

超特高压输电线路防雷接地装置的维护与检修要点

鹿宁

国网山东省电力公司超高压公司

摘要: 随着电力系统的快速发展,超特高压输电线路成为保障电网安全稳定运行的重要组成部分。防雷接地装置作为保护输电线路免受雷电影响的关键设施,其维护与检修工作显得尤为重要。本文主要探讨了超特高压输电线路防雷接地装置的维护与检修要点,以提高其可靠性和有效性,保障电网系统的安全稳定运行。

关键词: 超特高压; 输电线路; 防雷接地; 维护; 检修

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2023.11.079

引言

超特高压输电线路作为电力传输的主要方式,在电力系统中占据着举足轻重的地位。为了保障输电线路在雷电等自然灾害中的安全运行,防雷接地装置的作用不可忽视。该装置不仅需要在设计和安装时满足高标准要求,而且在日常运行过程中还需要定期进行维护和检修。有效的维护检修工作能够及时发现和解决问题,从而确保输电系统的稳定性和可靠性。

一、防雷接地装置的重要性

1. 输电线路防雷概述

在超特高压输电线路的运营中,防雷是确保电力系统稳定运行的关键环节。由于输电线路通常暴露在室外,易受雷电等自然因素的影响,因此,防雷措施的实施至关重要。输电线路防雷主要包括两个方面:一是减少雷电直接击中输电线路的可能性;二是确保即使雷电击中,系统也能安全、有效地将雷电流引入地面,避免对输电线路和相关设备造成损害。这涉及复杂的电气工程设计,包括雷电流的捕获、传导、分流和最终的接地。有效的防雷措施不仅能显著降低由雷电引起的故障率,还能提高电力系统的整体可靠性和安全性。

2. 防雷接地装置的作用

防雷接地装置在输电线路防雷系统中扮演着至关重要的角色。它的主要作用是在雷电击中输电设施时,迅速、安全地将雷电流引入地下,从而保护输电线路及其配套设施不受雷电的直接冲击。高效的防雷接地装置能够有效地分散雷电流,降低雷电流通过输电设备时产生的瞬态电压,减轻设备的电压应力。此外,防雷接地装置还能够减少雷电引起的次生效应,如电磁脉冲,从而保护输电系统的电子设备和通信系统免受损害。因此,防雷接地装置的设计、安装和维护是确保输电线路安全运行的关键环节。

3. 防雷接地装置与输电线路安全的关系

防雷接地装置的性能直接关系到超特高压输电线路的安全与可靠性。一方面,接地装置的有效运作能够确保雷电能量被安全传导至地面,避免雷电对输电线路及其附属设备造成直接破坏。另一方面,良好的接地系统还可以防止雷电造成的过电压,保护电力系统中的敏感设备不受损害。如果接地装置失效或性能不佳,雷电流可能无法被有效引导到地面,从而增加了输电线路及其设备受损的风险。因此,维持防雷接地装置的良好性能对于保障超特高压输电线路的持续、安全运行至关重要。

4. 防雷故障的常见原因分析

输电线路防雷故障的常见原因多样,主要包括接地装置设计不当、施工质量问题、材料老化、环境影响和维护不足等。设计不当可能导致接地装置无法承受实际运行中的雷电流,从而失去防护效果。施工质量问题,如接地体安装不牢固、接地电阻超标等,也会严重影响接地系统的性能。材料老化是另一个重要因素,随着时间推移,接地装置中的材料可能会因环境因素如腐蚀、侵蚀等而退化,导致接地效果下降。环境因素,尤其是土壤的电阻率变化,水分含量,以及周围建筑和基础设施的变动,都可能影响接地系统的有效性。最后,维护不足是导致防雷故障的一个重要原因。定期的检查和维护是确保接地系统持续有效运行的关键,缺乏这些可能导致系统性能逐渐退化,甚至完全失效。

二、维护与检修的一般原则

1. 维护与检修的目的

维护与检修在超特高压输电线路防雷接地装置的运行中扮演着至关重要的角色。这些活动的核心目的是确保防雷接地系统始终处于最佳工作状态,以便在雷电击中时能够有效地保护输电线路和相关设施。维护工作的主要目标是预防性的,它涉及对系统的定期检查和 small 小补,目的是识别并修复潜在的问题,防止它们演变成

更大的故障。此外，检修工作则更加集中于已经发生的或即将发生的故障，重点是修复或替换损坏的部件，确保系统能够恢复到正常工作状态。有效的维护与检修不仅能提高系统的可靠性和性能，还能延长设备的使用寿命，最终减少整体的运营成本。

2. 定期检修与紧急维护

定期检修和紧急维护是维持超特高压输电线路防雷接地装置正常运行的两个关键方面。定期检修侧重于根据预定计划对系统进行检查和必要的维护工作。这包括对接地电阻的测量、接地体和接地线的检查、以及对防雷装置各部件的状态监测。定期检修的频率和范围通常由设备的使用条件和制造商的建议决定。与此同时，紧急维护则发生在防雷接地系统出现突发故障时。这类维护需要快速响应，以迅速修复故障，防止故障对输电线路造成更大的影响。紧急维护通常涉及更加深入的故障诊断和紧急的维修活动，要求维护团队具备高效的问题解决能力和快速的反应速度。

3. 安全操作规程

在进行超特高压输电线路防雷接地装置的维护与检修工作时，遵守安全操作规程是至关重要的。安全操作规程的制定和实施旨在保护维护人员免受电击、高空坠落、机械伤害等潜在危险。这些规程包括一系列的安全措施，如正确的穿着防护服装和使用安全设备，确保在进行任何检修工作前切断电源，以及在高危环境中采取额外的防护措施。此外，安全操作规程还包括对现场环境的评估，如检查工作区域是否有其他潜在危险因素，以及确保所有工具和设备都处于良好的工作状态。重要的是，所有维护检修人员都需要接受关于这些安全操作规程的充分培训，并在每次作业前进行安全教育。这样做不仅可以保护维护人员的安全，还有助于防止由于操作不当导致的设备损坏或系统故障。

4. 维护检修人员的培训与资质

对于维护检修人员的培训与资质，这是确保超特高压输电线路防雷接地装置得到有效维护和修复的另一个关键因素。维护人员应具备相关的技术知识和实际操作技能，这需要通过专业的培训课程和实践经验来获得。培训内容应包括防雷接地系统的工作原理、常见故障类型及其诊断方法、安全操作规程，以及紧急情况下的应对措施。此外，定期的技能更新和再培训也非常重要，以确保维护团队能够掌握最新的技术和方法。同时，维护人员应该持有相关资质证书，这不仅是对其技能和知

识水平的认证，也是确保维护工作质量的重要保障。

三、防雷接地装置的维护要点

1. 接地电阻的检测与评估

接地电阻的检测与评估是防雷接地装置维护的一个核心环节，关系到整个系统是否能有效地传导雷电流。接地电阻过高意味着雷电流无法有效导入地面，可能会导致设备损坏或安全事故。因此，定期测量接地电阻对于确保装置功能正常至关重要。这一过程通常涉及使用专业设备如接地电阻测试仪进行测量，并结合历史数据进行比较分析。测试应在不同的季节进行，以评估环境因素（如土壤湿度和温度）对接地电阻的影响。如果发现接地电阻超过标准阈值，应立即采取措施进行调整，可能的解决方案包括清理接地点、增加接地体、改善接地线材质等。定期的接地电阻检测不仅有助于维持系统的有效运行，也是预防故障和确保电网安全的重要措施。

2. 接地装置的完整性检查

接地装置的完整性检查是防止系统故障和提高可靠性的另一关键步骤。这包括对接地系统的所有部件进行详细检查，确保它们没有松动、断裂或腐蚀。这一过程涉及对接地体、接地线、接地条和连接部件等的检查。特别是在恶劣的环境条件下，接地装置的部件更易受到损害。因此，维护工作应重点关注那些容易受到物理损伤或环境影响的部分。此外，接地点周围的土壤条件也应被评估，因为土壤的类型和湿度对接地效果有显著影响。完整性检查不仅能够及时发现潜在的故障，还能提供重要信息用于未来的维护计划制定。

3. 防腐蚀措施的维护

在维护防雷接地装置时，采取有效的防腐蚀措施至关重要。由于接地装置大多埋置于地下，长期暴露在潮湿的土壤中，因此非常容易受到腐蚀的影响。腐蚀不仅会减少接地部件的寿命，还会增加接地电阻，降低整个系统的性能。防腐蚀维护包括定期检查接地装置的金属部件，如接地棒和连接件，并评估它们的腐蚀状况。在发现初期腐蚀迹象时，应及时进行清理和保护措施，比如涂抹防腐涂层或更换已严重腐蚀的部件。此外，可以使用防腐性更强的材料，如镀锌钢或铜，来提高系统的耐腐蚀能力。这样的预防性维护不仅能延长设备的使用寿命，也能保证系统在雷电击中时的有效性能。

4. 定期的性能测试

定期进行性能测试是确保防雷接地装置长期有效运

行的关键措施。这些测试不仅包括对接地电阻的测量，还应涵盖整个接地系统的全面评估，包括检查接地系统对雷电冲击的响应能力和整体功能性。性能测试通常由专业人员使用先进的测试设备进行，如雷电冲击模拟器和高精度电阻测量仪器。这些测试可以提供关于接地系统当前状态的详细信息，包括其对高电流冲击的承受能力和接地路径的完整性。通过这些信息，可以准确判断系统是否需要维护或升级。除了电气性能测试，还应包括对系统的物理检查，以确保所有部件，特别是那些暴露于外界的部件，没有受到损坏或严重磨损。定期的性能测试不仅有助于及时发现并解决潜在问题，还有助于优化系统设计和提高其整体效率和可靠性。

四、防雷接地装置的检修策略

1. 故障诊断技术的应用

故障诊断技术在防雷接地装置的检修中起着至关重要的作用。这些技术使维修团队能够准确快速地识别故障源，并采取相应的修复措施。现代故障诊断技术通常包括先进的电气测试仪器、软件分析工具和故障模拟系统。这些工具能够提供关于接地系统性能的详细数据，包括接地电阻、电流分布和系统对雷电冲击的响应等。除了电气参数，故障诊断还涉及对物理和环境因素的考察，如接地部件的腐蚀情况、土壤的电阻率变化以及周围环境的影响。通过综合应用这些技术，维修团队可以快速定位故障点，做出准确判断，并制定有效的维修计划。故障诊断的准确性不仅缩短了维修时间，也降低了维修成本，提高了整个系统的可靠性和安全性。

2. 损坏部件的更换与修复

损坏部件的更换与修复是防雷接地装置维护的核心部分。当诊断过程发现部件损坏或性能下降时，必须及时进行更换或修复以确保系统的整体性能。更换工作不仅包括移除损坏的部件，还包括选择合适的替代品并正确安装。在选择替换部件时，应考虑到原有设备的规格和性能，确保新部件与现有系统兼容。在某些情况下，修复损坏的部件可能比更换更经济或更可行。这可能包括对接地线的焊接修复、接地体的强化处理，或对接地装置的防腐措施的更新。无论是更换还是修复，都必须遵循严格的安全和质量标准，确保新部件或修复后的部件能够可靠地执行其功能。

3. 数据记录与分析

数据记录与分析在防雷接地装置的维护和检修中发挥着重要的作用。通过记录和分析运行和维护过程中收集的数据，可以提供宝贵的洞察，有助于预测潜在故

障，优化维护计划，甚至改进系统设计。这些数据包括但不限于接地电阻测量值、雷电事件记录、维护和检修历史以及环境变化记录。通过对这些数据的长期跟踪和分析，可以识别出系统性能的趋势和模式，进而指导未来的维护工作。例如，如果数据显示某个特定部分的接地电阻持续增加，可能表明该区域需要特别关注或进行系统升级。数据分析不仅提高了维护工作的效率和有效性，还有助于资源的合理分配和风险管理。

4. 防雷接地系统的升级与优化

随着技术的发展和运行环境的变化，对防雷接地系统进行定期升级与优化是维持其高效运行的重要策略。升级和优化可能涉及引入新技术、更换老化的设备、改善设计或提高系统的整体性能。例如，可以通过使用更高效的接地材料、增加接地点或采用更先进的测量和监控技术来提高系统的防雷性能。在升级过程中，还应考虑到最新的行业标准和规范，确保系统的设计和性能符合当前的技术要求。除了提高系统性能，升级和优化还可以提高系统的经济性，通过提高效率和减少故障次数来降低长期运行成本。

结束语

通过对超特高压输电线路防雷接地装置的维护与检修要点的深入分析，可以看出这项工作对于确保电网系统安全稳定运行的重要性。高效且专业的维护检修不仅能够显著降低雷电等自然灾害对输电线路的影响，还能有效延长设备的使用寿命，保障电力系统的持续稳定供电。因此，电网运营商和维护单位应重视防雷接地装置的维护与检修工作，不断提升相关技术和管理水平，以适应电网发展的新要求。

参考文献

- [1] 吕玮, 张立红. 特高压气体绝缘金属封闭输电线路地震反应分析中建模方法研究[J]. 建筑结构, 2023, 53(S1): 730-733.
- [2] 李晓璇, 卿东生, 刘匀等. 特高压换流站气体绝缘金属封闭输电线路(GIL)地震响应分析[J]. 高电压技术, 2021, 47(10): 3650-3656.
- [3] 熊贇超, 张鹏飞, 王卫华等. 特高压气体绝缘金属封闭输电线路管廊接地方案研究[J]. 电力勘测设计, 2020, (11): 35-41.
- [4] 王晓辉, 李新梅, 逯平平. 特高压输电线路电力金具磨损研究现状[J]. 热加工工艺, 2020, 49(16): 11-14.