

Common Operation and Maintenance Faults and Their Handling in 10kV Distribution Lines

Lin Hou

State Grid Shandong Electric Power Company Yuncheng County Power Supply Company, Yuncheng, Shandong, 274700, China

Abstract

10kV distribution lines, situated between the distribution network's terminal end and user terminals, are characterized by numerous points, extensive coverage, and complex channel conditions. These lines not only handle load transmission across urban and rural areas but also face direct exposure to construction disturbances, tree growth, contaminated humidity, and aging accessories in field environments. In practical operation and maintenance, faults often manifest not as isolated equipment failures but as concentrated reflections of systemic instability involving the line structure, channel environments, and ancillary connection components. Based on current distribution line protection regulations, inspection requirements, and publicly accessible industry literature, this study analyzes four high-frequency issues: external damage, tree line collisions, insulator pollution-induced flashover aging, and cable terminal/intermediate joint abnormalities. Corresponding on-site actionable solutions are proposed to provide technical references tailored for 10kV distribution line operations and maintenance practices.

Keywords

10kV; distribution line; common operation and maintenance faults; handling; measures

10kV 配电线路常见运检故障及处理

侯林

国网山东省电力公司郓城县供电公司, 中国·山东 郓城 274700

摘要

10kV配电线路处于配电网末端与用户侧之间, 线路点多、面广、通道条件复杂, 既承担城乡负荷输送, 又直接暴露在施工扰动、树木生长、污秽潮湿和附件老化等现场环境中。实际运检中, 故障并不总是表现为单一设备损坏, 更多时候是线路本体、通道环境和附属连接部位共同失稳后的集中反映。基于当前配电线路保护规定、巡视要求以及公开可检索的行业论文条目, 本文围绕外力破坏、树障碰线、绝缘子污闪老化、电缆终端及中间接头异常四类高频问题展开分析, 并对应提出现场可实施的处理措施, 以期为10kV配电线路运检工作提供更贴近配电现场的技术参考。

关键词

10kV; 配电线路; 常见运检故障; 处理; 措施

1 引言

10kV 配电线路作为中国输配电系统的有机组成部分, 是实现中长距离电力资源配置的有效方式, 在很大程度上满足了经济发展、社会生活等诸多领域的能源消费需求。10kV 配电线路既包含架空线路, 也包含城市区域大量采用的电缆线路, 运行边界长、分支多、沿线环境差异大, 其运行过程中受到多种因素的影响, 故障发生率相对较高, 影响了配电线路运行的有效性、稳定性^[1]。

2 10kV 配电线路常见运检故障

2.1 外力破坏故障

外力破坏故障在 10kV 配电线路中十分常见, 城区多见于吊车、泵车、渣土车和大型构件运输车辆误碰导线或拉线, 农村和城郊结合部则多见于违章开挖、打桩、取土、建房施工影响杆塔基础稳定。此类故障往往来得急, 现场可同时出现导线散股、横担偏移、拉线受力异常、杆身倾斜甚至断杆等连锁现象。其突出特点不是单点老化, 而是外部活动直接改变了线路原有受力条件和安全距离, 尤其在道路拓宽、管线迁改、厂房扩建阶段更易集中暴露。若通道内长期缺少明显边界标识, 或杆塔周边基础区被反复扰动, 故障就容易由局部机械损伤演变为整段停运。

【作者简介】侯林 (1974-), 男, 中国山东郓城人, 本科, 工程师, 从事配电运检研究。

2.2 树障碰线故障

树障碰线故障在乡镇线路、山地线路和城郊绿化带线路中发生频率较高,常见表现为树枝进入导线摆动范围后引发单相接地、间歇性放电和雨后跳闸。该类故障具有明显季节性,春夏生长旺季、台风暴雨前后和大风天气最易反复出现。实际运检中,很多通道初看并不严重,但一旦叠加导线弧垂增大、风偏摆动和树冠外扩,局部安全间隙就会迅速被压缩。部分线路虽然进行了表面修剪,但只处理了可见枝条,没有解决通道内高秆植物持续回长的问题,因此同一档距在短周期内再次出现擦碰。树障故障的麻烦之处在于它常常先表现为偶发,再逐步演变成稳定缺陷^[2]。

2.3 绝缘子污闪与老化故障

绝缘子污闪与老化故障多发生在道路扬尘区、化工粉尘区、沿海盐雾区和长期潮湿雾重区。运行初期,绝缘缺陷往往只表现为表面污秽积聚、釉面失光或局部细裂纹,随着受潮、受盐、受尘叠加,泄漏通道逐渐形成,在高温、凝露或毛毛雨条件下更容易出现闪络放电。对10kV线路而言,这类故障并不一定伴随器整体破碎,但会造成跳闸、烧痕、伞裙边缘碳化和金具附近电蚀加重。现场还常见老旧瓷绝缘子与污染环境不匹配的问题,投运年限较长后,其绝缘裕度下降,遇到负荷高峰和气象突变时更容易暴露。其本质是绝缘表面状态恶化与外部运行环境共同作用后的结果。

2.4 电缆终端及中间接头故障

电缆终端及中间接头故障在城市10kV配电线路中较为突出,尤其容易出现在转接频繁、负荷波动较大、井道潮湿或早期施工质量控制不足的区段。其外在表现并不总是直接击穿,前期往往先出现局部发热、护层破损、终端表面爬电痕迹、接头位置放电声或绝缘气味异常,之后才发展为相间短路或单相接地。该类故障常与剥切尺寸控制不严、半导电层处理粗糙、密封不到位、附件受潮以及长期热应力积累有关。由于电缆大多埋地或敷设在沟道、竖井和设备夹层中,故障点不易直观发现,处理周期通常比普通架空线缺陷更长,对城市配电连续供电影响也更直接。

3 10kV 配电线路常见运检故障的处理措施

3.1 外破点段分级整治

外破点段整治不能按单一抢修思路处理,而应将通道、施工和杆塔受力状态作为同一故障链同步处置。第一,运检人员到场后应先复核线路保护边界,把跨路口、厂区出入口和在建工地旁的点段单列,高风险区应按现状落桩放线,对原有模糊、移位、缺失的警示牌和杆号一并补正;对1—10kV架空线路,在最大计算风偏条件下,导线边线距建筑物的水平安全距离为1.5m,35kV及以下杆塔、拉线基础外缘5m内不得取土、打桩和开挖,因此现场标识不能只挂在线路正下方,还要把禁挖边界落到杆塔周边,并向施工单位交清可作业面和禁入面^[3]。第二,遇到吊装、顶管和翻修

作业时,班组必须先做书面交底并核实施工机械活动包络,施工周边与1—10kV架空线路边线的最小安全操作距离为6.0m,机动车道与线路交叉时最低点距路面的最小垂直距离为7.0m,起重机在10kV线路附近吊装时,最大偏斜状态下沿垂直方向、沿水平方向最小安全距离分别为3.0m和2.0m,凡超过4m高度的车辆或机械通过架空线都不能凭经验放行,必要时应先停工、改道或采取可靠防护。第三,外破已经造成杆身偏移、横担扭斜或导线受冲击时,处理顺序应先稳基础和拉线,再校正杆身、金具与绝缘子串,接地引下线、接地体外露点和拉线棒埋设部位要一并检查,发现松土、裂缝、回填不实或基础边角掉块,必须先加固后换线,不能把结构隐患留到送电后再处理。第四,故障消缺后不得立即恢复常态运行,班组还要复测弧垂、相间净距和关键连接点温升敏感部位,并对压接管、耐张线夹、并沟线夹及跳线弧度逐处复核,对新开挖地段同时核对沟槽边缘与外电埋地电缆沟槽边缘距离不得小于0.5m,确认机械状态、电气状态和通道条件均恢复并留存复测记录后方可送电,并完成班组、监护人与施工方三方签认。

3.2 树线矛盾持续清障

树线矛盾类缺陷要真正降下来,现场处置必须从故障后砍剪转到按通道条件持续控长。第一,运检班组应按杆段、档距和树种重做清障台账,不把竹类、杨柳类、行道树和宅旁散生高树放在同一修剪尺度下处理,对生长快、回弹强的点位要采用疏冠、降高、偏冠回缩和危枝卸载结合的办法,不能只做平头式截枝;在线路保护区核定时,应把一般地区1至10千伏导线边线外延5米范围一并落到现场,在人口密集区还要按最大风偏后水平安全距离不小于1.5米复核边界,并把保护标志补到村道口和外破高发穿越点。第二,对产权明确的林木,供电所应先完成告知、签认和修复周期约定;对城市绿化、道路绿化和拒不配合点位,应及时提请属地政府、电力管理部门和园林单位联动处置,因为已批准的架空线路妨碍绿化树木安全运行时,园林部门负有修剪责任,保护区内也不得继续种植可能危及线路安全的树木、竹子;同时,35千伏及以下杆塔、拉线基础外缘周围5米范围内不得开挖取土,避免清障机械进场后又把杆基稳定条件破坏。第三,清障结束不能只看眼前通道是否见亮,还要逐档复核弧垂最低点、转角杆外侧风偏摆动区和跨路区段上下净空;10千伏导线在最大风偏情况下与树木的最小水平距离按1.5米控制,导线与树木或其他物体的垂直安全距离不少于3米,跨越道路时导线对地最小垂直净距按7米校核,必要时结合当档负荷季节和弧垂实测值修正复剪高度,避免只清正下方、遗漏侧向和下沉区。第四,对两年内重复发生树障跳闸的区段,检修计划应前移到汛前和速生期前,并把导线绝缘层磨伤、绑线松脱、线夹偏磨和金具锈蚀作为同步消缺项目;若通道内仍有超高车辆、吊车或打桩机械穿越,凡高度超过4米的车辆和机械通过架空线路时,必须先落实

安全措施并履行审批要求,再组织现场监护和通行,同时把复发点纳入下一轮巡视首段^[4]。

3.3 污闪缺陷分区消缺

为把 10kV 配电线路污闪处置从事后抢修转到按污源和绝缘状态分区消缺,现场宜先依据污区分布图、盐密灰密测试和沿线环境复核结果,把线路划成扬尘、水泥粉尘、沿海盐雾、河谷潮湿及普通区段,同一条线不再套用单一清扫周期;对局部重污染点位还应按网格化增设取样点,若饱和等值盐密已大于 0.35mg/cm²,就不能继续按一般污区安排,应单独校核外绝缘配置和检修窗口。对已经出现裂纹、放电麻点、伞裙破损、瓷件失光或金具锈蚀污染伞面的绝缘子,班组应直接退役更换,不把擦拭当作修复手段;对本体完好但表面积污厚、泄漏痕迹连续的绝缘子串,则应结合停电计划成串清扫,并把横担、线夹、连接板和绝缘子上方易锈蚀金属部件一并处理,避免污层和锈蚀物再次形成沿面导电通道。进入迎峰负荷期、连续无降水日明显延长以及大雾、毛毛雨、覆冰雪时段,运检人员应立即开展针对性巡视,重点核看引流线、并沟线夹、跌落式熔断器引线及脏污设备表面是否存在烧灼、断股、紫外放电和局部过热痕迹,发现绝缘削弱后先隔离缺陷点,再安排消缺,不能边观察边带病运行。对反复积污而外绝缘爬距明显吃紧的旧线,不宜长期依赖人工擦拭维持,应把增爬、换型和整串改造列入年度停电检修;因为清扫在现行要求中仅属于辅助性防污闪措施,外绝缘不满足要求的设备仍应治理。现场实施停电清扫时,应先清理绝缘子下表面和伞间沟槽,再处理金具接头和横担死角,清后复测盐密、检查销钉开口、均压件和绑扎状态,确认无残留污浆、无松脱后再恢复送电。对反复污闪杆位,还应同步检查氧化锌避雷器外套、脱离器及接地引下线,接地连接要可靠并便于测试,避雷器整治不宜单独加装辅助伞裙,以免形成新的防污死角。现场补涂防污闪材料时,不得在大雾、阴雨潮湿天气施工,并应核实表面清洁度、涂层厚度和附着力。

3.4 电缆附件规范重做

电缆附件规范重做的处理关键,不在于把故障头尽快包回去,而在于把故障机理、拆检结果、重做工艺和复电前验收全部压实到同一处置链条中。第一,运检人员停电验电并装设接地线后,应先把故障点缩到终端头或中间接头本体,再结合碳化部位、相间痕迹、铜屏蔽发黑范围、绝缘电阻变化以及护层接地异常情况,判断是受潮放电、界面爬电还是压接发热击穿,防止把本应重做一个接头的缺陷扩大成

整段电缆更换,同时也避免遗漏分支箱、电缆终端杆和沟内积水等诱因,并把故障相别、负荷时段和保护动作信息一并对应核实。第二,拆除故障附件时,必须把半导电层切口是否平顺、绝缘表面是否留有刀痕、压接管有无虚压偏压、铜屏蔽断口是否扎紧、应力控制区有无气隙和水痕逐项查清,凡主绝缘已碳化、密封口失效、应力锥过渡不顺或压接处已有氧化发黑的,不得只补外护套继续运行,旧头剖面、压痕和受潮范围还应留存记录,便于核定失效根因。第三,重新制作时应严格按附件说明书和施工标准控制剥切尺寸、打磨方向、清洁条件和压接顺序,GB 50168-2018 明确要求终端及接头不得在雾、雨或五级以上大风环境中施工;10kV 冷缩中间接头应采取多层密封,扩张率不小于 100%,其导体长期运行温度为 90℃,短路时可承受 250℃但持续时间不得超过 5 s,故现场不得混用不匹配规格附件,也不能将受潮套件烘烤后再次装用^[5]。第四,附件完成后还要复核相序、接地、相色和固定状态,并按交接要求进行耐压检查,常用 8.7/15kV 电缆交流耐压值为 30.5kV、持续 5 min;同时清理沟井积水、淤泥和锐硬杂物,终端与接头处应挂牌,地下电缆保护区按规定为通道两侧各 0.75 m,凡该范围内的开挖、堆载和外管线顶碰隐患均应同步处置,确认无再次受力、再次进水和机械挤压条件后方可恢复送电。

4 结语

综上所述,10kV 配电线路故障处理的难点,不在于单纯识别某一个损坏部位,而在于准确把握线路本体、通道环境和附件状态之间的因果关系。外力破坏、树障碰线、绝缘污闪老化、电缆附件异常虽然表现不同,但都要求运检人员把现场核查做细,把停电消缺做实,把复查验收做到位。只有将故障类型与对应处置工艺一一对应,才能减少同类问题反复发生,稳定提升 10kV 配电线路运行质量。

参考文献

- [1] 赵洪文,张 斌.配电线路常见故障及配电运检管理措施[J].Urban Architecture & Development, 2025, 6(22).
- [2] 杜文纪.配电线路常见故障及配电运检管理措施的探索[J].数字化用户, 2025(16).
- [3] 李海波.配电线路运检中故障诊断技术研究[C]//全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(二).2024.
- [4] 薛伟斌,朱冰涛.浅谈配网配电线路的常见故障与运检管理策略[J].城市建设理论研究(电子版), 2024(24):61-63.
- [5] 李志新,齐建杰.配电线路常见故障及配电运检管理措施研究[J].工程管理, 2025(8).