

电力工程现代防雷技术的相关措施研究

薛波涛

陕西省地方电力集团有限公司榆林电力分公司送电处, 陕西 榆林 719000

[摘要] 电力工程建设必不可少的一项技术工作内容就是防雷技术, 防雷技术可以避免雷击影响电力设备正常安全地使用, 有助于保证电力系统的安全以及操作人员的生命安全。当前防雷技术随着电力工程的发展也在不断改进, 相关工作者要明确变电站防雷保护常用技术, 加强施工技术优化, 提升防雷效果, 保证电力工程正常运行。

[关键词] 电力工程; 防雷; 技术

DOI: 10.33142/hst.v4i3.4096

中图分类号: TU895

文献标识码: A

Research on Relevant Measures of Modern Lightning Protection Technology in Power Engineering

XUE Botao

Power Transmission Department of Yulin Electric Power Branch of Shaanxi Local Electric Power Group Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract: Lightning protection technology is an indispensable technical work in power engineering construction. Lightning protection technology can avoid the impact of lightning on the normal and safe use of power equipment and help to ensure the safety of power system and the life safety of operators. At present, with the development of power engineering, lightning protection technology is constantly improving. Relevant workers should make clear the common technology of substation lightning protection, strengthen the optimization of construction technology, improve the effect of lightning protection and ensure the normal operation of power engineering.

Keywords: electric power engineering; lightning protection; technology

1 变电站的防雷保护

1.1 变电站的进线保护

电力工程建设的关键内容之一就是变电站, 变电站的使用情况直接受到防雷技术措施的影响, 为此, 要充分做好各项工作的综合考虑, 对电流流经的避雷器数值适当增加, 做好雷电波陡度的合理控制。电力过电压是变电站运行中常常出现的情况, 电路绝缘的一半为幅值, 冲击闪络电压行波运动向变电所。线路比变电站设备中的冲击耐压电流高很多, 在这种背景下, 可以将避雷线安装于变电站相近的线路当中, 如果避雷线安装不当很可能在雷雨天气导致雷击伤害变电站线槽, 线遭自身可以承受的极限难以抵抗雷电电流幅值与陡度等, 进而损毁线路。

随着科学技术不断发展, 现代防雷技术的防雷范围也得到了进一步的扩展, 工作者可以将雷电波出现的范围预测出来。比如 110kV 变电站可以设置 2km 左右长度的避雷线, 从而将近线段中雷电波产生的概率降低。如果变电站中有着较高的线路绝缘效率, 可以适当做好管型避雷器增设, 从而加强他了解雷电波幅值。35kV 及以下变电站在开展防雷保护设置是可以对雷电活动强度进行充分考虑, 然后做好防雷手段的合理设计。可见, 当前防雷保护操作已经较为简便, 可以按照 10m 以内的范围控制避雷器和变压器的距离, 但是由于变电所有着较小的保护范围, 会增加雷电入侵波陡度, 可以通过进线段避雷线长度减小、安装管型避雷器等方式达到变电站防雷保护的效果。

1.2 变电站的接地屏蔽技术

接地屏蔽技术也是电力工程变电站雷电保护中常用的一种技术。防雷接地、工作接地和保护接地都是电力系统建设中接地技术类型。其中防雷接地技术主要利用的是多种接地极, 从而将雷电流释放, 避免电气设备遭受雷击伤害。保护接地是电力工程中采用多种系统装置将电气装置外部金属框架进行接地了解从而将系统运行稳定性提高, 避免雷击时损毁设备。电力系统中电子和电气设备数量、规格较多, 并且设别较为精细, 在设计中通常都考虑了接地方式。通过接地屏蔽能够有效达到防雷效果。科学地布置输电线路能够从很大程度上提高整体防雷效果, 接地系统可以将雷电流引入到大地, 避免损伤设备。但是接地附近土壤的电流密度较大, 容易发生击穿问题, 此时接地极附近的土壤会

有着较高的导电性，成为导体。如果雷击后升高雷电流频率，会大大影响接地电感，导致难以有效地发挥接地极的作用，而在冲击中，相同接地装置有着不同的电阻值。自然接地保护是变电站防雷设计主要方法，建筑物附近的地下管线、大地连接等防雷方式大多采用的是多重垂直接地体，可以将电流有效释放，能够合理设计进出线接地。

2 送电线路防雷保护的关键技术

2.1 优化选择避雷装置和设计工艺

送电线路防雷保护的一项重要举措就是避雷线、避雷器等装置的合理设置。如图 1 为电力送电线路常用的避雷装置。首先，将避雷线设置于高压架空送电线路中能够达到分流送电线路中自然雷电的作用，将自然雷电侵害作用降低，还可以利用导线耦合作用大幅度降低流经线路合成绝缘子的电压。通过这种方式，可以利用导线平布功能保护线路中的元器件，避免感应过电压将其击穿。其次，技术人员在设计线路中需要对塔杆的高度、架设区的自然情况进行深入地调查和分析，在导线上方设置避雷线。最后，要定期维护好线路，避免发生安全隐患，提高线路运行的稳定性。

检修人员在确认架空地线的运行情况和防雷能力时，由于地线支架只能够允许两名工作人员同时进行作业，活动空间有限，加上难以有效掌控受力点，导致如果在大风等恶劣的自然条件下会对检修人员的生命安全产生严重威胁。为了避免出现这些风险，检修过程中可以直线塔地线提升线路。这种检修方式主要内容包括两方面。第一，在支架的顶面做好容纳槽的开设并且用螺母牢固地固定，用丝杠将其加固。第二，支架两端伸出的丝杠上部做好棘轮扳手安装，借助轴承将吊钩连接于下端地面夹紧槽按照平行方向设置，在第一、第二个螺栓上安装好。检修人员采用高压架空送电线路直线塔地线提升方式能够将线路维护安全性显著提升，工作人员可以一次性将多种防雷安全隐患排除，从而保证防雷系统运行的稳定性，为送电线路运行安全提供保障。



图 1 避雷针、避雷接闪器

2.2 提高线路绝缘能力

有的送电架空线路设置于较为偏僻的荒野支撑，需要投入较多的资金，为了节省成本，不得不穿过雷电高发的区域，此时防雷工作就显得更加重要。提高线路的绝缘能力是保证野外地区防雷效果的有力方法。为了提高线路绝缘能力，可以适当将进线位置绝缘子数量增加，从而进一步加大导线和避雷线之间的距离，提高线路的绝缘性。比如在海拔 1000m 以下区域的 110kV 线路通常按照不高于 8 片的标准设置绝缘子数量。高度超过 40m 的杆塔按照每增加 10m 高度额外增加 1 片绝缘子的方式进行设置，达到绝缘优化的效果，将线路绝缘能力提高，避免遭受雷击时发生跳闸等不良问题。

2.3 接地射线

在检修维护 11kV 高压电传输线路时，接地设备改进问题是最需要关注的内容。接地装置经过改进可以将线路塔遭受雷击后发生跳闸的概率从很大程度上降低，跳闸概率降低到原有发生概率的 20%~30%，如果店里公司安装的线杆接地设备缺乏良好的效果，通过改良接地装置后，可以有效减少跳闸发生概率，有助于提高线路传输的稳定性。在接地装置改良过程中，通常采用的方法为减小接地塔电阻。工作人员把接地电极埋设在伸出并且用低电阻物质填充密实，在水泥式塔杆 3~5 m 位置的塔杆线上布置好地线。在距离杆塔 5~8 m 的位置垂直塔架线路布置好接地极。此外，还可以通过增加耦合器的方式改进接地装置。不过技术人员需要加强对雷电击中高压线路时产生的稳态电磁感应现象和瞬态行波进行充分考虑分析，所以为了改善接地装置可以考虑将电磁感应式塔架接地线加强。此外，如果检测土壤电阻后发现数值在 $1\ 000\ \Omega \cdot \text{m}$ 以上那么为了将电磁感应塔接地梁结构增强可以考虑引入 110 kV 的高压电线。

2.4 降低接地电阻

送电线路塔杆非常有效的一种防雷方式就是降低接地电阻，通过这种方式可以将塔杆顶部电位有效降低。当塔杆

遭受雷击时不会发生塔杆塔顶点位太高的情况,进而也不会导致击穿绝缘子,减少了电压跳闸故障问题,有效提升了送电线路的稳定性。因此,送电线路的防雷能力从很大程度上受到接地电阻大小的间接影响。当前常常采用降阻剂、爆破接地技术、增大接地面积方式三种降低接地电阻的方式。其中降阻剂是一种具有很好保护作用的偏碱性的接地体,不过会对接地电阻产生一定程度的腐蚀作用,所以短时间使用可以选用该技术,如果想要长时间使用,那么需要考虑采用爆破接地技术或者增大接地面积的方法。爆破接地技术主要是用降电阻率材料改良爆破后的土壤,从而将接地土壤的电阻率有效降低,达到接地电阻降低、防雷能力提高的目的。降低接地电阻是增大接地面积最为常用的措施,电阻会随着接地面积的增大而减小,但是如果增加接地面积需要应用到更多的接地材料,消耗的成本也随之增加。该方法适合长期使用,有着便捷的维护方式,所以要根据实际情况合理选用接地方式。

2.5 减少避雷线保护角防雷

减少避雷角是将避雷线和外侧导线垂直夹角减小从而达到绝缘等级和耐雷水平提高、封堵雷电的效果,能够有效避免发生线路断线故障。在线路假设完成之前需要预测好保护角并且运行阶段不能改变,通常在高于40m的高压输配电线路杆塔中应用,按照 $<5^\circ$ 的标准设计保护角。深山有着更大的遭受雷击的概率,所以线路保护角应当比平原的角度更小。在具体操作中可以按照三角形接法排雷三相导线,从而将避雷线顶端高度提高达到避雷线保护角减小的效果,减小避雷线保护角可以将雷击事件显著减少。

2.6 加强对高压送电线路的有效监控

第一,要对高压送电线路负重加强检测,尤其要加强检测恶劣天气下送电线路避免出现负载过重问题。第二,加强监控高压送电线路弧摆以及风摆情况,将风力、风向对送电线路的影响尽量降低。第三,加强监控绝缘子泄露电流,对绝缘子性能进行检查确保其运行正常。第四,加强监测雷击导线位置,减少排查次数。第五,加强监测高压送电线路塔杆线路,以免遭受人为破坏。

2.7 加强高压输电路检修工作

第一,常态化监测雷击故障发生频繁的区域,采取针对性防雷措施。第二,常态化运维检修,尽早发现并且排除线路问题。第三,加强推广带电工作,标准化开展带电作业。

3 结语

高压送电运行中雷击伤害是十分常见的一种现象,为了避免雷击损害送电系统,需要做好防雷措施,提升送电系统运行稳定性。为此,相关工作者不但要采取有效的防雷保护技术,还要加强线路监测,提升送电稳定性,降低发生风险概率。

[参考文献]

- [1]谢天宇. 电力线路的防雷措施分析[J]. 集成电路应用,2019,36(6):96-97.
- [2]赵迎刚. 电力配电网的防雷接地设计相关问题的分析[J]. 城市建设理论研究(电子版),2019(7):2.
- [3]黄炳辉. 配电网的线路及设备的防雷技术[J]. 电子技术与软件工程,2018(2):233.
- [4]梁捷. 针对配网线路防雷策略的探讨和分析[J]. 技术与市场,2018,25(1):102.
- [5]徐镇. 电力工程现代防雷技术的相关措施研究[J]. 通讯世界,2015(21):79-80.

作者简介:薛波涛(1983.10)男,汉族,陕西榆林,送电线路工二级职称,主要从事高压线路维护、登高作业工作。