

高压输电线路状态检修及维护技术分析

朱玮

(国网宁夏电力有限公司中卫供电公司 宁夏中卫 755000)

摘要:随着电力需求的不断增加和输电距离的延伸,高压输电线路在运行过程中不可避免地会面临着各种自然环境和人为因素的考验,包括极端天气、设备老化、技术故障等,这些因素都可能导致输电效率下降或输电中断,给社会经济带来巨大的影响。本文从高压输电线路的组成和工作原理、常见故障类型、状态检修技术、维护技术等方面进行深入探讨,旨在提供一个全面的视角,理解高压输电线路维护的复杂性和必要性,以期为保障电力系统的稳定运行和可靠供电提供参考。

关键词: 高压; 输电线路; 检修维护

引言:

高压输电线路的状态检修及维护尤为重要,它不仅及时发现并修复存在的缺陷,防止故障发生,还能通过定期的预防性维护延长设备的使用寿命,提高系统的整体稳定性和可靠性。然而,实施高效的检修及维护策略面临着不少挑战,包括如何高效准确地诊断线路状态、如何安全快速地修复发现的问题,以及如何合理地利用先进技术和方法提升维护工作的智能化水平等。

一、高压输电线路的组成和工作原理

高压输电线路主要由输电塔架、导线(包括裸导线和绝缘导线)、绝缘子、接地系统、防雷设施和必要的辅助设备组成。输电塔架作为物理支撑,确保导线跨越各种地形,同时保持足够的安全距离以避免接地或相互之间的电气短路;导线是输电线路的核心,用于传输电能,其材质、截面积和结构设计直接影响输电效率和损耗;绝缘子挂在输电塔架上,用于支撑和绝缘导线,防止电流泄露到地面或塔架上,保障系统的安全运行。高压输电线路的工作原理基于电磁感应和交流电传输理论,当发电站产生高电压交流电时,通过变压器升压至高压或超高压级别,以降低在长距离传输过程中的电能损耗。电能通过导线在高压状态下传输,到达目的地后,通过变电站的变压器降压至适合地方配电网或终端用户使用的级别。在整个传输过程中,绝缘子和接地系统确保输电安全,防止电气故障,而防雷设施则保护线路免受雷电直击或感应高压的影响,通过这种方式,高压输电线路有效地实现了大规模电能的高效率、远距离传输,是现代电力系统不可或缺的组成部分。

二、高压输电线路状态检修技术

(一) 直观检查法

直观检查法是高压输电线路状态检修中最基本经济的技术之一,主要依靠人工视觉或借助光学仪器进行线路设备和构件的表面状况检查,这种方法不需要复杂的

设备或高科技仪器,但却能有效发现输电线路中的许多潜在问题,如导线的损伤、绝缘子的破裂或污染、塔架的锈蚀或变形等。直观检查可以分为地面检查和空中检查两种方式。地面检查主要是指检修人员在地面上对输电线路沿线的塔架、绝缘子、接地装置等进行目视检查,有时还会使用望远镜等辅助工具来观察较高或视线范围之外的部件,通过地面检查可以及时发现塔架倾斜、基础松动、防护装置损坏等问题。空中检查则主要依靠直升机、无人机等飞行器携带摄像头和其他感测设备,从空中对输电线路进行全面的视觉检查。空中检查能够覆盖更广的区域,尤其适用于地形复杂、难以接近的地区。通过高清摄像头,可以捕捉到导线、绝缘子等部件的微小裂纹或损伤,甚至可以检测到线路周边植被的侵扰情况。

(二) 物理诊断技术

物理诊断技术主要包括红外热成像技术、声波诊断技术和电气测量技术,每种技术都有其独特的应用领域和优势。红外热成像技术是利用红外热像仪检测和记录设备表面的温度分布,从而发现异常热点。在高压输电线路检修中,此技术可以有效地识别由于接触不良、过载或绝缘损坏导致的局部过热问题,这些热点是设备故障的早期警示,及时发现和处理这些问题可以防止故障扩大,保证电力系统的安全稳定运行。声波诊断技术则通过分析输电线路及其组件在运行过程中产生的声波特征来诊断问题。例如,部分放电现象会在高电压设备中产生特定频率的声波,通过声波检测设备可以准确地定位放电点,进而进行针对性的维修,这种技术对于检测绝缘材料的微小裂纹或其他隐蔽性故障具有重要价值。电气测量技术是通过测量电压、电流、阻抗等电气参数来评估输电线路的健康状态,如通过对线路的阻抗测量可以判断线路是否存在接地故障或断线问题,电气测量技术能够提供关于输电线路电气性能的直接信息,有助

于识别和预防潜在的电气故障。

（三）非破坏性检测技术

非破坏性检测技术是一类在不损害被检测对象的前提下，用于识别、评估输电线路及其组件中存在的缺陷或性能降低的技术，这些技术包括但不限于超声波检测、X射线检测、磁粉检测等，它们可以深入材料内部，发现表面下或微小的缺陷，对高压输电线路的安全运行至关重要。以超声波检测为例，这种技术利用高频声波在材料中的传播特性，通过分析反射回的声波信号来确定材料内部的缺陷位置和大小。超声波检测对于发现输电线路金属构件（如输电塔架、金具等）中的裂纹、腐蚀、空洞等缺陷非常有效。例如在对某高压输电塔架进行例行检测时，采用超声波检测技术进行了深入的结构健康诊断。检测过程中，通过在塔架关键承重部位施加超声波，分析反射回的信号，发现了一个不易被直观检查法发现的微小裂纹，这个裂纹位于塔架的一个焊接接头处，虽然表面上不明显，但对结构安全构成潜在威胁。通过早期识别这一缺陷，及时进行了修复，极大地降低了安全隐患，保障了输电线路的稳定运行。

三、高压输电线路维护技术

（一）预防性维护

预防性维护是高压输电线路维护中一项核心内容，旨在通过定期的检查、测试和维护活动预防故障的发生，确保输电线路及其组件的可靠性和长期稳定运行，这种维护方式基于对输电线路及其设备可能发生风险的条件进行科学的分析和评估，从而制定出相应的维护计划和周期，而不是等待故障发生后再采取措施。预防性维护包括多个方面的活动，如对输电线、塔架、绝缘子、接地系统等关键组件的定期视觉检查，以及更加深入的物理和电气性能测试，这些活动帮助识别和修复潜在的缺陷，如导线的磨损、绝缘子的老化或污染，以及接地系统的不良性能等，从而防止这些小问题发展成为严重的故障。预防性维护的实施还涉及到对输电线路运行环境的监控，比如监测周围植被的生长情况，防止树枝接触导线引起短路；以及监测气候和天气条件，预测可能对线路产生影响的极端天气事件，提前采取防范措施。此外，预防性维护还强调维护工作的记录和分析，通过对历史数据的分析，不断优化维护计划和方法，提高维护工作的效率和效果。

（二）紧急修复技术

紧急修复技术旨在迅速恢复输电系统的正常运行，最小化由于故障导致的电力供应中断时间，这通常涉及快速诊断故障原因、确定最有效的修复方案，并迅速动员人员、材料和设备到现场执行修复作业。紧急修复技

术包括但不限于临时接线、替换损坏的输电线路组件（如导线、绝缘子、塔架等）、临时绕过故障区段等方法。这些技术要求维修团队具备高度的专业技能和快速响应能力，同时也需要充分的预备和应急计划，包括备有必要的修复设备和材料，以及对可能的故障场景进行预演练。在紧急修复过程中，安全是最重要的考虑因素，这不仅包括维修人员的个人安全，还包括整个电力系统的运行安全。因此，紧急修复措施需要遵循严格的操作规程和安全标准，以防止在修复过程中发生次生事故或扩大损失。

（三）智能化维护技术

智能化维护技术在高压输电线路维护领域中代表了技术进步和创新的方向，它通过集成先进的信息技术、通信技术、自动化技术和数据分析技术，实现对输电线路状态的实时监测、故障诊断和维护决策支持。其核心在于利用大数据分析、人工智能（AI）、物联网（IoT）等技术，对输电线路的运行数据进行深入分析，从而预测潜在的故障风险，优化维护计划和提高维护效率。例如某高压输电线路项目中，采用了基于物联网技术的智能传感器网络来监测输电线路的关键参数，如温度、湿度、导线张力和塔架倾斜度等，这些传感器实时收集数据并通过无线网络发送到中央监控系统。利用人工智能算法，系统能够分析这些数据，识别出异常模式，预测潜在的故障点，如通过分析导线温度的变化趋势和模式，系统成功预测了一个即将发生的接触不良问题，这通常会导致导线过热甚至断裂。在问题发生之前，维护团队便根据系统的预警信息，提前进行了维护和修复，避免了可能的故障和电力供应中断。智能化维护技术的应用大幅提升了输电线路维护的主动性和预见性，降低了故障发生的风险，还优化了维护资源的分配，提高了维护工作的效率和经济性。

总结：

高压输电线路作为电力系统的动脉，其稳定性和可靠性直接关系到社会经济的持续健康发展。通过本文的探讨，可以认识到高压输电线路维护的重要性，以及面对各种挑战时采用的先进检修及维护技术的必要性。无论是传统的直观检查法、物理诊断技术，还是现代的非破坏性检测技术和智能化维护技术，都在不断地提升输电线路的运行效率和安全性。

参考文献：

[1]张海明.高压输电线路施工技术与检修方法[J].工程建设与设计,2019(20):175-176.

[2]于定鑫.高压输电线路状态检修技术指导[J].变压器,2020,57(08):90.