

架空电力线路防雷与接地分析

Lightning Protection and Grounding Analysis of Overhead Power Lines

黄晶

Jing Huang

中铁第五勘察设计院集团有限公司 中国·北京 102600

China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Beijing, 102600, China

摘要: 当前, 电力系统已经成为中国社会运转的基石之一, 离开电力系统, 人们生活和生产将会无法正常开展。为了保证电力系统的正产运转, 电力企业要保证电力线路的正产使用, 避免线路受到雷电影响。笔者分析了雷击对架空电力线路的影响, 和雷击故障产生原因, 总结了架空电力线路的防雷方法和接地设计, 向人们提供稳定、可靠的电源, 保证正产社会工作开展。

Abstract: At present, the power system has become one of the cornerstones of the operation of our society. Without the power system, people's life and production will not be able to develop normally. In order to ensure the normal production and operation of the power system, power companies must ensure the normal production and use of power lines to avoid the lines being affected by lightning. The author analyzes the impact of lightning strike on overhead power lines and the causes of lightning strike faults, summarizes the lightning protection methods and grounding design of overhead power lines, provides people with a stable and reliable power supply, and ensures the development of social work.

关键词: 电力线路; 防雷与接地; 防雷方式

Keywords: power line; lightning protection and grounding; lightning protection method

DOI: 10.12346/peti.v3i4.6446

1 引言

架空电力线路与普通电力线路不同, 其结构包括避免线路受到雷电影响的架空地线, 具有连接等作用的金属附件, 与电力线路配套的光缆设施和架起线路的杆塔, 导线主要处于杆塔之上, 为基本电力输送提供基础。在实际工作中, 输电线路可能会受到雷击或其他形式的接地故障, 导致电力输送受到影响, 甚至引发一定区域内电力线路的瘫痪。为了避免这一现象的发生, 电力企业需要开展全面的防雷工作, 进而保证电力线路不受到影响。

2 雷击对架空电力线路的影响

对于架空线路而言, 它往往会被雷电击中, 然后被电磁场影响, 产生一种高电压, 这种情况下, 它的电流会超过电源, 从而引发各种各样的安全问题。另外, 当架空线路被雷电击中时, 相应的线路会产生大量的雷电流, 相应的电流会比较大, 从而产生一个很大的电势差, 从而可以通过电线输

送, 最终到达变电站。在此背景下, 若其相应的避雷措施较为薄弱, 将会引起线路的损坏, 进而对线路的正常工作产生不利的影响。当架空电力线路遭受雷击时, 其内部会产生绝缘闪烁现象, 其原因有两个。

首先, 绕击。这种形式主要是指它的雷电在相位上起到了直接的效果, 以及它被击中的几率。在总体上, 均与架空电力线路的雷电方向及先导发展有关, 当它受到雷击后, 其相应的正面先导导线呈现上升趋势, 将会引起绕击器的破坏。同时, 其发生的几率还与导线的数量、分布形式及邻近的线路条件有关。它所处的地形也有一定的影响, 通常来说, 它在山地环境下发生的可能性比较大, 比平原要高出 3 倍。

其次, 反击。在电力架空线路中, 反击方式也是常见的, 当它受到雷击时, 其相应的雷击杆、避雷针、避雷器都会加速其雷电流, 从而达到接地的目的, 从而提高杆塔的电势, 从而引起电线上的感应过电压。在此条件下, 由于其塔身电位和相线感应电压的综合电位差提高, 从而高于高压输电线路的绝缘闪络电压, 从而引起导线与塔架之间的闪络现象,

【作者简介】黄晶 (1985-), 女, 中国江西南昌人, 本科, 工程师, 从事电力研究。

即反击闪络。

针对架空线路的雷击问题,采取有效的防范措施,应从以下几个方面着手,在直接雷电问题出现之前,在架空线上安装避雷针,在特定的线路上增加绝缘电阻,减少接地电阻,鼓励电弧施工,采取必要的措施,加强停电管理^[1]。

3 雷击故障产生原因

在架空输电线路,一般有以下两种类型的雷击跳闸:首先,雷电对电力系统的传输线起到一定的作用,使其电磁干扰更加严重,对电力系统的正常工作造成一定的影响,进而导致电网短路。此外,由于雷击直接作用于架空输电线路或塔柱,会使线路内的电压迅速上升,使导线的电阻值增大,进而影响到线路的安全与稳定。在架空输电线路发生雷击跳闸的原因如下。

3.1 线路设计因素

线路设计是保证输电线路正常运转的第一要务,合理选择线路路径,既能有效地提高输电效率,又能减少线路的安全失效。线路路线充分论证了导线、地线、绝缘、防雷设计的正确性,正确选用塔柱和地基,保证各类电气设备间的有效间距,强化通信防护设计,是保证架空输电线路安全、高效运行的关键。随着电力系统的建设,电力系统的设计逐步呈现出时间紧、工作量大的特点,同时由于所经过的地理地貌、土壤结构的复杂性,对电力系统的设计产生了极大的影响。由于供电部门不能根据实际情况进行合理的接地设计,可能会对电网的雷电干扰能力造成短路。

3.2 自然因素

架空输电线路在户外环境下,会受多种自然环境的制约,中国地域辽阔,自然条件各异,因此在不同的地区,架空输电线路所面对的环境和地质条件也是千差万别。电力系统的安全性、稳定性和有效性受到了各种自然因素的影响。

3.3 施工因素

架空输电线路自身的特性是高风险、复杂的,因此,在施工中要根据具体的工程条件,严格按照设计图纸和规范进行操作。由于输电线路施工场地位于山地、岩层等高电阻地区,对工程的正常施工造成极大的影响,往往会有不按照设计图进行施工,从而造成线路工程质量问题。此外,部分施工工人缺乏责任感,技术水准不高,在工程中存在填土不规范、接地装置不合理、细节处理不当等问题,造成了线路布置不合理、易遭雷击等问题^[2]。

4 架空电力线路的防雷方式

针对目前架空线路的雷电问题,采取有效的防范对策,应从以下几个角度着手,在直接雷击问题出现之前,把它的避雷针放到架空线上,另外,在特定的电线上增加了一个绝缘电阻器,减少了它的接地电阻,推动了它的防雷工作,采取了一些必要的措施,并强化了它的断电管理。以下是一些具体的步骤。

4.1 用避雷针防雷

在进行架空线路防雷击工作时,必须安装避雷针,这是防止雷击的主要措施,它可以防止雷击,防止闪电通过塔柱进入电线,降低电力的流量。同时,它还可以有效地屏蔽导线的耦合效应。在实际应用中,当其架空线路出现电压过高时,也可采用避雷针来解决问题。同时,避雷针的造价也很低,安装起来也比较方便,可以降低雷击的几率。而在实际的安装中,要充分考虑到其避雷器的导线间隔问题,并适当增加其杆塔的高度^[3]。

4.2 提高电路绝缘效果

为了有效地改善线路的绝缘性能,必须对线路的耐电度进行有效地改善。在实际应用中,首先要使杆塔上的绝缘子数目增多,使其上的闪络冲击电压值升高,从而有效地加强其抗雷电作用,达到控制跳闸率的目的。同时,差异绝缘方法也可以运用,从线路上看,在相同的塔柱之上,其三项绝缘特性也不尽相同,而下部的绝缘子数目较多。也就是说,一旦被雷电击中,电线的绝缘层就会被击穿,从而达到防止双向闪络的目的。

4.2.1 防雷柱式绝缘子的安装

在绝缘子的固位处,将绝缘线与上层的放电器紧紧地相连,而在脱开的导体暴露部位和绝缘层间再加上一条不透水的绝缘胶条,以达到密封性和防水效果。每根直杆单横担装置3个,复合横担装置6个,建议每3个架设电杆增加1个接地,其接地电阻不得超过10Ω。

4.2.2 带间隙的氧化锌避雷器的安装

不锈钢引流环或电容器顶部与绝缘导线之间留有适当的空隙,使绝缘导线无脱落。该避雷器与圆柱形陶瓷绝缘子平行地设置,它的下端与绝缘子的下部相连接,并与地相连接。每基线的小拐弯或直立的木桩各设3个,建议每根桩增加1个接地,其接地电阻不得超过10Ω。

4.2.3 防雷导线耐张串的安装

在耐张线的两端,分别装有一个放电环和一个引弧片(或其他形状的引弧金属),在耐张线夹的内部进行了剥皮。每基耐拉杆采用分段式的6根,末端或支架3根,建议每根桩子增加1根接地,并不超过10Ω。

4.3 应用自动式重合闸装置

在行业发展过程中,由于闪电的出现,会引起线路的闪络故障,而一旦短路,就会自动进行,相应的绝缘性能就会得到相应的恢复。针对此问题,必须在架空线路上加装自动合闸装置,解决瞬时闪电故障的问题,确保线路的工作稳定。根据中国目前的发展,110 kV以上的架空输电线路,在实际运行中均可采用自动合闸,其使用效果尤其明显,可有效地增加合闸的关闭。同时,它在30 kV以下线路上的应用效果也比较好,是目前工业施工中比较重要的一种方法。

4.4 使用线路型避雷器

在实际的电网运行中,采用避雷针,其相应的防雷效果

会更好。不过,根据现实的需要,避雷针很难完全消除电网中的电压,而且在以后的发展中,很有可能会影响到电网的正常工作,甚至会危及电网。而使用避雷装置,就可以有效地解决这个问题,它可以将所有的电力,都转移到地面上。或者,当相应的雷电电压很高,脱离了该避雷器的防护区域时,也可以使用该装置,该装置可以为该线路提供一条通道,将该电阻的电阻电流引入到地面上,确保该电路装置和该线路的使用安全。

4.5 增加耦合地线的使用量

在探讨架空电力线路的绝缘问题时,为了减小电网的雷击,还可以在电线底部安装连接地线,这样既可以加强连接和分流作用,又可以有效地确保地线的阻抗,并减小电线绝缘子上的电压。对于某些低电压的电缆,在安装连接地线时,可以通过消弧绕组来排除并解决由电击造成的单行接地,以防止发生短路事故,消除短路问题。由于地线及其他的闪络线在现实发展中,会使联接效应加强,使绝缘子内部的电压值下降,能很好地防止短路,确保线路的正常工作。

4.6 做好配电变压器防雷

①在柱上变压器台的高压侧要加装 MOA,在多雷区的柱上变压器台的低压侧要加装 MOA。在电压调节器的输入和输出端必须装有 MOA。采用了无间隙的 MOA 作为过压保护,根据 GB11032—2010《交流无间隙金属氧化物避雷器》的有关规定选用 MOA,其绝缘水平要符合国家标准。

②配电网的变压器必须安装在离变压器较近的地方,其接地导线必须与二次侧的中性点和变压器的金属壳体相连。多雷区时,变压器二次侧宜安装避雷器,其接地装置应尽可能接近受保护装置,导线的接线要短、直。柱上变压器台的高压侧必须加装 MOA,在该方案中,常用的是普通避雷器和可装卸式避雷器。

③低压线零线,中性点直接接地时,应在接触点上接地,TNC 系统在主干线及分支线路的末端,应反复接地零线,并至少要有三个接触点;《农村低压电网剩余电流工作保护器配置导则》规定,TT 系统的剩余电流保护装置必须按照 Q/GDW11020—2013 规定的标准进行,并将其外壳分开。接地体敷设在变压器的封闭环内,并设置两个或更多的竖直接地,其埋深不得低于 0.6m,不得靠近燃气和供水管线。接地线和电杆的连接部位一定要有很好的接触。

④低压综合配电箱内的雷击防护等级为 T1,外壳、浪涌保护器和避雷器均为接地,接地引线与接地网相同可靠。

⑤设置一个水平和垂直的复合接地网。接地体横截面及材质的选取,必须兼顾耐热稳定性及耐蚀性。接地体通常使用镀锌钢板,在强腐蚀区域使用镀铜钢板。接地电阻、跨步电压、接触电压等均符合相关规范的规定。根据防盗的需要,接地点应设在主杆 2.8m 处,并与避雷器接地,变压器中性点接地,变压器外壳接地,以及低压综合配电箱外壳相结合。综合配电箱的外壳的接地孔位于箱内的上半部分。

⑥对电气设备进行接地时,必须满足《交流电气装置的接地》中的规定电气设备的过压防护必须符合《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》中的规定。

⑦要根据相关规范的要求,设计接地电阻。10kV 低电压接地装置的接地电阻为 4Ω 。在使用大容量供电的情况下,必须分别布置防护接地和工作接地。当采用保护接地与工作接地时,应根据具体的施工情况,综合考虑土质等方面的影响。

5 防雷线路的接地设计

5.1 塔杆

首先需要选择好线路,这就要求根据具体情况,充分了解架空线路的具体分布,同时评估雷击的发生几率,同时评价了闪电的发生几率,并尽可能选取了几个遭受雷电袭击概率低的路段,以提高其设计的合理性和安全性。并且,在具体的设计工作中,应加大对勘测工作的执行,使其在掌握了勘测资料的情况下,对所需资料进行分析,使其更合理地进行设计。

5.2 电阻

在架空电力线路上进行阻值设定时,必须将其适当地减小,使导线与导线之间的接地线与杆塔相连等方法加以运用。在此条件下,若土壤的电阻值比较高,可以采用换土、复合接地等方法。同时,为了降低其塔柱的冲击电阻,还必须采用延长接地线的方法。

5.3 降阻剂应用

为了确保它的防雷效果,在进行设计时,也可以采用减阻剂来提高对地装置的性能,为了确保对经常遭受雷击的杆塔和电线的电阻进行有效地控制,使用降阻剂是很有必要的。随着中国电子信息技术的迅速发展,降阻剂的使用日益明显,其迅速渗入土壤,并使其具有较高的接地电阻,并能有效地分散电流。因此,这种减阻剂在山地多石地区的应用,具有明显的效果。

6 结语

综上所述,电力企业要充分了解电力线的受到雷击的原因和雷击对电力线路造成的影响,根据防雷工作标准,做好接地设计工作,提高电力运输效率。工作人员要针对不同的雷击原因做出合理设计,保证电力工作正产开展。

参考文献

- [1] 李伟伟.架空线路防雷接地测试技术在电力网的运用研究[J].百科论坛电子杂志,2020(12):1614.
- [2] 王飞.风电场35kV架空线路防雷技术分析及措施[J].电力设备管理,2022(2):184-187.
- [3] 崔建业,徐嘉龙,姜文东,等.220kV架空线路防雷防冰灾地线系统直流融冰电源设计[J].高压电器,2021,57(12):209-217+224.