

脱硫系统集控运行中的技术难点与解决对策

唐乔峰

国家电投集团贵州金元绥阳产业有限公司发电厂, 贵州 遵义 563000

摘要 : 在当今全球环境保护日益重视的背景下, 脱硫技术作为工业废气治理的关键技术, 在脱硫技术的实施主要依托脱硫系统的集控工作, 脱硫系统运行能够去除燃烧过程中产生的二氧化硫 (SO₂), 以减少大气污染物排放、改善空气质量, 符合国际和国内环保法规的严格要求。本文分析了脱硫系统集控运行的基本原理, 在此基础上讨论了脱硫系统集控运行的技术难点, 在此基础上提出了脱硫系统集控运行中技术难点的解决对策, 为推动脱硫系统工作效率提供参考性意见。

关键词 : 脱硫系统; 集控运行; 技术难点; 解决对策

Technical Difficulties And Solutions In Centralized Control Operation Of Desulfurization Systems

Tang Qiaofeng

State power investment Group Guizhou Jinyuan Suiyang Industry Co., LTD power plant, Guizhou, Zunyi 563000

Abstract : In the context of increasing global environmental protection, desulfurization technology is a key technology for industrial waste gas treatment. The implementation of desulfurization technology mainly relies on the centralized control work of desulfurization systems. The operation of desulfurization systems can remove sulfur dioxide (SO₂) generated during the combustion process, reduce atmospheric pollutant emissions, improve air quality, and comply with strict requirements of international and domestic environmental regulations. This article analyzes the basic principle of centralized control operation of desulfurization systems, discusses the technical difficulties of centralized control operation of desulfurization systems, and proposes solutions to the technical difficulties in centralized control operation of desulfurization systems, providing reference opinions for promoting the efficiency of desulfurization system work.

Keywords : desulfurization system; centralized control operation; technical difficulties; solution measures

前言:

随着工业生产规模的扩大和环境监管的日益严格, 传统的脱硫技术已不能满足高效、低能耗、低成本的要求, 迫切需要新一代脱硫技术的发展和应用。脱硫过程中的化学反应和气体混合过程对操作条件的精确控制提出了更高的要求, 且在环保标准的不断提高和技术的进步的背景下, 脱硫系统的集控运行需要与智能化技术相结合, 实现实时监测和精确调节, 需要使用先进的传感器技术、自动化控制系统以及数据分析与处理手段, 以提升系统的响应速度和操作效率, 减少运行成本和人为误操作的风险^[1]。当前, 集控系统在脱硫工程中的应用逐渐增多, 其通过集成控制、数据监测与分析, 提高了脱硫设备的运行效率和响应能力, 成为推动脱硫技术进步的重要手段。以新材料、先进传感器、智能化控制系统等技术为代表的脱硫系统改进成为主流, 为脱硫系统的性能提升和成本降低提供了新的途径。因此, 对脱硫系统集控运行的研究对于推动脱硫技术的创新与应用具有重要意义。

一、脱硫系统集控运行的原理

(1) 脱硫系统的功能

脱硫系统集控运行的原理涉及多个技术领域, 核心在于通过高效设备和智能化控制手段, 有效去除燃煤电厂废气中的二氧化硫, 保障环境空气质量。

脱硫系统旨在从燃煤电厂排放的含硫废气中去除二氧化硫 (SO₂), 以达到环保排放标准。传统的脱硫工艺主要分为湿法脱硫和干法脱硫两类, 各自有其特定的工作原理和适用场景^[2]。

* 作者简介: 唐乔峰, 1992年11月20日, 男, 仡佬族, 大专, 助理工程师

(2) 脱硫系统集控的关键技术

脱硫系统集控运行依赖于先进的自动化技术和智能控制系统。通过安装在关键位置的传感器（如流量计、浓度计、温度计等），实时采集并传输关键参数数据，包括废气流量、SO₂浓度、吸收液浓度等。集控系统通过数据处理和分析，实现对脱硫过程的实时监测与控制^[3]。此外，集控系统利用各种算法，如模型预测控制（MPC）技术，优化吸收剂的使用和运行效率。这些算法基于实时数据和历史运行情况，调整操作参数以达到最佳的脱硫效果和能耗控制。

(3) 脱硫系统集控的运维和管理

脱硫系统集控不仅限于数据采集和控制，还包括智能化运维和优化管理。通过通信技术实现远程监控和管理，及时响应设备运行状态的变化和异常情况。系统能预测潜在故障并优化运行策略，同时进行定期维护和检修关键设备，确保其正常运行并延长设备寿命，从而减少因设备故障导致的停产时间。

二、脱硫系统集控运行中的技术难点

(一) 高效能运行的要求

脱硫系统作为现代燃煤电厂中重要的环保设施，其高效能运行是确保废气排放符合严格环保标准的关键。具体而言，高效能运行要求系统能够在不同负荷和燃料成分变化的情况下保持稳定的脱硫效率和排放控制。这意味着脱硫设备和集控系统需要具备高度的灵活性和适应性，能够快速响应和调整，以保持最佳的运行状态^[4]。典型的应用场景下，电厂负荷波动导致烟气流量和SO₂浓度的变化，系统必须能够通过自动调节吸收剂投加量、反应浆液浓度等参数，实时调整脱硫效率，以确保废气排放持续符合排放标准。

除此之外，高效能运行还要求系统能够最大程度地降低能耗和运行成本，同时保证设备的长期稳定性和可靠性。这涉及优化能耗与效率的平衡，例如在吸收液循环过程中尽量减少泵送能耗，通过智能控制算法实现能量回收和再利用，从而降低运行成本。同时，系统设计和操作还需考虑到设备的寿命和维护需求，通过定期检修和维护计划，延长设备的使用寿命，降低维护成本，确保系统能够长期高效运行。

(二) 运行数据处理与优化

脱硫系统需要实时、准确地采集和监测多种关键数据，如烟气流量、SO₂浓度、吸收液浓度、设备运行状态等，所采集的相关数据通过安装在系统各个关键位置的传感器进行实时采集，并通过数据总线或网络传输至集中监控系统。数据采集的准确性和实时性直接影响到后续数据处理和优化控制的效果。

在采集运行数据之后，数据清洗和预处理是为了去除数据中的噪声和异常值，确保数据质量。数据存储则需考虑到大数据量的处理和长期存储需求，采用合适的数据库和存储技术进行管理，且数据分析和建模则是利用统计分析、机器学习等方法，对历史数据进行深入挖掘，发现潜在的运行规律和优化空间^[5]。此外，运行数据处理与优化还涉及故障诊断和预测维护。通过对设

备运行数据的分析，可以实现对设备健康状态的实时监测和早期故障预警，及时采取维护措施，避免因设备故障导致的停产和不必要的维修成本。

(三) 设备状态监测与预警

设备状态监测依赖于多种传感器和监测装置，如振动传感器、温度传感器、压力传感器等，用于实时监测关键设备的工作状态和运行参数，多样化的传感器通过连续或定时采集设备的运行数据，传输至集中监控系统，进行实时分析和监测，实现数据集成与管理控制的难度较高。

一方面，设备状态预警系统通过建立基于规则的故障预测模型或者机器学习算法，分析设备的运行数据和历史故障数据，识别潜在的故障迹象和异常行为，一旦监测到设备运行状态出现异常，预警系统将即时发出警报并提示运维人员进行响应和处理，以避免故障进一步发展和扩大影响^[6]。另一方面，通过设立定期的检修周期和维护流程，对关键设备进行全面检查和调整，及时更换磨损部件和进行系统优化，确保设备能够长期稳定运行，不仅减少了由设备故障引起的生产停滞，还延长了设备的使用寿命，提升了整体运行效率和可靠性。

三、脱硫系统集控运行的解决对策

(一) 推动技术升级与优化

在脱硫系统集控运行中，推动技术升级与优化是提升系统效率和稳定性的关键策略，实际的技术升级涵盖了设备、控制系统和操作管理等多个方面，旨在应对复杂的工程环境和环境保护标准的不断提高。

首先，脱硫设备的技术升级包括使用高效的吸收剂和反应器设计。传统的脱硫设备如湿法吸收塔和干法反应器，正在逐步转向更先进、更节能的设计。例如，湿法脱硫系统中采用更有效的吸收液配方和吸收剂循环系统，以提高SO₂的去除效率并减少废液排放量。干法脱硫系统则通过优化吸收剂的选择和循环流程，以实现更高的SO₂去除率和更低的能耗。其次，集控系统的智能化是技术升级的重要组成部分。通过引入先进的控制算法和自动化技术，如模型预测控制（MPC）和深度学习算法，实现对吸收液投加量、反应器温度和循环泵流量等参数的精确控制。这些技术不仅能够优化脱硫过程的操作，还能够快速响应环境变化和工艺需求，确保系统在不同负荷和燃料组成条件下的稳定运行。此外，技术升级还包括操作管理和维护优化。通过制定详细的操作指南和维护程序，培训操作人员掌握最新的技术和最佳实践，确保设备在规定的运行参数范围内稳定运行。定期的设备检修和维护，包括清洗吸收塔、更换吸收剂和监测系统性能，是保障设备长期稳定性和效率的关键步骤。

(二) 构建多源数据融合的优化算法

多源数据融合涉及不同数据源（如传感器数据、实时监控数据、历史运行数据等）的整合和分析，以优化脱硫过程的控制和管理。一般而言，脱硫系统的多源数据包括来自各个设备和环境的数据^[7]。传感器网络提供了实时的温度、压力、流量等运行参数，而

实时监控系统则收集和存储大量的操作数据，历史运行数据记录了设备的长期性能和故障信息。这些数据源之间存在格式、频率和精度不同的挑战，需要通过数据整合技术将其有效融合。

一方面，利用机器学习、人工智能和模型预测等技术，对整合后的数据进行深入分析，挖掘数据中的潜在关联和模式。通过建立精确的数学模型和优化算法，实现对脱硫系统各参数的动态调整和优化，以最大化脱硫效率和能源利用率。另一方面，通过实时数据流和预测模型，系统能够快速识别和响应设备运行状态的变化，调整操作参数以适应环境变化和工艺要求。这种实时反馈控制机制可以显著提高系统的响应速度和适应能力，减少因操作误差或外部干扰而导致的效率损失。除此之外，在数据整合和分析过程中，必须确保数据的保密性和完整性，采取适当的数据加密和访问控制措施，防止未经授权的数据访问和泄露风险。

实时数据流和预测模型的应用可以使系统快速识别和响应设备运行状态的变化，实时反馈控制机制能够调整操作参数，以适应环境变化和工艺要求，从而显著提高系统的响应速度和适应能力，减少因操作误差或外部干扰而导致的效率损失。除了技术优化，数据的保密性和完整性也是关键考量。在数据整合和分析过程中，必须采取适当的数据加密和访问控制措施，确保数据不被未经授权的访问和泄露，以防止信息安全风险的发生^[8]。通过构建多源数据融合的优化算法，脱硫系统集控运行可以实现更高效、更稳定的运行状态，同时满足环保排放标准，推动工业生产朝向更加环保和可持续的方向发展。这种综合应用技术的方式，不仅提升了系统的操作效率和能源利用效率，还增强了系统的智能化和自适应能力，为环境保护和资源节约作出积极贡献。

（三）建立实时监测与故障诊断系统

在脱硫系统集控运行中，建立实时监测与故障诊断系统是确保设备安全稳定运行的重要保障，脱硫集控系统通过实时监测设备运行状态和参数变化，及时识别潜在故障，并采取预防性措施，以降低设备维护成本和生产风险。

其一，实时监测系统依赖于多传感器网络，包括振动传感器、温度传感器、压力传感器等，实时采集设备的工作参数和运行数据，各类传感器安装在关键部位，如吸收塔、循环泵和吸收液搅拌器等，监测设备的物理状态和运行特性。其二，实时监测系统通过数据分析和处理，利用模式识别、统计分析和机器学习算法，识别设备运行中的异常行为和潜在故障模式，并基于设定的标准建立设备健康状态的数学模型和算法。系统能够预测设备未来出现的故障，并提前发出警报，为维护人员提供及时响应和处理的机会，减少设备停机时间和生产损失^[9]。其三，系统设置预设的安全运行参数和异常状态指标，一旦监测到设备运行参数超出预设范围或出现异常趋势，即刻发出警报通知相关责任人员^[10]。预警信息通过手机应用程序或电子邮件发送，运维人员能够远程登录监控系统，查看详细的设备状态信息和实时数据，快速做出反应和调整操作，确保设备持续稳定运行。

结语：

综上所述，脱硫系统集控运行是工业生产中的关键设备，但是在实际运转的过程中面临诸多技术挑战，包括高效能运行要求、运行数据处理与优化、设备状态监测与预警等方面。为应对这些挑战，推动技术升级与优化尤为关键，具体包括引入先进的吸收剂和控制系统，以提升脱硫效率和能源利用效率。在采集数据后，需要构建多源数据融合的优化算法，利用机器学习和实时数据分析优化系统运行。与此同时，还需要结合设备的集控功能和要求，建立实时监测与故障诊断系统，通过多传感器监测和智能预警系统，实现对设备状态的实时监控和预测性维护，上述措施共同作用，不仅提升了脱硫系统的运行稳定性和安全性，还有效降低了维护成本和生产风险，从而为环保要求和经济效益的双重目标提供了可靠保障。

参考文献：

- [1] 付文秀. 大型脱硫系统的建模与优化控制方法的研究与应用 [D]. 华北电力大学, 2015.
- [2] 张志勇, 阿茹娜, 赵全中, 等. 基于神经网络判别的脱硫运行优化模型及应用 [J]. 化学工程, 2023, 51(4):73-78.
- [3] 聂文博, 陈一. 垃圾渗滤液处理同步填埋气脱硫脱碳提纯 [J]. 能源环境保护, 2024, 38(1):85-92.
- [4] 王光超, 吴伟, 马一超, 等. 污泥掺烧燃煤电厂湿法脱硫系统石膏含水率超标原因分析及控制 [J]. 上海节能, 2023(3):331-335.
- [5] 王力康, 田勇, 胡成, 等. 模拟仿真技术在选择性催化还原脱硝中的应用 [J]. 科技创新与应用, 2023, 13(32):177-180.
- [6] 徐伟超, 韩子博, 李娜, 等. 火力发电厂分散控制系统(DCS)的应用探析 [J]. 电气技术与经济, 2023(6):98-99, 102.
- [7] 仝瑞玺. 离子液脱硫工艺在铜冶炼烟气脱硫中的应用实践 [J]. 硫酸工业, 2023(3):46-49.
- [8] 梁伟, 林道群, 陈向阳, 等. 基于脱硫浆液氯离子浓度模型的脱硫废水排放优化控制研究 [J]. 山东化工, 2023, 52(3):217-219, 222.
- [9] 陈明. 燃煤锅炉脱硫除雾器冲洗节能控制设计与应用 [J]. 工业控制计算机, 2022, 35(10):41-43.
- [10] 蔡航, 刘立考. 酸性气硫回收装置尾气深度脱硫技改小结 [J]. 中氮肥, 2022(3):28-31.