

电气系统中电气接地及电气保护技术

韩云慧

北方联合电力有限责任公司呼和浩特金桥热电厂 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：电气接地及电气保护技术是电气系统中至关重要的组成部分，它们直接关系到电气系统的安全稳定运行。文章综述了电气接地在降低接地电阻、提高接地效果方面的关键作用，以及电气保护技术在防止设备损坏、保障人员安全方面的应用。通过引入智能电气保护设备和网络化远程监控技术，电气系统的安全性和稳定性得到了显著提升。本文旨在为电气系统的设计、安装和维护提供理论指导和实践参考，推动电气接地及电气保护技术的持续进步。

关键词：电气系统；电气接地；电气保护

1 电气接地概述

1.1 电气接地的定义与重要性

电气接地是指将电力电讯等设备的金属底盘或外壳接上地线，利用大地作为电流回路的一种做法。在电力系统中，将设备和用电装置的中性点、外壳或支架与接地装置用导体作良好的电气连接，这一过程被称为接地。电气接地的重要性在于它不仅能有效防止人身遭受电击，还能保护设备免受损坏、预防火灾、防止雷击和静电损害，以及确保电力系统的正常运行。

1.2 电气接地的基本功能

电气接地的基本功能主要包括；人体阻抗和所处环境的状况有极大的关系，环境越潮湿，人体的阻抗越低，也越容易遭受电击。接地是防止电击的一种有效的方法。电气设备通过接地装置接地后，使电气设备的电位接近地电位，从而减少触电的危险。电力系统的接地，又称工作接地，一般在变电站或变电所对中性点进行接地^[1]。工作接地的目的是使电网的中性点与地之间的电位接近于零，从而防止因相线碰壳或断裂后碰地导致的其他两相电压升高，保护电气设备不受损坏。雷电发生时，会产生感应雷，接地可以将雷电流迅速引入大地，防止雷击造成的损害。接地也能有效防止静电积累对电子设备的干扰和损害。

1.3 电气接地的分类及应用场景

电气接地根据不同的应用场景和功能需求，可以分为多种类型；（1）防雷接地：为把雷电迅速引入大地，以防止雷害为目的的接地。主要应用于建筑物和电气设备的防雷保护，如避雷针、避雷带等。（2）交流工作接地：将电力系统中的某一点，直接或经特殊设备与大地作金属连接。主要应用于变压器中性点或中性线（N线）接地，确保电力系统的稳定运行。（3）安全保护接地：将电气设备不带电的金属部分与接地体之间作良好的金

属连接。主要用于防止电气装置的金属外壳、配电装置的构架等带电危及人身和设备安全。（4）直流接地：为了使各个电子设备的准确性好、稳定性高，除了需要一个稳定的供电电源外，还必须具备一个稳定的基准电位。直流接地主要应用于电子设备，确保其准确性和稳定性。（5）防静电接地：为防止智能化大楼内电子计算机机房干燥环境产生的静电对电子设备的干扰而进行的接地。（6）屏蔽接地：为了防止外来的电磁场干扰，将电子设备外壳体及设备内外的屏蔽线或所穿金属管进行的接地。主要应用于高频技术设备，如无线电广播、通信、电视台和导航等。（7）功率接地系统：电子设备中，为防止各种频率的干扰电压通过交直流电源线侵入，影响低电平信号的工作而装有交直流滤波器，滤波器的接地称功率接地。

2 电气接地及电气保护技术的常见问题

2.1 接地电阻超标问题

接地电阻是衡量接地装置性能的重要指标之一，它反映了接地装置与大地之间的导电性能。当接地电阻超标时，会导致接地系统的接地效果大打折扣，甚至失去保护作用。接地电阻超标的原因可能包括土壤电阻率高、接地体尺寸不足、接地体埋设深度不够、接地体与土壤接触不良等。这些问题可能导致接地电流无法有效流入大地，进而造成设备外壳带电、雷击保护失效等安全隐患^[2]。

2.2 电气保护设备误动作问题

电气保护设备是确保电力系统安全稳定运行的重要组成部分。在实际运行中，电气保护设备可能会出现误动作的情况，即在没有真正发生故障的情况下，保护设备错误地切断了电路。误动作的原因可能包括保护定值设置不当、保护设备本身故障、电磁干扰等。误动作不仅会导致供电中断，还可能对设备和人员造成损害。

2.3 接地故障检测与定位问题

接地故障是电力系统中常见的故障类型之一，它可能导致设备损坏、供电中断甚至火灾等严重后果。接地故障的检测与定位却是一项具有挑战性的任务。由于接地故障电流通常较小，且可能受到多种因素的影响，如土壤电阻率、接地体材料、故障点位置等，因此很难准确快速地定位故障点。接地故障还可能伴随着电弧放电、火花等现象，进一步增加了检测和定位的难度。

3 电气接地及电气保护技术在电气系统中的应用

3.1 在发电厂中的应用

电气接地及电气保护技术在发电厂中的应用至关重要，它们直接关系到发电厂的安全稳定运行和发电效率。发电厂作为电力系统的核心部分，其内部包含大量的电气设备，如发电机、变压器、开关设备等，这些设备在工作过程中会产生大量的电流和电压。为了确保这些设备的安全运行，防止因电气故障导致的事故，发电厂必须采取有效的电气接地和电气保护措施。在发电厂的电气接地系统中，通常将发电机的中性点、变压器的外壳、开关设备的支架等金属部分与大地进行可靠的连接，形成接地网。这样不仅可以降低电气设备的接地电阻，提高接地效果，还能在设备发生漏电或短路故障时，将故障电流迅速引入大地，防止故障电流对设备和人员造成损害。发电厂还会设置专门的接地电阻监测装置，实时监测接地电阻的变化情况，确保接地系统的正常运行。在电气保护方面，发电厂采用了多种保护措施，如过电流保护、差动保护、接地故障保护等。这些保护措施能够实时监测电气设备的运行状态，一旦发现异常情况，立即切断故障电路，防止故障扩大。发电厂还会设置备用电源和自动切换装置，确保在主电源故障时，能够迅速切换到备用电源，保证发电厂的连续供电。

3.2 在变电站中的应用

变电站作为电力系统中的关键节点，承担着电能的传输、分配和转换任务。在变电站中，电气接地及电气保护技术的应用同样至关重要。变电站内部包含大量的高压电气设备，如变压器、开关柜、互感器等，这些设备在运行时需要承受极高的电压和电流。为了确保这些设备的安全运行，防止因电气故障导致的事故，变电站必须采取有效的电气接地和电气保护措施^[3]。在变电站的电气接地系统中，通常将变压器的中性点、开关柜的金属外壳、互感器的二次绕组等金属部分与大地进行可靠的连接，形成完整的接地系统。这样可以确保在设备发生漏电或短路故障时，故障电流能够迅速通过接地系统流入大地，防止故障电流对设备和人员造成损害。

同时，变电站还会设置专门的接地电阻测试装置，定期对接地电阻进行测试，确保接地系统的正常运行。在电气保护方面，变电站采用了多种保护措施，如过电流保护、零序电流保护、差动保护等。这些保护措施能够实时监测电气设备的运行状态，一旦发现异常情况，立即切断故障电路，防止故障扩大。此外，变电站还会设置自动重合闸装置和故障录波装置，以便在发生故障时能够迅速恢复供电并记录下故障波形，为故障分析和处理提供依据。电气接地及电气保护技术在变电站中的应用，不仅提高变电站的安全性和稳定性，还为其高效运行提供有力保障。

3.3 在输电线路中的应用

输电线路作为电力系统中的重要组成部分，承担着电能的传输任务。在输电线路中，电气接地及电气保护技术的应用同样具有重要意义。输电线路通常暴露在自然环境中，容易受到雷击、风灾等自然灾害的影响，因此必须采取有效的电气接地和电气保护措施，确保输电线路的安全运行。在输电线路的电气接地系统中，通常将杆塔、导线、避雷线等金属部分与大地进行可靠的连接，形成接地网。这样可以确保在输电线路遭受雷击时，雷电流能够迅速通过接地系统流入大地，防止雷电流对输电线路和周边设备造成损害。输电线路还会设置专门的接地电阻测试装置和接地装置检查装置，定期对接地电阻和接地装置进行检查和测试，确保接地系统的正常运行。在电气保护方面，输电线路采用了多种保护措施，如避雷器保护、重合闸保护等。避雷器能够吸收和释放雷电能量，防止雷电对输电线路造成损害；重合闸保护则能够在输电线路发生故障时迅速切断故障电路，并在故障消除后自动重合闸，恢复供电。输电线路还会设置故障指示器和远程监控装置，以便在发生故障时能够迅速定位故障点并采取相应的处理措施。

3.4 在工业与民用建筑中的应用

在工业与民用建筑中，电气接地及电气保护技术的应用同样具有重要意义。这些建筑内部包含大量的电气设备，如照明设备、空调设备、电梯设备等，这些设备在运行时需要消耗大量的电能。为了确保这些设备的安全运行和人员的安全使用，工业与民用建筑必须采取有效的电气接地和电气保护措施。在工业与民用建筑的电气接地系统中，通常将电气设备的金属外壳、配电箱的金属外壳等金属部分与大地进行可靠的连接，形成接地系统。这样可以确保在电气设备发生漏电或短路故障时，故障电流能够迅速通过接地系统流入大地，防止故障电流对设备和人员造成损害。建筑内部还会设置专门

的接地电阻测试装置和等电位联结装置,定期对接地电阻进行测试并确保建筑内部各处的电位相等,防止电位差引起的触电事故^[4]。在电气保护方面,工业与民用建筑采用多种保护措施,如过载保护、短路保护、漏电保护等。这些保护措施能够实时监测电气设备的运行状态和电流变化情况,一旦发现异常情况立即切断故障电路或采取其他保护措施,防止故障扩大和造成损害。建筑内部还会设置消防报警系统和应急照明系统等辅助设施,以便在发生故障或紧急情况时能够迅速采取相应的处理措施并保障人员的安全疏散。

4 电气接地及电气保护技术的未来发展趋势

4.1 智能电气保护设备的应用与发展

随着科技的飞速发展,智能电气保护设备已成为电气接地及电气保护技术的重要发展方向。这些设备集成了先进的传感器技术、计算机技术和通信技术,具备实时监测、故障预警、故障定位及自我保护等多种功能。在未来,智能电气保护设备将更加注重集成化和模块化设计,以适应不同电气系统的需求。智能电气保护设备将采用更高性能的传感器,实现对电气参数的精确监测。这些传感器能够实时监测电流、电压、温度等关键参数,一旦发现异常,立即发出预警信号,从而有效避免电气故障的发生。智能电气保护设备将具备更强的数据处理能力,能够通过对监测数据的分析,准确判断故障类型和原因,为故障处理提供有力支持。智能电气保护设备还将具备自我保护功能,在检测到设备自身故障时,能够自动切断故障电路,防止故障扩大,保障整个电气系统的安全运行。在未来,智能电气保护设备还将进一步与物联网、大数据等先进技术融合,实现更高效的故障预警和故障处理。通过物联网技术,智能电气保护设备能够与其他电气设备进行信息共享和协同工作,提高整个电气系统的运行效率和稳定性。大数据技术的应用将使智能电气保护设备能够更准确地分析电气系统的运行状态,预测潜在故障,为电气系统的维护和管理提供更加科学的依据。

4.2 电气保护系统的网络化与远程监控

电气保护系统的网络化与远程监控是未来电气接地及电气保护技术的另一重要发展方向。随着网络技术的

不断进步,电气保护系统已经能够实现远程监控和故障诊断。通过网络连接,操作人员可以随时随地获取电气保护系统的运行状态和故障信息,实现对电气系统的远程管理和维护^[5]。在未来,电气保护系统的网络化与远程监控将更加注重实时性和准确性。通过采用更先进的网络通信技术,电气保护系统能够实现更高效的数据传输和共享,使操作人员能够实时了解电气系统的运行状态和故障信息。电气保护系统还将采用更精确的故障诊断算法,能够更准确地判断故障类型和原因,为故障处理提供更加科学的依据。电气保护系统的网络化与远程监控还将与智能电网、智能家居等先进技术融合,实现更广泛的互联互通。通过与智能电网的连接,电气保护系统能够实时获取电网的运行状态和负荷信息,为电气系统的优化运行提供有力支持。通过与智能家居的连接,电气保护系统能够实现对家庭电气设备的远程监控和管理,提高家庭用电的安全性和便利性。

结束语

综上所述,电气接地及电气保护技术在电气系统中发挥着不可替代的作用。随着科技的不断发展,电气接地技术将更加智能化、精确化,电气保护技术也将更加网络化、远程化。期待在未来的电气系统设计和维护中,能够充分利用这些先进技术,提高电气系统的安全性和稳定性,为人们的生产生活提供更加可靠的电力保障。同时也希望相关领域的专家学者能够持续关注和研究电气接地及电气保护技术,推动其不断向前发展。

参考文献

- [1]黄岐山.建筑电气低压配电设计中各种接地系统的分析[J].工程技术研究,2022(05):201~202.
- [2]陈利富.高层建筑电气施工及接地保护措施的探究[J].科技风,2022(06):97-98.
- [3]王振朋.民用建筑电气施工接地保护问题浅述[J].江西建材,2022(02):170+173.
- [4]陈凌云.电气自动化系统中继电保护安全技术研究[J].光源与照明,2024,(05):147-149.
- [5]孟翀.电气自动化系统中的继电保护技术研究[J].光源与照明,2024,(05):153-155.