

# 输电线路设计中线路防雷技术的运用

李现晋

上海国孚电力设计工程股份有限公司济南分公司 山东济南 250000

**摘要:** 目前,合理的防雷接地装置设计是确保输电线路平稳运作的关键因素。相关人员需要结合输电线路具体情况和防雷接地要求,积极主动采取有效措施健全防雷接地装置方案设计,在防雷接地装置工作上采用正确施工工艺,充分运用输电线路防雷接地技术巨大作用。与此同时,在输电线路中运用防雷接地技术时,应注意输电线路部位、周围环境、土壤类型、设备等多种因素对输电线路防雷接地装置定制的危害,采取相应对策,确保电力系统的安全与稳定性,确保电力资源向各领域的可持续性供货,全面保障在我国输电线路的运转安全性。

**关键词:** 输电线路; 线路设计; 线路防雷技术

## Application of lightning protection technology in transmission line design

Xianjin Li

Shanghai Guofu Electric Power Design & Engineering Co., LTD. Jinan Branch, Jinan Shandong 250000

**Abstract:** At present, the reasonable design of lightning protection earthing device is the key factor to ensure the smooth operation of transmission lines. Relevant personnel need to combine the specific situation of the transmission line and the requirements of lightning protection and grounding, actively take effective measures to improve the design of lightning protection and grounding device, adopt correct construction technology in the work of lightning protection and grounding device, and make full use of lightning protection and grounding technology of transmission line. At the same time, when using lightning protection and grounding technology in transmission lines, attention should be paid to the hazards of customized lightning protection and grounding devices of transmission lines caused by various factors such as transmission line location, surrounding environment, soil type and equipment, and corresponding countermeasures should be taken to ensure the safety and stability of the power system and ensure the sustainable supply of power resources to various fields. Guarantee the operation safety of transmission lines in our country.

**Keywords:** Transmission line; Circuit design; Line lightning protection technology

### 引言

雷电对输电线路影响主要分为直接接触和间接接触。直接接触就是指电源系统直接被雷击中,雷电中含有的高压电流会沿输电线路注入电缆线,可能会因难以承受高压电流而造成电缆线毁坏。间接接触指的是在雷电没有直接打中电源系统或接近输电线路位置,被输电线路里的磁感应弧感应,使高压电流向两边挪动,直到注入输电线路,毁坏输电线路的内部设备。通过上述剖析能够推论,架空输电线路雷击所造成的供电系统常见故障比较多。因而,必须对应的防雷对策。要检测雷电活动的强度和工作频率,依据数据监测调节和优化输电工程全面的路线设定。

### 一、电力工程输电线路的总体设计原则

#### 1. 全面评估周边环境

电力工程输电线路应当布置在开阔、空旷的区域地带,以确保架设输电线路的过程中不会受到人为操作因素和自然因素的干扰。输电线路设计人员应当对输电线路的周边区

域进行全方位的调研考察,进而制订更加完整和科学的输电线路布局方案。电力工程输电线路的优化设计必须建立在科学评估周边环境的前提下,设计人员要客观评价电力工程输电线路周边生态环境要素。例如,在规划建设跨越高大树木的重要输电线路时,设计人员应尽可能在不砍伐树木的前提下设计输电线路布置方案。

#### 2. 合理设计输电线路路径

电力工程输电线路的路径和走向设计必须精确、合理,输电线路的设计方案应当具备良好的可行性。设计人员在设计输电线路路径时应避让车站、机场、居民区、城镇规划区域等公共场所,防止输电线路杆塔和输电线路对城镇居民的正常生活和工业生产过程带来负面影响。同时,输电线路的建设场地应当避免存在过多的遮挡建筑和高大树木,防止对输电线路的整体安全性能产生不良的影响。通常情况下,在输电线路的设计规划中,有多种可行路径供选择,电力工程设计人员应当选择总体成本最低、输电线路布局可行性最佳、项目资源得到最大化分配利用的路径设计方案。需要灵活选

择输电线路的路径,完善输电线路的整体布局。输电线路的路径设计应当确保安全性和经济性,要控制输电线路的整体布局和走向,合理设计输电线路的总体长度,通过实施灵活的输电线路规划方案尽量缩短输电线路总体长度。

### 3.严格控制电磁辐射场强

输电线路在正常运行时会产生一定强度的电磁辐射,输电线路的电磁辐射如果未能得到控制,会产生损害输电线路施工操作人员和其他工作人员人身健康的风险。在控制输电线路形成的电磁辐射时,关键是要合理控制输电线路的电磁辐射场强。按照现阶段的工程技术实践标准,输电线路的最大电磁辐射场强应当限定在 10kV/m。应当准确监测电磁辐射场强的实时变化过程,防止输电线路的电磁辐射场强超出最大限度。

## 二、雷击形式及雷电入侵输电线路的途径

### 1.雷击的形式

雷击有直击、反击和绕击 3 种。雷电直击避雷线档距中间部位所产生的电位相对于其他 2 种较低,绝缘子串两端所产生的电位也较低,所以直击造成的伤害较小。雷电直击其杆塔顶部位时易使塔身对地产生较高电位差,绝缘子串两端也会产生较高电位,很容易发生闪络等危险情况。雷电绕击的概率十分低,但雷点绕击杆塔顶部会导致绕击跳闸等危险事故,对输电线路安全运行造成极大的伤害。绕击多发生在山沟顺风的地方,因为海拔较高的地段阶梯型雷云往往会比杆塔更高,雷电容易直击杆塔顶<sup>[1]</sup>。雷击方式也会受山坡角度、杆塔高差及土壤电阻等各种因素的影响。而防雷与接地电阻技术可防止 110kV 的输电线路受到雷击,如果遭受雷击线路会出现跳闸的现象,一些有关的设备也会遭到损坏,不仅如此,110kV 输电线路会使地面带电,威胁到周围居民的生命和财产安全,因此采用防雷与接地电阻技术是十分必要的。

### 2.雷电电磁感应

依据输电线路的具体情况,出入发电厂所使用的建筑钢筋和布线层高压站点的全部路线都容易受雷击。当震撼雷商品流通过感应线时,输电线路房间内会有电流的磁效应。输电线路周边产生雷击时,输电线路的内部配电路也产生雷击后也会出现电流的磁效应<sup>[2]</sup>。电磁感应所产生的过压会直接关系各设备运行,最后加快设备老化,严重的话甚至还会毁坏设备。

### 3.地反击

假如输电线路有遭雷击,雷电可以通过防雷接地装置进到接地网。在强雷电流的影响下,假如接地线电阻太大或电网联接不匀,电网电压就会接地装置。电势差超出设备较大承受电压值后,接地电位反击后设备毁坏。

### 4.侵入波

假如输电线路架空线路有遭雷击,雷电流会根据路线入侵电力线。

#### (1) 由电源线入侵

当感应雷过电压累积到一定程度后,雷电波会顺着电缆线传入输电线路。当电压超出输电线路内部结构二次设备电子元件最大的承受电压时,设备就会被穿透,最后危害输电线路的稳定运作<sup>[3]</sup>。

#### (2) 经接地线入侵

雷电流通过防雷引下线被导入时,假如进入地下正电荷与地面正电荷不可以结合,则通过接地线入侵输电线路。如果把这种正电荷增加到输电线路的内部二次设备上,会让输电线路的二次设备造成重大损害。

## 三、输电线路设计中线路防雷技术的运用

### 1.科学安装防雷接地装置

在输电线路中,传统接地体和接地线分成自然型和人工型。在接地方式中,人工接地装置是最常见的防雷接地方式。施工人员应紧密联系人工接地装置的关键技术规范,清除各种外在因素的影响,使接地线电阻做到标准值。此外,人工接地装置分成水平接地装置和垂直接地装置二种。实际接地方式需考虑到土壤性质和接地系统的接触情况<sup>[4]</sup>。其中,选用垂直接地装置时,接地系统间的距离最少应设 5m,顶端埋深保持在 0.5~0.8m,接地保护应按照同一方向和进出口妥当联接。接地体与同向路面进出口之间的距离应是 3m 上下。间距低于 3m 时,接地体顶端相对高度应超过 1m,总宽应少于 2m。假如接地系统安装于土中,就需要电焊焊接接地系统连接一部分,以增强各个电气接地装置的关联。

### 2.科学地设计架空输电线路避雷线

科学地设计架空输电线路避雷线能够有效地对其电流进行分流,且可以有效地控制雷电流,将雷电流控制在合理的范围内,减少 110kV 架空输电线路受到雷击的影响。而且实际避雷效果与 110kV 架空输电线路电压参数大小存在正相关关系<sup>[5]</sup>。因此,必须要科学地设计架空输电线路的避

雷线,建立相应的模型,从而选取最合适角度和长度的避雷线等,让避雷线发挥出最大的作用,减少雷击对 110kV 架空输电线路的影响,保证电力系统安全、稳定运行。

### 3. 防雷设计

#### (1) 更换新型的绝缘子

绝缘材料的选择十分重要,它不仅影响输电的性能,而且也能影响抗雷击的效果。所以,选择合适的新型绝缘子十分重要,必须按照实际情况去选择合适的绝缘子,要把经常遭受雷击地方的绝缘子进行一定程度的强化处理。新型的绝缘子应该采用高分子复合材料,这种材料的抗击性比传统的绝缘子更强。采用新型绝缘子在一定程度上优化了输电线路的效率,也降低了跳闸的风险,极大降低了抗雷击的风险。

#### (2) 选择合适的土壤和放置角度

进行天然降压在进行施工放置输电设备时,一定要考虑天气、海拔等因素,以便为线路搭建和线路规划等提供便利。在施工时也要注意塔的高度和塔底的深度,也应该在其周围放置一些地电阻<sup>[6]</sup>。要选择合适的角度去安放地电阻,因为接地电阻角度关系到抗电压的效果。对接地电阻应该避免在山和田的交界处、沼泽、湖泊、水库、峡谷的顺风口等地方安置。

#### (3) 做好后期的维护工作

后期的维护工作也很重要,因为在后期可能出现雷击后绝缘皮软化、分化等现象;也要对设备进行定期维护和检查,防止设备出现老化。

#### (4) 架设耦合地线

接地电阻可以保证纵向的电压降低及较小的流失量,具有良好的经济价值,也可以保证周围的居民不会形成跨步电压等,从而保证周围居民的生命安全。要进行架设耦合地线,就是在输电线导线的下面,多加一根用于接地的导线,来提高抗雷击的能力,同时也避免输电线路出现反击跳闸的现象<sup>[7]</sup>。一般情况下,这种措施的使用只是针对接地电阻较高的输电线路。借助耦合地线,首先可以加强导线与地线两者的耦合效应,以便出现雷击现象时,线路能够发出更强的感应电压,以此缓解绝缘子串自身受到的冲击电压,保证其安全工作;其次,能够减小铁合金杆塔的分流系数,当接地电阻的数值达到一定界限之后,来自雷电的电流会由接地装置来散流,然后传输到大地,缓解塔的电位,增加抗雷击的上限。

### 4. 分流措施

根据户外和接地线并接分离联接,可达到防雷效果。所以当输电线将直击雷和感应雷的过压波传达到房间内或相关设备时,避雷器也会降低其电阻器并维持在最低点,尽可能使之处在短路故障情况,使雷电流处在分离情况<sup>[8]</sup>。分离是当前最主要的防雷技术性,能够为不同种类的电力电子设备提供良好的维护,是最关键的对策。雷击分离后,有关机器设备内依然会接受少许雷击,这会威胁到高压性能较弱的微电子设备。因而,在电流进到机壳以前,应多级别分离该类机器设备。

#### 5. 架空线路改为直埋电缆

风力发电场的电力线路线路一般采用空架方法,空架方法改成直埋方法,还可以在遭雷击时变弱雷击冲击。雷击严重时,雷击会打中地面,造成周边区域的电缆线毁坏<sup>[9]</sup>。一般来说,电缆的伤害程度与雷电流息息相关。假如电缆线有绝缘护套,和有金属材料护线套的电缆线对比,对雷击反应更敏感,因而在具体运行时也会受到更多遭雷击。为解决这一问题,还可以在绝缘层电缆上改装屏蔽电缆,屏蔽电缆与土质触碰,进一步降低土壤层电位差值,降低遭雷击影响的。

#### 6. 减小杆塔工频接地电阻

避雷带杆塔接地网立即连接离心风机和电力变压器的接地网,杆塔接地网的接地线电阻与离心风机和电力变压器的接地线电阻同样,皆在  $4\Omega$  之内,十分有益于杆塔的防雷水准<sup>[10]</sup>。杆塔接地线电阻不一样、复合绝缘子总数不相同,具体防雷水准也不尽相同。杆塔接地线电阻的持续扩大,其防雷水准明显下降。风力发电场电力线路线路整箱杆塔的防雷级别高过一般线路最高的防雷级别。因而,在风力发电场遭雷击频繁地域,提议适当降低杆塔接地线电阻。选用复合绝缘子时,选值为 U50%,与同一回路的绝缘子串值 U50% 一致,可有效预防可选择性短路故障问题与线路防雷水准。

## 四、结束语

综上所述,在输电线路运行时,雷击安全事故经常出现。一旦发生雷击,不但会损害供电系统,也会对老百姓人身安全造成威胁。根据每个地方的地质条件,实际调节输电线路,开展差配置,保持输电线路的稳定运作。对雷电活动频繁、电力系统异常频发的地域,要高度重视塔杆和输电线防雷维护,降低雷击伤害,保证老百姓生命和公共财物安全性。

### 参考文献:

- [1]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(09):28-31.
- [2]袁春成. 1000 kV 特高压输电线路防雷工程设计[J]. 工程建设与设计,2021,(24):38-40.
- [3]梁培松. 山区输电线路的差异化防雷设计[J]. 集成电路应用,2021,38(11):90-91.
- [4]张晶焯,肖黎,赖振宇,向导,伍国兴,林波,李洋. 基于贝叶斯决策的输电线路差异化防雷设计[J]. 电瓷避雷器,2021,(05):79-85+92.
- [5]周文钧. 输电线路设计中线路防雷技术的运用[J]. 设备管理与维修,2021,(16):102-103.
- [6]张海虎. 架空输电线路防雷与接地的设计分析[J]. 电气技术与经济,2021,(04):69-71.
- [7]韩昌强,何璇,仇国滔. 输电线路设计中线路防雷技术的运用[J]. 电子测试,2021,(16):90-91+110.
- [8]于政. 输电线路的防雷设计与运维技术[J]. 电子技术与软件工程,2019,(20):224-225.
- [9]舒生前. 220kV 输电线路综合防雷技术与接地电阻设计探析[J]. 通讯世界,2019,26(08):306-307.
- [10]董威佐,肇恒阳. 输电线路的防雷设计与运维技术分析[J]. 黑龙江科学,2019,10(10):88-89.