

输电线路架空输电线路防雷设计

蒋涛涛

杭州鑫泰电力设计有限公司 浙江 杭州 311400

摘要:随着我国电力事业的发展,我国输电线路不断增多,但是输电设备遭雷击的情况也时有发生。特别是在一些地形比较复杂的山区,大部分的输电事故都是雷击跳闸造成的。这些事故的发生对输电线路的正常运行产生非常大的影响,所以在进行线路设计时要考虑到线路的避雷问题,要运用适当的防雷技术设备,这样才能够保证输电线路的正常运行。

关键词:输电线路;架空输电线路;防雷设计

引言:在电力系统中,架空输电线路扮演着至关重要的角色,它们负责将电能从发电站高效、稳定地传输至用户终端。然而,由于其长期处于室外环境,并经常暴露于各种复杂的气候条件之下,架空输电线路面临着诸多挑战,其中尤以雷电的威胁最为显著。因此,针对架空输电线路的防雷设计显得尤为关键,其作用不仅在于保护线路和设备的安全,更在于确保电力系统的稳定运行和供电的连续性。

1 架空输电线路防雷设计的作用

1.1 减轻雷电对线路和设备的直接冲击

雷电作为一种自然现象,其产生的电流和电压极大,一旦击中架空输电线路,将对线路和设备造成严重的损害。防雷设计通过采取一系列技术措施,如安装避雷线、设置避雷器等,可以有效地减轻雷电对线路和设备的直接冲击。这些防雷设施能够将雷电产生的电流和电压引入地下,从而避免其对线路和设备造成损害。与此同时,防雷设计还能降低雷电对线路和设备产生的电磁感应和过电压,进一步保护线路和设备的安全。

1.2 降低线路运行风险

雷电击中架空输电线路后,不仅会对线路和设备造成损害,还可能引发线路短路、绝缘击穿等故障,进而导致停电和线路事故。这些故障不仅会影响电力系统的正常运行,还可能对人们的生产和生活造成严重影响^[1]。防雷设计通过减轻雷电对线路和设备的冲击,降低了线路运行的风险。另一方面,防雷设计还能提高线路的可靠性和运行安全性,减少因雷电导致的停电和线路事故。

1.3 提高电力系统的稳定性

架空输电线路作为电力系统的重要组成部分,其稳定运行对于保障电力系统的整体稳定性具有重要意义。防雷设计通过保护线路和设备免受雷电的损害,确保了架空输电线路的稳定运行。此外,防雷设计还能提高电

力系统的抗干扰能力,减少因雷电等外部因素导致的电力系统故障。这有助于保障电力系统的稳定运行,提高供电的可靠性和连续性。

1.4 降低维修和更换成本

一旦架空输电线路受到雷电的损害,将需要进行维修和更换。这不仅会影响电力系统的正常运行,还会增加额外的维修和更换成本。防雷设计通过降低雷电对线路和设备的损害程度,减少了维修和更换的次数和成本。并且,防雷设计还能延长线路和设备的使用寿命,提高经济效益。

1.5 保障人身安全

雷电击中架空输电线路后,可能会引发火灾等安全事故,对人们的生命和财产安全造成威胁^[2]。防雷设计通过减轻雷电对线路和设备的冲击,降低了火灾等安全事故的发生概率。而且,防雷设计还能提高人们的安全意识,增强人们对雷电等自然灾害的防范能力。

2 架空输电线路防雷设计具体措施

2.1 雷电活动的评估与线路规划

架空输电线路的设计初期,雷电活动的评估是一项至关重要的工作。为了准确了解线路所在区域的雷电活动特性,必须深入分析历史雷电数据。这些数据不仅揭示了雷电活动的频率,即每年或每季节发生雷电的次数,还反映了雷电的强度,即雷电发生时释放的能量大小。通过对这些数据的详细分析,可以绘制出雷电活动的分布图,明确哪些区域雷电活动更为频繁,哪些区域雷电强度更高。基于雷电活动的评估结果,线路规划工作得以更加精准和科学。在规划过程中,应尽量避免避开雷电活动频繁的区域,尤其是那些雷电强度极高的地区。这样做不仅可以降低线路遭受雷击的风险,还能减少因雷电导致的设备损坏和停电事故。同时,线路规划还需考虑地形地貌、气象条件等因素,确保线路的安全稳定运行。

2.2 安装避雷线与避雷器

(1) 避雷线的安装：避雷线是架空输电线路防雷设计中最常用的措施之一。通过在线路顶部安装避雷线，可以有效地将雷电引入地下，避免雷电直接击中导线。同时，避雷线还能对导线起到屏蔽作用，减少雷电感应过电压的产生。在选择避雷线时，应根据线路的电压等级、雷电活动强度等因素进行合理选型。(2) 避雷器的安装：避雷器是另一种重要的防雷设备，它能够在雷电过电压超过一定值时迅速动作，将雷电电流引入地下，从而保护线路和设备免受雷电损害。避雷器的安装位置应根据线路的实际情况进行确定，一般应安装在雷电活动频繁、线路重要程度高的区段。

2.3 降低杆塔接地电阻

杆塔接地电阻是影响架空输电线路耐雷水平的关键因素。接地电阻的大小直接影响雷电流在杆塔与大地之间的流通情况。当接地电阻较大时，雷电流在杆塔上产生的电压降也会相应增大，从而增加了雷电反击事故的风险。为了降低杆塔接地电阻，可以采取多种措施。一种常见的方法是采用深埋式接地极。通过增加接地极的埋设深度，可以使其更好地与土壤接触，从而降低接地电阻。此外，使用降阻剂也是一种有效的方法。降阻剂可以降低土壤的电阻率，从而减小接地电阻。在实际工程中，应根据土壤电阻率、地形地貌等因素选择合适的降阻措施。如果土壤电阻率较高，可以考虑增加接地极的数量或使用多个接地极并联的方式来降低接地电阻。通过降低杆塔接地电阻，可以显著提高架空输电线路的耐雷水平，减少雷电反击事故的发生。这对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要意义。

2.4 加强线路绝缘水平

提高架空输电线路的绝缘水平，对于降低雷电感应过电压具有显著效果。在雷电活动时，线路上的绝缘子可能因雷电感应过电压而遭受损坏，导致线路故障。因此，通过增加绝缘子片数，可以有效地提高线路的绝缘强度，使其能够承受更高的雷电感应过电压。与此同时，使用高性能的绝缘材料也是提高线路绝缘水平的重要手段。这些高性能材料不仅具有更好的绝缘性能，还能够在极端环境下保持稳定的性能，进一步降低雷电感应过电压对线路的影响。另一方面，加强线路的绝缘水平不仅有助于降低雷电感应过电压的风险，还能提高线路的耐污秽能力。在污染严重的地区，绝缘子表面容易积聚污秽物，导致绝缘性能下降。而提高线路的绝缘水平，可以使绝缘子更加耐受污秽物的侵蚀，降低污闪事故的发生率。这对于保障线路的安全稳定运行具有重要意义。

2.5 采用自动重合闸技术

自动重合闸技术在架空输电线路防雷设计中发挥着重要作用。在雷电天气下，线路可能因雷击而发生跳闸，导致供电中断。此时，自动重合闸装置能够迅速检测到线路状态的变化，并在一定时间内自动将断路器重新合上，恢复线路的正常供电。这一技术能够显著减少因雷击导致的停电时间，提高线路的供电可靠性。

在实际应用中，自动重合闸技术的效果受到多种因素的影响。因此，在采用自动重合闸技术时，需要根据具体情况进行合理配置。首先，需要准确评估线路的雷电活动情况，确定是否需要设置自动重合闸装置。其次，需要根据线路的实际情况和雷电活动特点，选择合适的自动重合闸装置型号和参数设置。最后，需要定期对自动重合闸装置进行维护和检查，确保其处于良好的工作状态。

2.6 加强线路巡视与维护

在架空输电线路的防雷设计中，定期的线路巡视和维护工作是保障防雷设计有效性的不可或缺的一环。这一环节旨在确保线路的稳定运行，并在出现问题时及时发现并处理，从而最大限度地降低雷电对线路的影响。巡视工作的重要性不言而喻。通过定期巡视，可以及时发现线路可能存在的隐患和缺陷。例如，避雷线作为防雷的重要设施，如果发生断股现象，其防雷效果将大打折扣。此外，接地电阻的升高也会影响到线路的防雷能力，增加雷击事故的风险。而绝缘子的破损则可能导致线路在雷电天气下更容易发生闪络事故。所以，巡视人员需要密切关注这些关键部位，确保它们处于良好的工作状态。除了巡视工作，定期的维护也是必不可少的。维护工作包括对防雷设施的检修、更换和升级等。例如，对于已经损坏的避雷线，需要及时更换或修复；对于接地电阻升高的杆塔，需要采取降阻措施；对于老化的绝缘子，也需要进行更换。

3 架空输电线路防雷设计的发展趋势

随着电力系统的快速发展和电力需求的日益增长，架空输电线路作为电力系统的重要组成部分，其安全稳定运行对于保障电力供应具有重要意义。然而，雷电作为影响架空输电线路安全运行的主要因素之一，其带来的危害不容忽视。因此，防雷设计在架空输电线路建设中占据了举足轻重的地位。以下内容将深入探讨架空输电线路防雷设计的发展趋势，以期为相关研究和工程实践提供参考。

3.1 智能化与信息化防雷技术

随着信息技术的快速发展，智能化与信息化防雷技

术将成为未来架空输电线路防雷设计的重要趋势。首先,智能化防雷技术通过引入先进的信息采集、传输和处理技术,实现对雷电活动的实时监测、预警和评估。通过安装雷电监测装置,可以实时获取雷电活动的发生时间、位置、强度等信息,为防雷设计提供准确的数据支持。其次,信息化防雷技术则通过构建防雷信息管理系统,实现对防雷设计、施工、运行和维护等全过程的信息化管理。

3.2 新材料与新技术应用

随着新材料和新技术的不断涌现,其在架空输电线路防雷设计中的应用将越来越广泛。新材料如纳米材料、碳纳米管等具有优异的电气性能和机械性能,可以应用于制作高性能的避雷器、绝缘子等防雷设备。这些新材料的应用可以显著提高防雷设备的性能和使用寿命,降低运维成本。新技术如电磁仿真技术、有限元分析等可以应用于防雷设计的仿真和优化。通过电磁仿真技术,可以模拟电力系统中不同结构件的电磁特性,评估其防雷性能,为防雷设计提供优化建议。有限元分析则可以用于分析防雷设施在雷电冲击下的应力分布和变形情况,为防雷设施的设计和制造提供科学依据。

3.3 差异化防雷设计

随着电网不断扩展,其复杂性也日益增加,传统的统一防雷设计已逐渐显露出其局限性。现代电网中,不同区域的雷电活动特性、地形地貌和土壤电阻率等差异显著,这使得防雷设计必须更加精细化和差异化。差异化防雷设计正是基于这种需求而提出的,它根据每个特定区域的实际情况,制定与之相适应的防雷策略和措施。在雷电活动频繁且强度大的区域,差异化防雷设计会特别注重加强避雷线的配置和接地电阻的降低。例如,在这些区域可能会增加避雷线的数量或提高避雷线的导电性能,以更有效地引导雷电电流入地。而且,通过优化接地系统,降低接地电阻,可以进一步减少雷电对线路的影响。相反,在雷电活动较少或雷电强度较弱的区域,差异化防雷设计则倾向于采用简化的防雷设计。这不仅可以降低工程成本,还能确保防雷设施在需

要时依然能发挥有效作用。例如,在这些区域可能会减少避雷线的数量或采用较低规格的避雷器,但仍能确保线路在雷电天气下的安全稳定运行。

3.4 绿色环保防雷设计

在全球环保意识日益增强的背景下,绿色环保防雷设计成为了一个不可忽视的趋势。这种设计理念强调在防雷设计过程中,要尽量减少对环境的负面影响,同时采用环保材料和节能技术来降低能耗和排放。绿色环保防雷设计在材料选择上非常注重环保性。例如,采用可降解的绝缘材料,这些材料在达到使用寿命后可以被自然分解,不会对环境造成长期污染。在防雷设施的设计和施工过程中,绿色环保防雷设计也强调节约资源。例如,通过优化设计方案,尽量减少对土地和水资源的占用;采用节能技术,降低防雷设施在运行过程中的能耗。这些措施都有助于实现防雷设计与环境保护的和谐共生。

结语

总之,架空输电线路的防雷设计在保护线路和设备安全、降低线路运行风险、提高电力系统稳定性等方面发挥着重要作用。通过合理的防雷设计和技术措施,可以有效地减轻雷电对架空输电线路的损害程度,提高电力系统的可靠性和稳定性。并且,防雷设计还能降低维修和更换成本、保障人身安全等方面发挥积极作用。因而,在电力系统中应高度重视架空输电线路的防雷设计工作。

参考文献

- [1]王日辉,鲁志伟,王永利,等.线路避雷器对66kV同塔双回输电线路防雷性能影响的研究[J].东北电力大学学报,2019,39(5):17-22.
- [2]曾杰,杨友,秦雨彤,等.同塔多回输电线路雷击同跳分析及应对措施[J].通讯世界,2019,26(9):253-254.
- [3]薛涛,张忠,韩勇,等.输电线路运行安全的影响因素以及应对策略探索[J].电子元器件与信息技术,2019,3(8):30-32.
- [4]孟昭显,管良,曹远,等.输电线路防雷接地设计的问题与改进措施[J].电子测试,2019(22):87-88.