝以及炼油、乙烯、对二甲苯、现代煤化工（煤制甲醇、煤制烯烃、煤制乙二醇）、合成氨、电石、烧碱、纯碱、磷铵、黄磷、平板玻璃、建筑和卫生陶瓷、有色金属（铜冶炼、铅冶炼、锌冶炼）行业企业开展全面节能监察。

国家能源局：可再生能源发电新增装机占全国八成

2022.08.06

8月2日，国家能源局新能源和可再生能源司副司长王大鹏表示，今年上半年，我国可再生能源发展持续向好，全国可再生能源发电新增装机5,475万千瓦，占全国新增发电装机的80%。截至今年6月底，我国可再生能源发电装机达11.18亿千瓦。其中，水电装机4亿千瓦（其中抽水蓄能0.42亿千瓦）、风电装机3.42亿千瓦、光伏发电装机3.36亿千瓦、生物质发电装机3,950万千瓦。

九部门联合印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》

2022.08.18

8月17日，科技部、国家发展改革委、工业和信息化部等9部门印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》，统筹提出支撑2030年前实现碳达峰目标的科技创新行动和保障举措，并为2060年前实现碳中和目标做好技术研发储备。到2025年实现重点行业和领域低碳关键核心技术的重大突破，支撑单位国内生产总值(GDP)二氧化碳排放比2020年下降18%，单位GDP能源消耗比2020年下降13.5%；到2030年，进一步研究突破一批碳中和前沿和颠覆性技术，形成一批具有显著影响力的低碳技术解决方案和综合示范工程，建立更加完善的绿色低碳科技创新体系，有力支撑单位GDP二氧化碳排放比2005年下降65%以上，单位GDP能源消耗持续大幅下降。

关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案

2022.08.19

8月19日，国家发展改革委、国家统计局、生态环境部发布《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》。其中提出，到2023年，基本建立职责清晰、分工明确、衔接顺畅的部门协作机制，初步建成统一规范的碳排放统计核算体系。到2025年，统一规范的碳排放统计核算体系进一步完善，数据质量全面提高，为碳达峰碳中和工作提供全面、科学、可靠数据支持。针对区域层面（国家和地方）、行业企业层面、产品层面三类核算对象，同时结合服务于谈判履约的国家温室气体清单编制工作，提出四个方面的重点任务要求。

我国首个百万吨级CCUS项目全面建成投产

2022.08.30

8月29日，中国石化宣布，国内最大的碳捕集利用与封存(CCUS)全产业链示范基地——“齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS项目”正式注气运行，这也是国内首个百万吨级CCUS项目。该项目的建成投产标志着国内CCUS产业开始进入技术示范中后段——成熟的商业化运营。该项目每年可减排二氧化碳100万吨，相当于植树近900万棵，对搭建“人工碳循环”模式具有重要意义。

中国石化实现了该项目碳捕集环节全部设备的国产化，并在碳利用与封存环节拥有部分核心技术。中国石化表示，虽然国内CCUS技术正处于工业化示范阶段，与国际整体发展水平相当，但是部分关键技术仍与国际先进水平存在差距，不同地区的陆上封存潜力差异较大，面临诸多挑战。

工信部：近期将发布实施有色金属、建材行业碳达峰方案 2022.09.07

9月2日，工业和信息化部原材料工业司副司长张海登在主题为“推动原材料工业高质量发展”的“新时代工业和信息化发展”系列新闻发布会上介绍，原材料工业因工艺特点等因素影响，是能耗碳排的大户，是高耗能也是高载能行业，也是为下游产业输入能量的行业。据有关机构测算，原材料工业碳排放约占规模以上工业排放总量的2/3以上，约占全社会排放总量一半以上，是节能降碳的主战场。我部高度重视绿色低碳发展，注重先立后破、统筹推进，科学制定行动路线，注重在保障高质量有效供给的基础上，有序推进“双碳”工作。

预计明年水泥行业正式纳入碳交易体系 2022.09.09

全球水泥销量每年约为40亿吨，每年大概排放24亿吨CO₂，占整个工业排放量的7%。中国水泥销售量每年就有20亿吨，中国水泥行业排放12亿吨CO₂，约占中国每年100亿吨碳排放量的12%以上！

世界水泥协会(WCA)主席宋志平近期在报告会上指出，这些年围绕着水泥行业减碳做了大量的工作，明年水泥行可能正式纳入碳交易体系。

生态环境部发布《全国碳市场百问百答》 2022.09.15

近日，生态环境部网站发布了由国家应对气候变化战略研究和国际合作中心组织编写的《全国碳市场百问百答》。据悉，生态环境部积极搭建了全国碳市场帮助平台并建立了保障员—联络员沟通机制，组织专家团队持续开展全国碳市场问答咨询服务，及时解答全国碳市场各级地方主管部门、相关行业协会、重点排放单位、第三方技术服务机构等相关参与方遇到的政策和技术问题。迄今为止，通过各种渠道收到和解答的问题近千个，涉及碳排放数据监测，报告，核查，配额分配，清缴履约，碳排放数据报送系统，碳排放权注册登记系统、交易系统使用等。

生态环境部：十年来我国碳排放强度下降34.4% 2022.09.22

9月22日，国家发改委资源节约和环境保护司司长刘德春在介绍生态文明建设有关工作情况发布会上指出，我国能源和产业绿色低碳转型取得重要进展，“双碳”工作实现良好开局。产业结构优化升级成效明显。10年来，我国供给侧结构性改革深入推进，淘汰落后产能、化解过剩产能，退出过剩钢铁产能1.5亿吨以上、取缔地条钢1.4亿吨。大力发展战略性新兴产业，促进新产业、新业态、新模式蓬勃发展。2021年，高技术制造业占规模以上工业增加值比重达到15.1%，比2012年增加5.7个百分点；“三新”产业增加值相当于GDP的比重达到17.25%；新能源产业全球领先，为全球市场提供超过70%的光伏组件；绿色建筑占当年城镇新建建筑面积比例提升至84%。2022年前8个月，新能源汽车产销量分别达到397和386万辆，保有量达到1,099万辆，约占全球一半左右。与2012年相比，2021年我国能耗强度下降了26.4%，碳排放强度下降了34.4%，水耗强度下降了45%，主要资源产出率提高了58%。

附录

表 1. 2022 年第 3 季度成交单价 (元/吨)

	七月	八月	九月
最低成交单价	56.50	57.35	58.00
最高成交单价	60.00	59.00	58.99
月末收盘价	58.00	58.50	57.48

表 2. 2022 年第 3 季度全国各试点成交量 (吨)

碳市场	碳品种	七月	八月	九月	第三季度
广东	GDEA	1,024,175	794,697	1,007,771	2,826,643
深圳	SZEA	211,536	2,109,660	383,018	2,704,214
天津	TJEA21	1,955,831	1,074,831	64,620	3,095,282
北京	BEA	47,351	292,176	51,048	390,575
上海	SHEA	117,760	105,570	10,435	233,765
湖北	HBEA	220,229	203,025	97,775	521,029
重庆	CQEA-1	99,828	145,131	564,000	808,959
福建	FJEA	394,425	467,285	254,542	1,116,252
总计		4,071,135	5,192,375	2,433,209	11,696,719

表 3. 2022 年第 3 季度全国各试点成交额 (元)

碳市场	碳品种	七月	八月	九月	第三季度
广东	GDEA	83,328,784.90	163,649,095.15	77,543,833.53	324,521,713.58
深圳	SZEA	8,068,763.22	103,539,796.82	17,127,545.40	128,736,105.44
天津	TJEA21	72,304,080.00	40,779,356.00	2,312,078.00	115,395,514.00
北京	BEA	3,931,819.70	15,685,555.60	4,247,888.00	23,865,263.30
上海	SHEA	6,087,693.70	5,339,298.05	589,344.84	12,016,336.59
湖北	HBEA	10,604,943.89	9,271,009.98	4,614,526.36	24,490,480.23
重庆	CQEA-1	3,992,470.00	5,030,269.50	23,602,554.02	32,625,293.52
福建	FJEA	8,894,776.67	11,350,505.30	6,907,469.28	27,152,751.25
总计		197,213,332.08	354,644,886.40	136,945,239.43	688,803,457.91

表 4. 2022 年第 3 季度全国各试点 CCER 成交量 (吨)

碳市场	碳品种	七月	八月	九月	第三季度
广东	CCER	33,143	0	0	33,143
深圳	CCER	149,815	208,191	130,318	488,324
天津	CCER	32,700	105,500	130,183	268,383
北京	CCER	0	37,404	53,907	91,311
上海	CCER	151,293	48,598	137,000	336,891
湖北	CCER	0	0	0	0
重庆	CCER	0	0	0	0
四川	CCER	436,180	55,131	34,822	526,133
福建	CCER	0	0	0	0
总计		803,131	454,824	486,230	1,744,185

全球首个二氧化碳+飞轮储能示范项目在东方电气竣工

2022.08.25

8月25日上午，东方电气集团东方汽轮机有限公司厂区项目现场，随着压缩机启动，稳步提升至额定转速，二氧化碳气体从巨大的柔性气仓中被抽取并压缩。至此，全球首个二氧化碳+飞轮储能示范项目竣工，标志着我国这一新型储能技术实现了工程应用的巨大飞跃。

山西焦煤：多项创新技术助降碳

2022.09.07

9月2日，在2022中国（太原）国际能源产业博览会（以下简称“能博会”）上，山西焦煤展厅前人头攒动。该展厅以展板与实物相结合的方式，集中展示了近年来山西焦煤落实“双碳”行动的具体举措和成果。本届能博会山西焦煤展厅共展出展板30块、实物3件，集中展示了近年来新焦煤的新理念、新举措、新成效，以及煤炭清洁高效利用、智慧矿山建设、环保低碳、新能源、转型发展等方面的新技术、新项目、新产品、新成果。

氢冶金技术促进钢铁工业绿色低碳发展

2022.09.13

为推动我国钢铁行业绿色转型和氢冶金技术标准化，国内氢冶金领域多位专家与企业代表齐聚河北崇礼，召开首届世界氢冶金技术交流大会。会上深入研讨了氢冶金的相关技术、标准化建设和示范应用等内容，明确了氢冶金技术发展方向。会上，新成立的“氢冶金标准联合工作组”将统筹钢铁行业氢能冶炼相关国家标准研制，引领钢铁行业对低碳新技术新工艺应用。

中国石油最大光伏发电项目启动

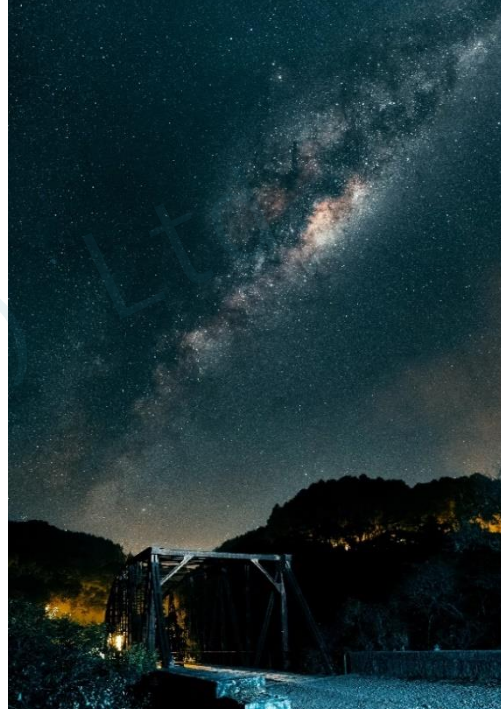
2022.09.15

9月8日，中国石油玉门油田300兆瓦光伏并网发电项目正式启动。这是继甘肃省首条中长距离输氢管道投运和油田200兆瓦光伏发电配套储能项目开工后，玉门油田启动的第3个新能源重点项目，标志着中国石油迄今最大的光伏发电项目进入“加速跑道”。

世界首套-中国建材集团打造减碳固碳管碳行业标杆

2022.09.19

9月19日，世界首套玻璃熔窑二氧化碳捕集与提纯示范项目——中建材（合肥）新能源光伏电池封装材料二期暨二氧化碳捕集提纯项目在合肥顺利投产。这是中国建材集团所属凯盛科技继全球最大全氧燃烧光伏玻璃生产线后，首次将自主研发的玻璃熔窑二氧化碳捕集与提纯技术应用在玻璃生产线，填补了行业空白，再次创造了光伏玻璃行业的“国内第一、世界首创”。



低碳前沿

全球首套绿氢零碳流化床高效炼铁新技术示范项目在鞍钢集团开工

2022.09.30

9月27日，鞍钢集团氢冶金项目开工仪式在鞍钢鲅鱼圈钢铁基地举行。该项目是全球首套绿氢零碳流化床高效炼铁新技术示范项目，具有完全自主知识产权，可实现低碳冶金新技术路线的突破，对助力我国钢铁工业绿色低碳创新发展，实现“双碳”目标具有重大意义。

浙江“低碳稻”亩均碳减排超 20%

2022.10.08

降低水稻种植过程中的碳排放量，核心就是减少甲烷气体排放，减少种植过程中的能源消耗量，以及减少化肥农药等农资的使用量。据介绍，该低碳稻田项目包括400亩核心区域和1,500亩辐射农田，由中国水稻研究所联合相关企业研发低碳稻作技术，通过无人光谱分析和基地可视化平台实现生长差异化辨别，最小单位精准施肥灌排。同时，根据数字化预测水稻不同生长周期碳排放量，予以农事作业指导等。

用膜替代分馏环节：新技术有望让炼油行业更低碳、更环保

2022.10.08

《科学》近日发表的论文指出了低碳的方向：用膜来分离原油中的不同成分，替代之前高能耗、高污染的分馏工艺。

原油由超过8,000种不同分子大小的碳氢化合物（及少量硫化合物）所组成的混合物。依据不同成分沸腾温度不同的特点，工业上先将石油加热至400°C~500°C之间，使其变成蒸气后输进分馏塔。

FHPPO 通过科技成果评价

2022.10.09

近日，由中科院大连化学物理研究所的金催化剂设计与选择氧化研究组研究员黄家辉团队、低碳催化与工程研究中心工程化研究组刘应春高级工程师团队，与天津大沽化工股份有限公司共同开发的“液固循环流化床过氧化氢直接氧化丙烯生产环氧丙烷新工艺(FHPPO)”通过了由中国石油和化学工业联合会组织的成果评价。

“地沟油”变身航空燃料

2022.10.09

全国首套生物航煤大型工业化装置于2020年8月份在镇海炼化建成，该装置年设计加工能力10万吨，采用中国石化自主研发的HEFA-SPK生产技术，以餐饮废油为原料，于今年6月份首批产出纯生物航煤600多吨。若这套装置满负荷运行，一年能消化掉一座千万人口城市回收来的“地沟油”。

中国“深度脱碳”所需何种改革？

作者 Henry Lee, Daniel Schrag

2022.04.07

翻译 Estelle, 刘子怡

到 2020 年，中国二氧化碳排放占全球总碳排放量的 28%，且这些排放量还在上升。然而，中国已宣布致力于在 2060 年之前实现碳中和。鉴于其庞大的煤炭依赖型基础设施，庞大的重工业基础，和快速的城市进程，从化石燃料转型将极具挑战性。

种种迹象表明，中国正在认真迎接这一挑战。作为全球最大的可再生能源生产国和使用国，以及电动汽车 (EV) 的最大生产国，中国建立了一项碳排放交易机制，并将占全国碳排放总量 40% 的电力行业纳入其中。此外，中国还显著提高了多个行业的能源效率。2021 年 10 月，中国国务院发布了包含五项指导原则和数项措施的脱碳路径图，并设定了 2025 年，2030 年和 2060 年的减排目标。然而，在几周后举行的格拉斯哥气候大会 (COP26) 上，中国却并没有拿出更加雄心勃勃的近期减排目标，这让一些国家感到失望。

这带出了几个问题：一个国家应该如何衡量在应对气候挑战方面取得的成功？尽快和尽可能多地降低排放的短期政策一定是目前最有效的方法吗？投资于短期内也许只能发挥很小的作用，但从长远看可能对实现深度减排目标非常重要的技术——比如核能和绿氢呢？

气候问题是全球累积排放问题之一。在短期内，气候对排放路径的反应相对不敏感，比如短期内快速减排，中国为长期深度减排打下坚实基础，并最终实现碳中和目标显得更为重要。

我们相信，人们应该对各国为实现碳中和所做的努力有一个广泛的认识。近期减排的重要性不可忽视，但与此同时，中国目前所能采取一些关键步骤可能不会在 2030 年前产生大幅减排，但对于推动“深度脱碳”至关重要：即采取长远且可持续的措施，实现经济 75-90% 的脱碳。例如，由于以煤炭为主的电力部门的碳强度较高，迄今为止，中国发展电动汽车行业的十年努力对减少近期排放量的影响相对较小，但从长远来看，如果中国能够将其电力结构脱碳，汽车的电气化将加速更深层次的脱碳。

在我们最近出版的《中国低碳能源体系的基础》(Foundations for a Low-Carbon Energy System in China) 一书中，我们和其他五位学者认为，中国应该利用当前十年来优先解决三个领域的问题。一是应该投资于基础设施和体制改革，以便在接下来的二十年中更快地部署清洁技术；二是应该着眼于开发下一代关键技术以实现更深层次的减排；三是应继续追求短期减排目标，但前提是技术可商用，并建立了相关制度。

在此，我们关注这三项建议中的第一项：体制改革。相比于电动汽车销售或太阳能设施建造等有形且易于监控的衡量标准，体制改革的实现更为困难，其成功难以轻易衡量，而且可能对现有利益相关方产生破坏性影响。然而，如果各国想要实现其脱碳目标，这些改革是必不可少的。对于中国而言，这三个领域的体制改革尤为重要。

1. 解决间歇性问题

为实现 2060 年碳中和目标，中国大部分工业和交通运输部门将必须实现电气化，同时电力系统从依赖煤炭的基本负荷系统转变为以非化石燃料为基础的系统——其中很大一部分能源将来自风能和太阳能等间歇性能源。

除生物燃料，或少部分用途的绿色氢能外，所有达到碳中和的能源技术都以电力为基础。但是，推动中国经济增长方面发挥重要作用的电力系统与实现脱碳目标所需的系统并不相同。例如，需求响应、智能电网、分布式能源系统和热泵在中国的能源战略中并未发挥重要作用。规划者和投资者更习惯于关注大型基础设施项目，而不是小规模的需求战略。未来的能源系统将需要在两者之间取得更多平衡。

过去 20 年，中国基荷发电厂的能效达到了世界上其他任何地方都无法比拟的水平。现在，中国必须对输电和电网系统的运营进行改革，从而使它们达到同样高的能效水平。具体来说，中国需要制定新的调度规则，更多地关注电网的整体效率，而非为了保证低效发电设施的收入。

未来电力系统中风能和太阳能占比更高，因而间歇性也会更强，但它将具备管理和供应需求的能力。中国目前的电价体系是基于平均成本的，定价过程不透明。因此，包括国有企业在内的投资者只能靠猜测来预测他们的投资价值。当电厂以提供基本负荷为中心，且发电可用性很容易预测时，该系统是有效的。但未来的情况并不会如此。中国必须鼓励投资者加大新型储能技术投入，以及鼓励大型高效煤炭设施的所有者根据风能和太阳能发电量的波动调整产出。有趣的是，将储能技术与相当数量的可再生能源相结合有利于中国淘汰许多老旧的、低效率的火电设施，同时也不会产生太大的成本损失。

具有讽刺意味的是，中国在成功提高电力生产效率的同时，却降低了电网的灵活性，但未来数千个太阳能和风能设施的部署则需要更大的灵活性。中国还需要加大能够同时平衡电力消费和生产的先进技术的投资与开发。最后，中国需要能够鼓励电动汽车充电桩部署的电价体系，为可能很快在客运领域占据主导地位的电动汽车提供动力。

2. 利用市场

从历史上看，中国出于各种政治、金融和安全方面的考量，一直对其能源行业的市场化有所顾虑。但为了实现 2060 年之前的脱碳目标，在电力和可再生能源领域更多地采取市场化措施可以降低成本、提高效率和加快清洁技术的部署。

大型国有企业在中国电力系统的建设运营中发挥了重要作用。中央政府统一规划标准、法规和补贴为国家的成功做出了深刻的贡献。国家能源基础设施项目，例如长距离输

电线路，通常成本高昂，投资回收期长，并且最好在发电机建设之前进行规划。个体市场主体难以承担此类项目固有的所有风险，因此需要强有力的国家干预和财政支持。

相比之下，脱碳不仅需要各级政府的数千名官员在几十年内做出的数以百万计的投资决策，还需要更多的人决定驾驶什么样的车辆，安装什么样的加热和冷却系统，以及购买哪些电器。所有这些决定都将影响中国未来的碳排放。为了更加确定这些决策的未来成本和收益，消费者和供应商需要了解未来的碳成本。正是这种认识促使中国建立了世界上最大的碳交易体系。在这一令人印象深刻的步骤之后，接下来必须将电力行业之外的其他部门也纳入到碳交易体系中，并对排放设定硬性上限。

3. 为传统能源行业工人提供保障

化石能源行业或例如发电、钢铁和水泥相关的碳密集型行业就业人数数以百万计。随着低碳经济转型的加速，他们中的许多人将被取代。其中一部分是从原单位领取退休金的退休工人。还有一部分则需要接受再培训或转岗。更复杂的是，这些工人不成比例地分布在四、五个省。

低碳转型不能忽视这些人。近年来，这个问题变得特别敏感，因为中国的煤炭行业已经减少了超过 120 万个工作岗位。一个可行且有效的社会保障体系对于脱碳目标的重要性不亚于任何可再生能源激励措施或能源效率政策。这将是一项艰巨的任务，特别是对于受影响最严重的省级政府。中央需要为这些省份提供更多技术和财政援助。

在半个世纪的时间里，中国从一个农业社会转变为工业强国，使数亿人摆脱了贫困，取得了前所未有的历史壮举。这项成就是通过调动公共部门的能力，承建大型资本密集型项目实现的：如大型发电厂、高速铁路、新港口设施和世界级炼油厂的建设。但在实现脱碳路径时，同样的方法是不够的。正如我们所强调的，中国需要部署更加灵活和去中心化的系统，更多地依赖激励机制而不是政令。

从某种意义上说，中国面临着与美国截然相反的挑战。作为全球第二大碳排放国，美国拥有可作为过渡燃料的大量天然气供应，以及数十年使用分散市场机制的经验，但它缺乏一个强大的集中治理体系来解决国家层面的重大问题。另一方面，中国一再表明，它可以聚合资源来完成重大变革。但它对分散系统的缺乏经验和不信任继续阻碍其脱碳努力。要克服这些差距必需进行体制机制的改革，这将无疑具有挑战性，但对中国来说收益也会很高——而且随着时间的推移，收益会越来越高。

亨利·李、丹尼尔·施拉格等人的《Foundations for a Low-Carbon Energy System in China》一书于 2021 年 12 月由剑桥大学出版社出版。

作者介绍：

亨利·李 (Henry Lee)，哈佛大学肯尼迪政府学院贝尔弗科学和国际事务中心环境和自然资源项目主任，该学院公共政策高级讲师和基础设施高管教育项目联合主任。在加入哈佛大学肯尼迪政府学院之前，他在马萨诸塞州政府工作了九年，担任该州能源办公室主任和州长环境政策特别助理。

丹尼尔·施拉格 (Daniel Schrag)，哈佛大学斯特吉斯·胡珀地质学教授、环境科学与工程教授、环境中心主任，他同时担任哈佛大学肯尼迪政府学院贝尔弗科学和国际事务中心科学、技术和公共政策项目联合主任。2009年到2017年，施拉格曾是奥巴马总统的科技顾问委员会的成员。

文章来源

<https://chinadialogue.net/zh/3/77248/>

中外对话 (China Dialogue Trust) 成立于 2008 年，总部位于伦敦。气候变化、海洋保护、生物多样性保护以及生态文明建设不仅仅局限在某一国之内，也是全世界所有居民都要探讨的议题。在气候变化和生态危机的共同挑战面前，中国一直是重要的参与者和贡献者。而中外对话的目标正是促进中国与世界在生态环境领域的交流与合作，共同寻找环境问题的解决方案。

按照《境外非政府组织境内活动管理法》的有关规定，中外对话北京项目组通过与中方合作单位合作进行临时活动备案，在中国境内依法开展项目活动，项目涵盖气候变化传播、环境与可持续发展、海洋生态保护三大领域。

生物能源碳捕集与封存

作者 Mathilde Fajardy, Nasim Pour

2022.09

翻译 严帅

关于此报告

生物能源碳捕集与封存 (BECCS) 涉及从生物源中捕集二氧化碳并永久封存的任何能源途径。目前, 每年仅捕集大约 2Mt 的生物源二氧化碳, 主要是生物乙醇应用中。根据目前处于早期和后期部署阶段的项目, 到 2030 年通过 BECCS 实现的碳清除可能达到约 40Mt CO₂/yr, 这与 2050 年净零排放方案中通过 BECCS 去除约 250Mt/yr 的目标相差甚远。然而, BECCS 背后的动力在近几年大幅增长: 2021 年 1 月至 2022 年 6 月, 在公司和国家层面的净零排放承诺的推动下, 超过 50 个涉及 BECCS 的新设施的计划公布 (总生物源捕集量约为每年 20Mt CO₂), 涉及多个 BECCS 应用。

1. 二氧化碳捕集

1.1 实现净零排放, BECCS 很重要, 但部署率很低

BECCS 和直接空气捕集 (DAC) 以及二氧化碳封存是基于技术的二氧化碳去除 (CDR) 解决方案, 是实现净零目标所需的。BECCS 是唯一可以提供能源的 CDR 技术。用于 BECCS 的生物源可以是生物燃料和生物氢生产过程中产生的排放物, 或是发电厂、垃圾焚烧发电厂和工业应用中由生物质 (水泥、纸浆和造纸) 或使用生物炭作为还原剂 (钢铁) 燃烧和发电产生的燃烧物。作为封存的替代方案, 捕集的二氧化碳也可以作为一系列产品的原料来加以利用。虽然一些碳捕集和利用途径可以带来重要的气候效益, 但二氧化碳的清除只能通过永久封存来实现。

目前, 每年从生物源中捕集的二氧化碳刚刚超过 2Mt, 大约有 1Mt 的二氧化碳封存在专门的封存库中。90% 以上是在生物乙醇设施中捕集的, 这是成本最低的 BECCS 应用之一, 因为工艺气体流中的二氧化碳浓度很高。迄今为止, 最大的运行中的 BECCS 项目是伊利诺伊州工业 CCS 项目, 自 2018 年以来, 该项目每年捕集 1Mt 二氧化碳并永久封存在深层地质中。北达科他州的 Red Trail 能源公司的生物乙醇项目最近也上线了。欧洲和美国的其它小规模生物乙醇设施也在捕集二氧化碳, 但这些设施要么将二氧化碳出售给温室以提高产量, 要么将其用于提高石油采收率。

2020 年, 日本的一个大型生物质燃烧发电厂进行了二氧化碳捕集改造, 但尚未确定封存地点。2020 年, 世界上最大的生物质燃烧发电厂—英国的 Drax 发电厂, 开始了一个捕集试点项目, 其四个 660MW 的生物质机组之一捕集多达 1tCO₂/day (捕集后的二氧化碳被释放)。

1.2 生物乙醇是主要应用, 但将有更多电力和工业项目

约有 40 个生物乙醇设施 (包括美国中西部碳快车项目的约 30 个) 计划在 2030 年前开始捕集二氧化碳, 总计超过 15Mt 的生物二氧化碳捕集量。过去两年的项目公告表明 BECCS 项目正在多样化, 在热能和电力、氢气和水泥方面的捕集项目比例更高。

- 有计划从热电厂捕集约 15Mt 生物质二氧化碳，其中约三分之二来自专门的生物电厂（约 40% 来自 Drax 电厂），三分之一来自垃圾焚烧发电站。
- 在工业方面，五家水泥厂已宣布计划在熟料生产过程中整合生物质原料并改造 CCUS。大多数计划使用生物质和碳捕集与封存的水泥厂的目标是实现最好的碳中和，如挪威的 Brevik Norcem 工厂、瑞典的 Cementa Slite 工厂和法国的 K6 Lumbres 项目。
- 挪威和印度尼西亚的两个项目也将纸浆和造纸厂的 CCUS 改造作为目标。
- 有计划让两个氢气设施部分或完全依靠生物质运行。

虽然令人鼓舞，但所有部门的 BECCS 部署计划仍不足以实现净零排放的目标。到 2030 年，电力部门应达到 60Mt/yr，燃料转化部门为 1.7Mt/yr，工业部门为 20Mt/yr，主要是水泥。

2. 创新

2.1 一些路线已商业化，但最关键的仍处于示范或试点阶段

从第一代生物乙醇生产中捕集二氧化碳是最成熟的 BECCS 路线，其运作可追溯到 20 世纪末的美国。自 2020 年 1 月，随着日本 Mikawa 电站的运行，生物质燃烧厂的二氧化碳捕集已进入商业示范阶段，但用于合成气体大规模生物质气化仍处于大型原型阶段。在工业领域，窑炉中的生物质联合燃烧已经商业化，纸浆和造纸厂的生物质燃烧率高达 100%，水泥厂的生物质燃烧率高达 40%。特别是在巴西，钢铁高炉中的焦化生物质共燃也是商业化的。然而，从窑炉和高炉废气中捕集二氧化碳仍处于原型或示范阶段。

2.2 捕集和生物质转化技术的创新可以使 BECCS 更加有效

化学吸收是最先进的捕集方法，但其他能量要求较低的捕集技术正处于不同的开发阶段（创新清单见 CCUS 主页面）。英国电力公司 Drax 目前正在试验三种捕集技术，包括自 2022 年 3 月起在纽约克郡孵化中心使用金属有机框架的固体吸附捕集试验。用于合成气体应用的大规模生物质气化的演示工作也正在进行中，以寻求降低资本成本和增加原料的灵活性。项目包括瑞典的一个生产生物甲烷的木质生物质项目，以及英国一个关于废物的项目。

3. 支持性基础设施

3.1 扩大基础设施的规模面临挑战

对现有的生物能源设施进行碳捕集和封存的改造，可以在限制对资源影响的同时实现大量碳清除。由于生物质的体积能量密度相对较低（以及由此产生的高运输成本），以生物质为燃料的电厂往往比以化石为燃料的电厂规模小，以便更接近当地的燃料供应。2021 年运行的生物质发电厂的平均规模约为 10MW，而燃煤发电厂的规模约为 230MW。这意味着现有的生物质设施可能从支持二氧化碳基础设施的投资的规模经济中获益较少。关注产业集群内的生物质设施有助于利用规模经济和聚集效应。在美国，中西部碳快车项目计划用横跨五个州的约 4,000 公里的管道网络连接 32 家生物乙醇厂。

改造较大的燃煤厂以接受生物质，或建设新的生物质设施是其他选择。然而，生产、运输和预处理足够的可持续生物质，同时限制负面影响至关重要，特别是考虑到 BECCS 二氧化碳-能源平衡、生态系统（如土地利用变化、自然碳循环和生物多样性）以及燃料-食品和纤维生产平衡。生物质原料的组成会影响改造后的工厂的性能，所以确保生物质原料的质量是核心。在粉状生物质燃烧厂中，燃烧前通常需要高质量的干燥地面生物质，这往往意味着必须从更远的地方采购生物质并增加预处理步骤。例如，英国 Drax 工厂使用的 80% 以上的原料是从北美进口的木制品，而 Mikawa 工厂的所有原料都是来自印度尼西亚的棕榈果壳，这两个工厂都是煤炭改造厂。气化可以接受更广泛的原料质量，这意味着可以使用附近的农业残留物和废物。

3.2 BECCS 系统是复杂的多国、多利益相关者的价值链

BECCS 价值链中的各个步骤（如生物质供应、原料预处理、生物能源厂、二氧化碳封存）很少在同一地点，这意味着需要额外的、不同的基础设施来连接它们。成功地大规模部署 BECCS 将需要协调发展供应链的各个组成部分，包括生物质供应和二氧化碳运输及储存。通过对可持续的生物质供应、现有的生物能源设施、工业集群和潜在的二氧化碳封存地点进行测绘和匹配，可以在限制其经济、环境和社会成本的机会的同时确定最大限度地发挥 BECCS 的清除和缓解潜力。

4. 政策

4.1 目前的政策机制并不足以激励所有应用的 BECCS 投资

虽然对生物乙醇等低成本 BECCS 应用的投资势头良好，但需要一套政策来解决电力和工业 BECCS 应用中的障碍，包括高额的前期投资需求、漫长的投资回报期、不确定的碳市场（碳价格）、生物质供应的可持续性以及二氧化碳运输和封存基础设施的使用。

在欧盟，碳清除在欧盟排放交易系统中不被计入。然而，委员会在 2021 年 12 月发布的第一份关于可持续碳循环的通讯表明，到 2030 年，每年应从大气中清除 5Mt 二氧化碳，并通过基于土地和技术的方法（如 BECCS）永久封存。2021 年 1 月，瑞典政府责成瑞典能源局为 BECCS 设计一个支持计划，并在 2023 年以反向拍卖的方式实施。

在英国，2021 年 10 月发布的净零战略规定了到 2030 年通过 BECCS 和 DACS 实现每年 5Mt 二氧化碳的工程碳清除目标，目的是到 2050 年实现 80Mt。2022 年 7 月还启动了一个关于清除商业模式的公众咨询，重点是首创的 BECCS 电厂。

在美国，2018 年农业法案设立了各种新方案，以帮助开发和部署各种 CDR 二氧化碳清除方法。2020 年的能源法案，即 2020 年底通过的两党可再生能源法案，包含了一些促进 CDR 的条款。最近通过《减少通货膨胀法》扩大和延长的 45Q 税收减免支持 BECCS，为每吨二氧化碳的使用提供 60 美元的税收减免，为每吨二氧化碳的封存提供 85 美元。

5. 投资

5.1 各种应用的 BECCS 投资都在增长

BECCS 可以从低碳能源和 CDR 的资金中受益。自 2020 年 1 月以来，已经有超过 400

亿美元投资于 CCUS，包括超过 50 亿美元用于 CDR 或 BECCS 的具体政策和项目。资金越来越多地针对特定 CDR 技术的研发和示范。

- 在英国，2021 年 6 月宣布了 1 亿英镑的 DAC 和其他温室气体去除技术竞赛，用于 DAC 和 CDR 的新研发。在 2022 年 5 月选定的 23 个项目中，有 4 个是 BECCS 项目，包括 3 个生物氢项目。2022 年 1 月启动的 500 万英镑的氢气 BECCS 创新计划，专门资助 BECCS 氢气项目的可行性研究。
- 在美国，2021 年启动的碳去除 X-Prize 是一个为期四年的 1 亿美元的全球竞赛，以开发和演示 CDR 技术。
- 在 2022 年，两个私人基金也已经启动，以促进对更高成本的清除的需求：9.25 亿美元的前沿基金和 NextGen 设施。商业性的 BECCS 项目也在接受投资。
- 挪威 Brevik Norcem 工厂的 40 万/年捕集装置将在其熟料生产过程中共同燃烧生物质原料，该装置于 2020 年获得 FID，目前正在建设中，目标是在 2024 年开始运营。
- 2022 年，获得欧盟创新基金资助的七个大型能源项目包括两个 BECCS 项目：瑞典的 BECCS@STHLM 垃圾发电项目（6.75 亿美元），以及法国的 K6 Lumbres 水泥厂（2.85 亿美元）。

6. 私营部门战略

6.1 支持 BECCS 的方法出现，但商业模式还需完善

近年来，自愿碳市场为 CDR 项目提供了大量支持。自愿碳信用额度在实施过程中提供了很大的地域和部门灵活性。然而，由于对负排放的需求和价格缺乏确定性，这些市场本身不可能提供足够的支持来扩大符合净零方案的 BECCS 部署。围绕自愿碳市场的警告还涉及到所提供的清除量的质量，特别是关于其额外性、持久性和泄漏风险。

相比之下，差价合约 (CfDs) 为 BECCS 的部署提供了高度的确定性。特别是在电力部门，CfDs 可以使 BECCS 发电厂受益，因为它可以减少因发电成本高而带来的财务风险，并且在执行价格明显高于平均价格的情况下提供经济支持。对于工业 BECCS，传统的 CfDs 可能需要修改；例如，它们可以与排放交易计划中的碳价格挂钩。

7. 建议

- 沿着 BECCS 价值链的监测、报告和核查对于验证清除的质量和避免负面的可持续性影响是必不可少的。重点领域包括核算和验证废物变能源和共同燃烧应用中的原料生物碳含量，二氧化碳封存的持久性和逆转风险，以及 CDR 在多利益相关方、跨边界 BECCS 价值链中的分配。
- 监管、授权和对市场的干预可以帮助降低 BECCS 投资的风险。在后期，BECCS 可以通过参与碳市场获得足够的支持，CDR 可以得到经济上的回报。
- 研发投资和促进新兴 BECCS 技术的创新，如用于制氢的先进气化技术或低能耗的捕集技术，可以降低成本并提高效率和灵活性。

作者介绍:

Mathilde Fajardy, 剑桥大学能源政策研究小组的副研究员, 探索英国热力部门的脱碳途径。现在帝国理工学院得环境政策中心 (CEP) 和过程系统工程中心 (CPSE) 工作。她的博士论文研究了负排放技术 (NETs) 在环节气候变化方面的潜力。她探讨了不同的负排放价值链的可持续性和经济可行性, 研究重点是生物能源的碳捕集与封存 (BECCS), 以及 BECCS 部署对水-土地-能源关系的影响。

Nasim Pour, 瑞典查尔姆斯理工大学可持续能源系统硕士, 研究防线是化学循环燃烧 (CLC), 一种从化石燃料燃烧中捕获二氧化碳的技术。后于墨尔本大学获得化学工程系博士学位, 研究生物能源的碳捕集于封存 (BECCS)。

文章来源:

<https://www.iea.org/reports/bioenergy-with-carbon-capture-and-storage>

国际能源署 (International Energy Agency, IEA) 是全球能源对话的核心, 提供权威的分析、数据、政策建议和现实世界的解决方案, 帮助各国为所有人提供安全和可持续的能源。IEA 创建于 1974 年, 旨在帮助协调对石油供应重大中断的集体反应。IEA 自成立以来已经有了很大的发展, 从石油安全扩展到针对采取所有燃料、所有技术的方法, 就提高能源的可靠性、可负担性和可持续性的政策提出建议, 并审查所有的问题, 包括可再生能源、石油、天然气和煤炭的供应和需求、能源效率、清洁能源技术、电力系统和市场、能源的获取、需求方管理等等。

自 2015 年以来, IEA 向主要的新兴国家敞开大门, 以扩大其全球影响, 并深化在能源安全、数据和统计、能源政策分析、能源效率以及清洁能源技术的日益使用方面的合作。

关于林业生态补偿及价值实现路径

作者 高佳鑫

1. 前言

近百年来，全球气候正经历一次以变暖为主要特征的显著变化，随着各国二氧化碳排放，温室气体猛增，对地球生命系统造成严重威胁。“碳中和”已从一个流行概念变为亟待解决的现实问题，从个人环保行为演变为公司集体的减排行动，现已发展成国家层面和全球范围的国际共同环境目标。自 2020 年 9 月习近平总书记在第七十五届联合国大会正式提出“碳达峰”与“碳中和”的双碳战略以来，全国各地纷纷出台节能降碳减排管理办法，碳汇试点项目建设星罗棋布。

森林作为公认的巨大“碳库”，是控制 CO₂ 在空气中的含量最有效、最直接且副作用最少的方法。相比于碳捕集、利用与封存 (CCUS) 的技术固碳手段或草原湿地等其他生态碳汇，虽同为碳汇增量，被吸附固定在林木中的碳更加持久稳定，不会在短期内被释放，从而增加陆地固态有机碳储量。森林不仅是一种自然资源本体，也是承载着社会经济系统和自然生态系统的资源载体^[1]。因此，需要建设一套合理完善的生态补偿及价值实现体系，通过探索森林资源保值增值机制以实现经济发展与环境保护的双赢。

2. 我国林业生态补偿制度研究进展

关于生态补偿机制，需要从问题出发，补偿的起因是以社会主体对环境本身的破坏进而侵犯以人为核心的社会主体的利益，为了维护社会主体的利益和社会发展，对被损失利益主体的补偿就是生态补偿制度的核心逻辑^[2]。目前，我国生态补偿实践以及配套研究普遍遵循“谁开发，谁保护；谁破坏，谁付费；谁受益，谁补偿”的原则，但切入角度多有不同。

2.1 生态产品的特殊属性与政府责任

在我国以公有制为主体的经济体制下，生态资产为全国人民共同拥有。洁净的空气、自然保护地、生物多样性，以及生态系统服务中的各类调节服务属于经济学中的公共物品，由于这些物品或服务很难通过市场机制对其享用进行收费，也即发生市场失灵，因此这类公共物品一般只能由政府承担其成本^[3]。同时生态产品的特殊性，需要政府干预，以维持生态产品供需长期平衡及社会福祉的最大化。各级政府在满足当代人发展需求的同时，也有责任保护生态遗产的数量和质量，来维护后代人的发展与生存权益，秉持可持续发展理念，实现代际公平。

2.2 外部性效应与社会资源配置影响

外部效应指一个个体或群体的行为或状态对外部其他群体产生的影响，但这种效果并没有在货币或市场交易中反映，而表现为正外部效应（即积极影响）和负外部效应（即消极影响）。当外部效应发生时，收益主体并不对其负外部效应支付成本，这是环境污染发生的经济学原因，从而导致全社会的资源配置偏离良好的均衡状态^[4]。例如，上游排污对下游产生负外部效应，防风固沙林减缓周边沙尘天气产生正外部效应。

在林业生态资源丰富的国家重点保护区域，林场和政府为森林经营保护投入的大量成本，而享受该项投入所产生的收益的社会群体范围却不局限于当地，而同时这些地区由于生态保护的需要，排除了大多数可以有效带动当地经济发展的工业企业的进入，因此享受这一正外部效应的周边企业需要承担部分用于生态保护所产生的额外支出或收入减少，即外部效应会造成私人边际成本与社会边际成本的偏离。通过外部效应内部化解决外部性问题的同时，也可以优化地区间资源配置，实现全国不同类型城市共同发展。

2.3 生态产品可交易与成本的有效性

成本有效性理论是经典的成本—收益理论的衍生理论，以单位成本的价值产出为指标，衡量为实现某个收益目标而制定的不同途径的成本投入，或者相同投入成本下不同途径的收益^[5]。资源价值货币化，为量化生态系统产出价值开辟了新思路，也为探索经济发展与环境保护之间的转化关系提供了导向^[6]。

社会对生态环境成本投入具有总量限制时，在交易市场健全的条件下，碳排放权等自由交易有助于社会总体收益增长。减碳固碳的行业与排放企业之间、不同减排成本的企业之间可以通过排放权交易，将有限的生态环境成本投入到经济效益更高的产业或个体。碳排放权、碳汇信用额度等作为生态产品的交易不仅是对生态环境价值的肯定，也是提高单位生态成本价值回报的有效途径，对于提升资源利用效率、缓解人地矛盾具有重要价值。

3. 生态补偿现行机制存在的问题

林业生态补偿机制本质上是对林业资源进行公平合理再配置的过程，旨在调整利益相关者之间的关系，主要涉及林业生态补偿主体、补偿客体、补偿标准及补偿方式。

3.1 补偿主体不够明确，保护者支付不足

生态林补偿政策的补偿主体仍然是政府，并没有完全遵循生态补偿的本质，没有充分体现“受益者付费”的原则^[7]。生态林的生态效益作为全社会共享的资源，应由政府和受益者按照其实际的生态效益价值进行补偿。然而目前的补偿标准，无论是与森林生态服务功能的应有价值相比，还是与我国的经济社会发展水平相比，都明显偏低。

3.2 尚缺乏法律约束，资金来源无法保障

目前我国尚无生态林补偿方面的法律法规，虽然已征收的一些税种与环境保护相关，但由于不是基于生态补偿原理设计的，其整合性、针对性不够，不足以为生态补偿筹集到

足够资金^[8]。而缺乏稳定充足的资金投入必将成为制约森林生态效益作用发挥的极大阻碍，而且会给生态环境建设所在区域的利益相关者带来持续的经济损失。因此，完善相应法律法规，才能从根本上确保资金的持久与稳定性。

3.3 社会参与程度不够，利益相关方话语权不高

现行生态补偿活动的开展主要是由政府决策者和专家学者来主导的，其约束机制主要是行政手段和长官意志，而当地村民、非政府组织、企业及城市居民等利益相关方的参与比较薄弱。而实际上，补偿政策的制定和活动的开展只有采用参与式方法、充分尊重和平衡各利益相关方的意愿和需求，才能达到生态环境保护人人参与、人人受益的局面。

3.4 监测与评估标准不明晰，补偿效益难以量化

现行补偿机制虽然已提出了建立相应的效益监测和评估体系的构想，但在实际操作中，尚未明确统一的监测与评估标准，使得作为买方的政府无法确切得知补偿效果，从而影响补偿效益的量化考核和激励机制的决策与调整，最终会导致参与方加大森林保护与经营的意愿和动力不足的现象发生^[9]。

综上所述，完善生态补偿机制中的漏洞是贯彻落实双碳战略的重要举措，有利于推动环境保护工作实现从以行政手段为主导向综合运用法律、经济、技术和行政手段的转变，有利于推进资源的可持续利用，加快环境友好型社会建设，实现不同地区、不同利益群体的和谐发展。但是，仅仅依靠补生态偿的所获得的收益有限，更重要的是要发挥生态系统本身固碳效应对气候环境的积极作用，同时带动林下经济产业发展，提升整体的林业生态系统价值。

4. 林业碳汇生态价值实现路径探索

生态价值 (Ecological value) 具有两层含义，其一泛指自然或非自然的个体、群体、过程对生态系统及环境维持的有用性；其二指生态系统通过为人类社会提供环境条件、自然资源和精神享受而产生的对人类社会生存、生活、生产和生计的有用性或有益性，也称为生态系统价值，是生态系统服务在哲学范畴中与人类之间的主客体效用关系^[4]。

4.1 生态价值核算体系

生态价值核算为生态产品价格的确定提供必要信息，通过两者相互作用，最终达到纳什均衡，从而充分地发挥各种主体的作用，更充分地开展生态保护、修复和建设活动。通过生态价值核算确定生态系统运行的总体状况。Mark Eigenraam 等^[10]也提出生态系统生产总值 (GEP) 一词，并将其定义为生态系统产品与服务在生态系统之间的净流量。

对于不同种类的林业生态系统，如天然林保护区、退耕还林区、经济林区等，用计算生态产品成本效益的方法分区精细化核算 GEP。GEP 应作为一项常态化核算项目，将当年新增的生态新价值和原有生态系统的新价值区分开，为开展生态建设、修复和生态保护的绩效评价提供所需数据，并为减排项目开发提供充分的额外性证明。

另外，在进行价值核算的同时应考虑后代人的需求，将生态资源的内涵价值，以及特定时间终点的后代人利用它可创造的价值与始点的当代人利用它所创造的价值之差所形成的时间价值考虑在内^[11]。

因此，从长期看，必须构建生态监测体系，构建生态产品动态监测综合管理系统平台。整合林业生态产品数量分布、质量等级、功能特点、权益归属、保护和开发利用情况等信息，建立林业生态产品信息数据库云平台。综合应用遥感、无人机、物联网、大数据、移动互联、云计算等技术手段，构建天空地一体化感知的森林智慧生态监测系统，实现防控森林草原火灾、防治林业有害生物、防范破坏生态资源行为的全覆盖、全方位、全天候监测和预警预报与应急处置。

4.2 生态价值实现路径的系统思路

生态价值的实现需要遵循“点—线—面—体”相结合的系统化发展思路，并做好不同阶段间的有效衔接。初级阶段，主要进行的是森林资源的修复保护和生态价值评估；在转化的中期，资源的活化开发是关键，主要进行森林资源的多样化机制转换，保证资源的增值增效；成熟阶段，资源的规模化与综合利用是重点，实现生态产业化和产业生态化的发展目标；最终目标应当是实现全生态圈共同发展，人与自然和谐相处，达到至善至美的生态平衡。

参考文献

- [1] 应申, 李程鹏, 郭仁忠, 等. 自然资源全要素概念模型构建[J]. 中国土地科学, 2019, 33(03): 50-58.
- [2] 张进财. 生态补偿机制创新建设与完善[J]. 环境保护科学, 2022, 48(02): 57-61.
- [3] 谭荣. 自然资源资产产权制度改革和体系建设思考[J]. 中国土地科学, 2021, 35(01): 1-9.
- [4] 于贵瑞, 杨萌. 自然生态价值、生态资产管理及价值实现的生态经济学基础研究——科学概念、基础理论及实现途径[J]. 应用生态学报, 2022, 33(05): 1153-1165.
- [5] Bertram M Y, Lauer J A, De Joncheere K, 等. Cost-effectiveness thresholds: pros and cons[J]. Bull World Health Organ, 2016, 94(12): 925-930.
- [6] 黄柔柔. 货币化视角下的土地经济—生态价值转化与实现——以深圳市大鹏新区为例[J]. 城市规划, 2022, 46(08): 26-35.
- [7] 彭秀丽, 孙铄铄, 严曙光. 林业生态补偿机制研究综述[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版), 2019, 13(03): 45-51.
- [8] 苏恒, 姜昭, 杨敬. 森林公园差异化生态补偿价值评估模型的构建[J]. 东北林业大学学报, 2022, 50(06): 117-123.
- [9] 张蓉, 孟兵. 我国林业碳汇项目开发与参与碳市场交易途径分析[J]. 林业建设, 2020(05): 49-53.
- [10] Eigenraam M. Land and Ecosystem services: measurement and accounting in practice[M]. 2012.
- [11] 李周. 生态价值核算与实现机制研究[J]. 山西师大学报(社会科学版), 2022, 49(01): 43-52.

欧盟碳边境调节机制评述

作者 刘岩玉

自从 2021 年 7 月欧盟委员会首次出台欧洲碳边境调节机制 (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) 提案并启动相关立法程序以来, CBAM 多次引来社会各界的关注和争议; 随后, 2022 年 3 月 15 日, 欧盟理事会就 CBAM 的总体框架达成一致意见, 然而若干细节 (例如碳排放配额免费发放的取消时间) 仍有待讨论; 随着欧洲议会于 2022 年 6 月 22 日通过 CBAM 提案的修正案文本, 该机制初步进入实施已近在眼前。

“碳边境调节机制”的一个通俗说法是“碳关税”, 因为该机制要求国家对进口商品根据其温室气体排放量征税。这一概念本身并非近年来才有, 但出台立法提案并开展立法程序, 欧洲的确是走在了世界前列。不出意外, CBAM 将成为全球首个正式实施的“碳关税”。

根据欧盟委员会的提案文本, 实施 CBAM 的主要目的是应对从欧盟国家向世界其他地区的“碳泄露” (carbon leakage) 风险。欧盟比许多其他地区实施更为严格的气候政策, 欧盟碳市场 (EU ETS) 是全球最早启动的碳市场之一, 起初欧盟碳市场的碳排放配额是免费发放给企业的, 随后逐步收紧, 最终取消; 实际上, 在目前所处的欧盟碳交易第四阶段 (2021-2030), 免费配额的发放量逐年减少 2.2%。这一过程不可避免伴随着碳价的高涨以及企业碳排放成本的提高; 为了避免在欧盟内部承担过高的碳排放成本, 一些企业可能选择将高碳排放的产业线转移至其他国家和地区, 尤其是尚未建立碳市场、也无强制碳排放要求的地区, 再通过从这些地区出口至欧盟的方式, 在不放弃欧盟市场的同时规避高额的碳排放成本, 这一过程即被称为“碳泄露”, 这将部分抵消欧盟内部做出的减排努力。由此, “碳关税”的概念应运而生。正是因为欧盟碳市场潜在的“碳泄露”风险, CBAM 也将作为欧盟碳市场的附属品, 或者说给不断收紧的欧盟碳市场添加的一个“小补丁”。

所有欧盟国家, 加上冰岛、列支敦士登、挪威、瑞士等 4 个非欧盟国家, 以及德国和意大利 3 个地位特殊的领地 (比辛根、黑尔戈兰岛、利维尼奥) 和西班牙的 2 个海外领土 (休达、梅利利亚) 在该机制下视为一个整体; 而除此之外的所有国家和地区进口至上述地区的相关产品都将受到 CBAM 的约束。

目前纳入 CBAM 的行业仅包括水泥、钢铁、铝、化肥、电力等五个高排放产业, 并确立了 2023~2025 年作为过渡期, 这三年内进口配额免费发放, 即“碳关税”为 0。2026 年免费配额将逐渐减少, 2035 年完全取消; 此外, 过渡期以后, CBAM 覆盖的行业也可能扩大。



1 CEMENT



2 IRON & STEEL



3 ALUMINIUM



4 FERTILISER



5 ELECTRICITY

根据现阶段的设计，CBAM 只允许进口商与欧盟成员国主管机关之间开展交易。具体来说，进口商首先要向所在国的主管机关提交申请，成为注册进口商；随后，进口商向主管机关购买 CBAM 证书，与其他碳市场的证书或指标类似，CBAM 证书的单位也是“吨二氧化碳当量排放”，该证书包含对应的编号、价格及日期（价格在过渡期为 0，在过渡期后将与欧盟碳市场每周的碳价挂钩），在购买 CBAM 证书的同时，进口商可开展进口业务；次年 5 月 31 日之前，进口商需向主管机关申报前一年所进口的相关产品的碳排放总量（过渡期只计算产品生产的直接排放，过渡期后将视情况纳入其他排放）。若进口商购买了多余的 CBAM 证书，可向主管机关申请以购买时的价格回购，但证书回购的数量不能超过购买 CBAM 总量的三分之一。

由此可见，CBAM 只支持进口商与主管机关之间的交易，暂无二级市场交易的可能性。

针对 CBAM 的争议和批评一直都存在。有人认为，欧盟设立 CBAM 之举，是以气候政策之名，实贸易保护之实，削弱其他国家和地区的产品竞争力，帮助制造业回流至欧盟。中国、韩国等国家的出口商以及所涉行业的业内人士担忧，在欧盟强加于各国的贸易规则面前，本国出口企业将面临逐年增加的压力。此外，进口成本的升高，在多大程度上会传导至终端消费市场，从而引起欧盟国家物价上涨、民众购买力下降，也存在诸多讨论。

水泥、钢铁、铝、化肥、电力这五个行业中，中国向欧盟出口金额最大的是钢铁和铝，均达到十亿欧元的数量级，而另外三个行业受到的影响则较为有限。

此前，在北京、天津、上海、重庆、湖北、广东、深圳等地开展的碳排放交易试点工作已覆盖了钢铁和水泥行业，但并不包括铝行业。2021 年开始的全国碳排放权交易市场仅包含了电力行业，预计钢铁行业也即将纳入其中。专家认为，中国与欧盟在谈判中推动 CBAM 市场的透明化和公平化对于完善此机制有重要意义；而从长远上来说，最根本的任务依然是完善国内的碳排放交易机制，逐步扩大碳排放交易的行业覆盖范围，从而推动国内高排放行业的低碳转型，这不仅将有助于国内企业在 CBAM 框架下维持出口竞争力，更是为实现我国自身的双碳目标需做的努力。

环保桥(上海)环境技术有限公司

Climate Bridge (Shanghai) Ltd.

碳资产开发、交易及碳中和综合服务的领军企业

环保桥始于2006年，是中国最早从事碳资产开发和碳中和解决方案的企业之一，是国内和国际碳交易市场最为活跃的开发商和贸易商之一。

- 环保桥的愿景：连接东西，绿色未来；
- 环保桥的价值观：创新、专业、高效、诚信、赋能；
- 环保桥的使命：通过信息、资金、技术和碳信用的高效及低成本地交互，为个人、企业和政府应对气候变化提供最优的解决方案。

公司业务范围

- 🌳 林业、农业、草原、湿地及海洋等生态系统碳汇项目开发
- 🗑️ 填埋场、煤矿瓦斯、养殖粪便、污水处理等甲烷回收利用碳减排项目开发
- ⚡ 风电、光伏、生物质、氢能、地热等可再生能源碳减排项目开发
- 🏢 重点企业事业单位温室气体碳排放核查咨询
- 🏠 企业、园区、地方政府碳达峰及碳中和解决方案
- 📄 产品碳足迹核算咨询及碳中和综合服务
- 🤝 碳交易、碳资产管理、碳金融解决方案

联系我们

网址：www.climatebridge.com

地址：上海市浦东新区福山路 33 号建工大厦 24 楼 B

Block B, Level 24, Jiangong Mansion, 33 Fushan Road,
Pudong New Area, Shanghai

邮件：business@climatebridge.com

电话：021-6246 2036

