

## 中国石化全面推进北斗规模化应用

## 北斗“天目”助力油气安全生产转型升级

■ 本报记者 吴莉 通讯员 毕冉 高凯凯

近百名生产人员的实时位置、作业状态及厂区设施，以三维立体的画面，清晰展现在屏幕上。在中国石油北斗运营服务中心运维指挥大厅，随着工作人员点开中国石油北斗导航能源安全生产综合监管平台人员安全管控系统，远在千里之外的庆阳石化厂区场景尽收眼底。

中国石油北斗运营服务中心(以下简称“中心”)由中国石油管道局负责建设运营，已建成国内规模最大、覆盖范围最广、技术体制最先进的综合性企业卫星通信专网，是中国石油卫星通信唯一出口。在北斗导航方面建成央企中最大时空信息综合服务平台，拥有油气行业唯一短报文分理级服务资质，搭建了覆盖全国的“北斗高精度网”和“精准授时网”，构建了“平台+应用+终端+服务”的北斗时空体系，支撑中国石油全业务链各类北斗时空数据应用需求，全面保障油气生产安全。截至目前，平台平稳运行超700天，为我国能源生产时空安全提供了新的安全管控手段与解决方案。

■ 打开“天目”  
加速北斗导航融入生产

“这是我们建设的北斗导航能源安全生产综合监管平台，可以实时显示人员室内外定位、生产厂区智能巡检、车辆运行管控、物资管理等情况，能够为能源行业数字化转型智能化发展提供时空数据支撑。”卫星技术工程师李硕东指着屏幕说，这个平台具备百万终端接入、北斗高精度、短报文和普通位置“四大核心服务能力”，具有统一性、安全性、先进性及兼容性特点。凭借优质的时空服务，中心已经为行业内近百家企业提供了北斗导航服务保障，成功部署北斗三号终端超过10万台/套，构建了安全可靠、标准统一、精准高效的时空信息综合服务体系，推动能源企业提质增效、安全管控与智能化发展。

据了解，结合油气生产实际需要，中心以北斗平台为数据底座，定制开发了人员管控、智能巡检作业、地灾监测、大型设备管控、海上安全监测、短报文通信等十大特色系统，形成行业典型场景解决方案超30种。同时，将北斗与4G/5G、蓝牙、气体检测、视频监控等技术集成，结合广域差分定位技术、物联网技术、嵌入式处理技术，全面满足油气行业全业务北斗应用需求。

此外，中心建成“北斗三号短报文运营服务平

台”，拥有油气行业唯一的北斗导航民用分理级服务资质，具备全面管控行业北斗短报文数据接入和分理服务、资源调控、用户管理、授权保障等能力，实现了无网络覆盖区域下，油气田边远井油压功图、海洋勘探等数据与各系统无缝对接、回传，为推进现场作业智能操控、生产运行智能管控提供支撑。

■ 数字赋能  
助力油气安全管控升级

“定位服务只是北斗系统的基础功能，系统推广应用更重要的是保障作业人员安全、生产效率提升、推动企业提质增效。”卫星技术工程师韩振武说。在广东石化、四川石化等单位，通过为生产现场作业人员配备高精度定位终端、短报文终端，结合北斗三号短报文通信功能和北斗人员管控与应急通信系统，企业能够在第一时间获取人员实时位置与安全状况，确保员工能从危险区域及时撤离。

在乌鲁木齐石化，北斗智能巡检系统的引入彻底改变了传统巡检作业方式。巡检员通过配备高精度北斗手持终端，不仅能精准定位，还能实现巡检作业无纸化数据采集、数据实时上传、任务自动接收等，减少了人为因素造成的漏检与错检。在超百座油库及炼厂等重大危化区域，部署了北斗人员安全管控、地质灾害监测和智能巡检的应用，降低了事故发生概率，提升企业安全风险管控能力。在海洋工程领域，广东石化通过海上作业平台和船舶上安装北斗船载终端，实现对海上作业船舶、平台及人员统一监管。

据悉，中心北斗建设成果已广泛应用于油气生产各业务领域，帮助企业提高生产管理效率和安全管理水平，保障时空信息安全、生产业务安全和国家能源安全，为“数智中国石油”建设提供了北斗时空数据支撑。

■ 科创驱动  
做强“北斗+”主引擎

中心不仅仅满足于现有的北斗应用成果，正不断推动“北斗+”的深度融合，借力5G、AI等新技术，打造更智能、更高效的场景。

“我们研发了一款智能机器人，将北斗高精度定位、智能巡检等应用与机器人运动控制、AI视觉算法



等技术集成融合，形成全地形、全场景的智慧无人巡检解决方案。”项目经理李文光兴奋地介绍道。这种基于北斗系统的智能巡检机器人，能够在生产现场复杂环境中精准定位和自主巡检。此外，中心还开发了结合蓝牙、UWB等技术的北斗终端产品，用于室内外人员的位置监控及相关生产数据的采集上报。

李文光还详细介绍了未来中国石油北斗应用建设的新蓝图：“按照规划，到2025年底，实现中国石油全产业链北斗应用全覆盖，超过30万台/套。同步开展相关应用软件的定制开发适配验证，形成特色优势产品。”

“下一步，中心将按照国家和中国石油整体战略规划部署，持续做好卫星技术统筹规划，持续开展北斗导航与低轨卫星互联网、遥感等技术融合应用，大力推进“通导遥”一体化发展；加强芯片、模组、智能终端研发创新，推动形成符合行业特点、市场反馈良好、竞争优势明显的产品体系架构；建成“产、学、研、用、培”一体化综合数智科创基地，推动北斗产业链升级发展，加快发展形成新质生产力，为保障国家能源安全、担当国家战略科技力量提供有力支撑。”中心副主任牛炳乾说。

事实上，早在2021年，中国石油集团公司就已在管道局设立“中国石油北斗运营服务中心”，是中国石油北斗应用统一归口管理、统一技术支持、统一生态运营的专业服务机构，拥有油气行业唯一的北斗导航民用分理级服务资质。据了解，中心在卫星技术领域深耕40年。1985年，建成国内最大企业级卫星通信系统，开启了中国石油卫星应用建设的序幕；2012年，开始研究北斗导航在能源行业的应用，率先开展油气行业的实验性研究，并在固安卫星基地建立北斗应用技术平台，为北斗应用打下基础。2020年，北斗三号系统正式全球服务，中心承接国家卫星导航重大应用专项，推进北斗与油气生产的深度融合应用，3年后项目竣工验收，成果获国家及集团公司高度认可。

北斗作为世界的智慧“天眼”，走过了从无到有、从弱到强的历程。在数字化转型浪潮中，北斗系统不断与大数据、云计算、人工智能等前沿技术深度融合，从探索宇宙的导航技术，蜕变成能源安全的数据底座，从单一应用，到赋能全产业链，北斗系统的应用边界不断拓展，为各行各业带来前所未有的变革与机遇，不仅在保障能源安全，更将在智能未来的蓝图上书写中国力量。

## 新技术促进火电清洁高效发展

## 华能西安热工院打造绿色电力新引擎

■ 本报记者 杨沐岩

作为中国华能集团有限公司的直属科研单位，西安热工研究院有限公司(以下简称“西安热工院”)“十四五”以来持续推进科技攻关，一批示范项目陆续落地。其中，燃煤掺氨燃烧助力火电机组降低排放，同时有望促进绿电消纳和提升绿氨需求；超级电容弥补火电机组调频能力不足，提升电网稳定性并提高电厂收益；熔盐储能、热化学储能、光热储能等一系列热能储能技术“变电为热”，丰富了储能设备应用场景。

## ■ 掺氨燃烧助力火电降碳

“氨原本是作为火电厂脱硝还原剂，但其本身也是一种零碳燃料，替代煤炭燃烧能够显著降低火电机组碳排放强度。”西安热工院锅炉设备及环保事业部新技术研究所所长王志超表示，燃煤掺氨燃烧虽有减碳优势，但仍有不少问题待解。首先，氨气燃烧与煤粉固相燃烧特性差异大，稳燃研究仍需持续强化，燃烧效率有待提高；其次，氨燃料氮含量较高，如何有效控制氮氧化物生成是关键；再次，大规模使用氨带来的安全风险不容小觑。

在西安热工院，约四层楼高的4兆瓦燃烧试验台管线纵横交错，控制中心屏幕汇总传感器和监控系统的信息数据。王志超表示：“通过这座国内先进的中试试验平台，我们验证了对现有燃烧器的改造效果，可以实现从纯煤到纯氨的切换。稳燃方面，我们在各个比例下都做到了燃烧自维持，同时具备一定调节能力。掺氨比例40%以内，氮氧化物生成浓度可以做到与纯煤燃烧持平，燃烧效率也基本相当。”

“目前，华能集团正积极推进燃煤机组掺氨减碳的工程示范。在规划的几个大能源基地建设中考虑引入氨/氨实现长时储能，通过火电厂协同消纳一定比例新能源富余电力。”王志超表示，新能源电价低廉地区的绿氨制备和利用未来将具有优势，同时，随着碳价升高以及煤电机组减碳压力的增加，未来燃煤机组掺氨减碳的经济优势有望进一步凸显。

## ■ 超级电容提升调频收益

在减排同时，火电机组的调频任务也越来越重。西安热工院电气技术部主任兀鹏越表示，近年来，各方均鼓励发电侧参与调频辅助服务市场，但火电机组响应时长、功率爬坡速度慢、稳态精度低，调频性能差，机组直接参与调频任务还会造成发电成本增加、设备磨损等问题。

利用储能可让火电机组调频实现快速折返、精确输出和瞬间调节，但锂电池用作火电调频却存在“痛点”，调频的密集指令会对电池电芯造成巨大损耗，整

个项目寿命周期内需要多次更换电芯，而短时间内频繁充放电也可能导致储能设备出现问题的风险增大。

“超级电容储能作为长寿命、高安全性的短时高频储能技术，具备功率密度高、循环寿命长、循环效率高等一系列优势，适用于电力系统调频。”兀鹏越表示，近年来，西安热工院积极开展超级电容储能调频技术研究与应用，攻克了大容量超级电容储能系统选型、集成与工程应用的难题，将长寿命、高安全性的超级电容储能技术首次成功应用在火电调频领域，为电力系统调频开辟出新的技术路径，填补了我国超级电容储能领域的技术空白。

2023年4月，西安热工院在华能罗源电厂建成世界容量最大的超级电容调频项目。首次将长寿命、高安全性的超级电容储能技术应用在火电调频领域，有效解决了以往火电调频技术中锂电池储能寿命短、安全性差的难题，显著提升机组整体调频性能。今年，华能阳逻电厂、华能左权电厂超级电容调频项目建成投产，华能伊敏煤电、华能铜川电厂等多个项目建设持续推进。同时，西安热工院还在开展超级电容电极材料国产化研制，未来有望进一步降低超级电容成本，促进超级电容储能技术大规模推广应用。

## ■ 探索多种新型储能技术

除电储能外，西安热工院还开展了多项热能储能研究。西安热工院储能研究所所长韩伟表示：“常规的电化学储能重点在于电，而热能储能则注重电热的关联。热能储能市场前景广阔，通过消纳新能源电力，将其转化为热能输出，相比传统储能，应用场景更加丰富。”

据韩伟介绍，成本低廉是热化学储能的重要优势。“目前，常规电化学储能每千瓦时投资为700元至1000元，这已经是非常低廉的价格了。但是对热化学储能来说，虽然我们的项目还处于中试阶段，没有大规模推广，但其千瓦时投资已经可以做到350元以下，相当于常规储能的一半。此外，不同于电力存在峰谷价差，蒸汽等热能需求相对固定，价格更平稳。”

此外，西安热工院的熔盐储能、光热储能、水体储热等其他新型储能技术研究也同步推进。其中，熔盐储能以无机盐作为介质，通过盐的温升储存热能，具有能量密度高、储热时间长、规模化成本低等诸多优势。

2022年，西安热工院承包设计了江苏国信靖江电厂储能项目，将熔盐储能系统和火电结合，同时实现调峰、调频和工业蒸汽供应3种功能。韩伟表示：“我们也建设了一套兆瓦级熔盐储能测试平台，并开发了相变熔盐模块，熔盐最低使用温度从之前的260摄氏度降至现在的100多摄氏度，提升了储能密度，并更好匹配蒸汽的换热曲线。”

## 低空经济将成锂电增长新引擎

■ 本报记者 姚美娟

随着低空经济兴起，动力电池迎来新的应用场景和发展空间，相关企业纷纷推出适用于低空领域的产品，与电动垂直起降飞行器(eVTOL)制造商合作等方式，积极抢占这一新兴市场。在业内人士看来，通过参与低空经济领域发展，动力电池企业有望进一步实现技术革新、市场拓展，推动产业升级。

## ■ 支持政策频出

目前，低空经济领域相关产品主要包括eVTOL、无人机等，涉及居民消费和工业应用两大场景。今年，低空经济产业发展驶入快车道，北京、上海等地相继出台关于低空经济产业高质量发展行动方案，并且在加强关键核心技术创新、提升先进动力配套方面，提出锂电池研发应用等相关规划。例如，9月，北京市经信局等四部门联合印发《北京市促进低空经济产业高质量发展行动方案(2024—2027年)》提到，积极发展氢能动力推进系统，加快固态锂电池、高功率密度航空电机、高效电控系统、混电推进系统等技术攻关。8月，上海市印发《上海市低空经济产业高质量发展行动方案(2024—2027年)》，表示将支持企业研制中远程大载重、末端配送等低空物流无人机，采用锂电池、氢燃料等新能源方式，实现低成本、模块化、长航时等特性，加快规模化生产制造。

整体来看，低空经济具有广阔市场空间和发展潜力。相关数据显示，截至今年9月，国内低空经济相关企业数量超5万家，其中上市企业118家、专精特新“小巨人”企业211家、高新技术企业3991家。另据中国民用航空局预估，到2025年，我国低空经济市场规模将达到1.5万亿元，到2035年有望达到3.5万亿元。

## ■ 推动高性能电池需求

政策推动下，eVTOL等作为低空经济的重要载体，商业化进程有望提速，而动力电池作为重要动力源，也将成为其发展的重要推动力之一。截至目前，包括宁德时代、亿纬锂能在内的多家电池企业都已布局低空电池产品。今年8月，宁德时代与峰飞航空签署战略合作协议，双方将携手研发电动垂直起降航空器航空电池，重点提升eVTOL电池的能量密度和性能表现。近日，鹏辉能源也发布针对低空经济低空场景飞行器的电池解决方案，推出Sky电池，质量能量密度突破400Wh/kg。

在受访人士看来，低空经济尤其是eVTOL的快速成长将为电池企业开拓新的业务增长点。一位电池行业分析师向《中国能源报》记者表示，低空经济潜在规模庞大，电池厂商积极开拓这一新兴市场，有助于消化现有产能，为未来技术升级和市场扩张奠定基础。“虽然目前锂电主要应用场景依然是车用动力电池，但未来有望更加多样化，无人机、电动重卡、商用车等都可能成为其新的增长来源。”

不过，低空经济在为电池企业产品创新和商业拓展提供新空间的同时，也带来新的技术挑战。与电动汽车相比，eVTOL对于动力电池能量密度、循环寿命、倍率等性能要求更为严苛。业内有分析认为，低空经济快速发展将显著推动高性能电池需求。电池厂商可以调整产品线，开发相应产品，寻求差异化竞争，缓解传统锂电市场竞争压力。

## ■ 多技术路线并进

值得一提的是，当前，固态电池被视为支持低空经济发展的关键技术，能够满足eVTOL等对电池性能的要求。

据了解，固态电池高安全性、高能量密度、高功率的特性，契合eVTOL飞行器对动力电池的技术要求，能够为其长时间飞行提供有力保障。另外，固态电池在稳定性和安全性方面表现出色，能够满足航空电池对安全性的需求。

中国电池产业研究院院长吴辉指出，电池材料和结构改进是提升电池安全性的关键，比如，全固态电池采用不含任何易燃成分的固体电解质，能够防止火灾等安全事故发生。“另外，除电池本身改进，也需进一步完善标准体系，保证电池规范应用，进一步保障低空电池安全，为低空经济健康发展提供有力支撑。”

东兴证券认为，从长期电动化趋势来看，固态电池有望凭借远超当前锂电技术的性能优势，广泛应用于能量密度要求较高、现阶段电动化难以渗透的应用领域，如低空经济中无人机与eVTOL等，拓展锂电应用边界，打破锂电行业成长天花板。

不过，上述分析师也提到，考虑到不同应用场景的具体需求，未来eVTOL动力电池可能会出现多种技术路线并存的局面。“在电池材料体系方面可能会看到多种技术并进的情况。综合性能、成本控制以及产业链成熟度等因素将决定哪种技术会成为主流。”