

油气行业“数实”融合突围深水区

■本报记者 梁沛然

2025年,我国“七年增储上产行动计划”圆满收官,油气供给能力和储运网络跃上新台阶,但成本、安全、用工等问题仍然存在。当前,以大数据、人工智能为代表的新一代数字技术正在重塑油气生产、管理和科研范式,全行业正用人工智能、大模型和智能终端重新梳理从勘探开发到炼化销售的每个核心环节。

在2026中国石化石化企业信息技术交流大会暨油气产业数智化发展高峰论坛上,多位与会专家表示,油气行业数智化转型已从零星试点进入系统攻坚阶段,下一阶段的发展不再是拼产能规模,而是拼生产方式和与实际生产融合程度。

■“大脑”进入检验期

近年来,油气行业在大模型上的投入力度不断加大。但模型建起来了,效益也得跟上。中国工程院院士钱锋指出,当前工业自动化程度虽高,但优化决策仍依赖人工经验,缺乏实时、全局的智能调度能力。“这意味着,行业数智化发展的重心必须从模型建设转向实际业务中的价值创造。”

油气企业正在各自探寻答案。中国石化的昆仑大模型已迭代六轮,新疆油田的上千口抽油机井接入智能诊断模型,异常发现从过去的按天缩短到按分钟算,单管井数翻了近两倍。中国石化的长城大模型进入2.0阶段,坚持大小模型协同,大模型负责规划,小模型和机理模型负责执行,并推出行业首个数字专家“烽火智能体”,积累500多项专业技能。中国海油体量虽小,但步子不慢,海能大模型平

台上已“跑”着1000多个智能体。与此同时,华为的鸿蒙电脑和防爆终端开始嵌入油田作业流程,昆仑数智的MES系统打通了炼化生产全闭环。

从模型建设到场景实效,工业“大脑”正进入“真刀真枪”的检验期。中国石化学会理事长焦方正建议,要深化“人工智能+”行动,强化融合赋能,围绕油气勘探开发、炼油化工、油气储运、新能源、终端服务等核心场景,依托高价值场景推动大模型落地和迭代升级,大力推动数字技术的规模化应用。

也就是说,未来谁能把算法嵌入钻井的泥浆、炼化的反应器、管道的压缩机,谁才能真正赢得竞争。

■打牢数据基础

中国工程院院士刘合则直言,在油气行业“数实”化转型过程中,行业仍面临数据基础薄弱、技术融合难度大、复合型人才短缺等多重瓶颈,“有数据无质量”成为普遍现象,标准不统一、标注不充分、跨部门共享难。“今天搞一个大模型,明天再搞一个智能体,一窝蜂地上,这样会影响整体效益。”刘合说,“一个油田内部的数据未必能打通,更别说跨企业了。”

三桶油也都在扎实“补课”。中国石化信息和数字化管理部副总经理蒋楠表示,数据堆在一起不叫数据集,质量高也不等于高质量数据集,必须要有主题、可标识、能被计算机化处理。中国石化把AI技术反哺到数据标注和质检环节,目前60%以上的标注工作由AI完成,成为国内首个通过国家认证的高质

量数据集企业。中国石油则建立“四阶八步”工作法,形成600TB的高质量行业数据集,其中地震勘探数据数据集入选了央企优秀成果。中国海油同样拿到了DCMM五级认证,并且做出一个大胆决定——停掉近700个旧系统,彻底推行“采采分离”,即采集系统和应用系统分开,让数据真正干净、可用。

在数据底座之上,自主可控的算力和平台支撑也在同步推进。比如昆仑数智的“昆仑梦溪”大数据平台管理着11.5PB的数据量,并通过全域治理消除孤岛。华为擎云的鸿蒙电脑则从终端侧解决了内外网数据隔离的痛点。通过“企业数字双空间”技术,同一台设备上可以构建物理隔离的企业工作空间和个人使用空间,手指一划就能切换,既保安全又不影响日常办公。

这些底座能力的建设,正在把数据从过去令人头疼的“包袱”,变成企业可以依赖的“底气”。

■技术让一线受益

在一线作业层面,效率和安全长期被看作一对矛盾,但企业实践表明,数智化正在打破这种非此即彼的关系。

过去,防爆对讲机、纸质记录本、笨重防爆相机是巡检一线的“老三样”。如今,一部手机、一块手表、一台电脑构成的轻量化终端,正试图将工人从繁杂的体力与脑力负担中彻底解放。

“再先进的技术,最终也要服务于人,尤其是在油气这样高危、艰苦的行业。我们与合作伙伴打造的油化定制终端、职业健康管理等解决方案,就是要打造一线员



工的‘超级助手’和‘贴身保镖’,实现安全与效率的双重提升。”华为中国终端政企解决方案总经理轩君表示,“我们推出油化定制终端,让一线员工从‘背一堆工具’变成‘随身带一个能力平台’。比如,一块手表可7×24小时监测心率、血氧,一旦异常马上预警,员工遇到危险一键SOS,位置同步发给指挥中心。安全管理从‘出了事再救’变成了‘出事前提前预防’。”

昆仑数智的“昆仑慧眼”安全生产大模型从另一个角度切入,通过视频和传感器数据融合,在建设期和运营期提前识别风险。这些终端和平台不再是孤立的设备,而是跟后台的大模型、调度系统连在一起。

此外,面对钻井作业的高风险与高成本,昆仑数智自主研发“智能钻井及压裂解决方案”与“钻井安全控制软件”系统通过作业实时优化、风险智能预报警及事故复杂处置方案智能推荐,如同给钻机装上

“大脑”,显著提升钻井效率与安全水平。针对老油田“挖潜难”的问题,“测井老井再评价”技术利用AI算法重新“审视”历史数据,精准定位剩余油,有效延长油田寿命。

国家管网集团则在另一个方向上迈进一步。据了解,一批能够自我学习、自我进化的数智员工已在生产监视、运行调度、招标采购等岗位上岗。测算显示,一个成熟岗位的数智员工生产力相当于2.3个人力员工。

当一部手机采集的设备参数、一块手表监测的生理数据、一个摄像头捕捉的作业画面实时汇入企业的AI中台,安全管理就变成了系统级的主动防御,而不是靠人盯人。与会人士表示,技术的价值不在炫技,而在于是否被一线员工用得上、用得顺、用得安全,是否能够真正在井场、炼厂、管道里跑得通、用得住、被人信。未来数智化赋能油气行业拼的将是“最后一公里”的执行深度。

上接1版

中电联副秘书长兼中电联储能分会会长刘永东向《中国能源报》记者介绍,我国储能标准体系建设已实现从“适应接轨”到“主动制定”的转变,国际话语权持续提升。在国际标准层面,我国深度参与IEC电力储能系统(IEC 62933)标准制定。2025年,由中国牵头制定的3项电力储能国际标准正式发布。“这3项标准分别聚焦运行性能怎么测、系统怎么设计、电池故障对环境有什么影响,正成为全球制造商、用户及第三方机构进行产品研发、工程设计和系统运行的重要依据。”

技术迭代是产业发展核心驱动

为保障供应链安全,我国坚持多元保障与技术自主,目前储能已进入多技术路线并行的阶段,各类技术呈现多元场景与规模突破的特征预计仍会贯穿“十五五”时期,并且长时储能将进入发展关键期。

作为当前主流路线的锂离子电池技术,目前正经历由量变到质变的飞跃——从“280Ah”电芯到如今的“500Ah+/600Ah+”大电芯,技术迭代背后的逻辑直指降本增效与场景适配。随着电芯容量提升,能量密度从约380Wh/L提升至415Wh/L以上,循环寿命从约6000次提升至10000—15000次,可实现20年全生命周期使用。

“降本增效层面,更大容量电芯通过‘以量换价’降低单位能量成本,将固定制造成本分摊至更多容量,同时大电芯可减少系统级连接、管理环节的复杂度。”陈海生表示,“场景适配层面,大容量电芯可提升集装箱能量密度,节约土地与站址资源,适配容量电价机制下更长放电时长、更高利用率的需求。”

在辽宁阜新,阜西风电场的“大风车”高速运转,其配备的4500千瓦时储能电池系统有效平抑风电波动,进一步增强区域电力系统的灵活性与运行可靠性,助力阜新千万千瓦新能源基地建设。“储能电站投运后,整个风电场运行很稳定。”该风电场场长安春龙道出直观感受。

在南京江北储能电站,88个白色电池仓存储容量19.36万千瓦时。国网南京供电公司远能送变电分公司副总经理施圣东说:“这相当于1个中型发电厂1个小时发的电,能同时满足2.6万户家庭1天的用电量。”

这些场景,正是锂电储能技术成熟应用的缩影。目前,针对新能源消纳对长时储能的迫切需求,液流电池、压缩空气储能、熔盐储能等技术路线纷纷取得突破。其中,液流电池与压缩空气储能正处于规模化商业化初期,分别解决了核心材料依赖进口和地理条件受限等痛点。

中储能总经理纪律告诉《中国能源报》记者,我国已打通压缩空气储能从系统设计到核心设备制造的“任督二脉”,构建起涵盖技术、装备、标准的全链条自主知识产权体系,实现核心设备100%国产化。“随着入局者和项目增多,压缩空气储能技术已获行业广泛认可,当前正处于从技术成熟迈向规模化的关键破局期。全行业需要‘拧成一股绳’,在提升性能与降低成本上形成合力,共筑繁荣的产业生态。”

作为锂离子电池的重要补充,钠离子电池目前已进入产业化初期,小规模量产与示范应用阶段,在核心材料、电芯性能、产线配套上均取得关键进展,正逐步实现从示范应用到市场化推广。据《中国能源报》记者了解,我国企业已攻克正极材料、硬碳负极、电解液与隔膜等关键材料的国产化配套,钠离子电池在零下20℃仍能保持较高容量保持率,部分体系甚至在零下40℃环境下仍可放电,而且规模化后成本优势显著,可有效解决高寒地区储能难题。

在前沿探索领域,固态电池技术正加速推进。

陈海生介绍,凭借高安全性、高能量密度优势,固态电池适用于数据中心备用电源等高端场景。目前,半固态电池已进入示范应用阶段,全固态电池商业化量产预计在2030年前后实现。

科技创新的魅力在于突破极限,电池领域亦不例外。

南开大学与上海空间电源研究所科研团队不久前攻克氟难以溶解锂盐的难题,合成出新型氟代烃溶剂分子。南开大学化学学院研究员赵庆介绍,这一技术显著降低电解液用量,又提升电切功率密度,有望使现有锂电池在同等体积重量下续航成倍提升。

安全是储能的生命线。刘永东指出,我国已形成从电芯本征安全到系统级防控的全链条原创技术体系,核心突破体现在三方面:电芯本质安全上,已构建起安全电解液、不扩散阳极、耐热隔膜组成的三维防御体系,从产热源头提升安全阈值,对标GB/T36276标准筑牢底层安全基础。系统级消防预警环节,实现早期安全预警,融合“全域智能预警—控温—消防联动”技术,结合全生命周期AI预警算法,实现从电芯到站级的风险精准监测与提前识别。主动抑制技术上,形成多层次防控方案,实现从电芯、模块、簇、集装箱等多层级逐级防控,构建“主动阻火—长效耐久—分级控烟—极速泄压—智能消防”一体化安全防护链路,保障集装箱不起火、站级不蔓延。

重塑能源生产与消费模式

伴随新型电力系统加速构建,储能将从“狂奔”转向“长跑”——立足碳中和目标,装机规模将达到新能源装机规模的10%—15%,从根本上重塑我国能源的生产与消费模式,最终形成生产端清洁化、消费端电气化、全链条智能化的新型能源生产消费体系。

“在生产端,储能规模化应用破解风光等新能源间歇性、波动性痛点,推动能源生产向分布式与集中式结合的方式转型。”陈海生分析,在消费端,推动电力消费向智能化、互动化升级,用户侧储能、虚拟电厂、车网互动等模式逐步普及,让工商业、居民用户从单纯的能源消费者转变为兼具生产与消费功能的产消者。“同时,储能助力绿电在工业、交通、建筑等重点领域深度应用,推动终端用能实现电气化与低碳化融合。”

刘永东也指出,在能源生产端,储能与风光等新能源深度耦合,实现新能源大规模、高比例并网,推动能源生产向清洁化、低碳化转型。在能源消费端,分布式储能、户用储能的普及将推动能源消费从集中式消费向分布式就近消纳转变,结合微电网、虚拟电厂等模式,实现用户侧能源自给自足和供需互动,构建起“源网荷储”协同的新型能源消费体系。

当前,储能行业面临过剩与低价恶性竞争的挑战。为避免“劣币驱逐良币”,政府与市场正双管齐下破除“内卷”——政府层面,通过完善电力市场交易规则,设立技术创新专项基金,引导企业重视技术价值。招标企业摒弃“唯价格是取”,将核心技术参数、全生命周期可靠性纳入评价核心维度,从源头推动企业聚焦技术升级。

受访专家一致认为,随着顶层设计成熟,我国储能产业正加速向市场化转型。2025年出台的《新型储能规模化建设专项行动方案(2025—2027年)》,打通了储能参与电能量及辅助服务市场的交易路径。今年以来,国家层面首次建立起电网侧独立储能容量电价机制,破解“盈利难”的机制障碍。未来,在电价机制改革、储能技术研发支持、示范项目推广等方面,更多支持政策将出台,推动储能产业持续高质量发展,助力能源强国建设。

日前,英国诺丁汉郡拉福德的一处锂电池储能电站突发火灾,该电站于2017年投运,已运行近9年。近年来,全球多地发生多起储能电站安全事故,一次次将储能电站消防安全问题推至聚光灯下。有业内人士分析,储能热失控事故多与锂电池特性、消防配置、运维管理等方面存在的隐患相关。安全是储能产业可持续发展的基石,各方在加速推进项目建设的同时也需做好风险防控,构建全链条安全体系,护航产业行稳致远。

安全问题受关注

前述起火事件并非孤立。今年1月,美国加利福尼亚州圣马科斯市一处特斯拉电动汽车充电桩配套的储能电池系统突发火灾,起火地点位于圣马科斯西路与格兰德大道交叉口附近的特斯拉充电桩旁,涉事储能电池单元为该购物中心停车场内约20个特斯拉充电桩提供电力支持。

去年12月,美国纽约Warwick的一座储能电站发生火灾,其中一个储能集装箱起火;6月,韩国庆尚北道浦项市南区大松东国制钢浦项工厂内,一座装机容量62MWh的锂离子电池储能电站突发火情,这座两层钢结构建筑内密集排列着8392个电池模块。

近年来,在能源转型加速推进背景下,全球储能产业蓬勃发展,装机规模持续增长。根据CNESA DataLink全球储能数据库不完全统计,截至2025年12月底,我国电力储能累计装机规模达到213.3GW,同比增长54%,其中新型储能累计装机规模达到144.7GW,占比超过2/3,已成为支撑新能源发展的重要调节资源。2025年,中国新增投运新型储能项目装机规模66.43GW/189.48GWh,同比增长52%/73%。

不过,随着项目运行时间增长,设备老化、电芯性能衰退及运维体系不完善等问题日益凸显,整体安全风险也会随之累积,长时间运行、环境温度变化、电芯一致性衰减等都可能诱发热失控。另外,受访人士指出,非理性竞争也是带来安全风险的因素之一,部分企业为抢夺短期市场份额,采取低价策略竞争,破坏市场公平,导致产品质量下降,给终端应用带来隐患。目前,相关部门也已出台实施一系列政策和改革举措,改善产业生态,推动产业高质量发展。

强化风险防控管理

业内人士指出,储能场景设备密集、能量密度高,一旦发生火灾,往往蔓延迅速、扑救困难,易造成重大损失。因此,从运维、消防、预警等方面进一步强化安全保障至关重要。

鑫椤资讯高级研究员龙志强此前接受《中国能源报》记者采访时表示,储能电站在运行3年以后,可能面临设备老化、性能下降等问题,需要加强电站运维管理,定期开展设备设施及系统的检查,包括对电池系统健康状态进行评估以及电线等设备的检修更换等。

“需在大型储能电站旁边配置一定的救援处理能力,包括配备必要的救援设备和物资,以及制定完善的应急救援预案等,以便能够在发生安全事件时能够及时响应。”厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强表示。

受访人士还建议,应进一步强化产品质量管控,通过制定相关标准规范市场竞争。面对行业安全痛点,我国电化学储能标准体系正加速升级。例如,2025年12月,由中国电力企业联合会组织,南方电网调峰调频发电有限公司牵头编制修订的国家标准GB/T51048—2025《电化学储能电站设计标准》经过多轮修订后发布,2026年4月1日正式实施。标准的修订发布实施为电化学储能电站工程建设、监管提供了科学依据,推动产业加速向安全可控、技术先进、绿色低碳方向发展。

多家企业也聚焦热失控预警等方面,推动储能消防防控体系升级,助力规避火灾风险。今年3月,国安达在互动平台表示,公司长期从事火灾早期探测预警、自动灭火及综合防控技术的研发与应用。在储能安全领域,公司能够提供从站级到PACK级的全方位储能消防防护方案,相关产品在多个储能项目中规模化应用,后续公司将紧抓储能市场机遇,与行业龙头协同推进消防技术升级。

提升电池本体安全

电池本体安全也是储能电站稳定运行的关键。有分析指出,从全球市场看,我国锂电储能领域主要采用安全性更优的磷酸铁锂电池技术,而以往海外电化学储能装置多配套日韩相关电池企业的产品,以安全性较低的三元锂电池为主,或是储能电站事故多发生在海外的原因之一。

另外值得注意的是,储能产业正加速迈入长时化与大容量化阶段,在额定电压相同的情况下,电池容量越大,储存能量越多,若在短时间内集中释放,破坏性与安全风险也随之增大。因此,当电芯容量从280Ah、314Ah向500Ah及以上跃升,其安全性也必须持续优化。

当前,各大电池企业持续发力,聚焦电池本体安全开展技术研发,从材料、设计及工艺等方面提升产品安全性,并开展全面的性能测试与验证。例如,今年2月,海辰储能完成全球首次搭载千安时级电芯的Power6.25MWh4h长时储能系统大规模开门火烧测试,此次测试由UL Solutions、美国AHJ等权威机构代表及消防注册工程师全程见证,严格遵循UL9540A2025及NFPA855—2026最新标准规范执行,测试的成功标志着长时储能系统在更高能量等级下的安全验证边界实现关键突破。

“电池行业竞争本质是技术、成本、安全等多维度的综合比拼。作为行业参与者,我们不仅要打磨更具竞争力的产品,更要加强产业链上下游协同联动,在推进技术创新的同时做好质量把控,带动整个产业链实现协同升级和高质量发展。”一位电池企业人士表示。

如何系牢储能发展「安全带」

■本报记者 姚美娇