机柜功率迈向兆瓦级,供电系统咋接招?

■本报记者 董梓童

大模型训练与推理需求持续攀升,人工智能数据中心(AIDC)正加快成为智能经济的关键基础设施。单机柜功率由数千瓦迈向数百千瓦乃至兆瓦级,单栋楼供电规模由10兆瓦向数百兆瓦演进,算力扩张背后的电力考题随之显现,供电架构如何提效,设备可靠性如何守住,新能源与储能如何协同,产业标准怎样跟上?

在业内人士看来,AIDC竞争已不只是算力规模之争,更是能源利用效率、供电质量与产业生态的综合较量。从示范应用到规模交付,行业需在技术迭代与工程验证之间找到平衡。

功率密度跃升,供电架构随之变化

AIDC并非传统互联网数据中心(IDC)的简单扩容。如果说IDC是数字经济的"通用仓储",AIDC更像智能时代的"算力工厂",其负荷规模、功率密度和迭代速度都在改变供电系统的设计逻辑。伊顿电气亚太区电能质量研发及产品副总裁郑大为介绍,2025年AIDC整体市场容量约50吉瓦,2026年预计翻倍至约100吉瓦,到2030年全球市场规模有望接近300吉瓦甚至更高。自2023年以来,中国AIDC每年增速约25%。

需求扩张直接体现在机柜和建筑形态上。传统数据中心单机柜功率多为6—10千瓦,单体楼功率约10兆瓦;如今单机柜功率已达到300千瓦,后续还将向1.2兆瓦演进,超级算力工厂单栋楼规模则转向200兆瓦至300兆瓦。与此同时,GPU芯片迭代周期由约5年缩短至15—18个月,供电系统既要承接当前负荷,也要为下一轮升级预留空间。

"减少转换环节、提升效率,是供电技术迭代不变的主线。"TÜV莱茵大中华区太阳能与商业产品服务AIDC业务开发高级经理周培剑表示,从传统UPS、HVDC到巴拿马电源,再到当前备受关注的固态变压器(SST),供电系统已经历四次较大迭代。传统UPS供电链路长、经多级变换后供电系统效率约为95%,SST省去部分传统隔离和变换环节,整体效率可达到98.5%以上。

效率提升之外,建设方式也在变化。预制化、模块化架构可将供电系统拆解为5兆瓦、10兆瓦等单元,通过工厂预制和现场拼装缩短交付周期。不过,模块化并非简单"搭积木",仍需与机柜功率、芯片节奏和后续运维同步设计,AIDC供电模式正在从单台设备转向系统架构和产业生态的搭建。

稳定高效为先,绿电储能协同破题

"算力的尽头是电力。"在周培剑看来,从运营端看,电力消耗是数据中心成本的大头,提高电源效率、降低功耗,将直接改善项目全生命周期的经济性。但在算力业务尚未完全成熟的当下,成本并非唯一尺度,供电可靠性仍是不可让渡的底线。

新风光电子科技股份有限公司总经理胡顺全表示,从设备投资看,与芯片、存储等投入相比,供电设备在算力中心整体费用中的占比相对较小,首要任务是提供可靠、稳定、高效的高质量设备。"出现毫秒级电压问题,整个模型跑到90%以后重新跑,损失太大。"这意味着,其他辅助投入都应建立在高质量供电之上,而不能以牺牲稳定性换取短期成本优势。未来至少3年,行业仍需通过示范应用夯实产品可靠性,尤其要补齐高频变压器在局部放电、绝缘验证等方面的短板。

稳定供电还离不开电源侧协同。郑大为介绍,乌兰察布AI计算容量目前已达到10吉瓦级别,新能源发电在数据中心用电中的平均占比已接近80%。随着新能源渗透率提升,储能将由可选配置逐步转向重要支撑。

胡顺全认为,新能源波动越强,越需要储能调节,除交流侧外,后端800伏乃至更高电压等级也将派生新的配储需求;若单纯依靠容量冗余兜底,投资压力反而更大。

不同市场的解法并不相同。郑大为表示,北美部分区域电网相对薄弱,离网场景多采用燃气发电机组与储能组合,储能时长通常为4—8小时;国内电网支撑能力较强,现阶段配储需求相对有限,时长多为1—2小时。AIDC供电方案不能简单复制,而应因地制宜,在电网条件、绿电比例与项目收益之间寻求最优解。

走向规模化交付,标准配套须跟上

技术路线逐渐清晰,并不意味着规模化落地水到渠成。郑大为坦言,目前可能有超过100家企业宣称拥有固态变压器,但真正进入规模化供货阶段后,市场参与者预计不会超过10家,实际供货量或集中在4至5家。从概念发布到稳定交付,企业还需跨过工程验证、运维保障和成本控制等多道门槛。

周培剑认为,判断相关方法和产品是否成熟,至少要考察五个方面。一是标准是否统一,数据中心产业链覆盖材料、零部件、设施和基建,接口不统一,单点设计再先进也难以协同;二是能否适配GPU快速变化;三是交付后的运维是否便利;四是能否形成良性竞争生态,共同驱动技术进步和行业正向发展;五是长期交付是否具备经济性。同时,他补充说,预制化模块也有一定限制,不可能无限做大,更适应一些特定市场。

标准建设也不可或缺。周培剑介绍,标准建设正在由点及面推进。供电接口相对成熟,可优先形成统一规范;液冷系统技术路线多、企业差异大,标准制定需要跟随产品验证逐步完善;运维管理则可在前两者基础上进一步协同。标准化不是限制创新,而是为创新成果走向规模应用铺设共同轨道。

产业持续扩张还需要商业闭环支撑。郑大为指出,国外按Token计费的模式较为成熟,国内大模型也需逐步形成持续、可预期的现金流,才能反哺芯片和算力中心建设。

胡顺全则认为,收费与免费将长期并存,分别对应不同服务质量和用户群体。未来,AIDC竞争不仅要看建了多少算力,更要看每千瓦时电能够转化为多少有效算力和可持续价值。技术、标准与商业模式协同成熟,行业才能真正由建设热潮迈向高质量发展。

政企携手绘蓝图 电靓青岛启新程

■臧阳 李嘉欣 杨文昌

10月20日,随着和莱西市政府"十五五"发展合作框架协议落笔,国网青岛供电公司完成与青岛全部10个区(市)政府的签约,实现政企合作全域覆盖。

时代浪潮奔涌,绿电奔赴山海。2026年是"十五五"规划开局之年,也是能源绿色低碳转型的关键之年。这场覆盖青岛全域的签约,起点在6月4日。当天,国网山东省电力公司与青岛市委、市政府举行会谈并签署"十五五"发展合作框架协议,为青岛电网"十五五"规划落地绘就蓝图。为推动会谈精神层层穿透、落地到各区市,青岛供电公司高效接续推进区市层面会谈签约。

本轮签约立足地方发展实际,青岛供电公司和各区(市)政府围绕新型电网与新型电力系统建设、创新场景培育应用、现代电力营商环境建设等重点领域深入交换意见,达成多项务实合作共识,持续巩固强网促发展、合作谋共赢的良好局面。下一步,该公司将落实山东电力"三个省级卓越示范"部署,全力打造新型电力系统、现代坚强智慧配电网、卓越供电服务体系三大地市级青岛示范,推动合作协议从纸面落到实际。

把电网建设置于能源安全战略中谋划,政企协同才有穿透力。以会谈签约为牵引,青岛供电公司把政企共识转化为重要电网工程建设的合力。针对烟威特高压工程青岛境内塔基数量多、民事协调任务重的现实挑战,该公司推动青岛市政府成立专项工作专班,建立"1+1+4+10"作战体系,落实每日调度、联合监督工作机制。在市县镇街多级协同发力下,高效完成塔基征地、青苗补偿、房屋拆迁等重难点工作,有力保障山东建成全国首个省域特高压双环网。面对电网项目落地堵点,该公司联合青岛市纪委监委建立企地协同监督护航重点工程机制,推动政企军地联动攻坚,化解多项变电站选址、地下管廊施工难题,推动搁置5年的新兴、乔家两项重点电网工程顺利投产,为历史遗留工程清零提供实践样板。"十五五"时期,青岛供电公司将完成电网大额投资、新(扩)建35-500千伏变电站74座,夯实全市电网网架,保障重点区域、产业用电。



图为国网青岛供电公司加快"1号工程"电网建设,保障崂山区及周边重点项目落地。杨文昌/摄

把能源保供置于城市发展全局中筑牢,政企协同才能兜住底线。以会谈签约为纽带,青岛供电公司把政企联动嵌入电力安全保供全过程。构建"政企社"协同保供组织体系,连续三年推进实施649项电力保供"1号工程",从容应对电网最高负荷达1532.6万千瓦、连续五年创山东省地市纪录的严峻考验。联合公安、发展改革委等部门强化线路防护,实现220千伏线路施工外破零跳闸;协同应急管理部门开展大面积停电政企联合应急演练,成功抵御台风"巴威"等恶劣天气考验。面向"十五五",该公司将持续深入推进配网"四大攻坚"行动和供电所"五强"先锋单元建设重点任务落地,力争到2030年全市供电可靠率达到99.999%、户均停电时间降至5.26分钟,配变户均容量达到6千伏安,综合电压合格率达到99.994%,综合线损率降至1.9%,打造现代坚强智慧配电网示范。

把创新场景置于发展新质生产力中培育,政企协同才能开创新局。以会谈签约为契机,青岛供电公司把政企协同优势转化为新型电力系统建设的先行优势。依托新型电力系统试点城市月度例会机制,该公司试点建设方案顺利通过山东省能源局评审并获高度评价。借助青岛市场景创新应用推介大会,该公司发布三个"千亿级"场景机会,搭建产学研用协同创新平台,技术创新成果捷报频传,牵头成果入选国家能源局首台(套)重大技术装备公示清单,主导、参与多项国际标准制修订。今年10月,山东电力和青岛供电公司联合申报的《四电三好两转变,电靓青岛好营商》入选国家能源局现代化用电营商环境"三个一批"建设典型案例(具有引领示范作用的先进地区用电营商环境建设典型案例)清单。未来,青岛供电公司将深化"3564"新型电力系统建设体系,打造"清洁能源岛 绿电示范城",力争2030年新能源装机占比达到72%、终端电气化率达到40%。

把民生实事置于一流电力营商环境建设中落实,政企协同才有生命力。以会谈签约为导向,青岛供电公司把政企合作转化为电力惠民的真实获得感。落实全面打造现代化用电营商环境工作部署,全面推行"高效办成一件事",电力业务实现"刷脸办""一证办"和"一网通办"全覆盖。全面融入政务服务体系,推广电子证照应用,新装增容、变更用电等高频业务"无证明"办理。拓展企业开办与用电申请联办、工商变更与更名等"政务+电力"服务场景。推行水电气暖网等联合报装"一件事",推进接入工程联合规划、联合受理、联合踏勘,因地制宜开展联合施工、联合验收、联合接入。面向"十五五",青岛供电公司将开展"360"卓越供电服务体系实践,持续擦亮"七彩供电靓青岛"服务品牌,力争2030年全市重点项目超前服务率达到98%、客户"刷脸办"应用率达到90%,电力营商环境评价保持山东省第一。

协议落笔,是共识的定格;全域覆盖,是奋进的起点。青岛供电公司将以十区市全域签约为新起点,持续推动政企协同向深处走、向实处落,以坚强智慧电网保障青岛加快建设新时代社会主义现代化国际大都市,为山东电力"走在前、挑大梁"贡献"青岛力量"。



图为国网青岛供电公司积极服务即墨区海上光伏发电项目并网。杨文昌/摄



1000千伏烟威特高压工程青岛平度段输电线路工程。杨文昌/摄

广告

筑牢海岛电力供应『地下长城』

海南强风区96个乡镇建成『一镇一缆』

本报讯 近期,海南定安35千伏居丁变电站10千伏居云线新建工程顺利投产送电,标志着海南电网公司2026年"一镇一缆"建设任务圆满收官。目前,海南强风区已有96个乡镇完成"一镇一缆",占总体建设任务的86%,一道道深埋地下的电力通道,为海岛织就起坚固的电力供应"地下长城"。

海南是名副其实的"台风走廊",近十年累计遭遇11次12级以上强台风侵袭。立足海南灾害地域分布特征,海南电网系统梳理近30年台风登陆路径规律,摒弃全域"一刀切"的建设模式,科学制定沿海强风区电网设施差异化建设标准。聚焦台风频发的高风险区域,计划2025—2027年用三年时间,对海口、文昌、琼海、万宁、陵水、儋州、澄迈、临高、定安、三亚10个重点市县111个乡镇,有序推进"一镇一缆"建设,优先保障政府机关、医疗机构、通信枢纽等重要用户,把资源集中投向灾害风险最高、停电影响最大的区域,把电力抗灾保障落到关键处。

"'一镇一缆',就是沿海乡镇埋在地下的电力生命线。"海南电网公司相关负责人介绍,实施改造的乡镇将构建起"电缆+架空"双回路保底供电网架,城镇核心主干供电通道改为电缆入地,彻底改变过去单条线路一旦受损就全域停电的困境。各镇高压站点通往城镇核心区,至少配备两回10千伏供电线路,其中一回采用深埋地下电缆,为镇区重点场所、关键区域筑牢配网防风抗灾屏障。

据了解,"一镇一缆"工程兼顾施工效率与生态保护,采用直埋套管、顶管两种施工工艺。电缆穿越公路、主要交通干道时多选用顶管工艺,埋深可达3米以上,地面车辆通行不受丝毫影响,最大限度降低工程建设对周边生态与环境的扰动。

"一镇一缆"是"十五五"时期海南电网460亿元大规模投资重点保供电项目,2026年是"一镇一缆"建设攻坚年,海南电网联合属地住建、交通以及各乡镇政府组建工作专班,打通管线敷设、道路开挖等一个个施工堵点;建设队伍抢抓气候适宜的施工窗口期,分片区同步开展电缆铺设、设备安装调试等作业,实现全年91个项目较计划提前两个月竣工,跑出建设"加速度"。

以往台风过境,电杆倒伏、导线扯断常常造成大范围电力故障,灾后抢险点多面广,供电抢修耗时费力。随着"一镇一缆"相继投运,可有效抵御台风极端天气造成的杆塔倾倒、线路断裂等故障,降低电网设备损毁的风险,扭转台风过后多点抢修的被动局面。

海口市演丰镇是临海乡镇,当地群众对台风带来的停电困扰感受深切。演丰镇党委副书记李斯深有感触:"早些年遇上超强台风,镇里架空线路倒杆断线是常事,台风过后镇里有时要停电几天。完成'一镇一缆'改造后,镇里再也没有出现过长时间停电的情况,现在面对台风,我们踏实多了。"

在2026年第10号台风"美莎克"的实战大考中,海口、文昌、琼海、万宁、陵水等已完成"一镇一缆"改造的乡镇交出亮眼答卷:政府、医疗、通信等重要用户实现零跳闸、零停电,极端台风天气下核心区域供电保障能力实现质的飞跃。

海南电网公司相关负责人表示,2027年,针对剩余15个乡镇"一镇一缆"建设任务,海南电网将加压推进,持续锤炼海岛电网防风抗灾硬本领,稳步提升全岛整体供电保障水平。

(宋印官 郭绍扬 李学)