

输配电线路运行故障及检修维护策略研究

张肚怀¹ 徐小均²

1.杭州中大电器承装有限公司 浙江杭州 311100; 2.浙江典盛电力工程有限公司 浙江金华 321000

【摘要】输配电线路作为电力系统的重要组成部分,其安全稳定运行对于保障电力供应、促进经济发展和社会稳定具有重要意义。然而,输配电线路在运行过程中容易受到各种因素的影响而出现故障,如自然灾害、人为破坏、设备老化等。本文深入分析了输配电线路常见的运行故障类型,包括短路故障、接地故障、断线故障等,并探讨了故障产生的原因。在此基础上,提出了针对性的检修维护策略,涵盖日常巡检、预防性试验、故障抢修以及智能化监测技术的应用等方面,旨在提高输配电线路的运行可靠性,减少故障发生概率,为电力系统的安全稳定运行提供有力支持。

【关键词】输配电线路运行故障;检修维护;策略研究

Research on operation faults and maintenance strategies of transmission and distribution lines

Zhang Duhuai¹ Xu Xiaojun²

1.Hangzhou Zhongda Electric Equipment Co., LTD.Hangzhou City 311100;

2.Zhejiang Diansheng Electric Power Engineering Co., LTD Jinhua, Zhejiang Province 321000

【Abstract】As a critical component of the power system, the safe and stable operation of transmission and distribution lines is essential for ensuring power supply, promoting economic development, and maintaining social stability. However, these lines are susceptible to various factors during operation, such as natural disasters, human damage, and equipment aging. This article delves into common operational faults in transmission and distribution lines, including short circuits, grounding faults, and line breaks, and explores the causes of these faults. Based on this analysis, targeted maintenance strategies are proposed, covering daily inspections, preventive tests, emergency repairs, and the application of intelligent monitoring technologies. These strategies aim to enhance the reliability of transmission and distribution lines, reduce the likelihood of faults, and provide robust support for the safe and stable operation of the power system.

【Key words】transmission and distribution line operation fault; maintenance; strategy research

一、引言

(一) 输配电线路在电力系统中的重要性

输配电线路是电力系统的重要组成部分,它承担着将发电厂产生的电能输送到各个用户端的重要任务。其安全、稳定、可靠的运行直接关系到电力供应的质量和连续性,对于保障工业生产、居民生活以及社会各个领域的正常运转起着至关重要的作用。在现代社会,电力已经成为不可或缺的能源形式,输配电线路的任何故障都可能导致大面积停电,给经济和社会带来巨大的损失。

(二) 研究输配电线路运行故障及检修维护策略的意义

随着电力需求的不断增长和电网规模的日益扩大,输配电线路的运行环境变得更加复杂,面临的故障风险也相应增加。深入研究输配电线路的运行故障类型、产生原因以及有效的检修维护策略,对于提高输配电线路的运行可靠性、降低故障发生率、缩短故障抢修时间、减少停电损失具有重要的现实意义。同时,合理的检修维护策略还可以延长输配电线路的使用寿命,降低电网运行成本,提高电力系统的整体效益。

二、输配电线路常见运行故障类型及原因分析

(一) 短路故障

故障表现:短路故障是指输配电线路中不同相的导体之间或导体与地之间发生直接连接,导致电流急剧增大,超过线路的额定承载能力。短路故障发生时,线路中的电压会大幅下降,可能引发保护装置动作,切断故障线路,造成停电。

产生原因

自然灾害:如雷击、暴雨、大风等。雷击可能直接击中线路或线路附近的物体,产生过电压,导致线路绝缘损坏而发生短路;暴雨可能引发洪水,冲毁线路杆塔基础,使线路倾斜或倒杆,造成相间短路;大风可能吹落树枝等异物,搭挂在线路上,引发短路故障。

外力破坏:包括车辆碰撞杆塔、施工机械误碰线路、盗窃线路器材等。车辆碰撞杆塔可能导致杆塔倾斜或损坏,影响线路的正常运行;施工机械在作业过程中可能误碰线路,造成线路短路;盗窃线路器材会使线路失去保护或正常运行条件,引发短路故障。

设备老化:随着输配电线路运行时间的增长,线路中的绝缘子、导线等设备会出现老化现象。绝缘子老化可能导致绝缘性能下降,发生闪络放电,进而引发短路故障;导线老化可能使导线强度降低,在风力等外力作用下容易断裂,造成短路。

(二) 接地故障

故障表现:接地故障是指输配电线路中的导体与大地之

间发生异常连接,导致线路对地电压异常。接地故障发生时,故障相的电压会降低,非故障相的电压会升高,可能引发电气设备损坏或人员触电事故。

产生原因

线路绝缘损坏:线路在运行过程中,由于受到环境因素(如潮湿、腐蚀等)的影响,绝缘子、导线等设备的绝缘性能可能会逐渐下降,最终导致绝缘损坏而发生接地故障。例如,长期处于潮湿环境中的线路,绝缘子表面容易积聚污垢,降低绝缘电阻,引发接地故障。

树木接触:线路周围生长的树木在生长过程中可能会与线路接触,导致线路对地短路。特别是在大风天气下,树枝更容易摆动并接触到线路,引发接地故障。

动物活动:鸟类、蛇类等动物在输配电线路上活动或筑巢,可能会造成线路短路接地。例如,鸟类在线路上停留或飞行时,翅膀可能会同时接触到两相导线或导线与杆塔,引发接地故障。

(三) 断线故障

故障表现:断线故障是指输配电线路中的导线发生断裂,导致线路中断供电。断线故障发生时,故障点附近的电压会发生变化,可能引发电弧放电,对周围环境和设备造成危害。

产生原因

导线质量不合格:在导线生产过程中,如果存在质量问题,如导线材质不均匀、强度不足等,在运行过程中导线容易发生断裂。

过载运行:当输配电线路所承载的负荷超过其额定容量时,导线会发热,长期过载运行会导致导线强度降低,最终发生断线故障。

外力拉扯:如车辆拉断导线、施工过程中的误拉导线等情况,都可能导致导线断裂,发生断线故障。

(四) 其他故障

绝缘子闪络:绝缘子在运行过程中,由于表面污垢积累、电压过高或环境潮湿等原因,可能会发生闪络放电现象。闪络放电会导致绝缘子表面损坏,降低绝缘性能,严重时可能引发短路故障。

金具损坏:输配电线路中的金具(如连接螺栓、耐张线夹等)在长期运行过程中,可能会受到腐蚀、振动等因素的影响而发生损坏。金具损坏会导致导线连接不牢固,影响线路的正常运行,甚至可能引发断线等故障。

三、输配电线路检修维护策略

(一) 日常巡检

巡检内容

线路本体检查:检查导线的弧垂是否符合要求,有无断股、损伤等情况;检查绝缘子是否有裂纹、破损、闪络痕迹等;检查金具有无松动、变形、损坏等现象;检查杆塔是否倾斜、变形,基础有无下沉、开裂等情况。

线路周围环境检查:检查线路周围是否有树木、建筑物等障碍物与线路的安全距离是否符合要求;检查是否有施工、爆破等可能危及线路安全的活动;检查线路通道内是否

有易燃易爆物品等。

巡检周期:根据输配电线路的重要程度、运行环境等因素,制定合理的巡检周期。一般情况下,重要线路和运行环境恶劣的线路巡检周期应较短,如每月巡检一次;一般线路巡检周期可适当延长,如每季度巡检一次。

巡检记录与处理:巡检人员应详细记录巡检过程中发现的问题,包括问题的位置、性质、严重程度等。对于发现的一般性问题,应及时进行处理;对于较为严重的问题,应立即上报,并制定相应的处理方案,跟踪处理进度,确保问题得到及时解决。

(二) 预防性试验

绝缘电阻试验:定期对输配电线路的绝缘子、导线等进行绝缘电阻试验,以检测其绝缘性能是否符合要求。通过测量绝缘电阻值,可以判断绝缘子是否存在老化、受潮等问题,及时发现潜在的绝缘故障隐患。

耐压试验:对线路进行耐压试验,模拟线路在实际运行过程中可能承受的高电压情况,检验线路的绝缘强度是否足够。耐压试验可以发现绝缘子表面的微小裂纹、导线与绝缘子之间的连接不良等缺陷,确保线路在正常运行电压和过电压情况下能够安全可靠运行。

金具力学性能试验:对线路中的金具进行力学性能试验,如拉伸试验、弯曲试验等,以检测金具的强度和韧性是否符合设计要求。通过金具力学性能试验,可以及时发现金具的变形、裂纹等缺陷,避免因金具损坏而导致线路故障。

试验周期与标准:根据不同的设备和线路类型,制定相应的预防性试验周期和标准。一般情况下,绝缘电阻试验和耐压试验可每年进行一次;金具力学性能试验可根据金具的使用情况和重要性,适当延长试验周期。试验标准应参照国家相关标准和行业规范执行。

(三) 故障抢修

故障定位:当输配电线路发生故障时,应迅速进行故障定位。目前常用的故障定位方法有行波测距法、阻抗测距法等。行波测距法利用故障产生的行波在线路中的传播特性来确定故障位置,具有定位精度高、不受线路参数变化影响等优点;阻抗测距法则是根据故障时线路的电压、电流测量值,计算出故障点到测量点的阻抗,进而确定故障位置。

抢修准备:确定故障位置后,应立即组织抢修人员和抢修物资赶赴现场。抢修人员应具备相应的专业技能和经验,熟悉线路的结构和运行情况;抢修物资应包括导线、绝缘子、金具等必要的设备和材料,以及抢修工具和安全防护用品等。

抢修实施:在抢修过程中,应严格按照安全操作规程进行作业,确保抢修人员的人身安全。抢修人员应根据故障类型和现场情况,采取相应的抢修措施,如更换损坏的导线、绝缘子、金具等,修复杆塔基础等。抢修完成后,应进行全面的检查和试验,确保线路恢复正常运行。

抢修总结与改进:抢修工作结束后,应及时对抢修过程进行总结,分析故障产生的原因和抢修过程中存在的问题,提出改进措施和建议。通过不断总结经验教训,提高故障抢修的效率和质量,减少类似故障的再次发生。

(四) 智能化监测技术应用

在线监测系统：安装在线监测系统，对输电线路的运行状态进行实时监测。在线监测系统可以监测线路的导线的温度、弧垂、张力等参数，以及绝缘子的泄漏电流、绝缘电阻等参数。通过实时监测这些参数，可以及时发现线路的异常情况，提前预警潜在的故障隐患，为检修维护提供依据。

无人机巡检：利用无人机对输电线路进行巡检。无人机具有灵活、高效、不受地形限制等优点，可以快速到达线路的各个部位，对线路进行全方位的检查。无人机巡检可以搭载高清摄像头、红外热像仪等设备，对线路的外观、绝缘子状态、导线连接情况等进行详细检测，发现人工巡检难以发现的缺陷和隐患。

智能传感器技术：在输电线路的关键部位安装智能传感器，如振动传感器、位移传感器等，实时监测线路的运行状态。智能传感器可以将采集到的数据通过无线通信方式传输到监控中心，实现对线路的远程监控和故障诊断。通过分析传感器数据，可以及时发现线路的振动异常、杆塔倾斜等问题，采取相应的措施进行处理。

四、输电线路检修维护管理的优化措施

（一）建立健全检修维护管理制度

制定完善的输电线路检修维护管理制度，明确各部门和人员的职责，规范检修维护工作流程。制度应包括巡检计划制定、预防性试验安排、故障抢修处理、设备台账管理等方面的内容，确保检修维护工作有章可循、有序进行。

（二）加强人员培训与管理

定期对检修维护人员进行专业技能培训，提高其业务水平和操作能力。培训内容应包括输电线路的结构原理、检修维护技术、安全操作规程等方面。同时，加强对检修维护人员的管理，建立绩效考核机制，激励员工积极工作，提高工作效率和质量。

（三）完善检修维护物资管理

建立检修维护物资管理系统，对物资的采购、存储、发放等环节进行严格管理。确保物资的质量符合要求，数量充足，能够满足检修维护工作的需要。同时，定期对物资进行盘点和清理，避免物资积压和浪费。

（四）加强与相关部门的协作配合

输电线路的运行管理涉及到多个部门，如电力调度部门、运行维护部门、安全监督部门等。各部门之间应加强协作配合，建立信息共享机制，及时沟通线路的运行情况和检修维护需求。在故障抢修过程中，各部门应密切配合，协同作战，提高抢修效率。

参考文献

- [1] 电力工程输电线路施工技术问题探讨[J].李兆鹏; 许金超; 席守都. 仪器仪表与分析监测, 2025 (01)
- [2] 电力系统中配电网线路运行故障检测技术研究[J].李佳莹; 李义; 赵立严; 邵璞. 灯与照明, 2025 (01)
- [3] 输电线路运行维护及状态检修技术[J].俞磊; 董国民. 光源与照明, 2024 (12)
- [4] 输配电及用电工程线路的运行维护与故障排除技术[J].刘军; 刘洋. 电工技术, 2024 (S2)

五、案例分析

（一）某地区输配电线路故障案例及处理过程

某地区在夏季雷雨天气中，一条重要的输配电线路发生了短路故障，导致大面积停电。故障发生后，抢修人员迅速到达现场，通过行波测距法确定了故障位置。经检查发现，故障是由于雷击导致线路绝缘子闪络放电，进而引发短路。抢修人员立即更换了损坏的绝缘子，并对线路进行了全面的检查和试验。在抢修过程中，抢修人员严格按照安全操作规程进行作业，确保了抢修工作的顺利进行。经过数小时的努力，线路恢复了正常运行，减少了停电损失。

（二）案例中检修维护策略的应用效果分析

在此次故障处理过程中，日常巡检和预防性试验发挥了重要作用。通过日常巡检，及时发现并处理了一些线路周围的潜在安全隐患，为故障抢修争取了时间；预防性试验对绝缘子等设备进行了定期检测，提前发现了绝缘子的老化问题，但由于雷击的不可预测性，仍未能完全避免故障的发生。在故障抢修过程中，采用了先进的故障定位技术和科学的抢修方案，提高了抢修效率，缩短了停电时间。同时，智能化监测技术在故障发生后也为抢修人员提供了线路的实时运行数据，有助于快速判断故障原因和制定抢修措施。

结语

本文对输电线路常见的运行故障类型及产生原因进行了深入分析，提出了针对性的检修维护策略，包括日常巡检、预防性试验、故障抢修以及智能化监测技术的应用等方面。同时，提出了输电线路检修维护管理的优化措施，如建立健全检修维护管理制度、加强人员培训与管理、完善检修维护物资管理、加强与相关部门的协作配合等。通过案例分析，验证了这些检修维护策略和管理措施的有效性和可行性。随着电力技术的不断发展和电网规模的日益扩大，输电线路的运行环境将变得更加复杂，面临的故障风险也将不断增加。未来，应进一步加强输配电线路运行故障及检修维护策略的研究，探索更加先进的故障诊断技术和检修维护方法。例如，研究基于大数据和人工智能的故障预测技术，提前预测线路的故障隐患，实现预防性检修；开发更加智能化的监测设备和系统，提高监测的准确性和实时性；加强新型材料和设备在输配电线路中的应用研究，提高线路的可靠性和耐久性。同时，还应注重输配电线路检修维护的标准化和规范化建设，提高整个行业的检修维护水平，为电力系统的安全稳定运行提供更加有力的保障。