

高压线路运行故障分析及检修措施

戴浩梁 胡 特 赵育葳

温州电力建设有限公司 浙江 温州 325000

摘 要：高压线路作为电力系统的重要组成部分，其稳定运行对于确保电力供应的可靠性和安全性至关重要。在实际运行过程中，高压线路常面临多种故障挑战。这些故障可能源于自然因素如雷电、大风等恶劣天气，人为因素如施工破坏、盗窃等，设备自身老化或缺陷，以及其他不可预见因素。为确保高压线路高效运行，需深入分析故障成因，并采取相应的检修措施，包括加强设备维护、提升检修技术、增强自然灾害防范能力及完善故障应急处理机制。

关键词：高压线路；运行故障分析；检修措施

引言

高压线路作为电能传输的主要通道，其运行状态直接关系到电力系统的整体效能和安全性。随着电力需求的持续增长，高压线路的运行压力也日益增大，各类故障频发成为制约电力供应稳定性的关键因素。因此，对高压线路运行故障进行深入分析，明确故障成因，并据此制定有效的检修策略，对于提升电力系统运行效率、保障电力供应安全具有重要意义。本文旨在探讨高压线路运行故障的主要成因及相应的检修措施。

1 高压线路运行故障概述

高压线路作为电力系统的关键组成部分，其稳定运行对于电能的可靠传输至关重要。然而，在实际运行中，高压线路常面临多种故障挑战。这些故障大致可分为几大类：自然环境因素导致的故障，如覆冰故障、雷击故障和风偏故障；设备自身因素引发的故障，如污闪故障、设备老化及设计缺陷；以及人为或外力因素造成的故障，如鸟害故障、外力破坏等。覆冰故障多发生在寒冷季节，由于导线覆冰导致电气距离不足或杆塔变形而引发事故；雷击故障则是由雷电产生的高压冲击击穿线路绝缘层造成，对线路和设备造成严重损害；风偏故障则是强风天气下导线偏离垂直位置，引发跳闸等故障；污闪故障通常由于绝缘子表面积污严重，在潮湿环境下电气强度降低而引发闪络。设备老化及设计缺陷则可能因材料性能下降或设计不合理导致电流过大，进而引发故障；鸟害故障则是鸟类活动导致导线短路或设备损坏。外力破坏则包括建筑施工、车辆撞击、树障等多种情况，这些外力因素常直接破坏线路设备，导致线路跳闸或停电。为确保高压线路的安全稳定运行，需加强对线路的日常巡检和维护，及时发现并处理潜在故障，同时提高线路设计的科学性和合理性，以减少故障发生的概率。

2 高压线路运行故障原因分析

2.1 自然因素

自然环境的复杂性给高压线路的稳定运行带来诸多挑战。雷击便是其中一项极具破坏力的因素。在雷雨天气，高压线路暴露于空旷环境，极易成为雷电的放电通道。强大的雷电流瞬间注入线路，会产生极高的过电压，可能击穿线路的绝缘层，导致线路短路故障，频繁的雷击冲击还会加速绝缘材料的老化，降低其绝缘性能，即便在平常天气也可能引发故障。强风也是影响高压线路的重要自然现象，大风可能吹动线路周围的异物，如树枝、塑料薄膜等，使其与高压线路接触，造成线路短路，强风还可能导致线路的剧烈摆动，使得线路的连接部位受到反复的机械应力。长期如此，连接点处的导线会逐渐出现磨损、断裂等情况，进而引发线路故障，尤其在山区等地形复杂区域，由于风力变化更为复杂，线路受强风影响的概率和程度都会增加。恶劣的冰雪天气同样对高压线路危害巨大。在寒冷地区，导线表面会逐渐覆冰，冰层的重量不断累积，可能超过线路设计的承载能力，导致导线弧垂过大甚至断线。绝缘子串上的覆冰还可能改变其电场分布，降低绝缘子的绝缘性能，引发闪络故障。当气温骤变，冰层融化时，还可能引发导线的舞动，进一步加剧线路的损坏^[1]。

2.2 人为因素

人为活动对高压线路运行故障有着不可忽视的影响。在线路周边进行的施工活动常常带来隐患。一些施工单位在不了解地下电缆走向或线路布局的情况下盲目施工，可能会挖断电缆或破坏杆塔基础。例如，在城市建设中，进行道路挖掘、建筑施工时，若未对地下高压电缆位置进行准确探测，施工机械就有可能直接损伤电缆，导致线路停电。人们的一些不当行为也会引发故障，如放风筝、抛掷物体等行为，一旦风筝线或物体缠

绕到高压线路上,就可能造成线路短路。在一些城郊结合部,居民在高压线路附近焚烧垃圾,火焰产生的高温可能会损坏线路的绝缘外皮,长期如此,绝缘性能下降,容易引发线路故障。部分人员为了获取经济利益,对高压线路设备进行盗窃,如盗割导线、拆卸杆塔部件等,这直接破坏了线路的完整性,严重影响线路的正常运行。一些单位或个人在线路保护区内违规种植高大树木,随着树木的生长,树枝逐渐接近或触碰高压线路,在风雨天气下,树枝的摆动很容易造成线路短路。部分群众缺乏对高压线路安全重要性的认识,在高压线路下方搭建建筑物、堆放易燃易爆物品等,这些行为不仅违反了相关安全规定,还极大地增加了高压线路运行的风险。

2.3 设备自身因素

高压线路的设备自身状况对运行稳定性起着关键作用。线路中的绝缘子作为重要的绝缘部件,其性能直接影响线路运行。绝缘子长期暴露在自然环境中,会受到灰尘、污秽物的侵蚀,这些污染物在绝缘子表面堆积,遇潮湿天气时,会降低绝缘子的绝缘电阻,引发沿面闪络现象,导致线路故障。绝缘子在长期的电气和机械应力作用下,可能出现老化、破裂等问题,使其绝缘性能大幅下降。导线的质量和状态也是影响因素之一,若导线在生产过程中存在质量缺陷,如内部存在气泡、杂质等,在长期的高电压、大电流传输过程中,这些缺陷部位容易发热,加速导线的老化,甚至引发断线故障。导线长期受到风吹、日晒、雨淋等自然因素的侵蚀,表面会逐渐氧化、腐蚀,导致导线的截面积减小,电阻增大,影响输电能力,严重时也会造成导线断裂。高压线路中的各类电气设备,如变压器、断路器等,若本身存在制造质量问题,或者在长期运行过程中缺乏有效的维护和检修,设备内部的零部件可能会出现磨损、老化、接触不良等情况。例如,变压器的绕组绝缘老化可能引发短路故障,断路器的触头接触不良会导致发热、拉弧,进而影响线路的正常分合闸操作,最终引发线路运行故障^[2]。

2.4 其他因素

除了自然、人为和设备自身因素外,还有一些其他因素会影响高压线路的运行。例如,电磁干扰对高压线路的影响不容忽视。在高压线路附近,可能存在一些大型的电磁设备,如大型工厂的电机、电焊机等,这些设备在运行过程中会产生强烈的电磁辐射。当高压线路受到这些电磁干扰时,可能会导致线路中的电流、电压出现波动,影响线路的正常传输,严重的电磁干扰还可能引发线路保护装置的误动作,使线路跳闸停电。小动物

也可能成为高压线路运行故障的诱因,在一些户外的高压线路杆塔和设备上,小动物如鸟类、老鼠等可能会筑巢。鸟类在杆塔上排便,其粪便中含有的导电物质可能会造成绝缘子表面短路。老鼠等小动物可能会啃咬线路的绝缘外皮,导致线路短路故障,当小动物在高压设备的带电部位活动时,也可能引发相间短路或接地故障。高压线路运行所处的地理环境也可能带来一些特殊问题,在一些矿区附近,由于地下开采活动,可能会导致地面塌陷,进而影响高压线路杆塔的稳定性。杆塔倾斜或倒塌会直接造成线路故障。在沿海地区,高盐雾的空气质量会加速线路设备的腐蚀,缩短设备的使用寿命,增加线路运行故障的发生概率。

3 高压线路运行故障检修措施

3.1 加强设备维护与管理

(1) 定期巡检高压线路设备是保障其稳定运行的基础工作。工作人员需对杆塔、导线、绝缘子等关键部件进行细致检查,查看杆塔是否有倾斜、腐蚀现象,导线有无断股、磨损,绝缘子表面是否清洁、有无放电痕迹等。通过定期巡检,能够及时发现潜在的设备缺陷,提前采取措施进行修复,避免小问题演变成大故障,从而降低线路故障发生的概率。(2) 设备的清洁维护同样重要。高压线路长期暴露在户外环境中,绝缘子等部件易吸附灰尘、污垢,在潮湿天气下可能引发闪络放电。定期对设备进行清洁,可采用专业的清洁工具和方法,去除表面的污秽物,保持设备表面的绝缘性能。对于一些易受腐蚀的部位,要及时进行防腐处理,涂抹防护漆等,增强设备的抗腐蚀能力,延长设备的使用寿命。(3) 建立完善的设备管理档案是实现高效设备维护与管理的有效手段。详细记录设备的型号、规格、安装时间、运行参数、维护记录、故障情况及处理措施等信息。通过对设备管理档案的分析,可以了解设备的运行状况和性能变化趋势,为制定合理的维护计划和设备更新换代提供依据,确保高压线路设备始终处于良好的运行状态。

3.2 提高检修技术水平

(1) 积极引入先进的检测技术是提高检修效率和准确性的关键。例如,采用红外热成像技术,能够快速检测出高压线路设备的发热部位,通过分析发热温度和热像图,判断设备是否存在接触不良、过载等故障隐患。超声波检测技术则可用于检测绝缘子的放电情况和电气设备内部的局部放电,提前发现设备的绝缘缺陷,为及时检修提供可靠依据。(2) 加强检修人员的技术培训至关重要。定期组织专业培训课程,邀请行业专家进行授

课,内容涵盖高压线路检修的新技术、新方法、新设备的应用等。鼓励检修人员参加各类技术交流活动 and 技能竞赛,通过实践操作和经验分享,不断提升检修人员的实际操作能力和解决问题的能力,打造一支技术精湛、业务熟练的检修队伍。(3)利用大数据和人工智能技术辅助检修工作。通过收集高压线路运行过程中的大量数据,包括电流、电压、温度等参数,运用大数据分析技术挖掘数据背后的规律和潜在问题。结合人工智能算法,建立故障预测模型,提前预测设备可能出现的故障,为检修工作提供精准的决策支持,实现由被动检修向主动预防检修的转变^[3]。

3.3 加强自然灾害防范

(1)针对恶劣天气对高压线路的影响,需制定相应的防范措施。在强风天气来临前,对杆塔进行加固,检查拉线是否紧固,增加防风拉线等辅助设施,提高杆塔的抗风能力。对于易受雷击的区域,合理安装避雷装置,如避雷针、避雷线等,并定期对避雷装置进行检测和维护,确保其正常运行,有效降低雷击对线路造成的损害。(2)加强对自然灾害的监测和预警。与气象部门建立密切的合作关系,实时获取气象信息,提前掌握恶劣天气的发展趋势。利用在线监测系统,对高压线路周边的环境参数进行实时监测,如风速、降雨量、温度等,当监测数据达到预警阈值时,及时发出警报,为采取防范措施争取时间,最大限度减少自然灾害对高压线路运行的影响。(3)制定完善的自然灾害应急预案。明确在遭受自然灾害时的应急处置流程和各部门、人员的职责分工。储备充足的应急物资,如抢修工具、备用设备、防护用品等,并定期对应急物资进行检查和更新。组织开展自然灾害应急演练,提高工作人员在紧急情况下的应急响应能力和协同作战能力,确保在自然灾害发生后能够迅速、有效地开展抢修工作,尽快恢复高压线路的正常运行。

3.4 完善故障应急处理机制

(1)建立快速响应的故障报警系统是完善故障应急处理机制的首要环节。通过在线监测设备和智能传感器,实时监测高压线路的运行状态,一旦检测到故障发

生,立即触发报警系统,将故障信息快速准确地传输到监控中心。利用通信技术,将故障信息及时通知到相关检修人员,确保他们能够第一时间获取故障情况,为快速处理故障赢得宝贵时间。(2)制定详细的故障应急处理预案。根据不同类型的故障,如短路故障、断路故障、设备损坏故障等,分别制定相应的处理流程和技术措施。明确故障现场的安全防护要求和操作规范,确保检修人员在处理故障过程中的人身安全。在应急处理预案中,还应规定各部门、各岗位在故障处理过程中的职责和协调配合机制,保障故障应急处理工作能够有条不紊地进行。(3)加强应急抢修队伍的建设和管理。选拔经验丰富、技术过硬的检修人员组成应急抢修队伍,并定期进行专业培训和应急演练,提高队伍的应急处置能力和实战水平。配备先进的应急抢修设备和工具,确保在故障发生时能够迅速投入使用,提高抢修效率。建立应急物资储备管理制度,确保应急物资的充足供应和及时更新,为故障应急处理工作提供有力保障^[4]。

结语

综上所述,高压线路运行故障的多因性要求我们在检修工作中必须采取综合性的应对措施。通过加强设备维护与管理、提高检修技术水平、加强自然灾害防范以及完善故障应急处理机制,我们可以有效提升高压线路的运行稳定性和安全性。未来,随着智能电网技术的不断发展,我们还应积极探索新技术、新方法在高压线路故障检修中的应用,以进一步提高电力系统的整体效能和可靠性。

参考文献

- [1]赵留义,吴超平.浅谈变电站高压输电线路跳闸故障分析处理[J].百科论坛电子杂志,2020(10):1736-1737.
- [2]张林枫,鲁俊,刘培杰,等.特高压直流输电线路常见故障分析与可靠性提升研究[J].电工技术,2024(11):209-212,228.
- [3]李学星.油田6kV高压配电线路运行中故障分析及治理措施[J].石化技术,2024,31(3):159-161.
- [4]张立明,马立,曹铖.超高压输电线路风偏故障原因分析[J].科技创新与应用,2023,13(36):141-144.