

10 kV 架空线路和配电房接地装置的改进研究

陈土洪

(广东威泰电力工程有限公司, 广东 佛山 528000)

摘要 在当前电力系统建设中, 10 kV 架空线路和配电房的接地装置扮演着至关重要的角色。本文基于实际工程案例, 对传统接地方式进行了深入分析, 并提出了创新的改进措施。通过详细分析新拼装高低压柜、安装变压器、敷设高低压电缆及架空导线等施工活动, 探讨了如何提高接地系统的安全性和可靠性, 同时提出了如何在施工过程中强化安全管理措施, 以期为确保电力供应的连续性和稳定性提供参考。

关键词 10 kV 架空线路; 配电房; 接地装置

中图分类号: TM75

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0121-03

电力系统的稳定与安全构成了现代社会的运行基础。在新建 10 kV 电房施工过程中, 传统接地方式存在诸多不足, 如接地电阻过高、接地体易腐蚀等问题, 这些问题对电力系统的稳定性和安全构成了严重的挑战。本文结合 10 kV 电房施工工程中的实践经验, 对 10 kV 架空线路和配电房接地装置的改进进行了研究, 旨在通过技术创新和管理优化, 提升接地系统的性能, 确保施工安全。

1 10 kV 架空线路接地装置的作用

10 kV 架空线路接地装置的重要性不容忽视。首先, 接地装置是电力系统安全运行的关键组成部分, 它能够确保在雷电冲击或系统故障时迅速有效地将过电压导向地面, 从而保护线路和设备不受损害。根据 DL/T5220-2005 标准, 无避雷线的 10 kV 以下配电线路, 在居民区中使用的钢筋混凝土电杆应实施接地措施。同时, 金属管杆也需要进行接地处理, 在此情况下, 接地电阻应控制在 50Ω 以内, 以确保其安全性能。接地装置还对提高电力系统的稳定性和可靠性起到至关重要的作用。若突发了单相接地故障, 接地装置能够限制出现了故障的电流, 减少对电力系统的影响, 同时便于故障定位和快速恢复供电。此外, 接地装置的设计和施工质量直接关系到电力系统的防雷效果。例如, 架空地线能够有效降低雷电感过电压, 减少线路雷击闪络率约 $65\% \sim 80\%$, 在土壤电阻率 $30 \sim 1\ 000 \Omega \cdot \text{m}$ 范围内效果显著。此外, 为了确保接地装置的安全性和可靠性, GB50169-2016 规范提供了详细的技术要求, 包括接地装置的施工及验收标准, 以及在面临高土壤电阻率地区, 接地电阻不符合规定要求的情况时, 必须根据设计方案采取适当的措施, 只有在采取

措施后, 接地电阻达到规定标准, 方可运行。

在施工过程中, 接地装置敷设应依据设计要求, 包括埋设深度、间距以及与杆塔的连接方式。例如, 当无具体规定时, 接地装置的顶面埋设深度应不小于 0.8 m ; 对于水平装置的接地极, 其间距应不小于 5 m ; 至于垂直接地极, 其间距应至少是其长度的 2 倍。此外, 接地装置的敷设应形成闭合回路, 外缘各角应做成圆弧形, 以优化散流效果。

在选择接地材料时, 针对接地装置所采用的钢材, 必须进行热镀锌处理。对于水平方向的敷设, 宜选用经过热镀锌工艺处理的圆钢和扁钢; 而对于垂直方向的敷设, 则应采用热镀锌的角钢、钢管或圆钢。同时, 铝导体不宜作为接地极或接地线使用。这些规定和标准旨在能确保接地装置在各种环境条件下均能发挥稳定可靠的接地作用, 进而维护电力系统的安全与稳定运行。

2 传统接地方式存在的问题

2.1 施工中遇到的接地电阻问题及其对系统稳定性的影响

在传统接地方式中, 接地电阻问题是一个常见且关键的问题, 接地电阻的作用直接关系到电力系统的稳定和安全。具体而言, 接地电阻涉及电流从接地装置流入地面, 并穿过地面流向另一接地体或向远处扩散过程中遭遇的电阻。这涵盖了接地线及其接地体本身的电阻、接地体与大地接触点的电阻, 以及两个接地体之间大地的电阻或从接地体至无限远的接地电阻。

在施工过程中, 如果接地电阻过高, 会导致几个主要问题。首先, 当电气设备发生故障时, 过高的接地电阻会限制故障电流的流通能力, 这可能导致故障

无法被及时清除,设备损坏和事故的发生风险有所上升^[1]。例如,如果接地电阻达到 $6\ \Omega$,而电气系统设备发生故障时,故障电流通常不会大于 $10\ \text{A}$,根据欧姆定律,故障电压将是 $60\ \text{V}$ 。这超过了安全标准规定的 $50\ \text{V}$ 安全电压,增加了触电的风险。

此外,接地电阻的测量值如果受到干扰或测量方法不当,也可能导致实际接地电阻被低估或高估,从而影响接地系统的有效性。例如,土壤湿度、质地、接地极的埋设深度等因素都会影响接地电阻的测量结果。

2.2 接地体腐蚀问题及其对施工安全和设备寿命的影响

传统接地方式在施工和使用过程中,接地体腐蚀是一个普遍存在的问题。接地体长期埋设于地下,受土壤环境的影响,尤其是土壤中的水分、氧气、pH值、含盐量等,都可能导致金属接地体发生电化学腐蚀。在电化学的腐蚀作用下,金属会发生电子的丧失,进而形成阳极过程,土壤中的氧气或其他物质作为阴极与之反应,导致金属逐渐被消耗,腐蚀速率取决于多种因素,包括土壤电阻率、含水量、含氧量、pH值和含盐量等。

例如,在酸性倾向的土壤、经历风化的岩土以及砂性土壤中存在特定的生态条件和土壤特性。接地体可能发生吸氧腐蚀,但实际腐蚀速率受到多种环境因素的综合影响。根据DL/T2094-2020《交流电力工程接地防腐技术规程》,接地装置的平均年腐蚀速率应当通过实验方法予以明确。这意味着在不同条件下,腐蚀速率可能在 $0.05\ \text{mm/a}$ 到 $0.3\ \text{mm/a}$ 之间变化。

接地体腐蚀不仅影响设备的正常运行和寿命,还可能引发施工安全事故。腐蚀作用及可能引发接地网的局部损坏,使得接地线与接地网之间的连接脱落,从而埋下严重的接地安全隐患,甚至可能导致事故的发生。

2.3 高低压柜、变压器安装过程中的接地难点

在传统接地方式中,高低压柜和变压器的安装过程中确实存在一些接地挑战。这些挑战主要包括确保接地的连续性、降低接地电阻、防止接地故障和提高接地系统的可靠性。

为确保高低压柜中电气设备的正常运行与安全,必须将金属外壳可靠的接地,以实现与地面的稳定连接,形成一个等电位体,以降低因设备漏电可能发生的人员触电事故的风险。在实际施工中,可能遇到的挑战包括接地线的选材、接地线的连接方式以及接地线的布局。例如,接地线应选用制造质量可靠、材料

合格的铜线或铜排。此外,为确保接地系统的有效工作,必须确保接地线的连接稳定可靠,防止接触不充分而引起接地电阻的不必要增加。

变压器的接地是一种保护措施,旨在防止因设备漏电导致外部的金属带电,进而避免触电事故的发生,这种做法被归类为保护接地。在变压器安装过程中,需要特别注意接地线的连接方式和接地电阻的测量^[2]。例如,接地线通常采用热镀锌钢材与就近接地网用电焊焊接。这种接措施有效保障了变压器在运行过程中的安全和稳定。

然而,接地变压器的零序阻抗是其重要参数,对继电保护限制单相接地短路电流及抑制过电压等都有重要影响。对于无二次线圈的曲折形(Z型)接地变压器,其零序阻抗相对较小,通常在 $6\sim 10\ \Omega$ 左右,这使得接地变压器在发生故障时,中性点可以流过补偿电流,并且由于零序阻抗很小,产生的阻降压降尽可能小,以保证系统的安全。

在高低压开关柜的接地保护中,应确保主回路能接地,并在外壳打开后维修期间将主回路连接到接地极。柜体上应有截面不小于 50×5 的接地铜排,并带有各柜间铜排连接板。外壳、构架等应能保证紧固连接,以确保电气上连通。

3 10 kV 架空线路接地装置的改进措施

3.1 针对接地电阻问题的新型接地材料和设计方法

为了适应 $10\ \text{kV}$ 架空线路的特殊要求,降低接地电阻并提高接地系统的可靠性和稳定性,新型接地材料和应用方法的应用显得尤为关键。柔性石墨复合接地材料作为一种新型接地材料,因其具备良好的导电性、无毒无污染以及较强的抗酸碱和抗腐蚀性能而备受关注。该材料主要由高纯鳞片石墨、无机与合成纤维,以及特定的水乳型黏合剂按比例混合制成,其生产过程涉及辊压、热塑以及绞线成型等工艺。这种材料的电阻率实测值可达 $3.25\times 10^{-5}\ \Omega\cdot\text{m}$,而在添加导电纤维的情况下,电阻率可进一步降低至 $10^{-6}\ \Omega\cdot\text{m}$ 的数量级。

在设计方法上,通过对仿真平台的分析,我们可以将降阻材料的效率、敷设位置、厚度以及土壤电阻率等因素进行分析比对,可以为工程设计和施工提供关键指导。例如,以CDEGS仿真软件为例,本研究模拟了几种新型接地材料,如编织型石墨基柔性接地模块、快装式石墨离子接地极和缓释型膏状石墨降阻材料的应用效果^[3]。仿真结果表明,这些新型接地材料的降阻效率显著,相较于传统的硬质石墨接地模块和

镀锌圆钢接地极,其降阻效率降低了大约 20% 左右。

此外,新型接地材料的敷设位置对降阻效率有显著影响。在注流位置附近,散流效果较为理想,然而,随着接地体和降阻材料远离注流点,其散流功能逐渐减弱,降阻效果也相应变得不明显。当降阻材料被布置于接地体尾部时,降阻效率有了显著的提高,这一现象清晰地展现了端部效应的优势。这表明在实际施工中,合理选择降阻材料的敷设位置对于提高降阻效率至关重要。

在不同的土壤电阻率条件下,新型接地材料的降阻效率表现出一定的稳定性。但是,在土壤分层结构且底层电阻率相对较低的情况下,接地模块若能接触到下层土壤,便能发挥有效的垂直接地功能,有助于降低杆塔接地网的电阻。这说明在进行接地设计时,考虑地质条件和土壤电阻率对于优化接地模块的敷设方式和提高降阻效率同样重要。

3.2 防腐蚀接地体材料的选择和施工技术

在 10kV 架空线路接地装置的改进措施中,防腐蚀接地体材料的选择和施工技术是至关重要的环节。根据 DL/T2094-2020《交流电力工程接地防腐蚀技术规范》,在设计接地装置的防腐蚀措施时,必须综合考虑工程所在地的地质、土壤和气象等环境因素,以及接地装置的材质和与之相连金属结构设备的具体情况,采取适合的措施。例如,在土壤腐蚀性较强地区,建议采用热浸镀锌钢以及阴极保护相结合的方法。此外,还可以选择使用高纯铁、锌包钢、铜、铜覆钢、不锈钢或不锈钢复合材料等耐腐蚀性较强的材料。

若敷设位置为中等腐蚀性的土壤时,热浸镀锌钢的锌层厚度不应低于 1.0 mm,铜覆钢的铜层厚度不应低于 0.6 mm。而在土壤腐蚀性较强时,铜覆钢结构的铜层厚度应确保不小于 0.8 mm,同时,铜的包覆层设计需考虑其在当地土壤环境中的腐蚀速度^[4]。此外,施工技术方面,例如在滨海区域、填海地区以及土壤含盐量高的地方,施工前应进行腐蚀风险评估,并据此选择适合的耐腐蚀接地材料。

在实际施工中,接地导体截面除了应满足热稳定、电压分配均匀及具备足够的机械强度外,还需考虑到腐蚀因素,并预留适当的腐蚀裕量。腐蚀裕量的确定应遵循规范的附录 B 的计算方法。例如,对普通碳素钢、热浸镀锌钢、高纯铁、锌包钢、铜覆钢、铜、不锈钢等材料的自然腐蚀数据,可以通过国家材料蚀平台进行查询获取。在特定情况下,若缺乏相关数据,则需通过实验来确定腐蚀裕量。

3.3 高低压柜、变压器安装过程中的接地安全措施

首先,进行高低压柜和变压器安装前,必须对安装现场进行全面的安全评估。这包括对土壤电阻率的测试,以确定接地装置的适宜性,需要按照《电力设备接地设计技术规程》的要求,确保接地电阻值。同时,还需对周围环境进行检查,确保没有可能影响接地效果的障碍物,并评估雷电等自然因素对接地系统的影响,确保接地系统能够有效泄放雷电能量^[5]。

在安装过程中,必须严格按照《电力设备安 装工程施工及验收规范》等相关规程和规范进行操作。对于高低压柜的接地,需要确保柜体金属外壳能够稳定地与接地系统进行连接,接地线应采用截面积足够、材质优良的铜导线,并使用专用的接地线夹和螺栓进行连接,确保接地连接的牢固可靠。同时,应遵循《低压电器安装规程》中关于接地电阻值的具体要求,对接地电阻进行测试并记录。

对于变压器的接地,其重要性不言而喻。在安装变压器时,应首先确保变压器底座与接地网之间的连接牢固可靠,连接件应符合《电力设备接地技术标准》中关于材料、尺寸和连接方式的要求^[6]。同时,还需检查变压器内部的接地系统是否完善,如中性点接地、外壳接地等,确保所有接地连接均符合规范要求。

4 结束语

通过对 10 kV 架空线路和配电房接地装置的改进研究,本文提出了一系列针对性的解决方案,这些方案不仅提高了接地系统的安全性和可靠性,而且强化了施工过程中的安全管理。通过实际工作经验表明,这些改进措施的实施可以显著提高电力系统的稳定和安全,是促进电力行业持续发展的重要举措。

参考文献:

- [1] 魏程.低电阻接地装置在 10kV 配电网系统中的应用分析[J].电气技术与经济,2024(01):117-119.
- [2] 蔡俊明.10kV 配电网架空线路设计要点分析[J].设备监理,2024(01):56-59.
- [3] 赵苏虹,戴宁迎.配电网架空线路和站房接地装置施工技术研究[J].电子乐园,2023(01):97-99.
- [4] 王兆麟.10kV 配电线路故障原因与检修技术分析[J].集成电路应用,2023,40(04):186-187.
- [5] 谈燕岚.10kV 配电线路单相接地技术探讨[J].电力系统装备,2023(09):55-57.
- [6] 孙飞麟,赵旭旭.数字化接地故障定位装置在 10kV 配电线路故障处理中的应用[J].通信电源技术,2023,40(08):202-204.