

# 配电线路故障分析与预防措施

刘志明

宁夏隆鼎电力有限公司 宁夏 石嘴山 753400

**摘要:** 配电线路作为电力系统的重要组成部分,负责将电能从发电厂传输到用户端,其稳定运行直接关系到电力系统的整体性能和电力供应的可靠性。本文旨在详细分析配电线路常见故障的原因,并提出一系列具有针对性的预防措施,以确保配电线路的安全稳定运行。

**关键词:** 配电线路; 故障原因; 故障诊断; 预防措施

## 引言

配电线路具有“点多、面广、线路长和运行条件恶劣”的特点,是电力系统不可或缺的一环。然而,在实际运行过程中,由于多种因素的影响,配电线路故障频发,给电力供应带来巨大挑战。因此,深入分析故障原因,制定有效的预防措施,对于提高电力供应的可靠性和稳定性具有重要意义。

## 1 配电线路故障原因分析

### 1.1 设备因素

#### 1.1.1 设备老化

随着使用时间的增长,配电设备如变压器、开关、电缆等会逐渐老化。老化过程中,设备的绝缘性能可能下降,机械强度减弱,导致设备在运行中更易出现故障。例如,电缆外皮老化可能导致绝缘击穿,引发短路;变压器油质劣化可能影响其散热和绝缘性能,进而缩短使用寿命。

#### 1.1.2 设备质量问题

在设备制造过程中,若使用劣质材料或制造工艺不良,将直接影响设备的性能和寿命。例如,使用低质量的绝缘材料可能导致设备在正常运行电压下即发生击穿;制造工艺不良可能导致设备内部存在缺陷,如气泡、裂纹等,这些缺陷在设备运行中可能逐渐扩大,最终导致故障。

#### 1.1.3 维护不当

定期维护和保养是确保设备良好运行状态的关键。然而,在实际操作中,由于维护人员技能不足、维护计划不合理或维护资源有限等原因,可能导致设备维护不当。维护不当可能导致设备积尘、受潮、腐蚀等问题,进而影响其性能和寿命<sup>[1]</sup>。例如,未及时清理设备上的灰尘和污垢可能导致散热不良,引发过热故障;未定期检查设备紧固件可能导致松动,进而引发接触不良或短路故障。

### 1.2 人为因素

#### 1.2.1 误操作

操作人员进行配电线路的日常维护、检修或故障处理时,由于疏忽、技能不足或疲劳等原因,可能进行错误的操作。这些误操作可能包括错误的开关操作、错误的接线方式、错误的设备配置等,都可能导致线路故障。例如,误将带电线路与接地线路相连,会引发短路故障;误操作隔离开关,可能导致设备损坏或线路停电。

#### 1.2.2 恶意破坏

人为的恶意破坏是配电线路面临的另一个严重威胁。这种破坏可能出于盗窃、报复、恶作剧等动机,表现形式多种多样,如砍伐线路附近的树木导致线路断裂、故意破坏配电设施、在线路附近燃放烟花爆竹等。这些行为不仅可能导致线路故障,还可能对公共安全构成威胁。

#### 1.2.3 管理不当

缺乏有效的管理和监督也是导致配电线路故障的重要原因。这包括维护计划的不合理、维护人员的培训不足、安全规程的执行不严格等。例如,如果维护计划制定不当,可能导致某些设备长时间未得到维护,进而引发故障;如果维护人员缺乏必要的培训,可能无法正确识别和处理设备存在的问题;如果安全规程执行不严格,可能导致操作人员在工作中忽视安全,增加误操作和事故的风险。

### 1.3 自然因素

#### 1.3.1 恶劣天气

雷电是配电线路面临的主要自然威胁之一。当雷电击中线路或其附近的物体时,会产生强大的电磁场和电流,可能导致线路绝缘击穿、设备损坏或火灾等故障。此外,雷电还可能引发过电压现象,对电力系统的稳定运行造成威胁。大风天气可能导致线路舞动、摇摆或碰撞,进而造成线路断裂、短路或接地等故障。特别是在

空旷地区或高山地带,大风对线路的影响更为显著。在寒冷地区,冰雪覆盖可能导致线路负重增加、绝缘性能下降或结冰现象。这些因素都可能引发线路故障,如断线、短路或接地等。此外,冰雪还可能影响线路的散热性能,加剧线路的老化和损坏。

### 1.3.2 地质灾害

地震是引发配电线路故障的重要地质灾害之一。地震可能导致线路杆塔倒塌、线路断裂或设备损坏等故障。在地震多发地区,应加强对配电线路的抗震设计和加固措施,以提高其抵御地震灾害的能力。泥石流是一种由雨水、冰雪融化等引发的自然灾害,具有强大的破坏力。当泥石流冲刷或撞击配电线路时,可能导致线路断裂、设备损坏或埋没等故障。在泥石流易发地区,应加强对配电线路的巡视和保护,及时发现并处理潜在的泥石流威胁。

## 1.4 网络结构因素

### 1.4.1 设计不合理

过长的线路可能增加故障的概率,因为线路越长,受到自然环境和人为因素影响的概率就越大。同时,长线路还可能导致电压降和电能损耗的增加,影响供电质量。过多的分支可能使线路结构变得复杂,增加故障排查和维修的难度。此外,分支线路之间的相互影响也可能导致故障的传播和扩大。在网络结构中缺乏冗余设计,如没有设置备用线路或设备,可能导致在某一线路或设备故障时,整个系统无法正常运行。

### 1.4.2 过载运行

在用电高峰期,如夏季高温天气或节假日,电力需求可能急剧增加,导致线路过载运行。过载运行会使线路温度升高,加速线路老化,甚至引发火灾等严重故障。如果线路上的负载分布不平衡,某些线段可能会承受过大的电流,导致局部过载。这种过载不仅会影响供电质量,还可能损坏线路和设备。

## 2 配电线路故障诊断方法

### 2.1 基于信号处理的方法

#### 2.1.1 时序分析

时序分析是一种通过对配电线路的电流、电压等信号进行时间序列分析,以识别信号中异常波动的方法。通过监测信号随时间的变化趋势,可以及时发现信号的突变或异常波动,从而初步判断线路是否存在故障。这种方法具有直观、简单的特点,适用于初步筛选和定位故障。

#### 2.1.2 傅里叶变换

傅里叶变换是一种将信号从时域转换到频域的数学工具。在配电线路故障诊断中,通过傅里叶变换可以分

析信号的频谱特征,识别信号中的谐波成分和频率分布。谐波成分和频率分布的异常变化往往与线路故障密切相关,因此傅里叶变换在诊断线路谐振、谐波污染等问题上具有重要意义。

#### 2.1.3 小波变换

小波变换是一种多尺度、多分辨率的信号分析方法,它通过对信号进行多尺度分解,提取不同尺度下的故障特征。在配电线路故障诊断中,小波变换能够有效地处理非平稳信号,提取信号中的突变和瞬态成分,从而精确地定位故障点和判断故障类型。此外,小波变换还具有去噪能力强、计算效率高等优点。

#### 2.1.4 电力谐波分析

电力谐波分析是一种专门用于检测电能质量、发现谐波源的方法。在配电系统中,谐波问题往往与电力电子设备的广泛使用密切相关。通过电力谐波分析可以检测电流、电压信号中的谐波成分和畸变率等指标,从而评估电能质量、发现谐波源并采取相应的治理措施<sup>[2]</sup>。这对于保障电力系统的稳定运行和提高供电质量具有重要意义。

## 2.2 基于人工智能的方法

### 2.2.1 神经网络:

神经网络是一种模拟人脑神经网络结构和功能的计算模型。在配电线路故障诊断中,可以通过收集大量的故障样本数据对神经网络进行训练,使其具备故障识别和分类的能力。训练好的神经网络能够通过对当前信号的实时分析给出故障判断和建议。神经网络具有强大的非线性逼近能力和自学习能力,能够处理复杂的故障模式和不确定性问题。

### 2.2.2 专家系统

专家系统是一种基于专家知识和经验的智能系统。在配电线路故障诊断中,可以通过构建包含专家知识和经验的专家系统来模拟专家的故障诊断过程。专家系统能够根据输入的故障信号和相关信息给出故障判断和建议。这种方法具有知识表示灵活、推理机制丰富等优点,能够处理多种复杂的故障模式和不确定性问题。

### 2.2.3 支持向量机

支持向量机是一种基于统计学习理论的分类器设计方法。在配电线路故障诊断中,可以通过构建支持向量机分类器对信号进行分类识别正常和故障状态。支持向量机具有泛化能力强、计算效率高等优点在处理大规模样本数据和高维特征空间时表现出色。

## 3 配电线路故障预防措施

### 3.1 设备管理与维护

在配电线路的故障预防中,设备管理与维护是至关重要的环节。为确保设备的正常运行,必须建立严格的定期设备检查机制。这一机制应包括日常巡视、定期检测以及专项检查等多个层面,旨在全面覆盖设备的各个部位和性能指标。检查内容应涵盖设备的外观、运行状态、电气性能以及安全性能等方面,确保设备始终处于良好状态。一旦发现设备存在问题或隐患,必须立即采取维修或更换措施。维修过程中,应严格遵循相关规程和标准,确保维修质量。对于无法修复或修复成本过高的设备,应及时进行更换,以避免设备带病运行引发故障。同时,应建立设备维修和更换记录,以便追踪设备的维修历史和更换情况<sup>[9]</sup>。在设备选型方面,应优先选用高质量、高可靠性的设备。设备的性能指标应符合相关标准和要求,且应具备良好的耐用性和适应性。在采购过程中,应对供应商进行严格筛选和评估,确保其产品质量可靠、售后服务完善。

### 3.2 加强防雷、防雨、防冰措施

为确保配电线路的安全稳定运行,必须采取有效措施加强防雷、防雨、防冰工作。在防雷方面,应重点关注易受雷击的区域,如高山、空旷地带等。这些区域应安装避雷针、避雷带等避雷设施,以有效引导雷电流入大地,避免雷电对线路造成直接冲击。同时,应定期对避雷设施进行检查和测试,确保其性能良好,能够发挥正常的避雷作用。对于防雨措施,应着重保护线路的绝缘层。暴露在外的线路容易受到雨水的侵蚀,导致绝缘性能下降。因此,应增加绝缘层的保护,如采用防水涂料、加装防雨罩等方式,确保线路在雨季中能够保持良好的绝缘性能。此外,还应定期检查线路的接头部位,确保密封性良好,避免雨水渗入导致短路故障。在防冰方面,应针对易结冰的区域采取相应措施。如提高线路的抗冰能力,采用耐寒材料、增加导线截面积等方式,确保线路在低温环境下能够正常运行。同时,应加强对线路的监控和巡视,一旦发现线路结冰,应立即采取措施进行除冰,防止冰凌对线路造成损害。

### 3.3 优化网络结构与布局

在配电线路的故障预防中,优化网络结构与布局是提升系统稳定性和可靠性的关键。首先,应根据地区的发展和实际需求,合理规划配电网的结构。这包括确定适当的线路长度、分支数量以及变压器的位置和容量等。通过科学规划,可以确保电力供应的均衡性和高效性,减少因网络结构不合理而导致的故障风险。其次,应逐步实现配电网的自动化改造。这包括引入先进的

自动化设备和技术,如智能开关、远程监控系统等<sup>[4]</sup>。通过自动化改造,可以实现对配电网的实时监控和智能调度,及时发现并处理潜在故障,提高故障响应速度和恢复效率。同时,自动化改造还可以提高配电网的智能化水平,为未来的智能电网建设奠定基础。在自动化改造过程中,应注重数据的采集和分析。通过收集配电网的运行数据,并进行深入挖掘和分析,可以发现网络中的薄弱环节和潜在故障点,为优化网络结构和布局提供科学依据。

### 3.4 加强管理与宣传

在配电线路的故障预防中,加强管理与宣传是确保线路安全的重要环节。首先,应强化线路保护的宣传工作,提高公众对配电线路保护的认知和意识。这可以通过多种渠道进行,如利用媒体宣传、开展公益活动、制作宣传册等,向公众普及线路保护的知识和重要性,引导公众自觉遵守相关规定,不从事危害线路安全的行为。其次,应加强执法力度,严惩破坏配电线路的行为。这包括加强与公安、城管等部门的合作,建立联合执法机制,对破坏线路的行为进行严厉打击。同时,应加大对违法行为的处罚力度,提高违法成本,从而有效遏制破坏线路的行为。在管理与宣传过程中,还应注重与公众的互动和沟通。可以通过建立公众投诉举报机制,鼓励公众积极参与线路保护工作,及时发现并报告线路存在的安全隐患。同时,应定期对公众进行线路保护知识的培训和教育,提高公众的自我保护能力和意识。

### 结语

配电线路故障成因复杂,预防工作任重道远。通过深入分析故障原因,采取针对性预防措施,可以有效降低故障率,提高电力供应的可靠性和稳定性。未来,随着技术的不断进步和管理水平的提高,配电线路的故障预防工作将更加完善,为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

### 参考文献

- [1]杨军宝.配电线路常见故障分析及预防措施[J].科技风,2017,(15):163.
- [2]张锐,廖卓宇,杨景嵩,等.架空输电线路的常见故障分析与预防措施[J].通讯世界,2024,31(03):66-68.
- [3]丁岩松.10 kV配电线路常见故障分析及预防措施[J].电工技术,2021,(02):83-84.
- [4]史鹏栋,张海利.配电线路故障分析及预防措施[J].山东工业技术,2017,(15):206.