

## 输电线路防雷接地措施的重要性及其维护

梁伟 周群 阿吉木·艾尔肯

国网新疆电力有限公司博尔塔拉供电公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

[摘要] 电力系统作为现代社会不可或缺的基础设施, 扮演着连接城市与乡村、推动经济发展、改善生活品质的重要角色。高压输电线路作为电力系统稳定运行的基础, 承担着输送电能的重任。基于此, 如何确保高压输电线路的安全、稳定运行成为一项至关重要的任务。文中将探讨防雷接地、路径选择、杆塔基础型号选择、防雷抗冰设计以及电气设计人员培训等关键方面, 研究如何在高压输电线路的设计中综合考虑各种因素, 以确保电力系统的稳定、安全运行。

[关键词] 输电线路; 防雷接地措施; 电气设备

DOI: 10.33142/hst.v7i2.11489

中图分类号: TM863

文献标识码: A

### Importance and Maintenance of Lightning Protection and Grounding Measures for Transmission Lines

LIANG Wei, ZHOU Qun, AJIMU Aierken

Bortala Power Supply Company of State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Bortala Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833400, China

**Abstract:** As an indispensable infrastructure in modern society, the power system plays an important role in connecting cities and rural areas, promoting economic development, and improving quality of life. As the foundation of stable operation of the power system, high-voltage transmission lines bear the heavy responsibility of transmitting electricity. Therefore, how to ensure the safe and stable operation of high-voltage transmission lines has become a crucial task. The article will explore key aspects such as lightning protection grounding, path selection, tower foundation model selection, lightning protection and anti icing design, and electrical design personnel training, which will study how to comprehensively consider various factors in the design of high-voltage transmission lines to ensure the stable and safe operation of the power system.

**Keywords:** transmission lines; lightning protection and grounding measures; electrical equipment

随着城市化和工业化的不断发展, 对电力的需求不断增长, 因此电力系统的建设也在不断扩张。高压输电线路作为电力传输的关键链路, 需要能够承受各种极端天气和环境的考验, 确保电力能够稳定、高效地传送到各个角落。然而, 面对雷电、冰雪、地质等多重挑战, 如何在设计和建设中科学应对这些问题, 成为电力系统建设亟待解决的问题。因此, 深入研究高压输电线路的设计方面, 特别是关注防雷接地、路径选择、杆塔基础型号选择、防雷抗冰设计以及电气设计人员培训等方面, 变得愈发迫切。

#### 1 输电线路防雷接地的重要性

##### 1.1 有利于保护输电线路以及电气设备

输电线路承担着电能传输的关键任务, 一旦遭受雷击, 可能引发设备故障、电压波动等问题, 对整个电力系统造成不可逆的损害。通过有效的防雷接地措施, 能够有效降低雷击对输电线路和电气设备的危害, 从而延长设备寿命、提高系统可靠性。这不仅是对电力系统的保护, 更是对社会正常运行的一项必要保障, 因为输电线路的安全性直接关系到我们的生活和生产的正常进行。

##### 1.2 有利于高效预防停电事故

停电不仅给社会带来极大的不便, 更可能引发生产中

断、数据丢失等严重后果。科学合理的防雷接地设计在预防停电方面发挥着关键作用。通过配置合适的接地装置, 雷电流能够迅速导引至地下, 降低其对线路和设备的损害, 不仅有助于减小雷击造成的损失, 还能够减缓故障扩散, 降低停电的可能性。合理的防雷设计可以减轻雷击对设备的损害, 缩短停电恢复时间, 从而减小因停电带来的经济损失, 对于维持电力系统的稳定运行和社会生产活动至关重要。采用先进的雷电感知技术进行早期监测, 对高效预防停电事故也具有积极作用。及时获取雷电活动信息, 实施预警措施, 可以在雷电来临之前采取必要的防护措施, 降低系统受到雷击的风险。高效预防停电事故需要注重科学防雷接地设计, 能够提高电力系统的抗雷水平, 降低停电风险, 为社会提供更加可靠的电力支持, 确保生产、生活的正常进行。

##### 1.3 有利于保护人们生命和财产安全

高效的防雷接地措施不仅有助于维护电力系统的正常运行, 更在于保护人们的生命和财产安全。通过科学合理的防雷接地设计, 能够最大程度地减小雷击对电力系统的影响, 从而降低火灾和其他危险事件的发生概率。在雷电活动频繁的地区, 合理配置防雷设备, 如避雷针、避雷

网等,可以有效地将雷电流引导至地下,减小其对电力设备的损害,不仅有助于保护电力系统的安全运行,更为关键的是降低了因电力系统故障而引发的火灾风险,保障了人们的生命安全。防雷接地措施还能有效减小设备受损的可能性,降低了因设备故障引发的事故,从而保护了财产安全。电力系统中的设备若受到雷击而受损,可能导致昂贵的修复和更换成本,而合理的防雷设计可以最大限度地减轻这一压力。因此,高效的防雷接地不仅仅是为了电力系统的正常运行,更是为了保护人们的生命和财产安全。通过科学的防雷设计,我们能够在雷电天气中降低潜在的危险,为社会创造更加安全、可靠的电力环境。

#### 1.4 有助于维护社会稳定和持续发展

在现代社会,各行各业都对稳定的电力供应有着迫切需求,而防雷设计的科学应用可以有效降低电力系统受到雷击的风险,减少停电事件对社会运行的冲击。稳定的电力供应是社会正常运转的基石,公共服务、紧急救援、通信等领域都依赖于电力系统的连续运行。防雷接地措施还有助于减小电力系统维护成本,为社会资源的节约提供了可能性<sup>[1]</sup>。通过降低雷击引发的设备损坏,能够减轻维修和修复的经济负担,提高社会对资源的有效利用率,促进可持续发展。因此,高效的防雷接地不仅仅是为了电力系统的安全运行,更为社会的整体稳定和可持续发展创造了有利条件。

### 2 防雷接地技术设计方案

#### 2.1 优化防雷设计

通过科学而精准的防雷设计,能够最大程度地提高系统的防雷性能,减小雷击对输电线路和设备的损害。选择合适的防雷设备,如避雷针、避雷器等,对于减轻雷电流对设备的冲击至关重要。合理规划输电线路的布局和拓扑结构,以降低雷电的侵袭可能性。通过优化线路的走向,避免穿越雷电频繁的区域,可以有效减小雷电对输电线路的影响。引入先进的雷电感知技术,能够实时监测雷电活动,提前预警,为系统采取及时的保护措施提供了有力支持。因此,优化防雷设计不仅仅是选择合适的防雷设备,更包括整体系统的结构和运行优化。

#### 2.2 提升接地电阻的性能

良好的接地系统可以有效地将雷电流引入地下,减小雷电对输电线路和设备的危害。①选择适当的接地材料是提升接地电阻性能的关键步骤。良好的导电性能和耐腐蚀性的接地材料能够有效降低接地电阻。铜、铝等材料常被选用,其优越的导电性能有助于提高接地系统的效率,确保雷电流能够迅速而有效地通过接地体引入地下。②合理的接地系统设计是提升性能的重要因素。考虑土壤的电导率和湿度等因素,设计合适的接地体形状和深度。深入地下的接地体可以降低接地电阻,增强雷电流的导引效果。通过科学测算和模拟,确定最佳的接地系统设计,以确保接地电阻性能得到最大程度的提升。③定期的接地系统维

护也是确保性能稳定的关键。土壤的变化、接地体腐蚀等因素可能影响接地电阻的性能。因此,定期检查和维护接地系统,及时发现并解决潜在问题,有助于保持接地电阻的良好状态。总之,提升接地电阻性能需要在材料选择、系统设计和定期维护等方面进行全面考虑,确保其在防雷设计中发挥出最佳的作用,从而增强高压输电线路的防雷能力。

#### 2.3 优化自动重合闸设计模块

自动重合闸系统在电力系统中的作用是及时将发生故障的线路或设备重新投入运行,减小因雷击导致的停电时间,提高电网的可靠性。在雷电环境下,系统需要能够迅速识别线路故障,并启动自动重合闸程序,通过提高系统对雷电信号的感知能力,可以缩短故障检测时间,从而更加迅速地做出反应。考虑到雷击事件可能带来的瞬时冲击,要确保自动重合闸系统的设计稳定可靠。采用先进的电路保护技术,防止雷电冲击对系统产生二次影响,保障自动重合闸系统在雷击事件中的稳定性。通过引入先进的智能算法和模型,系统可以更精准地判断故障类型,提高重合闸决策的准确性,不仅可以更有效地应对雷击事件,还可以降低误操作的风险,确保系统运行的稳定性和可靠性。在电力系统的建设和维护中,通过结合先进的电力保护技术和智能算法,提高系统对雷电事件的响应速度和准确性,确保在雷击发生时能够及时恢复电力系统的运行。

### 3 高压输电线路电气设计存在的问题

在高压输电线路的电气设计中,还是存在诸多的问题。①路径选择不合理的情况,有些线路的布局可能并未充分考虑雷电环境和地形地貌,导致在雷电天气中更容易受到雷击影响。②杆塔基础的型号选择不准确,有些基础设计不能很好地适应地质条件,影响了输电线路的稳定性。③防雷抗冰设计也存在不足,部分线路未能有效考虑到冰雪天气可能带来的影响,导致在极端天气条件下系统的可靠性下降。④有关高压输电线路电气设计的人员培训方不足,设计人员缺乏对最新技术和设计理念的了解,影响了整体设计水平<sup>[2]</sup>。这些问题的存在可能对电力系统的安全性和可靠性造成一定的影响,需要在电气设计中加以认真分析和改进。

### 4 高压输电线路电气设计改进方法

#### 4.1 进行输电线路路径优化选择

在进行输电线路的设计时,路径优化选择不仅需要考虑到电力系统的正常运行,更需要充分考虑雷电环境和地形地貌等因素。需要对地理环境进行详尽的调查和分析,了解可能存在的雷电频率、地形特点等信息,有助于确定潜在的雷电风险区域和可能影响输电线路安全运行的地貌特征。在进行路径选择时,要综合考虑雷电环境、地质条件、生态环境以及周边社区的因素。避免选择穿越雷电频繁的区域,降低雷击的概率。同时,应考虑到地形地貌的影响,避免选择潜在的滑坡、崩塌等地质灾害风险较高

的区域,确保输电线路的稳定性。尽量避免穿越人口密集区域,减小雷击事件对社区的潜在影响。同时,在选择路径时要注意保护生态环境,避免对自然生态系统产生不可逆的影响。路径选择应保证电力系统的稳定运行,并兼顾输电效率。合理规划线路的走向,避免过长的输电距离和不必要的输电损耗。有时最优化的路径可能会有较高的建设成本或技术难度,需要综合考虑投资回报和建设可行性,做出明智的决策。在实际的输电线路设计中,通过科学合理的路径选择,不仅可以降低雷击概率,提高系统的抗雷能力,还可以最大程度地减小对地质环境和社区的影响,确保输电线路的安全、稳定运行。路径的优化选择需要充分利用现代技术手段,结合地理信息系统、遥感技术等工具,进行精细化的分析和评估,以确保设计的科学性和实用性。在电力系统的建设中,路径的选择不仅关系到电力系统的正常运行,更关系到对周边环境的尊重和对未来发展的可持续性考虑。因此,在路径优化选择上,我们需要以全局的眼光,注重科学性和可持续性,为电力系统的发展奠定坚实的基础。

#### 4.2 对杆塔基础的型号合理选择

在输电线路设计中,杆塔基础的型号选择直接关系到整个线路的稳定性和可靠性。不同的地质条件对基础的要求不同,例如在软弱地基区域,可能需要选择更为坚固的基础型号以确保稳定性。不同的基础型号具有不同的设计寿命和抗风性能,根据具体的地理位置和气象条件,选择适应的基础型号可以延长杆塔的使用寿命,提高其抗风稳定性。在选择杆塔基础型号时,要综合考虑维护难易度、维护成本等因素,以确保输电线路的可持续运行。合理选择基础型号,不仅能够满足电力系统的安全要求,还能够降低基础施工的难度和成本,提高整体工程的经济性。

#### 4.3 进行有效的防雷抗冰设计

在高压输电线路的设计中,进行有效的防雷抗冰设计是确保系统在恶劣天气条件下正常运行的关键。防雷设计需要考虑到雷电频率和雷电强度,选择适当的防雷设备,如避雷针、避雷网等,以降低雷击的概率。在寒冷气候条件下,电力设备容易受到冰雪覆盖,影响其正常运行。有效的防冰设计包括对导线、绝缘子等关键部位进行防冰措施,如加装防冰器、采用防冰涂层等,以防止冰雪的积累和结冰现象。使用抗腐蚀、抗冰的材料,设计合理的结构,能够有效降低冰雪对设备和线路的影响,提高系统的抗冰能力。还需结合地理环境和气象条件,进行细致的分析和评估。不同地区的气候和地形差异会对防雷抗冰设计产生影响,因此需要因地制宜地采取相应的防护措施。

#### 4.4 增强高压输电线路电气设计人员的培训

为了确保高压输电线路的电气设计达到最优水平,必须着重增强电气设计人员的培训。电气设计人员需要深入

理解最新的技术标准和规范,包括防雷、抗冰、防风等方面的要求,有助于他们更好地应对各种极端天气条件和不可控因素,提高设计的实用性和可操作性。培训应关注电气系统的整体设计思路,使设计人员能够更好地融入先进的电力系统理念,包括了解电力系统的整体结构和运行原理,以更好地理解设计决策的重要性,从而更好地为系统提供最佳的电气设计方案。通过模拟实际项目和案例,设计人员能够在真实的环境中应对各种挑战,提高他们的实际应用能力。操作性的培训有助于设计人员更好地理解理论知识如何应用于实际工程中,使他们能够更灵活地处理各种设计问题<sup>[3]</sup>。在电气设计过程中,设计人员需要与其他专业人员密切合作,例如土木工程师、环境工程师等。培养团队协作和沟通技能,有助于提高整个项目的协同效率,确保各专业间的信息传递畅通无阻。在电力系统建设的不断发展中,培训是电气设计人员保持竞争力的重要途径,通过定期的培训,设计人员能够不断更新知识储备,适应新的技术发展,提高工作水平,不仅有助于提高高压输电线路电气设计的质量,也有助于推动整个电力系统的创新和进步。

#### 5 结束语

在高压输电线路的设计中,防雷接地、路径优化选择、杆塔基础型号的合理选择、有效的防雷抗冰设计以及电气设计人员的培训等方面的重要性不可忽视。这直接关系到整个电力系统的安全、稳定运行,通过科学合理的防雷接地措施,我们能够降低雷击对输电线路和电气设备的危害,提高系统的抗雷水平。路径的优化选择和杆塔基础型号的合理选择能够确保线路的安全性和稳定性,减小对地质环境和社区的不必要影响。有效的防雷抗冰设计保障了系统在各种极端天气条件下的可靠运行。而对电气设计人员的培训,则是确保设计水平不断提升,适应新技术、新理念的关键一环。在电力系统的建设中,紧跟技术的发展,不断优化设计方案,确保电力系统能够适应不断变化的环境和需求。只有通过全面、科学的考量和不断的学习进步,我们才能够建设出更加安全、稳定、可靠的高压输电线路。

#### [参考文献]

- [1]潘崇杰.输电线路防雷接地设计的问题与改进方法探讨[J].农村电气化,2019(6):29-31.
  - [2]孙自胜,岳国海,吴立波.大别山新一代天气雷达雷电环境的研究与应用[J].农业灾害研究,2021,11(12):79-81.
  - [3]宋钰.架空输电线路防雷与接地设计探析[J].现代工业经济和信息化,2022,12(9):271-272.
- 作者简介:梁伟(1988.12—),毕业院校:中国计算机学院,所学专业:计算机及信息技术,当前就职单位:国网新疆电力有限公司博尔塔拉供电公司,职称级别:助理工程师。