

智能电网与电力新能源融合发展现状与路径

郝晓明

中国长江三峡集团山西分公司 山西 太原 030000

摘要:在双碳目标驱动下,国内新能源装机规模持续快速增长,高比例新能源接入已成为当前电力系统转型的核心趋势。本文聚焦智能电网与电力新能源深度融合领域,系统梳理当前二者融合的发展现状,从电网网架适配性、核心技术支撑、源网储协同机制三个维度,深入剖析现存的典型共性问题,针对性提出网架优化、技术迭代、协同体系搭建、智能运维升级四大落地路径,为电力系统向新能源为主体的新型电力系统平稳转型提供可参考的实践支撑。

关键词:智能电网;电力新能源;源网融合;现状;路径

引言:双碳目标引领下,我国电力能源结构加速向清洁化、智能化、多元化转型,新能源逐步替代传统化石能源成为电力供给核心主体,为电力行业绿色升级注入核心动力。新能源发电固有的随机性、波动性与间歇性特征,对传统电网的网架承载、调度调控、安全运行能力提出全新挑战,传统电力运行模式已无法适配高比例新能源并网的发展需求。智能电网凭借全域感知、动态调控、智能适配的技术优势,成为承接新能源规模化接入、破解新能源消纳难题的关键载体。本文立足行业发展实际,系统探究智能电网与电力新能源的融合现状及现存瓶颈,精准研判发展痛点并构建系统化融合发展路径,助力构建安全高效、清洁低碳、协同联动的新型电力系统,推动电力能源产业高质量可持续发展。

1 智能电网与电力新能源融合发展现状

当前国内电力系统的智能化改造已基本完成全域性基础布局,物联网、大数据、智能测控、数字传感等核心技术已全面覆盖发电、输电、变电、配电、用电全业务流程,电网整体的全域状态感知能力、动态调度调控能力、多元电源适配能力得到大幅提升,为各类新能源电源的规模化并网稳定运行提供了充足的基础硬件条件与底层技术支撑。电力新能源的应用覆盖品类持续拓展丰富,除传统集中式风电、光伏发电外,分布式就近发电、多类型储能系统、独立新能源微电网等新型电力运行单元逐步在各场景普及落地,新能源在整个电力供给体系中的占比持续稳步提升,已经成长为支撑电力系统稳定运行的重要供电主体^[1]。

在二者融合应用的实际落地层面,当前智能电网已实现与常规新能源电源的常态化并网运行适配,可依托全域布设的传感终端完成新能源发电功率、设备运行状态、并网电气参数的实时采集与动态在线监测,实现基础的电力供需动态匹配与并网全流程管控。配电网侧

的智能化升级改造工作持续推进,逐步打破传统配电网单向供电的固化运行模式,可初步适配分布式新能源分散式、小容量、多点位的并网接入特征。同时,各类储能装置逐步与新能源发电系统、智能电网运行体系深度配套,通过电力时空平移的运行方式平抑新能源侧的出力波动,有效提升电网对新能源电力的接纳与消纳能力。整体来看,当前二者融合发展已实现从基础并网适配到初步协同运行的阶段过渡,但已建成的融合支撑体系整体较为零散,不同层级软硬件的适配性、跨系统的联动性仍存在明显不足,尚未形成一体化、标准化的深度融合运行体系。

2 智能电网与电力新能源融合发展现存问题

2.1 电网网架适配性薄弱,新能源接纳能力不足

当前存量电网的规划布局、线路容量配置、层级结构设计均基于传统稳定同步电源的运行特征搭建,整体架构偏向刚性运行逻辑,无法适配新能源出力波动化、随机性的运行特性。(1)多数集中式新能源发电项目布局于能源资源富集区域,与核心电力负荷中心存在明显空间分隔,现有跨区域输电通道的承载能力有限、调度灵活性不足,无法满足大规模新能源电力的远距离输送需求,直接造成新能源电力本地消纳压力偏大、跨区外送通道长期拥堵的运行矛盾。(2)配电网层面的智能化、柔性化升级改造存在明显区域不均衡问题,部分老旧城区与县域配网设备服役年限偏长、网架结构薄弱、动态调节设备配置不足。分布式新能源多点零散并网会彻底改变配电网传统单向潮流的运行模式,极易引发电压偏移、谐波超标、三相不平衡等典型电能质量问题,而现有配网的调节管控手段难以快速抵消此类运行波动,不仅直接降低终端用户侧的供电质量,也极大限制了区域内分布式新能源规模化并网的扩容空间^[2]。

2.2 核心融合技术不成熟,技术支撑体系存在短板

适配二者深度融合的核心技术体系尚未完全成型,多项关键技术存在明显瓶颈。在发电预测领域,现有风电、光伏功率预测模型精度有限,对气象环境突变引发的发电功率波动捕捉能力不足,短期、超短期预测数据误差较大,无法为电网精准调度、提前预判提供可靠的数据支撑。(1)在智能调控领域,现有电网调控系统算法模型较为传统,数据运算、动态响应能力有限,面对新能源并网产生的海量多维动态数据,存在处理滞后、调控延迟、适配性差等问题,难以实现发电侧与负荷侧的实时动态匹配。(2)各类电力设备适配标准不统一,新能源发电设备、储能设备、电网测控设备的接口规范、数据传输标准存在差异,设备间兼容性较差,数据互通、联动运行效率偏低。电能质量综合治理、电网故障自适应修复、新能源孤岛运行防控等配套技术成熟度不足,无法有效应对新能源并网引发的各类电网运行隐患,难以保障融合系统的安全稳定运行^[3]。

2.3 源网储协同性不足,电力资源配置效率偏低

目前智能电网、新能源发电、储能系统、电力负荷各核心运行单元仍处于相对独立的运行状态,尚未搭建形成覆盖全链条的一体化协同运行机制,整体资源整合与动态配置效率长期处于偏低水平。(1)电网现有调度模式仍沿用适配传统稳定电源的刚性调控逻辑,调度方案预设固化、动态调整灵活性不足,无法根据新能源发电功率的实时动态变化快速调整运行策略,难以实现新能源电力的最大化就地与跨区消纳。发电侧、电网侧、负荷侧、储能侧之间缺乏常态化的联动调控机制,频繁出现新能源发电高峰时段电网消纳容量不足、用电负荷高峰时段新能源供电支撑不足的典型供需错配现象。

(2)跨领域设备运维体系存在明显割裂问题,新能源发电设备运维业务与电网输变电设备运维业务相互独立,未搭建统一的全量数据共享平台与跨主体故障联动处置机制。电网侧的运行监测体系无法全面覆盖新能源侧设备的全量运行状态,设备异常工况、发电出力波动、潜在故障隐患难以被电网端及时感知与协同处置,易引发局部区域电网的连锁运行风险。此外,当前储能系统的调度利用率普遍偏低,削峰填谷、平抑出力波动的核心功能未得到充分发挥,源网储协同运行的技术优势难以落地,整体电力资源利用效率仍有较大提升空间^[4]。

3 智能电网与电力新能源深度融合发展路径

3.1 优化电网柔性网架,提升新能源接纳能力

结合新能源资源空间分布特征与区域电力负荷实际分布格局,针对性开展电网整体网架结构的优化调整工作,重点补强新能源资源富集区域的本地输电网络,

推进跨区域输电通道的扩容升级改造,打通新能源电力远距离外送的稳定传输链路,有效缓解新能源本地消纳的承载压力,破解高占比新能源远距离输送的现存技术瓶颈。(1)持续推进配电网侧的柔性化、智能化升级改造工作,完成存量老旧配电设备的迭代更新,优化配电网线路布局与容量配置逻辑,改善配电网整体基础运行条件,系统性提升配电网对分布式新能源的接入适配与就地消纳能力。在各类新能源并网节点配套加装智能稳压、有源滤波、自动调压等专业电力装置,搭建覆盖全并网节点的分布式电能质量治理体系,精准处置新能源大规模并网引发的谐波超标、电压异常波动、区域潮流失衡等典型运行问题。(2)同步优化电网侧的潮流调控运行模式,适配新能源接入后电网双向潮流的全新运行特征,构建柔性可调、自适应能力强的现代化电网网架体系,全面提升智能电网对各类集中式与分布式新能源电源的稳定承载、动态适配与高效消纳能力。

3.2 迭代核心技术体系,破除融合技术壁垒

聚焦智能电网与新能源深度融合应用过程中的现存技术短板,持续迭代升级全链条核心技术,构建全方位、一体化的技术支撑体系。依托大数据、人工智能、遥感监测技术优化新能源发电功率预测模型,提升风电、光伏功率短期、超短期预测的精准度,实现对新能源发电出力随机波动的精准预判,为电网侧动态调度运行提供可靠的前置数据支撑。(1)优化电网智能调控核心算法,升级调度系统的全量数据运算与运行态势动态研判能力,压缩调控指令的响应时长,实现对新能源发电出力波动的实时追踪与动态适配。统一各类新能源发电设备、储能配套设备、电网测控设备的并网接口规范、数据传输协议、联动运行逻辑标准,破除不同厂商不同类型设备之间的硬件兼容壁垒,实现全场景多类型设备的底层数据互通与业务层面高效联动。(2)重点攻关柔性输电、电网故障快速自愈、新能源孤岛运行精准防控等关键核心技术,同步完善电能质量综合治理、电网运行安全主动防控的配套技术体系,全方位补齐当前融合场景下的技术短板,筑牢源网深度协同融合的稳固技术根基。

3.3 搭建源网储协同体系,优化电力资源配置

打破传统模式下各电力运行单元独立运行的业务壁垒,构建覆盖电源侧、电网侧、负荷侧、储能侧的源网荷储一体化协同运行体系。(1)摒弃传统电力系统的刚性调度运行模式,建立适配新能源出力随机波动特征的柔性动态调度机制,根据实时新能源发电功率、电网侧负荷动态变化情况动态调整调度运行方案,实现全系

统电力供需的动态平衡,最大限度挖掘电网对新能源的消纳空间。(2)建立多类型储能系统的联动调控机制,科学规划不同场景下储能系统的充放电运行节奏,在新能源发电出力冗余时段完成富余电力的存储,在新能源发电出力不足、电网负荷处于高峰时段完成存储电力的有序释放,有效平抑新能源侧的出力波动、填补系统临时供电缺口。搭建覆盖全运行单元的一体化运维管控平台,整合新能源发电设备、电网输变配设备、不同类型储能设备的全量运行数据,实现各类设备运行状态的实时在线监测、故障异常的智能研判、跨单元隐患的联动协同处置,打通全链条数据共享与运维协同的业务通道,全面提升整个电力系统的资源配置能力与整体运行效率,保障高比例新能源接入场景下电力系统的稳定可靠运行。

3.4 升级智能运维体系,筑牢系统运行根基

依托物联网、大数据、智能感知技术,搭建全域覆盖、全流程管控的智能运维体系,实现高比例新能源接入下融合电力系统的智能化、精细化管控。(1)完善全维度运行数据采集与智能分析体系,全面采集新能源发电侧、电网输变配侧、用电负荷侧、核心设备工况等各类核心运行数据,通过多维度数据深度挖掘实现潜在运行风险的前置预判,推动传统运维模式从被动故障事后处置向主动风险前置防控全面转变。(2)建立全品类电力设备全生命周期智能管理机制,对新能源发电设备、电网输变配设备、储能配套设备等各类电力资产开展常态化在线智能监测,精准识别设备部件老化、运行工况异常、性能指标衰减等各类潜在问题,针对性推送运维处置方案,大幅提升运维工作的精准性与执行高效性。搭建覆盖全场景的电力系统安全主动防护体系,强化电网运行物理安全、核心

电力数据网络安全的全流程管控,有效规避新能源大规模并网带来的各类系统性运行风险,构建多层次的安全冗余防护机制,保障智能电网与新能源深度融合的电力系统长期安全、稳定、高效运行^[5]。

结束语

智能电网与电力新能源的深度融合是新型电力系统构建的核心内核,也是电力工业低碳转型的必然趋势。当前二者融合已完成基础适配的初步探索,但在网架结构、核心技术、协同机制、运维体系等方面仍存在诸多短板,制约新能源电力高效消纳与电力系统安全稳定运行。本文针对性提出网架优化、技术迭代、协同赋能、运维升级的全方位发展路径,可有效破解源网适配难题、补齐技术短板、提升电力资源配置效能。未来,需持续推进技术创新、机制完善与网架升级,深化源网荷储全链条协同融合,持续提升电网新能源接纳能力与系统运行稳定性,推动电力能源产业向智能化、清洁化、高效化纵深发展,助力双碳目标稳步落地。

参考文献

- [1]王冠鹰,安春燕,张东磊,等.智能感知在新型电力系统中的应用与发展综述[J].智能感知工程,2026,3(2):31-57.
- [2]杨琳,刘柏毅,林磊,等.新一代煤电升级专项行动中电力设计行业的发展路径与积极作用[J].电力勘测设计,2026,(4):1-5+84.
- [3]莘燕,张伟,袁瑞雪.智能电网技术在电力营销服务模式创新中的应用研究[J].电气技术与经济,2026,(2):170-172.
- [4]何珣,徐康,黄秋根,等.电力技术在新时期智能电网建设中运用[J].电力设备管理,2026,(2):23-25.
- [5]赵劲博.新能源并网电力自动化控制系统的优化路径[J].能源新观察,2026,(1):99-100.