

电力配电架空线路运行及管理

于鑫杰 顾飞杰

桐乡市电力工程有限责任公司 浙江 嘉兴 314500

摘要: 本文围绕电力配电架空线路运行及管理展开研究,先分析自然环境中气候、地理因素与人为环境中周边活动、污染源对线路的影响,再明确导线、绝缘子、杆塔、金具的运行技术要求。接着阐述运行监测方法、检测技术及风险评估与预警管理机制,最后详细说明日常维护、定期检修与故障抢修的具体措施。通过系统梳理各环节要点,为线路安全稳定运行提供全面技术支持,助力提升运维质量与供电可靠性。

关键词: 电力配电架空线路;运行环境分析;运行技术要求;监测检测;维护管理

引言:电力配电架空线路是电力传输关键环节,其运行稳定性关乎供电质量与社会正常运转。自然环境中的气候、地理、地质条件,以及人为活动中的周边施工、树木生长、污染排放等,均给线路运行带来挑战。深入分析运行环境、明确技术要求、完善监测维护体系,对保障线路可靠运行意义重大。

1 电力配电架空线路的运行环境分析

1.1 自然环境因素

气候条件对线路运行影响显著。强风会冲击杆塔致其倾斜或倒塌,还会使导线剧烈舞动,引发导线摩擦或与杆塔碰撞造成绝缘损坏;持续降雨冲刷杆塔基础,导致土壤流失、基础失稳,雨水渗入绝缘子表面易引发沿面闪络;积雪增加导线荷载,超限时可能致导线断裂,融雪冻融交替还会损害杆塔金属部件;雷电击中线路时,强雷电流会破坏绝缘子绝缘性能,甚至烧毁导线;高温使导线热胀伸长、弧垂增大,可能因与地面距离不足引发隐患;低温则让导线收缩张力上升,杆塔金属部件脆性增强,易出现断裂故障^[1]。地理环境制约线路建设与运行。山地地形起伏大,线路路径规划难,杆塔需避开陡坡沟壑,且山区易发生滑坡、泥石流等灾害,可能冲击杆塔致线路中断;平原地形平坦,线路敷设简便,但需关注土壤承载力,防止基础因土壤松软沉降;丘陵兼具山地与平原特点,地形坡度适中但局部复杂,需平衡路径长度与施工难度。地质方面,土壤电阻率直接影响接地装置效果,过高会致接地电阻超标、降低线路防雷能力;断层带等地质不稳定区域,土壤沉降或位移会破坏杆塔基础,影响线路长期稳定运行。

1.2 人为环境因素

周边活动对线路安全的干扰需关注各类人类行为影响。线路周边建筑施工过程中,重型机械作业可能碾压杆塔基础,导致基础变形或沉降,施工产生的土石堆积

还可能掩埋接地装置,影响接地效果;树木种植若距离线路过近,树木生长过程中枝干可能触及导线,引发线路短路跳闸,大风天气下倒伏的树木也会撞击杆塔与导线;交通活动频繁区域,车辆碰撞路边杆塔的风险较高,可能导致杆塔倾斜或倒塌,交通扬尘会加速绝缘子积污,降低绝缘性能。污染源对线路绝缘性能的损害需分析不同污染类型作用。工业生产排放的废气中含有二氧化硫、氮氧化物等腐蚀性物质,这些物质附着在绝缘子和金具表面,会逐渐破坏绝缘子绝缘层,腐蚀金具金属部件,降低设备使用寿命;农业生产中使用的化肥、农药随雨水渗透到土壤中,可能改变土壤化学性质,加速杆塔基础金属构件腐蚀,农业废弃物堆积在线路下方,也可能在干燥季节引发火灾,威胁线路安全。

2 电力配电架空线路的运行技术要求

2.1 导线运行要求

导线张力与弧垂需适配不同气象条件变化规律。高温环境下导线受热伸长,张力会随之减小,弧垂相应增大,需控制弧垂在安全范围内,避免导线与地面或障碍物距离不足引发安全风险;低温环境中导线收缩,张力升高,弧垂减小,需防止张力超过导线承载极限导致断裂;大风、覆冰天气会改变导线受力状态,需通过前期计算确定合理张力与弧垂范围,保障导线在各类工况下既不松弛也不紧绷,维持线路安全运行。导线连接需采用规范方法并满足质量标准,压接需使用专用压接工具,确保压接处紧密贴合,减少接触电阻;焊接需保证焊缝饱满,避免出现虚焊、漏焊,连接处电阻需控制在规定值内,防止局部过热烧毁导线,同时连接处机械强度需不低于导线本体强度,避免受力时断裂^[2]。导线腐蚀防护需针对腐蚀原因采取措施,大气中的水汽、污染物会加速导线腐蚀,沿海地区盐雾环境腐蚀更为严重,可选用防腐性能优异的合金导线,或在普通导线上涂刷防腐涂

料,形成防护层隔绝腐蚀介质,延长导线使用寿命。

2.2 绝缘子运行要求

绝缘性能是绝缘子核心运行指标,需能承受线路额定电压与瞬时过电压,在正常运行时阻止电流泄漏,过电压情况下不发生击穿。绝缘子表面若附着污秽物,遇潮湿天气易形成导电通道,引发闪络事故,需定期清洁或采用耐污型绝缘子,确保绝缘性能稳定。机械强度需满足线路受力需求,绝缘子需承受导线张力、风荷载及覆冰荷载等外力,可通过万能材料试验机检测抗拉强度,避免因强度不足出现断裂、破损,导致导线坠落。外观检查需定期开展,重点查看绝缘子有无裂纹、破损,可借助红外热成像仪辅助检测零值现象,也可使用绝缘子检测仪进行定性检测,当检测值 $\leq 500M\Omega$ 时需及时报警处理。裂纹会降低绝缘性能与机械强度,破损则可能直接失去绝缘作用;同时检查表面污秽程度,过多污秽会影响绝缘效果,发现问题需及时更换或清洁。

2.3 杆塔运行要求

杆塔稳定性需抵御各类外力影响,强风会对杆塔产生水平推力,覆冰会增加杆塔垂直荷载,地质灾害可能冲击杆塔基础,需通过合理的杆塔结构设计与基础加固,如采用抱箍补强或混凝土浇筑加固,基坑回填时需分层夯实的要求,每回填 500mm 压实一次,确保杆塔在这些工况下不发生倾斜、倒塌。杆塔防腐需重视金属部件保护,杆塔金属构件长期暴露在空气中,易受水汽、污染物腐蚀,可采用热镀锌处理形成防护层,或定期涂刷防腐漆,镀锌层厚度与漆层附着力需符合标准,防止金属锈蚀导致杆塔强度下降。杆塔基础需具备足够承载能力,基础需深入稳定土层,承受杆塔传递的垂直荷载、水平荷载与扭矩,避免基础下沉、位移,否则会导致杆塔倾斜,影响线路正常运行,需定期检查基础有无沉降、裂缝,及时采取加固措施。

2.4 金具运行要求

金具质量需符合线路运行标准。连接金具如绝缘子串与杆塔的连接金具、导线与绝缘子的连接金具,需具备良好的机械性能与导电性能,连接牢固可防止金具松动导致部件脱落,耐磨损能减少长期运行中的机械损耗;防护金具如防振锤、间隔棒,需具备足够刚度与耐疲劳性,确保能发挥防振、保持导线间距的作用。金具出厂前需经过质量检测,运行中需定期检查金具性能,避免因质量问题引发线路故障。金具安装需遵循正确方法与要求。安装前需核对金具型号与规格,确保与导线、绝缘子匹配;安装位置需准确,如防振锤需安装在导线振动节点处,间隔棒需保持与杆塔距离一致,避免位置偏

差影响使用效果。安装时需保证连接可靠,螺栓紧固需达到规定扭矩,防止运行中因振动导致螺栓松动;对金具连接部位需做好防锈处理,涂抹防锈油脂或加装防松垫圈,确保金具长期稳定运行。

3 电力配电架空线路的运行监测、检测与风险预警

3.1 运行监测方法

人工巡视需明确不同类型巡视的周期、内容与要求。定期巡视按固定周期开展,通常每月或每季度一次,重点检查导线、绝缘子、杆塔等设备外观状态,查看有无破损、松动或异常;特殊巡视在极端天气后或线路负荷高峰时进行,如暴雨后检查杆塔基础有无冲刷、覆冰后查看导线荷载情况;夜间巡视借助灯光观察绝缘子有无电晕放电现象,及时发现绝缘缺陷。巡视过程中需做好记录,对发现的问题分类整理,便于后续处理^[1]。在线监测系统由传感器、数据传输模块与后台分析平台组成,传感器安装在导线、绝缘子、杆塔等关键部位,实时采集导线温度、绝缘子污秽度、杆塔倾斜角度等数据;数据传输模块将采集到的信息实时发送至后台;后台分析平台对数据进行处理与分析,生成运行状态报告。在线监测能实现24小时不间断监控,及时发现潜在隐患,减少人工巡检盲区,随着技术发展,其应用范围将进一步扩大,成为线路运行监测的重要手段。

3.2 检测技术

电气检测需采用专业方法与仪器评估线路电气性能。绝缘电阻测试使用绝缘电阻表,测量绝缘子、导线绝缘层的电阻值,判断绝缘性能是否达标,电阻值过低表明存在绝缘老化或破损;接地电阻测试借助接地电阻测试仪,检测杆塔接地装置的电阻,确保接地电阻符合要求,避免雷击时杆塔电位过高;泄漏电流测试通过专用仪器监测线路运行中的泄漏电流,电流异常增大提示可能存在绝缘缺陷。机械检测需运用特定工具评估线路机械状态。杆塔倾斜测量使用全站仪或倾斜仪,测量杆塔倾斜角度,判断是否存在倾斜超标风险;导线弧垂测量采用弧垂仪,结合温度、张力数据计算实际弧垂,与设计值对比,确保弧垂在安全范围;金具机械性能检测通过拉力试验机等设备,测试金具的抗拉强度、抗压强度,评估金具是否满足机械承载要求,保障线路机械结构稳定。

3.3 风险评估与预警管理

风险评估需结合监测检测数据与运行环境开展。针对自然环境风险,依据历史气象数据与实时监测的风速、覆冰厚度等参数,评估强风倒杆、覆冰断线等风险等级;结合地形地质资料与基础沉降检测结果,判断滑坡、基础失稳引发的线路中断风险。人为环境风险评估需关联

周边施工动态、树木生长速度与污染源排放强度,分析机械碰杆、树线放电、设备腐蚀等风险概率。设备自身风险需整合绝缘电阻、杆塔倾斜、金具强度等检测数据,识别绝缘失效、结构变形等潜在隐患。预警管理需建立分级响应机制。根据风险评估结果划分预警等级,低等级预警需加强巡视频次,跟踪隐患变化趋势;中等级预警需立即安排专项检测,补充加固薄弱部位;高等级预警需启动应急值守,调配抢修物资提前待命。预警信息需通过平台及时推送至运维人员,明确处置责任与时限,确保风险隐患在故障发生前得到精准管控,为维护管理提供靶向指引。

4 电力配电架空线路的维护管理

4.1 日常维护工作

清扫维护需定期开展以保障设备性能,针对绝缘子表面的灰尘、工业粉尘、鸟粪等污秽,采用干擦、水冲等方式清理,干燥天气优先干擦避免污秽溶解导电,潮湿天气可配合专用清洁剂去除顽固污秽,清洁时使用绝缘工具防止触电,同时清扫杆塔表面积污,防止污秽混合水汽腐蚀杆塔金属部件^[4]。紧固维护需重点检查各类螺栓连接部位,杆塔基础螺栓、横担固定螺栓、金具与导线连接螺栓等易因振动松动,需用扭矩扳手按规定力矩紧固,紧固后标记检查状态与日期以便追溯,防止螺栓松动导致横担歪斜、金具脱落引发设备损坏或线路故障。修剪树木需把控时间与范围,春秋季树木生长旺盛期增加修剪频次,修剪时根据导线电压等级确定安全距离,使用绝缘修剪工具避免触碰导线,确保树木枝干与导线留有足够空间,避免大风天气树枝触碰导线引发短路,同时避免过度修剪影响树木生长,平衡线路安全与生态保护。

4.2 定期检修工作

检修周期需结合线路运行环境与设备状况确定,一般每年开展一次全面检修,运行环境恶劣如工业区、沿海地区的线路,或运行年限较长的老旧线路,可适当缩短检修周期至半年一次,确保及时发现潜在隐患。检修前需制定详细检修方案,明确各环节责任人与时间节点,检修内容需覆盖线路全设备环节,导线检查需查看有无断股、磨损、腐蚀痕迹,使用弧垂仪与张力计测量导线弧垂与张力

是否符合要求;绝缘子检查需排查有无裂纹、破损、零值现象,借助绝缘电阻表测试绝缘性能是否达标;杆塔检查需观察有无倾斜、锈蚀,使用全站仪检测基础有无沉降、裂缝;金具检查需查看有无变形、磨损、松动,确保各部件连接可靠,对检修中发现问题需分类记录,及时采取更换、修复、加固等措施,恢复线路正常运行状态。

4.3 故障抢修管理

故障分类依据表现与成因划分,短路故障多因导线相间或对地短路引发,常伴随跳闸且可能损坏设备;接地故障含单相、两相接地等,会导致电压异常影响用电质量;断线故障多因导线张力过大、腐蚀严重或外力撞击造成,影响供电连续性。抢修流程需规范衔接,故障报修后立即记录位置与现象,安排人员带定位设备与检测仪器赴现场定位,同时集结抢修队伍,按故障类型调配适配的导线、绝缘子、工具等物资;抢修中做好安全防护,设警示区域与围栏避免无关人员靠近,抢修人员穿戴绝缘装备;抢修完成后通过绝缘测试、通断测试检查线路性能,确认无误后恢复供电,确保故障处理高效、减少停电时长。

结束语

电力配电架空线路运行及管理是一项系统且复杂的工作,涉及运行环境、技术要求、监测检测、维护管理等多个方面。通过对各环节的细致分析,明确了保障线路安全稳定运行的方法与措施。在实际工作中,需持续关注环境变化,严格执行技术标准,强化监测检测与维护管理,不断提升线路运行水平,为社会经济发展提供坚实的电力保障。

参考文献

- [1]陈逸寒.电力建设中架空输配电线路设计及施工[J].中国科技纵横,2024(19):106-108.
- [2]刘伶.供配电线路运行维护管理中的问题与对策分析[J].模型世界,2023(18):74-76.
- [3]何明合,张尉.电力建设中架空输配电线路设计及施工[J].中文信息,2023(7):91-92.
- [4]汤金波.电力配电架空线路的运维策略探讨[J].现代工业经济和信息化,2022,12(10):281-282.