

化工仪表及控制系统接地技术分析

何文阳

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃二分公司 宁夏 银川 750000

摘要：化工仪表及控制系统接地是确保生产安全、提高系统稳定性的关键技术。本文分析了接地技术的分类，主要包括保护接地和工作接地。保护接地旨在保障人身安全和设备稳定运行，包括防静电、防雷等措施；工作接地则确保仪表数据的准确度和可靠度，涉及回路、屏蔽和本质安全接地。合理的接地设计需遵循等电位连接原则，并控制接地电阻值，以实现仪表及控制系统的安全、可靠运行。接地技术的选择与实施需严格遵循相关设计规范及实际工程经验。

关键词：化工仪表；控制系统；接地技术

引言：在化工生产环境中，仪表及控制系统的稳定性和可靠性至关重要，直接关系到生产安全及效率。接地技术作为保障电气系统安全运行的关键措施，在化工仪表及控制系统中的应用显得尤为重要。本文将对化工仪表及控制系统的接地技术进行全面分析，探讨其设计原则、实施策略及优化方向，以期为化工企业的电气安全管理和仪表控制系统优化提供科学依据和技术支撑，促进化工行业的持续健康发展。

1 化工仪表及控制系统接地概述

1.1 接地的定义与分类

(1) 保护接地与工作接地的概念。接地在电气工程中是一项基础而至关重要的技术，尤其在化工仪表及控制系统中，其重要性不言而喻。保护接地，顾名思义，是为了确保人员和设备的安全而设置的接地。当电气设备或线路因绝缘损坏而发生漏电时，保护接地能迅速将漏电电流导入大地，防止电流通过人体或设备造成危害。工作接地则是为了保障系统的正常运行而设置的，它涉及信号的传输、电磁干扰的屏蔽等多个方面。(2) 本质安全接地、屏蔽接地、防静电接地、防雷接地的特点。本质安全接地主要用于具有爆炸性气体或粉尘的环境，通过限制电路中的能量，确保在故障状态下也不会引发爆炸。屏蔽接地则是用来防止电磁干扰对仪表及控制系统造成负面影响，提高信号的传输质量和系统的稳定性。防静电接地主要针对静电的积累和放电，避免对设备和人员造成损害。防雷接地则是为了保护整个系统免受雷击的破坏，将雷电流安全地引入大地。

1.2 接地的原则与要求

(1) 单点接地与等电位接地的原则。在化工仪表及控制系统中，单点接地原则要求每个电路或信号回路只能有一个接地点，以避免形成接地回路引入干扰。等电

位接地原则则是要求所有可能带有危险电压的金属部分都应接地系统连接，确保它们处于同一电位，从而防止人员因接触不同电位的金属部分而遭受电击。(2) 接地电阻的要求与计算方法。接地电阻是衡量接地效果的重要指标。一般来说，接地电阻越小，接地效果越好。接地电阻的要求通常根据系统的具体需求和标准来确定。计算方法则涉及接地体的形状、尺寸、土壤电阻率等多个因素，需要综合考虑并进行精确计算^[1]。

1.3 接地在化工仪表及控制系统中的应用价值

(1) 提高系统稳定性与可靠性。合理的接地设计可以有效地消除电磁干扰和静电干扰，提高信号的传输质量和系统的稳定性。同时，它还能保护系统免受雷击等自然灾害的破坏，从而提高整个系统的可靠性。(2) 保障人员与设备安全。保护接地和防雷接地等措施能够确保在电气故障或自然灾害发生时，电流能够迅速导入大地，避免对人员和设备造成损害。这对于化工生产这样高风险、高要求的行业来说至关重要。

2 化工仪表及控制系统接地技术分析

2.1 保护接地技术

(1) 保护接地的设置方法与要求。保护接地的设置方法主要包括将电气设备的金属外壳、构架、支架等部分通过接地线与大地相连。在设置时，需确保接地电阻符合规定，通常不大于 4Ω ，以保证在故障情况下电流能迅速导入大地，减少触电风险。接地线应选用耐腐蚀、导电性能良好的材料，如铜材或镀锌钢材，并应确保连接牢固可靠，避免松动或断裂。此外，接地线应尽量避免与电源线平行敷设，以减少电磁干扰。(2) 爆炸危险环境与非爆炸危险环境中的接地策略。在爆炸危险环境中，由于存在易燃易爆物质，电气设备的接地需更加严格。此时，除满足一般接地要求外，还应考虑采取防爆

措施,如使用防爆型电气设备、加强接地系统的密封性等。同时,接地电阻的要求可能更为严格,需根据具体环境确定。在非爆炸危险环境中,虽然对接地策略的要求相对宽松,但仍需确保接地系统的完整性和可靠性,防止因接地不良导致的触电或设备损坏事故^[2]。(3)金属电缆槽、保护管的接地处理。金属电缆槽和保护管作为电气线路的重要组成部分,其接地处理同样重要。这些部分应单独设置接地线,并与主接地网相连,以确保在故障情况下电流能迅速导入大地。接地线的连接应牢固可靠,避免松动或断裂。同时,金属电缆槽和保护管的接地电阻也应符合规定,以保证接地系统的有效性。

2.2 工作接地技术

(1)仪表信号回路接地的实施。仪表信号回路接地通常是将信号线的负极(或信号参考点)与接地系统相连。在实施时,需确保接地电阻小、连接可靠,并避免与其他接地系统形成电位差干扰。同时,应根据仪表的精度要求和工作环境选择合适的接地方式,如单点接地、多点接地或混合接地等。单点接地适用于低频信号回路,可减少电位差干扰;多点接地适用于高频信号回路,可降低接地阻抗,提高抗干扰能力。(2)隔离信号与非隔离信号的接地差异。隔离信号与非隔离信号在接地方面存在显著差异。隔离信号由于采用了隔离器或变压器等元件,使得信号回路与电源回路实现电气隔离,因此不需要专门的工作接地。而非隔离信号则需要建立稳定的工作接地系统,以确保信号的准确性和稳定性。在接地时,应注意避免将非隔离信号的接地线与电源线、其他信号线等形成环路,以减少电磁干扰。(3)工作接地汇流排与汇总板的设计。工作接地汇流排和汇总板的设计对于确保接地系统的可靠性和稳定性至关重要。汇流排和汇总板应选用导电性能良好的材料,并确保连接牢固可靠。同时,应根据系统规模和需求合理设计汇流排和汇总板的布局和尺寸,以满足实际应用需求。在设计时,还应考虑电磁兼容性要求,避免产生不必要的电磁干扰^[3]。

2.3 本质安全系统接地技术

(1)隔离式安全栅与齐纳式安全栅的接地要求。本质安全系统接地主要用于限制爆炸点火所需能量,确保系统在短路或电火花等故障情况下不会引发爆炸。隔离式安全栅和齐纳式安全栅是本质安全系统中的重要组成部分。隔离式安全栅由于内部有可靠的隔离单元,因此对地电势不会产生影响,不需要专门的本安接地。而齐纳式安全栅则需要接地以限制对地电势,防止故障电流引入危险区。在接地时,应确保接地电阻小、连接可

靠,并遵循相关标准的要求。(2)齐纳式安全栅接地连接示意图与注意事项。齐纳式安全栅的接地连接示意图通常包括接地端子、接地线和接地体等部分。在连接过程中,应注意以下事项:确保接地端子与齐纳式安全栅的金属部分牢固连接;使用专用的接地线将接地端子与接地体相连;避免接地线与电源线、信号线等形成环路或交叉;定期检查接地连接的状态,及时发现并处理潜在的接地故障。

2.4 屏蔽接地技术

(1)信号线屏蔽层的接地方式。信号线屏蔽层接地是为了减少电磁干扰对信号传输的影响。在化工行业中,常用的信号线屏蔽层接地方式包括单点接地和多点接地。单点接地适用于低频信号或长距离传输的信号线;多点接地则适用于高频信号或短距离传输的信号线。在选择接地方式时,应根据信号线的特性、传输距离以及系统的接地需求进行综合考虑。(2)屏蔽电缆在接线箱与机柜处的接地处理。屏蔽电缆在接线箱与机柜处的接地处理对于确保系统的电磁兼容性至关重要。在接线箱处,应将屏蔽层与接线箱的接地端子牢固连接;在机柜处,则应将屏蔽层与机柜的金属部分或专门的接地汇流排相连。在连接过程中,应确保接地电阻小且连接可靠,并避免与其他接地系统形成干扰或环路^[4]。

2.5 防静电接地与防雷接地技术

(1)防静电接地的设置方法与范围。防静电接地主要用于消除静电积累,防止静电放电对设备和人员造成损害。通常,在化工行业中,对于可能产生静电积累的设备和区域,如储罐、管道、泵等,都应设置防静电接地。防静电接地电阻一般要求较小,以确保静电能够迅速泄放。在设置防静电接地时,应确保接地线与设备的连接牢固可靠,并遵循相关标准的要求。(2)防雷接地的网型结构设计。防雷接地主要用于保护设备和系统免受雷击的破坏。通常,防雷接地系统采用网型结构设计,以确保雷击时电流能够迅速分散并泄入大地。在实施防雷接地时,应确保接地网的布局合理、连接可靠,并符合相关标准的要求。同时,还应考虑接地网的耐腐蚀性和机械强度等因素,以确保其长期稳定性和可靠性。

3 化工仪表及控制系统接地实例分析

3.1 实例背景与接地方案设计

3.1.1 化工生产装置的规模与特点

本次接地实例分析的对象是一座中型规模的化工生产装置,主要生产有机化学品。该装置包含多个反应釜、储罐、泵以及复杂的管道系统,并配备了先进的仪

表及控制系统,用于监控和调节生产过程中的温度、压力、流量等关键参数。该装置具有以下特点:一是生产过程自动化程度高,依赖于大量的传感器、执行器和控制器;二是生产环境中存在易燃易爆物质,对电气安全有严格要求;三是生产流程复杂,对系统的稳定性和可靠性要求高。

3.1.2 接地方案的设计原则与目标

基于上述特点,接地方案的设计遵循了以下原则:一是确保人身安全,防止电气事故;二是保障系统稳定运行,减少电磁干扰;三是适应化工生产环境的特殊性,满足防爆、防腐等要求。接地方案的目标是实现全厂仪表及控制系统的统一接地,包括保护接地、工作接地、本质安全系统接地、屏蔽接地以及防静电接地和防雷接地,确保接地电阻符合规范要求,提高系统的整体电磁兼容性和稳定性。

3.2 接地系统的实施与调试

3.2.1 接地线的选择与敷设

接地线的选择考虑到了导电性能、耐腐蚀性和机械强度。在易燃易爆区域,选用了镀锡铜绞线作为接地线,以增强其防爆性能。接地线的敷设遵循了最短路径原则,减少了接地电阻,同时避免了与其他电气线路形成不必要的环路。在敷设过程中,特别注意了跨越缝隙或结构缝时的处理方式,确保了接地线的连续性和可靠性。

3.2.2 接地汇流排与汇总板的安装与连接

接地汇流排和汇总板作为接地系统的关键组件,其安装位置选择在了易于接近且不易受干扰的地方。汇流排和汇总板均采用了铜质材料,确保了良好的导电性能。在连接过程中,使用了专用的接地夹或螺栓,确保了接地线与汇流排、汇总板之间的牢固连接。同时,对接地连接点进行了标记,以便于后续的检查和维护。

3.2.3 接地电阻的测量与调整

接地电阻是衡量接地系统性能的重要指标。在接地系统实施完毕后,使用接地电阻测试仪对各个接地点的电阻进行了测量。对于电阻值不符合规范要求的接地点,采取了增加接地体、改善土壤条件或调整接地线布局等措施进行了调整,直至所有接地点的电阻值均满足规范要求。

3.3 接地效果评估与改进建议

3.3.1 系统稳定性与可靠性的提升情况

接地系统实施后,仪表及控制系统的稳定性与可靠性得到了显著提升。系统运行期间,未发生因接地不良导致的电气故障或信号干扰现象。同时,系统的维护成本也得到了降低,因为接地系统的良好运行减少了因电气问题导致的设备损坏和停机时间。

3.3.2 人员与设备安全保障的成效

接地系统为人员和设备提供了有效的安全保障。在易燃易爆区域,良好的接地系统有效防止了电气火花引发的爆炸事故。同时,接地系统也为操作人员提供了安全的工作环境,减少了因电气事故导致的人员伤害风险。

3.3.3 针对接地系统存在的问题与改进建议

尽管接地系统实施后取得了显著成效,但仍存在一些可以改进的地方。例如,在部分区域,接地线的敷设受到了空间限制,导致接地电阻略高于理想值。针对这一问题,建议采用更灵活的接地线敷设方式,如使用软铜带或编织带等,以适应复杂的环境条件。此外,定期对接地系统进行检查和维护也至关重要,以确保其长期稳定运行。建议制定详细的检查和维护计划,并培训专业人员负责接地系统的日常管理和维护工作。

结束语

综上所述,化工仪表及控制系统的接地技术是确保生产安全、提升系统性能的关键所在。通过对各类接地技术的深入分析和探讨,我们认识到合理的接地设计不仅能够有效防止电气故障,还能显著提高系统的稳定性和可靠性。随着化工行业的不断发展,对接地技术的要求也将更加严格。因此,持续研究和改进接地技术,对于推动化工行业的技术进步和安全生产具有深远的意义。未来,我们将继续致力于接地技术的研究与应用,为化工行业的蓬勃发展贡献力量。

参考文献

- [1]丁捍道.化工仪表及控制系统接地技术措施[J].石化技术,2020,(04):44-45.
- [2]叶向东.仪表及控制系统接地探讨[J].石油化工自动化,2021,(07):71-72.
- [3]刘莉圆.化工仪表及控制系统接地技术分析[J].石化技术,2020,(11):105-106.
- [4]彭郎郎,孙园园.探究化工仪表设计的接地系统应用[J].山东工业技术,2022,(16):162-163.