

输电线路设计中线路防雷技术的运用

Application of Lightning Protection Technology in Transmission Line Design

李晟

Sheng Li

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

摘要:近年来, 中国电网建设不断加速, 持续扩大建设规模与数量, 输电线路实现广泛覆盖。由于外部因素影响越来越大, 特别是雷击造成极大影响, 对电力系统构成严重威胁。针对该情况, 应当对输电线路加强防雷, 在线路设计中充分考虑防雷技术的应用, 确保线路运行稳定性与安全性。鉴于此, 论文对输电线路设计中防雷技术运用的重要性进行分析, 探究了输电线路设计中线路防雷技术的具体运用, 如加强输电线路管理、安装避雷设备等, 并提出了防雷技术应用的改进措施。

Abstract: In recent years, the construction of China's power grid has been continuously accelerating, expanding the scale and quantity of construction, and achieving widespread coverage of transmission lines. Due to external factors, especially the significant impact of lightning strikes, it poses a serious threat to the power system. In response to this situation, lightning protection should be strengthened for transmission lines, and the application of lightning protection technology should be fully considered in line design to ensure the stability and safety of line operation. In view of this, this paper analyzes the importance of using lightning protection technology in transmission line design, explores the specific application of lightning protection technology in transmission line design, such as strengthening transmission line management and installing lightning protection equipment, and proposes improvement measures for the application of lightning protection technology.

关键词: 输电线路; 线路设计; 防雷技术

Keywords: transmission line; line design; lightning protection technology

DOI: 10.12346/edwch.v1i4.8804

1 引言

在电网安全运行过程中, 输电线路占据核心地位, 其作业施工是电能实际传输效果的一项决定性因素, 密切关乎供电效率。当输电线路遭受雷击时会出现瞬时电流急速增多的现象, 高于线路原先负荷, 导致线路发生短路或燃烧等, 弱化电能传输效果。同时, 由于出现瞬时过强电流, 提高了线路连接设备的电压, 干扰设备性能, 甚至引发爆炸事故, 难以保障电力系统稳定、安全运行。因此, 在设计输电线路时, 必须做好防雷处理, 注重线路维护。

2 输电线路设计中防雷技术运用的重要性

当输电线路处于运行状态时, 发生线路故障的一个常见

原因为遭受雷击。一般状况下, 雷击是突然爆发的, 会瞬间发生热电效应与磁场效应, 产生难以预估的破坏力。所以, 在输电线路遭受雷击的时候, 会造成严重危害, 使得线路损坏, 由此引发线路故障。根据长期以来积累的工作经验, 当输电线路运行时, 可将雷击故障划分为下列几类:

其一, 雷直击杆塔。通常输电线路包括两部分, 一部分是架空输电线路, 另一部分是电缆输电线路, 前者由输电导线、杆塔、接地装置等构成。因为构成输电线路的杆塔一般比较高, 所以遇到雷雨天气的情况下, 当大地感应到雷云中的电荷时, 以杆塔为媒介进行传导, 造成雷击杆塔的情况, 提高了塔顶电位。一旦电位高于绝缘子抵抗雷击的水平, 将造成绝缘子发电, 形成单线接地, 引发线路故障。

其二, 雷直击导线。也就是雷绕过避雷线直接作用到线

【作者简介】李晟(1991-), 男, 中国四川达州人, 本科, 工程师, 从事输电线路研究。

路导线上,导致绝缘子闪烁而引发跳闸停电故障,所以还可称之为绕击闪烁故障。该故障发生的诱因较多,如地理条件、避雷线保护、杆塔高度等。

其三,雷击线路周边。如今电力技术取得长足进步,电力设备越来越多元,加强创新应用,在现行电力系统中引进高度集成设备,这类设备感知到雷电电磁脉冲时会发生强烈反应,一旦输电线路周边遭受雷击,使其瞬间形成感应过电压,提高线路电荷量,导致绝缘子破裂等,更加严重时甚至会侵入变电站,对电力系统构成极大威胁,无法保障系统整体安全稳定运行。为避免该情况出现,开展输电线路设计工作时,需要科学合理利用防雷技术,对于输电线路安全稳定运行意义重大。

3 输电线路引发雷电的影响因素

3.1 线路杆塔高度

输电线路特别是高压输电,一般将杆塔设置于相对宽阔的区域,并且其高度较高,周边未建设高层建筑,当遇到雷雨天气时,加剧了对杆塔的影响,提高了雷击现象发生率。而在电力事业逐步深化发展的过程中,输电线路得到越来越广泛的应用,有效提高需求量,杆塔数量也持续增多,不少地区对杆塔高度也有所提升,在此情况下提高了雷击发生率。

3.2 自然环境

山麓地带往往遭受雷击的次数更多,因为山区地形起伏相对较大,森林广泛覆盖,降雨量较大,所以增加了雷击的概率。由于自然环境会在一定程度上影响雷电,当设计输电线路时需要充分考虑该情况,并且综合分析自然环境相关的不良因素^[1]。

3.3 土壤电阻率

输电线路设置大量杆塔,这些杆塔直接接触土壤,所以更易被接地电阻影响。高山、岩石广泛分布的区域等,地质条件相对复杂,土壤电阻率对雷击产生更大影响。若是杆塔遭受雷击,同时土壤电阻率低于限定范围,极易造成反射,增加了线路雷击概率。

4 输电线路设计中线路防雷技术的运用

4.1 加强输电线路管理

在设计输电线路时了解到,山峰、峡谷、森林等遭受雷击的概率最大。相关设计人员需着重考察以上区域,加大防雷保护力度,尽可能防止雷击对输电线路造成破坏,提高线路运行安全性与稳定性。开展设计工作时,设计人员需要实地勘察施工现场,根据输电线路安装布设方案,综合分析线路走向与所处区域可能会遇到的地形,合理选择线路位置,采取合适的防雷技术,尽量减小雷击产生的影响。特别是针对高压输电线路做好防雷设计,降低雷击概率。

然而,结合现阶段高压输电线路防雷设计具体状况看,一些设计人员欠缺防雷管理意识,提高了线路雷击概率。因此,根据新的输电标准与要求,相关设计人员需要加大线路管理力度,开展设计工作时加大线路管理力度,针对线路遭

雷击可能性最大的部位安装避雷器等,选择线路中间位置加设避雷器,适当弱化杆塔电感,及时完成绝缘接地处理。也可以布设耦合地线、安装避雷设备,以提高高压输电线路安全性。

此外,针对连接位置加强雷击防范。采取独立防雷措施有效保护架空线、电缆线,结合电缆和电压具体状况合理制定针对性防雷措施。开展设计工作过程中,根据架空线和电缆连接实际情况,结合规定要求合理安装连接接头。对于电缆屏蔽层,需要做好两侧接地,并在作业落实中正确操作防雷设备,加强防范变压器遭受雷击,或者在保险丝之前科学设置防雷装置。

4.2 安装避雷设备

当对输电线路落实防雷设计时,普遍安装避雷设备,利用率最高的是避雷针和角保护针。一方面,避雷针应安装于塔顶底线支架位置,按照输电线路实际布设环境具备的支架特征合理确定避雷针数量,能够在遭受雷击之前充分储备电能,通过发挥脉冲作用来减小雷击产生的影响。另一方面,角保护针采取角保护的手段弱化雷击影响,及时将多余电流转入避雷线,确保输电线路安全性。

通常在塔架或者电线顶部合理安装角保护针,若是具有良好网络条件,能够利用智能体具备的全智能控制功能,全面收集微电网系统以及其他线路等的模拟量与开关设置量,纳入智能终端设备,运用最为简洁方便的信息处理系统,使信息从关键区域后续处理单元散布于中央处理过程各单元,全面分析信息内容。实际采用角保护针时,应合理调节角度。

针对当前的单回路输电线而言,电压小于330kV的保护角大约为 15° ,500~750kV之间的保护角小于 10° ;而对于双回路输电线,110kV的保护角小于 10° ,220kV的保护角为 0° ^[2]。如山区较为特殊的地形,应将保护角控制在最小值,提高耦合性。通过架设避雷线,一旦遇到雷雨天,能够降低高压输电线路闪络频率,保证绝缘子串具有较强稳定性,避免线路形成感应电压,确保导线整体运行安全性与稳定性。

高压输电干线大多情况下通过安装避雷针维护线路运行安全,实际安装期间应严格遵守以下原则:一方面,避雷针应设置于高压输电线塔顶,并在地线上设置具有防绕击作用的避雷短针。另一方面,合理安装可控避雷针。一旦杆塔遭受雷击,会导致雷电能量分散,使避雷针位置形成较大磁场能量,通过设置可控避雷针能够有效处理大规模能量磁场,提高脉冲放电效果,从而瞬时减弱雷击造成的影响。实际安装中,应将细针高度控制在1.5m左右,以精准、详细记录信息数据,作为后续分析研究的参考依据。

4.3 降低铁塔接地电阻

合理设置塔角电阻与安装避雷针,能够起到降压作用。对于40~65kV之间的输电线路,无需加装避雷线,但一定要做好铁塔接地处理。为减小铁塔接地电阻,可以采取下列方法:

其一,针对规模小且相对集中的接地网,需要使用适量

接地电阻降阻剂。以接地极为在其周围使用降阻剂,适当扩大接地面积,由此减小铁塔和地面电阻。因为该方法导电性能相对优越,所以应扩大该方法的使用范围。

其二,爆破接地技术,即通过爆破制造破裂,然后利用压力机使低电阻率材料进入裂缝,以提高土壤导电性能。

其三,提高水平接地体长度,因为电感效用与该参数成正比,当该参数为55m时,接地体电阻率为500;当该参数为80m时,接地体电阻率为2000,所以在该参数达到相应参数之后,会提高冲击系数稳定性,便不会进一步下降。

4.4 自动重合闸的设置

合理设置自动重合闸保护,一旦发现电流或电压出现异常情况,应当及时加强停电保护,从而降低雷击对输电线路产生的影响,有效维护线路安全,尽可能控制损失并减小危险发生的概率。现行自动重合闸主要有四类,分别为单相装置、三相装置、综合装置以及失活装置^[3]。当线路遭受雷击时,会第一时间启动自动重合闸继电保护,以此让雷击段线路处于闭合状态,通过停电确保线路质量,实现其他路段电能顺利传输。一旦输电线路遭受雷击,极易造成停电故障,急需优化提升瞬时断电与自动重合闸瞬时链路技术,应安排专门人员加强研究,从而促进自动重合闸技术发展,最大限度利用其优势,确保线路运行稳定性与安全性。

以双重自动重合闸为例,在安装过程中,需要先确定设备类型与规格参数一致,尽量从同一制造商处购买所需设备。将该设备分别安装于两个保护装置中,保证其正常运行。具体运行状态下,无需开展大量调试工作,相关操作人员仅仅需要操作某一重合闸,这样即可发挥应用保护作用。针对重合闸关联设备进行调试操作时,既要根据规定要求进行作业,也要做好变压器设备处理,选择低电压电涌电器设置于高低压两侧,促进设备正常运行。另外,还要及时维护安装的避雷器、运行的地面网络等,采用绝缘架空线代替以往使用的裸导体,以避免短路故障发生。

5 输电线路的防雷技术的改进

为真正减小输电线路被雷电击中的概率,确保线路运行稳定性与安全性,一定要将线路防雷保护作业落到实处。按照不同地区雷击类型差异,选用针对性措施。综合分析地形、气候、当地经济状况等,通过实践丰富工作经验,结合实际情况合理改进输电线路防雷技术,尽量控制投资成本,并维护线路运行安全稳定。

5.1 加强绝缘强度同时进行不平衡绝缘

其一,对于频繁发生雷击现象的地段,可以合理增加所使用的绝缘子片,以此加大绝缘强度^[4]。

其二,当前杆塔建设施工开展过程中,不断扩大双回线路应用范围,防范雷击的传统措施已不能满足如今提出的要求,所以应利用不平衡绝缘。该方式用于双回线路中,如果

其中某一回路开始闪络,则会增强另一回路对累积的耐受性,那么输电线路一旦遭受雷击,能够避免跳闸故障发生,做到持续供电。

5.2 安装接地装置

其一,输电线路对雷击的耐受性和杆塔接地电阻密切相关,所以对于高电阻地段,需要合理更换土壤,同时采用合适的接地网,以在一定程度上减小电阻。尤其要注意即将到来的雨季,需要提前精确测量杆塔接地电阻,一旦发现问题必须尽快按照规定和程序妥善处理。

其二,针对接地装置加强对其埋深的控制,应将该参数控制在60cm以上^[5]。通常情况下,接地装置长期埋于地下,大大提高了被腐蚀的概率,对此相关人员应当提前采取针对性防腐措施,加强定期检查,只要发现问题就立即处理,以防造成更大损坏。针对各个环节的线路安装工作,都必须严格监督,一旦发现不合格问题即刻整改,最终确认无异常之后才能进行下个步骤的操作。

其三,规范连接接地引下线、架空地线和地网,以防由于连接不合理而导致其他问题出现。

5.3 加大雷电监测力度

对于电力部门来说,应加强雷电监测,必须定期检查测量整体线路。在合适线路上进行雷电定位装置的正确安装,动态化监测雷电状况,如果线路发生故障,能够以最快速度掌握故障点。相关作业人员可以参照系统数据详细分析并作出决策,尽可能降低输电线路遭受雷击的概率。

6 结语

综上所述,当前输电线路逐渐实现广泛覆盖,并且对防雷保护提出更高要求。开展输电线路设计工作时,相关设计人员需要结合线路敷设要求、现场环境条件等进行全面分析,由此合理选用输电线路防雷技术,通过加强输电线路管理、安装避雷设备、降低铁塔接地电阻、合理设置自动重合闸等优化防雷技术应用,进一步提高线路防雷保护效果,减小雷击对线路造成的影响,从而提高线路运行安全性与稳定性,保障电力供应质量,为人们的生产生活提供便利。

参考文献

- [1] 姬磊.输电线路设计中线路防雷技术的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(11):7-9.
- [2] 蔡德.输电线路设计中线路防雷技术的运用[J].新型工业化,2022,12(9):28-31.
- [3] 虞建武.输电线路设计中线路防雷技术的运用分析[J].科技与创新,2018(12):148-149.
- [4] 徐宗升.输电线路设计中线路防雷技术的运用解析[J].山东工业技术,2018(12):176.
- [5] 丁博,赵铭.输电线路设计中线路防雷技术的运用研究[J].中国高新区,2018(1):149.