

碳达峰、碳中和的“齐鲁路径”

齐鲁石化加快推进百万吨级 CCUS 项目建设，切实履行央企责任

■作者 张绍光

中国石化近日宣布将开启我国首个百万吨级 CCUS 项目建设——齐鲁石化-胜利油田 CCUS 项目。

上世纪 80—90 年代起，中国石化开展了二氧化碳捕集等相关技术开发工作，部分自主开发技术达到了国内领先和世界先进水平。在国家提出碳达峰、碳中和目标的大背景下，中国石化提出 2025 年甲烷排放强度降低 50%，开发碳中和林、碳中和加油站等各具特色的碳中和模式，确保在国家碳达峰目标实现前实现二氧化碳达峰，力争比国家目标提前 10 年实现碳中和，为应对全球气候变化做出积极贡献。

中国石化将“净零”排放作为终极目标，加快推进 CCUS 的技术探索和规模化应用。百万吨级 CCUS 示范项目将中国石化所属炼化企业产生的二氧化碳捕集提纯后运输至油田企业，注入并封存在地下，实现二氧化碳驱油与减排的双赢。

全面启动项目建设

二氧化碳的综合利用有利于温室气体减排和环境保护，是减少温室气体对环境影响的重要措施。“封碳驱油”，是实现碳中和的重要技术支撑。作为项目的成员单位，按照国家、集团公司碳达峰、碳中和有关工作部署，齐鲁石化迅速启动百万吨级二氧化碳回收利用项



摄影 / 顾波

目建设。

始建于 1966 年的齐鲁石化，现已成为中国石化直属大型炼化一体化企业。多年来，齐鲁石化认真贯彻习近平生态文明思想，以“奉献清洁能源，践行绿色发展”为理念，坚决落实国家和集团公司碳减排有关工作部署，持续推进“能效提升”计划，大力开展二氧化碳捕集回收利用工作。

“十三五”期间，公司共实现节能 14 万吨，相应减少二氧化碳排放 36 万吨，累计回收高浓度二氧化碳 15 万吨。在全面梳理分析各装置二氧化碳排放现状的基础上，公司明确对近百万吨高浓度二氧化碳进行捕集回收，并运输至胜利油田用于驱油，最终实现二氧化碳的封存。

建设百万吨级二氧化碳回收利用项目，是中国石化贯彻国家碳达峰、碳中和战略的重要举措，是齐鲁石化落实集团公司绿色洁净发展战略，奋力站排头、

争第一、当示范、做表率的具体体现，是企业自身绿色低碳发展的迫切需要。

制订项目实施方案

按照集团公司的整体安排部署，在系统调研、科学论证的基础上，齐鲁石化确定了项目方案。

一是年回收二氧化碳达百万吨级。从经济性和可行性两方面，考虑不同浓度二氧化碳回收技术差异，结合自身煤制氢装置排放现状，最终确定了建设 100 万吨 / 年二氧化碳回收利用项目方案。二是优化二氧化碳捕集工艺，降低捕集过程碳排放。根据原料气、产品气和存储运输方式，确定了液化提纯技术方案。为了降低运行能耗和液态二氧化碳产品成本，增设了制冷机组回收余热，降低了冰机运行负荷和电耗，相应减少了碳排放。三是采取绿色低碳运输方式，减少运输过程中的碳排放。公司积极谋划绿色低碳运输方式，采用新能源汽车取代传统燃油汽车，将二氧化碳运输至胜利油田，降低 CCUS 全产业链碳排放，同时降低二氧化碳运输成本，提高社会效益、环境效益和经济效益。

在碳捕集环节，齐鲁石化通过冷却和压缩技术，回收所属第二化肥厂煤制气装置尾气中的二氧化碳。公司年捕集纯化二氧化碳达到 100 万吨，回收后的液态二氧化碳纯度达到 99% 以上。

在碳利用与封存环节，胜利油田运用超临界二氧化碳易与原油混相的原理，

向油井注入二氧化碳，增加原油流动性，并可驱替微孔中的原油，大幅提高石油的采收率。同时，二氧化碳通过置换油气、溶解与矿化作用实现了地下封存。

齐鲁石化第二化肥厂煤制气装置设计生产氢气、氨基合成气共 10 万标准立方米 / 小时，排放二氧化碳气 89 万吨 / 年。煤制气装置排放的二氧化碳尾气属于优质的二氧化碳资源。公司选用成熟、可靠的中压法液化提纯技术回收利用二氧化碳，在二氧化碳装置操作、维修及产品纯度、储存、运输等方面具有优越性。

齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 项目建成后，将成为我国最大的全链条 CCUS 示范基地。CCUS 减排潜力大，工业利用极具前景，可有效提升“碳消耗”的能力，为搭建“人工碳循环”提供新可能，并将推动传统化石能源行业的低碳转型。示范基地建成后，将促进 CCUS 技术成本下降和水平提升，为我国 CCUS 技术标准体系建设、实现规模化推广应用打下坚实的基础。

推动项目早日见效

在中国石化集团公司党组的领导下，在有关部门和兄弟单位的大力支持下，齐鲁石化加快推进百万吨级 CCUS 综合示范项目建设，成立了二氧化碳回收利用项目领导小组。公司主要领导任组长，其他领导班子成员任副组长，统筹推进项目各项工作。领导小组下设物资采购、

工程设计等 4 个工作组，定期召开专题会议，研究解决项目推进过程中存在的问题，制定切实可行的措施，全力推动项目早建成、早见效。目前，项目已取得了实质性进展，可研报告于 6 月获批，预计 12 月建成。

齐鲁石化将进一步强化责任担当，加强项目运行管理，深化二氧化碳捕集技术研究，持续优化二氧化碳捕集工艺流程，严控项目原辅材料、公用工程等各类消耗，不断降低项目碳排放和捕集成本，逐步扩大项目应用规模，争做碳达峰、碳中和的示范者和引领者，为实现碳达峰、碳中和目标提供借鉴。

齐鲁石化将以建设二氧化碳回收利用项目为契机，全面贯彻落实习近平生态文明思想，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，围绕碳达峰、碳中和目标，切实履行央企责任；按照中国石化“一基两翼三新”产业格局部署，加快制定实施碳达峰、碳中和战略路径；积极推动传统业务转型升级，持续推进能源结构低碳化，不断提高能效水平；探索开展二氧化碳制备高价值化学品等技术应用，形成可复制、可推广的“齐鲁经验”。

按照中国石化集团的统一部署，齐鲁石化将与胜利油田紧密协作，加快推进项目建设，为 CCUS 规模化应用贡献石化力量，为中国石化打造世界领先的洁净能源化工公司做出更大贡献。[1]（本文作者为中国石化集团齐鲁分公司党委书记）

天然气这口气怎样提

■作者 罗佐县

“双碳”目标提出之后，天然气行业将迎来诸多发展机会。

一是天然气发电空间被有效拓宽。我国目前的人均年电力消费为 5000 千瓦时，与发达国家存在较大差距，与个别的发展中国家也存在着差距。

未来随着经济结构调整以及经济发展水平的持续提升，人均电力消费将继续保持增长。与此相关，发电装机容量以及发电量也会水涨船高。目前，全国天然气的发电装机容量仅在 1 亿千瓦水平，占全国总装机容量比例大约为 5%，与发达国家以及世界平均水平（23%）均不是一个量级。

“双碳”目标提出之后，我国提出构建以新能源为主体的新型电力结构，电力稳定性成为首要的问题。天然气发电，是实现新型电力供应稳定的重要保障电源。东北、华北、西北是我国主要的风力、太阳能资源富集地。当前这一地区已经上马了大量的风电、光伏发电项目。新疆、内蒙古、甘肃、宁夏风光发电装机容量在全国位居前列。东中部地区有大量的太阳能资源和光伏发电项目。为有效克服可再生能源供应间歇性不足，除了发展储能等项目之外，上马一定的气电项目是稳定新能源电力系统的充分必要条件。

二是从天然气发电结构方面看，南方地区天然气热电联产是重要的发展方向。目前的热电联产型天然气发电项目，在所有的天然气发电项目中占有较高的比例。这些项目主要分布在华东、华中、华南等夏热冬冷地区，既供电又供热，且在很大程度上因热需求而存在。

近年来，该地区经济社会发展对热需求有增无减，热需求既来自工商业，也来自普通民众和家庭。传统的秦岭—淮河集中供暖线将夏热冬冷地

区排除在集中供暖范围之外，其后遗症正在显现出来。该地区冬季空气湿度大，冬季湿度为 70%—80%，高于北方 20% 的水平，因此，该地区民众冬季供暖需求日新强烈。从新一轮的人口普查情况数据看，我国人口目前主要集中在中东部。人口老龄化以及未来鼓励生育政策带来的新出生婴儿数量增长，将进一步促进南方地区围绕服务“一老一小”群体的冬季供暖需求增长。

三是民生（生活）用气有较大的增长潜力。我国的城市化水平在 60% 左右，今后若干年还有较大的增长空间。这一现实使得民众的生活用气需求成为支撑国内天然气需求增长的最为稳定和持久的力量。目前，城市天然气普及率并未实现百分之百，用气人口仅在 5 亿左右，已经居住在城市地区的人口尚有 3.4 亿人口未能用上天然气。农村天然气需求主要聚焦的领域是生活用气，乡村振兴规划已经明确提出要大力推进燃气下乡，农村是天然气消费的又一支点。中餐制作较多依赖明火，天然气用于烹饪需求刚需特色鲜明。

四是天然气制氢。氢能能源化大规模利用之后，基于绿电的绿氢将逐渐成为主体。据国际氢能理事会等组织预测，到 2030 年前后全球绿氢的全生命周期成本将与蓝氢持平。到 2050 年随着技术进步，绿氢成本甚至低于灰氢。绿氢成为主体氢源之后将广泛应用于交通、化工、冶炼、建筑等领域，理论上存在着出现局部地区或行业氢气供应短缺的可能，需要氢气供应的调峰。依托绿氢主体供应的氢气调峰需求，与当前基于绿电供应的火电调峰机制类似。因此，将来有必要发展基于 CCS 技术应用的天然气制氢，为绿氢供应作好调峰准备，从而形成氢气供应的蓝绿结合模式。[2]

油企参与“碳交易”应有所为有所不为

■作者 朱润民

全国碳排放权交易近日在上海环境能源交易所正式启动。发电行业是首个纳入全国碳市场的行业，是全国碳市场交易的主体，总计 2225 家发电企业和自备电厂被纳入首批重点管理排放单位。

石油行业虽然未被纳入首批碳市场行业，但油公司参与碳交易是必然趋势。中国石化、中国石油、中国海油分别有 20 家、10 家和 5 家下属企业被纳入首批管理重点排放的企业。中国石化、中国石油参与了首个交易日的交易。

英国石油（BP）统计数据显示，2020 年，中国碳排放 98.94 亿吨，无论是从消耗总体规模角度看，还是从单位热值碳排放角度看，实现“碳达峰”“碳中和”的“双碳”目标主要着力点是煤炭，其次是石油。油公司乃至整个石油行业，在“双碳”目标的实现进程中和碳交易市场中应该扮演什么角色、怎么定位、做什么、怎么做，一定要有所为、有所不为。

第一，油公司要积极参与碳交易，但切忌过度投机炒作。我国已经把全国碳市场作为实现“双碳”目标的重要政策工具。初期启动 2225 家电力企业，碳配额以免费为主，逐步增加有偿比例。这给油公司未来被纳入全国碳市场参与碳交易提供了一个良好的学习机会。

有市场、有交易就有投机和炒作。碳交易也不能例外。如同期货、证券等金融市场一样，创立初期出发点往往是积极、正面的。但是，随着时间的推移，期货市场、证券市场在履行其市场职能的同时，投机、炒作的成分越来越多，有的甚至颠覆了市场的本来目的。油公司参与全国碳市场交易，需要对自身的碳排放规模及其未



来变化趋势进行深入分析和预判，以实际规模和预期变化为基准适度参与碳交易，把碳交易的量控制在一个相对合理的范围，一为把控自身交易风险，二为稳定市场做出贡献。

第二，油公司要立足企业特点，推广应用新技术，深挖节能降耗减排潜力。中国石化、中国石油和中国海油被纳入首批管理重点排放企业名单的大多是石油化工企业，从碳排放的角度考虑，油公司在石油化工板块引进、研发、推广应用新技术和新装置，实现节能、降耗、减排，既是为实现“双碳”目标做贡献，也是为自身参与碳交易强身健体。

目前，我国主营炼厂炼油综合能耗 60 千克标准油 / 吨，与美国的先进炼油综合能耗低于 40 千克标准油 / 吨相比，节能降耗减排还有很大的提升空间。大力推广应用先进技术实现节能、降耗、减排，是我国石油企业实

现“双碳”目标最有效的途径。我国是世界第二大炼油国，在这方面应该有很好的机会和作为。

第三，加大油气勘探开发力度，提高油气的自给能力，改善化石能源的消费结构。提高油气自给能力和水平，不仅是国家能源安全保障的一部分，而且有利于改善化石能源消费结构，有利于推进能源消费结构从煤炭向石油、天然气转变，有利于能源从高碳向低碳转型的平稳有序过渡。油公司突出主业，做好做精主业，不仅是提高效率、降低成本的有效途径，而且是企业和行业实现“双碳”目标的重要举措。在能源消耗增速超过甚至远远超过新能源供给增速的能源转型过渡时期，石油企业更要做强、做优油气主业，确保我国的能源供给安全有序转型。[3]

本版文章转自《中国石油石化》杂志