

阅读  
提示

日前,2024 清华大学“碳中和经济”论坛在京举行。论坛以“‘碳’寻新质生产力”为主题,由清华大学、中国石化指导,清华大学经济管理学院、清华大学碳中和研究院、中国经济出版社共同举办,邀请来自政产学研界知名专家学者围绕绿色能源、科技创新、互利合作等话题展开深入研讨交流,共同探讨低碳转型路径,展望绿色发展前景。

本版文字由 本报记者 秦紫函 提供

随着全球气候变化加剧,应对气候变化成为全球共识,绿色低碳发展业已成为时代的潮流。全球 150 多个国家已提出碳中和目标,覆盖全球 94% 的 GDP、86% 的人口和 91% 的碳排放量。

中国石化集团公司董事长、党组书记,中国工程院院士马永生表示,“双碳”目标提出 4 年来,我国持续加快绿色低碳转型进程,美丽中国因“绿”而兴,各行各业点“绿”成金,“人与自然和谐共生”越来越成为中国式现代化的鲜明特点。

## 绿色能源崛起

2020 年 9 月,我国宣布力争在 2030 年实现碳达峰、2060 年实现碳中和。为实现这一宏伟目标,我国多部门发布了一系列相关指导方案和政策文件。

科技部中国 21 世纪议程管理中心原主任、国家气候变化专家委员会委员黄昌表示,碳中和问题源于气候变化的挑战,尽管二氧化碳本身并非有害物质,但由于工业革命以来人类活动造成的过量排放对全球气候产生了严重影响,这已是当前科学界的共识。我国为实现“双碳”目标,需要处理好三个关系,即“双碳”目标与经济增长的关系,机遇与挑战的关系,以及技术、政策与市场的关系。

中国国际经济交流中心资深专家咨询委主任、国家发展改革委原副主任张晓强表示,发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求。推动高质量发展离不开新质生产力的发展,而新质生产力本质上就是绿色生产力。

以风电和光伏产业为代表的绿色能源正迅速崛起,2023 年 7 月底,中国的风电、光伏装机容量达到 11.8 亿千瓦,首次超过煤电装机容量。这一突破成为中国绿色能源发展的里程碑。

与此同时,氢能产业也取得了显著进展。多个重大项目正在推进,包括绿电制氢和长距离输氢工程,未来几年将进一步扩大产能,为绿色氢能的广泛应用铺平道路。此外,CCUS(碳捕集、利用与封存)技术的应用也在稳步推进,多个大型企业已取得了积极成果。

我国作为全球能源生产和消费大国,正在为全球气候变化的应对做出积极贡献。未来,我国将继续深度参与全球绿色低碳发展,通过“一带一路”倡议推动更多清洁能源项目落地,共同构建绿色低碳的全球发展新模式。

虽然现阶段我国在绿色能源领域成果颇丰,但面对风电光伏装机快速扩张带来的消纳问题,电力系统的稳定和能源保供仍面临挑战。为此,我国正通过多管齐下的方式提升新能源外送能力,并通过特高压输电、氢气输送等方式进一步增强东部地区的清洁能源供给能力。同时,大力发展储能、智能电网及分布式能源消纳系统,确保能源的高效利用和安全保障。

## 低碳战略是石油公司竞争的制高点

中国石化集团公司党组成员、副总经理万涛表示,石油石化行业绿色低碳发展任务紧迫。当前,国际石油公司纷纷加快低碳转型步伐,将绿色低碳战略作为竞争的制高点。

具体来说,国际石油公司的绿色转型主要有四个方面:一是通过调整组织架构、业务划分等方法重塑绿色低碳战略理念;二是优化业务资产配置组合,一方面加快高碳非核心资产的剥离,另一方面,大幅提升天然气资源的资产配置;三是布局多元能源供应体系,例如,氢能作为一种清洁高效的二次能源被称作 21 世纪的终极能源,成为当前石油石化行业布局的重点;四是攻坚绿色低碳技术,近年来绿色低碳技术更新迭代速度明显加快,成为石油石化行业竞争的新方向。

万涛表示,作为保障国家能源安全的主力军,中国石化深刻认识到实现碳中和既是应对全球气候变化的责任义务,也是加快绿色低碳转型、推进高质量发展的关键机遇。

中国石化积极推进绿色低碳转型,实施绿色清洁发展战略,积极推进化石能源洁净化、洁净能源规模化、生产过程低碳化。

近年来,中国石化油气产量创新高,并大力发展氢能产业,建成了全球最大规模的绿氢项目。此外,地热、风能、光伏等新能源也成为中国石化重点发展领域,2023 年外购绿电 34 亿千瓦时,成为我国绿电交易消费量最大的央企。

在炼化产业升级方面,中国石化通过区域企业整合等措施,提升产业集中度,大力推进世界级炼化基地建设。此外,推动油品转化、特种油品和特色产品业务发展,加快打造新增长点。中



▲江苏油田因地制宜推进风力、光伏发电建设。图为花 3-5 风力发电机组。  
李星亮 摄



胜利油田 CCUS 项目组成员在樊 128 站检查设备运行情况。

朱克民 摄

国石化还通过绿氢与炼化的耦合推进工艺流程再造,推动炼化产业的绿色转型。

在能源结构优化方面,中国石化实施煤电机组节能改造,持续提升终端电气化率,推进钻井和压裂设备的电气化改造。通过推广再电气化技术和增加绿电使用,助力公司降低碳排放。

同时,中国石化积极参与绿电交易和节能减排协同增效计划,2023 年回收二氧化碳 175 万吨。中国石化始终致力于提升资源利用效率,打造“无废集团”,并在废塑料回收利用方面取得积极进展。中国石化还聚力攻坚绿色低碳技术,开展了一批环保治理技术攻关。

## CCUS 是关键举措和托底技术

2023 年我国碳排放量达 126 亿吨。面对全球气候变暖的挑战,我国正积极探索 CCUS 技术,致力于在碳减排中做出表率。

我国实现“双碳”目标难度大、时间窗口紧,CCUS 是实现碳中和的关键举措和托底技术。作为一项新的技术和产业,随着气候变化应对与碳中和进程的推进,其技术体系和应用领域不断扩展。同时,CCUS 也是在极限条件下提高油气采收率、保障国家油气供应安全的战略性技术,要将 CCUS 发展放在战略新兴产业整体布局中考虑。

从早期主要用于驱油封存发展到现在更注重咸水层地质封存和化学利用,尤其是近年来依托可再生能源的技术,如绿电、绿氢,CCUS 正在

快速向火电、炼化、钢铁、水泥等工业领域拓展。

中国工程院院士、中国石化科协主席、国际二氧化碳捕集利用封存技术创新合作组织秘书长李阳指出,CCUS 已成为新能源体系中的重要组成部分,通过减少化石能源生产过程中的碳排放来保障国家能源安全。

谈及 CCUS 技术的应用前景,李阳介绍了我国在该领域的一些重要进展:中国石化建设了国内首条百公里级高压二氧化碳输送管道,获得了国际认可;中国石化南化公司已形成了具有国际水平的低浓度排放源化学吸收捕集技术。此外,我国在二氧化碳驱油封存和咸水层封存方面已取得了全流程技术的突破,未来还将推进千万吨级示范项目。

中国工程院院士、中国工程院能源与矿业工程学部主任周守为指出,目前全球碳捕集与封存技术还处于初级阶段,2023 年全球捕集的二氧化碳量仅占排放量的 0.133%,要实现联合国提出的气候目标,捕集的二氧化碳量需要占到 14%。尽管如此,全球二氧化碳封存项目逐步发展,咸水层封存技术将逐步成为全世界的主流封存方向。

我国去年二氧化碳捕集量 600 多万吨,但封存量与排放量相比仍有显著差距。我国 80% 以上的二氧化碳封存项目仍采用驱油封存方式。

在此背景下,周守为提出了基于海洋天然气水合物的二氧化碳封存新路径。通过借鉴海洋天然气水合物的自然形成机制,二氧化碳可在深海高压低温条件下转化为稳定的固态水合物,实现大规模、低成本的封存。这一技术有望突破当前二氧化碳封存技术的限制,为全球碳减排探索出一条全新路径。未来,中国有望成为全球首个

实现海洋二氧化碳水合物商业化封存的国家。

中国石油经济技术研究院副院长罗良才介绍了中国石油在碳中和及 CCUS 领域的探索与实践。

他指出,碳中和是全球应对气候变化的基本共识,也是人类实现可持续发展的必由之路。中国石油近年来积极推进绿色低碳转型,制定了到 2025 年、2035 年、2050 年的“清洁替代、战略接替、绿色转型”三步走转型路径,力争到 2050 年实现新能源新业务产能占据半壁江山。

他提出推动 CCUS 技术规模化发展、降低成本和完善商业模式的建议,强调应通过多元化融资渠道和国际合作,进一步提升 CCUS 技术的市场化水平,各方力量应共同推动这一技术的发展。

CCUS 技术在规模化应用上还面临一些挑战,特别是在碳捕集效率和成本控制方面。尽管我国的碳捕集技术已经较为成熟,但依然面临能耗高、经济效益低等问题。

李阳呼吁加强 CCUS 技术的创新和工程优化,通过科学研究、先进装备研发和工艺改进,推动该技术的规模化应用。他还指出,CCUS 技术的发展不能仅靠某一个企业或机构的力量,必须通过国际合作推动行业生态系统的建设,包括技术创新、人才培养及政策法规的完善。

## 科技是实现碳中和的重要支撑

科技创新作为新质生产力的核心,已成为我国绿色发展的重要推动力。

黄晶强调,科技是实现碳中和的重要支撑,应对气候变化必须紧紧依靠科学技术,科技的作用是“变不可能为可能”,但是科技发展需要与政策、市场相结合,互相推动、互相促进、相得益彰。光伏产业是这一结合的典型代表,通过技术、政策与市场的联动,推动了行业快速发展,三者之间的结合越好、交集越大,科技将“不可能”转化为“可能”的可能性就越大。

亚太化工联盟主席、中国化工学会副理事长兼秘书长方向晨提出,在炼化行业,推动绿色低碳发展是企业生存与发展的关键。炼化企业必须从源头减排,并通过碳资产管理助力低碳发

展。炼化行业涉及复杂的生产流程,因此,分析每个产品的全生命周期碳足迹是必要的,这将有助于找出必须解决的碳排放问题。

通过控制碳的转化效率,最大限度利用碳资源,进而减少碳排放。炼化企业未来将面临从生产燃料和化工产品向生产能源和材料产品的转型,这要求企业在主流流程上向短流程、深加工、高效耦合方向发展。

在炼化行业的未来技术趋势中,方向晨重点提到了二氧化碳的利用,尤其是羧基化利用。他解释了将二氧化碳转化为甲醇、羧酸等化合物的多种路径,并强调从经济和能量效率角度看,羧基化利用具有极高的经济性和发展前景。这种技术能够显著降低能量输入,并提高产品附加值。未来,颠覆性的炼化核心技术,如分子炼油技术、微反应器等将成为推动行业高效转型的重要动力。

区块链技术自 2016 年“十三五”规划定为战略性前沿技术,进入中国的政策视野,并在 2020 年 4 月被列为“新基建”之一,2021 年更成为“十四五”规划的七大数字经济重点产业之一。

区块链与智能合约等技术将在碳数据的监测与核查流程中发挥重要作用。这些技术能够提升碳数据的可信度和透明度,助力整个绿色经济体系的数字化转型。

趣链科技创始人兼 CEO 李伟表示,互联网的发展历程为理解区块链的价值奠定了基础。互联网解决了信息的高效传递问题,而区块链则引入了可信数据的传递和管理。随着生成式人工智能(AIGC)等技术的崛起,数字世界中的真实性问题愈加严峻,数据的可信度愈加受到挑战。区块链技术通过其去中心化的特点,为数据资产交易、数据的可信存储和验证提供了保障。

在实现“双碳”目标的过程中,碳排放数据可以视作一种关键的“数据资产”。区块链技术能够确保碳减排过程中的数据真实可信,从而提升碳资产的价值,推动碳交易的广泛应用。例如,通过区块链技术记录碳排放数据,不仅能够保证过程的透明性,还能简化多方核验流程,提升效率。

在浙江省,区块链技术已经应用于政府的碳管理,企业碳减排及个人碳普惠行动等方面。区块链不仅在碳管理上展现了潜力,还为分布式能源交易提供了技术支撑。

明阳新能源投资控股集团党委书记、董事长张传卫认为,实现碳达峰和绿色转型的关键在于海洋资源的开发。其中解决风资源效率问题是关键,而想要提高效率,必须要解决抗台风问题和大机型问题,这关乎系统的稳定性与经济性。例如,抗台风技术的突破使海上风电开发成为可能,显著提高了可利用率。

## 行业资讯

## 四部门发文推动美丽中国建设

近日,中国人民银行、生态环境部、国家金融监督管理总局、中国证监会等四部门印发《关于发挥绿色金融作用 服务美丽中国建设的意见》。《意见》指出,加大对清洁能源的支持力度,重点支持北方地区冬季清洁取暖、远距离供热示范工程、充换电基础设施建设、零排放货运车队发展;支持城市 and 产业园区减污降碳协同创新试点,实施电力、钢铁、有色金属、建材等重点行业减污降碳改造、环保装备更新、工艺流程优化等项目;支持新兴固体废物(新能源汽车废旧动力电池、退役及报废光伏组件、风电机组叶片等)综合利用,拓展二次利用市场化场景,支持区域回收利用基地建设。

## 全球最大 26 兆瓦级海上风电机组下线

10 月 12 日,拥有完全自主知识产权的全球最大的 26 兆瓦级海上风力发电机组在福建省福清市海上风电产业园下线。该机组是目前全球单机容量最大、叶轮直径最长的海上全国产化风电机组。供应链完全自主可控,整台机组由 3 万余个零部件组成,发电机、叶片、轴承、电控系统等关键技术均达到了世界领先水平,是我国风电装备全产业链技术快速进步的最新成果,为助力我国构建新型电力系统、实现“双碳”目标提供了坚强的技术支撑。

26 兆瓦级海上风电机组针对风速为 8 米/秒以上的中高风速海域量身定制,机组工程造价低、运维成本低,能够提供更低的度电成本,全面满足平价要求。机组轮毂中心高度 185 米,相当于 63 层居民楼的高度,风轮扫风面积相当于 10.5 个标准足球场。在平均 10 米/秒的风速下,单台机组每年输出 1 亿千瓦时清洁电量,可满足 5.5 万户普通家庭一年的生活用电,可节约标准煤 3 万余吨、减少二氧化碳排放 8 万余吨。

素材来自中国人民银行、东方电气集团公司网站