

配网万亿投资潮启幕——

低压电器行业迎来国产换道升级新周期

■本报记者 李孟鹏

当前,配电网投资占电网总投资比重已经过半,行业格局、技术路线、商业模式正在发生深刻变革。作为低压配电系统的基础支撑,低压电器产业站上了投资扩容与技术迭代的交汇点,开启国产替代从“中低端渗透”向“高端突破”的换道升级。

行业测算数据显示,“十五五”时期全国电网固定资产投资预计突破5万亿元,其中配网投资规模约3万亿元,35kV及以下配网投资有望超1.9万亿元,配网智能化投资超1.2万亿元,到2030年配网承载分布式新能源能力将由当前5亿千瓦提升至9亿千瓦。这一投资结构的历史性转变,标志着我国电网建设重心正式从“强主干”向“优配网”倾斜,配电网正成为新型电力系统建设的核心主战场。

“过去配网是电力传输的‘最后一公里’,现在是源网荷储协同的‘核心节点’,功能定位的根本变化,带动了设备需求的全维度升级。”行业分析人士表示,低压电器作为配网的“末梢神经”,是配网功能升级最直接的载体,也将最先受益于这一轮万亿级投资的结构性倾斜。

市场格局深度分化 国产梯队差异化突围

长期以来,国内高端低压电器市场基本由ABB、西门子等外资巨头主导。但当前产业环境已明显分化,市场呈现“外资守存量、国产攻增量”的全新竞争态势。

在国产梯队中,行业呈现差异化发展格局:正泰电器依托全品类产品矩阵与规模化渠道优势,稳居行业规模龙头,在民用、基建及通用工业市场占有率领先;德力西

电气深耕渠道服务与标准化产品,在传统配电改造领域具备扎实市场根基;而良信电器则聚焦高端增量赛道,专攻风光储、算力中心、高端工业等高附加值场景,成为国产高端化、技术化突围的核心代表,多家国产龙头共同推动行业国产替代进程加速。

在上海良信电器股份有限公司副总裁董晓丹看来,低压电器行业的变革,本质是市场需求与电力架构的双重迭代。“过去行业核心诉求是安全、可靠,保障配电系统稳定运行即可;如今新型电力系统源网荷储高度耦合,配电系统不再是简单的电能分配终端,而是贯穿发电、输配、用电全链条的核心枢纽。”

国金证券分析认为,低压电器属于典型场景驱动产品,光伏、储能、数据中心对电压等级、保护逻辑、环境适应性、通信协议诉求差异巨大。海外巨头依托全球标准化产品体系,很难快速跟进国内产业快速迭代的技术路线;国内企业贴近产业一线,能够跟随光伏向2000V以上高电压平台迭代、大型电力储能规模化落地同步完成适配性产品开发。

需求端的变革,推动发展路径的转变。“我们一方面深耕低压电器核心技术,筑牢安全可靠的产品底线;另一方面持续加码智能化、数字化能力,打通智能元器件、配电系统、数字化平台与能源管理全链条,实现从单一设备智能化到全系统协同智能化的跃迁。”董晓丹表示。

固态断路器成风口 重构产业价值逻辑

全行业技术变革浪潮之下,固态断路

器成为当前产业共同聚焦的核心方向。区别于传统机械断路器依靠触头分断电弧,固态断路器依托功率半导体器件,实现微秒级无弧分断,解决直流系统没有自然过零点带来的灭弧难题,是800VDC数据中心、直流微网、储能直流侧的核心硬件。

国金证券测算,2.5兆瓦规模数据中心配电系统,固态断路器对应价值量约100万—200万元,单位价值量达4亿—8亿元/吉瓦,赛道增长弹性可观。

今年6月,良信股份正式发布全系列固态断路器产品,覆盖63A、160A、250A纯固态与630A混合式两大技术路线。固态断路器属于典型多学科交叉系统工程,长期面临性能、效率、成本三角约束。企业一方面联合半导体厂商协同开发适配电场景的功率模块,自建电力电子研发团队补齐器件应用短板;另一方面坚持保护控制算法完全自研,经过海量工况仿真与实物测试,兼顾保护速度、可靠性与选择性;依托IPD集成开发体系,打通需求、研发、测试、生产全流程,率先完成产品商业化落地。

业内机构分析指出,固态断路器的意义不止于一款硬件新品,更有望推动低压电器产业价值链发生跃迁。以固态断路器为技术支点,具备综合能力的企业,有机会跳出单纯售卖元器件的传统模式,参与下一代直流供电体系的技术迭代,向直流配电系统解决方案方向延伸,推动商业模式从“卖元件”向“卖系统”演进。目前该转型尚处于探索阶段,规模化落地仍依赖技术成熟度、成本与行业标准完善。

事实上,智能化升级早已在行业内全

面展开。低压电器作为配网的“末梢神经”,既是数据采集源头,也是现场执行终端。良信股份采取“感知先行、边缘递进、系统协同”技术路线,主流断路器完成智能化升级,搭载多维度传感单元,实现本地故障诊断、设备状态预警;同时持续研发下一代边缘智能产品,探索本地数据处理、动态自适应保护、多设备协同自愈能力。在系统层面打造完整智慧配电解决方案,对接虚拟电厂、零碳园区上层平台。券商调研观点认为,数字化不会短期颠覆硬件本体,但会持续放大具备“硬件+软件+系统集成能力”厂商的竞争优势。

“直流化、智能化”驱动 国产迎来换道超车窗口期

我国戈壁高寒、矿区、高海拔等地区的新能源基地工况差异极大,对配电设备的电压适配、环境耐受、运维能力、电能治理提出极致要求。董晓丹总结,当前行业普遍面临四大核心难题:高电压高功率系统的保护适配难题、复杂工况下的长期可靠性难题、广域场站的运维效率难题、新能源并网的系统稳定难题。

面对该行业共性难题,国内头部企业探索出“平台化底座+场景化定制+生态化协同”的成熟路径。依托模块化统一产品平台,快速完成不同场景产品配置迭代;面向重点行业输出包含选型、保护配合、运维支持在内的完整系统方案;联动产业链上下游共同参与新技术架构、新标准研讨。

站在“十五五”万亿配网投资的风口,多家券商一致判断,直流化与智能化,是低压电器行业最具备范式变革意义的两大方

向。直流化实现低压配电网供电范式的切换,改变传统灭弧、分断的产品底层逻辑;智能化推动低压电器从被动保护装置升级为“感知—控制”一体化智能终端,行业竞争维度拓展至机械、电气、电子、软件算法多学科综合能力。

在董晓丹看来,当前能源产业处于新旧动能迭代的关键期,市场机遇覆盖新建项目与存量升级两大领域,需要以生态思维、价值思维深耕产业。董晓丹进一步表示:“能源智能化不能一蹴而就,更不能盲目改造,必须立足企业实际痛点,从安全降风险、运维提效率、用能降成本三个核心切入点,分阶段、分层级落地升级。”

当前,良信布局三大核心合作方向。其一,深耕存量配电网智能化升级,针对传统能源企业、老旧工业园区设备老化、运维低效、能耗偏高问题,精准切入状态监测、能耗治理、电能优化等场景,实现低成本、高效率迭代升级。其二,赋能集团化能源管理,依托自研数字化平台,打通多场站、多厂区设备数据、用能数据、运维数据,助力大型能源集团实现精细化、统一化管控。其三,共建零碳示范场景,依托杭州湾超级工厂“源网荷储”微电网零碳实践,输出绿色制造、智慧配电、碳管理一体化方案,助力零碳工厂、零碳园区建设。

新型电力系统建设浪潮之下,低压电器早已不再是简单电气元器件。从元件到系统,从交流到直流,从机械保护到边缘智能,国产低压电器企业正在完成一轮完整的能力重塑。伴随着“十五五”时期配网投资大潮,在直流化、智能化技术范式转换的窗口期,内资品牌有望持续改写高端市场的现有竞争格局。

深圳“虚拟电厂小镇”再获突破

分布式光伏从“被动接入”迈向“灵活调控”

■陈行 周宁 田鹏程 陈祥

深圳宝安区新桥街道横岗下工业园区的屋顶上,连片的光伏板在太阳底下熠熠生辉,它们正聚光成电,为园区及周边社区的用电需求提供绿色电能。这就是深圳探索建立的全国首个“虚拟电厂小镇”的一隅光景。

30公里外,坐落在深圳福田区的南方电网深圳供电局调度大厅,深圳虚拟电厂管理中心的调控管理云平台大屏上,该光伏场站的数据及状态清晰可见。工作人员轻点鼠标,就能精确设置出力目标和运行状态——这在过去几乎不可想象。

9月3日,宝安区“虚拟电厂小镇”二期光伏发电项目顺利完成“可观、可测、可调、可控”的“四可”全功能联调验收,正式并网,成为深圳市首个通过虚拟电厂聚合实现光伏“四可”能力的示范项目,意味着深圳电网对分布式资源的调控能力迈入新阶段。

“四可”短板亟待补齐

为什么实现“四可”这么重要?这要从光伏和电网的特性说起。

近年来,深圳分布式光伏呈现爆发式增长,装机容量已达147万千瓦。但光伏发电需要“靠天吃饭”,中午出力大、晚上就没了,碰上节假日工厂停工、用电负荷大幅减少而阳光格外灿烂的时候,电网调峰压力骤增,电网不稳定风险随之而来。

“以前最大的问题是‘看不见、调不动’。”业内人士坦言,大量分布式光伏装了,但对于实际发电量如何、怎样实现发电效益最大化,电网侧难以精准掌握、有效调控。这种“盲调”局面,既给电网安全稳定运行带来压力,也制约着新能源消纳能力进一步提升。

而要改变这一点,就要让光伏场站具备“四可”能力——“可观、可测、可调、可控”。简单说,就是不仅要知道它发了多少电,还要它和电网互动能力加强,有时需要“收一收劲儿”甚至暂时“缓一缓”,让电网始终处于动态安全平衡的状态。

■创新虚拟电厂聚合模式

给光伏做“四可”改造,过去要加装自动化终端等专用硬件设备,要上门施工、联调联试。成本高、周期长,企业不愿投、业主嫌麻烦,规模化推广困难重重。

“本次并网的光伏电站共覆盖10栋厂房及宿舍,装机容量为1.7兆瓦。前期我们研发团队直接对接设备厂家,设备出厂前已完成数字化技术通路的调试,光伏设备即插即用,仅需接入‘虚拟电厂小镇’平台即可同步接入南方电网调度管理。”宝安区“虚拟电厂小镇”投资方、深圳市和光智慧能源科技有限公司董事长黄子奇打了个比方,“就好比网约车平台,只要打通技术接口,所有车辆可实时响应,统一接受调配。”

这一模式的背后,是一套全新的技术升级路线——南方总调提出“调度主站控制系统—第三方聚



图为宝安区新桥街道横岗下工业园区“四可”光伏示范项目。黄志伟/摄

合平台—光伏终端”路线,这与深圳现有的虚拟电厂聚合模式高度契合,深圳随之启动南方电网首次由虚拟电厂聚合模式,实现分布式光伏“四可”的试点探索。依托深圳虚拟电厂调控管理云平台,属地区供电局协同配合,由虚拟电厂运营商负责资源聚合,统一接入,复用光伏设备厂家已有的监控设备,厂站侧无需再大规模新增硬件投入,就能实现“四可”功能。当需要调峰时,虚拟电厂运营商接收云平台调节需求并快速响应,可实现对接入光伏场站的精准调控。

南方电网深圳供电局宝安沙井供电分局副经理田启东表示:“该项目接入电网的联调顺利完成,验证了虚拟电厂聚合模式这条路完全走得通——客户不用大幅增加设备联调预算就能低成本并网。”

“用户侧数字化改造后,相当于可与电网之间‘视频通话’,简捷、快速地沟通到位。”深圳虚拟电厂管理中心总经理程彻俐表示。该项目投运后,还能通过平台参与现货交易、无功调配等场景,盘活光伏项目绿色低碳的资产属性,进一步提升项目综合收益,切实为用户创造价值。

■多方共赢成效初显

分布式光伏实现“四可”并网,可实现多方共赢。

对电网公司而言,依托虚拟电厂运营商实现对海量分布式光伏的实时调控,不用再一家一家去对接、协调、测试,人力成本和业务流程复杂度大幅降低,有效降低新能源出力波动带来的电力安全风险。

光伏业主用低成本完成了合规并网,还“团购”了参与电力市场交易的“入场券”——有专业人士代理富余电力通过虚拟电厂平台参与现货交易、需求响应,把“阳光”真正变成可量化的收益。对虚拟电厂运营商而言,随着接入资源的增长,规模效应将持续释放,边际成本逐步降低,盈利能力得到进一步强化。平台可对接入的光储充资源数据、工商业用户侧负荷开展智能化分析,为后续调控策略迭代优化提供数据支撑,促进光储充资源的优化调配,从而实现用户能效利用最大化。

虚拟电厂技术的持续发展和创新,正是提升电力保供能力、促进新能源就地消纳的关键一招,为新型电力系统的高质量发展提供了有力支撑。

此次项目通过虚拟电厂实现分布式光伏“四可”联调,为海量分布式光伏高效、经济、安全并网探索出了一个可复制、可推广的“深圳方案”,也为新型电力系统建设提供了有益借鉴。

2026年,《油气管网设施公平开放监管办法》迎来落地后的首个完整实施周期。这部升格为部门规章的监管文件,衔接《中华人民共和国能源法》相关规定,增设罚则、细化流程,将“X+1+X”油气市场体系从改革实践构想转化为刚性制度约束,推动油气管网公平开放从企业自主探索转向法定责任。

作为我国深化油气体制改革确立的核心框架,“X+1+X”体系里的“1”,指的是承担公共集输功能的统一油气管网基础设施,2019年国家管网集团组建后,“管住中间、放开两头”改革迈出实体化一步,原本依附于油气生产企业的长输管道,正式完成了从企业自用资产向全社会公共基础设施的身份转变。

■打通“中间1”

改革落地前,管网运营的体制性堵点长期制约油气市场活力:上游气源企业产能释放却找不到通畅销路,下游用气经营主体接入管网门槛高、流程不透明,市场配置资源的作用始终难以充分发挥。以陕京管道为例,坐落于内蒙古克什克腾旗的大唐煤制气项目,前些年一直困在“产得出、卖不掉”的窘境,充足的产能只能对接寥寥几家采购方,议价空间极窄,效益始终没法完全释放。北京管道公司主动打通含氮量、热值控制等多项管输技术瓶颈,依托国家管网统一交易平台为企业对接全国市场资源,“以前是找少数几家买家谈合同,现在是面向全国市场竞价销售,终于能卖上好价钱”,大唐克旗煤制气项目相关负责人表示。七年过去,该项目年上载天然气量从不足3亿方跃升至25.6亿方,上游资源价值得到充分释放。

改革红利同样向民营经营主体敞开。在内蒙古乌兰察布,盈通能源LNG项目一期从开工到投产仅用55天,成为国家管网推行项目上下下载预批复机制后的“第一单”。这个早在2018年就启动筹划的项目,此前受气源获取难、前期审批流程冗长等因素制约停滞了多年,北京管道公司落实管网公平开放导向,依托陕京四线乌兰察布压气站预留的气源接口,推动勘察、设计、审批多环节并联推进,直接把项目前期落地周期压缩了近三分之二。“项目建成一年来,我们年产50万吨液化气,年产值约20亿元,年纳税5000万元,带动当地上百人就业。”盈通新能源公司负责人刘鑫源表示。

上游传统气源企业也得到助力。在陕西靖边,延长油田天然气现在每天有1100万方汇入陕京管道,两年前这个数字仅为570万方。此前企业开采能力持续提升,但原有管网接口能力不足,增产气源遭遇“有产无路”的难题。北京管道公司推进靖边首站互联互通改造项目,抢抓施工窗口期,项目提前一个月投产,让延长油田的上载能力实现翻倍,全年新增输气量17.2亿方,成为当年国家管网集团气源上载增量的主力。“现在这个‘1’不是卡脖子的,是给企业发展送一程的。”延长石油陕陕燃公司相关代表说。

国家管网集团成立之初,陕京管道的上载点、合作托运商仅有4家,管网既是资源通道,也暗含市场壁垒。经过七年改革探索,冀东油田气、延长油田气、晋陕煤层气、LNG等多元气源全部接入全国“一张网”,北京管道公司服务的托运商已经增长到210家。企业以集团5%的管道里程、7%的资产总额,接入了全国16%的天然气一次资源,创造出集团16%的经营利润,真正实现了从“管好自家管路”向“服务全社会

用好管网”的角色转变,划转以来累计输气量超8000亿方,“十四五”时期已向社会让利37亿元,沿线70余座城市、1.2亿群众直接共享改革红利。

■AI扎根草原窝室

在打通市场流通通道的同时,陕京管道的运维一线也长出了24小时在岗的“AI哨兵”。作为我国首条管材、大功率压缩机组全面国产化的天然气大动脉,全长1098.6公里的陕京四线承担着保障首都供气安全的核心使命,沿线30座阀室散落在大漠、戈壁、草原之间,过去传统人工巡检模式下,长期存在感知滞后、监控缺位、响应被动的痛点,设备缓慢劣化、微量泄漏、手阀误动等隐蔽隐患,依靠月度甚至季度的人工巡检很难及时捕捉。

“我们始终守着一底线:成熟的SCADA控制系统绝对不动,AI只做预警辅助,绝不接管任何设备控制权限。”北京管道公司相关技术负责人介绍,企业没有盲目上马“炫技式”的数字化工程,而是从生产真实痛点出发,2025年6月在托克托作业区启动先导试验,项目团队走遍了全部30座阀室,采集了四季风沙、雨雪、强光等各类复杂工况的实景数据,专门训练出适配油气工业现场的专属AI模型,最终搭建起“6+2”全场景智能辅助监测体系:覆盖GOV阀状态辅助监测、手动阀门状态合规性识别、设备前后压差异常研判、机柜环境监视、配电系统热风险辅助监测六大巡检场景,同时叠加全天候激光泄漏监测、安防防汛监测两大专项能力,靠低成本的加装改造,解决了过去大量存量无远传设备状态没法实时采集的难题。

过去运维人员走完整个片区巡检需要一周,现在后台发起巡检指令到生成完整巡检报告仅需7分钟,所有阀室的设备状态从过去“现场巡检人员一人独享”,变成了调度、运维、管理端多终端跨空间实时共享。试运行一年来,这套智能体系辅助判断的正确率稳定在99%以上,人工巡护频次下降61.5%,直接释放有效人力工时768天;单座阀室年均节约巡检成本超5万元,30座阀室年节约开支超150万元,项目投资一年即可全部收回。大量运维人员从过去重复性的长途奔波里解放出来,转向预防性维护、精细化隐患治理等高价值安全工作,管线车辆无效出车频次随之大幅下降,年减少二氧化碳排放20吨以上,实现了安全、效益、绿色多重收益。“以前半夜手机一响心里就悬着,现在相当于多了三个不知疲倦的搭档24小时在阀室值守。”托克托作业区管道工程师张玺说出了一线运维人员的切实感受。目前这套体系已经形成了可复制的标准化经验,下一步将编制操作手册向陕京四线全线推广,为国内长输管道阀室的数字化转型输出落地参考。

实践证明,“X+1+X”油气市场体系里的“1”,一面是实体管道打通资源流通的物理通道,一面是公平开放的监管制度守护通道的公共属性,二者双向赋能,真正让上游多元供应的“X”、下游充分竞争的“X”充分活跃起来。随着《油气管网设施公平开放监管办法》以部门规章的刚性约束力全面落地,企业探索跑出的“陕京样本”,将逐步转变为全行业的运行常态。作为保障首都能源供应的生命线,北京管道公司接下来将持续推动“管住中间、放开两头”改革落地,迭代完善智慧管网运维模式,守护好北疆万里能源管线的安全。

■本报记者 李孟鹏

监管办法首年,读懂油气管网“1”的力量