

# 高低压电力电缆线路运行的维护措施探究

曹伟军

浙江联强建设有限公司 浙江 舟山 316000

**摘要:** 随着现代社会对电力需求的持续增加, 高低压电力电缆线路的稳定、安全运行至关重要。本文旨在深入探讨电缆线路的基本构造、工作原理、常见问题及其风险, 并重点研究各种维护措施及其在实际应用中的效果。同时文中还探讨高新技术在电缆维护中的应用以及电缆维护的未来趋势与建议, 为电缆线路的维护提供全面、系统的理论支撑与实践指导。

**关键词:** 高低压电缆; 维护措施; 风险管理; 电缆老化

## Exploration of Maintenance Measures for the Operation of High and Low Voltage Power Cable Lines

Cao Weijun

Zhejiang Lianqiang Construction Co., Ltd. Zhoushan Zhejiang 316000

**Abstract:** With the continuous increase in power demand in modern society, the stable and safe operation of high and low voltage power cable lines is crucial. This article aims to deeply explore the basic structure, working principle, common problems and risks of cable lines, and focus on studying various maintenance measures and their effectiveness in practical applications. At the same time, the article also explores the application of high-tech in cable maintenance, as well as the future trends and suggestions for cable maintenance, providing comprehensive and systematic theoretical support and practical guidance for cable line maintenance.

**Keywords:** High and low voltage cables; Maintenance measures; Risk management; Cable aging

引言: 电力电缆是现代社会电力传输和分配的关键组成部分, 其稳定、安全的运行直接关系到电网的正常供电以及广大用户的用电安全。高低压电缆因其在电力系统中的特殊地位, 使得其维护工作尤为重要。然而, 在实际运行中由于各种内外部因素, 电缆可能出现老化、损伤等问题进而导致线路故障, 给电力供应带来严重影响。因此, 深入研究电缆线路的运行特点、识别和管理其潜在风险以及探索有效的维护措施, 对于确保电力系统的可靠运行具有重要意义。本文即围绕这一主题, 对电缆线路的维护措施进行系统探究。

### 1 电力电缆线路的基本概念与运行特点

#### 1.1 电缆的基本构造及其分类

电缆是一种多导线的电气设备, 专门用于在电气系统中进行电能传输和分配, 从结构上看电缆主要由导体、绝缘、屏蔽层、护套和防水层等部分构成, 其中导体作为电流的输送媒介, 常见的材料为铜或铝, 其形态可为实心或绞线。绝缘层起到隔离导体与外界的作用, 常用的材料包括交联聚乙烯、硅橡胶、乙丙橡胶等。屏蔽层的主要任务是防止电磁干扰和减少电场强度, 通常采用金属带或金属丝绞合成。护套为电缆提供机械保护, 同时防止化学侵蚀和紫外线辐射, 常

用的材料有聚氯乙烯、聚乙烯和氯化聚乙烯等。防水层则防止水分进入确保电缆的长期稳定运行, 根据不同的标准和应用需求电缆可分为高压、中压和低压电缆, 高压电缆主要用于长距离的电力输送和大容量的电能传输, 如电网互联和跨区域供电; 中压电缆适用于城市电网、大型工业企业和矿区等; 而低压电缆主要服务于居民住宅、小型工业企业和农村地区<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 电力电缆的工作原理与特性

电力电缆的工作原理是基于欧姆定律和法拉第电磁感应定律, 当电缆的两端有电压差时导体内会产生电流, 这种现象基于欧姆定律。而电缆在传输电能时, 导体中的变化电流会产生磁场进而在导体周围产生电磁感应, 这是法拉第电磁感应定律的应用, 这两个基本定律解释电缆如何在没有机械部件的情况下实现电能的传输。电力电缆的一些主要特性包括其机械强度、导电性、绝缘性和热稳定性。机械强度决定电缆在安装和运行过程中能够承受的外部力量; 导电性确保电缆的有效电能传输; 绝缘性防止电流的泄漏和短路; 而热稳定性则表明电缆在长时间的高温工作条件下, 其物理和化学性质能够保持稳定, 这些特性共同确保电力电缆在各种环境和工况下的可靠、稳定运行。

## 2 电缆线路的常见问题与风险分析

### 2.1 电缆老化与损伤的原因

电缆的老化是一个复杂的物理和化学过程涉及材料性质的变化、机械应力的累积和外部环境的影响,电缆老化的主要表现是绝缘性能的降低、导电性的减弱和机械强度的下降,绝缘材料在长时间的电场和热应力作用下会出现化学分解、氧化和交联,导致绝缘电阻降低、介电损耗增大和绝缘强度下降。此外,电缆在运行中受到机械应力、热循环和外部环境的影响如温度变化、化学腐蚀和微生物侵蚀都会加速电缆的老化过程,特别是在湿润、酸碱和盐雾环境中电缆的老化速度会明显加快,而电缆的损伤通常是由于外部力量、电缆故障或安装不当造成的,例如电缆在铺设、安装和维护过程中可能会受到过度的拉伸、弯曲和扭曲,导致导体断裂、绝缘损伤和接头故障。此外,电缆故障如短路和接地也可能导致电缆的局部过热和熔化进一步加剧电缆的损伤<sup>[2]</sup>。

### 2.2 线路故障的识别与定位

电力电缆线路故障的识别和定位是电缆维护的关键环节,故障的初步识别通常依赖于故障指示器、保护装置的动作和用户的报警,这些信息可以提供故障发生的时间、地点和性质,但为了准确确定故障的位置和原因还需要进行现场测试和分析。常用的测试方法有:直流高压试验、电缆反射波形测量和声音定位法。直流高压试验是通过对电缆施加直流高压测量其绝缘电阻和漏电流,来判断电缆的绝缘状态。电缆反射波形测量是利用脉冲反射法发送高频脉冲到电缆,通过接收反射波形分析其时延和衰减来确定故障位置,而声音定位法是通过监听电缆故障产生的声音结合声速和时间差来计算故障的位置,这些方法在实际应用中需要结合使用才能准确、快速地定位电缆故障,为后续的维护和修复提供科学依据。

### 2.3 风险管理与防范策略

电力电缆线路在运行中不可避免地会面临多种风险,如物理损伤、电缆老化、外部环境因素及突发事件等,为了确保线路的稳定运行需要对这些风险进行系统的管理和防范。风险管理的核心是对风险的识别、评估、控制和监测,通过对电缆线路进行定期的巡检和测试可以及时发现潜在的问题和隐患,例如通过红外热成像技术可以快速检测电缆的温度分布,发现局部过热的问题;通过在线监测系统可以实时监测电缆的电压、电流、温度和绝缘状态,预测并预防故障的发生。另外,对于已知的风险因素如化学腐蚀、机械损伤和外部干扰可以通过技术和管理措施进行防范,例如选择耐腐蚀、耐磨损的电缆材料和结构;设置电缆保护层和隔离带,防止外部物体的侵入和干扰;加强电缆铺设和安装的技术指导和管理,确保电缆的完整性和可靠性。此外,建立应急响应机制和预案对电缆线路的运行人员进行培训和演练,确保在突发事件发生时能够迅速、准确地进行应对和处理,最大限度地减少风险的影响和损失。

## 3 维护措施的研究与应用

### 3.1 常规检测与预防性维护

预防性维护策略依赖于系统的检测方法和技术,包括电缆的物理检查、绝缘电阻测试、偏振去偏振电流测量、局部放电检测等,通过这些方法可以有效评估电缆的健康状况,识别出潜在的风险因素从而采取适当的维护措施。例如,局部放电是电缆绝缘老化和损伤的重要指标,通过局部放电的在线监测可以及时发现电缆的绝缘问题避免故障的发生。此外,电缆的温度和湿度对其绝缘性能有重要影响需要进行定期的测量和控制,通过预防性维护不仅可以延长电缆的使用寿命降低维护成本,还可以提高电力系统的可靠性和稳定性<sup>[3]</sup>。

### 3.2 现场故障处理与修复策略

电缆线路在运行中难以避免的会出现各种故障,如断线、短路、接地、绝缘损伤等,对于这些故障需要有针对性的处理和修复策略。故障定位是故障处理的第一步,可以采用时间域反射法、声电法、电磁法等技术进行定位。准确的故障定位不仅可以缩短停电时间,降低修复成本,还可以提高修复的质量和效率。对于电缆的断线和短路故障可以采用焊接、接头、接线柱等方法进行修复;对于电缆的绝缘损伤可以采用补偿、更换、封闭等方法进行处理。在故障处理过程中还需要注意保护电缆的绝缘性能防止二次损伤。对于复杂的故障如多点接地、混合故障等需要综合运用多种技术和方法,进行系统的分析和判断。总之,现场故障处理与修复是电缆维护的重要组成部分,关系到电力系统的安全和稳定运行。

### 3.3 高新技术在电缆维护中的应用

随着科技的发展多种高新技术被引入到电缆维护中,为电缆线路的安全、高效和可靠运行提供强大支持。例如光纤传感技术通过在电缆中部署光纤,实现电缆的实时监测和健康诊断,该技术可以精确地检测和定位电缆的温度、应力、振动和其他物理参数的变化,为故障的及时预警和处理提供重要依据。另外无人机技术在电缆线路的巡检和维护中也显示出巨大潜力,通过搭载多种传感器和探测设备,无人机可以对电缆线路进行快速、高效、全面的检测,识别出线路的损伤、杂物、树木侵入等潜在风险,与传统的人工巡检相比无人机技术不仅可以提高巡检的效率和质量,还可以降低人工风险和成本。此外,大数据和人工智能技术也在电缆维护中发挥越来越重要的作用,通过对大量的运行数据、故障记录、维护日志等信息进行深入分析,这些技术可以发现电缆的隐藏问题,预测故障的发生,为维护决策提供有力支持。例如,机器学习算法可以根据电缆的运行数据,识别出电缆的老化模式和趋势,为电缆的更换和维护提供科学依据。同时,物联网技术通过将电缆线路与云平台、移动应用、远程监控中心等系统连接起来,实现电缆的远程监测、智能控制和优化管理。例如,通过部署智能传感器和控制器,物联网

技术可以实时监测电缆的电流、电压、温度、湿度等参数,及时调整运行状态,防止电缆的过载和过热。总之,高新技术为电缆维护带来革命性的变革,为提高电缆线路的运行效率、安全性和可靠性提供强大武器。在未来随着技术的不断进步和应用的不断深化,电缆维护将更加智能、自动和高效<sup>[4]</sup>。

#### 4 电缆维护的未来趋势与建议

##### 4.1 电缆智能监测与预警技术的展望

电缆智能监测与预警技术代表电力电缆维护未来的发展方向,为确保电缆系统长期、安全、稳定的运行提供有效手段。随着传感器技术、数据分析和云计算等领域的飞速发展,电缆监测系统逐渐从传统的定期检查转变为实时、连续的在线监测,这种监测方式可以实时捕捉到电缆的各种异常,从而在问题进一步恶化之前得到及时处理。例如,电流变化、温度升高或绝缘性能下降等问题可以在最初的阶段被智能监测系统识别。此外,预警技术利用先进的数据分析算法,对大量的电缆运行数据进行深入挖掘和分析实现对电缆故障的预测,这种预测不仅基于电缆的当前状态,还结合历史数据、环境因素和运行条件等多方面的信息,确保预测的准确性和可靠性。此外,智能监测与预警技术还与移动应用、远程控制系统和决策支持系统等其他技术紧密结合,实现电缆系统的全面、高效、智能管理。

##### 4.2 推进电缆维护工作的策略与建议

电缆维护不仅需要定期的物理检查,还需要结合现代技术手段,提高维护的效率和效果。其中建立一个完整、系统的电缆资料库是基础,这样的资料库应包括电缆的规格、型号、安装日期、历史维护记录以及运行状态等关键信息,拥有这些数据可以为电缆的检查、更换和维护提供有力支持。同时,利用先进的电缆检测技术如红外热成像、超声波检测

和偏振回波测试等可以对电缆的内部结构和性能进行全面、深入的检查,确保电缆的安全运行。此外,电缆维护还需要与电缆的设计、安装和运行等其他环节紧密结合,确保电缆系统的整体性能和可靠性。例如在电缆的设计和安装阶段就应考虑到电缆的维护需求,选择合适的材料、结构和布局,为后期的维护工作提供便利。总之,推进电缆维护工作需要综合考虑技术、管理和策略等多方面的因素,确保电缆系统的长期、安全、稳定运行<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

电力电缆线路作为现代社会的能源传输主线,其安全与稳定的运行至关重要,通过对电缆的构造、工作原理以及维护措施的深入探讨,明确高低压电力电缆线路运行中所面临的问题与挑战,并提出一系列有效的维护措施,智能监测与预警技术的发展为实时、持续的电缆状态监测提供新的可能性,预示着电缆维护向更高效、智能的方向发展,为确保电缆线路的长期稳定运行,维护措施的实施必须综合考虑技术、策略与管理形成全面、系统的维护体系。

#### 参考文献

- [1]杨宝金.高压电力电缆故障分析及处理[J].中国设备工程,2023(16):142-144.
- [2]许东伟.电力电缆运行中的维护措施分析[J].集成电路应用,2022,39(10):194-195.
- [3]赵志钰,陈红发,刘志宏.高低压电力电缆线路运行的维护措施分析[J].集成电路应用,2020,37(10):90-91.
- [4]苏冶.关于电力电缆线路架设计设计与运维的几点思考[J].湖北农机化,2020(10):25-26.
- [5]车雨轩.低频高压介损与宽频低压介电谱联合的电缆老化测评方法研究[D].西南交通大学,2020.