

适度超前规划建设新型县域电网

■孔繁钢

中央经济工作会议明确了2026年经济工作的八大重点任务。其中第五大任务,包括统筹推进以县城为重要载体的城镇化和乡村全面振兴,推动县域经济高质量发展。县域经济占我国经济的半壁江山,是我国扩大存量内需的重要引擎,是亿万农民工从大城市返乡就业安家的重要载体,更是乡村全面振兴、城乡融合的动力龙头。中国县城人口约占全国人口的52.4%,经济总量占全国GDP比重近40%,规模以上工业企业数量约占47%,县城还吸纳了全国约60%的就业人口。占我国经济半壁江山的县域经济,在“十五五”时期将处于更加重要的地位。县城和乡村电网作为县域经济和民生发展的动力命脉和重要基础设施,将发挥更加重要的作用。

新型县域电网发展肩负新使命

县域电网包括县城电网和乡村电网,是承担县城广大分布式能源消纳和城乡各类用户的关键枢纽,是支撑县域经济社会发展、乡村全面振兴和绿色低碳转型的重要基础设施。新型县域电网在“十五五”时期更具有保障民生、支撑城乡融合、助力能源转型、夯实安全底线等多重新使命,是我国新型电力系统建设与高质量发展的关键。它既是城乡电力“大动脉”,也是产业升级“动力源”、能源革命“试验田”和安全保供“稳定器”。

其一,支撑城乡融合与乡村全面振兴。县域工业园区、特色农产品加工、冷链物流、乡村电商等将成为农民工返乡就业的重要“蓄水池”。要进一步加大县域电网的投资建设,满足县域工业产业、服务业和居民生活电气化与公共服务需求,推动从“用上电”到“用好电”的转变;赋能县域产业升级,为农产品加工、乡村旅游、返乡创业等提供稳定电力保障。促进县城城镇化建设,支撑县域基础设施与产业园区建设,强化县域对乡村的辐射带动作用,推动城乡要素双向流动。

其二,助力实现“双碳”目标与能源转型。县域是光伏、风电等分布式电源的主要分布区,做强县域电网可大幅提升就地就近消纳能力,减少弃风弃光,推动能源结构清洁化;作为主网与配网的关键衔接层,

县域电网可整合源网荷储资源,发展微电网、储能与虚拟电厂,提升系统灵活性及调节能力;同时,可推动电能替代,支撑农村地区电采暖、电动农机、农业电气化等,降低化石能源依赖,助力实现降碳目标。

其三,提升县域供电可靠性与电能质量,防范县城大面积停电风险。通过优化县域网架结构、加强与主网联络、提升电网抗灾能力,可减少自然灾害对供电的影响;解决县域配电网供电方向单一、设备重过载等问题,通过智能化改造实现故障快速自愈,保障民生与产业连续用电。

其四,促进区域协调与共同富裕。加大对边远、脱贫、革命老区等县域电网投入,推进城乡电力服务均等化,有助于区域协调发展,带动有效投资与就业。县域电网建设可拉动电力设备制造、施工建设等产业发展,创造就业岗位,为地方经济注入动力。

其五,促进新型消费与数字经济。例如,支撑县域新型负荷增长,满足电动汽车、5G基站、数据中心等新型用能需求,为数字乡村、智慧农业等提供电力基础。

我国县域电网发展仍有大幅提升空间

由于历史因素和经济发展不平衡等原因,相对城市电网而言,除了东部和沿海发达地区的少数县域电网发展与城市电网差距较小之外,我国县域电网整体仍然比较薄弱。县域电网发展中主要存在六方面问题。

一是资产占比偏低。县域电网(包括110千伏及以下电网为主以及部分220千伏变电站)的电量占全国全社会电量的45%—50%,但县域电网资产只占全国电网资产总量的30%左右。

二是县域电网主网架不够坚强。一些县域配电网变电站布点不足,10kV主干网络仍以“单辐射”为主,110kV、35kV线路串供、长链式结构仍然大量存在,负荷无法转供。据统计,2024年县域用户年均停电时间约为7.462小时,是全国城市平均的3.7倍。

三是县域电网装备投入不足。2024年全国县域电网存量配变电压中,两成为S9及以下高损耗型号,部分地区户均配变容量仍然低于国家农网提升提出的分区目标;中压一二次融合开关占比不足25%,配网自动化有效覆盖率仅38%,远低于城市电网。



四是部分新能源资源富集地区的分布式新能源存在“高比例、弱消纳”现象。据统计,中西部不少县分布式光伏消纳仅40%—60%,县域电网难以承受分布式新能源发电高速增长的需求;全国县域调度自动化对分布式光伏的“可观可测”率约在70%左右,但“可控可调”不足30%,存在数据传输延迟等问题,部分县光伏发电高峰时段出现“逆调峰”而被迫限制发电。

五是县域电网数字化“底座薄”。配电网终端覆盖率低,多数县域配电网具备遥控功能的配电网终端不足30%,无法对大量分布式光伏发电实现“可观可测可控”;配电网通信带宽窄、时延、安全不满足毫秒级保护要求,导致智能分布式FA、差动保护数字化、分布式能源监控等数字化新业务应用难以落地。

六是现代化管理力量较弱。相比城市电网,县级电网公司、供电所处于“管理末梢”,营配调数据多头维护,管理机制相对落后,服务质量和效率仍待提高;边远和经济不发达的县域电网公司人才匮乏,人才当量密度低。

有针对性地适度超前规划建设县城和乡村电网

针对我国县域电网比较薄弱等问题,近年来国家围绕乡村全面振兴和“双碳”目标,对县域农村电网建设持续加码,出台多份纲领性文件,形成了“规划—改造—资金—数字化”全链条政策体系。2023年国家发展改革委、国家能源局在《关于实行农村电网巩固提升工程的通知》中,提出“中央预算内投资重点向县域配电网倾斜”,全力补齐县域电网发展短板。各级电网公司在“十四五”时期逐渐加大县城

和乡村电网的投资力度,取得良好开端。

由于我国经济的高速增长和城市的快速扩张,为解决东西部电力能源布局的不平衡性,满足城市扩张和产业集聚带来的电力高速增长需求,近年来在电网建设投资中,特高压、区域大电网和城市电网建设占比较高。“十五五”时期,根据县域经济和可再生能源产业的进一步发展,需要有针对性地适度超前规划建设县城和乡村电网,加大新型县域电网的投资力度,为“十五五”时期乡村全面振兴、绿色低碳转型和县域经济社会健康发展当好“先行者”。

县城和乡村是各类分布式可再生新能源主要生产地,分布式新能源的就地就近消纳将成为“十五五”时期电网企业的一项重要艰巨且重要的任务。“十四五”时期全国约有1亿—1.2亿千瓦分布式光伏、1500万—3000万千瓦储能落在县域,县域配电网将成为“源网荷储”一体化最密集的区域。

国家发展改革委、国家能源局发布的《关于促进电网高质量发展的指导意见》(以下简称《指导意见》)明确要求,到2030年主干电网和配电网为重要基础、智能微电网为有益补充的新型电网平台初步建成。电网接纳分布式新能源能力达到9亿千瓦,支撑充电基础设施超过4000万台。这些任务很大一部分将由县域电网承担。

针对我国配电网相对薄弱的问题,《指导意见》强调,加快构建新型配电网系统。落实新型城镇化、乡村振兴战略要求,适度超前规划变电站设施布局,差异化提高局部规划设计和灾害防控标准。推进配电网柔性化、智能化、数字化转型,实现配电网从传统无源单向辐射网络向有源双向交互系统转变,支持建设

分布式独立储能和电网替代型储能,提升配电网与各类并网电力新业态的交互水平。

针对快速增长的分布式新能源就地就近消纳而形成的微电网问题,《指导意见》提出,要因地制宜规划建设智能微电网。智能微电网作为具有自平衡和自调节能力的电力新业态载体,支持多元主体接入,融入终端用户绿色用能场景,促进新能源就近开发、就地消纳,提升偏远地区和电网末端供电可靠水平。要兼顾效率和公平,以“自平衡、自调节、自安全”为目标,充分考虑用户多样化用能需求,加强智能微电网对多能源品种资源配置功能。

针对县域电网数字化“底座薄”、调度自动化存在短板和人才匮乏等问题,《指导意见》明确提出,增强电网调控运行能力。建设综合智能感知、集中分析决策、分布监视控制、云边高效协同的电力调度控制系统。优化调度生产组织模式,提升电网实时调控和安全稳定水平。积极推进分布式新能源、新型储能等新型并网主体调控能力建设,实现多元海量资源协同优化调度。强化市(地)、县(配)调人员力量和支撑体系。

“十五五”时期是我国如期实现社会主义现代化关键阶段。新型县域电网将迎来发展新机遇,成为我国新型电力系统发展的关键和重点。县域电网将逐渐摆脱“大电网的附属”地位,成为新型电力系统“源网荷储实时协同”最具性价比的试验田、破解“高比例新能源”状态下电网功率平衡与质量控制难题的实践者,从而打造我国新型电力系统重要底座,进一步推进我国新型电力系统建设。

(作者系中国电机工程学会农村电气化专委会顾问)

■龙生平

当前,算力中心绿电占比攀升,电网智能调度效率提高,新能源功率预测精度提升。“人工智能+”并非简单的技术相加,而是重塑能源基因、破解资源约束的关键举措。唯有紧抓机遇,才能以“人工智能+”为引擎,为能源高质量发展撑起坚实脊梁。

其一,重塑能源系统运行架构,构筑新型电力智能体。

能源系统正经历从刚性支撑到弹性智慧的深刻蜕变。人工智能逐步嵌入“发输配用”全链条,重构能源生产消费逻辑。传统电力系统面临新能源波动性冲击、源网荷储协调复杂、安全防控难度加大等多重挑战,在此背景下,智能化转型成为必答题。首先,要打造全景感知智能调度中枢。建设跨层级、跨区域、跨业态的能源大数据平台。打通电网、电源、负荷侧数据壁垒,实现毫秒级状态感知。部署电力大模型,开展多时间尺度负荷预测、新能源出力精算。强化电网智能诊断分析,提升故障预判与风险预警能力。构建源网荷储协同优化决策系统,实现电力电量平衡柔性调节。推动调度控制从“经验驱动”转向“模型驱动”,从“事后响应”升级为“事前预演”。其次,应构建装备自主运维智能体。研发电力设备健康管理的智能体集群。部署输电设备状态监测传感器网络,采集振动、温度、局放等关键参量。开发设备故障预测性维护模型,实现缺陷隐患提前预警。建设无人机、机器人协同巡检体系,覆盖山区、水域等人工难以及区域。培育具备自主学习能力的设备运维助手,从“定期检修”转向“精准运维”,从“被动抢修”升级为“主动防御”。再次,建议创新用户侧智能互动模式。推广营配调一体化智能服务平台,聚合分布式光伏、电动汽车、储能设施等灵活性资

以“人工智能+”助推能源高质量发展

源。开发虚拟电厂智能管控系统,实现百万级终端毫秒级响应。推动电力服务从“单向供给”转向“双向互动”,从“统一菜单”升级为“个性化定制”。

其二,激活能源新业态创新动能,培育产业智能增长极。

当前,虚拟电厂、综合能源服务、算电协同等模式方兴未艾。这些新业态打破行业边界,重塑价值链条。智能化水平在很大程度上决定新业态成败,需以AI为核心引擎,培育壮大能源产业智能增长极。一是实现虚拟电厂智能聚合运营,建设负荷侧资源智能识别与动态聚合平台。运用边缘计算技术,实现用户侧设施即插即用。开发基于强化学习的优化调度算法,提升虚拟电厂响应速度与精度。构建多层次电力市场交易智能代理,自动匹配最优交易策略。实现虚拟电厂从“简单聚合”转向“智能运营”,从“辅助服务”升级为“主力调峰”。二是实现综合能源系统智能协同。研发多能流耦合建模与协同优化技术。构建电热气冷多能互补的能源枢纽智能管控系统。应用知识图谱技术,打通不同能源系统运行规则。开发用户侧综合能效智能诊断工具,提供定制化节能方案。推动综合能源服务从“单一供能”转向“系统优化”,从“设备销售”升级为“价值服务”。三是实现算力电力智能协同发展。建设算力设施与清洁能源协同调度平台,开发数据中心负荷柔性调节模型,实现算力任务与电力现货市场智能匹配。应用液冷、余热回收等绿色低碳技术,降低算力能耗强度。构建“东数西算”工程与沙漠戈壁大型风光基地的时空协

同机制。推动算力产业从“高耗能负担”转向“灵活性资源”,从“被动用电”升级为“主动调荷”。

其三,攻克能源AI核心关键技术,抢占创新战略制高点。

能源领域AI应用面临数据孤岛、算力碎片化、算法黑盒化、能耗高企等瓶颈,核心技术必须走自主可控之路。基础研究薄弱、关键算法缺失、高端芯片受制,是当前主要短板,亟需集中优势力量,开展有组织科研攻关,掌握发展主动权。一是突破能源大数据治理技术。研发能源数据智能标注与增强技术。攻克多源异构数据融合难题,构建统一数据字典。开发隐私计算平台,实现数据可用不可见。攻关跨域可信溯源技术,确保数据全流程安全。建设国家级能源数据资源池,形成高质量数据集。推动数据治理从“分散管理”转向“统一运营”,从“静态存储”升级为“动态增值”。二是研发能源专用大模型。开发电力系统仿真预训练大模型。攻关多模态融合技术,实现文本、图像、时序数据联合建模。研究可解释性AI技术,破解算法黑盒难题。推进模型轻量化部署,适配边缘计算场景。构建能源领域AI开源社区,汇聚产学研力量。推动模型研发从“通用适配”转向“专用定制”,从“实验室研究”升级为“工程化应用”。三是攻克绿色智算技术。突破数据中心柔性直流供电技术。研发小型模块化反应堆为算力中心供电关键技术。攻关AI芯片能效优化设计,降低单位算力能耗。开发废

热梯级利用系统,提升能源综合利用效率。建设零碳智算示范工程,探索可持续发展路径。推动算力能耗从“粗放增长”转向“绿色集约”,从“成本负担”升级为“创新优势”。

其四,夯实数据算力算法三基石,构筑智能转型硬支撑。

数据、算力、算法构成人工智能“铁三角”。目前,数据方面,采不全、用不好、流不通并存储现象在能源领域仍然存在。算力方面,建得多、用得散、协同难问题仍较突出。算法方面,通用强、专用弱、解释差短板还较为明显。为解决这些问题,一要构建能源数据要素市场,建立能源数据分类分级管理规范,明确数据权属与收益分配机制,培育数据商与第三方服务机构。建设区域性性能数据交易中心,制定数据流通负面清单,保障安全底线。推动数据要素从“资源沉睡”转向“价值释放”,从“企业私产”升级为“行业公器”。二要统筹算力电力协同布局。制定算力中心电力弹性调节标准。建设算力电力联合调度控制平台。在清洁能源富集区规划智能算力集群。推动算力中心参与电力辅助服务市场。探索算力调峰补偿机制,激发调节潜力。推动算力布局从“东密西疏”转向“东西协同”,从“单一用电”升级为“双

向赋能”。三要完善技术标准规范体系。编制能源AI应用场景设计指南。制定模型安全与可解释性评估标准。建设行业级AI应用测试验证平台。推动能源企业主导国际标准制定。建立AI应用效果后评估机制。推动标准建设从“跟随模仿”转向“引领创新”,从“纸面文件”升级为“实践标尺”。

其五,培育产学研用融合生态,释放协同创新聚变力。

能源AI发展需要人才、资金、平台、政策全方位支撑。当前,复合型人才匮乏、投入成本高、创新链条断裂、政策协同不足等问题突出,必须打破壁垒,构建开放创新生态,激发全社会参与热情。一是打造跨学科人才培养高地。鼓励高校设立能源人工智能专业方向。推动企业专家进校授课,学生进企业实践。设计交叉融合课程体系,培养懂能源精算法的复合型人才。建设国家级实训基地,开展工程化训练。实施能源AI领军人才计划,吸引全球顶尖智力。推动人才培养从“学科分割”转向“跨界融合”,从“理论讲授”升级为“实战锤炼”。二是构建多元化资金投入机制。设立能源AI科技创新专项基金。引导风险投资投向能源AI初创企业。推广“揭榜挂帅”“赛马制”组织模式。对首台(套)重大技术装备给予保费补贴。探索AI研发应用税收优惠政策。推动资金投入从“财政单一”转向“多元共治”,从“事前资助”升级为“事后奖励”。

【作者系中共宁夏区委党校(宁夏行政学院)副教授】

