

配电线路故障定位与快速抢修技术研究

马宏武 孙 娜

国网石嘴山供电公司 宁夏 石嘴山 753000

摘 要: 随着电力系统的不断发展, 配电线路的可靠性和安全性对于保障电力供应的连续性和稳定性具有重要意义。配电线路故障定位与快速抢修技术的研究, 旨在提高故障处理的效率, 减少停电时间和经济损失。

关键词: 配电线路; 故障定位; 快速抢修; 智能技术; 数据分析

引言

配电线路作为电力系统的重要组成部分, 其故障的发生不仅会影响人们的日常生活, 还可能造成重大的经济损失和安全隐患。因此, 快速、准确地定位故障点并进行抢修, 是保障电力供应连续性和稳定性的关键。近年来, 随着智能化技术、数据分析和物联网等技术的快速发展, 配电线路故障定位与快速抢修技术取得了显著进展。

1 配电线路故障定位技术

1.1 传统故障定位方法

传统的配电线路故障定位方法主要包括线路巡视法、阻抗法和行波法等, 这些方法在电力系统运维中扮演着重要角色, 但各自也存在一定的局限性。线路巡视法是一种基础且直观的故障定位方法。运维人员通过人工巡视线路, 仔细观察导线、杆塔、绝缘子以及连接器等部件, 查找可能存在的故障情况。这种方法无需特殊设备, 适用于所有类型的配电线路。然而, 线路巡视法耗时耗力, 效率较低, 特别是在长线路或复杂地形条件下, 巡视难度较大。此外, 对于隐蔽性故障, 如地下电缆故障, 巡视法往往难以发现, 需要依赖其他更先进的定位技术。阻抗法则是通过测量故障回路的阻抗来确定故障位置的方法。当线路发生故障时, 故障点处的阻抗会发生变化。通过测量故障回路的电压、电流等电气量, 可以计算出故障点的阻抗值。然后, 根据线路参数和阻抗值的关系, 可以推算出故障位置。阻抗法原理简单, 设备相对便宜, 适用于中低压配电线路。但是, 受线路参数变化、故障电阻、线路长度、负荷变化等多种因素影响, 阻抗法的定位精度有限。特别是在线路参数不准确或故障电阻较大时, 定位误差可能较大。行波法是一种利用故障产生的行波信号进行定位的方法。当线路发生故障时, 会产生向线路两端传播的行波信号。通过测量行波信号的传播时间、波速等参数, 可以计算出故障点的位置^[1]。行波法定位精度高, 适用于长线路和高

压配电线路。然而, 行波法的设备复杂, 成本较高, 需要高精度的行波测量设备和时间同步系统。同时, 行波法易受线路分支、负载变化、波形衰减等因素影响, 需要在实际应用中加以注意。

1.2 智能故障定位技术

随着智能化技术的飞速发展, 配电线路故障定位技术也迎来了革命性的变革。智能故障指示器、地理信息系统 (GIS)、SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 系统等智能故障定位技术应运而生, 为电力系统的稳定运行提供了有力保障。智能故障指示器是一种能够实时检测线路故障并发送故障信息的设备。它通过与主站系统通信, 实现远程监控和快速响应。当线路发生故障时, 智能故障指示器能够立即捕捉到故障信号, 并将故障信息准确、及时地发送至主站系统, 为运维人员提供准确的故障位置信息, 大大缩短了故障查找和处理的时间。地理信息系统 (GIS) 技术在配电线路故障定位中也发挥着重要作用。它将故障指示器、开关状态信息、线路拓扑等数据与地理空间信息相结合, 形成一个可视化的管理平台。通过这个平台, 运维人员可以直观地看到线路的布局、设备的状态和故障的位置, 从而更加快速地制定抢修方案, 提高抢修效率。SCADA系统作为配电网监控和控制的核心系统, 也承担着故障定位的重要任务。它实时采集、监视和控制配电网设备的状态数据, 通过数据分析快速判断故障线路。SCADA系统能够实时监测线路的电流、电压、功率等电气量, 当这些电气量发生异常变化时, 系统能够立即发出警报, 并提供故障线路的初步判断信息, 为运维人员提供有力的决策支持。此外, 基于故障发生时的电气量变化, 如电流、电压、功率等, 运用数学模型和算法进行故障选线与区段定位也是智能故障定位技术的重要方向。电流差动法、零序电流法、负序电流法等算法能够根据电气量的变化特征, 快速准确地判断出故障线路和故障区段。这些算法的应用, 大大提高了故障定位的准确性和

速度。同时,智能优化算法如遗传算法、粒子群算法等也被广泛应用于故障定位的全局搜索与优化求解中。这些算法能够模拟自然界的优化过程,通过迭代搜索找到最优解或近似最优解。在故障定位中,智能优化算法能够全局搜索故障可能存在的位置,并通过优化求解得到最准确的故障定位结果。

2 快速抢修技术研究

2.1 故障隔离与备用通道切换

在配电网的运行过程中,故障的发生是不可避免的。为了保障用户正常用电,一旦发生故障,及时进行故障隔离,并切换到备用通道,成为至关重要的措施。这要求电力企业必须构建一套完善、高效的故障隔离和备用通道切换机制,确保在故障突发时能够迅速、准确地作出响应。故障隔离是防止故障扩大影响范围的关键步骤。它通常通过自动化开关设备或手动操作来实现,将故障部分与正常运行的配电网部分有效隔离开来。自动化开关设备能够实时监测线路状态,一旦检测到故障,便立即动作,将故障部分隔离出配电网,从而避免故障进一步扩大。而手动操作则需要在故障发生后,由专业人员迅速判断故障位置,并手动操作开关设备进行隔离。在故障隔离完成后,迅速切换到备用通道是确保用户用电不受影响的关键环节。备用通道可以是预先设置好的备用线路,也可以是通过联络开关实现的负荷转移。备用线路的设置需要充分考虑配电网的拓扑结构和负荷分布,确保在故障发生时能够迅速切换,恢复供电。而联络开关则能够实现不同线路之间的负荷转移,提高配电网的灵活性和可靠性。为了实现快速、准确的故障隔离和备用通道切换,电力企业需要采用先进的配电网自动化技术和设备。这些技术和设备不仅能够实时监测配电网的运行状态,及时发现故障,还能够自动或手动进行故障隔离和备用通道切换^[2]。同时,电力企业还需要建立完善的故障处理流程和应急预案,明确各级人员的职责和操作步骤,确保在故障发生时能够迅速、有序地进行处理。此外,电力企业还应加强对配电网自动化技术和设备的研发和应用,不断提高故障隔离和备用通道切换的速度和准确性。同时,还应加强对相关人员的培训和管理,提高其应急响应能力和操作技能,确保在故障发生时能够迅速、准确地作出反应。

2.2 抢修队伍与物资储备

建立抢修队伍备案制度是快速抢修的重要保障。电力企业应提前组建专业的抢修队伍,并进行备案管理。这些抢修队伍应具备丰富的抢修经验和专业技能,能够迅速调动相关人员进行抢修工作。为了保持抢修队伍的

专业水平和应急响应能力,电力企业还应定期对抢修队伍进行培训和演练,包括故障判断、抢修技能、安全规范等方面的内容。通过培训和演练,可以提高抢修人员的应急响应速度和抢修效率,确保在故障发生时能够迅速恢复供电。除了抢修队伍外,物资储备也是快速抢修的关键因素。电力企业应建立配电网故障应急物资储备库,储备必要的抢修物资,如绝缘材料、导线、开关设备、绝缘工具等。这些物资应分类存放、标识清晰,以便在发生故障时能够迅速获取并投入到抢修工作中。同时,电力企业还应建立完善的物资管理制度和流程,确保物资的采购、储备、使用和管理都能够有序进行。这包括物资的入库、出库、盘点、报废等各个环节,都需要有明确的制度和流程来规范。此外,电力企业还应定期对物资进行检查和维护,确保其性能和质量满足抢修需求。对于易损件和消耗品,应及时补充和更新,确保在抢修时能够有足够的物资可用。同时,还应加强对物资的管理和监督,防止物资的浪费和损失,提高物资的使用效率。

2.3 高新技术装备的应用

在快速抢修技术中,高新技术装备的应用发挥着至关重要的作用。这些装备以其高精度、高效率的特点,极大地提升了抢修工作的准确性和速度。其中,红外热像仪和激光测距仪是两种典型的高新技术装备。红外热像仪是一种利用红外线技术来检测物体表面温度分布的仪器。在配电网抢修中,红外热像仪可以通过检测线路或设备的温度异常来发现潜在故障点。例如,当线路接头处因接触不良或过载而发热时,红外热像仪可以迅速捕捉到这种温度异常,并准确显示出故障点的位置。这样,工作人员就可以根据红外热像仪的检测结果,迅速定位并处理故障,从而避免故障进一步扩大,保障配电网的稳定运行。激光测距仪则是一种利用激光技术来测量距离的仪器。在抢修工作中,激光测距仪可以快速、准确地测量出故障点与抢修人员之间的距离,为抢修人员提供准确的定位信息。这对于在复杂地形或夜间进行抢修工作来说尤为重要。通过激光测距仪的辅助,抢修人员可以更加迅速、准确地到达故障点,提高抢修效率。除了红外热像仪和激光测距仪外,还有许多其他高新技术装备在配电网抢修中发挥着重要作用。例如,无人机巡检技术可以利用无人机对配电网进行空中巡检,快速发现线路断裂、绝缘子破损等故障;智能机器人技术可以派遣机器人进入危险或难以到达的区域进行抢修工作,保障抢修人员的安全。

3 应用现状及发展趋势

3.1 应用现状

目前,智能故障定位技术已经在众多地区的配电网中得到了广泛应用,并且取得了显著的效果。随着科技的进步和电力行业的不断发展,智能故障定位技术逐渐成为配电网故障处理的重要手段。智能故障指示器作为智能故障定位技术的核心设备之一,其应用大大提高了故障定位的准确性和效率。传统的故障定位方法往往依赖人工巡视和经验判断,耗时长且准确性有限。而智能故障指示器能够实时监测线路状态,一旦发生故障,能够迅速发出报警信号,并准确指示故障位置,为抢修人员提供了有力的支持。除了智能故障指示器,地理信息系统(GIS)、SCADA系统等也在配电网故障定位中发挥着重要作用。GIS系统能够将故障指示器、开关状态信息、线路拓扑等数据与地理空间信息相结合,形成可视化的管理平台,为抢修人员提供了直观、准确的故障位置信息。而SCADA系统则能够实时采集、监视和控制配电网设备的状态数据,通过数据分析快速判断故障线路,为故障处理提供了有力的决策支持。同时,电力企业也在不断完善抢修工作机制,提高抢修效率和质量。他们建立了专业的抢修队伍,并配备了先进的抢修设备和工具,确保在发生故障时能够迅速响应并有效处理。此外,电力企业还加强了与相关部门和机构的合作与协调,形成了完善的抢修联动机制,提高了抢修工作的整体效率和水平^[3]。

3.2 发展趋势

随着智能化技术、大数据和物联网等技术的不断发展,配电网故障定位与快速抢修技术将呈现出一系列新的发展趋势。首先,智能化程度将不断提高。未来,通过集成更多的智能传感器和通信模块,配电网设备将实现互联互通和实时监测。这些智能设备能够实时采集、传输和处理数据,为故障定位提供更加准确、全面

的信息。同时,智能化的算法和模型也将不断优化,提高故障定位的准确性和效率,使得故障能够更快地被发现和处理。其次,大数据分析的应用将越来越广泛。利用大数据平台对海量历史数据和实时监测数据进行深度挖掘和智能分析,可以识别出故障模式,预测潜在故障的发生。通过对数据的深入挖掘,我们可以发现故障之间的关联性和规律性,为故障定位提供更加科学的依据。同时,大数据分析还可以帮助我们评估抢修策略的有效性,优化抢修流程,提升故障定位的预见性和准确性。最后,自主化抢修技术的研发将成为未来的重要方向。随着机器人技术和无人机技术的不断发展,研发具有自主决策和执行能力的抢修机器人或无人机等装备将成为可能。这些自主化装备能够在复杂的环境中自主导航、定位和执行抢修任务,实现故障抢修的自主化和智能化。这将大大提高抢修效率和安全性,降低抢修成本,为配电网的稳定运行提供更加有力的保障。

结束语

配电网故障定位与快速抢修技术的研究对于提高供电可靠性、减少停电时间和经济损失具有重要意义。随着智能化技术、大数据和物联网等技术的不断发展,配电网故障定位与快速抢修技术将不断取得新的突破和应用成果。电力企业应密切关注技术发展趋势,积极引进和应用新技术,提高运维管理和客户服务水平。

参考文献

- [1]刘飞.浅析电力输配电线路的运行维护及故障排除[J].山东工业技术,2019,(13):184.
- [2]纪磊.刍议电力输配电线路的运行维护与故障排除技术[J].科学技术创新,2019,(12):53-54.
- [3]高建军.电力输配电线路的运行维护与故障排除技术[J].现代国企研究,2019,(6):110.