

10kV配电线路常见运行故障及预防措施

杨永锋 魏爱国

内蒙古电力集团公司巴彦淖尔供电公司乌拉特后旗供电分公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘要：10kV配电线路运行状态直接关系区域供电质量与用电安全。本文围绕10kV配电线路常见运行故障展开研究，系统梳理短路、断路、漏电、绝缘子异常及杆塔金具配套等故障类型，深入剖析自然环境、设备老化、施工不规范、运维疏漏及外力干扰等致因，并从设备选型安装、运维巡检体系、恶劣环境防护、设备更替管控及外力防控等维度提出预防措施。多层次预防手段协同配合，有助于降低线路故障发生概率，维系配电网络平稳运行。

关键词：10kV配电线路；运行故障；预防措施；故障成因；运维管理

引言：10kV配电线路承担着区域电能输送与分配的重要职能，运行环境复杂且暴露于户外，各类故障频发对供电连续性构成持续威胁。短路、断路、漏电及绝缘子异常等故障类型各有成因，自然环境侵蚀、设备材质衰减、施工安装偏差及运维管护缺失等因素交织叠加，加剧了线路运行隐患的滋生。深入剖析故障成因与演变规律，构建系统完善的预防管控体系，对于维系配电网络安全稳定运行具有重要的现实意义。

1 10kV 配电线路基础理论与运行特性

1.1 10kV配电线路基本构成

10kV配电线路是电力输送网络的重要组成载体，整体结构由架空线路主体与配套辅助设备共同组成。架空导线承担电能传输的核心功能，依托金属导电材质实现电能的远距离有序输送^[1]。绝缘子装置发挥绝缘隔离作用，阻隔导线与支撑结构之间的电气联系，规避漏电与短路问题的发生。杆塔结构作为线路支撑主体，按照标准间距完成架设，维持整体线路的排布形态与架设高度。线路配套设置避雷装置、接地装置与金具配件，各类构件承担防护、固定与连接的对应该功能。不同结构构件相互配合，搭建起完整的配电线路硬件体系，保障电能输送通道的完整性与稳定性。

1.2 10kV配电线路运行工作原理

10kV配电线路依托电力系统电势差完成电能的定向输送与分配，依托电网整体电势排布形成稳定的电能流通过程。电力系统输送端产出电能后，通过母线装置导入配电线路内部，依托导线导电特性完成线性传输。电能在线路内部完成有序流通后，逐级输送至各级配电终端，满足区域用电负荷的供电需求。线路运行过程中配合配套电气设备完成电压调控与电流规整，维持电能输送状态的平稳性。

1.3 10kV配电线路正常运行工况特征

稳定运行状态下的10kV配电线路，各项电气参数保持相对平稳的波动状态，负荷水平贴合线路设计承载标准。线路内部电流与电压维持标准浮动范围，不存在大幅波动或异常偏移的状态，电能输送质量保持稳定。线路整体绝缘性能维持良好状态，各类绝缘构件可以有效阻隔异常电气通路，杜绝漏电放电现象。线路机械结构保持完整规整，杆塔、导线与配套配件维持正常工作形态，不会出现形变或松动问题。整体运行状态保持平稳有序，输流程程连贯顺畅，适配区域常态化的电力供给需求。

1.4 配电线路运行影响因素分析

配电线路长期处于户外露天运行环境，外界环境变化会对运行状态产生直接作用。气象环境的动态变化会作用于线路外部结构与电气性能，干扰输电过程的稳定性。线路设备会随运行时长增加出现性能衰减，绝缘能力与机械强度会逐步发生变化，改变原有运行状态。周边外部环境的人为活动，会对线路结构造成间接或直接干扰，破坏线路运行的稳定条件。电网整体负荷的动态波动，会改变线路承载压力，引发电气参数的小幅变动。多重外界条件与设备自身状态的变化，共同构成影响配电线路稳定运行的主要因素。

2 10kV 配电线路常见运行故障类型

2.1 线路短路故障

短路故障属于配电线路运行中高发的电气故障类型，会造成线路正常输电回路出现非正常接通的状态。线路相间导体或对地导体出现连通异常，会让回路阻抗大幅降低，引发线路内部电流急剧攀升^[2]。过大的电流负荷会冲击线路配套电气设备，破坏导线表层结构与设备绝缘体系，干扰电网整体供电秩序。短路问题的出现会打乱线路正常输电节奏，造成供电中断，严重时会引起线路设备的热损伤，降低配电网整体运行稳定性。故

障发生阶段的电气异常变化,会对周边配电设备形成大范围的不良影响,扰乱区域电力输送的有序状态。

2.2 线路断路故障

断路故障代表配电线路输电回路出现断开性缺陷,电能传输通路发生中断,造成对应供电区域电力输送终止。户外架设的配电线路长期承受机械应力与外界外力作用,导线本体容易出现断裂或连接部位脱落的情况。线路接头松动、导线磨损开裂以及外部机械拉扯,都会造成输电回路无法闭合。断路问题出现后,对应线路区段无法完成电能输送,直接造成区域供电停滞,影响电力供给的连续性。这类故障具备明显的区域性特征,故障波及范围相对固定,多集中于线路受损的局部区段。

2.3 线路漏电故障

漏电故障源于线路绝缘体系性能下降,电能通过绝缘薄弱位置向外形成非正常泄放通道。线路表层绝缘结构长期受外界环境侵蚀,会逐步出现老化、破损或受潮变质的情况,绝缘阻隔能力持续下降。大气湿度变化、粉尘堆积以及长期电气负荷作用,都会加剧绝缘性能的衰减速度,诱发漏电问题。漏电状态会造成线路电能损耗增加,降低电力输送效率,持续的漏电现象还会加剧线路设备老化速度,滋生更多类型的线路运行隐患。

2.4 绝缘子异常故障

绝缘子是保障配电线路绝缘隔离的核心构件,构件运行状态直接决定线路电气安全水平。绝缘子表面附着污秽堆积、表层瓷体开裂、内部结构老化等问题,都会削弱绝缘防护能力。长期户外暴露的工作环境,会让绝缘子持续受到风霜雨雪的侵蚀,表层防护结构逐步劣化。绝缘性能下降后,线路对地隔离效果大幅减弱,容易诱发电弧放电与电气异常现象。构件出现的各类隐性缺陷难以快速识别,会长期影响配电线路的安全运行状态,提升各类电气故障的发生概率。

2.5 杆塔与金具配套故障

杆塔与各类金具构成配电线路的机械支撑与连接体系,结构完整性保障线路稳定架设与运行。杆塔长期受自然风力、温差变化影响,会出现基础沉降、结构倾斜以及表层风化破损等问题。各类固定、连接用金具会随运行时长增加出现锈蚀、松动或磨损损耗,破坏线路结构的紧固状态。结构支撑体系出现异常后,线路导线排布形态发生偏移,导线受力状态出现失衡问题,间接诱发电气故障。结构类缺陷会持续累积,逐步削弱配电线路整体运行的安全储备,影响线路长期稳定服役能力。

3 10kV 配电线路故障成因分析

3.1 自然环境因素引发故障

10kV配电线路全程布设于户外环境,各类自然气候条件会持续对线路设备产生侵蚀与冲击。大风天气会带动导线产生大幅度摆动,加剧导线与周边构件的摩擦损耗,改变线路稳定受力状态^[3]。雨雪雾气天气会提升空气湿润程度,增加绝缘子表面受潮概率,弱化绝缘防护性能,诱发漏电或放电问题。雷雨天气产生的瞬时过电压会直接冲击线路设备,破坏绝缘结构完整性。昼夜温差的反复交替会让导线、金具及绝缘子产生热胀冷缩形变,长期积累会造成结构疲劳损伤,逐步衍生各类线路运行隐患。

3.2 设备老化与材质损耗因素

配电线路各类设备与构件存在固定服役周期,长期持续运行会逐步出现材质性能衰减的现象。导线长期承载交变电流会产生热效应,金属材质会慢慢出现疲劳硬化,导线韧性与机械强度持续下降。绝缘子瓷体或塑胶材质经过长期环境侵蚀,会出现表层剥落、内部材质劣化等问题,绝缘防护性能逐步衰减。杆塔金属配件会出现氧化锈蚀现象,结构紧固性能不断弱化。各类设备材质的渐进式损耗,会持续降低线路整体运行可靠性,逐步引发各类电气故障与结构故障。

3.3 施工安装不规范引发隐患

线路前期施工安装的作业标准度,直接决定配电线路长期运行的稳定水平。施工过程中线缆架设松紧度把控不合理,会让导线长期处于异常受力状态,大幅提升后期形变与断裂的概率。设备安装对位精度不足、紧固力度不均匀,会造成金具连接松动、设备贴合不紧密等问题。绝缘构件安装流程不严谨,会残留细微安装缺陷,这些缺陷会在后期运行中持续放大。不符合标准化流程的施工操作,会为配电线路埋下隐蔽性运行隐患,大幅提升故障发生概率。

3.4 运维管护作业存在疏漏

常态化运维管护是维持配电线路稳定运行的关键环节,管护工作的缺失会加速故障滋生与蔓延。管护作业开展不够细致,无法及时发现线路表层磨损、金具锈蚀、绝缘子污秽等轻微缺陷。周期性巡检工作落实不到位,会让各类细微损伤持续累积,逐步发展为影响供电安全的严重故障。设备养护工作开展不及时,未按时完成清洁、紧固、养护作业,会持续弱化设备运行性能。管护体系的不完善与作业执行的不到位,会持续降低配电线路运行安全储备。

3.5 外部外力干扰因素

配电线路覆盖范围广、布设位置分散,容易受到各类外部人为与外物干扰。区域工程施工过程中的机械作

业, 容易对线路杆塔、导线及配套设备造成碰撞与刮蹭。周边植被无序生长会逐步贴近线路导线, 缩减绝缘安全距离, 诱发短路与漏电故障。沿线居民生产生活的不当操作, 会间接破坏线路结构与设备状态。各类外力干扰具备随机性与突发性, 会直接破坏配电线路的稳定运行条件, 快速引发各类线路故障, 干扰区域电力正常输送秩序。

4 10kV 配电线路故障预防管控措施

4.1 线路设备选型与安装优化

配电线路设备的基础品质与安装工艺标准, 直接决定线路长期运行的稳定基底。设备选型工作需要结合区域环境特征与线路承载需求, 筛选适配性更强、耐损耗性能更优的线缆、绝缘子及金属配套构件^[4]。严格把控设备出厂品质, 甄别材质性能薄弱、工艺存在瑕疵的设备品类, 从源头降低设备故障滋生概率。安装作业阶段需要统一标准化施工工艺, 精准把控线缆架设张力与架设高度, 规范各类金具的紧固力度与安装位置。细化绝缘构件的装配流程, 规避装配偏差与连接疏漏带来的隐性隐患, 全面提升线路搭建完成后的整体运行品质。

4.2 常态化运维巡检体系优化

科学完善的运维巡检体系, 能够及时捕捉线路各类细微缺陷, 阻断故障演变升级路径。优化巡检工作排布方式, 结合线路布设区域与运行负荷差异, 合理调配巡检频次与作业范围。细化巡检作业内容, 重点排查导线磨损、金具锈蚀、绝缘子污秽、杆塔形变等隐蔽性缺陷。完善巡检作业执行标准, 规范现场作业流程与记录方式, 杜绝巡检工作流于形式的问题。

4.3 恶劣环境下线路防护优化

针对复杂多变的户外环境, 需要针对性升级配电线路专项防护能力。结合大风、雷雨、温差交变等恶劣天气特征, 落实线路专项防护改造工作。对裸露线路及设备增设防护结构, 提升设备抗风、防雷与防潮能力, 削弱自然气候对线路结构与绝缘性能的侵蚀作用。定期清理绝缘子表面堆积的污秽物质, 维持稳定的绝缘防护水平。强化线路区段的环境适配改造, 提升整体结构对极端环境的耐受能力, 减少自然因素诱发的各类电气与结构故障。

4.4 设备老化更替与状态管控

依据配电设备服役周期规律, 建立常态化的设备状态管控与更替机制。持续跟踪线路各类构件的运行状态, 精准识别出现材质老化、性能衰减的设备部件。对绝缘性能下降、金属锈蚀严重、结构疲劳损伤的设备, 及时开展更换处置, 避免老旧设备持续带病运行。建立设备运行状态台账, 记录设备服役时长与状态变化规律, 实现老化问题的提前预判与主动处置。规范化的更替与管控模式, 能够持续更新线路设备性能状态, 维持配电网稳定的运行储备。

4.5 外力破坏防控机制完善

搭建全方位的外力破坏防控体系, 削弱外界干扰对配电线路运行状态的影响。针对沿线施工活动, 落实线路安全交底与现场监护工作, 规范施工操作行为, 规避机械作业带来的线路损伤^[5]。定期清理线路通道范围内的杂草与高大植株, 保持稳定的绝缘安全距离, 杜绝植被诱发的电气故障。加大线路安全宣传力度, 引导沿线群众规范生产生活操作。通过多维度防控手段, 降低外力干扰的发生概率, 筑牢配电线路安全运行的外部防护屏障。

结束语

10kV配电线路故障预防需从设备本体、运行环境及管理机制等多个层面协同推进。设备选型安装的源头把控与常态化运维巡检的过程管控相互衔接, 构成故障预防的基础框架。针对恶劣气候条件的专项防护与设备老化更替的状态管控相互补充, 持续巩固线路运行的安全储备。外力破坏防控机制的完善则从外部环境层面消除干扰因素。多维度预防措施的综合运用, 能够有效降低线路故障发生频率, 保障配电网持续稳定运行。

参考文献

- [1]周晓宇.10kV配电网线路接地故障的治理与预防[J].周口师范学院学报,2025,42(2):21-25.
- [2]杨智,荆雅.10kV配电线路的常见故障及应对措施研究[J].通讯世界,2025,32(2):82-84.
- [3]李可,寿成冬.农网10kV配电线路常见故障分析及防治方法[J].电力系统装备,2022(9):128-130.
- [4]张泽斌,苏克,王育飞.10kV配电线路常见故障及预防处理措施[J].农村电工,2024,32(5):41.
- [5]温郁滨.10kV架空线路常见故障分析及预防措施[J].农村电气化,2023(4):87-90.