

浅谈110kV架空输电线路防雷设计措施

王泽宇

(中煤西安设计工程有限责任公司,陕西 西安 710054)

摘要:我国电力工程项目的设计和施工质量直接影响供电系统的稳定性和安全性,而架空110kV输电线路是供电系统中非常重要的组成部分,工程设计的质量和施工质量直接影响线路运行的稳定性和可靠性,一旦发生工程设计的问题或是施工工作问题,将会导致整体线路的安全稳定运行受到不利影响。基于此,为解决线路防雷问题,分析架空110kV输电线路的特点,提出工程设计和施工的要点,旨在为增强架空110kV输电线路设计效果和施工效果提供帮助。

关键词:架空110kV输电线路;防雷设计;施工要点

中图分类号:TM863

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)38-0046-03

0 引言

现如今,许多城市的环境改善需要众多电力,城市的发展也离不开110kV架空输电线路。大型油田、矿区分散在几十千米甚至几百千米的范围内,多采用110kV架空输电线路,但是110kV架空输电线路存在着许多影响因素,尤其是容易受到雷击的影响,导致110kV架空输电线路存在着不安全的现象^[1]。因此,对110kV架空输电线路防雷设计措施的研究成为热点,加强对其保护装置和防雷系统的研究,能够提高其供电可靠性,确保110kV架空输电线路正常、稳定工作。

1 架空110kV输电线路特点分析

1.1 可靠性要求

高通常情况下,架空110kV输电线路在实际运行的过程中,对可靠性的要求极高,主要原因是架空110kV输电线路需要输送的电力能源容量很大,在电网电源点方面与负荷中心方面具有一定的重要作用,如果发生风险隐患问题或是安全事故,不仅会引发严重的经济损失,还会对供电安全性造成危害,因此整体供电系统运行期间架空110kV输电线路具有可靠性要求高的特点。

1.2 参数复杂性

强架空高压输电线路在实际运行的过程中,各类参数非常复杂,线路的结构参数较为烦琐,主要因为架空110kV输电线路的110kV杆塔桩存在较多的绝缘子和长度较高的绝缘子串,整体的高杆塔吨位大,一旦发生倒塌事故,将会引发严重经济损失,因此线路结构参数非常复杂,对各类零部件的要求极高。另外,架空110kV输电线路运行期间额定电压,周围带电体的电场强度高,再加上沿线的地理环境复杂烦琐,可能会穿越峡谷高山,因此整体线路的参数较为复杂,需要科学

合理进行设计和施工,确保结构的设计质量和施工质量符合标准规范。

2 雷电的危害

2.1 直击雷与侧击雷

直击雷指的是雷电直接击中地面的某一种物体,侧击雷则指的是雷电击中高耸物体的侧面。这2种雷击均具有强大的破坏力,一旦雷电直接击中高层建筑物,若无法及时泄放雷电流,必然会导致高层及其内部的电气设施遭受一定程度的损坏,严重时还会引发爆炸、火灾等事故^[2]。

2.2 闪电感应

一旦发生闪电,极易在其附近导体上产生一定量的雷电电磁感应与雷电静电感应,还会导致金属部件之间出现电火花。若内部的金属管线或设备未严格做好等电位连接或接地处理,由此产生的闪电感应极易导致金属管线或设备产生巨大的电压,轻则导致设备损坏,重则危及居民的生命安全。

2.3 闪电电涌入侵

当雷电天气现象发生时,由此产生的雷电波极易通过金属管道、电缆线路、架空线路等入侵到建筑物内部,导致其中的电子设备或控制系统遭受损坏。现如今,高层建筑的防雷是一项系统、复杂的工程项目。雷击种类繁多,单凭简单的防雷设施无法避免雷电对建筑的影响^[3]。因此,必须充分掌握雷击入侵途径,与高层建筑的实际情况相结合,且综合考虑建筑物雷击状况及影响,采用综合防雷技术,最大限度减少雷击造成的影响及危害。

3 110kV架空输电线路防雷设计要点

3.1 设计要求

(1)设计前实地反复测量,降低杆塔接地电阻在

110kV 架空输电线路防雷设计前，必须对实地进行反复测量，要根据地区的实际情况进行设计。在测量过程中，必须要保证测量的准确性，利用先进的测量设备对其进行测量。

(2) 合理架空输电线路避雷线合理架设避雷线能有效防止雷电直击 110kV 架空输电线路，降低线路的雷击跳闸率。通过避雷线能够将雷击带来的电流进行分流处理，能够减小因 110kV 架空输电线路杆塔过高而使塔顶电位升高的影响。此外，合理设计架空输电线路的避雷线能够降低工程的施工成本，有效减少雷击对 110kV 架空输电线路的影响。因此，在设计过程中必须要合理地设计架空输电线路的避雷线。

(3) 增加架空线中耦合地线的数量，合理设置放电间隙耦合地线能够降低线路的反击跳闸率，而且在架空输电线路遭受雷击时，可以提高架空输电线路的防雷击能力，从而能够承受电流较大的雷击，并且能够降低反击跳闸率。耦合地线可以增加导线和地线之间的耦合作用，降低杆塔的分流系数。但是耦合地线会受到杆塔结构、杆塔强度等其他因素的影响，使耦合地线难以发挥出最大作用。

(4) 选择合理的输电线路避免 110kV 架空输电线路雷击事件最有效的设计方法就是选择合理的输电线路，选择合适的输电线路能够有效避免雷击事件。在 110kV 架空输电线路防雷设计过程中，应尽可能将输电线路路径设置在远离雷击好发区的地方，当实在难以避开雷击好发区时，应尽量选择部分避开。对于 110kV 输电线路防雷设计来说，那些雷击现象频发的地区一般称为“易击区”或“选择性雷击区”，根据地区的实际情况，选择合适的输电线路，必须要选择发生雷击事件较少的地区^[4]。同时也要避开潮湿、环境恶劣等地区，根据考察的实际情况去合理设计架空输电线路，从而最大程度地减少雷击给 110kV 架空输电线路带来的影响。

(5) 安装可控放电避雷针，装设自动重合闸装置现如今，新型材料和先进的技术不断被应用在防雷设计中，出现了可控放电避雷针和自动重合闸装置，提高了架空输电线路的防雷能力，减少雷击对架空输电线路的影响。自动重合闸装置能够在线路受到雷击时自行消除闪络性事故，减少雷击对输电线路造成的二次伤害和永久伤害^[5]。因此，在设计过程中，必须要加强对可控放电避雷针和自动重合闸装置的设计，将这些先进的装置应用到防雷设计中，提高其防雷的能力，为防雷设计提供新的方向和思路。

3.2 防雷设计措施

110kV 架空输电线路进行雷击防御时，一般有 3 种方法，即直接雷防护、侧击雷防护和感应雷防护。但这些方法并不能直接使用，还应该根据地方的天气、海拔等实际情况来制定具体的方案，具体如下。

3.2.1 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，这种材料的抗电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。

3.2.2 选择合适的土壤和放置角度进行天然降阻

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。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。

3.2.3 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。

3.2.4 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分量，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。在铺设耦合地线时，要根据杆塔结构来合理设计耦合地线的铺设线路，同时也要降低杆塔接地的电阻，具体来讲就是借助减小杆塔的冲击接地电阻，来提升抗雷击的能力，进而提升输电线路的抗雷能力。该技术提升了 110kV 架空输电线路的抗雷击能力，改变了接地电极的外形埋入深度，从而需修改接地电阻值。降低杆塔接地电阻有两种方法，即水平外延接地和深埋式接地。水平外延接地一般针对区域中存在水平放射的情况，这种方法虽然能够有效提高抗雷击的能力，但会提高施工的成本；深埋式接地适用于土地电阻率十分低的时候，在土地条

件允许的情况下,运用科学技术适当地加入降阻剂,现如今多采用新型的高分子骨架降阻剂来有效降低接地电阻。

4 优化高压输电架空线路防雷能力的措施

(1)强化施工人才的管理力度。工程项目施工期间要想确保各类施工技术的良好应用,不仅需要制定较为完善的工艺流程方案,还需强化人才方面的管理力度,通过对人才的有效管控,提升技术应用的专业性和规范性,预防出现施工工艺问题或是不足。一方面,企业应聘用专业能力和工作经验,符合规范标准的优秀人才。另一方面,要求在实际工作中结合具体的施工工艺流程和实际情况,强化人才的培养和培训力度,提升人员的专业能力。最后,制定相应的责任制度和考核机制,以此增强每位人员认真负责施工的积极性和责任感。

(2)施工工艺流程的管理。工程项目施工期间工艺流程的管理非常重要,一旦出现施工工艺流程的问题,将会导致工程的施工质量和水平不符合要求,对项目的良好建设和发展造成不利影响,因此,建议企业在工程项目施工的过程中制定完善的工艺流程管理机制和体系,确保各项工艺流程能够符合标准。首先,全面分析设计图纸的内容,按照当地区域气候环境和地理环境的勘察结果,筛选最佳的工艺技术方案,明确不同工艺流程的规范要求,提出各个工艺环节的施工标准。其次,施工之前应安排各个部门的人员进行工艺流程的分析和考察研究,一旦发现存在工艺流程的缺陷或是问题,就要及时进行整改和优化,切实明确各个施工步骤的标准规范,预防出现工艺流程方面的问题或是不足,提升工程项目的施工水平,确保相关的工艺流程优化性和完善性,为项目施工工作良好开展夯实基础。

(3)施工工艺流程的管理。工程项目施工期间工艺流程的管理非常重要,一旦出现施工工艺流程的问题,将会导致工程的施工质量和水平不符合要求,对项目的良好建设和发展造成不利影响,因此,建议企业在工程项目施工的过程中制定完善的工艺流程管理机制和体系,确保各项工艺流程能够符合标准。首先,全面分析设计图纸的内容,按照当地区域气候环境和地理环境的勘察结果,筛选最佳的工艺技术方案,明确不同工艺流程的规范要求,提出各个工艺环节的施工标准。其次,施工之前应安排各个部门的人员进行工艺流程的分析和考察研究,一旦发现存在工艺流程的缺陷或是问题,就要及时进行整改和优化,切实明

确各个施工步骤的标准规范,预防出现工艺流程方面的问题或是不足,提升工程项目的施工水平,确保相关的工艺流程优化性和完善性,为项目施工工作良好开展夯实基础。

(4)强化施工人才的管理力度。工程项目施工期间要想确保各类施工技术的良好应用,不仅需要制定较为完善的工艺流程方案,还需强化人才方面的管理力度,通过对人才的有效管控,提升技术应用的专业性和规范性,预防出现施工工艺问题或是不足。一方面,企业应聘用专业能力和工作经验,符合规范标准的优秀人才。另一方面,要求在实际工作中结合具体的施工工艺流程和实际情况,强化人才的培养和培训力度,提升人员的专业能力。最后,制定相应的责任制度和考核机制,以此增强每位人员认真负责施工的积极性和责任感。除此之外,相关施工管理部门在开展管理工作的过程中还需强化对完材料和机械设备的管理力度,制定完善的材料和设备质量检验方案和机制体系,准确识别材料或是机械设备的质量缺陷问题,针对性地进行管理和控制,确保项目的施工质量能够符合标准规范。

5 结语

高压架空输电线路在长期运行的过程中,除受到雷击、污秽、鸟害等自然因素侵蚀,还需承受重负荷、“迎风舞动”等机械应力作用,由此造成的线夹损坏、松动、放点间隙绝缘子自爆等问题,均会降低线路的防雷性能。为了从根本上解决该类问题,一方面,完善的雷电监测机制必不可少;另一方面,需不断更新架空输电线路设计工艺,在多方共同努力下,降低风险发生率。

参考文献

- [1] 陈军,隋佳闯,赵子涵,等.输电线路断线故障保护逻辑分析及附加判别方法[J].电力系统保护与控制,2022,50(4):103-111.
- [2] 束洪春,杨竞及,张广斌.高压直流输电线路的双端行波频差比值故障测距[J].中国电机工程学报,2022,42(18):6715-6727.
- [3] 邵瑰玮,刘壮,付晶,等.架空输电线路无人机巡检技术研究进展[J].高电压技术,2020,46(1):14-22.
- [4] 高艳丰,朱永利,闫红艳,等.基于VMD和TEO的高压输电线路雷击故障测距研究[J].电工技术学报,2016,31(1):24-33.
- [5] 刘剑,邵能灵,范春菊,等.柔性直流输电线路故障处理与保护技术评述[J].电力系统自动化,2015,39(20):158-167.

作者简介:王泽宇(1988—),男,汉族,陕西榆林人,本科,工程师,主要从事输变电专业设计工作。