



新疆库车绿氢示范项目于2023年8月30日全面建成,截至目前已安全平稳运行一周年,累计产氢超过7000吨,在成为当地新地标的同时,也将我国绿氢规模化工业应用水平推上新高度

新疆库车绿氢示范项目储氢球罐区。

新闻会客厅



刘会友
中国石化发展计划部副总经理
兼新能源办公室主任
集团公司首席专家

问:氢能作为最清洁的能源,是未来可持续发展的理想能源之一,在“双碳”目标指引下,您认为氢能未来发展前景如何?

答:当前,在全球积极推进碳中和进程以应对气候变化的背景下,氢能正在扮演越来越重要的角色。特别是绿氢在使用中零碳排放,助力全球实现减碳目标的前景可期。近两年,各地风光储氢一体化新能源投资项目异常火热,新能源投资商纷纷布局并参与绿氢投资。

首先,随着发电效率提升及大型装备价格下降,新能源平准化度电成本逐渐下降,绿氢制备成本也不断下降,使绿氢及下游产品在某些场景应用中有了商业投资价值。其次,由于资源时空分布不均等因素,东北、西北等风光资源丰富的地区面临有新能源发电资源却无法外送之尴尬。电解水制氢成为就地消纳新能源的转化方式,而氢能可以成为新的能源载体,向下游行业延伸。此外,作为未来产业,绿氢产业引起了广泛关注,各地纷纷将绿氢发展纳入当地碳达峰碳中和规划方案,并通过绿氢下游产品投资带动当地绿氢产业链发展。

问:近年来,诸多石油公司纷纷抢滩布局与氢能相关的市场,力图在氢能领域占得技术与市场先机。您认为石油公司在氢能发展中可以扮演怎样的角色?有哪些优势?

答:氢能虽具有较好的应用前景,但在现有技术条件下,大规模应用氢能,短期看存在缺乏经济性、储运困难等问题,但从长远看,随着碳中和不断推进,绿氢技术不断进步和规模化应用带来成本下降,未来绿氢在实现“双碳”目标方面将发挥重要作用,具有很好的应用前景。为此,许多石油公司纷纷抢滩布局与氢能相关的市场。一是建设加氢站,为快速发展的氢燃料电动车车加氢;二是建设输氢管道,大幅降低氢气运输成本;三是推进工业生产降碳,在化工领域开展氢能示范应用项目,使用绿氢生产绿色甲醇和绿氨等化工品。

石油公司发展氢能具有明显优势:一是在消纳场景上,炼油加工环节具备稳定的绿氢替代应用场景,满足自身降碳的需求;二是在工艺技术上,炼油厂都有制氢装置,在制氢技术和设备上具备先天优势;三是在终极能源来源上,油气田因地理位置独特,具有风光优势,可将清洁能源转化为绿氢;四是在产业链特点上,氢能产业链包含“制储运加用”等多个环节,以及与该产业链相关的诸多设备研发与制造,可与加油站、加气站等成品油和天然气产业链高度契合。

问:您认为未来氢能规模化发展须应对哪些挑战?如何破局氢能产业发展?

答:氢能产业链涵盖“制储运加用”等多个环节,在培育期具有投入大、产出慢、竞争激烈、技术含量较高、政策依赖性强的特点,从长远看具有产业链长、工业覆盖面广、经济带动作用强的大产业特征。

目前,氢能产业发展仍面临很多挑战。一是绿氢成本较高。新能源波动性导致制氢设备利用率低,绿氢项目一次性投资高,绿氢生产和储运成本较高,大规模应用场景缺乏,绿氢项目经济性不高,产业链配套基础设施尚不成熟,绿氢还难以与煤制氢和副产氢竞争。二是氢能交通领域基础设施建设总体薄弱。受氢源少、成本高、车辆保有量低等限制,已建成加氢站设施闲置率偏高,新增加氢站验收、制氢加一体加氢站审批受限,加氢站、运氢车、城市输氢管道等基础设施在审批及运营管理等环节缺乏政策支持,建设进展缓慢。三是制氢设备产品性能指标与国际先进水平相比有差距。关键材料部件研发能力和生产制造规模不足,需要开发大规模、高效率、低成本、负荷可调范围的电解水制氢技术。四是绿氢应用场景有待拓展。目前国内碳排放、碳定价、碳税等政策未完全落地,氢能在炼化和供能等领域应用场景、规模和项目数量偏少,市场规模尚未形成,产业各环节发展不协调。五是政策法规配套尚未到位。检测鉴定评价等第三方服务体系尚未建立,缺少统一的鉴定和评价标准。这些问题短期将造成绿氢项目收益不佳,中期将导致技术迭代、创新动力不足,长期将影响“绿氢+”的发展进程。

总体来看,目前绿氢的应用还处于起步和示范应用阶段,绿氢供需地理位置错配,绿氢生产和储运成本偏高,应用项目竞争力不强,影响了绿氢的推广应用。但是,随着技术不断进步,光电和风电成本将不断下降,绿氢成本也将不断降低,加之碳排放要求不断提高,绿氢项目经济性将会逐步提升,未来3~5年可能迎来“拐点”。

(曹海峰 整理)

□本报记者 曹海峰 文/图

天山脚下,库车以东,一座现代化的绿氢工厂拔地而起,10座巍然屹立的白色储氢球罐在蓝天映衬下格外显眼。20公里外的戈壁滩上,55万块光伏板如银色海洋般铺展开来,在阳光的照射下熠熠生辉。在这里,我国首个万吨级绿氢示范项目——中国石化新疆库车绿氢示范项目正平稳运行。绿氢被源源不断地输送至附近的塔河炼化公司,助力炼化企业降碳增绿。

自2023年8月30日全面建成以来,新疆库车绿氢示范项目已安全平稳运行一周年,累计产氢超过7000吨,在成为当地新地标的同时,也将我国绿氢规模化工业应用水平推上新高度。

全产业链贯通,提供绿氢炼化示范案例

在“双碳”背景下,减碳已是一道必答题。通过太阳能、风能等可再生能源发电直接制取氢气,生产过程中基本不产生温室气体,绿氢炼化成为中国石化炼化业务实现“双碳”目标的重要路径,同时也成为中国石化打造中国第一氢能公司、构建“一基两翼三新”产业格局、建成世界领先洁净能源化工公司的重要抓手和重要环节。

新疆库车绿氢示范项目位于新疆维吾尔自治区阿克苏地区库车市,由新星公司负责实施,满负荷生产后每年可生产绿氢两万吨、减少二氧化碳排放48.5万吨。该项目利用西部地区丰富的太阳能资源,结合塔河炼化用氢需求,建设生产、储、输、用一体化的绿氢炼化项目,主要包括光伏发电、输变电线路、电解水制氢、氢气储输、公用工程及配套辅助生产设施,其中光伏发电装机容量300兆瓦,年均发电量5.8亿千瓦时,电解水制氢能力2万吨/年,储氢能力21万标准立方米。目前,全球已投产的项目中,仅有新疆库车绿氢示范项目电解槽规模达到260兆瓦。

新疆库车绿氢示范项目产出的氢气通过管道输送至塔河炼化,率先实现了绿氢生

产利用全流程贯通,标志着我国绿氢规模化工业应用实现零的突破,对炼化企业大规模利用绿氢实现二氧化碳减排具有重要示范效应,为我国可再生能源制取绿氢产业发展提供了可复制、可推广的示范案例。

联合攻关,解决系列技术难题

2024年3月,新疆库车绿氢示范项目入选工业和信息化部公布的2023年工业互联网试点示范项目名单,是中国石化唯一入选项目。8月22日~24日,在由新华网和中国企业改革与发展研究会联合主办的新质生产力发展案例分享会上,新疆库车绿氢示范项目获评2024年度“新质生产力发展优秀案例”,这些荣誉的背后,离不开新疆库车绿氢示范项目团队的集智创新攻关。

作为我国首个万吨级绿氢示范项目,新疆库车绿氢示范项目在建设面临工艺技术新、项目规模大、无成熟工程案例可借鉴等难点。项目团队采用大型模拟软件和仿

真系统,有针对性地开发了一套适合大规模绿氢生产的先进智能管控系统,将新能源发电、电控设备与制氢设备同步响应匹配,实现了“荷随源动”全自动实时优化智慧生产,以一体化智能控制等方式有效解决了新能源波动电力场景下稳定供氢难题,开“绿氢+炼化”行业规模化应用先河。

“我们这个虚拟人走到哪里就会显示哪里数据。”走进新疆库车绿氢示范项目中控室,当班员工正通过三维虚拟系统对厂区各个点位生产数据进行巡检。三维虚拟系统是项目团队自主研发、具有自主知识产权、可独立操作的巡检系统,巡检员不用到现场就能掌握每一个点位、每一套设备的实时数据。新星新疆绿氢公司负责人介绍说:“这套软件替代了现场巡检,值班人员坐在中控室电脑旁就可以看到整个工厂的情况及光伏电站的所有光伏组件和逆变器相变的实时画面、数据,真正实现了无人工厂。”

依托中国石化氢能重大专项、“十条龙”



新疆库车绿氢示范项目制氢工厂制氢车间外景。

企业实践

广州(洛阳)工程公司:以技术开发驱动工程设计

□李建永

“通过参建新疆库车绿氢示范项目,我们取得创新成果10余项,形成了万吨级绿氢工程制备、氢气储输等成套技术和相关技术规范,更坚定了以技术开发驱动工程设计的理念。”广州(洛阳)工程公司负责人说。

广州(洛阳)工程公司承担新疆库车绿氢示范项目可行性研究等前期工作,参加了“万吨级绿氢工程技术开发及绿氢炼化示范”课题联合攻关,与五建公司组成联合体负责工程总承包建设。

针对项目工艺新技术、无成熟工程经验、无标准规范可依等特点,该公司工程技术人员多次深入制造厂调研,开展了全方位技术方案比选及优化设计工作。为了实现特定应用场景条件下万吨级绿电制绿氢各功能单元最优匹配,开发了风、光伏发电制绿氢一体化计算模型,形成了可满足绿氢特定应用场景下光伏发电—电解水制氢—氢气储输最优配置方案。

为了提高原有电解槽成套设备对大规模绿氢应用的适应性,该公司将“一对一模式”单电解槽方案优化为“四对一模式”组合方案,最大程度实现设备大型化,减少占地面积和生产投资;通过ETAP建模、谐波分析及抑制研究,开发了经济可靠的晶闸管整流变压技术;开展IGBT整流电源方案研究,形成了晶闸管、IGBT、IGBT与晶闸管耦合等系列整流方案;针对电解水制氢装置波动性产氢、塔河炼化稳定用氢的特点,制定了经济合理的绿氢储输方案;自主开发项目智能控制系统,为企业后续集群化控制、智能化运行提供了智慧操作平台。

专家感言

广州(洛阳)工程公司高级专家 顾炯炯:

一年来,项目平稳运行既是对万吨级电解水制氢工艺与工程成套技术的工业验证,又是对产学研研联合攻关、协同创新实力的检阅。下一步,我们的重点还是聚焦新一代技术研发和应用,加大高电密、低能耗、宽负荷、集成化的新一代工艺与工程技术开发力度,在规模化和降低电力及运营费用上下功夫,以新技术应用提高绿氢生产的经济性;充分认识风光等可再生能源的资源禀赋,积极参与PEM(质子交换膜电解水制氢)、SOEC(固体氧化物电解水制氢)等多种电解水制氢工艺与工程技术研发;积极推进国产核心关键设备产业化与“绿氢炼化”应用,促进绿氢生产设备实现从“能用”到“好用”的跨越。

五建公司:全力以赴打造优质工程

□陈薇

“目前,我们正在形成从项目咨询、设计、施工到运维服务的全产业链综合性解决方案品牌,这得益于在新疆库车绿氢示范项目积累的丰富经验。”近日,时任五建公司新疆库车绿氢示范项目经理徐安均说。

作为承担联合总承包任务的五建公司,在库车绿氢项目建设中实现了从“0”到“1”的突破。

“从光伏电站到绿氢工厂,沙漠、戈壁、高山,沿途地形复杂多变,风沙肆虐,昼夜温差大,挑战前所未有的。”徐安均说,“无成熟经验可借鉴,加上特殊的地理环境和气候条件,使得项目建设难上加难。”

为攻克工程建设中的难题,他们创新提出“四个一”战略,即“一套方案”确保项目高效运行,“一份清单”明晰权责界限,“一张网格”提升管理

水平,“一支队伍”促进多元融合,全力以赴打造优质工程,树立品牌形象。

项目部肩负着光伏发电、绿色电力传输、绿电制氢、氢气储存、氢气输送等关键基础设施的建设重任。在充分利用现有施工经验和技术优势的基础上,他们紧紧抓住“六化(标准化设计、规模化采购、工厂化预制、模块化施工、信息化管理、数字化交付)”建设的核心,严格按照精细化管理的标准,从施工任务、时间节点等方面细化管理流程、优化资源配置、强化过程控制,确保了各道工序紧密衔接、工程高效有序推进。

聚焦施工过程中“看得见的管不着,管得着的看不见”的问题,他们建立各专业三级“网格+”模式,明晰扩权赋能“网格长”职能,有效消除一线有责无权、权责不明等瓶颈,形成了全员参与、持续改进、闭环管理的体

课题“万吨级绿氢工程技术开发及绿氢炼化示范”,项目团队突破技术瓶颈,先后取得了万吨级电解水制氢工艺与工程成套技术、绿氢储运运输工艺技术、智能控制系统研发等创新成果,均成功实现工业应用,申报专利及专有技术10余项。

项目团队还聚焦生产运行逻辑、储罐运行策略、电网购置策略等关键点,持续开展运行优化。针对当地电网“尖峰平台”段价格政策,结合绿氢厂运行实际,开展用户侧配置储能方案研究,进一步改善项目电力结构,提升光伏发电利用率,降低用电综合成本,推动项目提质增效。

自主创新,有力推动氢能产业链发展

产业的发展成熟是一个千锤百炼的过程,巨大的绿氢需求为产业发展提供了广阔前景。据中国氢能联盟预计,到2025年我国氢能产业产值将达到1万亿元。巨大的发展潜力为绿氢产业快速发展带来难得机遇,其中,设备国产化对提高产业自主创新能力、降低生产成本、促进产业链发展等具有重要意义。

新疆库车绿氢示范项目充分发挥示范引领作用,有效激发产业链及配套产业相关企业创新活力,助力我国制氢装备产业快速发展和更新迭代。以电解槽为例,在该项目启动前,我国1000标准立方米/小时电解槽累计需求量30~40台,而仅库车绿氢示范项目就需要52台。我国单台电解槽制氢量由2021年的1000标准立方米/小时提升到3000标准立方米/小时,行业产能由2021年的不足200兆瓦/年发展到每年数十吉瓦。

随着项目深入实施,新疆库车绿氢示范项目正逐步构建一个完整的绿色能源产业链,带动相关产业协同发展。除了电解槽,新疆库车绿氢示范项目所用的光伏组件、化学水制备、封闭式冷却塔、储氢罐、输氢管线等重大设备及核心材料全部实现国产化,有力促进了我国氢能装备和氢能产业链发展。

系,监管效能与工作效率得到“双提升”。

专家感言

五建公司项目管理部经理 徐安均:

在项目建设中,我们一手紧抓安全生产,一手严把施工质量关,确保了每一道工序都达到标准,顺利实现绿电制绿氢目标。下一步,我们要把好的施工经验发扬光大,更多地参与新能源项目建设。一是做实关键环节管理,通过标准化作业、信息化管理,定期分析、评估、调整,确保项目有效运行,提高项目执行水平;二是强化人才培养,开展专业技能培训、引进高技术人才、建立激励机制,提高项目建设专业化水平;三是加强对外合作与交流,吸收借鉴行业先进经验,积极创新,提升项目竞争力。

塔河炼化:使用绿氢减排二氧化碳超11万吨

□赵美争 曾悦

新疆库车绿氢示范项目自2023年8月30日全面建成以来,截至今年8月底,塔河炼化的两套汽柴油加氢装置已使用绿氢超过7000吨,减少二氧化碳排放11.5万吨。

项目启动之初,塔河炼化便组建了一支精干高效的管理团队,全力以赴推动项目安全、高质量运行。在建设阶段,参与编制了多项关键管理制度和技术规范,包括绿氢项目“7+1”作业管理、大型机组设备维护管理及停工方案等,确保项目标准化、规范化运行。

为优化开工流程并克服当地恶劣天气的影响,塔河炼化在电解水制氢配套工程中采取了一系列创新措施,缩短开工时间二十多天,为后续制氢生产创造了有利条件。此外,还参与了输氢压缩机变工况操作的研究和氢压机稳定工况的技术改进,实现了不同工况下的稳定运行。

在项目运行期间,塔河炼化高度重视员工能力建设,通过开展“桌面演练”和“仿真训练”等实践培训提升员工技能,加强对厂区内输氢运行参数的变化趋势及异常情况的监控与分析,及时识别并解决问题,确保了

氢气使用的安全性和可靠性。

专家感言

塔河炼化生产管理部党支部书记、副经理 刘子英:

塔河炼化使用绿氢提高了油品质量和资源利用效率,对于实现环保目标具有重要意义。塔河炼化将总结项目开工经验,促进全员专业技能提升,重点围绕绿色低碳发展,大力开展环境保护、节能降耗等工作,在提高电气化率,加大新能源项目建设力度,加强低碳、零碳、负碳技术应用等方面开展相关工作。