

10 千伏及以下配电线路运维优化与供电可靠性提升研究

王伟

杭州大有供电服务有限公司桐庐白云源分公司

DOI:10.12238/etd.v6i8.17126

[摘要] 本文聚焦10千伏及以下配电线路,剖析其运维问题,涵盖自然因素、外力破坏、设备老化及管理
体系不完善等方面。探讨影响供电可靠性的关键因素,如网架结构、设备故障、计划检修与人员因素。从
技术、管理层面提出运维优化策略,并建立故障预警与应急机制,旨在提升该线路运维水平与供电可靠性,
保障社会生产生活用电稳定。

[关键词] 10千伏配电线路; 运维优化; 供电可靠性

中图分类号: TM726.3 **文献标识码:** A

Research on Operation and Maintenance Optimization and Power Supply Reliability Improvement of 10kV and Below Distribution Lines

Wei Wang

Hangzhou Dayou Power Supply Service Co., Ltd., Tonglu Baiyunyuan Branch

[Abstract] This paper focuses on 10kV and below distribution lines, analyzing their operation and maintenance
issues, including natural factors, external damage, equipment aging, and imperfect management systems. It
explores key factors affecting power supply reliability, such as grid structure, equipment failures, planned
maintenance, and human factors. Strategies for optimizing operation and maintenance are proposed from
technical and management perspectives, and fault early warning and emergency response mechanisms are
established. The aim is to enhance the operation and maintenance level and power supply reliability of these
distribution lines, ensuring stable electricity supply for social production and daily life.

[Key words] 10kV Distribution Lines; Operation and Maintenance Optimization; Power Supply Reliability

引言

10千伏及以下配电线路作为电力系统的关键纽带,连接发电端与终端用户,对社会生产生活意义重大。然而,当前该线路运维面临诸多挑战,自然因素、外力破坏等引发故障频发,设备老化、管理体系不完善等问题突出,严重影响供电可靠性。研究其运维优化与可靠性提升策略,成为保障电力稳定供应、促进经济社会发展的迫切需求。

1 10千伏及以下配电线路概述

10千伏及以下配电线路是电力系统中连接发电端与终端用户的关键环节,承担着电能分配与传输的重要任务,在保障社会生产生活用电方面发挥着不可替代的作用。这类配电线路结构多样,涵盖架空线路与电缆线路。架空线路借助电杆将导线架设在空中,具有成本较低、施工与维护便捷的特点,广泛应用于农村及城市开阔区域;电缆线路则将导线敷设于地下或管道中,虽建设成本较高,但具备占用空间小、运行可靠性高、对环境影响小等优势,常见于城市中心、人口密集区及对景观要求较高的场所。10千伏及以下配电线路直接面向广大用户,其供电范围广

泛,涉及工业生产、商业运营、居民生活等各个领域。线路的稳定运行对于维持社会正常秩序、促进经济发展至关重要。一旦发生故障,可能导致大面积停电,给用户带来不便,造成经济损失^[1]。为确保配电线路安全可靠运行,需定期开展巡检维护工作,及时发现并处理线路老化、设备故障等隐患。同时,随着智能电网技术的发展,配电线路正逐步实现智能化管理,通过安装监测设备、运用大数据分析等手段,提升故障预警与处理能力,为用户提供更加优质、稳定的电力服务。

2 10千伏及以下配电线路运维问题分析

2.1 自然因素引发的故障

自然因素是引发10千伏及以下配电线路故障的主要诱因之一,不同季节和气象条件会导致不同类型故障。夏季强对流天气频发,短时强降雨易造成电杆基础冲刷、下沉,导致电杆倾斜甚至倒塌;雷电直击或感应过电压会击穿绝缘子、避雷器等设备,引发线路跳闸。台风天气中,高速气流会吹断导线、刮倒电杆,同时携带的杂物可能造成线路相间短路。冬季低温天气会使导线收缩、张力增大,若导线弛度调整不当,易发生断线事故;覆

冰现象会增加导线和绝缘子荷载,当覆冰厚度超过设计标准时,会导致绝缘子闪络、导线断裂及杆塔倒塌。春季树木生长旺盛,若线路通道内树木修剪不及时,枝叶接触导线会引发接地故障。

2.2 外力破坏导致的故障

外力破坏已成为影响10千伏及以下配电线路安全运行的突出问题,涉及施工、交通、人为活动等多个方面。在市政工程施工中,挖掘机、推土机等大型机械作业时,若未与线路运维单位提前沟通,易挖断电缆、撞断电杆或挂断导线,此类故障具有突发性强、损失大的特点。交通领域,车辆行驶中失控撞击路边电杆的事故时有发生,尤其是在乡村道路和交叉路口,未设置明显警示标识的电杆更易受撞击。人为盗窃和违规作业也屡见不鲜,部分人员盗窃线路金具、绝缘子等设备,或私自搭接线路用电,直接破坏线路完整性。此外,风筝、气球等漂浮物在大风天气中易缠绕导线,造成相间短路;农田灌溉时,水泵电缆、水管等接触导线会引发接地故障。

2.3 设备老化与质量问题

设备老化与质量缺陷是10千伏及以下配电线路运维中面临的普遍性问题,直接影响线路运行可靠性。部分运行年限超过20年的老旧线路,导线因长期受环境侵蚀出现氧化、腐蚀,导电性能下降,易发生断线或发热故障;绝缘子老化后绝缘性能降低,在潮湿环境中易发生闪络放电。配电变压器运行时间过长会出现铁芯损耗增大、绕组绝缘老化等问题,导致变压器效率下降甚至烧毁。设备质量方面,部分低价采购的金具、开关等配件,材质不符合标准,如金具强度不足易发生断裂,开关灭弧性能差易引发故障。部分厂家生产的绝缘子存在内部气泡、瓷质疏松等缺陷,运行中易出现击穿现象^[2]。配电自动化终端等智能设备若生产工艺不达标,会出现数据传输延迟、误报漏报等问题,影响故障判断与处理效率。设备老化与质量问题叠加,会大幅增加线路故障发生率,提高运维成本。

2.4 运维管理体系不完善

运维管理体系不完善直接制约10千伏及以下配电线路运维质量提升,主要体现在管理制度、巡检模式和人员管理等方面。管理制度上,部分单位未建立完善的设备全生命周期管理制度,设备采购、安装、运行、报废等环节缺乏闭环管理,导致老旧设备更新不及时,新增设备档案不完整。巡检模式较为传统,仍以人工定期巡检为主,受巡检人员责任心和专业能力影响较大,易出现漏检、错检情况,且无法实现故障实时监测。运维人员培训机制不健全,新设备、新技术推广后,相关人员未及时掌握操作技能,导致设备维护不到位。应急管理流程不规范,故障发生后,抢修人员调配、物资供应等环节衔接不畅,延长故障处理时间。

3 影响供电可靠性的关键因素

3.1 网架结构的影响

网架结构合理性是决定10千伏及以下配电线路供电可靠性的核心因素,直接影响线路负荷分配和故障转移能力。部分区域网架结构存在辐射式接线比例过高的问题,此类接线方式简单但供电可靠性低,一旦线路某一段发生故障,会导致该线路供电

范围内全部用户停电。供电半径超标也是常见问题,部分偏远区域线路延伸过长,超过设计标准后,不仅会导致末端电压偏低,还会增加线路故障概率,且故障后影响范围更大。线路联络率不足会降低电网灵活性,当某条线路检修或故障时,若缺乏备用联络线路,无法实现负荷转移,只能中断供电。另外,部分网架存在设备布点不合理、线路交叉跨越过多等问题,增加施工和运维难度,同时易因交叉跨越距离不足引发故障。网架结构薄弱区域在负荷高峰期易出现重载、过载现象,加速设备老化,进一步降低供电可靠性。

3.2 设备故障的影响

设备故障是导致10千伏及以下配电线路供电中断的直接原因,其发生频率和处理效率直接影响供电可靠性。配电变压器、断路器、隔离开关等关键设备故障占比最高,变压器故障多表现为绕组烧毁、铁芯损坏等,需较长时间修复;断路器故障主要包括拒动、误动等,会导致故障扩大或无法及时隔离。绝缘子、避雷器等绝缘设备故障易引发线路接地或短路,尤其是在潮湿、污秽环境中,绝缘设备闪络故障频发。导线故障以断线、接头发热为主,断线多由老化、覆冰、外力破坏等导致,接头发热则因施工工艺不达标或长期运行氧化造成。配电自动化设备故障会影响故障定位准确性,延长故障查找时间。设备故障发生后,若未能及时发现和处理,会导致停电时间延长,多次故障还会降低用户对供电质量的信任度,影响供电企业服务形象。

3.3 计划检修的影响

计划检修是保障线路设备健康运行的必要措施,但不合理的检修安排会对供电可靠性产生较大影响。部分单位检修计划制定缺乏科学性,未结合线路负荷特性和设备运行状态,盲目开展全面检修,导致不必要的停电。检修方式较为传统,仍以停电检修为主,且部分检修项目存在重复停电现象,如同一区域多条线路分别检修时,未统筹安排停电时间,增加用户停电次数^[3]。检修工艺和技术水平不足会导致检修质量不达标,部分设备经检修后仍频繁发生故障,不仅未达到检修效果,还因重复检修增加停电时间。检修计划与用户用电需求衔接不畅,在用电高峰期开展大规模检修,会造成供电紧张,影响工业生产和居民生活。检修人员调配不合理、检修物资准备不足等问题,会延长检修时间,进一步增加停电时长,降低供电可靠性。

3.4 人员因素的影响

人员因素对10千伏及以下配电线路供电可靠性的影响贯穿运维、检修、操作等各个环节。运维人员专业能力不足会导致故障发现不及时,对线路设备运行状态监测不到位,无法提前预判潜在故障,且故障发生后难以快速准确判断故障原因。检修人员技术水平欠缺会影响检修质量,如导线接头压接不规范、绝缘子安装不符合要求等,易导致检修后设备再次发生故障。操作人员误操作是引发故障的重要原因,如倒闸操作时未严格执行操作票制度,误拉误合开关,会造成线路非计划停电。管理人员决策失误会影响整体运维工作质量,如未合理制定设备更新计划、检修安排不当等。部分人员责任心不强,巡检时敷衍了事,未认

真排查设备缺陷,或在故障处理时拖延推诿,会延长停电时间。人员安全意识淡薄还可能引发人身事故,同时造成线路设备损坏,进一步影响供电可靠性。

4 运维优化与可靠性提升策略

4.1 技术层面优化措施

技术层面优化是提升10千伏及以下配电线路运维质量和供电可靠性的核心手段。网架结构优化方面,加大环网接线和双回路建设力度,提高线路联络率,实现故障时负荷快速转移;合理调整供电半径,对超标线路进行分段改造,增设配电变压器,降低线路负荷压力。设备升级改造时,选用绝缘性能好、机械强度高的导线和绝缘子,推广应用免维护金具;对老旧配电变压器、断路器等设备进行更新,更换为节能型、智能化设备。推广应用先进技术,部署配电自动化系统,实现故障自动定位、隔离和恢复供电;采用无人机巡检、红外测温等技术,提高巡检效率和缺陷识别准确率。线路绝缘化改造方面,对人口密集区域和多雷区线路实施全绝缘改造,减少接地和雷击故障。建立线路设备状态监测系统,实时采集设备运行参数,实现状态检修,替代传统定期检修,减少不必要的停电。

4.2 管理层面优化措施

管理层面优化是保障10千伏及以下配电线路运维工作规范开展的重要支撑。完善管理制度,建立设备全生命周期管理体系,明确设备采购、安装、运行、检修、报废等各环节责任,建立完善设备档案,实现设备信息可追溯。优化巡检管理模式,制定差异化巡检方案,根据线路重要程度和运行环境调整巡检频次;推行“人工巡检+无人机巡检+在线监测”的融合巡检模式,提高巡检质量。加强人员管理,建立常态化培训机制,定期开展技能培训和安全教育,提升运维、检修人员专业能力和安全意识;完善绩效考核体系,将巡检质量、故障处理效率等纳入考核,激发人员工作积极性。统筹检修计划,结合线路负荷特性和设备状态制定科学检修计划,推行带电作业和综合检修,减少停电次数和时长;加强与用户沟通,提前告知停电信息,保障用户知情权。另外,加大运维资金投入,保障设备更新、技术升级和人员培训等工作顺利开展。

4.3 建立故障预警与应急机制

建立完善的故障预警与应急机制,能有效降低10千伏及以下配电线路故障影响,提升供电可靠性。故障预警方面,构建多维度预警体系,结合气象部门数据,针对暴雨、雷电、覆冰等恶劣天气发布专项预警;利用设备状态监测系统,对设备运行参数异常情况进行实时预警,提前排查隐患。制定分级预警响应机制,根据预警等级采取相应措施,如暴雨预警时加强线路通道内排水设施检查,覆冰预警时做好融冰设备准备。应急机制建设方面,制定完善的应急预案,针对不同类型故障(如线路断线、设备烧毁、外力破坏等)制定详细处置流程,明确各部门职责^[4]。组建专业应急抢修队伍,配备充足抢修物资和设备,如应急发电车、断线接续工具、备用绝缘子等,并定期开展应急演练,提升抢修队伍实战能力。建立应急联动机制,加强与气象、交通、市政等部门沟通协作,保障故障抢修时道路畅通、信息共享。故障发生后,快速启动应急预案,实现故障快速响应、高效处置,最大限度缩短停电时间。

5 结束语

10千伏及以下配电线路运维优化与供电可靠性提升是一项长期且系统的工程。通过技术层面的网架结构优化、设备升级,管理层面的制度完善、人员培训,以及故障预警与应急机制的建立,能有效减少故障发生,缩短停电时间。未来,需持续关注新技术应用,不断完善运维管理体系,为用户提供更可靠、优质的电力服务,推动电力行业高质量发展。

[参考文献]

- [1]马梓杰,王成.10kV配电线路及低压台区管理线损优化策略探究[J].模型世界,2025(27):48-50.
- [2]谭西章.10kV配电网线路常见施工故障及运维技术[J].模型世界,2025(2):178-180.
- [3]李星举,郭峰,徐峥,等.乡村配电网供电可靠性提升研究[J].东北电力技术,2023,44(7):30-33.
- [4]刘子璇.数字化电网技术助力农村供电可靠性提升研究[J].数码设计,2023(22):104-106.