

农村 0.4kV 低压配电线路短路故障查找及排除措施

严飞

宝应县三新供电服务有限公司望直港供电所

DOI:10.12238/etd.v6i6.16796

[摘要] 农村0.4kV低压配电线路短路故障影响大,成因复杂,涵盖外力破坏、设备老化及人为误操作等。查找时,可依据保护装置动作情况、用户反馈初步定位,再通过现场巡查、仪器检测等手段,结合分段排查缩小范围、精准定位。排除措施包括紧急切断电源、规范设置警示,及时修复更换故障部件与设备,推进预防性维护与升级改造,并加强用户侧安全用电宣传与管理,保障线路安全运行。

[关键词] 农村0.4kV低压配电线路; 短路故障查找; 排除措施

中图分类号: TM726 **文献标识码:** A

Locating and Eliminating Short-Circuit Faults in Rural 0.4kV Low-Voltage Distribution Lines

Fei Yan

Baoying County Sanxin Power Supply Service Co., Ltd. Wangzhiang Power Supply Station

[Abstract] Short-circuit faults in rural 0.4kV low-voltage distribution lines have significant impacts and complex causes, including external damage, equipment aging, and human operational errors. For fault detection, the activation status of protection devices and user feedback can be used for preliminary localization. Field inspections and instrument testing are then employed, combined with segmented troubleshooting to narrow down the scope and achieve precise identification. Mitigation measures include emergency power shutdowns, standardized warning setups, timely repair or replacement of faulty components and equipment, promotion of preventive maintenance and upgrades, as well as strengthening user-side safety awareness and management to ensure the secure operation of the lines.

[Key words] Rural 0.4kV low-voltage distribution lines; Short-circuit fault location; Elimination measures

引言

在农村经济持续发展、用电需求不断增长的当下,0.4kV低压配电线路作为电力输送的“毛细血管”,其稳定运行至关重要。然而,受复杂环境、设备老化及人为因素等影响,短路故障频发,不仅造成电力供应中断,影响村民生产生活,还可能引发安全事故。快速准确地查找短路故障点并有效排除,成为保障农村电网安全可靠运行的关键。本文深入剖析短路故障类型与成因,探讨科学查找方法,并提出针对性排除措施。

1 农村0.4kV低压配电线路短路故障类型及成因分析

1.1 短路故障类型

(1) 三相短路: 此故障较为少见,但危害极大。故障发生时,三相导线同时出现短路,线路中的电流会急剧升高,远超正常运行电流,易瞬间烧毁配电设备,还可能引发线路起火,对整个配电系统的稳定运行造成严重冲击,甚至导致大面积停电。(2) 两相短路: 该故障多发生在导线交叉或绝缘破损的场景。当两根不同相的导线直接接触时,就会形成两相短路,造成线路局部电

流异常增大,使线路保护装置动作跳闸,影响部分区域的电力供应,给农村居民的生产生活带来不便。(3) 单相接地短路(含相间短路): 这是农村低压配电线路中最常见的故障类型。单相接地短路通常是因导线绝缘层损坏后与大地接触所致;若故障进一步发展,可能引发相间短路。此类故障会导致线路电压不稳定,不仅影响用电设备的正常工作,还可能缩短设备使用寿命。

1.2 短路故障成因

(1) 外部因素: 农村地区地形复杂,雷击是重要诱因,雷电击中线路会产生瞬时高电压,击穿导线绝缘层引发短路;外力破坏频发,农用车辆行驶中易碰撞电杆、拉线,树枝在风力作用下也会频繁触碰导线,均会破坏线路结构导致短路;此外,农村田间的鼠类、鸟类等动物侵入配电设备,也可能造成线路短路。(2) 内部因素: 部分线路运行年限长,绝缘子老化失去绝缘性能、导线出现磨损或腐蚀,都会降低线路绝缘水平;部分线路安装时未严格遵循规范,导线连接不牢固、绝缘层包裹不严,易引发短路;农村用电高峰期,线路常过载运行,会加速绝缘层老化损坏,最终导致短路。(3) 人为因素: 部分村民安全用电意识薄弱,在用

电过程中存在误操作,如违规合闸、私拉乱接电线等行为,破坏了线路正常的供电秩序,极易引发短路故障,给线路安全运行带来极大隐患^[1]。

2 农村0.4kV低压配电线路短路故障查找方法与技术

2.1 初步判断与信息收集

(1) 基于保护装置与用户反馈定位故障区域:当短路故障发生时,线路保护装置(如断路器、漏电保护器)会根据故障类型自动动作跳闸。工作人员可先查看保护装置的动作记录,如跳闸时间、故障电流数值等。若三相断路器同时跳闸,大概率是三相短路或严重相间短路;若单相漏电保护器跳闸,多为单相接地短路。同时,及时收集用户反馈,通过村民报告的“某片区突然断电”“家中电器异常断电”等信息,结合线路拓扑图,初步锁定故障可能发生的村落、路段范围,避免盲目巡查。(2) 收集线路数据与历史记录辅助分析:调取线路运行基础数据,包括线路敷设方式(如架空、地埋)、导线型号、绝缘子类型、配电变压器容量及近期负荷变化等,这些数据能帮助判断故障是否与线路承载能力、敷设环境相关。此外,梳理该线路的历史故障记录,若某一区段曾多次因树枝触碰引发短路,此次故障可优先排查该区域的树障问题;若线路已运行15年以上,需重点关注绝缘子老化、导线腐蚀等潜在隐患,为后续排查提供方向。

2.2 现场巡查与目视检查

(1) 检查线路外观识别异常:工作人员沿初步锁定的线路区段巡查,重点关注架空导线是否存在断股、磨损、接头松动等问题。若导线因风吹、外力碰撞出现明显断股,断口处可能因接触不良引发短路;查看绝缘子状态,若发现绝缘子破裂、表面有明显裂纹或附着大量污垢(雨水冲刷后易导电),需标记为可疑故障点,因其绝缘性能下降可能导致导线与电杆之间漏电,引发单相接地短路。对于地埋线路,需检查地面是否有施工痕迹,若近期有农田耕种、道路维修等作业,可能导致地埋导线被挖断,需观察地面是否有导线外露、电缆标识桩损坏等情况。(2) 查找明显故障点痕迹:留意线路周边是否有短路故障的典型痕迹,如电杆根部、导线接头处有烧焦发黑的印记,大概率是短路时电流过大产生高温所致;检查配电台区设备(如配电箱、开关箱),若箱内有异味、元器件烧蚀痕迹,可能是箱内线路短路;同时,查看线路附近是否有异物侵入,如塑料薄膜缠绕导线、鸟类筑巢时掉落的树枝卡在两根导线之间,这些异物可能导致导线绝缘被破坏,引发相间短路^[2]。

2.3 仪器检测与数据分析

(1) 用基础仪器检测绝缘性能:使用绝缘电阻测试仪(兆欧表)检测线路绝缘电阻,测试前需断开线路两端电源及所有用电设备,分别测量相线与相线、相线与大地之间的绝缘电阻值。若某两相之间绝缘电阻显著低于规范值(低压线路绝缘电阻通常要求 $\geq 0.5M\Omega$),说明该两相导线间存在绝缘损坏,可能引发两相短路;若某一相与大地之间的绝缘电阻接近 0Ω ,可判定为单相接地短路。同时,用万用表测量线路通断情况,对怀疑有断裂的地

埋导线,可通过万用表电阻档检测,若电阻值显示“无穷大”,说明导线已断裂,需进一步定位断点。(2) 借助专业装置定位故障点:在较长线路或复杂区段,可使用故障指示器辅助排查。将故障指示器安装在各分段开关处,合闸送电后,若某一指示器显示“故障”信号,说明故障点位于该指示器与前一指示器之间的区段,快速缩小范围。对于远距离架空线路,可采用行波测距装置,通过向线路注入高频行波,接收故障点反射的行波信号,结合行波传播速度与时间差,计算出故障点距离测试端的准确位置,误差可控制在10米以内,大幅减少人工巡查工作量。(3) 分析电流电压波形辅助判断:通过配电自动化系统或便携式电能质量分析仪,采集故障发生前后的线路电流、电压波形数据。正常运行时,电流电压波形呈正弦曲线;短路故障时,电流波形会出现突变(如三相短路时三相电流急剧升高且相位一致),电压波形会出现骤降(如单相接地短路时故障相电压接近0V,非故障相电压升高)。通过对比波形变化,可进一步确认故障类型(如区分单相接地短路与相间短路),并结合波形突变的时间点,关联线路区段,辅助定位故障点。

2.4 分段排查与隔离验证

(1) 利用分段开关划分线路区段:农村0.4kV低压线路通常会在关键节点(如村落入口、线路分支处)设置分段开关(如柱上断路器、隔离开关)。工作人员先将所有分段开关断开,根据线路拓扑结构,将整条线路划分为3-5个独立区段(如“配电变压器-村东开关”“村东开关-村西开关”“村西开关-村南末端”),每个区段长度控制在500米以内,便于逐一验证。(2) 合闸送电验证区段状态:按照“从电源端向负荷端”的顺序,先合上配电变压器总开关,再逐一合上各分段开关并观察线路状态。若合上某分段开关后,线路保护装置立即跳闸,说明故障点就在该开关控制的区段内;若合上后线路运行正常(电流电压稳定、无跳闸现象),则排除该区段故障,继续排查下一区段。对于已锁定的故障区段,可进一步细化划分(如按电杆编号分为小段),重复合闸验证步骤,直至精准定位到具体电杆、导线接头或设备,最终确认故障点并开展维修。

3 农村0.4kV低压配电线路短路故障排除措施与实施

3.1 紧急处理措施

(1) 快速切断故障线路电源:工作人员需第一时间抵达配电台区,通过操作总断路器或分段开关,切断故障线路的电源供应。操作前需确认开关型号与操作规范,若为手动开关,需佩戴绝缘手套、使用绝缘操作杆,防止触电;若为自动开关,可通过远程控制系统或现场按钮跳闸。切断电源后,需检查开关状态指示灯,确保线路已完全断电,避免因开关故障导致“假跳闸”,防止后续作业中人员触电或设备二次损坏。(2) 规范设置安全警示标志:在故障线路的电源切断点、故障区段两端电杆及周边区域,设置“禁止合闸,有人工作”“高压危险”等警示标志,同时使用警示带围蔽故障区域,禁止无关人员靠近。尤其在农村道路旁、农田附近的故障点,需将警示标志设置在显眼位置(如电

杆根部、道路路口), 避免村民因不知情误入作业区域, 或农用车碰撞故障设备引发安全事故^[3]。

3.2 故障修复与更换

(1) 更换损坏线路部件: 针对导线断股、绝缘层破损问题, 需裁剪损坏段, 选用与原导线型号一致的导线进行接续, 接头处采用压接或焊接工艺, 确保接触牢固、绝缘包裹严密; 若绝缘子破裂、老化, 需拆除旧绝缘子, 更换为符合低压线路标准的新绝缘子, 安装时保证瓷件无裂纹、密封胶完好, 防止雨水渗入影响绝缘。对于地理导线断裂, 需开挖找到断点, 采用防水接头连接后重新填埋, 并做好标识。(2) 修复或更换故障设备: 若断路器、负荷开关因短路电流烧毁, 需先检测设备损坏程度—若仅为触点烧蚀, 可打磨触点并更换损坏的绝缘部件; 若内部线圈、灭弧室损坏, 需整体更换同型号设备, 更换后需测试设备分合闸功能及保护定值, 确保与线路匹配。对于配电箱内烧毁的元器件(如熔断器、接触器), 需逐一排查更换, 恢复箱内线路连接, 确保接线规范、无裸露。

3.3 预防性维护与升级改造

(1) 开展定期巡检与隐患清理: 制定季度巡检计划, 组织工作人员沿线路排查树障, 对距离导线不足1米的树枝进行修剪, 尤其在春季树木生长旺季, 需增加巡检频次; 同时清理线路上的异物(如塑料薄膜、风筝线), 检查电杆基础是否牢固、拉线是否松弛, 及时处理潜在隐患。巡检过程中需做好记录, 对发现的问题分类登记, 明确整改时限与责任人。(2) 推进老化设备更换: 对运行年限超过15年的导线、绝缘子, 以及频繁跳闸的老旧断路器, 制定分批更换计划, 优先更换人口密集村落、重要农业生产区域的线路设备。更换时选用绝缘性能更好的交联聚乙烯导线、防污型绝缘子, 提升线路整体绝缘水平, 减少因设备老化引发的短路故障。(3) 加装防护装置: 在雷电多发区域(如山顶、空旷农田)的线路上, 安装氧化锌避雷器、防雷接地装置, 降低雷击对线路的冲击; 在配电台区配电箱内加装过电压保护器, 防止电压骤升击穿设备绝缘层; 对穿越农田、道路的线路, 加装防

鸟刺、防外力碰撞的防护套管, 减少动物侵入与外力破坏导致的短路^[4]。

3.4 用户侧管理与教育

(1) 加强安全用电宣传教育: 结合农村集市、村委会会议等场景, 通过发放宣传册、播放警示视频、现场讲解等方式, 向村民普及短路故障的危害(如烧毁电器、引发火灾)及安全用电常识(如不用湿手操作电器、不私拆电表)。针对老年人、留守儿童等群体, 开展上门宣传, 用通俗易懂的语言讲解用电注意事项, 提升整体安全用电意识。(2) 规范用户接线行为: 联合村委会、供电所, 定期排查村民私拉乱接电线的情况, 对违规接线(如电线直接缠绕在树枝上、多户共用一个插座)的用户, 下达整改通知书, 协助其规范接线。同时, 为村民提供免费的接线指导服务, 推广使用合格的插座、漏电保护器等设备, 从源头杜绝因接线不规范引发的短路故障, 保障用户侧用电安全与线路整体稳定。

4 结束语

农村0.4kV低压配电线路短路故障的有效查找与排除, 是保障农村电力稳定供应、推动农村经济持续发展的关键环节。通过精准分析故障成因、运用科学查找方法, 并采取及时有效的排除措施, 我们能够显著降低故障发生率, 提升供电可靠性。未来, 还需不断强化线路维护管理, 提升技术人员专业能力, 同时加强用户安全用电教育, 共同构建安全、稳定、高效的农村电网环境。

[参考文献]

- [1] 彭超敏, 谢佳, 方纪斌, 等. 0.4kV调压器在农村网改台区零散低电压治理中的应用[J]. 大众用电, 2024, (06): 66-67.
- [2] 于劲丛. 10/0.4 kV变电所接地做法简析[J]. 科技创新与生产力, 2023, (06): 54-56.
- [3] 朱中原. 0.4 kV配电网无功补偿优化模型的构建策略[J]. 电工技术, 2023, (10): 96-97.
- [4] 刘飞. 0.4kV输配电线路的运维与故障排除技术研究[J]. 家电维修, 2024, (11): 104-106.