

技术理论

110kV 输电线路运行检修技术分析及其故障预防

陈阳

(国网宁夏电力有限公司中卫供电公司 宁夏中卫 755000)

摘要：随着社会经济的快速发展，对电力系统的稳定运行和高效能源传输的需求日益增长。110kV 输电线路作为电力系统的重要组成部分，其运行状态直接关系到电力供应的可靠性和安全性。故障的发生不仅会导致重大经济损失，还可能引起更广泛的社会影响。该文从 110kV 输电线路的运行检修技术入手，详细介绍了视觉检查、红外热像技术、振动分析、声波监测技术、电气测试、无人机巡检以及在线监测系统等主要技术。

关键词：110kV 输电线路；检修技术；故障预防

引言：

110kV 输电线路作为连接发电站与用户之间的关键环节，其安全、稳定运行对电力系统的可靠性至关重要。近年来，由于自然环境和人为因素的影响，输电线路面临着越来越多的运行挑战。故障一旦发生，不仅会中断电力供应，影响经济和生活，还可能引发连锁反应，造成更大范围的电力系统崩溃。因此，采取有效的运行检修技术和故障预防措施，确保输电线路的可靠性和安全性，成为电力行业的重要课题。

一、110kV 输电线路运行检修技术

(一) 红外热像技术

红外热像技术在 110kV 输电线路的运行检修中发挥着至关重要的作用，它通过捕捉设备表面的红外辐射来测量和映射温度分布。这种无接触的检测方式使得维护团队能够迅速识别出由于过载、接触不良或绝缘损耗等问题引起的温度异常。在实际应用中，维护人员携带红外热像仪对输电线路全面扫描，特别是那些难以直接观察的接头、绝缘子和其他关键部件。热像仪捕获的数据以图像形式展现，高温区域以不同颜色标识，便于识别潜在故障点。通过对比分析这些热图，可以有效地监测和评估输电线路的健康状况。此技术的应用大大提高了检修工作的效率和安全性，降低了因故障导致的停电风险，保障了电力系统的稳定运行。

(二) 振动分析

振动分析是 110kV 输电线路检修中一项关键技术，通过测量和分析输电线和塔架的振动特性，能够有效预测和防止结构性故障。这项技术依赖于高精度的传感器，它们被安装在输电线路的关键位置上，实时监测振动数据。传感器收集的数据被送往分析软件，软件通过算法比较振动频率、幅度和模式，识别出偏离正常范围的振动行为。这些异常振动往往预示着潜在的问题，如导线的损伤、连接件的松动，或是塔架的结构弱点。维护团队根据分析结果，可以精确定位到问题发生的具体位置，

及时采取修复措施，比如加固输电塔架或更换损坏的导线。振动分析不仅提高了检修工作的针对性和有效性，还极大地减少了需要进行物理检查的范围，从而优化了维护资源的分配，确保输电系统的可靠性和稳定性。

(三) 声波监测技术

声波监测技术在 110kV 输电线路的运行检修中扮演着重要角色，它利用声波特性来检测和定位故障，尤其是那些肉眼难以察觉的绝缘子放电问题。这项技术的核心在于部署一系列的声波传感器沿着输电线路，这些传感器能够捕捉到由绝缘体放电引起的声波信号。当绝缘体发生微小的放电现象时，会产生特定频率的声波，这些声波被传感器捕获后即被转换为电信号进行分析。通过分析这些信号的频率、强度和传播时间，可以精确地确定放电点的位置。此外，声波监测技术还能够通过长期收集和分析数据，识别出输电线路潜在的绝缘性能下降趋势，从而提前进行预防性维护。

(四) 电气测试

电气测试是 110kV 输电线路运行检修中的一项基础而关键的技术，主要用于评估输电设施的电气性能和绝缘状态。这项技术通过对输电线路及其组件进行一系列标准化的电气参数测量，如绝缘电阻、接地电阻、介电强度和电流载荷能力，来确保其安全和有效运行。操作时，维护人员使用专门的电气测试仪器，如绝缘电阻测试仪、接地电阻测试器和高压测试设备，对输电线路进行精确测量。这些测试帮助识别出导线、绝缘子和接地系统中的潜在缺陷或性能降低，如绝缘老化、接触不良或接地不良等问题。通过定期进行电气测试，可以及时发现和修复这些问题，从而避免了故障的发生，确保输电系统的可靠性和稳定性。此外，电气测试的数据还可以作为设备维护、更新和性能改进决策的依据，为输电线路的长期运营提供重要的技术支持。

(五) 无人机巡检

无人机巡检技术在 110kV 输电线路的运行检修中提

供了一种创新且高效的方法,通过空中视角对输电设施进行全面和精细的检查。搭载高分辨率摄像头和红外热像仪的无人机能够飞越输电线路,捕捉细节图像和热成像数据,这些数据用于识别线路、塔架、绝缘子和其他关键设施的损伤、磨损或异常热点。操作过程中,专业的无人机驾驶员或自动导航系统确保无人机沿预定航线飞行,同时,地面技术团队实时接收和分析传回的图像和数据。这种方式不仅大大提高了检查的速度和安全性,减少了人员直接暴露在高危环境中的风险,而且通过高清晰度的图像捕捉到的细节,比传统的人工巡检更为准确和全面。此外,无人机巡检还能够访问那些地面巡检难以到达的区域,如山区、水域附近或高密度植被覆盖的地方,确保输电线路的每一部分都能得到有效的监测和维护。

二、110kV 输电线路故障预防方法

(一) 鸟害故障预防

鸟害故障预防是一种专门针对 110kV 输电线路因鸟类活动引发的故障进行预防的方法,旨在通过一系列措施减少鸟类对输电设施的负面影响。这包括在输电塔和其他关键设施上安装物理障碍物如鸟刺和鸟盘,有效阻止鸟类栖息和筑巢。鸟刺通过其尖锐的设计不利于鸟类停留,而鸟盘的设置则防止鸟类接触到绝缘子等敏感部件。除了物理措施,还采用声学 and 光学驱鸟装置,发出对鸟类产生威胁感的声音或光线,迫使它们远离高压线路区域。这些设备的选择和布置考虑到了鸟类的行为习性,以及输电线路的具体环境和地理位置,确保能够有效地覆盖关键区域。通过这种综合性的预防措施,能够显著降低鸟害引起的输电线路故障,如短路、断线或绝缘性能下降,进而保障输电系统的稳定性和安全性。

(二) 雷击故障预防

雷击故障预防对于 110kV 输电线路而言是一项至关重要的措施,旨在减少雷电对输电系统的潜在损害。这一方法通过安装避雷针和避雷线来实施,避雷针安装在输电塔的最高点,能够有效吸引雷电,将雷电安全引导至地面,避免直接雷击对输电线路的损害。避雷线则布置于输电线路上方,形成一道保护屏障,拦截或引导雷电流,保护下方的输电导线不受影响。此外,还需对输电塔进行良好的接地处理,确保雷电流能够顺畅地流入地下,大幅度降低雷电引起的过电压风险。接地系统的设计和施工需要满足特定的电气标准,以保证其在雷电冲击下的有效性和可靠性。通过这些措施的综合应用,可以显著提高输电线路对雷电的防御能力,减少雷击事件导致的设备损坏、电力中断和运维成本。

(三) 在线监测系统

在线监测系统作为 110kV 输电线路故障预防的关键技术,通过实时收集输电线路及其关键设备的运行数据,

为早期识别和预防故障提供了有效手段。该系统利用多种传感器,如温度、湿度、振动、电流和电压传感器,连续监测输电线路的关键性能指标。这些传感器部署在输电塔、导线、绝缘子等关键位置,能够实时捕捉到设备的运行状态和环境变化信息。收集到的数据通过无线或有线网络传输至中央监控中心,利用先进的数据分析和算法,对数据进行处理和分析,实现对输电线路运行状况的全面监控。在线监测系统的应用使得运维团队能够及时了解输电线路的实时状态,有效识别出潜在的故障风险,如过热、过载、绝缘性能下降等异常情况。一旦系统检测到异常指标,即可自动触发报警,同时生成故障分析报告,指导运维人员快速定位故障位置和原因,采取相应的维修或调整措施,有效避免故障的发生。

(四) 定期维护和巡检

定期维护和巡检需要对输电线路、塔架、绝缘子、接地系统等关键部件进行定期的视觉检查,以及对导线、绝缘材料等进行物理性能的测试。巡检工作通常由专业的维护团队执行,他们根据维护计划和巡检周期,使用必要的仪器设备,如望远镜、红外热像仪、无人机等,对输电线路进行全面的检查。在巡检过程中,工作人员会重点检查输电线路是否存在裸露导线、绝缘子裂纹、塔架腐蚀或损坏等现象,同时评估自然环境因素如树木生长、土壤侵蚀等对输电线路的影响。对于发现的问题,根据其严重程度和紧急性,制定相应的维修计划和措施,及时进行修复或替换,以避免问题的扩大和故障的发生。此外,巡检数据和维修记录会被详细记录和分析,为输电线路的长期运行和维护策略的优化提供参考。

总结:

综上所述,输电线路的稳定运行是确保电力供应安全和可靠的前提,通过实施有效的运行检修技术和故障预防措施,可以显著降低输电线路故障的发生率,提高电力系统的整体性能。未来为了持续提高输电线路的运行效率和安全性,建议加强技术研发和创新,提升故障诊断和处理的智能化水平,同时,加大对运维人员的培训力度,确保技术和知识的有效传承和应用。

参考文献:

[1]马三龙.110 kV 输电线路运行检修技术分析 & 故障预防解析 [J]. 现代工业经济和信
息化,2022,12(12):361-362.

[2]徐念,李凡,袁浩.110kV 输电线路运行检修技术分析 & 故障预防 [J]. 数码世界,2019(08):287.

[3]张正军.110 kV 输电线路运行检修技术分析 & 故障预防 [J]. 机电信息,2019(12):109-110.

[4]杨长安,李晓双,吴超等.110kV 输电线路杆塔安全施工防护装置的研发与应用 [J]. 电气技术与经济,2024(01):316-318.