

电力工程中新能源并网技术的优化与应用

李健¹, 李妍²

1. 国网湖北省电力有限公司监利市供电公司, 湖北 荆州 433300

2. 监利市沛然供水有限公司, 湖北 荆州 433300

DOI:10.61369/EPTSM.2026020003

摘 要 : 当下新能源并网遭遇波动性、偶然性带来的电网调频调压困境, 以及并网装置兼容性欠缺、调度机制迟缓等现实状况。本文结合电力工程现场操作经验, 从并网核心技术优化、装置匹配升级、调度机制健全三个层面, 深入探究新能源并网技术的优化途径, 结合风电、光伏并网的现实应用场景, 剖析优化技术在处理现场困境里的现实效能, 为电力工程中新能源并网技术的落地运用提供接地的参照, 助力清洁电力高效融入现存电力体系。

关 键 词 : 电力工程; 新能源并网; 技术优化; 风电并网; 光伏并网; 电网匹配

Optimization and Application of New Energy Grid Connection Technology in Power Engineering

Li Jian¹, Li Yan²

1.State Grid Hubei Electric Power Co., Ltd. Jianli Power Supply Company, Jingzhou, Hubei 433300

2.Peiran Water Supply Co., LTD. Jingzhou, Hubei 433300

Abstract : At present, new energy grid connection encounters the dilemma of and voltage regulation of the power grid due to volatility and contingency, as well as the lack of compatibility of grid connection devices and the slow dispatch mechanism. This paper, based on experience of on-site operation of power engineering, explores the optimization path of new energy grid connection technology from three levels: optimization of core technology, upgrading of device matching and improvement dispatch mechanism. In combination with the actual application scenarios of wind power and photovoltaic grid connection, the actual efficiency of optimized technology in dealing with on-site dilemmas analyzed, and practical references are provided for the implementation of new energy grid connection technology in power engineering, which helps clean power to efficiently integrate into the existing power system.

Keywords : power engineering; new energy grid connection; technology optimization; wind power grid connection; photovoltaic grid connection; power grid matching

引言

在“双碳”目标引导下, 新能源发电项目在各地域加速落实, 风电、光伏电站从集中式向分布式与集中式一同推进的样式转变, 给传统电力体系并网环节带来了新的挑战。新能源发电受自然状况作用明显, 出力具备强烈的波动性和偶然性, 直接并网容易造成电网电压、频率波动, 甚至引发电网平稳性问题, 这也是电力工程现场运维中最凸显的症结^[1]。传统并网技术多依据常规火电设计, 难以匹配新能源的发电属性, 且现存并网装置、调度系统与新能源发电的协同性不足, 限制了清洁电力的消纳效率。鉴于此, 针对新能源并网技术的优化升级, 并非单纯的技术更新, 更要贴合电力工程现场的现实需求, 处理并网过程中的操作难题, 达成新能源发电与电网的高效协同, 这既是推动能源结构转变的要害, 也是电力工程行业高质量发展的必然要求。

一、新能源并网技术应用中的核心问题

(一) 新能源出力特性与电网适配性不足

风电、光伏等新能源的发电流程高度依靠自然环境, 光伏出力受光照程度、昼夜更替、天气改变作用, 风电出力则与风速、风向紧密相连, 这种波动性和偶然性致使新能源发电功率难以精

确推测。在电力工程现场, 这种属性直接引发并网后的电网运行状况: 一方面, 功率突变会造成电网电压偏差超过标准, 特别是分布式光伏并网到配电网时, 部分台区会出现电压越上限、三相电压不平衡等情形, 加大现场运维难度; 另一方面, 新能源发电的间歇性会致使电网调频压力加大, 传统火电调频响应速度难以契合新能源出力的快速改变, 倘若调频储备不足, 容易引发

作者简介: 李健(1992.07-), 男, 汉族, 湖北省荆州市监利市人, 学历: 硕士研究生, 职称: 电力工程师, 研究方向: 电力工程。

网频率波动，影响供电平稳性。此外，部分线路承载能力处于有限状态的老旧电网，在集中式新能源电站实施并网行为之后，线路潮流分布产生改变情形，线路出现过载现象、电压产生过大损耗等问题存在可能性，并网适配性被进一步造成降低结果^[2]。

（二）并网设备兼容性与运行稳定性欠缺

并网设备作为新能源发电接入电网的核心承载物体，在当前电力工程范畴之内，大量传统并网设备和新能源发电特性呈现不兼容情况依然存在。从现场应用层面观察，首先，传统逆变器的调节能力处于不足程度，部分老旧状态的逆变器缺失快速无功调节功能，新能源出力波动带来的无功损耗无法得到及时补偿，电网电压稳定性产生下降趋势，逆变器脱网现象甚至出现，整个并网系统的运行安全受到影响^[3]。其次，新能源电站的并网开关设备、测控装置大多对常规火电标准进行沿用，针对新能源出力的快速变化情况，响应未达到及时程度，新能源发电数据的精准采集、分析工作无法完成，并网调度以及故障排查工作面临困难。另外，部分并网设备的抗干扰能力处于较弱水平，在新能源出力产生较大波动情况或者电网出现暂态扰动状况时，设备发生误动作现象具备易发性，不仅对新能源电站的正常并网进程形成影响，周边电网设备的运行状态也可能被牵连，现场故障处理成本得以增加。

（三）并网调度机制与消纳能力不匹配

新能源并网之后的高效消纳目标，科学的调度机制支撑成为必要条件。当前电力工程领域当中，在新能源并网调度环节，诸多痛点问题仍然存在：一是调度模式处于滞后状态，多数地区依旧对传统“计划发电”调度思路进行采用，针对新能源出力的随机性、波动性特征，考虑未达到充分程度，调度指令难以对新能源发电变化进行实时适配，部分时段之内，新能源发电“弃风弃光”现象出现，清洁能源利用率受到降低影响。二是调度信息共享未达到充分状态，新能源电站、电网调度中心、储能设备相互之间，信息互通呈现不畅情况，调度中心对于新能源发电实时数据、储能设备运行状态无法进行全面掌握，新能源发电同储能、负荷的协同调度工作难以实现^[4]。三是分布式新能源并网调度工作面临较大难度，分布式光伏、风电大多对配电网进行接入，分布范围呈现广泛态势、单体容量处于较小程度，传统集中调度模式难以实现覆盖目标，部分分布式新能源实施并网之后，电网调度工作的有效参与难以达成，消纳能力受到进一步制约^[5]。

二、电力工程中新能源并网技术的优化路径

（一）基于出力特性的并网控制技术优化

针对新能源出力产生波动问题，并网控制技术的优化操作成为提升电网适配性的核心内容，现场实操需求需加以结合，从功率预测环节、无功调节环节、调频优化环节三个方面展开入手操作。功率预测优化路径里，丢弃传统单一型气象数据预测范式，联合电力工程场地的历史发电资料、设备运转形态，运用“气象数据与现场实测数据”交融的预测办法，借助优化算法订正预测误差，提高短期阶段、超短期时段功率预测精准程度。譬如说，光伏电站并网进程当中，能够借助加装现场光照感应装置、温度

感应器件，实时收集环境参量，联合本地气象部门的精确预报内容，调整功率预测成果，给并网调度工作提供可靠参照依据^[6]。

（二）并网设备的适配升级与改造

并网设备的优化升级任务需立足于电力工程现场的设备现实状况和运行需求情况，把目光聚焦于逆变器装置、开关设备本体、测控装置主体三大核心设备对象，提升设备的兼容性能、稳定性能和智能化水准高度^[7]。在逆变器升级工作方面，除开强化无功调节功能作用，还需要优化逆变器的低电压穿越能力水平，让其在电网产生低电压扰动现象之时，能够维持并网运行状态，防止逆变器脱离电网引发电网故障问题。针对分布式新能源并网的特征特点，研发小型化结构、模块化构造的并网逆变器设备，提升逆变器在复杂配电网环境条件中的适配能力程度，同时简化安装调试操作流程，满足现场分散式并网的实际需求状况。

（三）并网调度机制的完善与创新

调度机制的优化工作需贴合电力工程现场的调度实际情形，冲破传统调度模式的局限范围，构建“协同调度运作、信息共享流通、精准调控操作”的新型并网调度体系架构。首先来讲，建立新能源发电系统与储能装置、负荷体系、常规电源结构的协同调度机制模式，将储能设备当作新能源并网调度的重要支撑力量，通过储能设备的充放电调节手段，平抑新能源出力波动现象，提升新能源发电的可调度性能水平^[8]。例如在集中式风电电站并网过程中，配套建设储能电站设施，调度中心依据风电出力预测数据资料、电网负荷变化情况，制定储能电站的充放电计划方案，达成风电与储能的协同运行状态，提升风电消纳效率指标。其次一点，搭建一体化结构的调度信息共享平台系统，整合新能源电站实体、电网调度中心机构、储能设备本体、用电负荷体系的实时运行数据内容，实现数据互通互联局面、实时共享状态。通过平台系统对各类数据进行汇总分析处理，给调度指令的制定工作提供全面依据支撑，避免由于信息不对称情况导致的调度偏差问题。针对分布式新能源并网调度难度较大的状况，采用“集中调度管理与分布式调控操作”相结合的模式形态，在配电网层面设置区域调度节点单元，负责区域范围之内分布式新能源的并网调度工作，与上级调度中心机构协同配合行动，实现全网新能源并网的精准调控目标。最后一项，优化新能源并网调度策略规划，丢弃传统“计划优先”的调度思维理念，采用“市场化运作与技术化支撑”的调度模式体系，联合新能源发电特性属性和电网运行状态情形，动态调整调度指令内容。例如，当新能源释放充足并且电网负载处于低位状况时，优先对新能源发电进行调度操作，引导储能装置开展充电行为、可调节负荷实施错峰用电活动；当新能源释放不足之际，对火电、储能装置进行协调以补充电能，保障电网供电维持稳定状态。同时，构建新能源并网调度的容错机制体系，针对新能源释放预测产生偏差所带来的调度风险情况，预留一定量的调度储备容量数值，提升调度系统的灵活程度和可靠性能^[9]。

三、新能源并网优化技术的实际应用场景

（一）集中式风电电站并网应用

A北方区域的集中式风电电站项目，总体装机容量达到500MW规模，在前期并网运行过程当中存在释放波动幅度较大、

电网电压稳定性能较差、弃风比率较高等方面的问题。依据前文所述的优化路径内容,对该电站的并网技术实施升级改造工作:在控制技术领域层面,对风机变桨距控制算法进行优化处理,使风机释放趋于平滑状态,同时对并网逆变器进行升级操作,加装动态无功补偿装置设备,构建联合无功调节体系结构,提升电网电压的稳定性能;在设备改造领域层面,更换具备低电压穿越能力的并网开关设备装置,升级测控装置设备,实现并网数据的实时监控功能与故障预警功能;在调度机制领域层面,配套建设100MW规模的储能电站项目,接入区域电网调度信息共享平台系统,实现风电能源与储能资源的协同调度模式。改造工作完成之后,该风电电站的功率预测精准程度提升至85%以上水平,释放波动幅度降低30%比例,电网电压偏差控制在允许范围之内区域,低电压穿越能力获得显著提升效果,未再出现逆变器脱网现象问题。同时,通过储能资源的协同调度方式,弃风比率从改造工作实施之前的12%降至5%以下范围,清洁能源消纳效率实现大幅提升态势,不仅对电站的稳定运行状态提供了保障支持,还为区域电网的安全高效运行局面提供了支撑作用,充分验证了优化技术在集中式风电并网场景中的实际效能表现^[10]。

（二）分布式光伏并网应用情形

A城市工业园区的分布式光伏项目工程,总体装机容量为50MW规模,采用“自发自用、余电上网”模式实施并网操作,前期并网之后出现部分台区电压超越上限数值、三相电压呈现不平衡状态、调度响应出现滞后情况等方面的问题。针对这些现场存在的痛点内容,实施并网技术优化工作:在控制技术领域层面,采用“光照实测数据+气象预测信息”的融合预测方法方式,提升光伏释放预测的精准程度,同时为每台逆变器加装快速无功调节模块装置,实时调整无功输出状态,解决电压越限问题情况;在设备适配领域层面,选用小型化、模块化结构的并网逆变器设备,优化逆变器的安装布局方案,配合使用三相平衡装置设备,改善三相电压不平衡现象状态;在调度机制领域层面,搭建园区级别调度信息平台系统,整合光伏发电数据信息、园区用

电负荷数据信息、储能装置运行数据信息,实现分布式光伏能源与园区负荷、储能资源的协同调度模式。优化落实后,园区光伏并网台区的电压越限率实现归零,三相电压不平衡度实时控制在2%范围之内,调度指令响应时长缩短到达秒级阶段,余电上网效能获取显著提升。同步,经由协同调度模式,园区光伏自发自用比率提升至70%数值以上,有力降低了园区用电成本支出,给分布式光伏在工业园区范畴的并网应用供给了可复制的实操经验内容,展现出优化技术的接地属性和实用特征。

四、结论

新能源并网技术的优化举措与应用实践,属于解决电力工程领域内新能源并网痛点问题、推动清洁能源高效形态融入电网体系的关键实施举措。当前时期新能源并网工作面临出力特性状况与电网适配性能不足情况、设备兼容性能欠缺情形、调度机制运行滞后状态等核心存在问题,此类问题一概来源于现场实际运行状况需求与技术条件、设备设施、运行机制的不相匹配现象。通过依托出力特性基础的并网控制技术优化手段,可有效实现平抑新能源出力波动效果,提升电网适配能力水平;借助并网设备的适配升级操作与改造工作,能够增强设备运行稳定性和兼容性,降低现场故障发生风险概率;通过并网调度机制的完善过程与创新活动,可提升新能源消纳效率程度,达成多能源协同运行模式。从集中式风电项目、分布式光伏项目的实际应用场景视角观察,优化处理后的并网技术可以精准实现解决现场运行难题目标,提升新能源并网的稳定性能和高效性能,兼顾技术可行属性与现场实操属性,为电力工程领域内新能源并网项目的落地实施提供可靠支撑力量。由此可见,新能源并网技术的优化工作不可脱离现场实际状况,唯有立足电力工程的实操需求内容,针对性解决适配问题、设备问题、调度问题等核心存在问题,方可真正发挥清洁能源的优势特点,推动能源结构转型进程。

参考文献

[1]孙文锋.电力工程中电气设备状态监测与故障诊断[J].灯与照明,2025,49(06):170-172.
[2]敖呈如.浅析电气自动化技术在电力工程中的运用[J].中国设备工程,2025,(21):236-238.
[3]唐炳天.材料防伪与质量监督在电力工程中的应用探索[J].中国品牌与防伪,2025,(14):160-162.
[4]张晓芳.电力工程中的智能配电网与照明控制系统的融合研究[J].中国照明电器,2025,(10):151-153.
[5]朱建宁,张炜峰.电力工程中微电网并网关键技术研究及其对电网影响的分析[J].建设科技,2025,(S1):79-81.
[6]嵇健效,董吉勇.智能化电力工程中发电侧变压器监测与评估研究[J].灯与照明,2025,49(05):148-150.
[7]孙超.电力工程中的施工管理与质量控制研究[J].价值工程,2025,44(28):28-31.
[8]黎佳慧,陈李丰,王振,郑昌吉,郑理文.电力工程中的智能化计量方式分析[J].电子技术,2025,54(09):200-201.
[9]项灵军,马钢成,程雄,傅骏峰.电力工程中输电线路智能化施工技术的应用研究[J].仪器仪表用户,2025,32(09):79-80+83.
[10]董汝月,衣明利.新能源在城市电力工程施工中的应用研究[J].城市建设,2025,(19):36-38.