

电气接地与电气安全问题

王洪涛

河南神马尼龙化工有限责任公司电气厂 河南 平顶山 467000

摘要: 电气接地是保障电气系统安全稳定运行的关键环节,直接关系到人员生命与设备安全。随着电气技术广泛应用,接地系统故障、设备隐患及人为操作失误等问题日益凸显,严重威胁电气安全。本文深入剖析电气接地与安全现存问题,针对接地系统设计施工缺陷、设备管理维护不足、人员操作不规范等方面,提出优化接地系统、加强设备管理、强化人员培训及完善监测预警系统等策略,旨在提升电气系统安全水平,降低事故风险。

关键词: 电气接地; 电气安全; 问题

引言

在现代电力系统与电气设备运行中,电气接地作为保障安全的基础措施,对故障电流泄放、电位平衡及人员防护起着决定性作用。然而,接地系统老化、设备绝缘失效、操作人员安全意识薄弱等问题频发,导致电气安全事故时有发生。为此,本文围绕电气接地与安全问题的展开深入研究,系统分析接地系统故障、设备隐患及人为失误的成因,并针对性提出改进策略,为提升电气系统安全性能提供理论与实践参考。

1 电气接地概述

电气接地是电力系统与电气设备运行中的关键技术措施,通过将电气装置的导电部分与大地进行良好电气连接,实现系统稳定运行、保障设备安全以及人身防护的多重目标。在实际工程应用中,电气接地系统主要由接地极、接地线及相关电气设备组成,接地极作为与土壤直接接触的金属导体或导体群,其性能优劣直接影响整个接地系统的效能,而接地线则负责将电气设备与接地极可靠连接,形成完整的电气通路。从工作原理来看,当电气设备发生故障,如绝缘损坏导致带电部分意外接地时,接地系统能够迅速将故障电流引入大地。接地电阻作为衡量接地系统性能的核心参数,其数值大小决定了故障电流在接地装置与大地之间的分配情况。根据欧姆定律,在相同故障电压下,较低的接地电阻能够使更多故障电流流入大地,从而降低电气设备外壳及周围环境的对地电压,避免人员触电风险。对于电力系统而言,接地系统可有效维持三相系统的平衡运行,在不对称短路等故障情况下,通过接地电流的合理疏导,保障继电保护装置快速准确动作,隔离故障区域,减少停电范围。在工程实践中,接地方式的选择需综合考虑电力系统类型、电气设备特性以及环境条件等因素。常见的接地方式包括工作接地、保护接地和防雷接地等。工

作接地为电力系统正常运行提供基准电位,确保电压稳定和电能质量;保护接地则主要针对电气设备的金属外壳,防止因绝缘失效导致外壳带电引发触电事故;防雷接地用于将雷电产生的高电压、大电流安全引入大地,避免电气设备遭受雷击损坏。不同接地方式相互配合,共同构建起完善的电气安全防护体系,为电力系统与电气设备的稳定可靠运行筑牢基础。

2 电气安全问题分析

2.1 接地系统故障

接地系统作为保障电气设备安全运行、降低触电风险的关键防护措施,其故障产生往往源于多个复杂因素交织。在实际运行中,接地极材质因长期受土壤中水分、酸碱度及微生物侵蚀,会出现缓慢的电化学腐蚀现象,导致接地极截面逐渐减小,接地电阻不断攀升。当接地电阻超出规定阈值,雷电流或故障电流无法及时、有效地泄放入大地,会在电气设备外壳及相关金属构件上形成危险的高电位,严重威胁人员安全与设备稳定运行。接地系统施工质量缺陷也是引发故障的重要原因。若接地体埋设深度不足,未能达到设计要求的土壤导电层,或接地体与接地线之间连接不牢固,存在虚接、焊接不饱满等问题,会显著增加接地回路电阻值。此外,在接地系统运行过程中,周边环境变化如土方开挖、地下水水位波动等,会破坏接地体与土壤间的良好接触,造成接地性能下降。当发生电气设备绝缘击穿故障时,由于接地系统无法正常发挥作用,故障电流会通过其他非预期路径传导,可能引发火灾、设备损毁等严重后果。在一些大型复杂的电气系统中,不同接地系统之间若存在设计不合理的连接,会产生电位差干扰,影响系统正常运行。例如,工作接地、保护接地和防雷接地系统未按规范进行等电位联结,会导致各接地系统在故障时相互影响,进一步恶化故障状况,使故障排查与修复难度

大幅增加,严重削弱整个电气系统的安全性与可靠性^[1]。

2.2 电气设备隐患

电气设备在长期运行过程中,受多种因素影响会逐渐产生各类隐患。设备内部的绝缘材料随着使用年限增长,会因热老化、电老化及机械应力作用,出现绝缘性能下降的情况。例如,电缆绝缘层会因长期通过大电流产生的热量而逐渐变硬、变脆,进而产生裂纹;变压器内部的绝缘油在长期运行中会吸收水分、混入杂质,导致绝缘强度降低。这些绝缘性能的劣化,会使设备在正常运行电压下就可能发生局部放电现象,随着放电程度加剧,最终可能引发相间短路、对地短路等严重故障。电气设备的机械部件也容易出现隐患。断路器的触头在频繁分合闸操作过程中,会因电弧烧蚀而磨损,导致接触电阻增大,引起触头过热;电动机的轴承在长期运转下,会因润滑不足、磨损或受到异常振动冲击,出现轴承损坏、卡死等问题,不仅影响设备正常运转,还可能引发电动机绕组过载烧毁。电气设备的散热装置若出现故障,如风扇损坏、散热片堵塞等,会使设备内部热量无法及时散发,导致设备长期在高温环境下运行,加速设备老化,降低设备使用寿命,增加故障发生概率。一些电气设备在选型与安装过程中,若未充分考虑实际使用环境与工况要求,也会埋下隐患。例如,在潮湿、粉尘多的场所使用普通电气设备,未采取相应的防护措施,会使设备内部元件受潮、积尘,引发绝缘性能下降和电气接触不良等问题;在高温环境下使用散热性能不佳的电气设备,会使设备因过热而频繁跳闸,甚至损坏内部元件。这些因设备选型与安装不当产生的隐患,在设备运行过程中逐渐暴露,严重威胁电气系统的安全稳定运行。

2.3 人为操作失误

在电气系统运行维护过程中,人为操作失误是导致电气安全问题的重要因素。操作人员对电气设备的工作原理、操作流程理解不透彻,是引发失误的常见原因。例如,在对高压开关柜进行倒闸操作时,若操作人员不清楚各开关之间的逻辑关系与操作顺序,可能会出现带负荷拉刀闸、误合接地刀闸等严重违章操作,瞬间产生的强大电弧不仅会烧毁设备,还可能对操作人员造成严重的电弧灼伤和电击伤害。缺乏足够的实践经验与操作技能,也容易导致人为操作失误。新入职的电气操作人员在面对复杂的电气设备与突发情况时,往往因经验不足而无法做出正确判断与处理。如在处理电气设备异常声响、温度骤升等故障时,可能会采取错误的检查与处理方法,不仅无法排除故障,还可能使故障进一步扩

大。操作人员在操作过程中注意力不集中、精神状态不佳,同样会增加操作失误的风险。例如,长时间连续工作导致疲劳,或在操作时受外界干扰分心,都可能使操作人员忽略操作步骤中的关键细节,引发误操作。在电气设备检修与维护工作中,若操作人员不严格执行检修工艺标准与安全规范,也会带来安全隐患。例如,在进行电气设备接线时,若未按规定进行端子紧固,会导致接线松动,引起接触电阻增大、发热甚至打火;在对电气设备进行绝缘测试后,未对设备进行充分放电,残留电荷可能会对后续操作人员造成电击。这些人为操作失误,看似偶然,实则反映出操作人员专业素养与安全意识的不足,对电气系统的安全运行构成直接威胁^[2]。

3 提升电气接地与电气安全水平的策略

3.1 优化接地系统设计与施工

(1)在接地系统设计阶段,需充分考量电气设备的特性、运行环境以及预期的故障电流大小。对于复杂的电气系统,采用计算机辅助设计(CAD)软件进行三维建模,精准模拟接地网的散流特性与电位分布,确保接地电阻满足电气安全标准。结合土壤电阻率的现场实测数据,合理规划垂直接地极与水平接地极的布局,避免因土壤条件差异导致接地效果不均。(2)施工过程中,严格把控材料质量,选用耐腐蚀、导电性能优良的热镀锌钢材或铜质材料作为接地极与接地线,增强接地系统的耐久性。对接地极的埋设深度、焊接工艺执行高标准要求,确保接地极与土壤紧密接触,焊接处进行防腐处理,防止因氧化、锈蚀降低接地性能。通过分层夯实回填土,优化土壤的导电性能,提升接地系统的整体稳定性。(3)施工完成后,运用专业的接地电阻测试仪进行全面检测,逐点测量并详细记录不同位置的电阻数值,对测试数据进行深度分析。一旦发现接地电阻不达标区域,立即组织技术人员研讨,采用降阻剂、换土等技术措施进行优化改造。建立接地系统的全生命周期档案,详细记录设计参数、施工过程与检测数据,为后续的维护与升级提供可靠依据。

3.2 加强电气设备管理与维护

(1)构建完善的电气设备管理体系,对设备从采购、安装到运行的全过程进行精细化管控。在设备采购环节,组织专业团队开展市场调研,优先选择具备高可靠性与安全性的产品,严格审核设备的技术参数、质量认证文件以及供应商的信誉资质。安装过程中,安排技术人员现场监督,确保设备的安装位置、接线方式符合设计要求,做好设备的固定与防护措施,避免因外力作用导致设备损坏或电气连接松动。(2)制定科学合理的

设备维护计划,根据设备的运行工况与使用频率,定期开展巡检与预防性维护工作。运用红外热成像、局部放电检测等先进技术手段,对设备的运行状态进行实时监测,及时发现设备内部的潜在缺陷与异常发热点。对关键设备的绝缘性能、接触电阻等参数进行周期性测试,掌握设备性能的变化趋势,提前预判设备故障风险。

(3) 建立设备故障应急处理机制,储备充足的备品备件,确保在设备出现故障时能够迅速更换维修。针对常见的设备故障类型,制定标准化的故障处理流程,提高维修人员的故障处理效率。对设备故障进行深入分析,总结故障发生的原因与规律,反馈至设备管理与维护环节,优化设备选型与维护策略,降低设备故障率^[3]。

3.3 强化人员培训与安全教育

(1) 开展系统化的专业技能培训,针对不同岗位人员的工作需求,设计差异化的培训课程。对于电气安装与维护人员,不仅安排资深讲师重点讲授接地系统施工工艺、电气设备检测维修技术,还组织实地观摩学习。采用理论讲解与实际操作相结合的方式,提升其技术水平与实践能力。培训内容紧跟行业前沿与设备更新,确保人员知识技能的时效性。(2) 组织多样化的安全操作培训,通过案例分析、模拟演练等形式,强化人员的安全意识与应急处置能力。选取典型的电气安全事故案例,深入剖析事故发生的原因与教训,让人员直观认识到违规操作的危害性。设置模拟电气故障场景,让人员在实践中掌握触电急救、火灾扑救等应急处理方法,提高应对突发安全事件的能力。(3) 建立人员技能考核与评估机制,定期对培训效果进行检验。通过理论考试、实际操作考核等方式,全面评估人员对专业知识与安全技能的掌握程度。根据考核结果,为人员制定个性化的提升计划,对考核不达标人员进行针对性的强化培训,确保所有人员都具备胜任岗位工作的能力与安全素养。

3.4 完善电气安全监测与预警系统

(1) 搭建智能化的电气安全监测平台,集成多种先进的传感器技术,实现对电气系统运行参数的实时、全

面监测。运用电流传感器、电压传感器实时采集线路电流、电压数据,通过温度传感器监测电气设备关键部位的温度变化,利用局放传感器捕捉设备内部的局部放电信号,为电气安全分析提供丰富的数据支持。(2) 基于大数据分析 with 人工智能算法,对监测数据进行深度挖掘与处理。建立电气设备的健康状态评估模型,通过分析数据的变化趋势与特征,准确判断设备的运行状态与故障风险等级。设置科学合理的预警阈值,当监测数据超出正常范围时,系统自动发出预警信号,并以短信、邮件等多种方式通知相关人员,实现电气安全隐患的早发现、早处理。(3) 实现电气安全监测系统与其他相关系统的互联互通,构建一体化的安全管理体系。将监测系统与设备管理系统对接,实现监测数据与设备档案信息的共享,为设备维护提供数据依据。与应急指挥系统联动,在发生安全事故时,快速启动应急响应程序,提高事故处置的效率与准确性,保障电气系统的安全稳定运行^[4]。

结语

综上所述,电气接地与电气安全是保障电力系统稳定运行和人员生命财产安全的重要环节。通过优化接地系统设计施工、加强设备管理维护、强化人员培训教育及完善安全监测预警系统,可有效降低电气安全风险。未来,随着电气技术的持续发展,需进一步深化电气接地与安全研究,探索智能化、数字化技术在电气安全领域的应用,推动电气安全保障体系不断完善。

参考文献

- [1] 孙阳阳.电气接地与电气安全问题[J].中国房地产业,2021(9):201.
- [2] 徐美.探析电气接地与电气安全问题[J].电脑采购,2020(17):67-69.
- [3] 熊安明.探析电气接地与电气安全问题[J].通信电源技术,2020,37(4):234-235.
- [4] 张世龙.电气接地和电气安全问题解析[J].百科论坛电子杂志,2021(11):3126.