

浅谈10kV配网架空线路的运行维护与检修技术分析

徐全 张鹏

中卫农村电力服务有限公司恩和供电所 宁夏 中卫 755000

摘要：10kV配网架空线路是电力供应网络的关键环节，其运行状态直接影响供电可靠性与稳定性。本文深入剖析10kV配网架空线路运行特点，指出其存在环境依赖强、负荷波动大、故障扩散快、维护难度高等问题，同时分析短路、单相接地、设备缺陷及外力破坏等常见故障成因。针对这些问题，系统探讨巡视检查、预防性试验、防雷接地等运行维护关键技术，以及故障定位隔离、检修工艺控制、带电作业等检修技术。最后，提出构建智能化运维体系、优化设备选型、改进运维管理及多方协同防外破等优化措施，旨在为提升10kV配网架空线路运行可靠性提供理论与实践参考。

关键词：浅谈10kV配网；架空线路；运行维护；检修技术分析

引言：10kV配网架空线路广泛分布于城乡电力网络，承担着将电能高效输送至终端用户的重要任务。然而，复杂多变的自然环境、日益增长的用电负荷以及不可控的外力因素，使得线路故障频发，严重影响供电质量与电网安全。传统运维检修方式存在效率低、精准度不足等局限，难以适应智能电网发展需求。因此，深入研究10kV配网架空线路运行维护与检修技术，提出科学有效的优化策略，对保障电力系统稳定运行、推动能源高效利用具有迫切的现实意义。

1 10kV 配网架空线路运行特点与常见故障分析

1.1 运行特点

1.1.1 环境依赖性强：10kV配网架空线路长期暴露于户外环境，极易受自然因素影响。高温导致导线膨胀松弛，低温可能引发覆冰、绝缘子破裂；大风天气易造成线路舞动、树枝、彩钢瓦等异物碰线短路；雷击则可能击穿绝缘子，引发接地故障。

1.1.2 负荷波动大：随着城乡居民生活水平提升和工业用电需求变化，10kV配网负荷呈现明显的昼夜、季节差异。白天工商业用电高峰与夜间居民用电低谷交替出现，夏季空调、抽水灌溉、枸杞烘干负荷剧增，冬季取暖用电攀升，导致线路电流大幅波动。

1.1.3 故障扩散快：10kV配网架空线路多采用放射式或树枝状拓扑结构，线路分支多、节点复杂。一处故障发生后，若未及时隔离，故障电流将迅速蔓延至相邻区段，引发开关跳闸或熔断器熔断，扩大停电范围。

1.1.4 维护难度高：10kV配网架空线路分布范围广，跨越山区、林地、城镇等复杂地形，部分区域交通不便，人工巡检效率低、成本高。且线路设备类型繁多，包括杆塔、绝缘子、金具等，需高空作业进行维护。

1.2 常见故障类型及成因

1.2.1 短路故障：短路故障是10kV配网架空线路的常见问题，主要由多种因素引发。恶劣天气下，大风致使树枝搭碰导线、异物缠绕搭接线路（鸟巢、铁丝、塑料薄膜等），或雷击击穿绝缘子，破坏绝缘层，造成相间或对地短路；线路长期运行，绝缘老化、接头松动，也易引发短路。

1.2.2 单相接地故障：单相接地故障在10kV配网中频发，成因较为复杂。绝缘子因长期暴露在户外，遭受雷击、污闪等，绝缘性能下降，致使单相接地；导线断线后搭在接地物体上，也会引发此类故障。

1.2.3 设备缺陷故障：设备缺陷故障多因长期运行损耗及前期质量问题所致。绝缘子表面出现裂纹、闪络痕迹，会降低绝缘性能；金具因腐蚀、磨损导致连接松动，影响导线固定；变压器内部绕组绝缘老化、铁芯松动，易引发过热甚至烧毁。

1.2.4 外力破坏故障：外力破坏是威胁10kV配网架空线路安全运行的重要因素。城市乡镇农村建设中，机械施工不慎碰撞杆塔、挖断电缆；车辆超高挂断导线；风筝、气球缠绕线路；人为盗窃破坏电力设备等行为，均会直接损坏线路设施^[1]。

2 10kV 配网架空线路运行维护关键技术

2.1 巡视检查技术

2.1.1 定期巡视：定期巡视是10kV配网架空线路运维的基础工作。运维人员按固定周期，通过徒步或乘车方式，对线路杆塔、绝缘子、导线等设备进行全面检查。主要观察杆塔倾斜、绝缘子破损、导线断股、金具松动等明显缺陷，记录异常情况并及时上报，为线路隐患治理提供第一手资料，保障线路稳定运行。

2.1.2 红外测温技术：红外测温技术基于设备故障发热产生红外辐射的原理，利用热像仪对线路设备开展非接触式检测。可快速捕捉导线接头、变压器等部件的温度异常，通过热成像图谱直观呈现发热点，精准定位因接触不良、过负荷等导致的隐性故障，提前预警设备隐患，降低故障发生概率。

2.1.3 无人机巡检技术：无人机巡检搭载高清摄像头与红外设备，对10kV配网线路进行立体化巡查。能灵活穿越山区、跨河等复杂区域，快速获取设备高清图像与数据，通过智能分析识别杆塔倾斜、异物搭挂等问题，相比人工巡检效率提升显著，有效降低运维风险，是现代智能化运维的重要手段。

2.2 预防性试验技术

2.2.1 绝缘电阻测试：绝缘电阻测试是评估10kV配网架空线路设备绝缘性能的关键手段。通过绝缘电阻表向设备施加直流电压，测量设备绝缘介质在电场作用下的电阻值。若设备存在绝缘老化、受潮或破损等问题，其绝缘电阻值会明显下降。该测试可对绝缘子、电缆、变压器等进行检测，及时发现绝缘缺陷，预防因绝缘失效引发的短路、漏电等故障，保障线路安全运行。

2.2.2 接地电阻测试：接地电阻测试用于检测线路接地装置的接地性能。利用接地电阻测试仪，测量接地极与大地之间的电阻值。若接地电阻超标，雷击或故障时产生的电流无法有效导入大地，易引发设备损坏和人员触电风险。通过定期测试，可及时发现接地装置腐蚀、连接松动等问题，确保接地系统可靠，降低过电压对线路和设备的危害。

2.2.3 局部放电检测：局部放电检测通过捕捉设备内部绝缘缺陷处的微弱放电信号，判断设备绝缘状态。当绝缘子、电缆接头等设备存在气隙、杂质时，运行中会产生局部放电现象。采用高频传感器或超声波检测仪，可检测放电产生的电磁或声波信号，结合数据分析定位放电位置与强度，提前发现绝缘内部潜在隐患，避免绝缘劣化发展为严重故障，延长设备使用寿命。

2.3 防雷与接地技术

2.3.1 避雷器安装：通过在变压器、绝缘子等关键设备两端并联避雷器，当雷击产生瞬间高电压时，避雷器迅速导通，将雷电流引入大地，限制设备两端电压幅值。其非线性伏安特性可在正常电压下保持高阻态，不影响线路运行，有效避免雷击引发的绝缘子闪络、设备绝缘击穿等故障，提升线路防雷能力。

2.3.2 接地装置优化：接地装置优化旨在降低接地电阻，增强线路防雷与故障电流泄放能力。通过增加垂

直接地极数量、采用降阻剂或铜包钢接地材料，改善接地体与土壤的接触性能；优化接地网布局，扩大散流面积，确保雷击或短路故障时电流快速导入大地。定期检测接地装置腐蚀、连接松动情况并及时修复，可有效降低设备过电压风险，保障人员和设备安全。

2.3.3 防雷间隙技术：防雷间隙技术利用空气间隙绝缘特性，在雷击过电压作用下击穿放电，将雷电流引入大地。通过在线路绝缘子串旁并联安装羊角形或棒形间隙，当电压超过间隙击穿值时，间隙放电形成通路，保护绝缘子和设备。间隙击穿后能迅速灭弧恢复绝缘，避免长时间短路故障，配合自动重合闸装置，可有效减少雷击跳闸次数，提升线路供电可靠性。

3 10kV 配网架空线路检修技术分析

3.1 故障定位与隔离技术

3.1.1 分段试送法：分段试送法是传统的故障定位手段。当线路发生故障跳闸后，运维人员将线路按分段开关划分为多个区段，从电源侧开始逐段恢复供电。若某段试送成功，则故障位于下游区段；若试送失败，说明故障在当前区段，通过逐段排查缩小故障范围，直至定位故障点。该方法操作简单，但效率较低，适用于线路较短、分段较少的场景。

3.1.2 行波测距技术：行波测距技术基于故障产生的行波信号实现精准定位。当线路发生故障时，产生的行波以固定速度向两端传播，通过在线路两端安装行波检测装置，记录行波到达时间。根据行波传播速度与时间差，计算出故障点距离，定位误差通常在百米以内。该技术能快速、准确锁定故障位置，大幅缩短停电时间，提升检修效率。

3.1.3 智能开关应用：智能开关集成了故障检测、定位与隔离功能。在线路发生故障时，智能开关通过检测电流、电压等参数变化，自动判断故障类型与位置，并快速断开故障区段两侧开关，隔离故障点，同时将故障信息上传至监控系统。该技术可实现故障的快速隔离与非故障区段的自动恢复供电，有效减少停电范围与时间，提升配网自动化水平。

3.2 检修工艺与质量控制

3.2.1 导线更换技术：导线更换需严格遵循操作规范。更换前，先断开线路电源，设置安全警示标识，使用紧线器收紧导线，释放张力后拆除旧导线。安装新导线时，根据档距调整弧垂，确保符合设计标准，避免因弧垂过大或过小引发安全隐患。采用压接或螺栓连接方式固定导线接头，通过拉力测试验证连接强度，同时对连接处进行绝缘处理，防止氧化与漏电，保障导线更换后的

电气性能与机械强度。

3.2.2 绝缘子更换技术：绝缘子更换着重保障绝缘性能与机械稳定性。更换时，先使用绝缘操作杆固定旧绝缘子，拆卸连接金具，取出破损绝缘子。安装新绝缘子前，仔细检查其外观与绝缘电阻，确保无裂纹、气泡等缺陷。将新绝缘子精准安装到位，紧固金具，保证受力均匀，防止出现倾斜或松动。更换后复测绝缘电阻，确保绝缘水平达标，提升线路绝缘防护能力^[2]。

3.2.3 金具防腐处理：金具防腐处理可有效延长使用寿命。首先对金具表面进行除锈、除污处理，采用喷砂或机械打磨方式去除氧化层，确保表面清洁平整。然后喷涂防腐涂料，一般采用多层涂装工艺，底漆增强附着力，中间漆提供防腐性能，面漆保护涂层。喷涂过程严格控制厚度与均匀度，避免出现流挂、漏涂等问题。定期检查金具防腐涂层状况，及时修补破损处，防止金属腐蚀导致连接失效。

3.3 带电作业技术应用

3.3.1 作业项目：10kV配网架空线路带电作业项目丰富多样。包括带电更换绝缘子、修补导线、安装或拆除引流线、处理设备线夹发热等。例如，通过绝缘斗臂车或绝缘梯接近带电体，利用绝缘操作杆完成设备更换与缺陷处理；针对导线断股，采用带电缠绕预绞丝修补，确保线路正常运行。这些作业项目可在不中断供电的情况下消除隐患，显著提升供电可靠性与用户用电体验。

3.3.2 安全防护：带电作业安全防护是保障作业人员生命安全的核心。作业人员需穿戴全套绝缘防护用具，包括绝缘服、绝缘手套、绝缘鞋等，确保身体与带电体有效隔离；使用绝缘遮蔽罩对邻近带电设备进行遮盖，防止意外触碰。作业前严格检查绝缘工具的电气与机械性能，采用绝缘斗臂车作业时，控制安全距离，设置专人监护。通过多重防护措施，降低触电风险，保障带电作业安全高效开展。

4 提升10kV配网架空线路运行可靠性的优化措施

4.1 智能化运维体系建设

通过物联网与大数据技术构建智能化运维体系。在10kV配网架空线路关键节点部署智能传感器，实时采集设备温度、负荷电流、绝缘子状态等数据，并上传至统一管理平台。利用AI算法对数据深度分析，预测设备故障趋势，提前预警隐患。同时，引入无人机自动巡检与智能机器人带电作业，实现线路巡检、缺陷处理的自动

化与精准化，降低人工运维成本，提升故障响应速度。

4.2 设备选型与改造

优化设备选型与改造是提升可靠性的基础。选用耐老化、抗腐蚀的新型绝缘导线、复合绝缘子及高强度金具，增强设备抵御恶劣环境的能力；对老旧变压器、开关等设备进行更新换代，采用低损耗、智能化设备，提升设备运行稳定性。针对高故障风险区域，加装故障指示器、防雷装置等辅助设备，从硬件层面减少故障发生几率，延长设备使用寿命。

4.3 运维管理优化

完善运维管理机制可显著提高工作效率。建立标准化的巡检、检修流程，明确各岗位责任分工；利用移动终端实现巡检数据实时记录与上传，通过数据分析动态调整运维计划。加强运维人员技能培训，定期开展模拟演练，提升团队故障处理能力。推行绩效考核制度，激励运维人员主动排查隐患，推动运维工作从被动抢修向主动预防转变。

4.4 多方协同防外破

构建多方协同机制可有效减少外力破坏。电力企业与施工单位、社区、学校等建立信息共享渠道，提前掌握周边施工动态，对临近线路的作业进行重点沟通与现场监护；通过发放宣传资料、举办安全讲座等方式，提升公众对电力设施的保护意识。在易受外力破坏区域安装智能监控设备，实时监测异常情况，及时采取防护措施，形成全方位的防外破保护网络^[3]。

结束语

10kV配网架空线路的运行维护与检修是保障电力稳定供应的关键环节。本文系统分析了其运行特点、常见故障及应对技术，从巡视检查到故障定位，从预防性试验到带电作业，各项技术协同作用，为线路安全运行提供支撑。同时，智能化运维体系建设、设备升级改造等优化措施，进一步提升线路可靠性。

参考文献

- [1]邓伟健.浅论电力变压器的维护与检修技术[J].黑龙江科技信息,2021(30).134-135
- [2]甘利红,潘占军.工厂电力线路的安全检查和检修[J].科技资讯,2022(08).178-179
- [3]卓剑光.探讨10KV以下配电线路的运行维护及检修[J].黑龙江科技信息,2022(29).198-199