

10kV及以下配电线路常见故障与运维检修

马俊科

固原农村电力服务有限公司 宁夏 固原 756000

摘要：本文聚焦10kV及以下配电线路，阐述了短路、断路、设备、外力破坏等常见故障类型及成因，包括自然环境、设备老化、运维管理、人为因素等。提出了加强巡检维护、优化设备监测、提升故障处理能力、强化人员管理等运维检修策略，还探讨了智能配电、绿色节能技术应用及分布式电源接入带来的挑战与机遇。

关键词：10kV及以下配电线路；常见故障；故障成因；运维检修

引言：10kV及以下配电线路作为电力系统末端关键环节，其运行可靠性至关重要。然而，短路、断路、设备故障及外力破坏等问题频发，严重影响供电质量。深入剖析故障类型、成因，并制定科学运维检修策略、探索新技术应用，对提升线路运行稳定性、保障电力供应安全、推动配电系统智能化与绿色化发展意义重大。

1 10kV 及以下配电线路常见故障类型

1.1 短路故障

短路故障是10kV及以下配电线路的常见问题，主要分为相间短路和接地短路。相间短路常因线路绝缘层破损、导线老化，或是异物搭接所致，像树枝接触导线、鸟害引发导线短接等情况，会致使线路电流骤增，引发断路器跳闸，严重时甚至烧毁线路设备。接地短路多发生于中性点不接地或经消弧线圈接地系统，由线路绝缘子损坏、导线断线落地等因素引发，故障发生时会出现接地电流不稳定、电压异常等状况，影响线路正常运行。

1.2 断路故障

断路故障主要体现为线路导线断裂，或连接点松动、脱落。长期运行中，导线受风力、温度变化影响，发生疲劳老化，机械强度下降，易出现断线。此外，线路连接处因安装工艺不佳，或长期受电流热效应影响产生氧化、松动，也会造成断路，导致线路供电中断，影响用户用电^[1]。

1.3 设备故障

配电线路中的变压器、断路器、隔离开关、绝缘子等设备在运行时可能出现故障。变压器易出现绕组短路、铁芯过热、油位异常等问题，多由绝缘老化、过载运行、外部短路冲击引起；断路器存在拒动、误动、接触不良等故障风险，可能源于操作机构卡涩、控制回路故障、触头磨损；绝缘子则常出现绝缘性能下降、表面闪络问题，受污秽、雷击、机械损伤影响较大。这些设备故障会降低线路运行可靠性，甚至引发严重事故。

1.4 外力破坏故障

外力破坏是导致线路故障的重要因素。一方面，车辆碰撞电杆、施工机械破坏电缆等人为行为，会直接损坏线路设施；另一方面，城市建设中违章建筑搭建、树木修剪不及时，也会威胁配电线路安全。例如，施工机械触碰架空线路可能造成导线断裂、电杆倾斜，树木与导线安全距离不足在风雨天气易引发短路故障。

2 常见故障成因分析

2.1 自然环境因素

自然环境对10kV及以下配电线路的安全稳定运行有着显著影响。雷击是引发线路故障的常见诱因之一。当雷电活动发生时，会产生雷电过电压，该过电压幅值极高，可能直接击穿线路上的绝缘子，破坏其绝缘性能，进而引发线路短路或接地故障。此外，雷电过电压还可能对变压器、避雷器等关键设备造成损坏，影响整个配电系统的正常运行。在大风天气条件下，树木的枝干容易因风力作用而折断，一旦折断的树枝搭落在配电线路上，就会造成线路故障。同时，大风还可能使导线产生过大的摆动，导致相间距离过小，引发相间短路。暴雨、洪水等自然灾害则可能冲毁电杆基础，使电杆失去稳定性，出现倾斜甚至倒塌的情况。另外，长期处于极端温度环境下，线路设备的绝缘材料会加速老化，其电气性能和机械性能都会下降，从而增加了故障发生的概率^[2]。

2.2 设备老化与质量问题

在10kV及以下配电线路中，设备老化与质量问题成为引发故障的重要因素。部分配电线路设备由于使用年限较长，在长期运行过程中，不可避免地会出现绝缘老化、机械性能下降等状况。以导线、绝缘子、电缆等关键设备为例，随着使用时间的推移，其绝缘层会逐渐变薄、开裂，进而失去应有的绝缘保护功能，使得线路发生漏电、短路等故障的风险大幅增加。同时，变压器、断路器等设备内部部件也会因长期运行而出现磨损、锈

蚀等问题，这严重影响了设备的正常运行，降低了设备的可靠性和稳定性。此外，设备采购环节的质量把控不严也是导致故障频发的原因之一。部分设备在采购时未能严格遵循质量标准，存在先天缺陷。这些有质量问题的设备一旦投入使用，就容易出现各种故障，不仅会缩短设备的使用寿命，还会增加整个配电线路的运行风险，给电力系统的安全稳定运行带来严重威胁。

2.3 运维管理不到位

在10kV及以下配电线路的运行过程中，运维管理方面存在的不足成为引发故障的关键因素。当前，配电线路运维管理存在诸多问题，致使故障隐患难以被及时发现并有效处理。部分运维人员在日常巡检工作中不够细致，未能全面掌握线路设备的运行状态。例如，对于导线磨损、绝缘子污秽、设备连接点发热等潜在问题，缺乏敏锐的洞察力，导致这些隐患在早期难以被察觉，进而可能引发更严重的故障。此外，运维人员的专业技能水平参差不齐，面对新型设备和复杂故障时，处理能力明显不足，这使得故障修复效率低下，延长了停电时间。更为关键的是，运维管理制度不够完善，缺乏有效的故障预警机制和应急处理预案。一旦故障发生，由于缺乏科学合理的应对措施，难以迅速响应，进一步扩大了故障的影响范围，给电力系统的安全稳定运行带来了极大的挑战。

2.4 人为因素影响

在10kV及以下配电线路的运行中，人为因素对线路安全的影响不容忽视，除常见的外力破坏外，人为操作不当也是引发线路故障的重要原因。在配电线路的安装与检修环节，部分施工人员未能严格遵循操作规程。例如，导线连接时未确保连接牢固，可能导致接触电阻增大，在运行中发热甚至引发断线故障；设备安装位置出现错误，会影响设备的散热和正常运行，为后续故障埋下隐患。部分用户缺乏安全用电意识，私自违规接线、超负荷用电。这种行为会使线路长期处于过流状态，加速线路设备的绝缘老化和机械磨损，严重时甚至会直接引发短路、断路故障，影响供电可靠性。此外，电力设施保护宣传工作存在不足，导致部分群众对电力设施保护的重要性认识不够，保护意识淡薄。个别人员出于各种目的故意破坏电力设备，这不仅会造成线路故障，还可能危及公共安全，严重影响配电线路的正常运行。

3 运维检修策略

3.1 加强日常巡检与维护

为保障10kV及以下配电线路的安全稳定运行，需制定一套科学合理的巡检计划。依据线路的分布、设备的

重要程度以及运行环境等因素，合理增加巡检频次，并适当扩大巡检范围，确保线路全覆盖、无死角。在巡检方式上，采用人工巡检与智能巡检相结合的模式。人工巡检时，巡检人员重点对线路设备的外观、连接点状态以及绝缘子的清洁度等进行细致检查，凭借经验判断设备是否存在异常。同时，借助无人机、红外测温仪、超声波检测仪等智能设备，对线路进行远距离、非接触式检测。这些智能设备能够精准捕捉设备发热、局部放电等潜在故障隐患，大大提高了巡检的效率和准确性。建立详细的巡检记录档案，对发现的问题进行详细记录并跟踪处理，确保每一个隐患都能得到及时消除。此外，定期对线路设备进行维护保养，如对变压器进行油样检测、及时更换绝缘油，对断路器的操作机构进行润滑、触头进行检查等，以此延长设备的使用寿命，提升线路运行的可靠性。

3.2 优化设备状态监测

为保障10kV及以下配电线路可靠运行，构建配电线路设备状态监测系统十分必要。该系统能实时精准采集线路的电流、电压、温度、绝缘电阻等关键运行参数，全面反映设备实时状态。借助先进的物联网技术，将采集到的监测数据迅速、稳定地传输至监控中心。在监控中心，运用大数据分析和人工智能算法，对海量数据进行深度剖析，精准评估设备当前状态，并科学预测其发展趋势。一旦设备运行参数出现异常，系统会立即自动发出预警信息，及时通知运维人员。例如，通过持续监测变压器油温、绕组温度，可提前预测设备过载风险；利用局部放电监测技术，能提前发现绝缘子、电缆等设备的绝缘缺陷，实现故障的早期预警，大幅提升运维检修工作的针对性和有效性。

3.3 提升故障定位与修复能力

为保障10kV及以下配电线路故障处理的及时性与高效性，需着重提升故障定位与修复能力。在故障定位方面，采用行波法、阻抗法、智能电表数据分析法等先进技术。行波法利用故障行波传播特性快速定位，阻抗法通过测量阻抗变化确定故障点，智能电表数据分析法则借助电表数据精准判断故障范围，从而快速准确地确定故障位置。同时，在线路中合理安装故障指示器，一旦故障发生，指示器自动报警并指示故障区段，大幅缩短故障查找时间。此外，建立高效的故障应急处理机制，配备充足的抢修人员、物资与设备，制定详细的抢修预案并定期演练。故障发生后，抢修人员迅速抵达现场，依据预案有序开展抢修，优先恢复重要用户供电，最大限度降低停电损失，保障供电可靠性^[3]。

3.4 强化人员培训与管理

在10kV及以下配电线路运维工作中,强化人员培训与管理是提升运维质量的关键。要着重加强运维人员的专业技能培训。定期开展业务知识讲座,邀请行业专家传授前沿理论与实用经验;组织技能竞赛,激发运维人员的学习热情和竞争意识;安排现场实操培训,让运维人员在实践中提升操作技能。通过这些活动,提高运维人员对配电线路设备原理、故障诊断方法以及检修工艺的掌握程度。同时,鼓励运维人员主动学习新技术、新方法,提升解决复杂故障的能力。此外,还需完善运维人员考核管理制度,建立科学的绩效考核体系。将故障处理及时率、设备维护质量等关键指标纳入考核范畴,以绩效激励运维人员,增强他们的工作积极性和责任心,确保运维检修工作高质量完成。

4 新技术应用与发展趋势

4.1 智能配电技术应用

在科技飞速发展的当下,物联网、大数据、人工智能等前沿技术不断进步,智能配电技术在10kV及以下配电线路运维领域的应用愈发广泛且深入。智能配电终端设备发挥着关键作用,它能够实时采集线路运行过程中的各类数据,涵盖电流、电压、温度等重要参数。借助边缘计算技术,可对这些数据进行初步处理与分析,迅速判断线路的运行状态,及时发现潜在问题。此外,基于先进的人工智能算法构建的故障诊断模型,具备强大的故障识别与定位能力。它能够对复杂的故障情况进行精准剖析,为运维人员提供科学、可靠的决策依据,极大地提升了故障处理的智能化水平,保障了配电线路的安全稳定运行。

4.2 绿色节能技术发展

在“双碳”目标的强力驱动下,10kV及以下配电线路运维领域正积极推进绿色节能技术的应用,以实现节能减排、可持续发展的目标。新型节能变压器采用非晶合金等先进新材料,其独特的磁性能可显著降低空载损耗,有效提升变压器的能效水平。智能无功补偿装置能够实时监测线路负荷变化,并自动精准调整无功补偿量,提高功率因数,进而减少线路损耗,优化电能质

量。同时,在运维过程中,积极采用低能耗的在线监测设备和巡检工具。这些设备在保证监测和巡检效果的前提下,大幅降低了能源消耗。通过这些绿色节能技术的应用,有力推动了配电线路运维向绿色低碳方向转型,助力实现“双碳”目标^[4]。

4.3 分布式电源接入带来的挑战与机遇

随着清洁能源的发展,太阳能光伏发电、小型风力发电等分布式电源大量接入10kV及以下配电线路,深刻改变了线路的潮流分布与运行特性。这一变化带来了诸多挑战。分布式电源出力的间歇性和随机性,易引发电压波动,影响电能质量;同时,还可能导致继电保护配置失效,增加故障风险,给运维工作带来新难题。不过,分布式电源接入也蕴含着机遇。它有助于提高能源利用效率,将分散的清洁能源转化为电能,减少能源浪费;还能增强供电可靠性,在局部电网故障时提供电力支持。未来,亟需深入研究适应分布式电源接入的配电线路运维技术和管理模式,推动分布式电源与配电线路协同运行,实现能源的高效利用与电网的稳定运行。

结束语

综上所述,10kV及以下配电线路运维工作至关重要。面对常见故障类型及成因,需采取加强日常巡检维护、优化设备状态监测、提升故障定位修复能力、强化人员培训管理等策略。同时,紧跟技术发展趋势,积极应用智能配电、绿色节能技术,应对分布式电源接入带来的挑战并把握机遇。通过多维度举措,提升配电线路运维水平,保障其安全稳定运行,提高供电可靠性,为电力系统的稳定发展筑牢根基。

参考文献

- [1]李文.浅谈10kV及以下配电线路的运行维护及检修[J].技术与市场,2021,28(09):102-103.
- [2]廉国胜,叶花.10kV及以下配电线路的运行维护及检修的分析[J].科技风,2020,(33):191-192.
- [3]杜潇,李小景,曹生平.10 kV及以下配电线路的运行维护和检修[J].盐科学与化工,2020,49(08):50-51+54.
- [4]蓝伟锋.配电线路运行维护管理问题及改进措施[J].冶金管理,2020(19):109-110.