

电气接地与电气安全问题

孙明敏¹ 纪学兵²

1. 济宁矿业集团花园井田资源开发有限公司 山东 济宁 250022

2. 山东省微山金源煤矿 山东 济宁 277699

摘要:在现代电气领域,电气安全始终是重中之重,而电气接地则是保障安全的核心要素之一。本论文聚焦于电气接地与电气安全问题。首先深入剖析电气接地基本原理,涵盖接地概念目的及电流电位分布。继而探讨应用中常见的接地电阻不合格、连接不可靠、系统设计不合理等问题,并详细分析其成因与危害。针对这些问题提出降低接地电阻、提升连接可靠性、优化系统设计等解决策略与优化措施。最后阐述电气接地检测技术与方法以及维护管理体系与措施。通过全面研究,旨在为保障电气系统安全稳定运行,减少因接地不良引发的电气事故提供理论依据与实践指导,助力电气领域从业者提升安全意识与技术水平。

关键词:电气接地;电气安全;问题

引言:在现代电气系统广泛普及的背景下,电气安全成为至关重要的关注点。电气接地作为保障电气安全的关键环节,其有效性直接关系到人员生命安全与设备正常运行。随着电气技术的不断发展,电气设备日益复杂多样,电气接地面面临着诸多挑战。例如在一些大型工业厂房、高层建筑以及电力传输网络中,不合理的接地设计、接地电阻过高或连接不可靠等问题频繁出现,导致电气事故隐患增加。因此,深入研究电气接地基本原理、应用问题、解决策略以及检测维护管理等方面具有极为重要的现实意义,能够为构建安全可靠的电气环境奠定坚实基础。

1 电气接地基本原理

1.1 接地概念与目的

接地是指将电气设备的某一部分通过导体与大地进行可靠的电气连接。大地在电气系统中可视为一个巨大的等电位体,其电位相对稳定。接地的主要目的包括多个方面。其一,保障人身安全,当电气设备发生漏电故障时,接地能将电流引入大地,避免人体触电,如在家庭用电中,金属外壳电器的接地可防止外壳带电对人造成电击伤害。其二,确保设备正常运行,为电气设备提供一个稳定的参考电位,防止因电位漂移而导致设备误动作或损坏,像一些精密电子仪器的接地能减少电磁干扰对其运行的影响。其三,在电力系统中,工作接地可维持系统电压的稳定,保证三相电压平衡,例如在变电站中,变压器中性点的接地对于整个电力系统的稳定运行起着关键作用。

1.2 接地电流与电位分布

当电气系统发生接地故障时,故障点与大地之间会

形成接地电流通路。接地电流的大小取决于电源电压、接地电阻以及系统阻抗等因素,其计算公式通常依据欧姆定律,即接地电流等于故障电压除以接地回路总阻抗。接地电流在流入大地后,会以接地体为中心向周围土壤扩散,形成一定的电位分布。在接地体附近,电位降落较为明显,随着距离的增加,电位逐渐趋近于大地的零电位。这种电位分布会产生跨步电压和接触电压,跨步电压是指人在接地故障点附近行走时,两脚之间的电位差;接触电压则是人体接触电气设备外壳与站立点大地之间的电位差。如果这些电压超过安全限值,就会对人体造成触电危险,因此在电气接地设计与施工中,需要严格控制接地电阻,合理规划接地体布局,以减小跨步电压和接触电压,确保电气安全^[1]。

2 电气接地应用中的常见问题与分析

2.1 接地电阻不合格

接地电阻不合格是电气接地应用中较为常见的问题。一方面,接地体选材与埋设不当可能导致电阻过大。例如,若选用的接地材料导电性能差,或接地体埋设深度不足、面积过小,其与土壤的接触面积有限,电流难以顺畅流入大地,使得接地电阻升高。另一方面,土壤环境因素影响显著。在高电阻率土壤地区,如岩石地带或干燥沙地,土壤对电流的阻碍作用强,天然条件下接地电阻很难达标。此外,接地系统长期运行过程中遭受腐蚀,无论是金属接地体被化学物质侵蚀,还是因电化学作用发生锈蚀,都会使接地体有效截面积减小,电阻增大,从而无法满足安全规范要求,增加了电气设备发生漏电故障时对人员和设备造成损害的风险。

2.2 接地连接不可靠

接地连接不可靠在实际应用中主要表现为连接部位的松动、虚焊与锈蚀等。在电气设备安装与运行过程中,由于振动、热胀冷缩等机械应力作用,接地连接部位的螺栓、螺母可能逐渐松动,导致连接点接触不良,电阻增大,影响接地效果。焊接部位若施工工艺不佳,如焊接不牢固、存在虚焊,会使接地回路出现断点或高阻点,电流无法有效传导。再者,环境因素对连接可靠性影响巨大。在潮湿、有腐蚀性气体或酸碱环境中,接地连接部位易发生锈蚀,金属表面形成氧化层,降低了金属的导电性,使接地连接的电气性能逐渐恶化。

2.3 接地系统设计不合理

接地系统设计不合理常常引发一系列电气安全隐患。首先,接地类型选择失误较为常见。不同的电气设备和运行环境需要适配相应的接地类型,如在某些有爆炸危险的场所应采用特定的防爆接地方式,若选择了普通接地类型,一旦发生故障,可能引发爆炸等严重后果。其次,接地网络布局不合理。例如,接地体之间的间距设置不当,间距过小会造成接地电流相互干扰,影响电流的均匀分布和泄放;间距过大则可能导致局部电位过高。再者,未充分考虑不同接地系统之间的相互影响。在同一建筑或电气系统中,可能存在防雷接地、工作接地、保护接地等多种接地系统,如果设计时未进行有效的隔离或协调,防雷接地引入的雷电流可能会对工作接地和保护接地系统产生冲击,干扰设备正常运行,甚至损坏设备,严重威胁电气系统的整体安全性^[2]。

3 电气接地问题的解决策略与优化措施

3.1 降低接地电阻的方法

(1) 增加接地体数量与面积是一种常用手段。通过增设垂直接地体,如角钢、钢管等,或扩大水平接地体的铺设范围,能够显著增大接地体与土壤的接触面积,从而降低接地电阻。例如在大型变电站接地工程中,多根垂直接地体呈环形或网格状分布,可有效分散电流,减小电阻值。(2) 采用降阻剂也是降低接地电阻的有效途径。降阻剂是一种具有良好导电性能的材料,将其填充在接地体周围,能够改善接地体与土壤间的接触状况,增强导电性能,降低土壤电阻率对接地电阻的影响。常见的降阻剂有化学降阻剂、物理降阻剂等,不同类型适用于不同的土壤环境和接地工程需求。(3) 换土法可应用于高电阻率土壤区域。将接地体周围的高电阻率土壤替换为低电阻率的土壤,如黏土、黑土等,能够从根本上改善接地体的导电环境,降低接地电阻。但这种方法成本较高且工程量较大,一般在对电阻要求极为严格且其他方法难以满足的情况下采用。(4) 深埋接

地体能够利用土壤深层较低的电阻率。随着土壤深度增加,湿度相对稳定且电阻率往往降低,将接地体深埋至合适深度,可使接地体处于电阻率较小的土壤层中,从而降低接地电阻。例如在山区岩石地带,浅表土壤电阻率极高,深埋接地体可取得较好的降阻效果。

3.2 提高接地连接可靠性

(1) 在连接方式的选择上,应优先采用焊接、压接等可靠的连接工艺。焊接能够使接地导体之间形成牢固的金属连接,保证电流的顺畅传导。例如,对于铜质接地导体,可采用铜焊工艺,使连接部位形成紧密的合金连接,具有极低的电阻和良好的稳定性。压接则适用于一些不便焊接或需要快速连接的场合,使用专用的压接工具和连接件,能够确保连接紧密且不易松动。(2) 加强施工质量管理是提高接地连接可靠性的关键环节。在施工过程中,严格按照相关电气安装规范和标准进行操作,确保接地连接部位的清洁、平整与牢固。施工人员应具备专业的技能和资质,对于连接螺栓的紧固扭矩、焊接的质量检验等都要有明确的操作流程和验收标准。例如,在紧固接地连接螺栓时,应按照规定的扭矩值进行操作,避免因螺栓松动导致连接不可靠。(3) 对接地连接部位进行有效的防腐处理也是必不可少的。由于接地系统长期处于不同的环境中,容易受到腐蚀而降低导电性能。可采用镀锌、涂漆或使用防腐材料包裹等方式对连接部位进行防护。镀锌层能够在金属表面形成一层保护膜,延缓金属的腐蚀速度;涂漆则可隔绝空气、水分与金属的接触;使用防腐材料包裹能在恶劣环境下为连接部位提供更全面的保护,如在海边或化工场所等腐蚀性较强的环境中,确保接地连接长期可靠。(4) 定期对接地连接部位进行检查与维护同样重要。建立完善的巡检制度,定期检查连接部位是否有松动、锈蚀或损坏等情况。一旦发现问题,及时进行修复或更换,如重新紧固松动的螺栓、清理锈蚀部位并重新进行防腐处理等,确保接地连接始终处于良好的工作状态,保障电气系统的安全运行。

3.3 化接地系统设计

(1) 根据电气系统的特性与所处环境精准选择接地类型。例如,在存在易燃易爆危险的区域,如石油化工车间、加油站等场所,必须采用专门的防爆接地设计,通过特殊的接地材料与连接方式,有效防止静电火花引发爆炸事故;对于一般的工业与民用建筑电气系统,需依据其供电方式、设备分布等情况,合理确定是采用TN、TT还是IT系统,确保在不同故障条件下都能保障人员安全与设备正常运行。(2) 科学规划接地网络布局。

合理确定接地体的间距、形状与深度等参数。接地体间距过小易造成电流干扰，过大则可能导致局部电位不平衡，因此要通过精确计算与模拟分析，找到最佳间距值。接地网络形状可采用环形、网格形等，以实现电流的均匀分布与快速泄放。深度方面，需结合土壤电阻率随深度的变化情况，将接地体置于电阻率较低且稳定的土层中，提高接地效果。（3）充分考虑不同接地系统之间的相互影响并采取有效隔离与协调措施。在同一建筑或电气设施内，防雷接地、工作接地与保护接地往往共存。为避免雷电流对其他接地系统的冲击，可设置独立的防雷接地引下线，并在接地体处保持一定距离或采用隔离装置，采用共用接地系统时，需确保接地电阻满足最严格的要求，并对各接地系统的连接点进行合理规划与处理，如在连接点处安装避雷器、过电压保护器等设备，以平衡不同接地系统间的电位差，防止因相互干扰而引发电气故障，保障整个电气系统的安全、稳定运行^[3]。

4 电气接地检测与维护管理

4.1 接地检测技术与方法

接地电阻测试仪是常用的检测设备，其基于电位降法原理工作。通过向接地体注入测试电流，并测量接地体与远处参考电极之间的电位差，依据欧姆定律计算接地电阻。操作时，将测试仪的电流极、电压极和被测接地体按规定距离布置，能准确测量出接地电阻值，这种方法适用于大多数接地系统的常规检测，可快速判断接地电阻是否符合要求。电位降法在精确测量接地电阻时应用广泛。它通过在接地体和无穷远处设置电极，改变测量电极位置并测量不同位置的电位降，绘制电位降曲线，从而确定接地电阻真实值。该方法不受接地体形状、土壤不均匀性等因素干扰，测量精度高，常用于对接地电阻要求严格的大型电力设施、通信基站等重要场所的检测。三点法也是一种有效的接地电阻测量方法。它利用三个电极，通过测量不同电极组合间的电阻值，经过特定公式计算得出接地电阻。

4.2 维护管理体系与措施

（1）应制定详尽的维护管理制度与操作规程。明确规定维护周期、维护项目、维护人员职责以及维护工作流程等内容，确保维护工作规范化、标准化开展。例

如，规定每月对重要电气设备的接地连接进行一次外观检查，每季度进行一次全面的接地电阻测试。（2）要明确专门的维护管理责任人员。这些人员应具备专业的电气知识和丰富的实践经验，能够熟练掌握接地系统的维护技术与方法，及时发现并处理各类接地问题，定期对维护人员进行培训与考核，提升其专业技能水平，使其紧跟电气技术发展步伐，适应不同接地系统维护需求。

（3）定期开展接地系统检查与维护工作。检查内容包括接地体的完整性、连接部位的可靠性、接地导线的绝缘性能以及接地标识的清晰度等。对于发现的问题，如接地体腐蚀、连接松动等，及时进行修复或更换。在维护过程中，详细记录维护工作情况，包括检查时间、发现的问题、采取的措施以及维护后的接地系统参数等，建立完整的维护记录档案，以便追溯和分析接地系统的运行状况，为后续维护工作提供参考依据，保障电气接地系统始终处于良好的运行状态，有效预防电气安全事故的发生^[4]。

结束语

综上所述，电气接地作为电气安全的关键防线，其原理的深入理解、应用问题的精准剖析以及相应解决策略与优化措施的有效执行，均对保障电气系统安全稳定运行有着不可替代的作用。通过严谨的接地检测技术与完善的维护管理体系，能及时发现并解决潜在风险。在未来电气技术不断发展进程中，持续关注接地技术的创新与标准规范的更新，进一步提升电气接地的可靠性与安全性，才能为各类电气设施的高效运行、人员生命财产安全以及整个电气行业的可持续发展筑牢坚实根基。

参考文献

- [1]牛海风.建筑电气设计中的问题与解决策略研究[J].河南建材,2019(05):260-261.
- [2]李明伟.接地、防雷和电气安全相关问题的思考[J].中国新技术新产品,2019(04):135-136.
- [3]王世贞.中性点直接接地220V系统的接地保护及安全用电[J].化工设计通讯,2019,08(03):180~181.
- [4]孙连山.建筑电气低压配电设计中各种接地系统的相关分析[J].工程技术研究,2019(5):202~203.