

Research on Common Faults of Distribution Lines and Management Measures for Distribution Operation and Inspection

Lu Wang

Beijing Debo Hengtai Information Technology Service Co., Ltd., Beijing, 100070, China

Abstract

With the continuous expansion of the current power system and the increasingly complex operating environment, the stability and safety of distribution lines have received widespread attention, and they are prone to various types of faults due to their wide structural distribution and frequent external interference. This article focuses on analyzing common faults such as leakage caused by insulation damage, weakened protection due to grounding faults, and breakdown caused by joint overheating. Propose specific strategies such as improving the grounding system, strengthening insulation detection, and optimizing protection devices, aiming to establish a management system that combines active warning and dynamic response, enhance the fault prevention and control capabilities of the distribution network, and provide support for the safe and efficient operation of the distribution system.

Keywords

distribution lines; Common faults; Distribution operation inspection; Management measures

配电线路常见故障及配电运检管理措施研究

王璐

北京德博恒泰信息科技服务有限公司, 中国 · 北京 100070

摘要

当前电力系统持续扩容且运行环境日益复杂, 配电线路的稳定性及安全性受到广泛关注, 且其因结构分布广、外界干扰多容易发生多类故障。本文重点分析了绝缘破损引发漏电、接地故障削弱防护及接头过热导致击穿等常见故障。提出完善接地系统、加强绝缘检测、优化保护装置等具体策略, 旨在建立主动预警及动态响应相结合的管理体系, 提升配电网络的故障防控能力, 为实现配电系统安全高效运行提供支持。

关键词

配电线路; 常见故障; 配电运检; 管理措施

1 引言

配电系统是电力网络中响应最频繁的子系统之一, 其运维管理的科学性直接关系到整个供电系统运行的稳定性。从系统控制角度来看, 配电线路的运行特性不只受制于自身的结构参数, 还高度依赖于调控机制的有效性。自动化程度不断提升, 传统基于经验判断的运检模式暴露出适应性差或风险识别滞后等弊端。配电线路的故障表现通常呈现出电气特性扰动或热效应异常等多种复杂特征交互叠加的现象, 对其运检管理提出动态监测及实时响应并行的更高要求。建立以数据驱动为核心且以全生命周期管理为路径的配电运检理论体系有助于提升配电网络故障管控的前瞻性, 强化供电

系统在多变环境下的恢复能力。

2 配电线路常见故障

2.1 绝缘破损引发漏电

绝缘破损是配电线路中最常见的故障之一, 诱发的漏电问题会导致电能损耗, 直接削弱线路的承载能力且增加设备的运行负荷。电压持续作用下, 绝缘层受热或老化等因素影响容易出现性能下降, 一旦绝缘层破损, 电流就会沿着非预定路径泄漏, 破坏电气系统的稳定性。漏电现象还可能引发局部电弧放电, 长时间积累会导致导体温升并烧毁连接部件, 造成更大范围的电气设备损坏。从维护角度看, 识别绝缘破损可帮助提前定位隐患点, 有效防止潜在故障扩大, 为后续精准维护提供可靠依据。动态监测漏电行为还能反向推断出绝缘材料的劣化程度, 评估设备使用寿命, 为配电系统的更新换代规划提供数据支撑。更重要的是, 及时处置漏电

【作者简介】王璐 (1992-), 中国河北唐山人, 本科, 从事电力工程技术研究。

风险有助于降低触电事件发生概率，提升整个系统的运行安全等级，保障用户侧用电体验的连续性。

2.2 接地故障削弱防护

接地故障是配电线路运行中影响系统防护性能的重要因素，其本质在于电流异常流向大地，打破电力系统正常的电流路径。故障发生后，原本用于隔离的接地装置就会失去原有效能，让系统在短时间内失去对异常电流的拦截能力，加剧电气设备的承载压力。施工人员识别接地故障能够迅速判断线路绝缘性能的完整性，有助于界定故障区域且缩小排查范围，提升抢修效率。该类故障还能够反映设备老化或安装质量问题，在分析过程中为运行单位提供维修策略依据，推动运维机制不断优化。接地故障还具备一定的预警功能，其早期信号常常是检测电力系统稳定性下降的关键指标，识别过程有利于提前制定负荷转移，提升系统的运行安全。

2.3 接头过热导致击穿

接头过热是配电线路中容易被忽视却非常隐患的故障类型，其直接后果是击穿绝缘结构，造成电弧放电甚至线路中断。当接头连接松动或接触电阻增大时，流经该处的电流会转化为热能持续累积，让局部温度异常升高，形成热损耗集中区。监测这一现象可以作为判断线路运行稳定性的有效手段，有助于识别连接质量问题并引导改进施工或安装规范。接头温升通常先于故障表现，技术人员分析其热成像或电气参数可实现提前预警，避免发生更大范围的电力事故。接头过热问题所反馈的运行数据可作为系统负载分布优化的重要参考依据，帮助制定更加合理的配电策略且降低设备运行应力。精准掌握这一类故障能促进智能化运维技术的应用，提升巡检效率且强化全网运行的实时感知能力。

2.4 电缆进水诱发短路

电缆进水是引发配电线路短路的重要诱因，尤其在潮湿环境或长期埋地条件下更容易发生。一旦水分渗入电缆内部，绝缘介质的电气性能就会迅速下降，导致电场分布失衡。识别此类故障对于保障系统稳定性具有重要意义，分析电缆绝缘阻值变化可以更早发现进水迹象，为及时切断故障源提供技术支撑。电缆进水引发的问题还具有一定的延迟性，早期诊断有助于降低短路造成的设备损伤，避免熔化风险。处置该类隐患能够改良防护型结构，为优化地下电缆铺设策略提供可靠数据支撑，工作人员有效监测进水过程中的电缆参数变化能增强电缆运行状态评估的精准度，保障配电系统在各种复杂环境中的连续运行能力。

3 配电运检管理措施

3.1 完善接地系统，增强防护能力

接地系统的结构完整性直接关系到线路运行的安全性及供电系统的整体可靠性，科学的接地设计能在发生异常电流时迅速泄放能量且降低设备故障率，有效控制接地电位差，避免跨步电压对人身安全造成威胁。合理设置接地体数

量有助于建立电位均衡区域，减少因接地不良导致的继发故障。在长期运行过程中，接地装置需具备良好的防腐能力，保障其在潮湿或高腐蚀性等环境下仍然能维持低电阻性能。完善的接地体系能将配电线路中的保护功能提前介入，提高系统对突发电气异常的反应速度。

在具体的工作中，管理人员可借助标准化管理手段推进接地系统的日常检测或评估，保证其长期处于有效状态。接地电阻值应严格控制在国家标准范围内，一般不超过 4Ω ，对于土壤导电性较强的特殊区域可放宽至 10Ω 以内，但如果在短期内出现季节性波动超过 1Ω 或长期趋势性上升，则需判断为潜在隐患并纳入重点整治范围。定期检测是保障接地性能稳定的基础手段，实际操作中可结合红外热成像技术观察接地装置升温状态，借助土壤电阻率测试了解环境变化对接地电阻的影响，利用接地电阻仪精确测量接地电阻值，初步判断接地体是否存在接触不良或老化断裂等问题。在雷击高发区域还需借助加密接地极的数量、增加垂直接地深度或使用复合合金材料等手段进一步提升泄流效率，有效抑制地电位升高带来的安全风险。协同实施系统化的技术手段及精细化管理措施能显著降低因接地异常引发的故障比例，统计表明规范开展接地运检后，相关故障率可降低 30% 以上，雷击引发的设备跳闸次数下降近 50%，有效保障电力设备的运行安全以及用户侧的供电稳定性，为后续建设智能化配电网提供高质量的数据支撑。

3.2 加强绝缘检测，预防漏电风险

随着运行年限不断增长，绝缘材料会因温度或电化学反应等逐步退化，导致电阻降低以及泄漏电流上升。施工单位加强绝缘检测工作能及时发现绝缘层老化或介质劣化等问题，避免电力线路出现击穿或漏电事故。动态监测线路绝缘状态能获取绝缘性能的实时参数，为故障趋势评估提供重要数据依据，提前介入处置且减少安全风险。

在具体的工作中，施工人员可借助高压绝缘测试或介质损耗角测量等手段周期性评估配电设备的绝缘状态。电缆绝缘电容的变化曲线是判断电缆老化趋势的重要依据，当损耗因数上升至 0.005 以上，通常需纳入重点监控对象，结合绝缘时间及电压等级等因素综合判定是否需要安排预检或替换处理。为提升绝缘状态感知能力，运维部门需建立多维度的绝缘性能数据库并设定报警阈值，一旦检测值偏离合理区间，系统将自动记录数据、生成预警信息并联动维护任务，缩短故障响应周期。运行过程中，除电气参数外还应结合现场巡视判别外观状态，检查设备表面是否存在龟裂或异味等异常特征，重点关注绝缘子、端子连接部位等关键环节。借助信息化平台将绝缘检测结果绑定设备编号，实现数据实时上传且状态可视化，为日常管理或应急处置提供技术支撑。检测系统应具备智能分析功能，能自动归类且比对多次测试结果，识别潜在劣化模式并形成趋势报告用于指导运检人员制定科学维修策略。

3.3 优化保护装置，提高响应速度

保护装置作为配电系统中检测故障及控制断电的关键组件，其配置精度或响应速度能决定处置故障的及时性。优化保护装置要求匹配电网运行特性，充分考虑负荷分布及导线参数等影响因素，实现动作逻辑的合理性。施工人员合理设定整定值或跳闸逻辑能在故障发生初期迅速识别异常源并切断电路，防止故障蔓延至上级主干线路。配合智能化采集设备，实时监控电流或电压等关键参数有助于快速联动保护装置，提高配电系统整体的运行响应效率。

例如，管理人员整理历史故障数据能发现部分动作迟缓或误判现象多发生在配合不协调或设定偏差较大的保护装置中。改进策略需从三方面入手：一是引入高灵敏度的差动保护及零序电流保护功能，提升异常电流识别准确率；二是借助微机保护装置对运行状态进行数据融合处理，在电压波动、电流突变或功率反向传输等情况下启动联动断电程序，保障局部区域快速隔离；三是结合通信模块高速传输站内保护信号，减少因信号延迟导致的动作滞后。调度端可设置远程调阅或远程校验功能定期测试保护装置，保证其始终处于响应有效状态。在整定参数设定过程中应引入实时负载跟踪机制，让保护定值能动态随负荷波动进行微调，避免设定过宽或过紧带来的误动作风险。经过精细化管理，保护装置的平均响应时间可控制在 80ms 以内，故障清除率稳定在 98% 以上，提升配电系统对突发异常的响应速度且减少电气故障对供电可靠性的冲击。

3.4 引入智能技术，实现实时监控

智能技术在配电运检中的广泛应用，为实现设备状态的实时感知与数据驱动的管理提供了技术基础。通过融合物联网、边缘计算和人工智能分析手段，运维部门可以对配电线路中的温升、电流波动、局部放电等关键指标进行连续监测，提升故障识别的精度和响应的及时性。系统可在参数异常初期就触发预警，避免隐患发展为重大故障，降低事故发生概率。配合智能终端、传感装置与数据中台，可实现信息流、状态流与指令流的同步传输，为实现远程监控与自动调控提供硬件与算法支撑。智能监控不仅提高巡视效率，还优化了维修资源的配置方式，推动配电系统从周期性检修向状态感知维护转型。

施工单位可将传感终端部署于关键节点，联通无线网络及后台系统，让线路运行状态数据实现动态化。负荷电流或电缆温度等关键运行参数可借助智能采集模块每隔 1 分钟

上传一次，系统会整合并校验采集到的原始数据并设定多级阈值，异常参数在 5 秒内即可生成告警信息并传送至监控中心。后台系统借助数据分析算法分析运行趋势能够精准识别绝缘阻值下降或电缆温升持续异常等故障前兆信号并评估其发生概率，便于调度部门快速判定是否触发联动响应。系统平台界面可直观呈现设备运行状态分布图、告警等级颜色标识或变化曲线，值班人员可根据图像化信息开展远程调度或实施抢修调度。引入边缘计算模块后，前端装置具备初步的数据判断功能，能够在网络延迟或临时通信中断的情况下独立运行并作出应急响应，提升终端节点的反应时效。持续优化人工智能技术，系统还能动态调整各类报警权重，更新智能判断策略。根据运行反馈数据，广泛应用智能监控平台后，设备故障提前预警率能提升至 93% 以上，人工巡检频次减少约 40%，整体故障响应时间平均缩短 55%，有效增强配电系统在复杂运行环境中的实时可控能力，为现代配电运检体系的智能化转型提供保障。

4 结语

配电线路运行的安全性不只依赖于故障后的修复效率，更取决于故障前的识别能力。面对绝缘劣化、接地异常等典型故障特征，配电系统需借助完善机制及技术赋能并举的方式建立以预警、防控及响应为一体的综合管理体系。动态掌控运行状态是推动配电运检由被动巡检向主动预防转变的关键路径，当前配电网络正在向智能化深度演进，有机融合技术手段及制度建设，持续提升故障感知能力及处理能力，能夯实电网运行的底层安全逻辑，为高质量发展能源体系提供支撑。

参考文献

- [1] 崔彬,陈效.配网配电线路的常见故障分析与运检管理[J].石油化工安全环保技术,2025,41(01):46-48+58+7.
- [2] 徐成龙.配电线路常见故障及配电运检管理措施的探索[J].家电维修,2025,(01):143-145.
- [3] 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.
- [4] 龚宾.配电线路中的故障及配电运检管理措施分析[J].集成电路应用,2023,40(03):380-381.
- [5] 史经典.配网配电线路的常见故障与运检管理[J].现代工业经济和信化,2022,12(05):252-253.
- [6] 赵婉春.配电线路常见故障及其原因与运检管理分析[J].电子元器件与信息技术,2021,5(09):225-226.