

“重要但现阶段还没那么重要”“紧迫但也很谨慎”矛盾声音充斥产业界

能把CO₂变成宝的“碳捕手”生意难在何处

把废弃的钢渣和二氧化碳结合变成砖头、用合成生物技术培养细菌去“吃”二氧化碳、用绿电电解二氧化碳制成绿色航空燃料……使出十八般武艺让二氧化碳发生“变形记”，成为低成本的砖头、衣服、食品、燃料——这些都是被称为“碳捕手”的CCUS（二氧化碳的捕集、利用与封存）技术的“神奇”功效。

在全球变暖不断加剧的情况下，CCUS被认为是实现碳中和的“最后一公里”，因为即使做到完全不排放，为了减碳，也需要把之前排放的二氧化碳捕捉回来。

中国证券报记者调研采访发现，CCUS技术当前仍然面临较大的成本掣肘，“重要但现阶段还没那么重要”“紧迫但也很谨慎”，这种矛盾的声音充斥产业界。接受采访的专家认为，技术创新、商业创新是早日实现CCUS技术经济性的重要途径，当前需要推动政、产、学、研、金各方通力协作。同时，CCUS不是单一技术，涉及化工、地质、能源、材料等多种学科与交叉创新，是长环节、跨领域、众路线的多元、多维度复杂系统，也需要更为体系化的部署和更多元化的支撑方式。

● 本报记者 杨洁 见习记者 郝萃颖



500吨/年二氧化碳电解制合成气项目现场

碳能科技供图

托底的技术方案

在腾讯可持续社会价值副总裁许浩看来，CCUS这一大类技术有点类似于“托底”的技术。

据国际能源署测算，2050年全球能源系统如果要达到零排放，CCUS的减排量需要达到8%，而目前这个数字只有0.13%。“只有今天开始做，到2050年、2060年，这些技术才能成熟到可以规模化、低成本。”许浩告诉中国证券报记者。

尤其是考虑到我国以煤为主的资源禀赋和能源结构特点，CCUS技术能从源头上大规模减少二氧化碳排放，对于实现碳中和目标具有重要战略意义。

根据《中国二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）年度报告（2023）》预测，在“双碳”目标之下，中国CCUS二氧

化碳排放需求：2025年将为2400万吨/年，2030年将增至近1亿吨/年，2040年将达到10亿吨/年，2050年将超过20亿吨/年，2060年将为235亿吨/年。

分行业看，考虑到中国目前的发电装机容量和能源安全的硬约束，火电行业将是CCUS的应用重点，预计2060年将通过CCUS实现10亿吨/年的二氧化碳减排量；钢铁、水泥、化工等行业在提高生产效率和达到生产峰值后仍将有一部分二氧化碳需要通过CCUS实现减排。

对于到2030年实现CCUS减排1亿吨二氧化碳，许浩表示有信心。2023年3月，腾讯联合产业合作伙伴发起了一项国内CCUS领域金额最大的资助计划“碳寻计划”，共收到全国三百多

个项目申报。在考察这些项目过程中，他发现，CCUS技术全产业链上所有技术创新点，中国都有参与，既包括央企、科研机构，也包括初创企业，呈现活跃态势。

近年来，中国CCUS技术和示范取得长足发展，具备了二氧化碳大规模捕集、管道输送、利用与封存系统设计能力。中国21世纪议程管理中心全球环境处处长张贤向中国证券报记者介绍：“从技术上讲，无论是技术成熟度还是技术先进程度，我们跟欧美都是并跑的，都处于工业化示范阶段。但欧美在规模上更领先，美国的大型示范项目比我们多很多。此外，在个别环节，比如管网运输、海上封存，我们相比国际有所落后。”

为CCUS很有前景。”许浩说。

让许浩印象颇为深刻的项目是，南京食气生化科技有限公司利用合成生物技术培养食气梭菌，“让细菌吃CO₂”形成丁醇。这相比传统石油乙醇路线，潜在可下降20%—50%的生产成本。

“大家探索CCUS的U还是比较多的，将二氧化碳电解到X，这个X指代反应得到的产物是非常丰富的。”碳能科技CTO汪秀萍在接受中国证券报记者采访时表示。她所在的碳能科技成立于2015年，致力于为排碳行业提供具有经济正向性的“碳中和”解决方案，通过自主研发的催化剂、电解反应器和“碳捕集—利用一体化”工艺路线设计，结合绿电，将二氧化碳高效转化为合成气、合成油、甲醇等具备工业应用价值的绿色化学品和新材料。今年5月，百吨级电解二氧化碳制合成气技术入围工信部《国家工业和信息化领域节能降碳技术装备推荐目录（2024版）》。

汪秀萍介绍，2020年公司与内蒙古伊泰集团合作完成30吨—50吨/年减碳的中试验证，经中国化工信息中心检索查新，属于国际首创，使得这项技术路线在国际上率先实现由实验室

碳技术，在CCUS和碳移除技术的基础上，覆盖包括长时储能等更多创新技术，并与更多国内外产业伙伴合作，在全球范围内助力技术跨越“死亡谷”。

此外，好的市场激励机制也是盘活产业的关键。张贤认为，欧美依靠市场推动技术进步和推广的经验值得我们学习，特别是要营造更好的价格传导机制，来加速技术推广。

中创碳投首席双碳官孟兵站认为，CCUS的发展需要更多元化的支撑方式，将CCUS纳入温室气体自愿减排交易市场，可以获得额外的市场资金支持。近期，全国环境技术标准化委员会已经在征求国家标准《碳捕集、利用

与封存（CCUS）项目温室气体减排量核算和核查技术规范》的意见，将进一步推动CCUS项目减排量量化以及交易工作市场化。

“对于CCUS，大家的关注点主要在成本上，CCUS还在寻找与新能源、工业系统耦合发展的新模式。”汪秀萍建议，CCUS项目涉及多个环节协同合作，应搭建上中下游全产业链联动平台，加快从点上探索迈向体系化布局；同时，CCUS在技术推广、项目建设与管理、风险管理等环节尚无标准遵循，需要完善评价标准，加强标准计量和认证体系建设，加强CCUS碳足迹研究与核算。

为破解CCUS产业化发展瓶颈，近日国务院国资委启动第三批中央企业创新联合体建设，围绕战略性新兴产业和未来产业等重点领域，在工业软件、工业母机、新能源等方向支持中央企业续建3个、新建17个创新联合体。其中，中国石油和中国华能共同牵头成立CCUS创新联合体，以期引领我国CCUS产业高质量发展。

中国华能方面介绍，作为国内最早开展二氧化碳捕集和二氧化碳驱油封存的企业，集团和中国石油正在共同建设华能陇东能源基地全球规模最大的燃煤电厂150万吨/年CCUS示范工程，未来将以该示范工程为牵引，长期目标是构建千万吨级CCUS产业化能力。

不过，汪秀萍坦言，客户侧整体对于CCUS的态度是“紧迫也谨慎”，“目前大家主要是对技术成熟度、可靠性、碳循环的经济性以及应用场景进行更多的示范验证。”

汪秀萍分析，当前之所以成本约束还比较大，一是因为固定投资上还没有实现规模化效应，现阶段无论是关键材料、零部件，还有设备等基本都是定制化，所以加工制造成本较高；二是二氧化碳电解的运行成本主要是电力成本仍然较高，未来随着绿电成本继续下探，将有利于这项技术推广应用；三是绿色产品没有溢价，基本和传统化石产品等价销售，无法体现绿色价值。

“我们在致力于通过材料自身性能突破、反应装备和工艺升级等措施，实现电解效率提升，尽力克服成本约束。”汪秀萍说。

与封存（CCUS）项目温室气体减排量核算和核查技术规范》的意见，将进一步推动CCUS项目减排量量化以及交易工作市场化。

“对于CCUS，大家的关注点主要在成本上，CCUS还在寻找与新能源、工业系统耦合发展的新模式。”汪秀萍建议，CCUS项目涉及多个环节协同合作，应搭建上中下游全产业链联动平台，加快从点上探索迈向体系化布局；同时，CCUS在技术推广、项目建设与管理、风险管理等环节尚无标准遵循，需要完善评价标准，加强标准计量和认证体系建设，加强CCUS碳足迹研究与核算。

国企重组频落子 产业链整合料迎新突破

（上接A01版）在江西，国旅联合7月4日公告称，江西省人民政府同意将江西国控持有的国旅联合控股股东江旅集团股权无偿划转至江西长天集团。据了解，通过实施长天集团与江旅集团重组整合，将聚力打造省级旅游龙头企业，争当全省旅游产业“链主”企业。

在宁夏，近日，宁夏国资委召开区属企业强化科技创新布局新质生产力座谈会。会议要求，加大重组整合，推动资源向优势企业、优势产业聚集。

在山东，威海市政府6月25日披露了威海城投、产投、文旅三大集团的整合重组情况——由城投集团吸收合并交投公司，同时，将城建集团整体划入城投集团成为其子公司，作为城投集团整合内部房地产开发板块的平台。

知本咨询提供的数据显示，截至目前，今年以来与地方国企有关的专业化整合重组事件共38起，聚焦于房地产管理和开发、化工、交通基础设施领域。

国务院国资委党委委员、副主任王宏志近日表示，国企之间，特别是央企与地方国企、各地国企之间，要充分发挥自身资源禀赋和技术优势，广泛挖掘合作场景，加大交流合作力度，推进各方优势互补、资源融合、错位发展、互利共赢。龙头企业要沿着产业链主动谋划推动重组整合，在更大范围内、不同层面间，推动产业链创新链资源配置更加

合理。

新经济和传统领域 并购重组料加快

知本咨询数据显示，截至目前，今年以来央企重组整合事件数量同比增长120%。

“今年以来，央企重组整合明显提速，对传统行业的优化以及战略性新兴产业的布局加快。”知本咨询国企改革数据中心研究员郝慧慧说。

国资委早在今年初便提出，要根据战略性新兴产业融合集群发展特点，更大力度开展信息通信、新能源、装备制造等领域专业化整合，积极开辟新赛道、抢占新高地、塑造新优势。

中国银河证券研究院副院长解学成认为，随着产业整合加快推进，化工、电力、公用事业等行业并购案例呈现活跃态势。新经济行业如互联网软件、医疗设备及电力设备等行业发展前景广阔，利用市场化的并购重组可快速布局新兴经济领域，进一步优化资源配置并提升市场竞争力。

“在国企改革及供给侧改革推动下，通过并购重组实现产业链整合，有助于提升经济运行效率，新经济和传统产业整合有望受市场更大关注。”解学成说。

自立自强提升科技水平 加快建设世界一流港口

（上接A01版）2021年10月，以“远控岸桥、自动化轨道吊、无人集卡”为基本布局的“山东港口日照港新模式”全自动化集装箱码头正式启用。

“这是全球首个顺岸开放式全自动化集装箱码头。”谈起该码头的建设，牟伟娓娓道来。他进一步解释，该码头在全球范围内首创“顺岸布置边装卸+无人集卡水平运输”工艺，成功破解了无人集卡作业通常需要“安全员”监督的难题，实现了自动化轨道吊“少跑路”、集卡在堆场“自由行”。

牟伟告诉记者：“日照港建设的顺岸开放式全自动化集装箱码头，综合采用5G、北斗、AI等技术，推出自主研发和集成创新的无人集卡调度系统等6项国产化、业界首创科技成果，真正实现了从‘有人’到‘无人’的转变，单机效率提升50%，综合成本降低70%，每年可削减碳排放9000多吨。”

自动化码头建设主要有两种方式：一种是新建自动化码头；另一种是由传统码头改造升级的自动化码头。一般来说，与前者相比，后者投入更低、建设周期更短。日照港此举为全球传统码头改造升级为全自动化集装箱码头提供了“中国样本”。

谈新质：因地制宜培育发展新质生产力

当前，我国正在加快培育新质生产力。在牟伟看来，传统港口拥趸航运业数字化、智能化、绿色化转型，正是加快形成新质生产力的体现。他认为，发展新质生产力，并不意味着就一定要另起炉灶。新质生产力的形成过程，是对产业体系进行系统性重塑的建构，既有“从无到有”的新兴产业的建构，也有既有产业“从有到优”的颠覆和重构。“事实上，传统产业是现代化产业体系的底座，也是形成新质生产力的基础。”

日照港是全球大宗原材料、能源、粮食等的供应链枢纽之一，大宗散货占其吞吐量的半壁江山。“日照港始终坚定不移走生态优先、绿色发展之路，优化调整产业布局，着力构建绿色低碳能源体系，加快推动港口发展绿色转型。”牟伟说。

在优化调整生产布局方面，日照港坚持因地制宜、生态优先。牟伟介绍，在石臼港区，按照“东煤南移、东矿南移、南散北集”和铁路“双进双出”总体布局，日照港将大宗干散货调整至距离城区10公里以外的南作业区，推动铁路集疏运实现“双进双出”新模式，减少穿越主城区的铁路货运量，为智慧绿色港口建设和城市发展打开新空间。在岚山区，日照港推动粮食、集装箱、件杂货向该港区转移，进一步盘活资源，释放发展空间，聚力打造新的“增长极”。

此外，日照港践行“绿水青山就是金山银山”理念，高标准推进“园林式港口”建设。记者在现场看到，港区内

绿化景观统筹布局、错落有致，整体风貌与一旁的港湾相得益彰。日照港还在港区建设“口袋公园”，打造石臼港区西区科技大楼、南区大宗干散货智慧物流区等多节点景观园林，美化了港口环境，实现了港区面貌从“红与黑”到“绿与蓝”的蝶变。

“灰土土脸”的传统干散货作业变身“绿色低碳”，也为日照港带来政策机遇，使其成为国务院支持建设的大宗干散货智慧绿色示范港口。

牟伟表示，日照港将坚持创新驱动，加大科技创新投入和研发应用，因地制宜培育和发展新质生产力，全面推动传统港口向智慧绿色港口迭代升级。

谈改革：构建一流供应链综合服务体系

港通天下，陆联八方。在日照港的港区，这句标语随处可见。简短的八个字，是日照港对外开放水平的生动写照。

作为全球重要的能源和大宗原材料中转基地，日照港既是新亚欧大陆桥经济走廊的主要节点，也是“一带一路”的重要枢纽。瓦日铁路、新菏兖日铁路两条千公里重载铁路直通港口，使黄河流域、中西部和沿黄地区与100多个国家和地区便利通航。

在牟伟看来，日照港是因改革开放而生、因改革开放而兴的新兴沿海港口，其发展的每一步都与改革开放伟大进程紧密相连。

五年前，在加快建设世界一流港口的时代背景下，山东港口创新实施了一体化改革：2019年8月6日，山东省港口集团在青岛挂牌成立，各港口特色化、差异化、规模化发展方向得到明确，最终形成以青岛港为龙头，日照港、烟台港为两翼，渤海湾港为延展的一体化协同发展格局。

五年来，山东港口货物吞吐量连跨五个亿吨台阶，2023年集装箱量超越4000万标箱，年均增长8.7%，高于全国沿海主要港口平均增幅45个百分点。日照港在全球沿海港口排名中跻身第7位。

“全面深化改革是全方位、多领域、多层次和多维度地深入推进改革，持续增强发展内生动力，实现全面、协调、可持续的经济社会发展。”牟伟认为，“日照港在深化改革过程中不断开创新局面，既要找准改革突破口，抓住战略重点、关键领域，又要提高全面对外开放水平，主动服务和融入新发展格局，深度融入共建‘一带一路’大格局。”

牟伟表示，日照港将以进一步深化改革为动力，充分发挥港口的起点和支点作用，积极打造陆海内外联动、东西互联互通的大通道，构建一流的供应链综合服务体系，打造高水平对外开放枢纽。“加强国内资源联动协同，强化日照港对区域经济发展的辐射带动作用，更好地服务和融入重大国家战略，努力提升开放层次和水平。”

处在早期阶段

CCUS技术的重要战略价值已属于业内共识，同时业内普遍认为，成本是构成CCUS进一步推广应用的重大约束。虽然CCUS技术长期来看不可或缺，但现阶段整体处于较为早期的发展阶段。

《中国二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）年度报告（2023）》认为，尽管中国CCUS技术发展迅速，但当前阶段面临应用成本高昂、有效商业模式欠缺、激励和监管措施不足、源汇匹配困难等多方面挑战，距离大规模商业化运行仍有差距。

我国的CCUS技术包含了CCS（二氧化碳捕集与封存）、CCU（二氧化碳捕集与利用）的概念。“CCS的成本是制约其商业化、工业化的最大障碍。考虑当前成本，业内普遍认为，2030年前大规模使用CCS面临较大技术锁定风险。”张贤表示，按照当前CCUS技术成本计算，以电厂和水泥厂为例，加装CCS之后，每度电和每吨水泥成本涨幅会超50%，钢铁厂加装CCS之后，每吨钢成本将上涨超15%。如果考虑未来全球气候目标的实现，或者全国碳中和目标的实现，加装CCUS将大规模减少全球或全国减排成本。

合力跨越“死亡谷”

张贤强调，未来降低技术成本最主要的还是加快技术研发示范，加速CCUS技术迭代，“比如捕集二代技术可以比一代技术成本降低超30%。”

汪秀萍表示，大力投资CCUS技术研发与创新，以降低CCUS成本，是实现CCUS大规模商业化发展的关键因素。她建议，我国可围绕CCUS各环节开展核心技术攻关并设立专项研发资金，为CCUS的全流程技术创新提供支持。

“现在最关键的就是我们怎么推动技术创新，让技术迭代进程越快越好，因为二氧化碳还在不停地往大气里排放，我们需要以更紧迫的时间表

来做这件事，尽快进行研发、试点、规模化，把成本打下来，进而实现大规模应用。”许浩说，这也正是腾讯发起“碳寻计划”的初心。“我们联合包括河钢集团、华润集团、海螺集团等合作伙伴，为脱颖而出的项目提供亿元级资金和资源支持，以助推这些前沿技术走出实验室，进入到产业化第一步。”许浩介绍。

许浩说，“碳寻计划”终选名单里的项目将陆续在今年和明年完成试点建设，希望成为CCUS领域的“最佳可用技术”，推动CCUS在中国形成一个真正的产业。今年第二期“碳寻计划”将扩大为在全球范围内寻找前沿的低