配电网正从“供电保障”走向“调度中枢”

——访ABB电气配电系统业务中国区负责人罗辉

■本报记者 李慧

随着可再生能源加快发展、分布式能源广泛接入以及人工智能算力需求持续攀升,电力系统的电源结构和负荷特征正在发生深刻变化。在ABB电气配电系统业务中国区负责人罗辉看来,随着新型电力系统建设持续推进,配电网的功能定位也将随之转变:从过去以单向发力为主的“供电保障”,逐步发展为能够实现双向互动、多元统筹的能源“调度中枢”。



■从“单向保障”到“双向协同”

可再生能源电力大规模接入,是推动配电网功能转变的重要因素。以光伏为例,国家能源局数据显示,截至今年7月底,我国光伏累计装机容量约12.86亿千瓦,其中分布式光伏装机容量占比达到45.3%。分布式电源规模持续扩大,意味着越来越多的电力生产活动发生在用户侧,配电网也由传统的电能输送通道,逐步转变为需要协调电源与负荷的运行平台。

“风电、光伏具有间歇性和波动性,随着新能源在电力系统中的占比不断提高,电网需要具备更强的韧性和稳定性。”罗辉向《中国能源报》记者表示,“过去,电网的电压支撑和稳定运行主要依赖火电、水电等大型电源。未来,随着分布式能源、储能以及电力电子设备不断发展,配电网也需要逐步具备相应的支撑能力。”

配电网面临的变化不仅来自电源侧,也体现在负荷侧。数据中心、大型充电站等新型负荷快速增长,用电需求的规模和波动性不断增加。面对负荷尖峰,配电网需要统筹储能、负荷调节以及不同电源之间的协同,以平抑用电波动;当电网需要支撑时,部分储能和可调节负荷也可以参与系统调节。

随着电源和负荷两端都发生变化,配电网的运行逻辑也在随之调整:电能不再只是从主干网单向输送到用户侧,分布式电源、储能和可调节负荷也将成为电网运行的重要资源。如何将这些分散资源有效组织起来,使其能够根据电网运行需要发挥作用,成为配电网面临的新课题。

“随着接入的电源以及负载日益复杂,配电网络自主调度和响应的及时度要比以前更高。”罗辉认为,配电网不仅需要快速发现故障,还要及时隔离故障区域,并通过备用网络实现供电恢复,尽可能缩小故障影响范围、缩短恢复时间。

从“单向保障”到“双向协同”,配电网承担的任务更加复杂。要将分散的电源、负荷和储能转化为可协调的系统资源,不仅需要完善的网络架构和调节机制,也需要数字化、智能化能力的同步提升。

■“数智化”支撑运行能力

当配电网需要同时应对新能源波动、负荷变化和复杂运行状态时,仅依靠传统监测和人工判断,难以满足快速响应的要求。数字化、智能化不再只是配电设备的附加功能,而是逐渐成为支撑电网安全运行和灵活调度的重要能力。

在罗辉看来,人工智能、数字孪生和边缘计算等数字化、智能化技术,将共同推动配电系统从设备监测走向智能决策。其中,人工智能能够帮助系统处理复杂运行状态,提高分析和决策效率;数字孪生通过建立电网及设备的数字模型,使运行数据能够用于状态分析和故障预测;边缘计算则能够在靠近设备和现场的地方进行快速处理,减少对云端传输和集中决策的依赖。

不过,这些技术并非彼此孤立,而是需要通过协同应用,将海量运行数据转化为有效的决策依据。“今天,数据量呈现爆发式增长,但是决策并没有跟上这一增长速度。”罗辉表示,数字孪生可以帮助运行人员将数据转化为可分析、可预测的信息,再结合人工智能形成决策能力。对于需要快速响应的场景,则可以通过云边协同,让边缘侧承担实时控制任务,云端负责更复杂的分析和优化。

从技术路径来看,数字化能力的提升最终需要落实到具体的设备和应用场景中。这一方向正在ABB的产品和解决方案中得到探索。据罗辉介绍,ABB的数字化变电站和集中式保护技术,能够通过更广范围的信息汇集和协同判断,提高故障诊断、保护控制和网络优化能力。通过数字孪生和设备状态分析等数字化手段,还可以对潜在故障进行预测和预警,帮助电网运营者提前安排维护。

不过,电网运行对安全性和可靠性有着极高要求,新技术的应用既要考虑技术本身的成熟度,也需要在具体场景中逐步验证。

“电网是一个‘安全第一’的系统,整个推进和演变的过程肯定是渐变的。”罗辉指出,人工智能、数字孪生和边缘计算等数字化、智能化技术,需要结合具体场景逐步部署,通过试点不断完善技术方案,同时还需要政策、监管和标准体系的配合。

因此,配电网“数智化”转型并非一蹴而就。从事后分析、故障复盘,到实时感知、预测预警,再到逐步实现自主决策,技术能力的提升需要循序渐进,并始终与电力系统安全运行的要求相协调。

■“算电协同”与生态共建

随着人工智能快速发展,算力需求持续增长,电力系统也面临新的挑战。

国家能源局披露的数据显示,今年前9个月,互联网数据服务用电量已达793亿千瓦时,增速达41.6%。

算力基础设施规模不断扩大,不仅带来电力需求的持续增长,也对供电可靠性、绿电消纳和配电系统灵活性提出更高要求。但算力与电力之间的关系并非简单的供需关系。罗辉认为,算力增长与电力系统转型可以形成相互促进的协同机制。

一方面,数据中心需要稳定可靠的电力供应,绿电直连和新能源本地消纳则要求配电网具备更强的协调能力,储能可以在其中发挥平衡供需的作用。另一方面,算力中心的部分负荷具有一定调节空间,在合理规划和控制下,也可以参与电网调节。

“算力本身能够作为可调度的负荷。”罗辉表示,通过预测新能源发电情况、合理安排算力负荷,并结合储能实现供需平衡,可以提高绿电本地消纳水平。与此同时,算力负荷波动也能够反哺电网运行要求,实现“智慧调度”管理,进一步提升电力系统的数字化水平。

从理念走向实践,“算电协同”需要具体项目探索可行的技术路径和运行机制。在厦门ABB工业中心,ABB与国网厦门供电公司合作开展的绿色微电网项目,探索“源网荷储”协同与人工智能赋能电力调度的应用。根据国务院新闻办公室发布的《中国的能源转型》白皮书,该项目接入厦门市虚拟电厂运营平台,通过负荷柔性调控实现20%的负荷参与需求侧响应,用电成本整体下降23%。

这一实践表明,“算电协同”并非简单将算力中心与新能源电源连接起来,而是依托配电系统,将发电预测、算力负荷预测、储能运行和电网控制组织成一个能够协同运行的系统。配电网既是电力供需平衡的重要基础,也是推动算力与能源资源协同的关键环节。

随着配电网功能不断拓展,企业在新型电力系统建设中的角色也在发生变化。罗辉表示,新型电力系统建设不是简单的设备升级或采购,而是涉及技术体系和商业模式的整体重构。

据罗辉介绍,ABB依托在全球电力和电气领域的技术积累,结合在中国多年的本土发展经验,与数据中心、电力电子、电网企业等产业伙伴开展合作。面对配电网功能和运行方式的持续变化,企业不仅需要提升数字化技术的研发和部署能力,还需要加强与产业链各方的协同,形成更加稳定、深入的合作关系。“生态构建是需要时间和信任的。”罗辉强调。

从供电保障到智慧调度,配电网的变化不只是设备和技术的升级,更是电力系统运行方式的调整。随着新能源、储能、算力和可调节负荷不断接入,配电网将承担更加重要的资源协调和运行优化调度任务。如何在保障安全的前提下,推动技术创新、工程实践与产业协同,将成为配电网迈向新型电力系统“产消者”配电新模式的重要课题。

湘黔背靠背换流站土建任务完成过半

本报讯 11月11日,湘黔背靠背换流站建设迎来关键节点,土建施工任务完成过半,整体形象进度达到51%。阀厅钢结构安装、主辅控楼建筑施工等核心工序正按计划加快推进,全力冲刺年内土建交安目标。

工程建设现场,上千名建设者奋战在近20个作业面,60余台大型机械高效运转。换流站土建施工按照“现代化方式建设现代化工程”的要求,以精细化管控前置化解安装风险,提升建设整体效率。南网超高压公司贵阳局现场业主项目部工程师刘山河介绍,阀厅钢结构施工是工程建设的重要环节,技术密集、施工难度大。现场采用“地面拼装+整体提升”施工方式,像搭积木一样完成网架地面组装,再整体提升,不仅降低了高空作业风险,还可节约工期30%以上。

现场项目部依托“1351”质量管控机制,锚定“一次成优”建设目标,前移质量管控关口,重点强化阀厅、柔直变等核心区域施工质量管控。

“为保障300多吨柔直变精准就位,轨道铺设阶段严格控制轨距偏差小于2毫米、同断面高差小于1毫米、接缝宽2至4毫米,以毫米级标准筑牢设备安装根基。”南网超高压公司贵阳局湘黔背靠背换流站筹备组组长李兵说。



湘黔电力灵活互济工程阀厅建设现场。李品/摄

建设进度提速的同时,现场同步强化安全管控。依托“十项规定动作”“三抓五管”压实安全责任,以“红色工地”建设为抓手,将党员责任区设在施工一线,推动责任落实到每个岗位、每道工序。

“我们把党支部建在项目上,以‘红色工地’建设凝聚攻坚合力。”李兵说,“通过联合攻坚,党员突击队相继攻克了超危大工程管控、IGCT换流阀设备研制等一系列安全技术难题。以过硬作风统筹做好安全、质量、进度管控,全力推进工程按期建成投产,为新型能源体系建设提供坚强支撑。” (李品 韩旭)

中国能建打通人工硐室压缩空气储能全套技术路线

本报讯 记者**杨沐岩**报道 11月16日,“源储一号”300兆瓦人工硐室型压缩空气储能电站示范工程,在甘肃酒泉玉门首次并网,标志中国能建打通人工硐室压缩空气储能全套技术路线。

“源储一号”由中国能建数科集团研发投资建设运营,是国家新型储能试点示范工程、国家能源局第四批能源领域首台(套)重大技术装备,工程投资约25亿元。项目一期建设1台300兆瓦/1800兆瓦时压气储能机组,运行阶段最高承受18兆帕压力,储能时长8小时、释能时长6小时,电—电转换效率超过70%,充满一次电可满足3万辆新能源汽车充电需求。

该项目在岩石中开挖出总容积约20万立方米的人工硐室,位于地下110米深处,最高承受18兆帕压力,是世界海拔最高的300兆瓦级压气储能电站,并形成世界最大容积承压式人工硐室群、世界最高综合电—电转化效率、世界最高参数压气储能系统和装备应用、世界首创充放换热装置共用技术、世界领先多介质宽温域储换热系统、世界首创高内压大断面隧道式储气库密封技术六大世界级核心技术突破。

压气储能利用用电低谷的富余电能压缩空气、高压密封于地下空间,在用电高峰释放发电。此前我国压气储能依托天然盐穴建设,储气空间受资源分布制约。人工硐室路线打通后,储气空间从依赖天然盐穴变为可工程化制造的地下产品,选址不再受盐穴分布束缚,可在戈壁、荒漠、山地就近布局,为“沙戈荒”地区以及全国更大范围内新能源基地绿电外送提供长时储能支撑。

中国能建有关负责人表示,酒泉项目是推动中国能建压气储能系统解决方案全产业链发展的有力平台,将验证人工硐室储气先进技术,打破储能选址地理制约,极大拓展选址范围及选址灵活性,破解新能源绿电外送难题,构建压气储能行业中国方案。项目建成后,将发挥长时物理储能削峰填谷作用,为支撑我国新型电力系统、落实“双碳”目标、筑牢能源安全屏障提供标杆示范。

新能源重卡攻坚长途干线

■本报记者 杨梓

最新数据显示,10月新能源重卡终端实销预计达3.4万辆,单月渗透率继9月之后再次超过50%,接近55%。作为交通领域碳排放的重要来源,重卡贡献了交通运输碳排放总量的40%,是交通节能降碳工作的重点领域。业内人士分析,在电池技术持续迭代、配套生态不断完善等多重因素共同驱动下,新能源重卡普及节奏明显加快。未来,新能源重卡的应用边界也将持续拓宽,从港口、矿区等相对成熟的封闭短倒场景,逐步向城际运输、跨省干线物流等开放场景延伸。

■多重利好支撑行业扩容

乘联分会负责人崔东树表示,商用车新能源渗透率持续攀升,新能源转型节奏明显加快。崔东树分析,中重卡区域新能源渗透率分化显著。“西南、黄河中部地区渗透率突破50%,西南更是高达53%,基建与矿山场景带动强。长江中部、华南相对偏低。东北市场渗透率仍处于低位,电动化潜力尚待释放。”

市场高景气度,离不开一揽子长效政策的持续托举。今年以来,交通运输部继续推进老旧营运货车报废更新行动,安排220亿元超长期特别国债资金予以保障,政策重点向新能源重卡倾斜。3月,交通运输部、国家发展改革委联合印发《关于2026年实施老旧营运货车报废更新的通知》,支持国三、国四排放标准营运货车报废更新,优先支持更新为电动货车。

今年5月,交通运输部、国家发展改革委等11部门联合印发的《推动新能源重卡规模化应用实施方案》(以下简称《实施方案》)明确,到2030年,新能源重卡渗透率达到40%,保有量突破160万辆、占比达到20%左右;京津冀、汾渭平原等地区固定线路短倒运输电动化比例超过80%;结合高速公路网建设电动重卡补能设施,打造零碳公路运输通道,支持并引导建设重卡充换电站3000个左右,引导在重点场景科学布局加氢站、绿色燃料加注站;高速公路新能源重卡货运量占比达到18%。

政策护航之外,经济性拐点到来进一步打开市场空间。华泰证券研报指出,随着油价快速上升,电动重卡的经济性拐点已经到来,有望率先在中短途干线物流场景中加速渗透。中长期随着补能网络持续完善,其应用场景有望逐步向跨省长途干线物流延伸。

行业增长预期持续向好。高工产业研究院预计,今年全年我国新能源重卡销量有望达40万辆,继续维持高速增长态势。

■配套生态日趋完善

早期,多重约束叠加导致新能源重卡整体渗透率长期处于低位。一方面,车辆初始购置成本较高,加之电池自重挤占载重空间、带来载货损失,导致TCO相较柴油车优势有限、回本周期偏长。另一方面,适配干线场景的大功率补能设施供给不足,补能效率难以匹配长途运输的时效要求。

如今,新能源重卡加速普及,有赖于产业链多方协同、持续完善产业生态,而电池技术迭代正是破局的核心抓手。

与此同时,重卡专用电池包技术持续升级,针对性破解干线运输的“亏吨”痛点,保障车队货运收益。国轩高科新一代CTB后背集成式重卡产品省去冗余的框架与模组层级,动力电池系统高度、整包体积进一步变小,整车减重约400公斤,能量密度突破160Wh/kg;5月,亿纬锂能联合一汽解放发布的CTB电池使整车减重500—800公斤,电池高度不足1米,较同类降低约44%,400度牵引车自重低至9.21吨。

通过商业模式创新,降低初始购置成本。近日,宁德时代推出天行Ⅱ“电电增程”重卡方案,采用“A+B”双电池架构,将底换系统拆分为租赁底置换电包与随车增程包,通过车电分离模式降低购车初始投入,电池租约可随运营淡旺季调整。测算显示,以日均400公里运营计算,该方案单车年补能成本较柴油车节省13万元,3年总拥有成本较柴油重卡节省超46万元。

补能基建端同样加快布局落地,干线补能断点持续打通。9月,单程800公里的神木—黄骅港西煤东运绿色运输干线实现全线贯通,整条干线沿线布局24座充换电站接续保障运力,每日可服务300余台电动重卡。

■长途干线成为攻坚重点

不过,新能源重卡加速普及过程中,存在明显的场景分化特征。尽管新能源重卡已在港口、矿区等封闭短倒场景率先实现商业化落地,但长途干线场景的渗透率依旧偏低。崔东树也提到,区域场景差异,造成中重卡新能源转型进度不均衡。

景略咨询发布的《(2026—2031年)全球及中国新能源重卡行业市场发展报告》显示,中短途运输在国内新能源重卡市场中的份额占比从2021年的75.7%攀升至2025年的87.6%,是推动市场扩容的核心力量。长途运输场景在2024年之前几乎处于空白状态,2024年市场份额仅为0.2%,2025年提升至0.9%。

在行业整体渗透率过半后,长途干线已经成为新能源重卡下一阶段渗透提升的主战场。《实施方案》明确,推动大型运输企业、快递和物流企业、规模化货运车队等在干线公路运输中率先采用新能源重卡。强化矿山、钢铁、火电、有色、焦化、煤化工等高能耗、高排放行业清洁运输监管,有序推动大宗货物干线公路运输采用新能源重卡。

一位新能源商用车专家向《中国能源报》记者表示,技术研发是首要抓手,企业需持续加大研发投入,优化轻量化电池,破解干线车型亏吨、低温续驶里程衰减等痛点,并行推进兆瓦超充等多条技术路线,推动新能源中重卡技术持续迭代、走向成熟。同时持续创新商业模式,降低购车用车成本,配套定制化金融、保险、残值评估方案。此外,政策端能否在路权、减排激励等方面为用户提供切实的便利与扶持,同样是促进行业规模化发展的关键。