

电力输电线路的防雷击技术分析

马超

国网内蒙古东部电力有限公司呼伦贝尔供电公司 内蒙古 呼伦贝尔市 021000

摘要: 电力输电线路作为电力系统的核心组成部分,承担着电能传输与分配的关键任务,其安全稳定运行对于保障社会生产生活的正常进行至关重要。然而,雷击作为一种常见的自然灾害,对电力输电线路的安全构成严重威胁。因此,深入分析电力输电线路的防雷击技术,对于提升电力系统的防雷能力、减少雷击事故、保障电力供应的安全稳定具有重要意义。本文首先阐述了电力输电线路在电力系统中的重要性,以及雷击对电力输电线路的危害及影响。在此基础上,文章详细分析了防雷击技术的原理及常用措施,包括架设避雷线、安装避雷针、使用避雷器等。同时,文章还探讨了防雷击技术在电力输电线路中的具体应用,包括线路设计阶段的防雷措施以及线路运行阶段的防雷维护等。

关键词: 电力; 输电线路; 防雷击; 技术

前言

雷击对电力输电线路的危害不仅体现在直接损失上,还可能导致电力供应中断,影响社会的正常运转。特别是在现代社会,电力已经成为人们生活和工作的必需品,一旦电力供应中断,将会给医疗、交通、通信等领域带来严重影响,甚至可能引发社会不稳定因素。因此,防雷击技术在电力输电线路中显得尤为重要。通过采用合理的防雷措施,如架设避雷线、安装避雷针、使用避雷器等,可以有效降低雷击对输电线路的危害,提高电力系统的安全性和稳定性。同时,随着防雷技术的不断发展和创新,人们对雷电的防护能力也在不断提高,为电力系统的稳定运行提供了有力保障。

1 雷击事故影响分析

(1) 设备负载过大

雷击导致设备负载过大是一个严重的问题,它可能对输电线路和供电系统造成显著的影响。以下是关于雷击导致设备负载过大的详细分析:

首先,当雷电击中输电线路或附近区域时,会产生巨大的电流和电压。这些电流和电压通过输电线路迅速传导至系统中的各个设备。如果雷电能量过大,超出设备的承受范围,设备就需要处理超出其设计负载的电流。这种过载情况会导致设备内部的电气元件承受过大的压力,进而使设备温度迅速上升。

其次,长时间或频繁的过载运行会使设备内部的电气元件和绝缘材料加速老化。电气元件在过高的负载下容易发生热疲劳和机械应力疲劳,而绝缘材料在长时间的高温环境下会逐渐失去绝缘性能。这些因素共同作用,使得设备更容易发生故障或损坏。

此外,设备负载过大还可能影响整个供电系统的稳定性和可靠性。当系统中的关键设备因过载而损坏或性能下

降时,可能导致系统电压波动、频率变化等问题。这些问题进一步影响其他设备的正常运行,增加整个系统发生故障的风险。

最后,雷击导致设备负载过大还可能引发一系列连锁反应。一旦关键设备受损,可能导致整个供电系统的瘫痪,造成大范围的停电事故。这种停电事故不仅会影响人们的日常生活和工业生产,还可能对医疗、交通等重要领域造成严重影响,甚至可能引发社会不稳定因素。

(2) 系统电压过高

首先,当雷电击中输电线路或附近区域时,巨大的雷电流会迅速流入供电系统。由于雷电具有极高的电压和电流,这些能量会瞬间改变系统中的电压分布。特别是在雷击点附近,电压会急剧升高,形成所谓的“过电压”。这种过电压可能远超设备的额定电压,对电力设备和供电系统构成严重威胁。

其次,系统电压过高会直接影响电力设备的正常运行。高压会导致设备内部的电气元件承受过大的压力,可能导致元件损坏或性能下降。特别是对于那些绝缘性能较弱的设备,高压更容易引发绝缘击穿,导致设备短路或故障。此外,系统电压过高还可能影响设备的寿命和稳定性,增加设备维护和更换的频率。

再者,系统电压过高还可能对整个供电系统的稳定性产生负面影响。过高的电压可能导致系统中的保护装置误动作,如断路器跳闸等,从而引发供电中断。此外,电压波动还可能影响其他设备的正常运行,导致整个供电系统的性能下降。

最后,系统电压过高还可能带来安全隐患。过高的电压可能导致设备外壳带电,增加触电事故的风险。同时,高压还可能引发火灾或爆炸等安全事故,对人员和设备构成严重威胁。

(3) 设备损坏及供电中断

雷击对输电线路设备及供电系统的影响中,设备损坏及供电中断是尤为严重的后果。下面将详细叙述这两个方面的影响:

首先,设备损坏是雷击带来的直接后果之一。当雷电击中输电线路或相关设备时,强大的雷电流和过电压会瞬间作用于设备。这种高能量的冲击可能导致设备的电气元件、绝缘材料以及机械结构受到严重损坏。例如,电气元件可能因承受过大的电流而烧毁,绝缘材料可能因过电压而击穿,机械结构可能因雷电的机械效应而变形或断裂。此外,雷击还可能引发设备内部的短路、火花放电等现象,进一步加剧设备的损坏程度。

其次,设备损坏往往导致供电中断。当输电线路的关键设备或重要组件受损时,其传输电能的能力将受到影响,甚至完全丧失。这可能导致部分或整个供电区域的电力供应中断,给人们的日常生活和工业生产带来极大的不便。特别是在医疗、交通等关键领域,供电中断可能导致严重的后果,如手术中断、交通瘫痪等。此外,供电中断还可能影响其他基础设施的正常运行,如通信、供水等,进一步加剧社会影响。

2 常用防雷击措施

(1) 架设避雷线:

避雷线通常安装在架空线路或建筑物的顶部,形成一个与大地连接的导电通道。当雷电发生时,避雷线能够吸引雷电并将其导入地下,从而保护线路或建筑物免受雷击损害。避雷线的安装位置和高度需要根据实际情况来确定,以确保其有效吸引雷电。

(2) 安装避雷针:

避雷针是一种专门设计的金属装置,安装在建筑物的最高点,用于吸引并引导雷电放电。避雷针的工作原理是通过其尖端放电作用,将雷电电流安全地导入地下,从而保护建筑物免受直接雷击。避雷针的安装和维护需要遵循相关标准和规范,确保其正常工作。

(3) 使用避雷器:

避雷器是一种专门用于保护电气设备的防雷装置。它能够在雷电过电压出现时,迅速动作并限制过电压的幅值,从而保护设备免受雷电损害。避雷器通常安装在电气设备的进线端,如变压器、开关柜等,以提供有效的防雷保护。

(4) 增加绝缘子片数:

绝缘子片是用于支撑和固定导线,并保持导线与支撑结构之间绝缘的部件。增加绝缘子片数可以提高线路的绝缘强度,减少雷电引起的绝缘击穿现象。这对于提高线路

的防雷能力具有重要意义,特别是在雷电活动频繁的地区。

(5) 采用自动重合闸等保护措施:

自动重合闸是一种在电路受到雷击或其他故障导致跳闸后,能够自动重新合闸恢复供电的保护装置。在雷电天气下,当电路受到雷击时,自动重合闸可以迅速切断电源,保护设备免受进一步损害。一旦雷击消失,重合闸可以自动重合,确保设备的正常供电。这种保护措施对于提高电气设备的防雷能力和供电可靠性非常有效。

除了上述措施外,还需要注意定期检查和维护防雷装置和设备,确保其正常工作。同时,加强防雷知识的宣传和教育,提高公众的防雷意识也是非常重要的。通过综合应用这些防雷措施,可以有效地降低雷击风险,保护建筑物和电气设备的安全。

3 防雷击技术在电力输电线路中的具体应用

3.1 线路设计阶段的防雷击措施

(1) 选择合理的线路路径:

在进行线路设计时,应充分考虑地区的地貌、地形、地质以及土壤状况,避开易遭受雷击的地段,如雷暴走廊、潮湿盆地、土壤电阻率突变地带等。通过选择远离这些区域的线路路径,可以有效降低线路遭受雷击的风险。

(2) 优化线路结构:

降低杆塔接地电阻是提高线路防雷水平的重要措施。通过选择多个放射性水平接地体、降阻模块等,可以减小接地装置的接地电阻,从而降低反击概率。此外,加强线路绝缘也是关键,如提高绝缘子数量、改为大爬悬架绝缘子、增加塔头气体间距等,这些措施都能提高线路的防雷水平。

在线路设计中,还应考虑藕地线的应用。藕地线安装在导线下方,具有一定的分离作用,能增加导线之间的耦合系数,从而提高线路的防雷水平,减低雷击跳闸率。

(3) 采用合理的防雷装置配置:

避雷线(架空地线)是线路防雷的重要措施之一。沿全线安装避雷线可以有效保护线路免受雷击。避雷线的安装位置和高度应根据地形、地貌和雷电活动规律进行合理设计,以确保其防雷效果。

安装避雷针也是线路防雷的常用方法。避雷针能够吸引雷电并将其导入地下,从而保护线路免受直接雷击。避雷针的选择和安装位置应根据线路的具体情况来确定。

使用避雷器可以限制雷电过电压,保护线路免受雷电损害。避雷器应安装在线路的易雷击部位,如杆塔顶部、线路分支处等。

3.2 线路运行阶段的防雷击措施

(1) 定期检查防雷装置:

设备外观检查:检查防雷装置如避雷线、避雷针等是否有明显的损坏或变形,以及螺丝、零件是否松动或脱落。对于发现的问题,应及时更换或维修,确保防雷装置处于良好的工作状态。

接地电阻测量:接地电阻是防雷装置正常工作的关键指标。使用万用表或接地电阻测试仪等设备,定期对接地电阻进行测量,确保其值在规定的范围内。若接地电阻值过高,应采取相应的措施进行改善,如增加接地极、改善土壤条件等。

(2) 及时处理线路故障:

对于出现的线路故障,如断线、短路等,应及时进行修复。在修复过程中,要注意对防雷装置的检查和修复,确保其在修复后的线路中仍能发挥有效的防雷作用。

同时,对于由雷击引起的故障,要进行详细的分析,找出故障的原因和防雷装置的不足之处,以便在以后的工作中加以改进。

(3) 加强线路维护与管理:

制定详细的维护和检修计划,定期对线路进行巡视和检查,确保线路设备的正常运行。在巡视过程中,要特别注意防雷装置的工作状态,及时发现并处理问题。

建立健全设备运行记录和数据统计分析系统,记录线路的运行状态、维护情况和工作记录,分析线路故障的原因和防雷装置的性能,为今后的运行维护工作提供参考。

加强人员培训和技能提升,提高运行维护人员的专业素质和技术水平。通过培训,使运行维护人员熟悉防雷装置的工作原理和操作方法,提高他们处理线路故障和防雷装置问题的能力。

3.3 防雷击技术优化策略

(1) 根据地区雷电活动特点调整防雷措施

不同地区的气候条件和地理特征决定了雷电活动的不同特点。因此,防雷击技术优化首先需要根据地区的雷电活动特点进行调整。例如,在雷电活动频繁、雷电强度大的地区,应增加避雷针、避雷带等防雷设施的数量和密度,提高接地电阻的合格率,确保防雷设施能够有效地吸引和分散雷电。而在雷电活动较少、雷电强度较小的地区,可以适度减少防雷设施的配置,但仍需确保基本的防雷安全。

此外,对于雷电活动的季节性变化,也需要制定相应的防雷措施。例如,在雷电多发季节,应加强防雷设施的巡检和维护,确保其在关键时刻能够正常工作。

(2) 提高防雷装置的性能与可靠性

防雷装置的性能和可靠性直接影响到防雷效果。因此,优化防雷技术需要不断提高防雷装置的性能和可靠性。一方面,可以选用性能更优越、技术更先进的防雷设备,如使用新型避雷器、防雷模块等,以提高防雷装置的引雷、分流和接地性能。另一方面,应加强防雷装置的维护和管理,定期进行检查和测试,及时发现并处理潜在的安全隐患,确保防雷装置始终处于良好的工作状态。

此外,为了提高防雷装置的可靠性,还可以采用冗余设计和备份方案。例如,可以安装多个避雷器或设置备用接地装置,以在某一防雷装置出现故障时能够自动切换到备用装置,确保防雷系统的连续性和稳定性。

(3) 加强科研与技术创新

科研与技术创新是推动防雷击技术不断发展的重要动力。为了优化防雷技术,应加强科研与技术创新工作。一方面,可以加大对防雷技术的研发投入,支持科研机构和企业开展防雷技术的研究和开发工作,推动防雷技术的不断创新和进步。另一方面,可以加强与国内外同行的交流与合作,引进和借鉴先进的防雷技术和经验,提升我国防雷技术的整体水平。

结语

电力输电线路的防雷击技术对于确保电力系统的稳定运行、保障人员安全和减少财产损失具有不可替代的重要性。随着技术的不断进步和应用经验的积累,防雷击技术取得了显著的成果。通过采用合理的线路路径选择、优化线路结构以及配置有效的防雷装置,电力输电线路的防雷能力得到了显著提升。这些措施不仅降低了雷电对线路的损害,还提高了线路的供电可靠性和稳定性。随着智能电网和物联网技术的发展,防雷击技术也呈现出智能化、自动化的趋势。通过引入智能监测、自动诊断等技术手段,防雷击系统的运维和管理变得更加便捷和高效。

参考文献:

- [1] 王小敏. 高压架空线路故障原因与防雷对策[J]. 科技资讯, 2019, 17(11): 34+36.
- [2] 龙红. 对配网 10KV 架空线路综合防雷技术的几点探讨[J]. 电子测试, 2019(07): 112-113.
- [3] 杨曦晨. 高压输电线路防雷措施分析及改进方法[J]. 科学技术创新, 2019(10): 195-196.
- [4] 王祥祥. 高压架空输电线路的防雷措施分析[J]. 集成电路应用, 2019, 36(04): 99-100.
- [5] 张川. 解析输电线路雷害原因及防雷措施[J]. 通讯世界, 2019, 26(03): 142-143.