



为高质量发展增添“氢动力”

——2023年中国石化氢能领域重点工作盘点

氢能篇

阅读提示

2023年是全面贯彻党的二十大精神开局之年,也是实施“十四五”规划承上启下的关键之年。这一年,在习近平新时代中国特色社会主义思想的指引下,中国石化认真落实习近平总书记视察胜利油田和九江石化重要指示精神,积极推进绿色低碳发展,统筹谋划部署,举力抓好落实,新能源业务发展取得丰硕成果。本版自本期起陆续推出氢能、风光、地热等三个系列专题,盘点中国石化新能源业务发展亮点。

本版图文除署名外由 发展计划部(新能源办公室) 石科院 提供

数字点

截至2023年

●中国石化累计建成供氢中心 **11家**●氢纯化总能力 **2.9万** 标准立方米/时●国内加氢站网络占有率约 **30%**●氢气加注量连续3年增长率超过 **100%**

重庆石油供氢中心配套加氢站 陈海燕 提供

中国石化氢能业务亮点纷呈

2023年,中国石化聚焦氢能交通、绿氢炼化两大领域持续发力,加快打造“中国第一氢能公司”

绿氢工业应用实现突破,绿氢炼化引领行业发展

中国石化按照“氢电一体、绿氢减碳”的发展方向,布局大型可再生能源发电制氢-储氢-利用项目,开展风光耦合制绿氢技术及配套综合研究,形成开发利用模式,加快推进绿氢与炼化应用耦合。新疆库车2万吨/年绿电制绿氢示范项目于2023年8月底全面建成投产,是全球规模最大的光伏发电直接制绿氢项目,所产

绿氢成功替代塔河炼化天然气制氢,用于低碳成品油生产。内蒙古鄂尔多斯3万吨/年风光制绿氢一体化项目启动建设。为乌兰察布10万吨/年风光耦合绿电制绿氢项目配套布局的纯氢长输管道示范工程,纳入“全国一张网”实施方案和《国务院关于推动内蒙古高质量发展奋力书写中国式现代化新篇章的意见》。

采取大兵团模式,集中开展12项氢能重大科技攻关

中国石化采取大兵团联合攻关模式,集中部署开展12项氢能重大科技攻关课题研究。首套30标准立方米/小时PEM制氢示范装置、兆瓦级(200标准立方米/小时)PEM制氢装置均在燕山石化成功投用;橇装式甲醇制氢装备在大连盛港加氢站投用;成功制备了增强储氢瓶样瓶,形成了百吨级高性

能碳纤维装置工艺设计包;完成90兆帕加氢站液驱压缩机样机制造,并通过第一阶段20兆帕气密性能测试;燃料电池铂基催化剂公斤级工业生产基本实现。在氢能标准方面,参与或主导的氢能标准超过30项,2023年3月发布中国石化一级企业标准《氢气输送管道工程技术规范》。

打通氢能交通供加用环节,着力打造氢产业走廊示范

在氢能交通整体谋划方面,中国石化编制了氢产业走廊规划,提出“三轴四区N线”的布局思路,着力打造氢走廊示范线。燃料电池供氢中心建设方面,按照“适度超前、适度富余”原则,统筹供氢中心项目规模和进度,已在11家炼化企业建成供氢中心,氢纯化和充装设施总能力合计2.9万标准立方米/小时,2023年供氢量超2000吨。加氢站建设方面,以“3+2”燃料电池示范城市群为重点,以重要港口、物流场

所、高速公路氢走廊、煤化工基地为依托,在全国重点城市适当超前部署建设加氢站,累计发展128座加氢站,氢气年加注量约3400吨。香港首座面向公众的加氢站——中国石化香港凹头加氢站于2023年11月启动建设。积极探索站内制氢及微网输氢新模式,福州、广西分布式氢制氢加氢一体站、大连盛港加氢站站内甲醇制氢项目相继示范运营,并在浙江、四川、重庆和山东投入运营微管道输氢加氢示范站4座。

引领产业发展,积极推进氢能应用现代产业链建设

中国石化按照“科技支撑、产业引领、融通带动、开放合作”的总体思路,积极推进氢能应用现代产业链建设。

基础工作方面,开展氢能产业布局研究,积极推进氢能应用现代产业链数据平台建设,成功举办氢能应用现代产业链高质量发展推进会暨专家咨询委员会成立大会等多场产业高峰论坛,邀请国家有关部门领导、业内知名院士专家及企业代表作演讲发言,在业界反响热烈。

合资合作方面,2020年以来,与多个省(市)、企业、高校签订氢能合作相关协议,协助多地政府编制氢能产业发展规划,与国外多家能源企业就氢能产业开展深化互利合作,战略投资链上头部企业,进一步

加快了氢能全产业链资本投资业务布局。积极参与国际氢能理事会活动,提升国际影响力。

深度调研方面,历时近3个月,调研了覆盖“3+2”燃料电池示范城市群主要地区和产业链各环节的头部企业,梳理了产业发展现状和存在的问题,提出政策建议和意见,为更好地推动我国氢能产业高质量发展出谋划策。

推动国产化应用方面,通过新疆库车、内蒙古鄂尔多斯等大型绿电制绿氢项目及加氢站等基础设施建设,带动了一批国内企业积极加入氢能装备研发,实现了相关装备制造关键技术突破,推动了装备大型化,制造成本明显下降。

◀新疆库车绿氢示范项目。 胡庆明 摄

中国石化前沿氢能技术掠影

中国石化新能源研究所2023年聚焦制氢、储氢、用氢技术难题贡献创新技术

【制氢】

PEM电解水制氢技术

关键催化剂量产技术开发方面,中国石化新能源研究所研发团队在前期阳极催化剂研发的基础上,进一步解决了催化剂分离难、收率低的问题,顺利建成单批次公斤级催化剂生产线,年产催化剂可满足百兆瓦级电解槽的装配需求。同时,针对阴极铂碳催化剂铂载量高这一问题,开发了低铂载量的高活性原子簇铂碳催化剂,并实现公斤级放大生产。

大尺寸膜电极制备方面,研发团队先后攻克催化剂浆料沉降速度快、质子交换膜遇水尺寸不稳定等技术难题,制备出活性面积大于2000平方厘米的高均一性大尺寸膜电极,并成功应用于大功率PEM电解槽。

自主化电解槽开发方面,研发团队通过与生产厂家反复讨论、加工、测试,完成了首个试验性小功率电解槽装配,成功产氢,并在此基础上完成了自主开发设计的大功率电解槽装配。所装配的电解槽在常规电流密度下,每生产1立方米氢气仅消耗4.09千瓦时电量,实现了大功率电解槽设计与装配自主化,满足了绿氢炼化领域对电解槽低投资和高适应性的需求。

【储氢】

固态储氢技术

研发团队承接了国家科技部“十四五”重点研发计划项目,针对固态储氢核心材料及关键技术开发攻关,以廉价铁、锰、铁等材料为基础,设计合成了新型固态储氢材料,并通过合金组成、制备条件的精准调控,增加了材料储氢密度,提高了吸/放氢速率,达到行业领先水平。

针对储氢材料有效传热性能差的难题,研发团队从储氢床体和反应器两个角度同时入手,通过仿真模拟和试验验证相结合的方式,建立固态储氢强化热传导和均一化成型技术,开发了高密度快响应储氢装置。

针对实用化过程中储氢装置与用氢端的匹配集成及能量高效利用这一重要技术问题,研发团队提出能量综合管理策略,开展固态储氢-燃料电池车示范;针对固态储氢-化工装置用氢、固态储氢-站内储运氢等应用场景开展系统设计。

【用氢】

燃料电池技术

研发团队在前期成功开发高效氢燃料电池铂碳电催化剂的基础上,向研发高比功率膜电极和组装大功率电堆领域进军。

膜电极开发方面,研发团队采用理论计算与试验相结合的方式,系统研究了膜电极的核心制备工艺及影响因素,提出高比功率膜电极系统设计策略,一举攻克了卷对卷膜电极连续生产技术难题,实现了大面积、高比功率膜电极批量化制备,膜电极性能达到国内先进水平。

电堆组装方面,研发团队瞄准大功率液冷电堆这一技术复杂度极高的燃料电池发展高地,针对燃料电池电堆密封性和水热管理难题,着力优化膜电极与双极板的结构匹配,成功装配出首台(套)百千瓦级燃料电池电堆,各项性能均达到预期目标,标志着中国石化在大功率液冷电堆领域实现零的突破。

中国石化2023年
氢能产业发展大事记

我国首座甲醇制氢加氢一体站建成投运

2023年2月15日,由中国石化燃料油公司建设的国内首个分布式甲醇制氢加氢一体站在大连自贸投用。该一体站装置产氢能力500标准立方米/小时,目前,每日可产1000千克99.999%高纯度氢气,满足100辆氢能公交车的加注需求。

全球最大绿氢耦合煤化工项目开工

2023年2月16日,中国石化在内蒙古首个绿氢示范工程——内蒙古鄂尔多斯3万吨/年风光制绿氢一体化项目开工。该项目利用鄂尔多斯地区丰富的太阳能和风能资源发电直接制取绿氢,就近用于中天合创鄂尔多斯煤炭深加工示范项目。这是目前全球最大的绿氢耦合煤化工项目。

中国石化纯氢长输管道示范工程
纳入“全国一张网”

2023年3月,我国首条跨省区、大规模、长距离的内蒙古乌兰察布至京津冀地区纯氢长输管道示范工程纳入“全国一张网”体系,同年10月纳入《国务院关于推动内蒙古高质量发展奋力书写中国式现代化新篇章的意见》。

我国首个万吨级绿氢规模化工业应用
实现零的突破

2023年8月30日,我国规模最大的光伏发电直接制绿氢项目——新疆库车2万吨/年绿电制绿氢示范项目全面建成投产。这是我国首次规模化利用光伏发电直接制绿氢,是建设产、储、输、用氢一体化的绿氢炼化项目。项目全面建成投产,标志着我国首个万吨级绿氢规模化工业应用实现零的突破。

中国石化香港首座加氢站开工建设

2023年11月20日,香港首座面向公众的加氢站——中国石化香港凹头加氢站启动建设。这是中国石化在香港开工建设的首座加氢站,建成后将成为“油、气、氢、电、服”五位一体的综合加能站,每日加氢能力达到1000千克,能为香港的公交车、物流车、私家车等提供全天候加氢服务。

我国首座商业化分布式氢制氢加氢一体站
建成投运

2023年12月8日,我国首座商业化分布式氢制氢加氢一体站——广西石油南宁振兴加能站建成并成功投运。该站采用中国石化自主研发的分布式氢制氢成套技术,日产500千克99.999%高纯度氢气,制氢规模为同类型最大,可满足40多辆氢能燃料车日用氢需求,标志着中国石化已掌握分布式电解水制氢、天然气制氢、甲醇制氢和氨制氢全链条内制氢技术。

中国石化首座炼油销售一体化“微管网”
加氢站投运

2023年12月20日,山东石油“微管网”加氢站投运,齐鲁石化生产的氢气通过管道输送到该加氢站。这是中国石化首座炼油销售一体化“微管网”加氢站,是山东省首座管道输氢到站示范项目。相较传统的车辆运输方式降低运费80%,实现了安全高效运输氢气。该站日加氢500千克,氢气纯度在99.997%以上,是由山东石油、齐鲁石化、化工销售有限公司等携手打造的“气-站-车”一体化应用场景先行案例。

我国西南地区最大氢燃料电池供氢中心投运

2023年12月20日,中国石化在西南地区首个供氢中心——3000标准立方米/小时氢燃料电池供氢加氢项目在重庆投入运营。该项目是我国西南地区最大的燃料电池车用氢供应中心,满负荷运行条件下每日可向社会供应纯度为99.999%的高纯度氢6400千克,可满足260辆氢能物流重卡的用氢需求。