

配电网故障快速定位与抢修策略研究

魏敏捷

内蒙古电力（集团）有限责任公司巴彦淖尔市农垦供电分公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘要：本文深入探讨了配电网故障的快速定位与抢修策略，分析了配电网故障的主要类型及其成因，介绍了传统与智能化故障定位技术，并强调了综合故障定位策略的重要性。在抢修策略方面，详细阐述了快速响应机制建设、抢修流程优化、抢修技术支持及抢修人员培训与管理等关键环节。本文旨在为配电网故障的迅速处理提供一套科学、有效的解决方案，以保障电力系统的稳定运行和用户的正常用电需求。

关键词：配电网故障；快速定位；抢修策略

引言：随着电力需求的持续增长，配电网的安全稳定运行显得尤为重要。然而，由于自然因素、设备老化、外力破坏及运行维护不当等多种原因，配电网故障时有发生。故障的快速定位与高效抢修对于减少停电时间、保障用户用电至关重要。本文将从配电网故障类型及成因分析入手，探讨现有故障定位技术的优缺点，并提出一套综合性的抢修策略，以期为配电网故障的迅速处理提供有益的参考。

1 配电网故障类型

1.1 短路故障

短路故障是配电网中较为常见且危害较大的故障类型，主要是指电流不经过负载而直接形成回路。根据短路相数的不同，可分为三相短路、两相短路、两相接地短路和单相接地短路。三相短路时，三相回路直接连通，会产生极大的短路电流，瞬间释放大量的能量，可能导致线路过热、设备烧毁，甚至引发火灾等严重事故。两相短路和两相接地短路的短路电流相对三相短路较小，但同样会对配电网设备造成损害，影响供电的稳定性。单相接地短路在中性点不接地或经消弧线圈接地的配电网中较为常见，故障发生时，接地相电压降低，非接地相电压升高，若长期存在，可能发展为相间短路故障。

1.2 断路故障

断路故障即线路或设备的导电部分被断开，导致电流无法正常流通。造成断路故障的原因较多，如线路被外力挂断、导线接头松动或断裂、熔断器熔断等。断路故障发生后，会使故障点之后的用户供电中断，影响正常用电。在一些重要的供电线路中，断路故障还可能导致连锁反应，影响其他相关线路的运行。例如，某城市的一条10kV配电线路因施工挖掘导致导线断裂，造成沿线多个小区停电，给居民生活带来了极大不便^[1]。

1.3 设备故障

配电网中包含大量的电气设备，如变压器、断路器、隔离开关、电容器等，这些设备在长期运行过程中，可能因各种原因发生故障。变压器故障主要包括绕组短路、铁芯故障、绝缘老化等，会导致变压器输出电压异常或无法正常工作。断路器故障可能表现为拒动、误动等，影响故障的隔离和电网的正常运行。隔离开关故障多为接触不良，会导致接触部位过热，影响供电可靠性。电容器故障可能导致功率因数降低，增加线路损耗。

1.4 雷击故障

在雷雨天气，配电网容易遭受雷击而发生故障。雷击分为直接雷击和感应雷击两种。直接雷击是指雷电直接击中线路或设备，强大的雷电流会使线路绝缘击穿，引发短路故障。感应雷击则是由于雷电在周围空间产生的电磁场变化，在线路上感应出高电压，导致设备绝缘损坏。雷击故障具有突发性和随机性，给配电网的安全运行带来了较大威胁。在多雷地区，雷击故障占配电网故障总数的比例较高，严重影响了供电的连续性。

1.5 接地故障

在配电网中，接地故障也是一种常见的故障类型。接地故障主要是指线路或设备的某一点与大地之间发生了非正常的电气连接。这种故障可能是由于线路老化、绝缘破损、动物触碰或设备设计缺陷等原因造成的。接地故障发生时，可能会导致线路电流异常增大，设备过热，甚至引发火灾等严重后果。接地故障还可能引起系统保护装置误动或拒动，影响整个配电网的稳定运行。在某些情况下，接地故障还可能对人员和设备构成安全威胁。

2 故障成因分析

配电网故障的发生并非偶然，而是多种因素共同作用的结果，深入分析故障成因有助于采取针对性的预防和处理措施。

2.1 自然因素

自然因素是导致配电网故障的重要原因之一。恶劣天气如暴雨、大风、冰雪、高温等都会对配电网产生不利影响。暴雨可能导致线路杆塔基础被冲刷、坍塌，使线路发生倾斜或断线；大风可能吹断导线、吹倒杆塔，造成线路短路或断路；冰雪天气会使导线覆冰，增加线路的荷载，导致导线断裂或杆塔倒塌；高温天气则会使设备散热困难，加速设备绝缘老化，降低设备的使用寿命。另外，地震、泥石流等自然灾害也可能对配电网造成严重破坏，导致大规模的故障发生。

2.2 设备老化

配电网中的设备都有一定的使用寿命，随着运行时间的增长，设备会逐渐老化。设备老化主要表现为绝缘性能下降、机械性能变差、零部件磨损等。例如，线路导线长期受日晒雨淋、冷热交替等环境因素影响，会出现绝缘层龟裂、导线氧化等现象，降低导线的载流能力和绝缘水平，容易引发短路或断路故障。变压器、断路器等设备的绝缘油或绝缘材料会随着时间的推移逐渐老化，导致绝缘强度降低，可能发生绝缘击穿故障^[2]。设备老化是一个渐进的过程，如果不能及时发现和更换老化设备，会大大增加故障发生的概率。

2.3 外力破坏

外力破坏是配电网故障的另一个重要成因，主要包括人为施工破坏、车辆碰撞、盗窃等。随着城市的不断推进，道路施工、建筑施工等活动日益频繁，施工过程中如果不注意保护配电网设施，容易挖断电缆、撞倒杆塔等。车辆碰撞杆塔也是常见的外力破坏形式，尤其是在夜间或视线不佳的情况下，车辆容易撞到路边的杆塔，造成杆塔损坏和线路故障。此外，一些不法分子为了谋取私利，会盗窃配电网中的设备和导线，不仅导致故障发生，还会造成巨大的经济损失。

2.4 运行维护不当

配电网的运行维护工作对于保障其安全稳定运行至关重要，如果运行维护不当，也会引发故障。运行维护不当主要包括巡检不到位、检修质量不高、操作不规范等。巡检不到位会导致设备存在的隐患不能及时发现和处理，随着时间的推移，隐患会逐渐发展为故障。检修质量不高，如设备安装不规范、接头处理不当等，会影响设备的正常运行，增加故障发生的可能性。操作不规范，如误操作断路器、隔离开关等，可能会直接导致故障发生，甚至引发安全事故。

3 配电网故障快速定位技术

3.1 传统故障定位技术

传统故障定位技术主要基于电气量测量和故障指示器等方法。基于电气量测量的方法包括阻抗法、行波法等。阻抗法是通过测量故障线路的电压和电流，计算出故障点到测量点的阻抗，再根据线路的阻抗参数确定故障位置。该方法原理简单、成本较低，但受线路参数变化、负荷电流等因素的影响较大，定位精度相对较低。行波法是利用故障发生时产生的行波在线路中的传播特性来定位故障点，具有定位速度快、精度高的优点，但行波信号的检测和处理较为复杂，受线路分支、接地电阻等因素的影响较大；故障指示器是一种安装在配电线路上的装置，能够通过检测线路中的电流、电压变化等特征来判断故障是否发生，并发出相应的指示信号。运维人员可以根据故障指示器的指示，快速确定故障区段，缩小故障排查范围。传统的故障指示器需要人工巡检来获取故障信息，效率较低，且在复杂地形和恶劣天气条件下，巡检难度较大^[3]。

3.2 智能化故障定位技术

随着信息技术的不断发展，智能化故障定位技术在配电网中得到了广泛应用。智能化故障定位技术主要包括基于人工智能算法的定位技术、基于物联网的定位技术等。基于人工智能算法的定位技术，如神经网络、遗传算法、模糊逻辑等，通过对大量的故障数据进行学习和训练，建立故障定位模型，能够快速准确地定位故障点。该技术具有较强的自适应能力和容错能力，能够处理复杂的配电网故障情况，但需要大量的故障数据进行训练，且算法的复杂度较高。基于物联网的定位技术是通过在配电网中部署大量的传感器和智能设备，实时采集线路的运行状态信息，并通过通信网络将这些信息传输到数据中心。数据中心对采集到的数据进行分析处理，实现对故障的实时监测和定位。该技术能够实现故障的自动化定位，提高定位效率和精度，但需要大量的设备投资和较高的通信成本。

3.3 综合故障定位策略

由于单一的故障定位技术都存在一定的局限性，为了提高故障定位的准确性和可靠性，采用综合故障定位策略是目前的发展趋势。综合故障定位策略是将多种故障定位技术相结合，充分发挥各种技术的优势，实现优势互补。例如，将传统的阻抗法与智能化的神经网络算法相结合，利用阻抗法快速确定故障的大致范围，再通过神经网络算法在该范围内进行精确的故障定位；综合故障定位策略还可以结合故障指示器、物联网等技术，通过多源信息融合，提高故障定位的准确性。同时，综合故障定位策略还可以利用配电网的拓扑结构和运行数

据,对故障定位结果进行验证和修正,确保定位结果的可靠性。

4 配电网故障抢修策略

4.1 快速响应机制建设

建立快速响应机制是提高故障抢修效率的重要保障。首先,要建立完善的故障信息接收和处理系统,确保能够及时接收用户的报修信息和配电网自动化系统上传的故障信息。其次,要建立健全的应急指挥体系,明确各部门和人员的职责,确保在故障发生后能够迅速组织抢修力量。此外,还要建立与气象、交通等部门的联动机制,及时获取相关信息,为故障抢修提供保障。例如,某电力公司建立了24小时故障报修热线和配电网自动化监测系统,当接到故障报修或监测到故障时,能够在5分钟内完成故障信息的初步核实和传递,调度中心在10分钟内制定出抢修方案并下达抢修指令,确保抢修人员能够迅速赶赴现场^[4]。

4.2 抢修流程优化

抢修流程优化涵盖故障受理、定位、准备、抢修、恢复送电及特殊故障处理(如接地故障)。故障受理需快速准确记录并传递信息;故障定位应结合多种技术确定位置,对接地故障需特别注意保护装置状态;抢修准备需根据方案调配资源,接地故障可能需要特殊工具;现场抢修应遵守规程,隔离故障区域,确保安全;恢复送电时需严格检查,接地故障还需确认保护装置恢复;接地故障需特别关注,建立专项处理机制。另外,采用信息化管理手段建立抢修系统,实时监控管理全过程,提高抢修效率。

4.3 抢修技术支持

在配电网故障的抢修工作中,先进的抢修技术如同强大的后盾,为快速恢复供电提供了坚实的保障。带电作业技术作为其中的佼佼者,凭借其无需中断供电即可实施抢修的优势,显著缩短了停电时间,极大程度上保障了用户的用电需求。无人机巡检技术的加入,则让故障线路的巡检工作如虎添翼。这种高科技手段不仅能够短时间内覆盖广泛的区域,还能精准捕捉故障点和潜在隐患,为抢修工作提供了宝贵的情报支持。此外,智能抢修机器人的研发和应用更是将抢修作业推向了一个新的高度。它们能够在人类难以涉足或存在极高风险的恶劣环境下执行任务,不仅提高了抢修作业的安全性,还展现了科技创新在电力抢修领域的重要作用。为了保持技术优势的持续性和创新性,建立完善的抢修技术支

持体系显得尤为重要。与科研机构、高校等单位的深度合作,将为抢修技术的研究和创新提供源源不断的动力,不断推动抢修技术水平迈向新台阶。

4.4 抢修人员培训与管理

抢修人员在配电网故障抢修中发挥着至关重要的作用,他们的专业素质和技能水平直接影响着抢修效率与质量。首先,制定一份系统性的培训计划,确保抢修人员能够持续接受专业知识和技能的更新与提升。培训内容应涵盖故障定位技术的精进、抢修操作规程的熟练掌握以及安全防护知识的深入了解。针对接地故障这一特殊类型,应加强相关知识和技能的培训,确保抢修人员能够准确识别和处理接地故障;其次,定期的应急演练是提升抢修人员实战能力的重要途径。通过模拟真实抢修场景,抢修人员可以在紧张氛围中检验自己的技能水平,并在实践中增强团队协作和应急处理能力。特别地,应定期组织针对接地故障的应急演练,提高抢修人员在处理接地故障时的应对能力和团队协作水平;同时,建立健全的绩效考核机制也是必不可少的,通过量化指标全面衡量抢修人员的工作表现,可以激励他们更加积极地投入到抢修工作中,不断提高自身的专业素质和技能水平;最后,抢修人员的工作与休息安排也不容忽视。合理的时间分配有助于抢修人员保持良好的身心状态,从而在抢修工作中发挥出最佳水平。

结束语

综上所述,配电网故障的快速定位与抢修策略对于保障电力系统的稳定运行具有重要意义。通过深入分析故障类型及成因,结合先进的故障定位技术和高效的抢修策略,可以有效地减少故障处理时间,提高抢修效率。未来,随着信息技术的不断发展,相信配电网故障的定位与抢修将更加智能化、自动化。同时也应持续关注新技术、新方法的应用,不断完善和优化现有的故障处理体系,为构建更加安全、可靠的电力系统贡献力量。

参考文献

- [1]唐禹强.配电网故障定位方法研究[J].光源与照明,2021,(11):129-131.
- [2]王文秀.基于分布式智能的配电网馈线故障处理技术的应用[J].自动化应用,2023,64(20):33-35.
- [3]周吉,顾欣.配电线路故障定位技术的应用研究[J].家电维修,2025,(03):140-142.
- [4]徐健乔.输电线路故障定位与监测技术分析[J].集成电路应用,2024,41(11):286-287.