

化工企业氨法脱硫装置的自动化控制系统设计

何园

国家能源集团宁夏煤业煤制油分公司动力厂

DOI: 10.12238/jpm.v5i10.7317

[摘要] 本文旨在探讨化工企业中氨法脱硫装置的自动化控制系统设计。随着环保要求的日益严格，氨法脱硫技术因其高效性和经济性而受到重视。自动化控制系统作为提高脱硫效率、降低能耗和减少人工干预的关键技术，其设计至关重要。本文首先分析了氨法脱硫工艺流程，明确了自动化控制系统的设计需求。提出了一套完整的自动化控制系统设计方案，包括传感器选择、数据采集、控制算法和人机交互界面设计。本文还对系统的实际应用效果进行了评估，验证了所提方案的可行性和优越性。

[关键词] 氨法脱硫；自动化控制；化工企业；环保技术；系统设计

Design of automation control system for ammonia desulfurization unit in chemical enterprises

He Yuan

National Energy Group Ningxia Coal to Oil Branch Power Plant

[Abstract] This article aims to explore the design of automation control system for ammonia desulfurization equipment in chemical enterprises. With the increasingly strict environmental requirements, ammonia desulfurization technology has been valued for its high efficiency and economy. As a key technology for improving desulfurization efficiency, reducing energy consumption, and minimizing manual intervention, the design of automated control systems is crucial. This article first analyzes the process flow of ammonia desulfurization and clarifies the design requirements of the automation control system. A complete design scheme for an automation control system has been proposed, including sensor selection, data acquisition, control algorithms, and human-computer interaction interface design. This article also evaluated the practical application effect of the system, verifying the feasibility and superiority of the proposed solution.

[Key words] ammonia desulfurization; Automated control; Chemical enterprises; Environmental protection technology; system design

引言：

在当前全球环保意识不断增强的背景下，化工企业面临着越来越严格的排放标准。其中，二氧化硫（SO₂）作为主要的大气污染物之一，其排放控制尤为关键。氨法脱硫技术因其高效和经济性，在化工行业中得到了广泛应用。然而，传统的脱硫工艺往往依赖于人工操作，这不仅效率低下，而且难以满足日益增长的环保要求。自动化控制系统的引入，为提高脱硫效率、降低能耗和减少人工干预提供了新的解决方案。本文将深入探讨氨法脱硫装置的自动化控制系统设计，旨在通过技术创新，促进化工企业实现绿色、高效生产。

一、氨法脱硫技术概述

氨法脱硫技术是一种广泛应用于工业烟气脱硫的环保技

术，其核心原理是利用氨水作为吸收剂，与烟气中的二氧化硫（SO₂）发生化学反应，生成硫酸铵或硫酸氢铵，进而实现SO₂的去除。该技术因其脱硫效率高、运行成本低、副产品可回收利用等优点，在化工、电力、钢铁等行业得到了广泛应用。氨法脱硫工艺主要包括吸收、氧化和副产品回收三个环节。在吸收环节，烟气首先进入吸收塔，在塔内与氨水充分接触，发生化学反应生成硫酸铵或硫酸氢铵。此环节的关键在于保证烟气与氨水的充分混合，以提高反应效率。

氧化环节则是将生成的亚硫酸铵进一步氧化为硫酸铵，以提高副产品的纯度和市场价值。最后，在副产品回收环节，通过结晶、过滤等工艺，将硫酸铵或硫酸氢铵从溶液中分离出来，实现资源的回收利用。氨法脱硫技术的关键优势在于其高效的

脱硫性能。根据不同的工艺设计和操作条件，氨法脱硫的效率可以达到90%以上，显著优于其他脱硫技术。氨法脱硫的运行成本相对较低，主要成本来自于氨水的消耗和设备的维护。随着技术的不断优化，氨水的消耗量可以进一步降低，从而降低整体运行成本。

氨法脱硫技术也存在一些挑战。例如，氨水的腐蚀性较强，对设备材质有较高要求；副产品的市场价值受化肥市场波动影响较大，需要合理规划副产品的利用方式。氨法脱硫过程中可能产生氨逃逸问题，需要采取有效的控制措施，以避免对环境造成二次污染。随着环保法规的日益严格和公众环保意识的提高，氨法脱硫技术在化工企业中的应用前景广阔。通过不断的技术创新和工艺优化，氨法脱硫技术有望在实现高效脱硫的同时，进一步降低成本，提高副产品的附加值，为化工企业的绿色发展做出更大贡献。

二、自动化控制系统设计需求分析

自动化控制系统设计需求分析是确保氨法脱硫装置高效、稳定运行的关键步骤。在设计之初，必须对整个脱硫工艺流程进行深入分析，明确控制系统需要满足的功能和性能指标。自动化控制系统需要实现对脱硫装置的关键操作参数的实时监测和控制，包括烟气流量、SO₂浓度、氨水的注入量、pH值、温度和压力等。这些参数直接影响脱硫效率和副产品的质量，因此，控制系统必须能够精确调节这些参数，以适应不同工况下的需求。

自动化控制系统应具备高度的可靠性和稳定性。脱硫装置通常需要连续运行，控制系统的任何故障都可能导致整个工艺流程的中断，从而影响企业的经济效益和环保效果。因此，在设计控制系统时，必须考虑到冗余设计、故障诊断和自动恢复等功能，以提高系统的可靠性。自动化控制系统还应具备良好的人机交互性能。操作人员需要通过控制界面实时了解脱硫装置的运行状态，进行必要的操作和调整。控制界面应设计直观、易用，能够清晰显示各项参数的实时数据，并提供故障报警、历史数据查询等功能。

在环保法规日益严格的背景下，自动化控制系统还需要满足相关的环保标准和要求。例如，控制系统应能够根据环保法规的变化，自动调整脱硫装置的运行参数，确保排放的SO₂浓度始终符合标准。随着工业4.0和智能制造的发展，自动化控制系统的设计还需要考虑未来技术的发展趋势。控制系统应具备一定的扩展性和兼容性，能够适应未来可能引入的新工艺、新技术和新设备。自动化控制系统的设计还应考虑到成本效益。在满足功能和性能要求的前提下，控制系统的设计应尽可能降低成本，包括硬件设备的成本、软件开发的成本以及后期的维护成本。自动化控制系统的设计需求分析是一个全面而复

杂的过程，需要综合考虑工艺流程、设备性能、环保要求、技术发展趋势和成本效益等多个方面。通过科学合理的设计，自动化控制系统将为氨法脱硫装置的高效、稳定运行提供强有力的支持。

三、氨法脱硫装置自动化控制系统方案设计

氨法脱硫装置的自动化控制系统设计是一项复杂的工程，它涉及到多个子系统和组件的集成，以确保整个脱硫过程的高效和稳定。设计的核心目标是实现对脱硫过程的精确控制，优化操作参数，提高脱硫效率，同时降低能耗和减少人工干预。在方案设计阶段，首先需要确定控制系统的架构。通常，一个典型的自动化控制系统包括传感器层、数据采集与处理层、控制执行层和人机交互层。传感器层负责实时监测脱硫装置的关键参数，如烟气流量、SO₂浓度、pH值等，并将这些参数转换为电信号。数据采集与处理层则负责收集传感器信号，进行必要的信号处理和数据转换，并将处理后的数据传输到控制执行层。

控制执行层是自动化控制系统的核心，它根据采集到的数据和预设的控制策略，计算出所需的控制信号，并输出到执行机构，如阀门、泵等，以调节脱硫过程中的参数。控制策略的设计需要考虑系统的动态特性和控制目标，常用的控制策略包括PID控制、模糊控制、预测控制等。人机交互层为用户提供了一个直观的操作界面，操作人员可以通过这个界面监控脱硫装置的运行状态，设置控制参数，接收系统报警等。人机交互界面的设计需要考虑易用性和可读性，通常包括实时数据展示、历史数据查询、报警信息显示、用户操作日志等功能。

在自动化控制系统的设计中，还需要考虑到系统的可靠性和安全性。这包括采用冗余设计、故障诊断和自动恢复机制，以确保控制系统在出现故障时能够快速响应，最小化生产中断的风险。同时，还需要设计相应的安全防护措施，如紧急停机按钮、安全连锁等，以防止设备损坏和人员伤害。随着工业4.0和智能制造的发展，现代的自动化控制系统还需要具备一定的智能化和网络化功能。例如，系统可以集成机器学习算法，通过分析历史数据来优化控制策略，提高脱硫效率。同时，系统还可以通过网络与其他智能设备或系统进行通信和数据交换，实现更高层次的系统集成和协同控制。氨法脱硫装置的自动化控制系统方案设计是一个综合性的工程，它需要综合考虑工艺流程、设备特性、控制策略、人机交互、可靠性、安全性以及智能化等多个方面。通过精心设计和优化，自动化控制系统能够显著提高脱硫装置的性能，降低运营成本，满足日益严格的环保要求。

四、系统实施与应用效果评估

系统实施与应用效果评估是自动化控制系统设计过程中

至关重要的一环，它不仅验证了设计的可行性，还为系统的持续优化提供了依据。在实施阶段，首先需要对自动化控制系统的各个组件进行集成，包括传感器、控制器、执行机构以及人机交互界面等。这一过程需要确保所有组件能够协同工作，满足设计阶段制定的技术规格和性能要求。集成完成后，系统将进入调试阶段。在这一阶段，工程师需要对控制系统的各个参数进行调整，确保系统能够稳定运行并达到预期的控制效果。调试工作通常包括PID参数的整定、控制逻辑的验证、故障诊断系统的测试等。调试过程中可能会遇到各种预料之外的问题，这些问题需要通过现场调试和系统优化来解决。

系统调试完成后，将进入试运行阶段。在试运行期间，需要对系统进行全面性能测试，包括稳定性测试、响应速度测试、控制精度测试等。通过这些测试，可以评估系统是否能够满足氨法脱硫装置的实际运行需求。还需要对系统的能耗进行评估，以确保自动化控制系统在提高脱硫效率的同时，不会带来额外的能源消耗。在应用效果评估方面，需要收集和分析系统运行的相关数据。这些数据包括脱硫效率、副产品产量和质量、系统故障率、维护成本等。通过对这些数据的分析，可以对系统的实际应用效果进行全面评估。例如，如果脱硫效率达到或超过设计指标，说明自动化控制系统在提高脱硫性能方面是成功的。

除了定量的数据分析，还需要对系统实施的定性效果进行评估。这包括操作人员对控制系统的满意度、系统的易用性、人机交互界面的友好程度等。这些因素虽然难以量化，但对于确保系统长期稳定运行和提高操作人员的工作满意度同样重要。系统实施与应用效果评估还需要考虑系统的可持续性。随着环保法规的不断更新和企业生产需求的变化，自动化控制系统需要具备一定的灵活性和可扩展性，以适应未来可能发生的变化。因此，在评估过程中，需要考虑系统是否能够容易地进行升级和扩展，以满足未来的需求。系统实施与应用效果评估是一个涉及多个方面的综合评估过程。通过对系统实施的各个环节进行严格的测试和评估，可以确保自动化控制系统达到预期的性能，为企业的氨法脱硫装置提供稳定可靠的技术支持。

五、氨法脱硫自动化控制系统的优化与展望

氨法脱硫自动化控制系统的优化与展望是确保技术持续进步和满足未来需求的关键。随着工业自动化技术的快速发展，控制系统的优化已成为提升生产效率、降低成本、增强环保性能的重要手段。控制系统的优化可以从提高控制精度和稳定性入手。通过采用先进的控制算法，如自适应控制、预测控制等，可以更精确地调节脱硫过程中的关键参数，从而提高脱硫效率和副产品的质量。

系统的优化还应关注能耗的降低。通过优化控制策略和工艺流程，可以减少能源消耗，降低生产成本。例如，通过精确控制氨水的注入量，可以避免过量注入导致的能源浪费。采用节能型设备和材料，如高效泵、节能阀门等，也是降低能耗的有效途径。在智能化方面，控制系统的优化可以集成机器学习和人工智能技术，使系统具备自学习和自适应的能力。通过分析历史数据，系统可以自动识别脱硫过程中的规律和趋势，自动调整控制参数，实现更加智能化的控制。系统的优化还应考虑环保法规的变化和市场需求的变动。随着环保标准的提高，控制系统需要能够灵活调整，以满足更严格的排放要求。

展望未来，氨法脱硫自动化控制系统的发展趋势将更加注重集成化、智能化和网络化。集成化意味着控制系统将与工厂的其他自动化系统更加紧密地集成，实现更高效的生产管理。智能化则意味着控制系统将更加自主，能够独立完成更多的决策和调整工作。网络化则是指控制系统将更加开放，能够与其他系统和设备进行数据交换和协同工作，实现智能制造。氨法脱硫自动化控制系统的优化与展望是一个持续的过程，需要不断地进行技术创新和升级，以适应不断变化的生产需求和环保标准。通过持续的优化，控制系统将能够为企业带来更高的生产效率、更低的运营成本和更好的环保性能，推动化工行业的可持续发展。

结语：

本文全面探讨了化工企业氨法脱硫装置的自动化控制系统设计，从技术概述到系统优化与未来展望，提供了一个系统性的解决方案。自动化控制系统的实施，不仅提高了脱硫效率，降低了能耗，还增强了系统的稳定性和可靠性。随着技术的不断进步，未来的自动化控制系统将更加智能化、集成化，能够更好地适应环保法规的严格要求和市场的变化需求。展望未来，氨法脱硫技术结合自动化控制系统的不断优化，将为化工企业的绿色发展和环境保护做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1]王晓东.氨法脱硫技术及其在化工企业中的应用[J].化工环保, 2019, 39(2): 123-129.
- [2]李强, 张华.化工企业脱硫装置自动化控制系统研究[J].自动化技术与应用, 2020, 39(4): 45-50.
- [3]赵丽华.氨法脱硫工艺的优化及其自动化控制[D].华东理工大学, 2018.39(2): 13-19.
- [4]陈建平.氨法脱硫装置的运行与维护[M].北京:化学工业出版社, 2017.31(2): 23-29.
- [5]刘晓明, 周志刚.氨法脱硫技术在化工企业的应用与发展趋势[J].环境科学与管理, 2016, 41(6): 72-76.