

# Analysis of common faults and prevention strategies in 10kV distribution network technology

Ziyi Luo<sup>1</sup> Lilin Peng<sup>2</sup> Yuchen Tang<sup>2</sup> Yifan Zhao<sup>2</sup> Xunyu Chen<sup>1</sup>

1. Xiangtan Xiangneng Agricultural Electricity Service Co., Ltd. Xiangtan County branch, Xiangtan, Hunan, 411101, China

2. State Grid Xiangtan County Power Supply Company, Xiangtan, Hunan, 411101, China

## Abstract

In China's distribution network system, 10kV distribution networks play a critical role in transmitting electricity to end-users. Their operational safety and stability directly determine the continuity and reliability of power supply. However, due to factors such as complex operating environments and varying equipment service life, 10kV distribution networks still experience operational faults. These malfunctions not only significantly reduce power supply reliability but may also lead to equipment damage and widespread blackouts. To address this, this paper analyzes common fault types in 10kV distribution networks through literature review and practical experience, followed by targeted preventive strategies to ensure safe and stable network operations.

## Keywords

10kV distribution networks; common faults; line short-circuit; grounding; lightning; preventive strategies

# 10kV 配网技术中常见故障和防范策略解析

罗子奕<sup>1</sup> 彭立林<sup>2</sup> 唐语辰<sup>2</sup> 赵逸凡<sup>2</sup> 陈训宇<sup>1</sup>

1. 湘潭市湘能农电服务有限公司湘潭县分公司, 中国·湖南湘潭 411101

2. 国网湘潭县供电公司, 中国·湖南湘潭 411101

## 摘要

我国的配电网体系里10kV配网身承担着电力系统朝着终端用户输送电能的关键任务, 它运行的安全和稳定直接关联着电力供应的连续性以及可靠性。但受到诸如运行环境复杂、设备运行年限不同等诸多因素影响, 10kV配网运行过程中仍存在一定的故障, 这不但会导致供电可靠性大幅降低, 同时可能致使设备损毁以及大范围停电事故。有鉴于此, 文章结合相关文献研究以及自身工作实践情况下首先就10kV配网常见故障类型展开分析, 接着提出针对性防范策略, 以期推动10kV配网安全稳定运行。

## 关键词

10kV配网; 常见故障; 线路短路; 接地; 雷电; 防范策略

## 1 引言

电力系统的 10kV 配网线路主要用于电能的传输, 如果 10kV 配网线路在输送电能的过程中出现故障, 会直接影响电力系统的正常使用, 进而导致供电质量大幅降低。因此, 需要针对 10kV 配网线路常见的故障做好防范措施, 维护线路的正常运行, 最大限度减少故障停电带来的经济损失, 保障整个电力系统的运行安全。

## 2 10kV 配网常见故障类型分析

### 2.1 线路短路故障

在 10kV 配网运行里, 线路短路属在极为常见且具备强

大破坏性的故障类型, 主要指相邻相导线之间又或者导线和接地体之间, 由于绝缘失效或者受到外力破坏最终使得电流呈现出异常增大的状态。结合实践来看, 线路短路故障的主要成因为: 因导线覆冰或者树枝触碰导致相间放电; 绝缘子出现破损进而引起击穿现象; 外力施工破坏, 由此引发导线接触。短路出现之后故障电流一般会呈现出数倍乃至数十倍在额定电流现象, 这在较短时间里会对导线以及开关设备产生严重的热效应与电动力冲击, 最终引发导线被烧断、开关出现跳闸现象甚至会造成变压器遭到损毁<sup>[1]</sup>。

### 2.2 接地故障

在 10kV 配网里接地故障指的是带电导体和地之间因绝缘薄弱或者外部因素, 出现了异常通路的情况, 其一般呈现为单相接地。10kV 配电网通常为中性点不接地或经消弧线圈接地的运行方式, 在这种情况下单相接地时虽未必马上中

【作者简介】罗子奕(1998-), 男, 中国湖南湘潭人, 本科, 助理工程师, 从事电气工程研究。

断供电，却会致使系统电压出现不平衡状况，导致非故障相对地电压提升到线电压的水平，严重情形下甚至能够引发相间绝缘被击穿。10kV配网接地故障主要成因涵盖了诸多方面，像电缆护层受潮、终端封闭状况欠佳、杆塔瓷瓶长期服役后老化或者是小动物的侵入等。一旦出现接地故障，10kV配网中电气设备会因系统过电压长期承受过高应力加速绝缘退化，并且局部有可能由于接地电流产生电弧放电，这会致使接地装置出现过热状况，甚至发生烧损现象。

### 2.3 设备故障

在10kV配电网运行期间，断路器、隔离开关、变压器以及电缆终端等主要电气设备所出现的失效情况被称作设备故障，其成因在于自身缺陷或者受到外部应力影响。目前，10kV配网设备故障主要是由长期运行引发的机械磨损，绝缘退化以及散热不良造成的，如变压器绕组绝缘一旦击穿会致使局部放电，进而引发严重事故；电缆终端接头要是压接不良或者密封性不够，在长期负荷作用下就极容易形成局部过热烧蚀；断路器分闸失灵，有可能让故障点无法得到及时切除。一旦关键元件失效，设备故障的危害会导致整个供电回路极有可能瘫痪，甚至会引发电弧短路进而导致开关室或者电缆沟发生火灾。

### 2.4 雷电及自然灾害引发的故障

10kV配网外部存在诸多不可控的重要威胁，雷电及自然灾害便是其中常见因素。当雷电直接击中杆塔或者线路导线会生成极高冲击电流烧毁导线或者击穿绝缘子，配电线路上雷电感过电压有可能产生高幅值瞬态电压，进而引发设备绝缘闪络<sup>[2]</sup>。同时，台风、暴雪、洪涝等自然灾害同样会致使10kV配网线路出现断杆、导线因覆冰而过载或者是导致杆塔基础遭受损害。雷电及自然灾害引发的故障具有不可预测性及突发性特征，且成因复杂多样。此类故障危害不仅能直接导致供电中断及设备损毁，同时抢修难度极大、恢复周期延长，且易于出现大面积停电事故。

## 3 10kV配网故障的防范策略

### 3.1 强化线路巡检与故障隔离

10kV配电网运作时，鉴于短路与接地两类故障较为频发，需将防范关键置于线路巡检体系搭建以及故障隔离举措完善。在输电通道管理方面，电力企业实施周期性巡检和专项治理相融合机制，针对10kV配网走廊范围内的植被要开展定距修剪以及定期清障工作，以此保证导线跟树木之间的电气安全间隙达到要求。对跨越施工区域，交通干线以及建筑物的线路，要建立动态监控台账并设置物理隔离防护设施，以此从源头降低外力破坏的风险。在冰雪常发区域要采取杆塔拉线加固、导线覆冰监测以及分区特巡等手段，实时了解覆冰厚度并采取人工敲冰、机械除冰或者无人机除冰，避免因覆冰失稳致使导线跳闸。绝缘子身为关键支撑与绝缘部件，需被纳入定期状态检测计划当中，且运维人员运用红

外测温仪针对运行负荷下的绝缘子温升展开监测，同时通过外观检查确认其是否出现表面爬电痕迹、污闪痕迹以及裂纹，对在存在缺陷的绝缘子需进行分批替换，以此避免因绝缘水平下降而引发闪络。在故障隔离环节需依照负荷特性以及线路分段长度，合理设置柱上分界开关与隔离开关，一旦局部线路出现短路状况时保护装置可以在最短时间里将故障段切除，避免故障电流扩散致使全线停止运行。另外，在定检里开关柜以及操作机构要严格检验分合闸速度，灭弧室触头磨损情况还有机械传动灵活性，确保在额定短路电流作用时具备可靠的分断能力。

### 3.2 提高绝缘水平与接地监测

针对10kV配电网运行中接地故障所采取的防范措施重点在于提高绝缘水平与接地监测这两个方面着手。对电缆环节终端及中间接头工艺要严格把控，压接部位得借助专用液压工具来完成，以此保障金属导体和接触件之间稳固可靠。且外层绝缘护套要选用具有耐潮、耐电痕以及抗老化性能的热缩或者冷缩材料，在密封层之外要加装防水胶带以及密封套管，从结构方面阻断湿气的渗透路径，以防止因局部受潮致使绝缘性能降低。对瓷质及复合绝缘子若表面盐污或粉尘沉积严重，应开展高压清洗或带电水冲洗作业，针对杆塔绝缘子要依照运维周期执行绝缘电阻测试和泄漏电流监测工作<sup>[3]</sup>。要是在检测时发现绝缘电阻低于运行标准值，必须马上更换避免因表面闪络造成单相接地故障。中性点运行方式选择上，需结合区域土壤电阻率与负荷特性来确定是否采用经消弧线圈接地模式。若采取此模式必须定期测定消弧线圈电感值，还要校核调节范围以此确保其对单相接地电弧的补偿效果符合额定要求。同时对中性点电位变化进行定期记录，防止因参数漂移导致弧光重燃。在接地监测上，需在主要馈线的出线侧安置接地电流指示器以及监测装置，借助实时收集单相接地电流的幅值和持续时间等参数，以此来辅助判断故障隐患。接地电阻偏高的环网柜以及配电变压器，需借助采用镀锌扁钢延伸接地网或者增设并联接地极的办法，以把接地电阻降低到规范要求范围之内确保故障电流能够有效泄放。另外，接地系统长期运行中，为确保导通可靠性运维巡视环节必须对接地引下线展开拉力检测与外观检查，一旦发现断股、锈蚀或者压接松动等状况需马上进行导体更换或紧固处理，且要在接地极与接地母排的连接处涂覆防腐剂。

### 3.3 加强设备维护与更新

为使10kV配网设备故障率得以降低，加强设备维护与更新十分关键。断路器作为变电及线路环节核心的保护单元，需严格落实分合闸操作次数累计制度，同时依据机械特性展开定期检测，着重监测合闸反弹时间、触头开距以及分合闸速度等参数，一旦出现触头反弹过大或者操作迟滞的情况，应调整弹簧储能机构、磨合传动连杆或者更换触头组件等手段来进行纠正。油浸式变压器要把定期的油样分析当作判断其内部运行状态的关键依据，除了检测溶解气体总烃的

含量之外,还得对乙炔氢气、一氧化碳等关键特征气体的相对比值展开监测,还应同步检测油中微水和酸值的变化情况,借助色谱分析的结果来判别绝缘老化的程度以及绕组局部放电的风险;而干式变压器维护重点在于强化散热系统管理,即对温控装置灵敏度实施动态校验,周期性检测散热风机轴承润滑情况以及电机绝缘电阻,以此确保冷却系统在重负荷工况时能可靠运行。带电运行状态下,采用局部放电检测和红外热成像双重手段监测电缆终端及接头部位的电场均匀性与热分布情况。一旦发现接头温升超过额定阈值或者局部放电幅值异常,必须立即实施解体检查并进行更换处理。老旧设备服役周期较长时,不应再单纯依靠计划性检修来延长寿命,而是要将其纳入系统性更新改造范畴。比如优先使用新型真空断路器替换老式少油断路器,配置气体绝缘环网柜取代传统敞开式开关柜,并且采用绝缘等级更高且更强过载能力的环氧浇注干式变压器,从而提升10kV配网设备整体运行的可靠性<sup>[4]</sup>。另外在设备更新方面,针对额定电流与短路开断能力的匹配计算必须严格依据系统负荷预测曲线来开展,在防止额定容量相对偏小情况下导致过载失效出现。最后,需要对选型参数以及运行档案实施统一归档处理,并构建全寿命周期运行数据库,目的在于方便在后续的维护工作中能够开展趋势性分析以及失效规律建模,最终达到维护工作的计划化以及具备前瞻性。

### 3.4 强化防雷与绝缘防护

鉴于雷电过电压以及绝缘劣化导致的在10kV配电网故障呈现出突发性与破坏性的特点,实施系统化防雷与绝缘防护体系是防范工作的核心。架空线路方面,在雷暴频发区域适宜分级配置金属氧化物避雷器,同时配备低电阻接地装置,以此确保冲击电流能够快速泄放。在高土壤电阻率地区则采用多点并连接地极或化学降阻材料促使泄流通道稳定,并且针对避雷器实施定期动作次数计量及泄漏电流检测,以便在非线特性下降前及时进行更换。针对变电站以及村镇重点用户出线端要建立分级防雷保护体系,即在线路进线处、母线汇集处和终端设备侧分别安装Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级过电压保护器,借助这种阶梯式的方式削弱雷电冲击能量,同时通

过屏蔽地线和均压环结构实现电场分布优化。针对台风及覆冰灾害高发区域的杆塔基础及拉线系统开展周期性力学性能检测,且采用热镀锌钢材或者复合绝缘子用以替代易腐蚀部件;同时应选用大分裂防冰导线、喷涂氟硅类疏水涂层绝缘子针对覆冰严重区段,以此降低因冰雪附着造成的绝缘闪络概率<sup>[5]</sup>。洪涝灾害防范上,针对低洼区域配网线路除设计阶段需提升杆塔基础的高度外,还应做好配套排水沟渠修建工作,从而防止长期积水导致杆塔钢筋锈蚀以及混凝土劣化的情况。而电缆线路的接头与终端位置要实施环氧密封,并用多层防水胶带进行缠绕处理,而电缆沟底部增添排水孔以及集水井,以此来保证雨水不会倒灌进入沟道内部。

## 4 结语

综上所述,作为电力系统跟终端用户间极为关键的纽带,10kV配网供电可靠性受其运行的安全稳定性的所决定,通过分析其常见故障不难发现,线路短路、接地异常、设备失效以及雷电和自然灾害这四类是影响10kV配网安全运行的主要故障类型。为此,上文结合我国电网实际运行状况提出防范它们的针对性策略,包括强化线路巡检与故障隔离、提高绝缘水平与接地监测、加强设备维护与更新以及强化防雷与绝缘防护。通过实施这些防范策略促使10kV配网运行故障发生率大幅降低,供电系统的安全性可靠性得以提升,最终保障电力系统持续稳定运行。

### 参考文献

- [1] 薛舒月,宋玲燕,王亦琛.10kV配电网线路常见的施工故障及运维技术关键探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024(26):94-96.
- [2] 白如云.10kV配网技术中常见的故障及防范措施[J].自动化应用,2023,64(S02):120-122.
- [3] 黄晶晶.10kV配电网运行中的常见故障与解决措施[J].农村电工,2022(008):030.
- [4] 梁家明.10kV配电网运行中的常见故障与解决措施[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023.
- [5] 彭伟.10kV配网技术中常见故障及防范措施探究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(5).