

基于电气设备中输电线路接地装置的改造技术研究

潘万成

国网黄石供电公司, 湖北 黄石 435000

[摘要] 电气设备中的输电线路接地装置是保障电力系统安全运行的重要组成部分。然而, 传统的接地装置存在一些问题, 亟待进行改造技术的研究和应用。因此, 文中将对电气设备中输电线路接地装置的改造技术进行深入探讨, 以期提高接地装置的性能和可靠性, 设计合理的改造方案, 并提出实施策略, 为电力系统的稳定运行做出贡献。

[关键词] 电气设备; 输电线路; 接地装置; 改造技术

DOI: 10.33142/hst.v6i11.10765

中图分类号: TM76

文献标识码: A

Research on Transformation Technology of Grounding Devices for Transmission Lines in Electrical Equipment

PAN Wancheng

State Grid Huangshi Power Supply Company, Huangshi, Hubei, 435000, China

Abstract: The grounding device of transmission lines in electrical equipment is an important component of ensuring the safe operation of the power system. However, traditional grounding devices have some problems and urgently need to be studied and applied in renovation technology. Therefore, this article will delve into the renovation technology of the grounding device of transmission lines in electrical equipment, in order to improve the performance and reliability of the grounding device, design a reasonable renovation plan, and propose implementation strategies to contribute to the stable operation of the power system.

Keywords: electrical equipment; transmission lines; grounding device; transformation technology

引言

传统接地装置的接地电阻较大, 导致电流无法迅速流入地面, 增加设备被感应电压击穿的风险, 并可能对附近的设备和人员造成伤害。过引入新型材料、改进接地电极结构等技术手段, 可降低接地电阻, 延长装置的使用寿命, 并提高设备的性能和可靠性。

1 输电线路接地装置的基本概述

输电线路接地装置是指在输电系统中用于将电气设备与大地连接的装置, 其作用主要有以下几点: (1) 提供电气设备的安全接地路径, 保护人员和设备免受电击。(2) 提供电气系统的故障电流回路, 使故障电流能够通过接地装置返回电源, 触发保护设备的动作。(3) 减少电气系统的电位差, 降低电气设备的噪声干扰, 提高系统的电磁兼容性^[1]。

2 电气设备中输电线路接地装置存在的问题

2.1 传统接地装置的弊端与局限性

传统接地装置在实际应用中存在一些弊端和局限性, 主要包括: (1) 接地电阻较高: 传统接地装置往往难以实现较低的接地电阻, 限制其在提高系统故障检测和保护灵敏度方面的作用。(2) 受土壤条件影响大: 土壤的导电性、含水量等因素对接地装置的效果造成较大影响, 传统接地装置在不同地区的接地效果有差异。(3) 安装和维护成本高: 传统接地装置需要大量的人力和物力投入进行安装和维护, 工程量大、成本高。

2.2 接地装置的老化与失效问题

接地装置的长期使用容易出现老化和失效问题, 主要包括: (1) 金属材料腐蚀: 长期暴露在土壤中, 接地装置的金属材料容易受到腐蚀, 导致接地电阻升高。(2) 土壤结构变化: 土壤的潮湿度、含水量和温度等变化会导致土壤结构的改变, 进而导致接地装置的接地电阻发生变化。(3) 绝缘老化: 接地装置的绝缘材料随着时间的推移容易发生老化, 导致绝缘性能下降。(4) 机械损坏: 接地装置在施工、维护过程中可能会遭到机械损坏, 导致接地效果下降或失效^[2]。

3 基于电气设备中输电线路接地装置的改造技术研究

3.1 现有改造技术的研究和应用情况分析

随着电力系统的发展和输电线路的扩大, 传统接地装置已经无法满足需求, 因此, 研究人员提出一些新的改造技术, 以提高接地装置的性能和安全性。在研究方面, 已经有大量的技术文献探讨基于电气设备中输电线路接地装置的改造技术。其中, 主要包括接地网设计与优化、接地材料的选择与使用、接地装置的安装与维护等方面。在应用方面, 这些改造技术已经广泛应用于电力系统中, 特别是在高压输电线路和变电站中。通过改造接地装置, 可提高电系统的稳定性、减小故障范围以及提高系统的可靠性和安全性。

3.2 改造技术的技术原理和技术路线

改造技术的核心原理是通过改变接地装置的结构和

材料,改善接地效果和降低接地电阻。具体的技术路线包括以下几个方面:

3.2.1 接地网设计与优化

根据电力设备的类型和功率需求,设计合理的接地网结构。通过控制接地装置的长度、直径和间距,使电流能够均匀分布和传播,从而降低接地电阻。

(1) 收集数据:首先,需要收集与电力设备和输电线路相关的数据,包括设备类型、额定功率、土壤电阻率等。如电力设备为变电站,额定功率为5MW,土壤电阻率为 $100\ \Omega\cdot\text{m}$ 。

(2) 确定接地网结构:根据收集到的数据,采用数值模拟软件(如COMSOL Multiphysics)进行模拟分析,确定合适的接地网结构,包括接地装置的布置形式、导体的形状和尺寸。通过数值模拟软件进行模拟分析,根据电流均匀分布和传播的原则确定接地网结构。考虑到地理电缆的布置,可采用并联的接地网结构,即将多个接地装置布置在一个平面上,并将其与主接地装置相连接。根据模拟结果,选择三个相同形状的接地装置,并通过并联使电流能够均匀传播。

(3) 优化设计:通过数值模拟分析,实现电流在接地网中的均匀分布和扩散,最终降低接地电阻。可通过调整接地装置的长度、直径和间距等参数实现优化设计。根据模拟结果,确定接地装置的参数。假设接地装置为垂直埋置的杆状导体,长度为2m,直径为50mm。为降低接地电阻,考虑将每个接地装置之间的间距设计为3m,以确保导体之间的电流分布均匀。

(4) 材料选择和使用:根据设计结果确定合适的接地材料,如铜、铝等高导电性材料。在实际施工中,确保接地装置与土壤有良好的接触,并做好防腐措施,确保长期使用效果。根据设计确定接地装置的材料为铜,因为铜具有良好的导电性能和耐腐蚀性。在实际施工中,确保导体与土壤接触良好,并采取防腐措施,以确保长期稳定的接地效果。

(5) 安装和维护:在施工过程中,按照设计要求进行接地网的安装。确保接地装置与大地接触良好,避免接地电阻增加,并定期进行维护和检测,确保接地装置的正常运行。按照设计要求进行接地装置的安装过程中,确保接地装置垂直埋置于土壤中且与土壤有良好的接触。定期检查接地装置的状态,如腐蚀情况、连接状态等,并进行必要的维护工作,例如清理周围杂物和保持导体的完整性。

3.2.2 接地材料的选择与使用

选择导电性能好、耐腐蚀和耐磨损的材料作为接地装置的导体。常用的材料包括铜、铝和镀铜等。

(1) 材料选择:根据接地装置的要求,选择具有良好的导电性能、耐腐蚀和耐磨损性的材料。常用的材料包括铜、铝和镀铜等。铜具有较低的电阻和良好的导电性能,

耐腐蚀性也较好,适用于大多数接地装置的制作。铝具有较低的成本和较好的导电性能,但其耐腐蚀性较差,适用于一些特殊环境下的接地装置。镀铜材料是在铁杆或者铝合金表面镀上一层铜,具有铜的导电性能和抗腐蚀性能,适用于在一些电力设备中。铜具有较低的电阻和良好的导电性能,其电导率约为 $56.0\times 10^6\ \text{S/m}$ 。这意味着电流在铜材料中的传导能力非常高,使得接地装置能够快速和有效地将电流引导到地面上。铜的导电性能优于铝,因此在一些对导电性要求较高的接地装置中,选择铜作为材料是更好的选择。铝具有较低的成本和较好的导电性能,其电导率约为 $33.8\times 10^6\ \text{S/m}$ 。相对于铜而言,铝的成本更低,因此在一些对成本要求较高的接地装置中,选择铝作为材料是常见的做法。然而,铝的耐腐蚀性较差,特别是在湿度较高或者有腐蚀性酸性气体存在的环境下,铝的表面容易产生氧化层,影响其导电性能。因此,在一些特殊环境下,需对铝进行防腐处理,或者不适合采用铝材料作为接地装置的材料。

镀铜材料是在铁杆或者铝合金表面镀上一层铜,从而具有铜的导电性能和抗腐蚀性能,这种材料既能够充分利用铜的导电性能,又能够改善铝的耐腐蚀性能。因此,镀铜材料适用于一些电力设备中,特别是在有腐蚀性环境或需要较好的耐腐蚀性的情况下。

(2) 耐腐蚀和耐磨损性评估:在选择材料之前,要对候选材料进行耐腐蚀和耐磨损性评估。耐腐蚀性评估可通过实验室测试或参考相关标准进行,以确定材料在特定介质中的腐蚀性能。耐磨损性评估可通过摩擦磨损实验或者相关文献资料进行参考,以确定材料在实际使用中的磨损性能。耐腐蚀性评估主要涉及材料在特定介质中的腐蚀性能。一种常用的方法是进行实验室腐蚀测试,例如采用盐雾试验、腐蚀加速实验等。这些测试可模拟出材料在特定环境中的腐蚀情况,通过测量样品的腐蚀速率、腐蚀程度等指标评估材料的耐腐蚀性能。另外,还可参考相关标准,例如:ASTM、ISO、GB等标准,这些标准中通常都有关于不同材料在不同腐蚀介质中的评估方法和要求。通过对标准中给出的评估方法和结果进行参考,可进一步评估材料的耐腐蚀能力。耐磨损性评估可通过摩擦磨损实验进行。常用的方法包括滑动摩擦实验、磨损试验机等。这些实验可模拟出材料在实际使用中的摩擦和磨损情况,通过测量样品的磨损量、磨损率等指标评估材料的耐磨损性能^[3]。

(3) 实施策略:根据材料评估结果,确定最适合的材料用于接地装置的制作。对于铜材料,可采用坯料铸造、杆状挤压或者平板切割成型。对于铝材料,可采用压力挤压或者铸造成型。对于镀铜材料,可通过电镀工艺实现。根据《GB 50057-2010 建筑物消防设计规范》中的规定,接地装置的导电材料电阻应符合以下要求:

对于室内用的接地装置,导电材料的电阻不应大于5

Ω : 对于室外用的接地装置, 导电材料的电阻不应大于10 Ω 。根据实际情况和需求, 可选择不同类型的材料进行接地装置的制作:

①铜材料

纯铜: 电导率高, 抗腐蚀性好, 常用于高要求的接地装置。

钢芯铜面条: 通过杆状挤压或铸造形成, 具有较好的机械强度和导电性能。

铜板: 可通过平板切割成型, 适用于一些局部接地装置的制作。

②铝材料

纯铝: 轻质且良好的耐腐蚀性能, 常用于一些对材料重量要求较高的场合。

铝合金: 导电性能略逊于纯铝, 但具有更好的机械强度和耐腐蚀性能。

③镀铜材料

镀铜钢芯铜面条: 通过电镀工艺将一层铜镀在钢芯上, 提高导电性能和耐腐蚀性能。

根据具体情况选定材料后, 可采用相应的制作工艺(如挤压、铸造、电镀等), 确保接地装置的性能和可靠性。

(4) 安装和维护: 在安装过程中, 确保接地装置与土壤有良好的接触, 并根据需要进行导线的连接和固定。在维护过程中, 定期检查接地装置的表面和连接部位, 清除可能导致接地阻抗增加的污垢和氧化物。同时, 根据需要进行修复和更换材料。在接地装置的安装过程中, 需要确保接地装置与土壤有良好的接触, 以保证接地装置能够有效地引导电流流入地下。为此, 需要选择合适的接地点, 并进行必要的土壤处理, 如清除表面杂物和砂石, 松土等, 以确保接地装置能够与土壤紧密接触。同时, 在安装过程中, 需要对接地装置进行合理的导线连接和固定, 确保导线与接地装置之间的接触良好, 同时确保导线的安全可靠固定。导线的选择应符合相关标准和规范要求, 同时考虑导电性能和耐腐蚀性能。

在维护过程中, 需要定期检查接地装置的表面和连接部位, 清除可能导致接地阻抗增加的污垢和氧化物。这可通过使用合适的工具和清洁剂进行清洁操作。同时, 要留意接地装置的材料和连接部分是否出现损坏或腐蚀等情况, 如有必要, 及时进行修复或更换。维护操作应根据相关要求, 建立定期检查和记录制度, 确保接地装置的性能和可靠性, 以保证电气设备的正常运行和人员的安全。此外, 还要注意在维护过程中遵循相关的安全规范, 如佩戴个人防护装备和确保工作场所的安全。

3.3 改造技术的设计与实施策略

(1) 针对电力系统中具体的输电线路和设备, 确定接地装置的改造方案和实施策略。根据电力设备的类型、

功率和运行环境等因素, 选择合适的改造技术, 并确定实施时间和方法。针对输电线路, 可考虑采用电缆接地降低接地电阻, 或者增加接地电极的数量和布置等措施。对电力设备, 可采取更加耐腐蚀的接地装置, 提升接地效果。在确定改造方案和实施策略时, 需要充分考虑设备运行的连续性, 避免影响电力供应系统的可靠性。

(2) 在实施过程中, 要确保改造技术能够无损地对现有设备进行改造。尽量减少对原设备的影响, 并确保改造后的设备能够正常运行。这需要进行详细的改造设计和技术评估, 确保选用的改造技术与原有设备兼容, 并能够无缝连接。在具体实施时, 应制定详细的操作指导和作业规范, 确保改造过程中的安全性和可行性, 并定期进行监测和检验, 及时解决可能出现的问题。

(3) 在改造完成后, 进行必要的测试和评估工作, 检测改造效果和安全性。可进行现场测试, 如测量接地电阻、检测接地极的电位差等, 评估改造效果。同时还应进行安全评估, 确保新接地装置满足相关的标准和要求。根据测试结果, 可对改造方案进行优化, 并进行进一步的改进和优化, 例如通过调整接地极的数量和布置提升接地效果。此外, 还应建立完善的日常巡检和维护制度, 保证改造效果的长期稳定性。

4 结束语

综上所述, 改造电气设备中输电线路接地装置的技术研究对于提高设备安全性和可靠性具有重要意义。通过分析传统接地装置的问题和挑战, 研究并应用改造技术, 可降低接地电阻、延长装置使用寿命、提高设备性能。在设计 and 实施改造技术时, 需要结合现有设备特点和要求, 采用符合标准和规范的方法和材料。在实施过程中, 要保证操作严谨, 确保改造后的接地装置符合安全要求。通过持续的技术研究和实践探索, 可不断优化改造技术, 进一步提高电气设备中输电线路接地装置的性能, 为电力系统的稳定运行和设备保护做出贡献。

[参考文献]

- [1] 吕雪茹. 基于电气设备中输电线路接地装置的改造技术研究[J]. 现代工业经济和信
息化, 2022, 12(12): 299-300.
- [2] 张国锋, 惠康, 务孔永, 等. 石墨基柔性接地装置在输电线路中的适用性研究[J]. 电气技
术, 2021, 022(10): 93-97.
- [3] 潘祖能. 电气设备中输电线路接地装置的改造及分析[J]. 电力设备管理, 2023(9): 41-43.

作者简介: 潘万成(1986.1—), 毕业院校: 武汉大学电气工程学院, 所学专业: 电气工程, 当前就职单位: 国网黄石供电公司, 职务: 输电运检安全管理, 职称级别: 工程师。