

110kV 单芯电缆线路接地与保护研究

朱本超

山东省济南市中铁十局集团电务工程有限公司 山东济南 250014

摘要: 随着城市电网的不断发展, 110kV 单芯电缆线路在电力系统中的应用越来越广泛。本研究聚焦于 110kV 单芯电缆线路的接地与保护措施, 旨在确保电力系统的安全与稳定运行。首先概述了电缆线路在电力系统中的核心作用、110kV 单芯电缆的特性及其优势。随后, 对接地方式进行了深入分析, 包括单端、两端、中间接地及交叉互联方式, 并探讨了各种方式的适用场景与优缺点。在保护措施方面, 详细探讨了过载、短路、接地故障、防雷及其他综合性保护措施的重要性与实施方法。通过本研究, 旨在为 110kV 单芯电缆线路的设计、运行与维护提供理论支持和实践指导, 以期提高电力系统的可靠性与经济性。

关键词: 110kV 单芯电缆; 接地方式; 电力系统

前言

随着城市化进程的加快和电力需求的日益增长, 110kV 单芯电缆线路在城市电网中的应用变得日益普遍。作为电力系统的重要组成部分, 电缆线路的安全稳定运行对于保障城市供电的连续性和可靠性至关重要。然而, 由于电缆线路长期埋在地下或隧道中, 其运行环境恶劣, 容易受到多种因素的影响, 如雷电、过载、短路、接地故障等, 这些因素都可能对电缆线路的安全运行构成威胁。在此背景下, 研究 110kV 单芯电缆线路的接地与保护措施显得尤为重要。接地作为电缆线路的基本运行方式之一, 对于保障电缆线路的安全运行具有关键作用。合理的接地方式可以有效降低电缆线路的绝缘要求, 提高系统的稳定性。同时, 保护措施作为电缆线路的安全保障, 可以及时发现并处理电缆线路的故障, 防止故障扩大, 保障电力系统的连续供电。

1 110kV 单芯电缆线路的相关概述

1.1 电缆线路在电力系统中的重要性

在电力系统中, 电缆线路作为电能传输的重要通道, 承担着将发电厂的电能输送到用户端的关键任务。电缆线路的稳定性和可靠性直接关系到整个电力系统的安全运行和供电质量。随着城市化进程的加快和电力需求的增长, 电缆线路在电力系统中的地位日益凸显。它们不仅要满足大容量的电能传输需求, 还要在复杂的城市环境中确保供电的安全性和可靠性。因此, 电缆线路的选材、设计、施工和维护都显得尤为重要。

1.2 110kV 单芯电缆线路的特点

110kV 单芯电缆线路作为城市电网中的重要组成部分, 具有其独特的特点和优势。首先, 与多芯电缆相比, 单芯电缆的结构更为简单, 制造和安装更为方便。这使得单芯电缆在城市电网中的应用更为广泛, 特别是在一些空间受限或施工难度较大的区域。其次, 单芯电缆的传输容量较大, 可以满足城市电网日益增长的用电需求。同时, 由于其结构简单, 单芯电缆的散热性能也相对较好, 有利于延长电缆的使用寿命。此外, 单芯电缆还具有较好的机械性能和电气性能, 能够承受较大的电动力和热应力, 保证电力系统的稳定运行。然而, 单芯电缆也存在一些不足之处。例如, 由于其结构特点, 单芯电缆在运行过程中容易受到外界干扰的影响, 如电磁干扰、雷电冲击等。这些干扰可能导致电缆线路的绝缘性能下降或发生故障。因此, 在设计和运行单芯电缆线路时, 需要充分考虑其抗干扰能力, 并采取相应的保护措施。另外, 单芯电缆的护层损耗也相对较大, 需要采取有效的措施进行降低或补偿。

1.3 110kV 电缆线路的优势性能分析

110kV 电缆线路在传输容量、损耗、稳定性和安全性等方面具有显著的优势性能。这些优势使得 110kV 电缆线路在城市电网中得

到了广泛的应用和推广。首先, 从传输容量方面来看, 110kV 电缆线路具有较大的传输容量, 能够满足城市电网日益增长的用电需求。与较低电压等级的电缆线路相比, 110kV 电缆线路能够传输更多的电能, 减少了线路的数量和占地面积, 提高了土地资源的利用率。其次, 从损耗方面来看, 110kV 电缆线路的损耗相对较小。由于采用了先进的绝缘材料和导体材料, 以及合理的结构设计, 110kV 电缆线路在运行过程中的电能损耗得到了有效降低。这不仅提高了电力系统的经济效益, 也减少了能源浪费和环境污染。此外, 110kV 电缆线路还具有较好的稳定性和可靠性。由于其电压等级较高, 对外部干扰的抵抗能力较强, 因此不容易受到外界因素的影响而发生故障。同时, 110kV 电缆线路的保护装置也更加完善, 能够及时发现并处理潜在的故障隐患, 保障电力系统的连续供电。最后, 从安全性方面来看, 110kV 电缆线路也具有较高的安全性。由于其深埋地下或隧道中, 避免了因自然因素(如风、雨、雪、雷电等)导致的安全事故。同时, 110kV 电缆线路的接地系统也更加完善, 能够有效防止人身触电事故的发生, 保障人员和设备的安全。

2 110kV 单芯电缆线路接地方式分析

2.1 单端接地方式

单端接地方式是指电缆线路中只有一端接地, 另一端则通过绝缘保护措施与大地隔离。这种接地方式适用于线路长度较短、负荷电流较小的情况。其优点在于结构简单、投资较少, 且能够减少电缆护层中的环流损耗。然而, 当线路长度增加或负荷电流增大时, 由于电缆芯线中的电流与大地之间的电磁感应作用, 未接地端可能会出现较高的感应电压, 对电缆外护层造成绝缘威胁。因此, 在选择单端接地方式时, 需要充分考虑线路长度和负荷电流的大小。

2.2 两端接地方式

两端接地方式是指电缆线路的两端都直接接地。这种接地方式适用于线路长度较长、负荷电流较大的情况。其优点在于能够降低电缆护层中的感应电压, 提高电缆的安全性和可靠性。然而, 当电缆线路中存在环流时, 两端接地方式可能会导致环流损耗增加, 降低电缆的传输效率。此外, 如果两端接地电阻不匹配, 还可能产生较大的接地环流, 对电缆造成热损伤。因此, 在选择两端接地方式时, 需要合理设计接地电阻和考虑环流损耗的影响。

2.3 中间接地方式

中间接地方式是指在线路的中间位置设置一个或多个接地点, 将电缆护层与大地相连。这种接地方式适用于线路长度较长且对感应电压有严格要求的情况。通过设置中间接地点, 可以显著降低电缆护层中的感应电压, 提高电缆的安全性能。同时, 中间接地方式还可以减少环流损耗, 提高电缆的传输效率。但是, 中间接地方式需要增加额外的接地装置和设备投资成本较高。此外, 在设置中间

接地点时需要考虑接地电阻的匹配问题以及接地装置的安全性和可靠性。

2.4 交叉互联方式

交叉互联方式是一种更为复杂的接地方式,它通过将电缆线路分成若干段,并在每段之间设置交叉互联箱和接地箱来实现接地。这种接地方式适用于长距离、大容量的电缆线路。交叉互联方式可以有效地降低电缆护层中的感应电压和环流损耗,提高电缆的安全性和传输效率。同时,由于每段电缆的长度相对较短,因此可以降低电缆线路的整体阻抗和电压波动。但是,交叉互联方式需要增加大量的交叉互联箱和接地箱等设备,投资成本较高且维护难度较大。此外,在设计交叉互联方式时需要考虑电缆段长的合理选择以及交叉互联箱和接地箱的安全性和可靠性。

3 110kV 单芯电缆线路的保护措施

电力电缆作为电力系统的重要组成部分,承担着输送电能的重要任务。110kV 单芯电缆线路在城市电网和农村电网中都有广泛应用,其安全运行对于保障电力系统的稳定至关重要。为确保 110kV 单芯电缆线路的安全运行,需要采取一系列的保护措施。本文将详细阐述这些保护措施及其重要性。

3.1 过载保护

过载保护是防止电缆线路因长时间过载而损坏的重要措施。过载可能是由于设备故障、负荷增加或设计不当等原因造成的。长时间过载会导致电缆温度升高,加速绝缘老化,甚至引发火灾等安全事故。因此,必须采取有效的过载保护措施。过载保护的实现主要依靠电流互感器和保护装置。电流互感器能够实时监测电缆中的电流,当电流超过电缆的额定值时,保护装置会动作,切断电源或发出警报。为确保过载保护的有效性,需要定期对电流互感器和保护装置进行校准和维护,确保其准确可靠地工作。此外,在电缆线路的设计阶段,应充分考虑负荷增长和设备更新等因素,合理选择电缆的截面和额定电流,以防止未来出现过载情况。同时,加强电缆线路的巡视和检查,及时发现并处理潜在的过载隐患,也是确保电缆线路安全运行的重要措施。

3.2 短路保护

短路是电缆线路中常见的故障之一,对电缆和电力系统的危害极大。短路故障会产生巨大的短路电流,可能导致电缆烧毁、设备损坏甚至引发火灾等安全事故。因此,必须采取有效的短路保护措施。短路保护的实现主要依靠高速断路器和保护装置。高速断路器能够在检测到短路电流时迅速切断电源,防止故障扩大。保护装置则通过实时监测电缆中的电流和电压等参数,判断是否发生短路故障,并在确认故障后迅速动作,切断故障电缆的电源或发出警报。为提高短路保护的灵敏度和可靠性,需要定期对断路器和保护装置进行测试和维护。同时,在电缆线路的设计和施工阶段,应采取有效的绝缘和隔离措施,防止导体之间或导体与大地之间发生直接接触而引发短路故障。此外,加强电缆线路的巡视和检查,及时发现并处理潜在的短路隐患,也是确保电缆线路安全运行的重要措施。

3.3 接地故障保护

接地故障是电缆线路中另一种常见的故障形式,对人身安全和设备正常运行构成威胁。接地故障可能是由于绝缘损坏、外力破坏或设计不当等原因造成的。当电缆中的导体与大地之间发生不正常的电气连接时,就会产生接地故障。接地故障会导致电流泄漏到大地中,造成电压降低、设备损坏甚至引发触电事故等危害。接地故障保护的实现主要依靠零序电流保护和接地距离保护等技术手段。零序电流保护通过检测电缆中的零序电流来判断是否发生接地故障,并在确认故障后动作于切断电源或发出警报。接地距离保护则通过测量故障点到接地点的距离来判断故障位置,并选择性地切断故障电缆的电源或发出警报。为确保接地故障保护的有效性,需要

定期对保护装置进行测试和维护,确保其准确可靠地工作。同时,在电缆线路的设计和施工阶段,应采取有效的绝缘和防护措施,防止导体与大地之间发生不正常的电气连接而引发接地故障。对于已经发生接地故障的电缆线路,应及时进行处理和修复,确保其尽快恢复正常运行。

3.4 防雷保护

雷电冲击是电缆线路面临的重要威胁之一。雷电直击或感应过电压都可能对电缆线路的绝缘性能和机械强度造成严重的损害。为确保电缆线路的安全运行,必须采取有效的防雷保护措施。防雷保护的实现主要依靠避雷器和接地装置。避雷器能够吸收雷电冲击产生的高电压和大电流,并将其引入大地中消散掉,从而保护电缆免受雷电直击的损害。接地装置则能够将雷电引入大地中消散掉,防止感应过电压对电缆造成损害。为确保防雷保护的有效性,需要定期对避雷器和接地装置进行检查和维护,确保其处于良好的工作状态。同时,在电缆线路的设计和施工阶段,应采取有效的防雷措施,如增加绝缘厚度、提高接地电阻等,以提高电缆线路的耐雷水平。此外,在雷电活动频繁的地区或季节,还应加强对电缆线路的巡视和监测,及时发现并处理潜在的雷击隐患。

3.5 其他保护措施

除了上述四种主要保护措施外,还有一些其他措施可以用于保护 110kV 单芯电缆线路的安全运行。例如防火保护措施,在电缆隧道、桥架等密闭空间内设置防火墙、防火隔板等设施,防止火灾蔓延;采用阻燃电缆、耐火电缆等特种电缆,提高电缆线路的耐火性能。再比如防外力破坏措施,在电缆线路周围设置明显的警示标志和安全隔离设施,防止外力损伤;加强电缆线路的巡视和检查,及时发现并处理潜在的外力破坏隐患。这些措施虽然看似简单,但却是确保电缆线路安全运行不可或缺的重要环节。通过采取这些综合性的保护措施,可以最大限度地确保 110kV 单芯电缆线路的安全稳定运行,为电力系统的可靠供电提供有力保障。

结论

本文对 110kV 单芯电缆线路的接地与保护进行了系统研究。首先概述了电缆线路在电力系统中的重要性以及接地与保护对电缆线路安全运行的影响。接着分析了 110kV 电压等级对电缆线路的影响和 110kV 单芯电缆线路的特点。重点研究了 110kV 单芯电缆线路的接地方式,包括单端接地、两端接地、中间接地和交叉互联方式,并详细阐述了各种接地方式的工作原理和应用场景。在保护措施方面,提出了过载保护、短路保护、接地故障保护、防雷保护等多种保护措施,并分析了它们在实际应用中的效果。研究结果表明,合理的接地方式和有效的保护措施是保障 110kV 单芯电缆线路安全稳定运行的关键。未来研究方向可以围绕新型接地技术和智能保护算法展开,进一步提高电缆线路的安全性和可靠性。

参考文献:

- [1]黄会贤,刘云龙,张午阳,黄华勇.110kV 及以上电压等级高压单芯交联聚乙烯电缆线路接地系统研究[J].电工技术,2021,(16): 155-159.
- [2]何健强.110kV 电缆线路护层接地方式及保护研究[J].通信电源技术,2019,36(09): 227-228.
- [3]季爱晖.110~220kV 单芯电缆护层接地及保护设计[J].电气应用,2018,37(09): 64-67.
- [4]汪志明.110kV 电缆线路护层接地方式及护层保护措施[J].中国高新技术企业,2017,(10): 200-201.
- [5]宋瑞,李治,曹建瑞.110kV 电缆线路护层接地方式与保护措施探讨[J].电子世界,2015,(24): 68+72.
- [6]陈建成.110KV 电缆线路保护层接地方式及保护[J].山东工业技术,2015,(14): 128.