

2025年11月 11 日

每周末出版

责任编辑:马玲 电话:59963159  
邮箱:qinzh@sinopet.com  
审校:张春燕 版式设计:巩宝贵周“油”列国  
油事精彩

5

# 石油石化行业积极构建全产业链协同的低碳生态

阅读提示

近日,第三届中国石油石化碳中和技术交流大会在西安举办。该大会由中国石油学会碳中和专业委员会、能源化工产业链碳足迹联盟、中石化石油化工科学研究院有限公司、《石油学报(石油加工)》编辑部共同主办,来自全国石油石化行业的院士、专家、企业代表齐聚一堂,围绕“迈向低碳未来,挑战、机遇与实践”的主题,为石油石化行业探寻一条通往碳中和的清晰路径。

链接

## 《迈向低碳未来:石油石化行业低碳转型之路》白皮书首发

——为行业低碳转型提供系统解决方案与实践指南

**本报讯** 记者何翔任报道:近日,在第三届中国石油石化碳中和技术交流大会上,中国石油学会正式发布《迈向低碳未来:石油石化行业低碳转型之路》白皮书。白皮书系统阐述了我国石油石化行业低碳转型路径与生动实践,汇聚能源央企、科研院所的智慧与经验,旨在为行业实现“双碳”目标提供理论支撑、技术路径和管理范式。

白皮书指出,全球气候治理已进入以《巴黎协定》1.5摄氏度温控目标为核心的攻坚阶段。欧盟碳边境调节机制(CBAM)、美国《通胀削减法案》等政策的推进,标志着绿色低碳不仅是环境议题,而且是重塑全球产业竞争格局的核心变量。

中国作为负责任的大国,明确提出“2030年前碳达峰、2060年前碳中和”目标,推动涵盖能源结构、产业模式、技术创新的系统性变革。石油石化行业作为国民经济的基础和支柱,其转型成效直接关系国家能源安全、工业体系现代化与全球气候治理的进程。

面对新能源替代加速、传统需求见顶、国际碳壁垒加剧、低碳技术成本高企等多重挑战,白皮书从政策、技术、管理、国际合作四个维度,构建了“问题—路径—案例—展望”的完整框架。

白皮书由中国石油学会组织,中国石油学会碳中和专业委员会牵头,中国石油、中国石化、中国海油、国家管网、中国中化、延长石油等央国企集团,以及中国科学院、清华大学、北京大学、上海交通大学、中国石油大学(华东)等高校和科研机构共同编撰。编写过程中广泛调研企业现状、技术难点与政策需求,整合产学研用多方资源,确保了内容的科学性、实用性和前瞻性。

中国石油学会碳中和专业委员会主任李明丰指出,白皮书不仅是一部学术著作,更是一部行业转型的行动指南。希望它能够帮助企业在复杂多变的内外环境中明确方向、把握重点,实现高质量低碳发展。

中国石油学会碳中和专业委员会秘书长吴昊表示,石油石化行业低碳发展已进入“深水区”,不是某几项技术就能支撑行业低碳发展,也不是靠单打独斗就能实现低碳竞争,上中下游企业只有联手,通过打造低碳供应链,才能真正实现低碳发展。

白皮书的发布,是中国石油石化行业积极响应国家“双碳”战略、推动新质生产力发展的重要举措。它不仅为政府制定行业政策提供参考,为企业提供转型路径与技术选择,也为科研机构指明创新方向,为国际市场对接提供标准与案例支撑。

未来,中国石油学会将继续发挥平台与纽带作用,推动白皮书中技术成果的推广应用与迭代更新,助力中国石油石化行业在全球绿色转型中走在前列、赢得主动。

全书涵盖六大部分。

全球背景与行业现状:分析国际能源转型趋势与中国石油石化行业碳排放结构、能效瓶颈及核心矛盾。

政策与标准体系:解读国家“双碳”政策、碳市场机制、产品碳足印管理、ESG披露与国际标准对接。

低碳技术路径:详细介绍油气开采、运输、炼化等环节的减排技术,重点聚焦CCUS、绿氢炼化、风光储氢一体化、生物燃料、数字化管理等前沿方向。

典型案例与实践:收录中国石油、中国石化、中国海油、国家管网、中国中化、延长石油等企业的数十个真实案例,包括齐鲁石化-胜利油田CCUS项目、中国海油岸电入海工程、中国石化绿氢炼化、延长石油CCUS-EOR矿场实践等,为企业提供可复制、可推广的转型经验。

管理机制与国际合作:提出全生命周期碳管理、产业链协同减碳、CBAM应对策略等系统性建议。

未来展望:研判行业绿色低碳发展趋势,强调政策、市场、技术、资本协同发力的重要性。



□本报记者 何翔任

“挑战空前严峻,但机遇同样巨大”,这是第三届中国石油石化碳中和技术交流大会传递出的明确信号。目前,以技术创新为核心驱动力,构建全产业链协同的低碳生态,已成为行业共识与行动纲领。

作为国民经济的支柱产业,石油石化行业既是能源保障的主力军,又是节能减排的主战场。此次大会的召开,不仅展现了行业转型的阶段性成果,更为未来发展指明了清晰路径。

### 战略引领 “双碳”目标下的行业使命与担当

“双碳”目标是倒逼产业结构调整、推动经济高质量发展的强大引擎

“石油石化的转型成功,直接关系国家‘双碳’战略全局。”中国石油学会理事会理事长焦方正在大会开篇致辞中,深刻阐述了石油石化行业在国家战略中的关键地位。他指出,“双碳”目标不仅是应对气候变化的必然选择,而且是倒逼产业结构调整、推动经济高质量发展的强大引擎。

过去几年,我国石油石化行业积极践行绿色发展理念,将低碳转型全面融入发展战略,取得了一系列亮眼成绩:绿色油气田建设持续推进,炼化基地能效水平稳步提升,预计2025年炼油、乙烯、合成氨等领域能耗标杆产能占比将超过30%;CCUS(碳捕集、利用与封存)等负碳技术加速突破,2024年我国二氧化碳注入量达310万吨;清洁能源供给能力显著增强,2024年天然气占能源生产总量比重达8.7%,电力与新能源发电总量占比达19.3%,清洁能源发电达3.7万亿千瓦时;数字化转型赋能成效凸显,智能油气田、智能炼厂等示范工程不断落地。

然而,转型之路并非一帆风顺。焦方正坦言,石油石化行业实现碳中和,意味着一场从理念、技术到商业模式的全方位变革,当前仍面临关键技术亟待突破、成本效益进一步提升、能源结构优化任务艰巨、绿色低碳标准体系尚需完善等挑战。对此,他提出六个发展方向:大力推动节能与能效提升技术、加速发展CCUS等负碳集成

技术、推进油气与新能源深度融合、发展循环经济及材料循环利用、强化数字技术赋能、探索负碳排放与生态系统碳汇。

中国石油学会碳中和专业委员会主任、中石化石油化工科学研究院有限公司董事长李明丰以“2025年关键节点”为切入点,回顾了行业5年转型历程。他表示,石油石化行业走出了一条具有行业特色的低碳发展之路:上游油气生产领域电气化改造试点铺开,甲烷回收技术广泛应用;下游炼化行业绿氢炼化取得突破,生物基燃料研发成果丰硕;CCUS系列关键技术实现从跟跑、并跑到领跑的跨越,石油石化行业交出了一份亮眼的低碳答卷。

作为行业科研中坚力量,中石化石油化工科学研究院以打造世界一流绿色低碳能源化工科学研究院为目标,在标准体系建设、工具与数据库开发、技术研发、国际合作等方面持续发力,自主研发的碳足迹核算软件可实现生产企业“三流(物质流、能量流、碳排放流)一体化优化”,生物航煤技术助力民航跨洋飞行,废塑料化学循环技术即将完成万吨级工业示范,近年来为企业节约炼油能耗70万吨标准油、减排二氧化碳近200万吨。

### 技术攻坚 CCUS成规模化减排核心抓手,绿电化工开辟新赛道

绿电与化工深度融合,需要攻克关键难题,更需要产业链协同与政策引导

在技术交流环节,中国工程院院士袁士义的主旨报告聚焦CCUS技术,将其定义为“规模化减排二氧化碳的战略性头等技术”,指出CCUS不仅能有效支撑化石能源低碳利用,还能通过二氧化碳驱油(CCUS-EOR)提高原油采收率,实现“减排”与“增产”双赢。2023年,国外运行了43个CCUS项目,80%以上由市场需求驱动;我国自2021年加速CCUS发展,尤其在低渗透、特低渗透油气藏开发中发挥了关键作用。

袁士义详细介绍了我国CCUS技术的创新突破与产业化实践。

在理论层面,科研团队发现碳7以上组分对陆相原油混相具有重要贡献,使混相气储量评估增加10万亿立方米,同时揭示

了油气水三相渗流规律,建立标准化筛选与潜力评价方法,评估适合二氧化碳驱的原油储量达189亿吨,CCUS/CCS埋存潜力为5000亿~7000亿吨。

在工程技术层面,我国已形成涵盖流程数字模拟、方案优化设计、个性化应用模式的技术体系,建成204千米二氧化碳输送管道(平稳运行10余年),正在建设的吉林石化至吉林油田超临界二氧化碳管道(总长525千米,年输送能力730万吨),将成为国内距离最长、规模最大的同类装置。

在产业化应用方面,中国石油牵头建成吉林油田国家级CCUS-EOR示范工程,累计注入二氧化碳超1000万吨(占全国总量65%以上),年产322万吨,带动松辽、鄂尔多斯、准噶尔盆地三大千万吨级CCUS产业基地规划建设。

“到2030年碳达峰时,CCUS-EOR年注入规模将达3000万吨级,年产油1000万吨,相当于新建一个辽河大油田;到2050年,年注入规模可突破亿吨级,形成万亿元级产业集群。”袁士义对CCUS技术的前景充满信心。

中国科学院院士、中国石油学会碳中和专业委员会副主任徐春明将目光投向“绿电与化工融合”新领域,指出传统的以化石燃料为主的化学工业,正逐步向可再生能源驱动转型,绿电将成为降低化工行业碳排放强度的核心力量。通过电加热替代传统燃烧方式、研发电驱动反应工艺(如电催化合成氨、尿素)、利用变压吸附分离烟气中的二氧化碳等技术,可大幅减少化石能源消耗与碳排放。以电磁感应供热为例,其能通过电流产生均匀热点,改变传统加热方式,甚至影响催化反应效率,如提升甲基环己烷催化脱氢反应速率。绿电与化工深度融合,不仅需要攻克低压电解技术、高效催化剂等关键难题,更需要产业链协同与政策引导。唯此,才能推动化学工业实现绿色低碳转型。

### 实践探索 央企引领转型,碳市场扩围倒逼行业升级

目前中国石油、中国石化、中国海油等领军企业已从多维度备战碳市场

作为行业转型的“排头兵”,中央能源企业的实践案例成为大会关注焦点。中国石化高级专家、中国石油学会碳中和专业委员会副秘书长孙志斌,详细介绍了中国石化的低碳转型路径。早在2011年,中国石化就将绿色低碳纳入公司六大发展战略;2021年印发《碳达峰碳中和行动指导意见》;2022年出台《2030年前碳达峰行动方案》,启动清洁能源供给提升等八大行动;2024年完成113家企业绿色创建,启动第二阶段降碳行动。

在技术实践中,中国石化自主研发的生物航煤完成跨洋飞行,百万吨级CCUS项目投入运营,截至2023年底,累计建成碳中和加油站、油库、井场160余个;在行业协同方面,牵头成立能源化工产业链碳需求联盟,带动联盟单位参与近50项国家行业标准制定,为行业转型提供“中国石化方案”。

2027年全国碳市场将覆盖工业领域主要排放行业,石油石化企业如何应对碳约束,成为大会热议话题。中国石油学会碳中和专业委员会秘书长吴昊表示,碳市场扩围对行业既是挑战又是机遇:挑战在于流程复杂导致的碳核算难度和数据真实性要求提升,低碳技术需求迫切,长期规划需适配碳市场价格规则;机遇体现在碳资产价值化(通过配额交易获得额外收益)、低碳技术与业务创新(高端化工品、新能源业务受激励)、竞争力提升(从“被动履约”转向“价值创造”)。

吴昊透露,目前中国石油、中国石化、中国海油等领军企业已从多维度备战碳市场:在顶层设计上,出台绿色低碳发展行动计划、碳达峰方案等管理体系;在技术储备上,聚焦CCUS、废塑料循环、生物航煤等领域研发;在碳管理能力建设上,建立碳足迹核算系统、MRV(监测、报告、核查)体系;在行业合作上,通过产学研协同平台,白皮书发布促进知识共享。以中国石油为例,其实施的CCUS-EOR工程累计注入二氧化碳超千万吨;中国海油推进“岸电入海”与海上CCUS示范,这些实践为行业提供了宝贵经验。

针对当前行业在碳核算中面临的标准不统一、数据获取难、国际互认不足等痛点,吴昊建议,加快建立行业统一的碳核算标准与数据库,加强“双碳”复合型人才培养,推动行业专家参与政策制定,同时强化国际合作,提升我国碳核算体系的国际认可度。“不让任何企业掉队,是我们的初衷。”吴昊强调,低碳转型需要政府、企业、科研机构协同发力,共同构建有利于绿色发展的生态。

### 展望未来 多路径协同,书写行业高质量发展答卷

石油石化的未来需以技术创新为核心、以碳市场为驱动、以产业链协同为支撑

与会专家一致认为,石油石化的低碳转型已进入“深水区”,未来需以技术创新为核心、以碳市场为驱动、以产业链协同为支撑,走出一条兼顾能源安全与低碳发展的道路。

焦方正指出,中国石油学会碳中和专业委员会将持续发挥平台作用,通过双创服务平台、技术研发、标准制定、人才培养,为行业转型提供支撑。

李明丰表示,中石化石油化工科学研究院将继续聚焦循环经济、绿氢炼化等领域,推动更多技术从实验室走向生产线。

从吉林油田的CCUS示范工程到生物航煤的跨洋飞行,从碳足迹核算系统的落地到能源化工产业链联盟的成立,石油石化行业正以实际行动践行“双碳”承诺。袁士义指出:“CCUS技术的产业化,不仅能为国家‘双碳’目标提供支撑,而且能为保障能源安全作出重要贡献。”

未来,随着技术不断突破、政策持续完善、市场机制逐步成熟,石油石化行业必将在迈向低碳未来的征程中,书写出高质量发展的新篇章,为全球气候治理贡献中国力量。

