

35kV集电线路的防雷措施与效果评估

贾政

内蒙古智慧运维新能源有限公司 内蒙古 010010

摘要: 全文深入探讨了35kV集电线路的防雷措施及其效果评估。通过安装避雷线、避雷器及优化接地系统等综合防雷手段,显著提升线路的耐雷水平。同时建立包括雷击跳闸率、避雷器动作成功率在内的评估指标体系,对防雷效果进行全面、客观的评估。结果表明,所采取的防雷措施有效降低雷电对线路的影响,提高供电可靠性和稳定性。

关键词: 35kV; 集电线路; 防雷措施; 效果评估

1 35kV 集电线路在电力系统中的重要性

35kV集电线路在电力系统中占据着举足轻重的地位,它不仅是连接发电站(如风电场、光伏电站)与电网主干网之间的重要桥梁,也是实现分布式能源并网、提高电网灵活性和可靠性的关键环节。第一、从能源传输的角度来看,随着可再生能源的快速发展,大量的风电、光伏发电项目涌现,这些新能源发电站往往远离城市中心,处于风力资源丰富或日照充足的地区。35kV集电线路以其适宜的电压等级和较高的经济性,有效地将这些分散布置的发电单元汇聚起来,实现了从“点”到“线”的能源集中,为后续接入更高电压等级的电网主干网奠定了坚实基础。第二、在电网稳定与安全方面,35kV集电线路的合理规划与设计对于维持电力系统的稳定运行至关重要,它能够通过灵活的配置,如环网结构、分支线路等,提高电网的冗余度和自愈能力,确保在局部故障发生时,能够快速隔离故障区域,恢复非故障区域的供电,从而减少停电范围和时间,保障用户的用电可靠性和连续性。第三、35kV集电线路还在电力系统的调度和运行优化中发挥着重要作用,通过对其运行状态的实时监测与数据分析,电力调度人员可以更加精准地掌握电网的运行状况,为电网的优化调度提供有力支持,随着智能电网技术的发展,35kV集电线路也逐渐融入了更多的智能化元素,如自动化开关、智能监测装置等,进一步提升了电网的智能化水平和运行效率。

2 35kV 集电线路的防雷措施

2.1 防雷原理及影响因素分析

防雷原理的核心在于通过一系列措施,将雷电能量安全引导至大地,避免其直接作用于电力设施,从而减少或消除雷电对35kV集电线路的损害^[1]。雷电的形成主要是由于云层间的电荷积累到一定程度后发生的放电现象,其能量巨大,能够瞬间破坏电力线路及其附属设备的绝缘层,引发短路、跳闸等故障,甚至造成设备损坏

和停电事故。影响35kV集电线路防雷效果的因素主要包括雷电活动的强弱、地形地貌特点、土壤电阻率以及线路本身的结构和材质等。雷电活动的强弱直接影响雷击发生的频率和强度,而地形地貌和土壤电阻率则决定了雷电能量在地面上的分布和消散速度,线路的高度、绝缘水平、杆塔接地情况等因素也会对防雷效果产生重要影响。

2.2 集电线路防雷设计标准与规范

针对35kV集电线路的防雷设计,需遵循国家及行业的相关标准和规范,以确保防雷措施的科学性、合理性和有效性。具体而言,35kV集电线路的防雷设计应综合考虑线路的电压等级、负荷性质、运行环境以及雷电活动的实际情况,通过技术经济比较,采用合理的防雷方式。例如,在雷电活动频繁的地区,应适当增加避雷线的架设长度,提高线路的耐雷水平;在土壤电阻率较高的地区,应采取降阻措施,确保接地电阻满足要求;在重要线路或关键节点处,应安装性能可靠的避雷器,以提高防雷保护效果。

2.3 典型的35kV集电线路防雷设备和保护措施

避雷线是35kV集电线路中常用的防雷设备之一,其主要作用是将雷电引向自身并安全泄入大地,从而保护线路免受雷击。在设计中,避雷线的架设位置和数量应根据线路的电压等级、雷电活动强度以及地形地貌特点等因素综合考虑。一般情况下,35kV集电线路在变电所进线段应架设1~2km的避雷线,同时在雷电活动强烈的地段也应适当架设避雷线。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,将过电压限制在安全范围内,从而保护线路和设备的绝缘不受损坏。在35kV集电线路中,常用的避雷器有金属氧化物避雷器和阀式避雷器等。避雷器的安装位置应在雷击概率较高的位置,如线路的进线段、重要杆塔以及跨越重要设施的区段等。良好的接地装置是防雷保护

的基础。在35kV集电线路中,接地装置的设计和施工应满足相关标准和规范的要求,确保接地电阻值在规定范围内。为了降低接地电阻,可以采取增加接地极数量、使用降阻剂、装设水下接地网等措施,还应定期检查和维护接地装置,确保其处于良好状态。绝缘子是电力线路中用于支撑和固定导线,并使导线与杆塔之间保持绝缘的部件。在防雷保护中,绝缘子的耐压水平和耐污秽性能对线路的防雷效果具有重要影响,在35kV集电线路中,应选用性能优良的绝缘子,并加强对其的维护和管理,确保其绝缘性能良好。自动重合闸装置是一种在电力系统中广泛应用的自动装置,它能够在线路因雷击等原因跳闸后自动重合,从而恢复供电。在35kV集电线路中,安装自动重合闸装置可以减少因雷击引起的停电次数和时间,提高供电可靠性和稳定性^[2]。

3 35kV 集电线路防雷措施的实施与效果评估

3.1 防雷设备的安装与维护实践

在35kV集电线路的防雷措施实施中,防雷设备的安装与维护是至关重要的一环。针对避雷线的安装,施工人员需严格按照设计图纸和施工规范进行操作,确保避雷线位置准确、固定牢固,并保持良好的电气连接,在避雷线的选择上也需考虑其耐腐蚀性、机械强度及电气性能,以适应不同环境条件下的工作要求。对于避雷器的安装,除了遵循安装规范外,还需注意其接线方式的正确性,确保避雷器能够可靠地接入系统并发挥防雷作用,定期对避雷器进行预防性试验和在线监测,及时发现并处理潜在故障,也是保障其长期稳定运行的关键。接地装置的安装与维护同样不容忽视。在施工过程中,应确保接地体埋设深度、间距及连接方式符合设计要求,并对接地电阻进行准确测量,确保满足防雷要求。在日常维护中,应加强对接地装置的巡视检查,及时发现并处理接地线断裂、接地体锈蚀等问题,确保接地系统的有效性。绝缘子的清洁与维护也是防雷工作的重要组成部分,定期清理绝缘子表面的污秽物,防止因污闪而导致的线路故障,是保障线路绝缘性能的有效手段,对于老化、破损的绝缘子应及时更换,以确保线路的安全运行。

3.2 防雷效果监测与评估方法

为了准确评估35kV集电线路防雷措施的实施效果,可以通过安装雷电监测系统,实时监测线路周边的雷电活动情况,包括雷电发生的时间、位置、强度等信息。这些数据可以为防雷效果评估提供重要依据。利用在线监测设备对避雷器、绝缘子等关键设备的运行状态进行实时监测,记录并分析其工作参数的变化情况。通过对

比分析,可以评估防雷设备在雷电冲击下的响应能力及其保护效果。还可以采用故障统计分析方法来评估防雷效果,通过对线路历年来的故障记录进行统计分析,比较实施防雷措施前后的故障率、故障类型等指标的变化情况,从而评估防雷措施的实际效果。在评估过程中,还需注意综合考虑多种因素的影响,如天气条件、地理环境、设备老化程度等,以确保评估结果的客观性和准确性。

3.3 防雷措施对35kV集电线路运行的影响分析

防雷措施的实施对35kV集电线路的运行产生深远的影响,在防雷设备的作用下,线路的耐雷水平得到显著提升,减少因雷击而导致的线路跳闸和故障次数,提高线路的供电可靠性和稳定性。这对于保障电力系统的正常运行和满足用户用电需求具有重要意义^[3]。防雷措施的实施还降低线路因雷击而遭受的经济损失,通过减少故障次数和缩短停电时间,可以有效减少因停电而造成的经济损失和社会影响,通过合理的防雷设计和设备选型,还可以降低线路的维护成本和运行成本。防雷措施的实施也可能对线路的运行带来一定的挑战。例如,避雷器的频繁动作可能会对线路的运行电压和电流产生影响;接地装置的改善可能会增加土壤的电阻率变化等。

4 35kV 集电线路的防雷效果评估

4.1 防雷效果评估指标体系建立

为了全面、客观地评估35kV集电线路的防雷效果,首先需要建立一套科学合理的评估指标体系。该体系应涵盖多个维度,以全面反映防雷措施的实施成效。(1)雷击跳闸率,作为最直接反映防雷效果的指标,雷击跳闸率能够直观展示线路在雷电环境下的稳定运行能力。通过比较实施防雷措施前后的雷击跳闸率变化,可以评估防雷措施的有效性。(2)避雷器动作次数与成功率,避雷器作为关键防雷设备,其动作次数和成功率直接关系到线路的防雷效果。统计避雷器的动作记录,分析其在雷电冲击下的响应能力和保护效果,是评估防雷措施的重要组成部分。(3)接地电阻值,接地电阻是衡量接地系统性能的重要指标之一。通过定期测量接地电阻值,可以评估接地装置的有效性,确保雷电能量能够迅速、安全地泄入大地。(4)绝缘子闪络率,绝缘子闪络是导致线路故障的常见原因。评估绝缘子的闪络率,可以了解线路在雷电环境下的绝缘性能,进而判断防雷措施对提升绝缘水平的效果。(5)经济性与社会效益,除了直接的技术指标外,还需考虑防雷措施的经济性和社会效益。包括防雷设备的投资成本、维护费用以及减少停电损失等方面,综合评估防雷措施的经济合理性和社会贡献度。

4.2 集电线路防雷改进策略与可行性分析

基于防雷效果评估的结果,可以针对存在的问题和不足提出相应的改进策略,并进行可行性分析。对于雷击跳闸率较高的区段,可以考虑增加避雷线的架设密度或采用更高效的避雷线材料,以提高线路的耐雷水平。根据雷电活动的分布情况,合理调整避雷线的架设位置,确保对雷电的有效拦截。针对避雷器动作次数多但成功率不高的问题,可以选用性能更优越的避雷器产品,如具有更高通流能力和更低残压的避雷器。加强避雷器的维护和检测工作,确保其始终处于良好状态。对于接地电阻值偏高的区域,可以采取降阻措施,如增加接地极数量、使用降阻剂或装设水下接地网等,加强对接地装置的巡视检查和维护保养工作,确保其有效性。定期清理绝缘子表面的污秽物,防止因污闪而导致的线路故障。对于老化、破损的绝缘子应及时更换,以提高线路的绝缘性能。随着科技的不断进步,可以积极探索和应用新技术、新方法来提高防雷效果。例如,利用雷电监测预警系统提前预测雷电活动趋势;采用智能巡检机器人对线路进行高效巡检等。在提出改进策略后,还需进行可行性分析。包括考虑改进方案的技术可行性、经济合理性以及实施难度等方面。通过综合评估,选择最优的改进方案并付诸实施,以进一步提升35kV集电线路的防雷效果。

5 35kV 集电线路防雷措施的优化与改进

针对35kV集电线路的防雷措施,持续优化与改进是确保其长期稳定运行、减少雷电灾害影响的关键。在现有防雷措施的基础上,将着重从几个方面进行优化与改进:第一,针对雷电活动频繁且对线路影响较大的区域,计划增加避雷线的覆盖范围和密度,特别是加强关键节点和易受雷击区段的保护,以提高线路的耐雷水平,考虑引入具有更高导电性能和耐腐蚀性的新型避雷线材料,以延长使用寿命并提升防雷效果^[4]。第二,对于避雷器的选择与使用,将进行更为严格的筛选和测试,

确保选用的避雷器具有更高的通流能力和更低的残压,能够在雷电冲击下迅速响应并有效保护线路。加强对避雷器的定期检测和维护,及时发现并处理潜在故障,确保其在关键时刻能够可靠动作。第三,在接地系统方面,将进一步优化接地装置的设计和施工,采用降阻效果更佳的材料和技术手段,降低接地电阻值,提高雷电能量的泄放效率。加强对接地装置的巡视检查和维护保养,确保其始终处于良好状态,以应对可能发生的雷电灾害。第四,还将关注绝缘子的维护和更换工作。定期清理绝缘子表面的污秽物,防止污闪现象的发生;对于老化、破损的绝缘子及时进行更换,以提高线路的绝缘性能和防雷能力。第五,积极探索和应用新技术、新方法也是防雷措施优化与改进的重要方向。例如,利用雷电监测预警系统提前预测雷电活动趋势,为线路运维人员提供及时、准确的雷电信息;引入智能巡检机器人等自动化设备,提高线路巡检的效率和准确性,及时发现并处理潜在的防雷隐患。

结束语

35kV集电线路的防雷措施对于保障电力系统安全稳定运行具有重要意义。通过科学合理的防雷设计与实施,结合全面的效果评估,成功降低雷电灾害对线路的影响。未来,将继续关注防雷技术的最新进展,不断优化防雷措施,为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]湛顶,董元成.多因子分层模糊评价法在输电线路防雷改造中的研究[J].电气开关,2018,56(01):9-12+17.
- [2]杨琳,黄灏.风电场35kV集线线路防雷改造新措施[J].农技服务,2017,34(16):61-62.
- [3]李占儒.风电场35kV集电线路跳闸原因分析[J].风能,2020(12):60-62.
- [4]费少锋.风电场集电线路杆塔雷击原因和防雷接地优化保护措施[J].电力建设,2019(8):228-229.