

电力输电线路故障排除

柴渊恒 张瑞良 张震

内蒙古电力(集团)有限责任公司呼和浩特供电分公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要: 电力输电线路作为电力系统的重要组成部分,其稳定运行直接关系到电网的安全和可靠供电。本文对电力输电线路进行了概述,介绍了其在电力系统中的重要作用。分析了电力输电线路常见的故障类型,为后续的故障排除工作提供了基础。阐述了电力输电线路故障排除的原则,确保了故障处理的规范性和有效性。重点探讨了电力输电线路故障排除的技术及方法,包括故障检测、定位、预防和应急处理等方面。展望了电力输电线路故障排除技术的发展趋势,为未来的研究和实践提供了方向。

关键词: 电力输电线路;故障;排除技术与方法

引言: 由于各种因素的影响,电力输电线路时常发生故障,给电力系统的正常运行带来威胁。深入研究电力输电线路故障排除技术及方法,提高故障处理的效率和准确性,对于保障电力系统的稳定运行具有重要意义。本文将对此进行系统的探讨和分析。

1 电力输电线路概述

电力输电线路是电力系统中不可或缺的重要组成部分,承担着将发电厂产生的电能安全、高效地传输到用户端的关键任务。随着电力需求的不断增长和电力技术的不断发展,电力输电线路的建设和运行也面临着越来越多的挑战和机遇。电力输电线路主要分为高压输电线路和低压输电线路,其中高压输电线路是电力系统中长距离、大容量电能传输的主要方式。高压输电线路通常采用金属导线构成,通过高塔或支架悬挂在空中,以减少电力损耗、提高传输效率。交流输电线路是目前最常见的输电方式,它利用交流电的特性实现电能的传输,而直流输电线路则通过高压直流技术进行电力传输,具有输电损耗小、可远距离传输等优点。电力输电线路的基本结构包括导线、避雷线(地线)、绝缘子、金具、杆塔、拉线和基础、接地装置等部件。导线是固定在杆塔上输送电流用的金属线,它必须具备良好的导电性和足够的机械强度。避雷线则用于防止雷电直接击于导线上,保护线路的安全运行。绝缘子用于支撑或悬吊导线,使导线与杆塔之间保持绝缘状态。金具则用于连接和固定线路中的各种部件。电力输电线路的运行状态直接关系到电力系统的稳定性和可靠性^[1]。对电力输电线路的维护包括对线路的定期检查、故障排查和维修等工作,以确保线路的正常运行和延长使用寿命。随着智能电网技术的发展,电力输电线路的监测和控制也变得越来越智能化和自动化,为电力系统的安全、高效运行提

供了有力保障。

2 电力输电线路常见故障类型

电力输电线路作为电力系统的“动脉”,其稳定运行对于保障电力供应至关重要。由于自然环境、人为因素以及设备老化等多种原因,电力输电线路常常会发生以下各种故障。(1)短路故障。短路故障指的是不同相位的导体之间或导体与地之间发生直接电气连接,导致电流异常增大。短路故障可能由多种原因引起,如线路老化、绝缘损坏、异物搭接等。短路故障发生时,通常会伴随着巨大的电流冲击和热量释放,可能导致线路熔断、设备损坏甚至火灾等严重后果。(2)接地故障。接地故障是指输电线路的导体与地面或接地体发生不正常连接。这种故障可能由线路绝缘损坏、接地装置不良或人为误操作等原因引起。接地故障发生时,电流可能通过接地体流入大地,导致线路电压下降、设备损坏或人身安全事故。接地故障在电力系统中较为常见,且难以察觉,因此需要及时监测和排查。(3)断线故障。断线故障是指输电线路的导线因外力或自身缺陷而断裂,导致线路中断。外力因素可能包括恶劣天气(如大风、暴雨、冰雪等)、动物破坏、人为破坏(如盗窃、施工损坏等)以及线路自身老化等。断线故障会导致电力传输中断,影响供电稳定性和可靠性,严重时甚至可能引发大面积停电事故。(4)雷害故障。雷害故障是由于雷电过电压引起的线路故障。雷电是一种自然现象,具有极高的电压和电流,当雷电击中输电线路时,会产生巨大的过电压和过电流,导致线路跳闸、设备损坏甚至火灾等严重后果。雷害故障在山区、高原等雷电多发地区尤为常见。(5)覆冰故障。覆冰故障是由于导线覆冰导致的线路故障。随着全球气候的变化,极端天气频发,架空输电线路覆冰造成的危害越来越严重。当

导线覆冰达到一定厚度时,可能导致线路过载、冰闪、舞动、脱冰跳跃等事故,造成线路跳闸、断线、倒塔等严重后果^[2]。(6)风偏故障。风偏故障是由于风力作用导致输电线路偏离其正常位置而引起的故障。当风力过大时,导线可能发生偏摆,导致电气间隙距离不足,引发放电跳闸等事故。风偏故障在沿海地区和风力较大的地区较为常见。

3 电力输电线路故障排除原则

电力输电线路其稳定运行直接关系到电网的安全和可靠供电。当线路出现故障时,迅速、准确地排除故障是恢复供电、保障电力系统稳定运行的关键。以下是电力输电线路故障排除应遵循的基本原则:(1)安全第一原则。在进行故障排除工作时,必须严格遵守安全操作规程,确保工作人员的人身安全。任何故障处理都应在确保安全的前提下进行,避免发生二次事故。(2)快速响应原则。电力输电线路故障可能导致大面积停电,对社会经济和生活造成严重影响。因此,一旦发现故障,应立即启动应急预案,迅速组织力量进行抢修,以最短的时间恢复供电。(3)准确定位原则。故障排除的前提是准确定位故障点。应利用先进的监测技术和手段,如在线监测、故障指示器等,快速准确地定位故障点,为抢修工作提供有力支持。(4)综合分析原则。在排除故障时,应综合分析故障现象、原因和可能的影响,制定科学合理的抢修方案。考虑故障对电网整体运行的影响,确保抢修工作不会对电网造成新的不稳定因素。(5)彻底修复原则。故障排除不仅要恢复供电,还要彻底修复故障点,防止故障再次发生。对于老化、损坏的设备应及时更换,对于设计、施工存在的缺陷应予以改进。

4 电力输电线路故障排除技术及方法

4.1 电力输电线路故障检测方法

电力输电线路故障检测是故障排除的第一步,其准确性直接影响到后续的定位和修复工作。随着科技的发展,电力输电线路故障检测方法也在不断更新和完善。

(1)传统检测方法。传统检测方法主要依赖人工巡检和仪表检测。人工巡检是通过巡线人员沿线路进行巡视,观察线路及设备的外观状态,如有无断裂、变形、烧伤等迹象。这种方法虽然简单直观,但受人为因素影响较大,且效率低下,难以发现隐蔽性故障。仪表检测则是利用万用表、兆欧表等仪器对线路进行电气参数测量,如电阻、绝缘电阻等。这种方法可以定量地评估线路的状态,但需要断开线路,影响正常供电。(2)现代检测技术。现代检测技术主要基于传感器、信号处理和人工智能等技术,实现了对线路的实时监测和智能诊断。在

线监测技术通过在线路上安装传感器,实时采集线路的电气量、机械量和环境量等信息,通过数据分析处理,及时发现线路的异常状态。智能诊断技术则利用人工智能算法对监测数据进行深度挖掘和分析,实现故障的自动识别和分类,提高故障检测的准确性和效率。(3)特殊检测方法。针对一些特殊类型的故障,如雷击故障、覆冰故障等,还需要采用特殊的检测方法。雷击故障可以通过雷电定位系统来检测,该系统可以实时记录雷电活动的位置、时间和强度等信息,为雷击故障的定位和分析提供依据^[3]。覆冰故障则可以通过覆冰在线监测系统来检测,该系统可以实时监测线路的覆冰厚度、覆冰速度和覆冰类型等信息,为覆冰故障的预防和处理提供支持。

4.2 电线路故障定位技术

故障定位是故障排除的关键环节,其准确性直接影响到修复工作的效率和成本。电线路故障定位技术主要分为以下几大类。(1)行波法。行波法是利用故障产生的行波在线路上的传播特性进行定位的方法。当线路发生故障时,会产生向线路两端传播的行波。通过检测行波到达两端的时间差,可以计算出故障点的位置。行波法具有定位准确、适用范围广等优点,但需要高精度的行波检测设备和复杂的算法支持。(2)阻抗法。阻抗法是利用故障点处的阻抗变化进行定位的方法。当线路发生故障时,故障点处的阻抗会发生变化,通过测量线路两端的电压和电流,可以计算出故障点的阻抗值,进而确定故障点的位置。阻抗法具有设备简单、操作方便等优点,但受线路参数和故障类型的影响较大,定位准确性有限。在实际应用中,可以根据线路的特点和故障的类型选择合适的定位方法。对于长距离、高电压的输电线路,行波法更具优势;对于短距离、低电压的配电线路,阻抗法则更为适用。同时将两种方法结合使用,提高故障定位的准确性和可靠性。(3)融合定位技术。除了行波法和阻抗法,融合定位技术结合了多种定位方法的优点,如将行波法的准确性与阻抗法的简便性相结合,通过综合分析多种定位信息,提高故障定位的准确性和可靠性。电线路故障定位技术将朝着更智能化、更精确化的方向发展。

4.3 电力输电线路故障预防措施与技术

故障预防是电力输电线路管理中的重要环节,通过采取有效的预防措施,可以大大降低故障发生的概率。以下是几种关键的预防技术与方法:(1)加强线路维护与检修。定期对线路进行全面的巡视与检查,特别是对于易受损部位和关键节点,如接头、绝缘子、避雷器等,要进行细致的检查和维护。利用红外测温、紫外线

探测等先进技术,及时发现线路设备的过热、放电等异常现象,并进行及时处理。(2)应用智能化监控系统。引入智能化监控系统,对线路的运行状态进行实时监测。通过安装传感器和监测设备,实时采集线路的电气参数、环境参数等信息,并通过数据分析,预测线路可能出现的故障,提前采取预防措施。(3)提高线路抗灾能力。针对雷击、覆冰、风偏等特殊故障,采取针对性的预防措施。如安装避雷器、防雷击装置,提高线路的耐雷水平;采用防覆冰导线、融冰装置,减少覆冰对线路的影响;加强线路的风偏校核,确保线路在强风下的稳定运行。

4.4 电力输电线路故障应急处理技术与方法

当电力输电线路发生故障时,迅速、准确地进行应急处理是恢复供电的关键。以下是几种有效的应急处理技术与方法:(1)快速故障定位与隔离。利用行波法、阻抗法等故障定位技术,迅速准确地定位故障点。通过远程控制或现场操作,及时隔离故障段,防止故障扩大。(2)备用电源快速切换。对于重要用户或关键线路,配置备用电源,并实现快速切换。当主电源发生故障时,备用电源能够迅速投入,保证供电的连续性。(3)紧急抢修队伍快速响应。建立专业的紧急抢修队伍,配备齐全的抢修设备和工具,确保在接到故障通知后能够迅速响应并赶赴现场^[4]。抢修队伍应熟悉线路布局和设备特性,能够快速判断故障原因并制定抢修方案,以最短的时间恢复线路供电,减少故障对用户的影响,确保电力系统的稳定运行。

5 电力输电线路故障排除技术的发展趋势

随着科技的飞速发展和电力需求的不断增长,电力输电线路故障排除技术正朝着以下智能化、高效化、精准化的方向发展。(1)智能化。随着人工智能、大数

据、物联网等技术的不断发展,电力输电线路的故障检测、定位和排除将变得更加智能化。通过实时监测线路的运行状态,利用算法对海量数据进行分析处理,可以更加准确地预测和识别故障,实现故障的早期发现和快速处理。(2)高效化。面对日益复杂的电网结构和多样化的故障类型,传统的故障排除方法已经难以满足快速恢复供电的需求。开发更加高效、快速的故障定位技术和抢修方法将成为未来的发展趋势。利用无人机、机器人等智能设备进行故障巡检和抢修,可以大大提高工作效率和安全性。(3)精准化。通过引入高精度的传感器和监测设备,实现对线路运行状态的精确测量和监测,为故障的精确定位和排除提供有力支持。结合先进的算法和模型,对故障进行更加深入的分析 and 诊断,提高故障排除的准确性和可靠性。

结束语

本文通过对电力输电线路的概述、常见故障类型的分析,以及故障排除原则、技术和方法的探讨,为电力输电线路的故障处理提供了全面的指导和参考。随着科技的不断进步,电力输电线路故障排除技术将朝着更智能化、更精确化的方向发展。将继续关注这一领域的研究进展,为电力系统的安全稳定运行贡献更多的力量。

参考文献

- [1]张可,余龙峰. 电力输电线路运行维护中的故障排除研究[J]. 中国科技纵横,2024(3):16-18.
- [2]邵建涛. 电力输电线路运行维护与故障排除研究[J]. 光源与照明,2023(4):165-167.
- [3]阮超群. 电力输电线路运行维护与故障排除研究[J]. 模型世界,2023(21):111-113.
- [4]江周勇. 电力输电线路运行维护中的故障排除研究[J]. 数码设计,2022(24):135-137.