

周“油”列国  
油 事 精 彩

中国石化5项技术装备入选第四批能源领域首台(套)重大技术装备名单

# 重大技术装备创新点亮能源未来之路

在科技创新引领产业升级的大背景下,能源领域重大技术装备研发正成为推动行业高质量发展的关键力量。近日,国家能源局公示了第四批能源领域首台(套)重大技术装备名单,其中,中国石化共5项技术装备入选。这些首台(套)技术装备的成功研制和应用,不仅标志着我国在能源装备领域的自主创新能力显著提升,而且为保障关键设备产业链供应链安全、加快推进高水平能源科技自立自强奠定了坚实基础。未来,随着这些技术装备的示范应用和推广,将有力推动我国能源行业的高质量发展,为构建清洁低碳、安全高效的能源体系提供有力支撑。本版特邀请相关企业专家进行访谈,与读者一同感受科技创新带来的无限魅力与广阔前景。

阅读  
提示石化机械  
副总经理  
潘灵永工程建设公司  
首席专家  
姜晓花经纬公司  
地质测控技术研究院  
副院长、总工程师  
杨震

■面对日益复杂的地质环境,MSAMR-175随钻方位电阻率边界探测仪器在适应不同地层、岩性等方面有哪些技术优势?未来将如何进行升级迭代,以应对更广泛的勘探开发需求?

杨震:依托胜利济阳页岩油、川渝页岩气、西北碎屑岩、老区挖潜、海上油田等油气勘探开发示范工程,MSAMR-175随钻方位电阻率边界探测仪器解决了薄层、边底水、尖灭、“阁楼油”等复杂非均匀储层高效开发难题,中靶率100%,有效储层钻遇率在95%以上。该技术的优势在于不仅可以评价储层优劣,而且能在实钻过程中引导轨迹进入储层最优位置,实现产量最大化。

未来,为应对更广泛的勘探开发需求,我们将继续加大研发力度,持续升级迭代。一是围绕“深探远探”,拓展地质导向视野。在现有探测仪器的基础上,目前已研发了随钻超深方位电磁波前探测仪器(UD-AMR),经海平面测试远探能力30米、前视距离15米。下一步将聚焦低功耗、耐高温电路,提高电路模块耐温等级,高温环境电阻率和地层边界信号修正技术,提升测量结果稳定性,使系统实现井筒、近井和远井的多尺度测量,最大探边能力由30米拓展至45米,可配套旋转导向根据不同应用需求进行仪器组合,为智能导钻提供系统支持。二是围绕“超前预测”,提升地质导向主动性。目前已开发了随钻地质导向资料处理软件,但现有资料处理仍存在固定维度、固定层数的反演模型过度简化或复杂的问题,高效正反演算法、地质建模与解释等仍面临多项技术挑战。下一步,将开发随钻电磁波三维多尺度地质导向系统,搭配旋转导向钻井,提供井筒、近井和远井地质参数探测,实现眼轨迹智能化控制,为深部油气勘探开发提供可靠解决方案。

■在“芳烃低温热高效回收技术及配套装备”和“乙烯工程国产安全仪表系统”等首台(套)重大技术装备的研发应用过程中,工程建设公司是如何发挥工程“桥梁”作用的?如何有效整合内部研发资源与外部合作伙伴的技术优势,形成协同创新合力?

姜晓花:工程建设公司是国内首家炼油化工一体化的工程公司,始终坚持把创新放在公司发展全局更加突出的核心位置,围绕国家级、集团公司级战略科技任务,充分发挥70多年积累的技术优势和院士专家团队关键作用,持续强化工程技术创新,不断加强工程转化与上游基础研究、下游生产应用的衔接,积极参与新型研发机构布局和原创技术策源地建设,组建更多任务型、体系化创新联合体,开展更大范围、更深层次合作,推动科学技术转化为社会生产力。目前,我们拥有高端压缩机及系统、技术全国重点实验室、中国石化炼油化工流程再造与多能耦合利用工程重点实验室和新能源研究中心三个技术创新平台。

科技开发与成果转化需要研究、设计、制造、应用单位的有机结合。在技术研发过程中,工艺专业要发挥“龙头”作用,从炼化装置的工艺特点出发,联合静设备、动设备、仪表、电气和公用工程等专业一体化统筹推进,同时结合各类装置对装备的需求,整合各自有的技术专利、研发成果、技术平台等资源,与装备研发制造能力强的企业合作,通过资源互补、优势互补,针对性协同创新,合作开发各类关键装备,通过装备创新促进技术成果转化,通过技术推广应用推动技术装备和流程制造业快速发展。

■以九江石化芳烃联合装置为例,“芳烃低温热高效回收技术及配套装备”在节能能耗方面收到了哪些效果?未来,芳烃低温热回收技术还有哪些优化方向和可拓展的应用领域?

郑京禾:九江石化芳烃联合装置采用热能集成深度利用,高效回收低温热,将自产低压蒸汽一部分用于驱动压缩机,另一部分通过升压机组进行升压,用于工艺加热,减少了高品位蒸汽减少,减压过程造成的能量浪费,显著提高了装置余热发生蒸汽的利用效率。同时,将自产热媒水用于低温热发电,每小时可发电约3000千瓦时。通过对低温热的深度回收,相较二代芳烃技术,九江石化芳烃联合装置能耗下降了12%,在同类

装置中一直保持领先水平。

未来,芳烃低温热回收技术可通过进一步优化低压蒸汽升压技术和装备,将蒸汽压力升至更高,应用范围将更为广泛。低温热媒水可通过热泵技术转为低压蒸汽,预计热效率可由原来的6%-7%提高为25%-30%,提高4-5倍。

■天津南港乙烯项目首次将国产安全仪表系统应用于大型乙烯工程,对于打破进口品牌技术垄断有何重要意义?在实际应用过程中,如何确保国产系统与大型乙烯工程复杂工艺需求的精准适配性和稳定性?

陈庚晓:安全仪表系统(SIS)是石油化工企业的核心过程控制系统之一。一直以来,大型化工主装置的安全联锁保护依赖国外进口系统,在安全生产自主可控方面存在“卡脖子”风险。天津南港乙烯项目首次将国产安全仪表系统应用于大型乙烯工程,实现了国家重大能源领域核心装置关键控制系统的装备国产化并大规模应用,在保障国家能源战略安全和工控网络安全上具有重大现实意义与长远意义。

针对百万吨级乙烯装置工程规模大、工艺路线多样、控制程序复杂等特点,在项目设计准备阶段,我们制定了涵盖软硬件配置、系统成套、网络安全、总态标准、回路验收、出厂验收和现场验收等方面工程规范及实施标准64项;在项目实施过程中,严格执行标准、质量控制、测试步骤,对复杂系统应用环境及控制逻辑进行充分测试和验证,确保了国产系统在复杂工艺环境下精准适配与稳定运行。

■国产超纯净聚丙烯原料在直流干式电容器中的首次应用,对打破国外材料垄断、提升我国电力设备自主可控能力有何重要意义?未来是否会进一步扩大超纯净聚丙烯在电容器膜等领域内的应用?有哪些技术升级方向?

赵瑾:国产超纯净聚丙烯原料在直流干式电容器中的首次应用,打破了国外企业对高端绝缘材料源头的垄断,使我国在特高压直流输电这一

关键基础设施建设领域不再依赖进口,降低了建设成本,提高了项目的自主性和可控性,推动了相关产业走自立自强的发展之路,对保障我国电力能源安全及电网设备供应链安全具有重大意义。

随着新能源、新基建等领域的快速发展,以及消费类电子产品不断升级,薄膜电容器市场将迎来更加广阔前景。同时,超纯净聚丙烯作为关键的原材料,也将迎来需求持续增长。中国石化将抓住机遇,在催化剂、聚合工艺和树脂产品等方面加大研发力度,不断开发新材料以满足电容器膜薄型化、耐击穿、耐高温等发展需求,并进行放量生产以满足不断扩大的市场需求,进一步推动薄膜电容器行业的发展。

■相较其他储能技术,水平隧洞式岩洞氢储能系统在环保和经济效益上有哪些独特优势?未来,石化机械是否计划继续加大在氢储能技术领域的研发投入?有哪些具体的研发方向及目标?

潘灵永:氢能是一种新型的储能方式,利用氢气作为储能介质,通过电解水等方式将电能转化为氢能进行储存,并在需要时将氢能转化为电能或热能进行释放。氢能技术具有储能容量大、储存时间长、环保无污染等优点,是未来能源领域的重要发展方向之一。

水平隧洞式岩洞氢储能系统在环保和经济效益上具有显著优势。环保方面,相比地面的气罐式储存设施,地下储氢设施可充分利用地下空间,同时具有更好的密封性和稳定性,能确保氢气储存的安全;经济效益方面,可利用现有地下设施对氢气进行长期储存,以平衡氢能源供需之间的时间差,实现持续稳定的氢气供应。

未来,石化机械将深度融合入中国石化打造“中国第一氢能公司”的产业布局,继续加大在氢储能等技术领域的研发投入,加快实现系列氢气压缩机、制氢成套装备、加氢配套装备的迭代升级,认真履行平台建设主体责任,促进科技创新成果转化和工程化应用,助力打造闭环式氢能全产业链。

本文版图由 孙海涛 柴润金 邓颖 潘亚男 王力 姜晓花 马睿 陈熹穆 提供

## 中国石化入选技术装备介绍

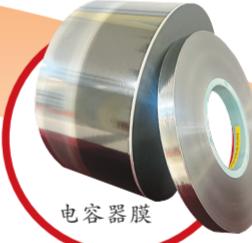
### ●工程建设公司牵头研制,天津南港乙烯项目应用的“乙烯工程国产安全仪表系统”



“乙烯工程国产安全仪表系统”由工程建设公司牵头、联合天津石化等单位共同研制,在天津南港120万吨/年乙烯及下游高端新材料产业集群项目首次应用成功,实现了DCS(分散控制系统)、GDS(可燃气体检测系统)、SIS(安全仪表系统)、GDSC(可燃气体检测系统)等核心控制系统的全面国产化。作为国内首套具有完全自主知识产权的SIL3级(安全完整性等级国际标准,4级为最高等级)SIS,已获15项发明专利、1项实用新型专利及17项软件著作权。

该系统在天津南港乙烯项目中应用于乙烯裂解等10套生产装置及全部公用工程单元,覆盖29套系统,约2万个I/O硬点和216面机柜,完成了旁路管理、变量管理、全局工程管理、报警管理和工况管理等关键功能的软件开发和应用测试,自投用以来联锁动作准确率达100%,为南港乙烯项目一次开车成功提供了坚实保障。

### ●中原石化、北化院等研制的“基于国产聚丙烯原料的柔直换流阀用自主可控干式电容器”



直流干式电容器作为直流工程“心脏”换流阀的重要组成部件,起到支撑系统电压建立、能量交换的关键作用。此前国内所有柔直工程使用的直流干式电容器主要依赖整机进口,因为生产这种电容器所需的关键原材料超纯净聚丙烯无法实现国产化,且国内缺乏完整有效的可靠性论证技术及产品标准,导致我国在这一领域长期受到国外制约。

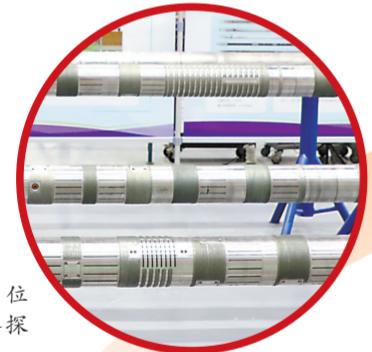
中国石化自主开发的超纯净聚丙烯具有极低的灰分含量和优异的电性能,产品性能指标达到同类产品国际先进水平,打破了国外企业对高端绝缘材料源头的垄断,攻下了直流干式电容器国产化的关键一城。2023年4月,基于中国石化超纯净聚丙烯原料生产的国内首批直流干式电容器,在南方电网世界首个±800千伏特高压多端柔性直流工程龙门换流站投运,标志着直流干式电容器这一电力核心设备国产化实现突破。目前首批产品在龙门换流站运行情况良好。

### ●石化机械等研制的“50000标准立方米水平隧洞式岩洞氢储能系统”

“50000标准立方米水平隧洞式岩洞氢储能系统”是利用氢气作为能量储存介质的新型储能技术,具有能量密度高、储存时间长、无环境污染等优点。大排量隔膜式氢气压缩机作为岩洞氢储能的关键装备,石化机械大胆创新,提出了高速高效大排量隔膜机的理念,通过提高转速和膜腔型线优化,成功将传统四膜头结构简化为新型两膜头结构,容积效率超过60%,大幅减少了占地面积,显著提高了能效。

在技术创新方面,石化机械研发团队攻克了多项核心技术难题,包括高效膜腔型线设计技术、高湿工况下长寿命密封技术、高效率补油溢油系统技术等,为系统的稳定运行提供了坚实保障。目前,研发团队开发的高效大排量隔膜式氢气压缩机产品已在市场应用方面取得突破,成功应用于广州石化氢燃料电池供氢中心和燕山石化万方级供氢中心等建设项目,为氢能交通领域加氢站提供了低成本的氢源供给保障。

### ●经纬公司研制应用的“MSAMR-175随钻方位电阻率边界探测仪器”



“MSAMR-175随钻方位电阻率边界探测仪器”是目前国内首支兼具旋转和滑动钻进探边能力的方位电阻率仪器。经纬公司从探测机理入手,在测量方法、仪器设计和工程应用方面全面创新,独创三维双交天线,设计了电磁波发射功率自动调整对称补偿和加权补偿方法,建立了自适应拟合去噪处理方法,有效动态范围较国外仪器提升20%,电阻率测量精度达到国际领先水平,大幅提升随钻测井系统精准导向和精细地层评价能力。

截至目前,依托胜利济阳页岩油、川渝页岩气等油气勘探开发示范工程,该仪器推广应用55口井,建立了“旋导+探边+地导”“动力钻具+探边+地导”两种技术服务模式,解决了薄层、边底水、尖灭、“阁楼油”等复杂非均匀储层高效开发难题,现场应用实现了边界探测精准控制轨迹距层顶1米穿行,中靶率100%,有效储层钻遇率在95%以上。



应用芳烃低温热高效回收技术的九江石化芳烃装置。