

电力输配电线路的运行维护与故障排除技术

张启元

内蒙古电力(集团)有限责任公司鄂尔多斯供电分公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 文章研究了电力输配电线路的运行维护与故障排除技术, 旨在提高电力系统的稳定性和安全性。重点探讨了电力输配电线路运行维护的方法和技巧, 包括日常巡检、故障排除等方面。本文采用了理论分析的方法进行研究, 表明有效的运行维护和故障排除技术对于保证电力输配电线路的稳定性和安全性具有重要意义。

关键词: 电力输配电线路; 运行维护; 故障排除

中图分类号: TM7

文献标识码: A

文章编号: 2023030103

Operation Maintenance and Troubleshooting Technology of Power Transmission and Distribution Lines

Zhang Qiyuan

Ordos Power Supply Branch, Inner Mongolia Electric Power (Group) Co., LTD., Ordos, Inner Mongolia 017000

Abstract: This paper studies the operation maintenance and troubleshooting technology of power transmission and distribution lines in order to improve the stability and security of power system. The methods and techniques of operation and maintenance of power transmission and distribution lines, including routine inspection and troubleshooting, are emphatically discussed. This paper uses the method of theoretical analysis to study, showing that effective operation maintenance and troubleshooting technology is important to ensure the stability and safety of power transmission and distribution lines.

Key words: power transmission and distribution lines; operation and maintenance; troubleshooting

引言

电力输配电线路作为国家电网的重要组成部分, 对于保障电力系统的稳定性和安全性具有举足轻重的作用。它们负责传输和分配电能, 一旦出现问题, 不仅会影响人们的生产生活, 还可能对国家经济造成不可估量的损失。因此, 电力输配电线路的运行维护和故障排除工作显得至关重要。电力输配电线路的运行维护主要任务包括日常巡视、检修维护和技术改造。日常巡视是为了及时发现和解决潜在问题, 保障线路的正常运行; 检修维护是在发现设备缺陷或故障时, 及时进行处理和修复; 技术改造则是为了提高线路的供电能力和可靠性, 满足日益增长的用电需求^[1-3]。故障排除技术是保障电力输配电线路正常运行的重要手段。它的作用主要包括: 及时发现和处理设备故障, 防止故障扩大和减少停电时间; 提高故障处理效率, 缩短停电时间, 保障用户用电需求; 降低设备损坏率, 提高设备使用寿命; 预防类似故障的再次发生, 提高电力系统的可靠性^[4-6]。

一、电力输配电线路的运行维护要点

(一) 线路规划与设计

在输配电线路的规划与设计阶段, 需要考虑以下因素: 选择合适的电源点, 确保电力供应稳定、安全可靠; 根据用电需求和地域特点, 选择合适的变电所, 以保证电压等级和电能分配合理; 选择合理的路径, 确保线路安全、经济、实用; 选择适当的绝缘子类型和规格, 以保证线路的绝缘性能^[7]; 根据负荷性质和电流需求, 选择合适的导线型号和截面积, 确保线路的载流量和

电压降满足要求。

(二) 线路施工建设

输配电线路的施工建设阶段包括以下步骤: 进行现场勘察, 了解地形、地貌和障碍物等情况, 制定详细的施工计划; 根据施工需要, 采购合适的材料、设备和工具, 保证施工质量; 按照施工图纸和规范进行施工, 确保线路的架设和安装质量; 在施工结束后进行验收, 确保线路达到预期的标准和质量要求。

(三) 线路巡视检查

线路巡视检查是保证输配电线路安全运行的重要手段, 需要

定期对线路进行巡视和检查，包括以下内容：检查杆塔的稳固性、结构完好性和防雷装置等；检查导线的松紧度、绝缘层和交叉物等，避免发生电气事故；检查绝缘子的完好性、脏污和闪络等情况，保证绝缘性能；检查金具的紧固性、腐蚀和磨损情况，确保连接牢固可靠。

（四）故障排查与修复

故障排查与修复是输电线路运行维护的重要环节，当线路发生故障时，需要迅速定位并采取处理措施。故障排查与修复流程包括以下步骤：根据故障的表现形式，确定故障类型，如短路、断路等；分析故障产生的原因，如设备问题、环境因素等；根据故障类型和原因，采取相应的处理方法，如更换设备、修复导线等。

（五）预防性维护

预防性维护是输电线路运行维护的重要组成部分，通过定期进行设备检查、维护和更换，保证线路的安全稳定运行。预防性维护内容包括以下方面：定期检查设备的运行状态、清理污染物等；根据设备的具体情况，制定合理的维护周期，如日检、周检、月检等^[9]；在维护过程中，遵守相关规定和操作流程，确保维护质量和安全。

（六）紧急应对措施

输电线路在运行过程中可能会遇到各种紧急情况，如自然灾害、人为破坏等。为了应对这些突发情况，需要制定以下紧急应对措施：在发生紧急情况时，立即采取措施进行处理，如断电、疏散人员等；在事故发生后，保护现场，避免事态扩大；及时向上级主管部门报告事故情况，配合相关部门进行调查处理。

（七）线路改造与升级

随着电力需求的变化和技术的不断进步，输电线路需要进行改造与升级，以满足更高的用电需求和标准。改造与升级的内容包括以下几个方面：对老化的设备进行更换或升级，提高线路的可靠性；增加导线截面积或增设新的输配电设备，以满足用电负荷的增长需求；采用新的技术和设备，如智能电网、节能变压器等，提高线路的自动化水平和能效。

（八）定期培训与演练

为了提高输电线路运行维护人员的技能水平和应急处理能力，需要进行定期培训与演练。培训和演练内容包括以下几个方面：对运维人员进行专业知识、操作技能和维护规范的培训，提高其业务水平；组织运维人员对突发事件进行预案演练，加强应急处理能力。

二、电力输配电线路故障排除技术

电力输配电线路是电力系统的重要组成部分，其运行状态直接影响到电力系统的稳定性和可靠性。然而，由于环境、设备等因素的影响，输电线路在运行过程中难免会出现各种故障。

（一）故障定位技术

故障定位技术是通过对接线路中的故障进行定位，以便快速、准确地找到故障点进行处理。其主要原理是利用故障发生时线路

中的电流、电压等参数的变化，判断故障位置。故障定位技术应用范围广泛，适用于各种类型的线路故障^[9]。其主要优点是定位准确、速度快，缺点是对一些复杂的线路布局，可能存在定位困难的情况。

（二）波形识别技术

波形识别技术是根据线路故障时产生的电流、电压波形与正常状态下的波形进行比较，从而判断故障的类型和位置。其主要原理是利用数字信号处理技术对接线路中的电流、电压波形进行傅里叶变换等处理，提取特征值并与正常波形进行比较。波形识别技术适用于架空线和地下电缆的故障检测，其主要优点是检测准确、速度快，缺点是对设备的要求较高，需要具备一定的信号处理技术。

（三）噪声抑制技术

噪声抑制技术是通过降低线路中的噪声干扰，以提高故障检测的准确性和可靠性。其主要原理是通过对线路中的噪声进行抑制和减小，提取出更明显的故障信号。噪声抑制技术适用于各种类型的线路故障，其主要优点是能提高故障检测的准确性和可靠性，缺点是需要额外的设备投入和调试。

（四）基于模型的技术

基于模型的技术是通过建立线路的数学模型，对接线路中的故障进行模拟和分析，从而判断故障的类型和位置。其主要原理是利用数学建模方法建立线路的数学模型，通过模型模拟故障情况下的电流、电压等参数的变化趋势与实际测量值进行比较，从而判断故障的类型和位置^[10]。基于模型的技术适用于各种类型的线路故障，其主要优点是可以对复杂的线路布局进行模拟和分析，缺点是需要耗费较长时间进行建模和计算。

（五）高阻检测技术

高阻检测技术是通过测量线路中的高阻抗来检测线路故障的一种方法。其主要原理是利用线路中的高阻抗会导致电流减小、电压升高等现象，从而检测出故障的位置。高阻检测技术适用于架空线和地下电缆的故障检测，其主要优点是可以检测出一些常规方法难以检测的隐形故障，缺点是需要专门的设备进行测量和判断。

（六）智能化技术

智能化技术是利用先进的传感器、通信和计算机技术对接线路中的故障进行自动检测和诊断的一种方法。其主要原理是利用智能化设备对接线路中的各种参数进行实时监测和数据采集，通过数据分析和处理技术对数据进行处理和挖掘，从而自动检测和诊断出线路中的故障。智能化技术适用于各种类型的线路故障，其主要优点是可以实现自动化、智能化检测和诊断，缺点是需要投入大量的资金进行设备升级和维护。

（七）无人机巡检技术

无人机巡检技术是利用无人机对接输电线路进行巡检的一种方法。其主要原理是利用无人机搭载高清相机或其他传感器对接线路进行拍摄和检测，将拍摄到的图像或数据传输到地面站进行处理和分析，从而发现线路中的潜在故障或故障位置。无人机巡检技术适用于各种类型的线路故障，其主要优点是可以提高巡检效

率和准确性，缺点是需要具备一定的无人机操作技能和数据处理能力。

（八）在线监测技术

在线监测技术是通过在输配电线路上安装各种传感器和监测装置，实时监测线路中的电流、电压、温度、湿度等参数，并将数据传输到数据中心进行处理和分析的一种方法。其主要优点是可以实时监测线路的运行状态，及时发现和预警潜在故障，缺点是需要定期对传感器和监测装置进行维护和检修。

（九）继电保护技术

继电保护技术是通过设置继电保护装置对输配电线路进行保护的一种方法。其主要原理是根据线路中的电流和电压等参数的变化情况，自动或手动切断电路以保护线路和设备不受损害。继电保护技术适用于各种类型的线路故障，其主要优点是可以快速响应和隔离故障，缺点是需要具备一定的继电保护设备和设置经验。

三、故障识别方法

（一）卷积神经网络

卷积神经网络（CNN）是一种特殊的前馈深度学习算法，具有强大的特征提取能力和非线性运算能力，可以从原始数据中直接提取其明显特征，从而能够有效避免传统深度学习算法需要采取复杂数学方法进行数据特征提取的问题，其网络结构主要包含输入层、卷积层、池化层、全连接层和输出层。

（二）支持向量机

支持向量机（SVM）是一种基于结构奉献最小化原理的分类算法，对于非线性的分类问题，可以通过核函数将数据非线性变换至线性高维空间，通过计算最优超平面进行分类，具有所需样本少、分类精度高等优点。

（三）故障建模

高压线路故障识别具有两个难点，即电压特征变化不明显以及接地故障与不接地故障容易误识别，对此，本文基于故障相间电流差和 CNN-SVM 提出了建立高压线路故障识别模型的方法。

（1）数据获取与归一化

建立线路模型，模拟不同故障类型、故障位置、过渡电阻、故障相角时线路故障，采集故障发生后一个周期内的三相双端电流故障信号，而后对各类数据均进行归一。

（2）CNN 识别

从归一化后的双端三相故障电流数据中随机抽取 70%，并截取故障发生后一个周期的数据，将其代入 CNN 模型作为输入，以 10 种故障类型作为训练输出进行训练。

（3）采用 SVM 判断故障是否接地

对上述相间故障类型，依据公式计算其相间电流差并提取非故障相的负序电流与零序电流，将相间电流差及非故障相负序、零序电流作为 SVM 模型的输入，并将接地和不接地作为 SVM 模型的分类型输出来进行训练。

（4）模型测试与对比分析

通过测试剩余 30% 的数据，并与目前常用的希尔伯特黄变换-支持向量机（HHT-SVM）、变分模态分解-极限学习机（VMD-ELM）、希尔伯特黄变换-卷积神经网络（HHT-CNN）、离散小波变换-卷积神经网络（DWT-CNN）等识别方法进行对比分析，验证模型的准确性。

四、总结

综上所述，电力输配电线路故障排除技术类型多样且各有优缺点。在实践中，应根据具体的故障类型和实际情况选择适合的排除技术和设备进行故障排除和处理以确保电力系统的正常运行。未来，应关注以下几个方面的发展趋势：

（1）技术创新：研发更加先进的监测和预警技术，提高故障处理的效率和准确性；

（2）专业人才培养：加强专业人才的培养和管理，提高运行维护和故障排除人员的专业技能和素质；

（3）智能化管理：通过物联网、大数据等技术手段，实现对电力输配电线路的智能化管理，提高线路的供电能力和可靠性。

参考文献

- [1] 王鑫, 张万芳. 电力输配电线路的运行维护与故障排除技术 [J]. 自动化应用, 2023, 64(08):132-134.
- [2] 吴焯, 郑向荣, 詹盛. 电力输配电线路的运行维护及故障排除 [J]. 光源与照明, 2022(12):180-182.
- [3] 原珂嘉. 电力输配电线路中的运行与故障对策分析 [J]. 集成电路应用, 2022, 39(10):252-253.
- [4] 王家宇, 孙蔓蔓. 浅谈电力输配电线路的运行维护与故障排除技术 [J]. 中国设备工程, 2022(09):75-77.
- [5] 肖立鑫. 电力输配电线路的影响因素及故障排除措施分析 [J]. 光源与照明, 2022(03):198-200.
- [6] 李贵君, 高海文. 电力输配电线路的运行维护 [J]. 中国科技信息, 2022(05):48-49.
- [7] 彭启轩. 关于电力输配电线路的运行维护与故障排除技术 [J]. 中国新通信, 2020, 22(22):146-147.
- [8] 刘大伟. 输电线路的运行维护及故障排除技术措施分析 [J]. 科技创新导报, 2019, 16(34):23-24.
- [9] 王琪, 雍瑞雪. 电力系统 10 kV 配电线路安全运行维护措施分析 [J]. 通信电源技术, 2019, 36(11):126-127.
- [10] 杨梓峰. 输配电线路运行和检修 [J]. 中外企业家, 2019(30):115.