

配电线路常见故障及配电运检管理措施

赵洪文¹ 张 斌²

- 1. 国网青海省电力公司治多县供电公司 青海 玉树 815000
- 2. 国网青海省电力公司玉树供电公司 青海 玉树 815000

摘 要：配电线路故障成因多样，包括自然因素、设备自身故障、外力破坏与人为因素。配电自动化在故障处理与运检中作用显著，可实现故障定位隔离、状态监测预警及运检智能化管控。配电运检管理核心措施包括完善巡检制度与策略、强化设备全生命周期管理、构建应急抢修体系，以保障线路安全稳定运行。

关键词：配电线路；常见故障；配电运检；管理措施

引言

配电线路作为电力系统的重要组成部分，其运行稳定性直接关系到供电质量与安全。然而，受自然因素、设备老化、外力破坏及人为因素等影响，线路故障频发，给运维管理带来巨大挑战。配电自动化技术的引入，为故障快速定位、状态监测预警及运检流程智能化管控提供了有力支撑。在此背景下，完善巡检制度、强化设备全生命周期管理、构建应急抢修体系等核心措施，成为提升配电线路运维水平、保障电网安全稳定运行的关键所在。

1 配电线路常见故障类型及成因

1.1 自然因素引发的故障

自然因素在配电线路故障成因中占据着极为关键的地位，是引发故障的主要诱因之一。（1）雷击，作为极具破坏力的自然现象，对配电线路的危害极大。在雷雨多发区域，雷电产生的高电压、强电流会瞬间作用于线路，造成线路绝缘子被击穿，使绝缘性能丧失，同时导线也可能因过大的电流冲击而被烧断，进而导致线路跳闸率显著升高，严重影响供电的稳定性与可靠性。（2）强风同样不容小觑。当狂风来袭，导线会在风力作用下摆动幅度大幅增大，极易引发相间短路，或者使导线与周边的树木、建筑物等接触，造成线路故障。（3）覆冰现象在寒冷地区较为常见，冰层附着在导线上会大幅增加导线负重。当负重超过杆塔的承载能力时，就会导致杆塔倾斜甚至倒塌，导线也可能因不堪重负而断裂。而且，覆冰融化时，水分附着在绝缘子上，可能引发绝缘子闪络，威胁线路安全。（4）暴雨和洪水也会对配电线路造成严重破坏。持续暴雨可能使水位上涨，淹没杆塔基础，导致杆塔倒塌；洪水还会使土壤软化，降低杆塔的稳定性，同时造成接地电阻下降，影响线路的绝缘性能，给配电线路的安全运行带来巨大挑战。

1.2 设备自身故障

配电线路设备在长期持续的运行过程中，不可避免地会受到各种因素的影响，进而因老化、磨损等状况而出现故障，对线路的安全稳定运行构成严重威胁。（1）绝缘子作为保障线路绝缘性能的关键部件，长期暴露在自然环境中，会逐渐老化。其绝缘性能会随之下降，导致泄漏电流不断增大，严重时甚至会发生闪络现象，使得线路绝缘被击穿，引发故障停电。（2）导线接头部位也是故障的高发点。由于压接不牢或者长期处于复杂环境中发生氧化腐蚀，会导致接头处接触不良。接触不良会使电阻增大，在电流通过时产生过多的热量，进而引发导线发热。若情况持续恶化，就可能导致断线或者短路等严重故障。（3）开关设备，像断路器、熔断器等，其机械结构在频繁操作过程中容易出现故障，触头也会因长期摩擦而磨损。这会导致分合闸失灵，无法在故障发生时及时、正常地隔离故障区域，扩大事故影响范围。（4）杆塔及金具长期经受风吹日晒、雨淋雪蚀，会发生锈蚀、变形。这会严重影响线路的结构稳定性，降低杆塔的承载能力，甚至引发倒杆事故，造成大面积停电和严重的经济损失。

1.3 外力破坏与人为因素

外力破坏在配电线路故障成因中占据着相当重要的比例，对线路的安全稳定运行构成了严重威胁。（1）在各类施工场景中，施工机械如挖掘机、吊车等，由于操作人员的疏忽或者对线路位置判断失误，极有可能误碰导线或杆塔。这种直接的碰撞冲击，轻则导致导线出现破损、断裂，影响线路的正常导电功能；重则使杆塔发生倾斜、倒塌，造成线路大面积瘫痪，修复难度大且耗时长。（2）车辆碰撞杆塔也是常见的外力破坏形式。在交通繁忙区域或者道路状况复杂的路段，车辆失控撞上杆塔，会瞬间破坏线路的结构完整性，使导线松弛、断

裂,引发停电事故。(3)树障问题同样不容忽视。随着树木的生长,若与导线之间的安全距离不足,在大风天气下,树木摇晃摆动极易与导线接触,引发相间短路或接地故障,导致线路跳闸。(4)一些不法分子盗窃线路设备,以及部分人员违章建房,将建筑物搭建在线路保护区内,这些人为行为都严重威胁着配电线路的安全运行,不仅可能造成设备损坏,还可能引发触电等安全事故,给人们的生命财产带来巨大损失^[1]。

2 配电自动化在故障处理与运检中的应用

2.1 故障自动定位与隔离

在配电网络的运行管理中,故障自动定位与隔离是保障供电可靠性、提升运维效率的关键环节,而配电自动化系统在其中发挥着核心作用。(1)该系统通过在配电线路上科学合理地安装馈线终端单元(FTU)、配电终端单元(DTU)等先进设备,构建起全方位的信息采集网络。这些设备能够实时、精准地采集线路的电流、电压、开关状态等关键运行参数,并将数据迅速上传至主站系统,为故障判断提供详实依据。(2)当线路突发故障时,主站系统立即启动高效的故障分析机制。它凭借强大的数据处理能力,深入分析故障电流的独特特征,同时对各终端上传的数据进行细致对比和综合研判。凭借这一先进算法和精准分析,系统能够快速且准确地定位故障区段,定位准确率高达90%以上,大大缩短了故障排查时间。(3)在精准定位故障后,配电自动化系统展现出了卓越的自动化控制能力。它能自动向相关设备发出清晰明确的指令,精准控制分段开关、联络开关进行相应动作。通过这一系列操作,迅速隔离故障区段,防止故障进一步扩散,同时及时恢复非故障区域的供电,将故障对用户的影响范围压缩到最小,有效缩短了停电时间,显著提升了供电的连续性和稳定性。

2.2 状态监测与预警

在配电网络智能化运维的进程中,状态监测与预警是保障线路安全稳定运行、提升供电可靠性的重要手段,配电自动化系统凭借其先进的在线监测技术,在这一领域发挥着关键作用。(1)该系统高度集成在线监测技术,能够对配电线路的多种关键状态参数展开全方位、实时性的监测。这些参数涵盖线路温度、负荷大小、绝缘子泄漏电流以及杆塔倾斜度等。通过对这些参数的持续跟踪,系统可以精准掌握线路的实际运行状况,及时发现潜在的安全隐患。(2)为了实现对异常情况的快速响应,系统为各项监测参数设定了科学合理的阈值。一旦某个参数超出正常范围,系统会立即自动发出预警信号,以醒目的方式提醒运检人员。例如,当监

测到导线接头温度出现异常升高时,系统能预判接头存在过热风险,运检人员可据此提前安排检修工作,避免接头因过热而熔断,引发线路故障。又如,当监测到线路负荷持续超标时,系统可及时发出预警,运维人员能够迅速调整负荷分配,防止导线因过载而烧毁。(3)通过这种状态监测与预警机制,配电自动化系统成功实现了从传统的“故障后维修”模式向“故障前预警”模式的转变,有效降低了故障发生率,提高了配电线路的运行效率和安全性^[2]。

2.3 运检流程智能化管控

在配电网络日益复杂、对供电可靠性要求不断提高的背景下,运检流程智能化管控成为提升配电运维水平的关键举措,配电自动化系统与调度、运维平台的深度联动,为这一目标的实现提供了有力支撑。(1)该系统具备强大的线路状态评估能力,能够依据实时采集的线路运行数据,精准评估线路的健康状况。基于评估结果,系统可自动生成科学合理的巡检计划,综合考虑线路分布、设备重要程度等因素,合理规划巡检路线,避免巡检资源的浪费,显著提高巡检效率。(2)巡检人员借助移动终端接收巡检任务,在现场巡检过程中,能够实时上传巡检数据和现场图片。主站系统对这些数据进行快速、准确的分析,自动生成电子化巡检报告,不仅减少了人工记录可能出现的误差,还实现了巡检数据的电子化存储和便捷查询。(3)在故障抢修环节,系统的优势更加凸显。它能够辅助调度人员迅速制定最优抢修方案,根据故障位置、类型以及周边抢修资源的分布情况,合理调配人力、物力资源。通过优化抢修流程,缩短抢修时间,最大限度减少停电对用户的影响,有效提升了运检管理的规范性和高效性,为配电网络的安全稳定运行提供了坚实保障。

3 配电运检管理的核心措施

3.1 完善巡检制度与策略

在配电线路运维管理中,完善巡检制度与策略是保障线路安全稳定运行、及时发现并消除潜在隐患的重要环节。(1)应建立差异化的巡检机制。充分考虑线路的重要程度、运行环境以及设备状态等多方面因素,科学合理地制定巡检周期和具体内容。对于承担重要负荷的线路、运行年限较长的老旧线路以及故障频发区域,要适当增加巡检频次,以便更及时地掌握线路状况,预防故障发生。(2)在巡检方式上,采用“人工巡检+无人机巡检+在线监测”相结合的综合模式。人工巡检能够凭借巡检人员的专业经验和细致观察,重点检查设备的细节状态,如绝缘子的破损、导线的连接情况等;无人

机巡检则可以快速覆盖大范围的线路通道,高效检查线路周边的树障、违章建筑等影响线路安全运行的因素;在线监测则可实时跟踪线路的关键参数,如温度、负荷等,实现对线路状态的连续监测。通过这三种方式的有机结合,形成全方位、无死角的巡检体系。(3)还需规范巡检记录与反馈流程。巡检人员要详细、准确地记录巡检过程中发现的问题,并及时将隐患信息录入系统。相关部门要对录入的信息进行跟踪处理,形成闭环管理,确保每一个隐患都能得到妥善解决,从而有效提升配电线路的运维水平^[3]。

3.2 强化设备全生命周期管理

在配电线路运维工作中,强化设备全生命周期管理是保障线路可靠运行、降低故障发生率的关键举措,需从设备选型、安装、运行直至退役的各个环节进行全面把控。(1)在设备选型阶段,应秉持科学严谨的态度,优先挑选可靠性高、抗老化、防腐蚀性能优异的设备。例如,选用硅橡胶绝缘子,其具备良好的憎水性和耐污闪能力,能有效适应复杂多变的运行环境;采用铠装电缆,可增强电缆的机械防护性能,减少外力破坏的风险。(2)设备安装过程中,必须严格执行既定的工艺标准,尤其要加强对接头压接、绝缘处理等关键环节的质量管控。确保接头压接牢固、接触良好,避免因接触电阻过大引发发热问题;做好绝缘处理,防止设备在运行过程中出现漏电现象,保障线路的安全运行。(3)设备投入运行后,要定期开展预防性试验,如绝缘电阻测试、接地电阻测量等。通过这些试验,能够及时发现设备潜在的缺陷和隐患,以便采取针对性的维护措施,将故障消除在萌芽状态。(4)对于达到使用寿命或性能无法满足运行要求的设备,要及时安排更换,杜绝设备“带病运行”,从而确保配电线路始终处于良好的运行状态,提高供电的可靠性和稳定性。

3.3 应急抢修体系建设

在配电线路运维管理里,构建完善的应急抢修体系是保障电网在突发故障时能快速恢复供电、减少停电损失的重要支撑。(1)要建立快速响应的应急抢修机制,

组建一支专业素质过硬、技术精湛的抢修队伍。这支队伍需具备丰富的故障处理经验和快速解决问题的能力,能够随时应对各类突发状况。同时,要配备充足且完备的抢修物资和装备,像应急电源车能在主电源故障时及时提供临时电力支持;绝缘手套可保障抢修人员在带电作业时的人身安全;断线接续工具能高效完成导线断裂后的连接工作,确保抢修工作顺利开展。(2)制定详细且全面的故障抢修预案至关重要,预案要明确不同故障类型的处理流程,从故障发现、信息上报、现场勘查,到抢修方案制定、实施及后续验收等各个环节都要清晰界定。同时,合理划分责任分工,确保每个岗位的人员都清楚自己的职责。定期组织抢修人员开展演练,通过模拟真实故障场景,提高他们的协同作战能力和应急处理水平。(3)加强与气象部门的联动合作,提前获取极端天气预警信息。根据预警情况,提前做好抢修准备工作,合理调配抢修资源,从而在故障发生时能够迅速响应,缩短故障恢复时间,保障配电线路的稳定运行。

结束语

配电线路的安全稳定运行关乎供电的可靠性与质量。自然因素、设备自身问题以及外力破坏与人为因素等,是引发线路故障的常见成因。配电自动化在故障处理与运检中发挥着关键作用,从故障定位隔离、状态监测预警到运检流程智能化管控,全方位提升了运维效率与水平。而完善巡检制度与策略、强化设备全生命周期管理以及构建应急抢修体系等核心管理措施,则为线路稳定运行筑牢了坚实防线。未来,需持续优化各项技术与措施,不断提升应对故障的能力,适应电网发展需求,为保障电力供应的稳定性和安全性提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]王伟忠,莫晨.配网配电线路的常见故障分析与运检管理[J].军民两用技术与产品,2019(22):168-194.
- [2]蔡明宪.配电线路常见故障及其原因与运检管理分析[J].山东工业技术,2019(02):173-182.
- [3]周俊良.配电线路常见故障及配电运检管理措施[J].科技风,2020(03):180-181.