

220kV高压输电线路防雷接地技术分析

李仁煌

国网厦门供电公司

摘要：随着人们生活水平的日益提高，在用电量方面也连年递增，对电力供给的安全也越来越关注，220kV高压输电线路防雷接地技术在电力输送过程中有着重要的作用，而一系列先进的电力输送技术以及高科技水平的电力设备的运用，更是在防雷方面有着显著的效果。不过却没有从根本上杜绝雷击事故的发生，这对220kV高压输电线路防雷接地技术造成了一定的影响。而220kV高压输电系统是电力系统的核心，一旦受到雷击等自然灾害的影响，将会造成很大的影响，给国家电网带来不必要的损失。本文就220kV高压输电线路产生雷击的原因进行实际调查分析，研究220kV高压输电线路防雷接地技术措施。

关键词：220kV；高压输电线路；防雷接地技术

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2022.12.032

引言

随着社会的不断发展和电力需求的持续增长，高压输电线路作为电力系统的重要组成部分，其安全稳定运行对整个电网的可靠性和持续供电至关重要。然而，雷电作为一种自然灾害，其突发性和强烈的能量释放给高压输电线路带来了严重的威胁。雷击事件可能导致线路设备的损坏、电力供应的不稳定以及维护成本的显著增加。为了应对这一威胁，防雷技术和良好的接地系统成为确保电力系统安全可靠运行的关键因素。通过本论文的研究，我们旨在为高压输电线路的防雷接地提供科学的理论依据和实用的技术支持，为电力系统的安全运行和可持续发展提供有益的参考。

一、高压输电线路防雷的意义

（一）保障电网安全可靠运行

高压输电线路作为电力系统的重要组成部分，其稳定运行对整个电网的安全性和可靠性至关重要。雷电是一种自然灾害，其突发性和强烈的能量释放可能对输电线路造成严重威胁。高压输电线路的防雷措施可以有效减轻雷电对线路设备的损害，保障电网的正常运行^[1]。通过合理的防雷设计和设备的应用，可以提高输电线路的抗雷性能，降低因雷击导致的事故发生频率，从而确保电力系统的安全稳定运行。

（二）降低设备维护成本

雷电引发的故障往往导致设备的严重损坏，需要进行大规模的维修和更换。通过有效的防雷措施，可以减少输电线路受雷击的可能性，降低设备的维护成本。维护电力设备不仅需要大量的人力物力，还可能导致电力系统长时间的停运，给社会带来不必要的损失。因此，通过防雷手段，可以降低维护成本，提高电力设备的使用寿命，确保电网的可持续运行。

（三）保障电力供应的稳定性

雷电对输电线路的影响不仅体现在设备损坏和维护

成本上，还可能导致电力供应的不稳定。当输电线路受到雷击时，可能引起线路短路、设备故障等问题，导致电力系统的不稳定运行甚至发生大范围停电。通过高压输电线路的防雷措施，可以有效降低这些潜在风险，保障电力供应的稳定性。在雷电天气条件下，防雷设备的有效性将直接关系到电力系统的稳定运行，确保供电不中断。

（四）提升电网抗灾能力

雷电是一种自然灾害，其发生具有突发性和不可预测性。在雷电天气条件下，电力系统容易受到雷击影响，因此提升电网的抗灾能力是十分重要的。通过高压输电线路的防雷措施，可以有效减缓雷电对电力系统的影响，提高电网的抗灾能力^[2]。这不仅有助于减少灾害发生时的损失，还能够更迅速地进行应急恢复，确保电力系统的快速恢复和正常运行，保障社会的正常生活和工作。提升电网抗灾能力对于国家和地区的社会稳定和可持续发展至关重要。

二、高压输电线路防雷接地中存在的问题

（一）雷电的发生具有随机性

雷电的发生极具随机性，其出现频率和位置难以准确预测。在高压输电线路中，这种随机性给防雷工作带来了巨大的挑战。因为雷电并非按照一定规律分布，即便采用了先进的雷电监测技术，也难以实现对雷电的精准预测。这使得在设计和维护防雷设施时，往往难以全面考虑所有潜在的雷电影响因素，导致在雷电活动高发期间，高压输电线路的防雷能力存在较大不确定性。

（二）高压输电线路的设计水平有待提高

当前，一些高压输电线路的设计水平尚有提高的空间。在设计阶段，往往难以充分考虑到地理环境、气象条件等复杂因素，导致防雷设施的配置不够合理。这种设计水平的不足使得高压输电线路在雷电袭击下的脆弱性增加，防雷效果不尽如人意。因此，需要加强对高压

输电线路设计人员的培训和引导，提高其对雷电影响因素的认识，以更好地应对雷电的威胁。

（三）高压输电设备老化导致抗雷能力降低

随着时间的推移，高压输电设备不可避免地会出现老化现象，这包括绝缘材料的老化、金属部件的氧化等。这些老化现象直接影响了设备的抗雷能力。老化的绝缘材料可能导致绝缘性能下降，增加设备遭受雷击的概率。同时，氧化的金属部件可能使设备的导电性能降低，影响设备的接地效果。因此，高压输电线路设备的老化是一个不容忽视的问题，需要通过定期检测和维护来确保设备的抗雷性能。

（四）接地电阻较高

接地电阻是高压输电线路防雷接地系统的重要参数。然而，一些地区的土壤电导率较低，或者由于不当的施工和维护，导致接地电阻较高。高接地电阻使得接地系统的效果大打折扣，降低了对雷电的有效阻抗。这意味着在雷电袭击时，设备和线路更容易受到雷击而无法有效地将雷电流引导至地下^[3]。因此，高接地电阻是影响高压输电线路防雷效果的一个重要问题，需要通过改善接地系统来提高整体的抗雷能力。

三、220kV高压输电线路防雷接地技术

（一）防雷技术

1. 设置侧向避雷针

在220kV高压输电线路的防雷设计中，侧向避雷针是一项至关重要且高效的技术手段。这种先进的避雷装置通过在输电线路设置具有导电特性的侧向避雷针，实现对大气中电荷的引导和释放。其主要功能在于减缓或阻止雷电的形成和放电过程，从而显著地降低了线路受到雷击的概率。为了确保侧向避雷针的最佳防雷效果，必须根据具体的地理条件和气象特点进行精确规划和布设。通过科学合理的配置，侧向避雷针能够在雷电威胁增大的气象环境中，更好地保护220kV高压输电线路设备免受雷击损害，确保线路的可靠运行。

2. 安装避雷线

避雷线是一种重要的电力设施，其主要功能在于利用其良好的导电性质，将雷电引导至地面，从而降低对220kV高压输电线路设备的直接冲击。通过合理设置避雷线的位置和数量，可以有效提升整个输电线路的抗雷性能。在布局避雷线时，需充分考虑线路的走向、高度以及周围环境等多重因素，确保其在雷电袭击时能够发挥最佳的导引作用。这样的布局策略不仅能有效防止雷击对输电线路的损害，还有助于维护设备的稳定运行，提高电力系统的可靠性。因此，科学合理的避雷线布局对于电力输送系统的安全运行至关重要，为抵御雷电的威胁提供了可靠的技术支持。

3. 提高输电线路的绝缘性

高压输电线路的防雷关键在于绝缘性的提升。为此，采用高绝缘性能的材料和技术是不可或缺的手段。通过优化绝缘子的设计和选择绝缘涂层等方法，有效提高输电线路的耐雷性。这一举措有助于防止雷电穿越绝缘体直接影响输电线路设备，从而减轻雷电对线路的破坏程度。绝缘子的设计优化可以包括增强材料的绝缘性能，提高其抗电击击穿能力^[4]。同时，合理选择绝缘涂层不仅可以提高表面绝缘的性能，还能增加对不同环境条件的适应性。这些综合措施共同构筑了一道坚实的防线，保障了输电线路的稳定运行，减少了由雷电引发的设备损害风险。通过不断创新和应用先进技术，我们能够更好地保障电力系统的可靠性和稳定性，确保电能安全高效传输。

4. 采用绝缘方式中不平衡法则

不平衡法则是一种通过设计和配置绝缘子，以在雷击事件中形成一种不对称的绝缘结构的策略，旨在减缓雷电的传播速度。在220kV高压输电线路中，采用这种不对称的绝缘方式可以有效地降低雷电冲击对线路的危害。这种设计不仅考虑了绝缘子的数量和位置，还着重于创造一种不对称的电场分布，使得雷电能够更有选择地通过绝缘结构，减少其对线路的影响。通过巧妙的布局，不平衡法则能够在雷击事件中引导电流沿着预定的路径流动，避免或最小化对线路的直接损害。这种绝缘方式的采用有效提高了输电线路的可靠性和稳定性，降低了维修和恢复成本。在设计和建设高压输电线路时，深入理解和应用不平衡法则是确保电力系统安全可靠运行的重要因素之一。

5. 安装自动重合闸装置

自动重合闸装置是一项关键的技术手段，特别设计用于应对输电线路遭受雷击等异常情况。其主要功能在于迅速、自动地将中断的输电线路重新合上，以最短的时间内恢复电力供应。在220kV高压输电线路中，这种自动重合闸装置的应用对于提高线路的可用性和供电连续性至关重要。该装置在感知到雷击等突发事件后能够实时响应，通过自动合闸操作迅速恢复电力传输^[5]。这不仅最小化了停电时间，降低了对用户和生产的影响，还有效减轻了输电设备的冲击负荷，有助于维护设备的长期稳定运行。自动重合闸技术的应用使得电力系统更具弹性，能够更快速地适应外部干扰，确保线路在受到雷击等自然灾害时的快速、可靠的应对能力。

（二）接地技术

1. 架设耦合地线

耦合地线的设置原理在于通过连接具有良好导电性能的地线与输电线路，形成一个地电场，以提升线路的

接地效果。在220kV高压输电线路中，合理架设耦合地线对于改善线路的接地性能至关重要。通过耦合地线，可以有效地降低线路的接地电阻。地电场的形成使得地线能够更为均匀地分布电流，提高了电流在地中的传播效率，进而降低了整体的接地电阻。这不仅有助于维持线路的稳定运行，还在很大程度上提高了线路对雷击等外部干扰的抗性。在雷电活动频繁的环境中，合理设置耦合地线能够显著增强输电线路的抗雷能力。由于地电场的存在，雷电产生的电流更容易通过耦合地线传播，减缓雷电对输电线路的冲击，有效减少设备损坏和停电事故的发生。这项技术的应用不仅提高了电力系统的可靠性，还减轻了维护工作的压力，为电力输送提供了更可靠的保障。因此，在220kV高压输电线路中，耦合地线的合理设置成为确保系统安全稳定运行的重要环节。

2. 降低杆塔接地电阻

杆塔在输电线路中扮演着至关重要的支撑角色，其接地电阻直接关系到整个线路的接地性能。为了确保电力系统的安全稳定运行，必须采用合理的接地设计并加强接地设施的维护。通过科学有效的措施，可以降低杆塔的接地电阻，从而提高线路的接地效果。合理的接地设计包括选择适当的接地材料和方法，确保良好的接地系统连接。加强接地设施的维护涉及定期检查、清理和修复，以防止因腐蚀或损坏而影响接地效果。通过这些措施，不仅能够提升输电线路的整体接地性能，还能有效降低潜在的安全风险，确保电力系统的可靠运行。

3. 安装垂直地极

垂直地极是通过增加与地面接触的表面积，有效地降低接地电阻。在220kV高压输电线路中，安装垂直地极具有显著的益处，可有效增强线路的接地性能，使其更为强健地应对雷电袭击。垂直地极的引入扩大了接地系统与周围土壤的接触范围，从而提高了接地效果，降低了电阻值。这种设计不仅能有效地分散雷电冲击，减轻设备损坏风险，还有助于维持线路的稳定运行^[6]。在实际应用中，垂直地极的安装需考虑地质条件、土壤特性等因素，以确保最佳的接地效果。因此，垂直地极在高压输电线路中的应用，为电力系统提供了一层可靠的保护，保障了供电的稳定性和可靠性。

4. 采用消弧线圈接地方法

消弧线圈用于限制雷电冲击电流，其独特的结构和材料使其能够有效减缓雷电对线路的冲击。在220kV高压输电线路的接地设计中，采用消弧线圈接地方法发挥着重要作用，不仅能有效降低雷电对线路设备的损害，而且能够显著提高设备的寿命。这种先进的技术应用于电力系统，通过消弧线圈，线路可以更有效地吸收和分散来自雷电的电流冲击，减缓了雷电对设备造成的潜在

危害。因此，消弧线圈在电气工程中的运用不仅提高了线路的稳定性和可靠性，也为设备提供了更长久的使用寿命，为电力输送系统的安全运行做出了积极贡献。

5. 完善电磁感应型接地装置

电磁感应型接地装置工作原理是通过感应地电场的变化，实现对雷电的有效接地。在220kV高压输电线路中，优化电磁感应型接地装置的设计和性能可以显著提高接地效果，减轻雷电对线路的不良影响。该技术的独特之处在于其对地电场的高度敏感性，使得接地装置能够迅速、准确地感知雷电的到来，并迅速建立通道将电流引导至地。这样的迅速响应大大提高了线路的整体抗雷性能，有效地减少了雷击造成的潜在危害^[7]。电磁感应型接地装置的先进设计使其成为电力系统中的重要组成部分，为提升系统的可靠性和稳定性做出了贡献。通过对地电场的实时监测和响应，这种装置不仅加强了对雷电的防范能力，而且有助于降低线路设备的损害风险，延长了其使用寿命。综合而言，电磁感应型接地装置的应用为电力输电系统的安全运行提供了关键支持，推动了电气工程技术的不断创新。

结束语

综上所述，高压输电线路防雷接地技术的研究对于电力系统的稳定运行至关重要。通过不断改进和应用先进技术，我们能够更好地保障电力系统的可靠性，提高抗灾能力，确保电力的安全高效传输。然而，防雷工作仍然是一个不断发展和完善的领域，未来的研究和实践需要继续深入，以适应电力系统不断变化的需求和挑战。希望本文的研究成果能够为相关领域的学者和从业人员提供有益的启示，促进电力系统防雷接地技术的不断创新和提升。

参考文献

- [1] 樊志超, 赵瑞东. 220 kV高压输电线路防雷接地技术的相关研究[J]. 通信电源技术, 2018, 35(10): 53-54.
- [2] 李金发, 张林峰, 石斌. 刍议220kV高压输电线路防雷接地技术[J]. 通讯世界, 2017, (10): 124-125.
- [3] 李孔光. 浅析220kV高压输电线路防雷接地技术[J]. 科技展望, 2016, 26(17): 113.
- [4] 隋新, 刘梦飞. 试论220kV高压输电线路防雷接地技术[J]. 低碳世界, 2016, (10): 25-26.
- [5] 何峻伟. 220kV高压输电线路的防雷接地技术研究[J]. 科技经济市场, 2015, (08): 10-11.
- [6] 邹超. 220KV高压输电线路的防雷接地技术研究[J]. 四川水泥, 2014, (09): 210+213.
- [7] 周学涛. 论220kV高压输电线路的防雷接地技术[J]. 通讯世界, 2014, (16): 25-26.