

基于主动配电网的新能源消纳能力提升方法研究

盛传中 陈宋伟

天地电研（北京）科技有限公司武汉分公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：本文对主动配电网的新能源消纳能力提升方面进行了研究，通过二者之间的内涵及协同关系的分析，结合当前技术瓶颈与运行痛点，从四个不同维度提出提升方法，为主动配电网场景下新能源高效消纳提供理论参考与工程依据。

【关键词】：主动配电网；新能源消纳；灵活调控

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.004

1 引言

新能源出力具有随机性、波动性与间歇性，易引发电压越限、潮流反向、网损上升等问题。传统配电网调控能力不足，严重制约新能源规模化消纳。主动配电网融合监测、控制与通信技术，可实现源网荷储主动调度与协同控制，能高效就地消纳新能源、保障电网安全。本文围绕主动配电网的新能源消纳能力提升展开研究，分析现存问题并提出实用方法。

2 主动配电网与新能源消纳相关理论基础

2.1 主动配电网核心内涵与特征

主动配电网可主动控制、协调管理分布式能源、储能、柔性负荷及控制设备，实现配电网安全、高效、经济运行。核心特征有三个：一是主动调控，突破传统配电网被动局限，实时调控电源、储能与负荷；二是多元协同，整合源网荷储资源形成协同运行体系；三是智能高效，依托大数据、人工智能等技术实现精准感知、智能决策。

2.2 新能源消纳的核心需求与制约因素

新能源消纳是指将新能源发电接入电网，转化为电能并输送至各类负荷，其核心需求是“最大化就地消纳、降低弃风弃光率、保障电网安全稳定运行”。新能源消纳的制约因素主要分为两类：一是新能源自身特性制约，新能源具有随机性、波动性和间歇性，难以实现稳定出力，导致新能源出力与负荷需求的时空匹配度较低；二是电网侧制约，传统配电网网架结构薄弱、调控能力不足，难以适应新能源大规模接入带来的潮流变化，同时缺乏有效的灵活调节资源，难以缓解新能源出力波动对电网的冲击。

2.3 主动配电网与新能源消纳的协同关系

主动配电网与新能源消纳是相互支撑、协同发展的关系：一方面，新能源大规模接入是主动配电网发展的核心驱动力，分布式新能源的高渗透率接入，推动配电网从“无源”向“有源”、从“单向”向“双

向”转变，要求配电网提升调控能力与智能化水平；另一方面，主动配电网是新能源消纳的核心载体，通过主动调控、资源协同等手段，能够有效解决新能源出力波动、电压越限等问题，提升新能源消纳水平。

3 主动配电网新能源消纳现存问题分析

当前，我国主动配电网在新能源消纳过程中尽管取得了一定进展，但仍存在诸多问题严重制约了新能源消纳能力的提升。

一是网架结构薄弱，传输能力不足。部分主动配电网沿用传统网架，传输容量不足，新能源大规模接入时易出现潮流拥堵、电压越限；联络与分段开关智能化水平低，网架重构困难，无法灵活调整供电路径；配电网与上级电网衔接不畅，富余电力难以倒送，加剧消纳压力。

二是灵活调节资源有限，调控能力不足。分布式储能受成本与技术限制部署不足，无法有效储存富余电力；电动汽车、温控负荷等柔性负荷调节潜力未充分挖掘，缺乏引导机制；智能软开关等柔性互联器件应用范围有限，系统整体调控能力受限。

三是智能化管控水平不高，调度精度不足。新能源出力预测误差大，调度策略与实际运行脱节；电网监测覆盖不全，关键节点数据缺失，影响决策科学性；现有调度算法未充分考虑新能源随机性与不确定性，复杂场景适应性差。

四是市场化机制不完善，激励作用不足。新能源消纳责任权重落实不到位，主体积极性不足；分时、峰谷电价差异化不足，无法有效引导负荷与储能；分布式电源、储能收益机制不明确，市场主体参与度低，制约灵活资源规模化发展。

4 基于主动配电网的新能源消纳能力提升方法

4.1 优化网架结构，提升传输与承载能力

网架结构是新能源消纳的重要基础，网架优化可提升配电网传输容量与调节灵活性，支撑新能源大规

模接入。一是优化网架布局,结合新能源规划与负荷分布调整线路、缩短供电半径、更换大截面导线,增设联络线构建环网,提升传输能力与供电可靠性,实现新能源电力多路径传输;二是推进智能化改造,升级开关设备实现远程控制与状态监测,按需优化潮流,在关键节点与电网末端合理配置储能,增强系统调节与稳定运行水平;三是强化与上级电网协同,建立富余电力倒送机制实现跨区域消纳,并建立承载规模预警机制,引导分布式新能源合理布局、就近接入、就地消纳。

4.2 强化灵活资源协同调控,平抑新能源出力波动

灵活资源协同调控是提升新能源消纳能力的核心手段,通过整合储能、柔性负荷、分布式电源构建协同调控体系,可平抑新能源出力波动,实现源荷动态匹配。一是优化储能配置与调度,结合新能源与负荷规模合理布局储能,采用动态调整充放电策略,提升储能利用率,实现富余电力存用;二是挖掘柔性负荷潜力,以分时电价、需求响应补贴引导电动汽车、温控负荷、工业负荷错峰用电,鼓励电动汽车负荷高峰放电,提升聚合调节能力;三是推进分布式电源协同调度,整合风光与燃气轮机等电源,实现出力互补;引入智能软开关柔性互联器件,协调有功无功出力,降低电压越限风险。

4.3 升级智能化管控体系,提升调度精度与效率

智能化管控是主动配电网高效运行与新能源精准消纳的关键,可通过监测、预测、调度技术升级实现高效调控。一是提升新能源出力预测精度,融合大数据与人工智能,采用机器学习、深度强化学习等算法降低误差;二是完善电网运行监测体系,在关键节点部署智能监测设备,构建全域感知网络,推进数字化转型与源网荷储信息共享,提升系统协同运行能力;三是优化调度算法,构建多目标优化模型,兼顾新能源消纳率、网损与运行成本,配合改进迭代算法与工

程化技巧,实现精准高效调控。

4.4 完善市场化机制,强化激励引导作用

完善的市场化机制是提升新能源消纳能力、激发市场主体活力的重要保障。一是落实新能源消纳责任权重,明确电网、发电、用户等各方责任,建立考核机制,推动责任落地;二是优化电价机制,完善分时、峰谷电价并拉大价差,促进车网互动,引导负荷与储能配合源荷匹配;三是建立灵活资源激励政策,培育虚拟电厂、负荷聚合商等新业态,挖掘用户侧调节潜力,增强系统响应与调节能力,长效支撑新能源高效消纳。

5 仿真验证

通过 MATLAB/Simulink 仿真软件对本文提出的网架优化、灵活资源协同调控、智能化调度方法进行仿真。仿真结果如下:

一是新能源消纳率显著提升。优化后能源消纳率由 78.3%提升至 92.7%。

二是电网运行效率提升。优化后配电网网损率由 6.8%降至 4.2%,优化后电压越限次数由 8 次/天降至 1 次/天。

三是运行成本降低。优化后储能系统、柔性负荷的利用效率提升,配电网购电成本降低 12.3%。

仿真结果验证了本文提出的基于主动配电网的新能源消纳能力提升方法的有效性、可行性,能够为工程实践提供参考。

6 结语

本文围绕主动配电网与新能源消纳能力提升问题,系统分析了主动配电网与新能源消纳的协同关系,指出当前主动配电网在新能源消纳过程中存在的不足,并从网架优化、灵活资源协同调控、智能化管控升级、市场化机制完善四个维度,提出了针对性的提升方法。

参考文献:

- [1] 国家发展和改革委员会.关于新形势下配电网高质量发展的指导意见(发改能源〔2024〕187号)[Z].2024.
- [2] 张粒子,李娟,王强.主动配电网新能源消纳能力评估方法研究[J].电力系统自动化,2022,46(12):1-8.
- [3] 李建林,赵亮,李娜.储能系统在主动配电网新能源消纳中的应用研究[J].中国电机工程学报,2023,43(5):1789-1802.
- [4] 王承民,张凯,李鹏.主动配电网柔性负荷协同调度提升新能源消纳能力[J].电网技术,2022,46(8):2890-2898.
- [5] 刘俊勇,李勇,张逸.基于改进麻雀搜索算法的主动配电网经济调度研究[J].发电技术,2025,46(4):1-9.