

# 电气自动化中电气接地及电气保护技术要点

吴 奇

中国能源建设集团浙江火电建设有限公司 浙江 杭州 310000

**摘 要：**电气接地与电气保护技术是电气自动化系统的关键组成部分，对于确保系统安全运行至关重要。本文详细阐述了电气接地的分类、作用及技术要点，包括工作接地、保护接地、防雷接地等，并深入分析了电气保护技术，如短路保护、过载保护、漏电保护等的原理与实现方式。通过合理设计与实施这些技术，可有效提高电气自动化系统的安全性、可靠性与稳定性，为相关领域提供全面的理论依据与技术指导。

**关键词：**电气自动化；电气接地；电气保护；技术要点

引言：电气自动化技术广泛应用于现代各领域，其系统的安全性与稳定性备受关注。电气接地与电气保护作为系统安全的重要保障，其技术要点的掌握与实施至关重要。本文旨在深入探讨电气接地与电气保护的技术细节，包括接地的分类与作用、保护技术的原理与实现，以为电气自动化系统的设计与运维提供有力支持，确保系统安全、高效运行。

## 1 电气自动化中的电气接地及电气保护的意义

电气自动化中的电气接地及电气保护技术对于确保系统的安全稳定运行至关重要，首先，电气接地技术为电气系统提供了基本的安全保护措施。接地是指将电气设备的金属外壳或框架与大地连接起来，以防止因设备绝缘损坏而带电，造成触电事故。当设备发生漏电或故障时，通过接地可以将漏电流或故障流通过导线迅速引入大地，避免人体触及带电体而引发触电事故。良好的接地设计还可以减少信号传输过程中产生的干扰和噪声，提高信号传输质量和稳定性。在雷暴天气条件下，接地还能将雷击引入大地，保护设备免受雷击的影响。其次，电气保护技术对于防止电气设备受到过载、短路、过压等故障的影响具有重要意义。过载保护、短路保护和过压保护等措施能够确保系统在异常情况下及时切断电源，防止设备损坏和火灾等安全事故的发生<sup>[1]</sup>。例如，过载保护装置如熔断器和断路器可以在电流超过额定值时自动切断电路，防止设备长时间承受超过额定电流的负荷。短路保护装置则能在两个或多个导体之间发生直接接触或极近接触时迅速切断电路，防止电流急剧增加引发的火灾和爆炸。此外，合理的接地系统设计和电气保护措施还能提高电气系统的稳定性和可靠性。通过科学选择接地电阻、接地方式和接地检测等措施，可以确保电气系统在正常运行和故障情况下都能保持稳定的工作状态。这对于提高生产效率、保障设备安全、延

长设备使用寿命等方面都具有积极作用。

## 2 电气自动化中电气接地技术要点

### 2.1 工作接地

工作接地主要目标是确保电力系统和电气设备在正常运行及事故状态下均能保持稳定工作。在三相四线制供电系统中，工作接地的实现方式是将变压器的中性点直接接地，这一举措对于维持系统电位的稳定至关重要。通过工作接地，可以确保三相电压的平衡，使相电压稳定在额定值附近，从而保障电气设备的正常运行。接地电阻的大小直接影响工作接地的效果，在低压配电系统中，接地电阻值通常需严格控制在 $4\Omega$ 以内。这是因为，当系统发生单相接地故障时，较小的接地电阻能够有效限制非故障相电压的升高幅度，避免设备绝缘因承受过高的电压而受损。准确的工作接地还能为继电保护装置提供可靠的故障信号，使其能够迅速、准确地切除故障线路，防止故障扩大，保障系统的整体安全。在实施工作接地时，还需考虑接地体的材料、埋设深度及数量等因素。通常，接地体应采用耐腐蚀、导电性能良好的材料，如铜、镀锌钢等。埋设深度应满足当地土壤电阻率的要求，必要时可采用深埋或增加接地体数量的方式来降低接地电阻，确保工作接地的有效性。

### 2.2 保护接地

保护接地是为了防止电气设备因绝缘损坏而带电，从而对人体构成触电威胁而设置的接地方式。在电气自动化系统中，许多设备的外壳、机架等金属部分在正常情况下是不带电的，但一旦设备内部发生绝缘损坏，这些金属部分就可能带电，成为潜在的触电风险源。通过保护接地，可以将这些可能带电的金属部分与大地相连，使它们的电位接近大地电位。这样，即使人员接触到这些金属部分，也不会因为电位差而造成触电。保护接地适用于中性点不接地或经高阻抗接地的系统，其接

地电阻值同样有严格要求,一般不超过 $4\Omega$ 。在特殊环境或对安全要求极高的场所,如医院、化工厂等,接地电阻值甚至需要更低。保护接地的线路设计需考虑其机械强度和热稳定性,确保在故障情况下能够可靠地传导故障电流而不至于损坏。此外,保护接地还应与系统的其他接地系统(如工作接地、防雷接地等)合理分隔,避免相互干扰,确保各自功能的独立性和有效性。

### 2.3 防雷接地

防雷接地是电气接地技术中用于防御雷电危害的重要组成部分,防雷接地系统的目的就是将被雷电电流安全地引入大地,避免其对设备和建筑物造成损害。防雷接地系统通常由接闪器(如避雷针、避雷带、避雷网等)、引下线和接地体三部分组成。接闪器负责捕捉雷电,将其引入引下线;引下线则将雷电电流传导至接地体;接地体最终将雷电电流散入大地。防雷接地的接地电阻值需根据防雷等级和当地土壤电阻率等因素综合确定,一般要求不超过 $10\Omega$ 。在雷电多发地区或对防雷要求极高的场所,如变电站、通信基站、高层建筑等,需要采取更为严格的防雷接地措施<sup>[2]</sup>。例如,采用深埋接地极、增加接地极数量、使用降阻剂或铺设防雷接地网等方法来降低接地电阻,提高防雷效果。还需定期对防雷接地系统进行检测和维护,确保其处于良好的工作状态。

### 2.4 防静电接地

在电气自动化系统中,许多设备在运行过程中会产生静电。静电积累到一定程度时,可能会引发设备故障、数据丢失甚至火灾或爆炸等严重后果。因此,防静电接地成为消除静电危害、保障系统安全的重要措施。防静电接地的原理是将设备产生的静电及时导入大地,避免静电积累。其接地电阻要求相对较宽,一般不超过 $100\Omega$ 。防静电接地的线路应与设备的金属外壳、机架等可靠连接,确保静电能够顺畅传导。在一些对静电特别敏感的场所,如电子芯片制造车间、计算机机房等,还需要采取额外的防静电措施,如铺设防静电地板、使用防静电工作服、安装静电消除器等,与防静电接地配合使用,形成全方位的静电防护体系。

### 2.5 屏蔽接地

电力电缆产生的磁场、通信线路传输的信号等都会形成电磁干扰,对设备的正常运行和信号传输造成干扰。屏蔽接地作为一种有效的电磁兼容技术,能够显著减少电磁干扰对设备和信号传输线路的影响。屏蔽接地的原理是将屏蔽层接地,使屏蔽层上感应的电磁干扰电流流入大地,从而减小对设备和信号传输线路的干扰。对于高频信号的屏蔽接地,由于高频信号具有较强的趋

肤效应,接地长度应尽量短,以减小接地电感对屏蔽效果的影响。在实施屏蔽接地时,需注意屏蔽层的选择和接地方式的设计。屏蔽层应选用导电性能好、耐腐蚀的材料,如铜箔、铝箔等。接地方式则应根据设备和信号传输线路的具体情况进行选择,可采用单点接地、多点接地或混合接地等方式,以确保屏蔽效果的最佳化<sup>[3]</sup>。此外,屏蔽接地应与其他接地系统(如工作接地、保护接地等)合理分隔,避免相互干扰。在布局上,应尽量避免屏蔽层与其他接地系统形成环路,以减少地环路干扰。还需要定期对屏蔽接地系统进行检测和维护,确保其处于良好的工作状态,为电气自动化系统的安全、稳定运行提供有力保障。

## 3 电气自动化中电气保护技术要点

### 3.1 短路保护

短路是电气系统中的突发状况,往往因线路老化、绝缘破损、操作失误或外力破坏等因素引起,其后果是电流瞬间激增,远超设备和线路的设计承载能力,极易导致设备损坏、火灾甚至更严重的安全事故。熔断器和断路器是短路保护中的主力,熔断器,以其结构简单、反应迅速著称,通过内置熔体的熔化来切断电路,实现对短路故障的快速响应。选用熔断器时,需精确计算被保护对象的正常工作电流,并在此基础上乘以一个安全系数(通常为1.5至2.5倍),以确保在不影响设备正常运行的前提下,能有效应对短路情况。熔断器的熔断特性需与被保护设备的热稳定性和动稳定性相匹配,避免误动作或拒动作的发生。断路器除了短路保护外,还具备过载保护、欠压保护等多种功能。当短路发生时,断路器内部的脱扣器迅速响应,驱动断路器跳闸,切断故障电路。断路器的短路保护整定值需根据线路的实际短路电流进行计算,确保既能及时切断故障,又不会因误动作影响系统的正常运行。此外,断路器的分断能力也是关键指标之一,必须大于线路可能发生的最大短路电流,以确保在极端情况下也能可靠工作。

### 3.2 过载保护

过载是指电气设备或线路的实际运行电流长期超过其额定值,虽不如短路那样猛烈,但长期累积的过热效应会加速设备绝缘材料的老化,降低设备性能,缩短使用寿命,甚至引发火灾,因此,过载保护技术同样不可或缺。热继电器可以利用电流通过导体产生的热量来触发保护动作,当电流超过整定值并持续一定时间后,热继电器内部的双金属片因受热不均而弯曲,推动触点动作,切断控制电路,进而断开主电路,实现对设备的保护。热继电器的整定电流需根据被保护设备的额定电流

精确设定,通常选取设备额定电流的0.95至1.05倍,以确保既能有效保护设备,又不会因轻微过载而频繁动作。具有过载保护功能的断路器则是另一种选择,这类断路器内置热脱扣器,通过监测电流的热效应来判断是否过载,其整定原理与热继电器相似,但集成了更多保护功能,使用更为方便。在实际应用中,应根据设备的具体需求和运行环境选择合适的过载保护装置,确保系统的安全稳定运行。

### 3.3 漏电保护

漏电保护技术的实施对于保障人身安全和预防电气火灾具有重要意义,漏电保护装置根据工作原理可分为电压型和电流型两种,其中电流型漏电保护装置因其灵敏度高、稳定性好而得到广泛应用。电流型漏电保护装置通过监测漏电流的大小和动作时间来判断是否需要切断电源。其动作电流根据保护目的的不同,分为高灵敏度、中灵敏度和低灵敏度三种级别。高灵敏度漏电保护装置主要用于防止人身触电事故,动作电流一般不超过30mA;中灵敏度漏电保护装置则兼顾人身安全和设备保护,动作电流在30mA至1000mA之间;低灵敏度漏电保护装置则主要用于防止电气火灾等严重故障,动作电流大于1000mA。漏电保护装置的動作时间也是关键,为了确保在漏电发生时能够迅速切断电源,避免事故扩大,高灵敏度漏电保护装置的動作时间通常不超过0.1秒。此外,漏电保护装置应安装在配电箱或开关箱内,与其他电气保护装置如短路保护器、过载保护器等配合使用,形成一套完整的电气保护系统,确保在任何情况下都能迅速、准确地响应故障,保障系统的安全稳定运行。

## 4 电气自动化中电气接地及电气保护技术的未来发展趋势

### 4.1 智能化

智能化是电气接地及电气保护技术未来发展的方向,随着人工智能、大数据、云计算等先进技术的不断成熟,电气系统将实现更深层次的智能化管理。智能传感器将遍布电气系统的各个角落,实时监测电流、电

压、温度等关键参数,通过大数据分析技术,对海量数据进行快速处理和分析,准确预测系统运行状态,及时发现潜在的故障隐患。智能算法的应用将使电气保护更加精准,基于机器学习的故障诊断模型能够自动学习电气系统的运行规律,识别异常模式,提前发出预警,甚至自动采取预防措施,如调整保护参数、切换备用设备等,从而有效避免事故的发生,提升系统的可靠性和稳定性。

### 4.2 集成化

传统的电气保护系统往往由多个独立的保护装置组成,难以形成有效的协同保护。未来,通过集成化设计,可以将多种保护技术(如过流保护、接地保护、漏电保护等)有机融合,实现保护功能的互补和协同。集成化保护系统不仅能够简化系统设计,减少设备数量,降低安装和维护成本,更重要的是能够提升保护的整体效能。通过统一的控制平台,实现对所有保护装置的集中管理和协调控制,确保在故障发生时,各保护装置能够迅速响应,协同作战,最大限度地减少故障对系统的影响。

### 结语

电气接地与电气保护技术是电气自动化领域不可或缺的重要组成部分,随着技术的不断发展,智能化、集成化、高效化与绿色化将成为未来电气接地与保护技术的发展趋势。通过持续创新与优化,这些技术将为电气自动化系统提供更加全面、高效的安全保障,推动电气自动化领域的可持续发展,为生产生活带来更加安全、稳定的电力环境。

### 参考文献

- [1]李轩.自动化系统中的电气接地及保护技术分析[J].集成电路应用,2024,41(7):262-263.
- [2]陈贵堂.电气自动化的接地及保护技术要点研究[J].科学与财富,2021,13(26):71-72.
- [3]刘锐.电气自动化中电气接地及电气保护技术措施[J].建筑工程技术与设计,2021(7):1735.