

电力通信光缆线路的防雷保护措施分析

盛友佳

宁波防雷安全检测有限公司舟山分公司 浙江 舟山 316000

摘要: 随着电力通信系统的不断发展,光缆线路在电力通信网络中扮演着至关重要的角色。本文对电力通信光缆线路的防雷保护措施进行分析,文章开头研究了电力通信光缆线路的防雷保护的重要性,接着讨论了雷电对电力通信光缆线路的危害,后面针对电力通信光缆线路的雷电威胁,提出了合理设计接地系统、安装避雷器、使用防雷光缆等多种防雷保护措施。

关键词: 电力通信光缆线路;防雷保护;措施

引言

电力通信光缆线路作为电力系统的重要组成部分,承担着信息传输和监控的重要任务。然而,雷电作为一种常见的自然现象,具有巨大的破坏力,对光缆线路的安全稳定运行构成了严重威胁。雷电不仅可能直接击中光缆线路,造成光缆断裂、设备损坏,还可能通过感应或传导的方式对通信系统产生干扰,影响通信质量和网络安全。因此,研究并应用有效的防雷保护措施,对于确保电力通信网络的可靠运行具有重要意义。

1 电力通信光缆线路的防雷保护的重要性

实施有效的防雷措施,确保通信光缆线路的连续性和稳定性,对于电力系统的安全、高效运行至关重要。第一,保障通信连续性。通信光缆线路的连续性是电力系统正常运行的基础,一旦通信中断,电力系统将无法进行有效的调度、监控和控制,可能导致一系列的运行故障。雷电对光缆的直接雷击和感应雷击都可能造成光缆的物理损伤或电气特性变化,从而影响通信质量^[1]。所以,通过采取有效的防雷措施,如安装避雷针、避雷带等防雷装置,加强光缆线路的接地保护,可以显著降低雷电对光缆的直接和间接损害,确保通信的连续性,为电力系统的稳定运行提供有力保障。第二,延长光缆和设备的寿命。雷电产生的过电压和电流会加速光缆和设备的老化过程,缩短其使用寿命,这是因为雷电过电压和电流在光缆和设备内部产生热效应和机械应力,导致材料性能下降和结构损伤。此外,雷电还可能引发设备内部短路、击穿等故障,进一步加剧设备的损坏。通过实施防雷保护,减少雷电对光缆和设备的损害,可以延长其使用寿命,降低维修和更换成本,提高电力系统的经济效益。第三,提升电力通信系统可靠性。电力通信系统的可靠性是指系统在各种恶劣环境下都能稳定运行的能力,雷电作为一种典型的恶劣环境因素,对电力通

信系统的可靠性构成了严重威胁。通过实施防雷保护,可以降低雷电灾害对电力通信系统的影响,确保系统在各种恶劣环境下都能稳定运行。这不仅可以提高系统的可靠性,还可以减少因通信中断而导致的电力系统运行故障,提高电力系统的整体运行效率。

2 雷电对电力通信光缆线路的危害

2.1 直接雷击对电力通信光缆线路的危害

直接雷击对电力通信光缆线路构成的威胁是巨大的,其潜在的损害不仅限于光缆的物理损伤,更深远地影响着通信的连续性和电力系统的稳定运行。第一,在雷电活动频繁的地区,电力通信光缆线路时常面临直接雷击的威胁,当雷电直接击中光缆时,强大的电流和电压瞬间释放,其能量之大足以对光缆造成严重的物理损伤。这种损伤最直接的表现就是光缆的断裂和熔化。断裂是由于雷电产生的巨大冲击力直接作用于光缆,使其无法承受而发生断裂;而熔化则是由于雷电产生的极高温度,使光缆材料达到熔点而发生的。第二,直接雷击导致的光缆断裂和熔化,将直接影响通信的连续性。在电力系统中,通信光缆承担着数据传输、远程监控等重要任务,一旦光缆断裂或熔化,通信信号将无法传输,导致远程监控失效、数据传输中断等严重后果。这种通信中断不仅会影响电力系统的正常运行,还可能引发一系列连锁反应,如设备故障、电网崩溃等,给电力系统的安全稳定带来极大的威胁。第三,直接雷击还可能对光缆的附件设备造成损害,光缆线路中通常包含一些附件设备,如接头盒、终端盒等,这些设备虽然不直接传输信号,但同样对通信的连续性起着至关重要的作用。当雷电直接击中光缆时,产生的过电压和过电流也可能通过光缆传导至这些附件设备,造成设备损坏或性能下降。这些附件设备的损坏将进一步加剧通信中断的程度,增加电力系统运行的风险。

2.2 感应雷击对电力通信光缆线路的危害

在即便雷电并未直接击中光缆,其产生的电磁场也可能在光缆中引发感应电流和电压,从而对光缆及其相关设备造成严重影响。(1) 光缆损伤。当雷电在光缆附近放电时,强大的电磁场会在光缆中引发感应电流,这些感应电流在光缆内部流动时,可能会产生高温,导致光缆材料的熔化。特别是光缆的护套和绝缘层,如果材料选择不当或制造工艺存在缺陷,更容易在感应电流的作用下受损。并且,感应电流还可能引发光缆内部的机械应力,导致光缆断裂或结构变形,从而影响光缆的传输性能和机械强度。光缆的损伤不仅会导致通信信号的中断或衰减,还可能对电力系统的调度、监控和控制等关键业务造成严重影响。(2) 设备故障。当感应电压超过设备的耐压极限时,设备内部的元件可能会受到损害。例如,半导体器件可能在高压下击穿,电容器可能因过电压而损坏,电路板上的线路可能因短路而烧毁。这些故障不仅会影响设备的正常运行,还可能对整个通信系统的稳定性造成威胁。在电力通信系统中,许多关键设备如路由器、交换机、光端机等都需要通过光缆进行数据传输。如果这些设备因感应雷击而受损,将会导致通信信号的中断或延迟,进而影响电力系统的正常运行。特别是在一些需要实时通信和快速响应的场景中,设备故障可能会带来灾难性的后果。(3) 系统干扰。除了对光缆和设备的直接损害外,感应雷击还可能引发系统内部的电磁干扰,当雷电在光缆附近放电时,产生的电磁场会在光缆及其周围环境中传播。这些电磁场可能会干扰通信信号的传输,导致数据传输错误或丢失,系统干扰不仅会影响通信信号的质量,还可能对整个通信系统的可靠性造成威胁,在电力通信系统中,一些关键业务如保护控制、自动化调度等需要实时、准确地传输数据。

2.3 过电压对电力通信光缆线路的危害

当遭遇雷电等极端天气条件时,由雷电产生的过电压可能成为一个不容忽视的威胁,过电压不仅可能导致通信设备受损或无法正常工作,还可能对通信线路造成严重影响,从而引发通信中断、数据丢失和系统稳定性下降等一系列问题。第一,导致其受损或无法正常工作。在雷电击中地面或附近物体时,产生的巨大电压和电流可能通过光缆的金属部分(如加强芯、金属护套等)传导至通信设备^[2]。这种过电压一旦超过设备的耐压极限,就会对设备内部的元件造成损害,如半导体器件的击穿、电容器的损坏等,这些损坏不仅影响设备的正常运行,还可能对设备造成永久性的损害,导致设备无

法继续工作。第二,造成通信中断。在电力系统中,许多关键业务如电力调度、故障处理等都需要实时、准确的通信支持。如果通信线路中断,将导致这些关键业务无法进行,从而可能引发电力事故、设备损坏等严重后果。而且,通信中断还可能影响电力系统的监控和控制功能,使得系统无法及时发现和处理潜在的安全隐患,进一步加剧系统的风险。第三,导致通信设备在传输数据时出现错误或丢失。在电力系统中,许多重要数据如电网运行数据、设备状态信息等都需要通过通信系统进行传输。如果通信设备在传输数据时出现错误或丢失,将导致这些数据无法被正确接收和处理,从而影响电力系统的正常运行。在电力通信系统中,各个设备之间需要相互协作才能确保系统的正常运行,如果部分设备因过电压而受损或无法正常工作,将影响整个系统的稳定性和可靠性。这种稳定性下降不仅可能导致通信中断和数据丢失等问题,还可能引发一系列连锁反应,使得整个电力系统陷入更加危险的境地。

3 电力通信光缆线路的防雷保护的措施

3.1 合理设计接地系统

在电力通信系统中,防雷保护是确保系统稳定运行的关键环节,而接地系统的设计则是防雷保护中的基石。接地系统的设计不仅关乎通信设备的安全,更关系到整个电力系统的可靠性和稳定性。(1) 接地系统的设计必须紧密结合通信系统的实际情况和雷电环境的特点,每个通信系统的规模和布局都有所不同,同时雷电活动的频率和强度也会因地理位置和气候条件而异。所以,在设计接地系统时,必须充分考虑通信系统的具体情况,包括设备布局、光缆走向、电源线路等,以及雷电环境的特征,如雷电活动的频繁程度、雷电强度等。(2) 在接地系统的设计过程中,接地电阻是一个至关重要的参数,接地电阻的大小直接影响接地系统的性能。为了降低接地电阻,一方面,可以采取增加接地极数量、改善土壤电阻率等措施。另一方面,接地极的布置也是设计中的一个重要环节,接地极的布置应合理,既要考虑接地极之间的距离,又要考虑接地极与通信设备之间的距离。(3) 接地线的选材和连接也是接地系统设计中的重要环节,接地线作为连接接地极和通信设备的桥梁,其导电性能和耐腐蚀性能对于接地系统的性能有着重要影响。因此,在选材时,应选用导电性能良好、耐腐蚀、耐磨损的材料,如铜、铝等。而且,在连接时,应确保连接牢固可靠,避免出现松动、断裂等问题。此外,接地线的规格和尺寸也应根据通信系统的实际需求和接地电阻的要求进行选择。

3.2 安装避雷器

雷电过电压和电涌电流不仅可能直接损坏光缆和设备,还可能对整个通信系统的稳定性和可靠性造成严重影响。而避雷器,作为一种专门设计用于限制瞬态过电压和泄放电涌电流的电器元件,它在防雷保护中发挥着至关重要的作用。第一,吸收雷电过电压的能力。在雷电击中光缆线路或通信设备时,避雷器能够迅速响应,利用其良好的非线性伏安特性,将雷电过电压的幅值迅速降低^[3]。这种能力对于保护光缆和设备免受雷电过电压的损害至关重要。通过降低过电压的幅值,避雷器有效地避免了过电压对光缆和设备造成的直接损害,确保了设备和系统的安全运行。第二,泄放电涌电流的能力。在雷电击中时,电涌电流往往伴随着雷电过电压一同产生,这种电涌电流具有极高的能量和破坏性,如果不及时泄放,将对设备和系统造成严重的损害。避雷器凭借其较低的残压和较高的通流能力,能够在雷电击中时迅速泄放电涌电流,防止电流对设备和系统造成损害。通过泄放电涌电流,避雷器不仅降低了电流对设备和系统的损害风险,还确保了系统的稳定性和可靠性。第三,提高系统可靠性。在电力通信系统中,系统的可靠性和稳定性对于保障通信业务的正常运行至关重要,但雷电等自然灾害往往会给系统的可靠性带来威胁。通过安装避雷器,可以显著降低雷电对光缆和设备的损害风险,减少因雷电导致的故障和停机时间,这不仅提高了系统的可靠性,还确保了通信业务的连续性和稳定性。而且,避雷器还具有良好的抗老化能力和长期稳定性,能够在恶劣的环境条件下长期稳定运行,为系统的可靠性和稳定性提供持久保障。

3.3 使用防雷光缆

在雷电多发地区,防雷光缆的应用显得尤为关键。防雷光缆通过其独特的屏蔽效应、绝缘保护以及结构优化等设计,为光缆线路提供了卓越的防雷保护能力。(1)屏蔽层。这层屏蔽层通常由金属丝或金属带编织而成,其特殊的金属材质使得它能够有效地吸收和泄放雷电过电压。当雷电击中光缆时,屏蔽层能够迅速地将雷

电产生的巨大电压引入地下,避免了雷电过电压直接作用于光缆内部的光纤和设备。这种屏蔽效应不仅降低了雷电对光缆的损害风险,同时也保护了内部的光纤和设备免受雷电的侵害,确保了通信网络的稳定运行。(2)防雷光缆的绝缘保护机制^[4]。光缆的光纤束被包裹在特殊的绝缘材料中,这种绝缘材料能够有效地隔离雷电对光纤的直接损害,在雷电环境下,绝缘材料能够阻止雷电电流直接流向光纤,从而避免了光纤因雷电电流而受损。这种绝缘保护机制不仅确保了光缆在雷电天气下的正常通信功能,也延长了光缆的使用寿命。(3)防雷光缆的结构优化。在设计过程中,防雷光缆充分考虑了雷电对光缆的损害机制,通过优化结构和材料选择,提升了光缆的防雷性能。例如,采用非金属材料作为中心加强芯,这种材料具有较高的强度和耐腐蚀性,能够减少雷电对光缆的电磁干扰。同时,非金属材料还具有较好的绝缘性能,进一步提升了光缆的防雷能力。

结语

针对电力通信光缆线路的雷电威胁,本文提出了多种防雷保护措施。通过合理设计接地系统,将雷电过电压引入地下;通过安装避雷器,利用其较高的通流能力等,提升光缆的防雷性能;通过使用防雷光缆,能够减少雷电对光缆的电磁干扰。随着科技的不断进步和电力通信系统的不断发展,未来的防雷技术将更加先进、高效。因此,我们应持续关注防雷技术的最新发展动态,不断完善和优化防雷保护措施,为电力通信网络的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]惠鹏,李波,李红卫.直埋光缆线路的防雷防护[J].中国新通信,2020,22(11):82.
- [2]许召栋.光缆网建设中的防雷接地方案[J].邮电设计技术,2019(08):88-92.
- [3]钟锦生.浅谈通信机房防雷应对措施[J].通讯世界,2019,26(11):20-21.
- [4]耿志刚.通信光缆线路工程防护[J].通讯世界,2019,26(08):214-215.