

分布式能源接入对配网运检的影响及应对策略研究

韩强

国网甘肃省电力公司临泽县供电公司, 甘肃 张掖 734200

DOI:10.61369/EPTSM.2026040025

摘 要 : 在“双碳”目标指引下, 分布式能源(如分布式光伏、风电等)由于其清洁性、灵活性以及靠近负荷中心等特点, 在配电网中所占比重越来越大, 使配电网由传统的无源单向辐射型网络转变为有源双向互动型网络。但是分布式能源自身存在间歇性和波动性的问题并且接入点广泛、涉及多方主体, 给配电运维检修工作带来一系列新问题, 也颠覆了原有的配电运维检修方式及管理模式。本文基于配电运维检修工作实际情况, 对分布式能源接入带来的配电运行、设备维修、安全管理等方面的影响进行详细阐述, 而不是泛泛而谈, 针对一线运维检修人员遇到的实际困难, 给出切实可行的解决办法, 以期提高分布式能源接入条件下配电运维检修工作效率, 保证配电的安全可靠供电。

关 键 词 : 分布式能源; 配网运维检查; 运行影响; 检修优化; 应对措施

Research on the Impact of Distributed Energy Access on Distribution Network Operation and Maintenance and Countermeasures

Han Qiang

Linze County Power Supply Company of Gansu Electric Power Company of State Grid, Zhangye, Gansu 734200

Abstract : Under the guidance of the "dual carbon" goal, distributed energy (such as distributed photovoltaic, wind power, etc.) due to its clean nature, flexibility, and proximity to load centers, has a growing proportion in the distribution network, transforming the traditional passive one-way radiation network into an active two-way interactive network. However, distributed energy itself has intermittent and fluctuating problems and its access points are widespread, involving multiple parties, which brings a series of new problems to distribution operation and maintenance work, and also overturns the original distribution operation and maintenance methods and management models. Based on the actual situation of distribution operation and maintenance work, this paper elaborates in detail on the impacts of distributed energy access on distribution operation, equipment maintenance, and safety management, rather than generalizing. For the actual difficulties encountered by frontline operation and maintenance personnel, practical solutions are provided to improve the efficiency of distribution operation and maintenance under the condition of distributed energy access and ensure the safe and reliable power supply of the distribution network.

Keywords : distributed energy; distribution network operation and maintenance; operational impact; maintenance optimization; countermeasures

引言

随着能源结构调整不断深入, 分布式能源作为清洁能源应用的主要载体, 在工业厂房、居民小区、农村台区等多种场合得到广泛应用并成为配电网不可或缺的一部分。而分布式能源接入不仅能够缓解电力短缺问题、降低碳排放量, 还可以提高配电系统的灵活性, 但也给配电系统带来了新的挑战既改变了原有配电网络中的功率流动方向以及运行方式。传统的配电运维检修工作主要是为无源网络设计的, 更注重单一方向供电设备的巡视检查与抢修工作, 在遇到由分布式能源接入所带来的反向电流、设备状态的变化及故障查找困难等问题时, 原有的运维检修方式已经不能满足需求。所以有必要对分布式能源接入给配电运维带来的具体影响进行分析研究, 寻找适合一线运维人员操作的方法来解决运维过程中遇到的实际问题, 这对确保配电系统的安全可靠稳定运行有着十分重要的作用并且是当前配电运维工作中亟待解决的问题之一。

一、分布式能源接入对配网运检的核心影响

（一）对配网运行监控的影响

传统配电网为单向供电方式，电能由变电站向用户侧单向传输，在运行监视方面主要是对线路负荷、电压进行监视以保证供电质量良好。但是当接入分布式电源之后，配电网就变成了有源网络，电力流动方向也变成了双向流动，给运行监视带来显著且明显的问题^[1]。一是由于分布式电源输出功率受环境因素影响较大，具有很强的随机性和波动性，例如光伏输出功率受光照强度影响，风电输出功率受风速影响等，这些都会造成配电网电压波动、频率偏差甚至出现过电压等问题，而传统的监控系统主要是为单向潮流设计，对于此类变化无法及时感知，容易造成监控信息延迟或者报警不及时的现象发生，不利于运维人员准确了解配电网的实际状况；二是由于分布式电源接入点较多而且分布广泛，特别是在农村以及居民区中的小型屋顶光伏等都是小容量、分散式的接入方式，缺少集中式的监控措施，运维人员很难掌握各个接入点的具体情况及其并网状态，如果某个接入点出现问题也不能第一时间发现，可能会导致一系列连锁反应的发生从而危及局部区域内的配电网络的安全稳定运行；三是由于分布式电源与配电网之间的配合操作复杂化，一些连接设备并没有做到与配电网监控系统的互联互动，因此运维人员不能够远程控制这些分布式电源装置，只能通过人工巡视检查来完成相关工作内容，大大加重了日常维护检修的任务量及难度系数。

（二）对配网设备检修的影响

分布式能源接入之后，配电网设备的工作条件发生了较大的改变，在检修周期、检修项目以及检修方法上都要进行相应的调整，传统的检修方式已经不能满足实际的需求。第一是设备损耗加剧，寿命降低。传统配电设备的设计是单向传输电力，而分布式能源接入所带来的反向电流会使线路、变压器等设备承受更大的负荷波动，在某些时间段内会出现过载运行的现象，长时间下去会造成设备绝缘老化加速、元件老化加快，从而造成设备故障次数增多，维修工作量加大^[2]。例如农村台区的配电变压器，以前主要是负责单向供电的任务，在接入分布式光伏之后，在中午光伏发电高峰期时会有大量电能逆流至电网中去，使得变压器负载瞬间升高很多，如果长期处于这样的状态下工作，那么变压器发热以及绝缘受损的概率就会大大增加，就需要更加频繁地对其进行检查保养。第二是检修难度增大，安全隐患增多。由于分布式能源接入点较多而且分布较为广泛，一些接入点位于偏僻的地方或者是居民楼顶上，给检修人员现场作业带来一定困难；同时，分布式能源具有“即发即送”的特性，在配网线路停电检修期间，如果未能及时切断并网连接，则有可能出现从分布式能源侧向线路返送电的情况，“孤岛效应”就可能发生，危及检修人员的人身安全，这就需要在检修之前做好对所有分布式能源接入点的排查、停电闭锁等工作，增加了检修步骤和安全管理难度。第三是检修技术水平要求提高，原有检修人员的技术水平跟不上。对于分布式能源设备（如光伏逆变器、风电控制器）的检修要具备一定的电子技术和控制技术知识，但是传统的配电网检修人员

更熟悉的是线路、变压器等传统设备的检修，对于分布式能源设备的构造、原理以及排故技巧都不了解，因此有些与分布式能源相关的设备发生问题后无法迅速有效地解决，影响整个配电网的安全稳定运行。

（三）对配网安全管理的影响

配网运检的主要目的是保证配网的安全运行，在接入分布式能源之后，配网面临的安全隐患增加，安全管理和运维工作的难度和复杂程度都大大提高。一方面，并网安全管理存在疏漏。一些分布式能源用户为了节省开支，所使用的并网设备不符合配网并网要求并未经严格并网检验即接入电网，容易造成设备损坏、功率波动过大等问题从而危及配网安全；另外一部分用户缺少必要的维护技能，对于其拥有的分布式能源设备进行定期检查不到位，使设备长时间处于非良好状态下工作，易引起短路、漏电等情况发生。另一方面，故障抢修难度增大^[3]。以往配网发生的故事大多是在单向供电过程中出现线路短路或者设备损坏的情况，事故范围较小，查找起来也比较容易，但是在接入了分布式能源以后，由于有反向电流的存在使得事故点难以确定，给抢修带来一定困难，例如当一条支路出现故障时，分布式能源的逆流就会阻碍保护装置的动作，导致检修人员不能及时找到故障位置，延误抢修时间，降低供电质量。最后，安全管理制度缺失。传统的配网安全管理制度主要是针对传统设备以及单向供电方式制定的，忽略了对分布式能源接入所带来的影响，缺少关于分布式能源并网、运维、检修等方面的具体规定，造成检修人员在操作中无章可循，极易产生误操作现象。

二、分布式能源接入背景下配网运检的应对策略

（一）优化配网运行监控体系，实现精准管控

为了解决分布式能源接入带来的监控滞后、数据缺失、管控不便等问题，基于一线运检实际情况，在提高监控设备水平、扩大监控范围以及加强联合调控的基础上建设适用于有源配网的运行监控体系。第一是提升监控装置，补足监控短板，在分布式能源大量接入地区特别是光伏、风电密集接入台区及线路安装智能化监控终端，对电压、频率、功率潮流等运行参数进行实时采集与动态监视保证了监控信息准确及时，克服以往监控系统延时问题；对于分散式接入的分布式能源设备加装简易监控装置，对其接入点并网情况、发电量进行实时监测便于运维检修人员了解设备运行状况。第二是扩大监控范围，做到全面监控。整合配电网已有监控系统和分布式能源监控数据，搭建统一平台把所有分布式能源接入点、配电网线路、配电设施都纳入其中，“一网打尽”，运维检修人员只需在平台上就可以了解到整个配电网的整体运行状况以及分布式能源接入的情况，杜绝死角。第三是改善联合调控方式以增强系统的可靠性。实现分布式能源设备同配电网监控系统之间的相互连接，可以远程控制分布式能源发出电量大小，在配电网发生低电压或者高电压故障时可以通过降低或增大分布式能源发出电量来减轻配电网负担；另外还应制定出一套完善的分布式能源与配电网联合调度方案，在不同情况下根据配电网运

行状态及分布式能源输出功率的变化灵活改变运行模式防止出现设备过载或者电压越限等情况发生从而降低运维检修人员的工作强度。

（二）升级配网检修模式，提升检修效率和质量

基于分布式能源接入后设备检修存在的问题，以一线运检工作为基础，在检修周期调整、检修方式改进以及检修人员技能提高上进行配网检修方式升级，降低检修难度，提高检修工作效率。一是优化检修周期，实行差异化检修。摒弃以往统一固定检修周期的方式，在充分考虑了分布式能源接入之后设备运行状况及损耗情况的基础上，采取差别化的检修策略：对于受到较大影响且负荷变化较大的设备，适当减少其检修间隔时间并增加相应的检查次数；而对于受影响较小的设备，则保持原有检修周期不变，防止不必要的重复性检修造成资源浪费与人力消耗^[4]。二是创新检修方式，简化检修过程并降低安全风险。为了解决由于分布式能源接入点分布广泛而导致难以及时到达的问题，“网格化检修”模式被提出并实施，即将整个配电网划分为多个小范围的检修区域，每个区域内都配有专职的检修人员负责该区域内所有配电设施以及连接在上面的分布式能源装置的日常维护和应急抢修等工作，从而加快对故障处理的速度；同时制定严格的检修程序，在每次检修之前都要有计划地对涉及的分布式能源接入点进行停电闭锁操作，在确保所有的接入点都已经脱离电网并且线路处于无电压状态的情况下再开始作业，以免出现因“孤岛效应”而产生的安全事故。三是提升检修人员技术水平，满足检修要求。组织专门的技术培训活动，请来相关厂商的技术人员或者专业技术人士向运维检修人员讲解有关分布式能源设备结构原理、常见故障诊断方法等内容，并着重培养他们对于此类新型电力设备的维修能力；另外还实行“老带新”的制度，让那些有着丰富实践经验的老员工指导新手完成一些实际的操作任务，在此过程中积累宝贵的实践经验，最终培养出一批既熟悉传统配电网检修又懂得如何修理分布式能源设备的专业人才。

（三）完善配网安全管理制度，强化安全管控

针对分布式能源接入带来的安全隐患问题，在一线安全管理的基础上，从并网管理、日常运维以及安全教育培训三个方面健全完善相关安全管理制度，把好配电网运行检修的安全关卡。一是做好并网安全管理，严控入口关卡。出台分布式能源并网验

收准则，规定接入设备的技术指标及安全标准，在任何一台分布式能源接入之前都要经过严格的并网检查，达不到要求的设备坚决不允许接入；同时实行分布式能源接入报备制，让用户事先申报接入计划、设备参数等内容，运检人员预先做好接入安排，防止无序接入给配电网带来不利影响。第二是健全和完善日常运维制度，落实运维职责。出台分布式能源接入设备日常运维管理办法，划分用户和运检单位双方的运维责任，由用户承担其自有分布式能源设备的日常保养与维修以及故障处理工作，由运检单位负责配电线路、公共设施等部分的维护并指导、督促用户的运维工作；另外还应有隐患排查整治办法，运检人员要定时定点对分布式能源接入点、配电网设施进行巡检，一旦发现问题立即整改并记录在案形成闭环管理模式^[5]。第三是搞好安全教育和宣传，增强安全意识。定期开展对运检人员的安全操作技能培训，主要是向他们介绍有关分布式能源接入之后的安全操作规程、事故处理程序以及预防措施等内容来增强他们的安全观念和应急能力；另一方面也要面向广大分布式能源用户开展宣传教育活动，使他们掌握一些关于如何正确使用自己的设备以及怎样做到科学合理地用电的知识，从而促使他们能够按照正确的步骤去操作并且按时保养好自己的设备以降低由于误操作所导致的各种事故的发生率。

三、结论

分布式能源接入是电力系统发展必然方向，在促进配电网绿色化、智能化过程中也给配电运维带来运行监视、设备巡视、安全管理等方面问题，这些问题都反映在一线运维操作上，降低配电运维工作效率及影响配电安全可靠供电。本文以配电运维工作实际情况出发，对分布式能源接入造成的影响进行具体阐述而非泛泛而谈，提出改进运行监视方式、提高检修方法以及健全安全管理措施等一系列切实可行解决方案来应对上述难题。在日常工作中，配电运维班组要根据本单位电网结构特点以及接入分布式能源情况进行灵活应用各种对策，持续改进运维方式、提升运维水平，逐渐习惯有源配网运行规律，保证分布式能源与配网良好配合、稳定运行，助力电力系统转型升级和配网优质高效发展。

参考文献

- [1]李洪成，李文旗，杨昀. 环网柜在分布式能源接入低压配网中的适应性研究 [J]. 电气技术与经济，2025，(09): 28-30.
- [2]柴伦浩，贾博源. 配网调控中的分布式能源接入与协调控制技术研究 [J]. 技术与市场，2025，32 (08): 48-52.
- [3]徐浩，巫菁菁. 考虑分布式能源接入的配网环网图自动生成方法 [J]. 电气技术与经济，2025，(05): 283-285.
- [4]王鹤，刘子悦，边竟，潘禹含. 面向高比例分布式能源接入的输配网两阶段风险调度研究 [J]. 电网与清洁能源，2024，40 (01): 119-129.
- [5]李永刚，韩冰，刘天皓. 分布式能源接入直流配网的潮流优化 [J]. 华北电力大学学报 (自然科学版)，2016，43 (02): 17-22+29.