

浅析高压输电线路运行的防雷保护

王英军 申金龙

国网河北省电力有限公司邢台供电分公司

DOI:10.12238/hwr.v7i6.4832

[摘要] 近年来,随着我国社会的快速发展,工业领域已逐步进入了电气自动化时代,而我国居民也因智能家庭电器而提升了生活质量,交通工具也由原来的汽油汽车变为节能环保的电动汽车,这些生活中的变化让我们更依赖于电力的安全供应。由于社会用电量的需求正在逐年递增,其高压输电线路的敷设规模也在不断的扩大,以此满足我国社会发展的需求。据以往高压输电线路所发生的断线事故统计分析,雷击因素引起的事故有40%–70%,雷击跳闸的发生不但对电力系统的正常供电造成较大影响,同时也在无形中加大对线路的维护力度。由此可见对高压输电线路运行中的防雷保护对于我国电力系统的建设与安全运行具有重要意义。基于此,文章就高压输电线路运行的防雷保护进行了分析。

[关键词] 高压输电线路; 运行; 防雷

中图分类号: TU856 **文献标识码:** A

Analysis of Lightning Protection for High-voltage Transmission Line Operation

Yingjun Wang Jinlong Shen

Xingtai Power Supply Branch of State Grid Hebei Electric Power Co., Ltd

[Abstract] In recent years, with the rapid development of Chinese society, the industrial field has gradually entered the era of electrical automation, and our residents have also improved their quality of life due to intelligent home appliances. The transportation tool has also changed from the original gasoline cars to energy-saving and environmentally friendly electric vehicles. These changes in life make us more dependent on the safe supply of electricity. As the demand for social electricity is increasing year by year, the laying scale of high-voltage transmission lines is also continuously expanding to meet the needs of social development in China. According to the statistical analysis of line break accidents on high-voltage transmission lines in the past, 40% to 70% of accidents caused by lightning stroke factors. The occurrence of lightning stroke trips not only has a significant impact on the normal power supply of the power system, but also virtually increases the maintenance of the line. It can be seen that lightning protection in the operation of high-voltage transmission lines is of great significance for the construction and safe operation of China's power system. Based on this, the article analyzes the lightning protection for high-voltage transmission line operation.

[Key words] high-voltage transmission line; operation; lightning protection

电力系统要想正常运行,其中关键性环节就是高压输电线路的安全稳定运行,高压输电线路一旦出现故障会严重影响到电力系统的安全运行。雷击是高压输电线路运行中最容易遭受的外界环境影响因素之一。如果发生雷击,高压输电线路会发生故障,甚至直接影响电力系统的安全运行。对此,工作人员需要对雷击的原因进行全面的分析,然后针对这些原因采取相应的预防措施,既可以减少雷击对高压输电线路的影响,也可以保证电力系统的安全稳定运行。

1 雷电对高压输电线路的危害分析

雷电具有破坏性强、随机性大、无法抵御等特点,对社会的

正常运转影响力大,比如我们熟知的山火发生,很多就是雷击造成,同样雷电也对高压输电线路的安全有着巨大威胁。全国各地经常发生因雷击导致的输电线路跳闸,甚至造成电力设备烧毁的情况,尤其是在山上等复杂地区,更易引发雷击事故。雷电对高压输电线路影响主要体现在以下方面。

1.1 直击雷的危害

直击雷是指高压输电线路没有防雷措施或者防雷装置损坏不起作用时,雷电直接击落到高压输电线路,直击雷在击中高压输电线路或者高压输电线路杆塔时,会瞬时产生巨大的高电压,瞬时产生的高电压会随输电线路入侵到变电站内,当超过变压

器的电压承受上限,会导致变压器等设备烧坏,甚至输电线路的损坏,整条供电线路全部瘫痪,造成面积的停电事故,而且短期内还无法快速修复,因此直击雷的影响较大。

1.2 感应雷的危害

感应雷是指含有正负离子的雷云产生雷电的过程中引发的电磁感应,经过高压输电线路或者输电线路杆塔等导电物品时有放电现象。高压输电线路在电力输送过程中,会产生电势,雷云碰撞产生电能释放时对高压输电线路的电荷有一定的吸引,这也是高压输电线路易遭雷击的因素之一。感应雷瞬时产生的电压一般不会太高,输电线路的相关设备一般能承受,危害相对较小。

1.3 雷电冲击波的危害

雷电冲击波与直击雷类似,是直击雷破坏力的升级版,一旦击中高压输电线路,瞬时产生的高压甚至连防雷保护措施都无法起到作用,直接破坏掉整条输电线路以及相关设备,导致高压输电线路无法运行。

2 高压输电线路运行防雷保护的重要意义

国内供电公司在电网建设期间,一般情况下会在人员稀疏的宽阔地带进行高压线路的建设,虽然该建设理念能够有效减少高压输电线路故障出现的概率,防止对周围环境造成破坏,不过在这些宽广的地方,高压线路往往易遭受雷击,进而导致电网难以稳定运行。只要高压输电线路出现了雷击的严重影响,那么其周围的设施与环境也都难以在这场雷击灾害中逃脱开来。并且,在高压输电线路受到雷击灾害时,其本身的电压会瞬时增加,此时电力系统为防护其余没有损坏的输电线路而自动启动跳闸,部分电力系统会自动断开,尽量减少电网的损失。雷击灾害会给电力系统带来巨大的损害,不仅会导致人民群众的经济损失,甚至会危害到人民群众的生命安全,而且也会使供电公司遭受到巨大的经济损失,使其检修成本明显提高。不仅如此,倘若供电公司高压输电线路建设在郊区,没有围绕周围环境展开全面且深层次的调研分析,那么就极易由于周围机械设施中所具有的破坏性等,导致高压输电线路的电力正常输送受到明显影响。所以,必须在高压输电线路建设时运用防雷接地技术,因为这不仅能够切实保障人民群众的生命安全,防止受到严重的经济损失,而且也可以使供电公司的检修成本降低,增加经济效益,并明显提高高压输电线路的运行质量和效率。

3 高压输电线路运行中防雷保护工作的不足

3.1 高压输电线路中避雷线的局限性

高压输电线路中的避雷线发挥着有效的防雷作用。其合理布设,能够使输电线路遭受雷击的概率明显降低,是一种非常有效的防雷措施。高压输电线路中产生的安全风险部分原因是因为防雷设施避雷线的失效所致,部分是因为支撑输电线路的绝缘部件老化所致,由于这部分绝缘体会遭到长期的环境影响,容易产生风化或开裂等现象。另外,避雷线自身所具有的制约性也同样会引起一些安全隐患。在高压输电线路受到雷电击打时,避雷线可以屏蔽导线,从而使之避开雷击的影响,不过从现实情

况来看,避雷线本身也具有局限性,以致于其无法保证整条高压输电线路可以有效避开雷击,因而,必须要对避雷线做出持续地优化与完善,使其可以更好地发挥作用。

3.2 接地装置腐蚀

电网建设过程中一般都会按照设计的要求布置好接地装置,做好防雷的措施,以提高输电线路的安全性。但是接地装置随时间推移,易发生腐蚀。接地装置一般会配套使用接地降阻剂,接地降阻剂中的成分会与土壤中的水分及空气发生化学反应,随着时间推移而发生大面积的腐蚀,进而影响到接地装置构件的氧化腐蚀。根据观察经验,接地装置使用超过5年以上的的基本都会有老化腐蚀现象,在某些气候条件差的区域甚至会直接腐蚀断。

3.3 线路材料原因

高压输电线路相较于中低压输电线路不同,它输送电压较高。高压输电线路运行中的防雷措施需要进一步完善,这样可有效降低雷击几率。雷击现象一旦发生,高压输电线路极易发生强电流现象,静电感应明显,然后放电效应发生。在供电线路的接续点,感应电流进一步增大,冲击强度增大,运行设备就容易发生故障,线路也会老化,无法保证电网输送的安全。

3.4 防雷设计不合理

电力行业要想将雷击对高压输电线路的影响有效降低,必须引进高效防雷技术和设备,同时做好防护措施。不过由于地质、环境条件及相关技术的影响,同时由于一些地区的防雷措施不够完善,接地连接焊接质量差,电阻值大,增加了雷电事故发生的概率,影响供电线路的安全运行,甚至给当地带来严重的经济损失。

4 高压输电线路运行的防雷保护措施

4.1 杆塔防雷措施

降低高压输电线路杆塔的接地电阻,将电流顺利导入地下是目前常用的也是最有效的防雷措施。一般是通过使用接地降阻剂,改良杆塔所处部位的土质的导电性能,降低电流传导的电阻,将雷电的瞬时高电压顺利导流,降低杆塔顶部的电位,减少雷电对输电杆塔以及高压输电线路的损伤,从而保证电能的稳定输送。

降低杆塔保护角。杆塔的保护角布置也非常重要,由于山区的输电线路杆塔一般处于较高地势,极易吸引雷电,对于山区,在输电线路杆塔的设计施工时,要特别注意山区线路遭到绕击的情况,需要依据输电线路杆塔附近的地理环境对输电线路杆塔的影响,通过科学的计算,对预设的保护角度进行测算和检验,降低绕击的概率。

适当将杆塔高度降低。在保证杆塔对地和交叉跨越物安全距离情况下,适当降低杆塔高度,可以提升杆塔的耐雷水平。

4.2 安装垂直地极

对于高土壤电阻率地区,可以采取垂直接地极技术来有效优化接地质量不良的情况。具体操作中,需要选择杆塔周边地带来进行垂直接地极的适量布设。在铁塔周围布设垂直接地极的

过程中,应当选择在与杆塔相距适当的地方进行安装;而在水泥杆塔周围布置垂直地极时,应当在与杆塔之间适当距离进行安装。对于垂直地极,必须要采用角钢或是圆钢的方式来展开加工处理,接地极间距应当控制好间距。倘若把垂直地极布设于高土壤电阻率的区域,那么就要适当扩大埋设深度。对于陡坡地形,则应当依照垂直地面的深度来做好接地极埋深值的测算,从而确保接地极的散流效果,防止因洪水冲刷而导致其散流作用。

4.3 装设保护间隙

输电线路遭受雷击后往往造成设备跳闸。在同塔双回线路中,为了保证其中一回的正常运行,需要给另一回路增加保护间隙,并联在绝缘子之间。当雷击时,优先通过保护间隙电弧闪络放电,避免绝缘子被烧伤破坏。同时,本回路放电后迅速降低杆塔电位,保证另一回的安全稳定运行这种防雷防护成本低,安装保护间隙的过程简单。但是保护间隙要科学计算,按设计调整间隙距离。

4.4 使用消雷器、负角保护针以及可控避雷针的布置

消雷器是一种可装设在输电线路杆塔顶部,带有尖端可放电极的一种电离装置,以及设置在地表层的电流收集装置以及电离和收集装置的连接装置组成。电离装置保持地电位,与雷云电场的电位差促使电离装置尖端空气电离,正负电荷分别被雷云和地的电荷中和,起到消雷作用。

接通负角保护针是设置在杆塔和变压器边缘的避雷针,相当于增大了防雷导电的范围,降低了线路和设备的受击距离。可控避雷针具有良好的防雷效果,在电网的设计施工中应用广泛,通过设置可控避雷针能有效降低输电线路杆塔被雷击的概率。

可控避雷针的工作原理是通过释放低电压,能够有效吸引雷电,将雷电导流释放,避免直击雷对输电线路及杆塔的危害。

4.5 设置侧向避雷针

杆塔避雷针技术,简单来说,即为将避雷针安装到杆塔上,从而拓宽避雷线防护区范围、扩大避雷线对弱雷汲取量,最终使输电线路绕击率得到明显降低的避雷方式。这种技术的运用原理为:在雷云先放电与地面相距某种高度的情况下,避雷针可以对先导通道的电场进行转变,从而让电场移动方向由原先的雷电转变至避雷针的接闪器连线上,最终让雷云本身的电荷集中到避雷针上,并成功地释放到大地中。与其他防雷方法进行对比,避雷针的引雷性能会更为优异,它的针形结构可以很好地汲取低空间所形成的弱雷电荷,并弱化对高空强雷电荷的汲取,所以可以发挥出非常不错的防雷避雷作用。其安装布设方法为:在杆塔横担靠挂点周边依次在前后两边倾斜出四十五度的地方安装长度大概为三米的防绕击侧向避雷针。

4.6 安装重合闸装置

架空输电线路在运行过程中,因受到雷电影响而出现的线

路网络现象,在跳闸的时候可以实现自动重合,并且绝缘性能也会自动恢复。针对这一点,输电线路应安装自动重合闸装置,起到瞬间排除雷电故障的作用,从而提升整个线路运行的可靠性和稳定性。目前,我国许多110kV以上的架空输电线路在安装自动重合闸装置并且遇到雷电灾害的时候,有很高的概率可以实现自动闭合操作。

4.7 增加杆塔的绝缘水平

首先,设计人员在进行杆塔设计时要根据杆塔顶部的尺寸进行针对性防雷设计,要在杆塔承受的范围适当增加杆塔的绝缘水平,即适当增加绝缘子片数或绝缘子串的长度,增加线路的放电电压值,从而提升输电线路的防雷性能。

4.8 安装线路氧化锌避雷器

输电线路安装使用带有串联间隙的复合外套的氧化锌避雷器,对于防止输电线路雷击跳闸具有显著的作用,尤其是对于杆塔附近地区雷电活动强烈、高土壤电阻率地区、接地电阻改造条件困难、复杂地形条件下的输电线路杆塔也能够提供可靠的防雷保护作用。输电线路应用带有串联间隙的复合外套的氧化锌避雷器还可以防护操作过电压,使输电线路设备安全可靠经济运行。应用氧化锌避雷器在以后的输电线路防雷保护中具有良好的前景。

4.9 同杆塔架设输电线路差异化绝缘设计安装

采用差异化绝缘设计,可以在雷击时确保其中一条输电线路的安全可靠运行,对于保证重点用户可靠供电具有显著的效果。

5 结束语

总之,高压输电网络支撑着我国社会的建设和发展,其对于我国的经济建设至关重要。雷电活动是极其复杂的,即使在当今世界,人们也不能做到100%的防雷免受雷击的损害,高压输电线路的防雷也是如此,只有通过各种措施才能最大限度地减少雷电破坏所造成的损害,高压输电线路的防雷应综合考虑线路的电压等级、输电线路的负载性质、系统的运行、气象条件、通过技术经济比较,输电线路的防雷措施必须与变电站的绝缘水平相结合设计,优先保证变电站电气设备和电源的安全。

[参考文献]

- [1] 罗晓军. 高压输电线路的防雷保护[J]. 陕西煤炭, 2022, 41(03): 114-118.
- [2] 向永康. 分析高压输电线路的防雷保护及其绝缘配合[J]. 通讯世界, 2018, No. 340(09): 143-144.
- [3] 潘绍钦. 高压输电线路防雷保护的问题探析[J]. 低碳世界, 2017, No. 146(08): 95-96.
- [4] 辛崇, 刘木. 高压输电线路防雷保护的问题探析[J]. 科技创新与应用, 2016, No. 181(33): 151.