

## 型砂生产矿浆浓度及流量自动控制方法的研究与应用

母字宽，张志涛

通辽市大林型砂有限公司，内蒙古 通辽 028000

**摘要：**随着工业化进程的加快，型砂的需求不断增加，同时对其生产效率和质量的要求也日益提高。在型砂的生产过程中，矿浆的浓度和流量是影响型砂性能的关键参数。矿浆的浓度直接关系到型砂的强度和流动性，而流量则影响整个生产线的稳定性和效率。本文设计了一款型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统，基于实际生产中面临的难点进行功能需求分析，对型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统的设计方法以及应用策略进行阐述，为推动型砂生产的自动智能化和效率提供建设性意见。

关键词：型砂；矿浆浓度；流量控制；控制方法；应用探究

# Research and Application of Automatic Control Method for Slurry Concentration and Flow Rate in Sand Production

Mu Yukuan, Zhang Zhitao

Tongliao Dalin Sand Co., Ltd. Tongliao, Inner Mongolia 028000

**Abstract :** With the acceleration of industrialization, the demand for molding sand is constantly increasing, and the requirements for its production efficiency and quality are also increasing. In the production process of molding sand, the concentration and flow rate of the slurry are key parameters that affect the properties of the molding sand. The concentration of the slurry directly affects the strength and flowability of the molding sand, while the flow rate affects the stability and efficiency of the entire production line. This article designs an automatic control system for slurry concentration and flow rate in sand production. Based on the difficulties faced in actual production, functional requirements analysis is carried out. The design method and application strategy of the automatic control system for slurry concentration and flow rate in sand production are elaborated, providing constructive suggestions for promoting the automatic and intelligent efficiency of sand production.

**Keywords :** molding sand; slurry concentration; flow control; control methods; application exploration

前言

传统的型砂生产模式多依赖人工操作和经验，容易导致生产过程中参数的波动，从而影响型砂的质量和生产效率。尤其是在采砂船、缓冲仓及分级设备等环节，操作人员面临着如船内漏水、开采深度不稳定、上矿量不稳定、调节耗时等一系列问题，不仅延长了生产周期，还增加了生产成本，亟需通过先进的自动控制技术进行改善<sup>[1]</sup>。为了应对上述挑战，现代型砂生产逐渐引入自动化控制系统，通过整合各种传感器、流量计和控制算法，实现对矿浆浓度和流量的实时监测与控制，不仅为型砂生产提供了可持续的技术支持，还为行业的转型升级指明了方向。

## 一、型砂生产矿浆浓度及流量自动控制的难点

## (一) 采船稳定性

采船在矿砂开采过程中面临漏水和开采深度不稳定的问题。这些问题导致船内水位的波动，影响开采效率。尤其是在水位过高或过低时，都会对矿浆浓度产生影响，因此需安装水位计和摄像头，实时监测船内状态，以确保采砂深度的稳定。

## (二) 上矿量控制

缓冲仓及搅拌设备的上矿量往往不稳定，导致后续处理过程的矿浆浓度波动。必须采用擦洗机的浓度检测、搅拌的水量监控和电机功率监测等多种手段，实时调整给矿量，以确保矿浆的均匀性和稳定性，从而提高生产效率<sup>[2]</sup>。

### (三) 脱泥与分级过程

在脱泥与分级的过程中，调节参数通常依赖于经验，导致调

母宇宽 (1981.02-), 男, 满族, 内蒙古通辽人, 中级工程师, 中共党员, 研究生, 研究方向: 工艺优化, 技术改进, 新品研发, 企业管理。

整耗时且效果不确定。需要实时监测水量和给矿量，并根据这些数据制定控制程序，以减少经验依赖，提高调节的准确性和时效性，从而优化整个分级过程。

#### (四) 水量监控

在螺旋分级和搅拌桶的操作中，水量过大会导致矿浆表面泛花，影响分级效果。缺乏有效的水量参考，难以实现精确控制。应安装流量计和摄像头等监测设备，实时反馈水量和分级效果，以便及时调整水量，确保稳定的分级结果。

#### (五) 粒度在线检测

原矿粒度的在线检测是确保矿浆质量的重要环节，且粒度偏差会直接影响矿浆浓度，进而影响后续工艺，需要建立高效的在线检测系统，确保对原矿粒度进行实时监控，及时反馈并调整生产参数，以保持粒度在70-140范围内，提高产品质量<sup>[3]</sup>。

#### (六) 控制软件与程序

中控软件的功能和性能对矿浆浓度及流量的自动控制至关重要，当软件无法及时处理和反馈各个环节的数据的情况下，将导致自动化控制效果不佳，需要开发完善的控制程序，优化中控软件，确保各个环节数据的实时监测和调整，从而提升整个生产系统的效率与稳定性。

## 二、型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统的需求分析

型砂生产矿浆浓度及流量的自动控制系统是提高生产效率、保障产品质量及实现节能减排的重要手段，下面需要对该系统需求的分析，从技术需求、功能需求、用户需求和安全需求等方面进行全面分析：

#### (一) 技术需求

系统需具备对矿浆浓度、流量、水位和粒度的实时监测能力，以便及时调整生产参数，确保矿浆的稳定性，并且具备数据采集和分析功能，对各个环节的数据进行记录和处理，为后续优化提供依据<sup>[4]</sup>。在此基础上通过自动化控制程序，系统能够实现对矿浆浓度和流量的远程控制，提高生产效率，降低人为干预。

#### (二) 功能需求

自动控制系统应具备调节矿浆浓度的能力，根据实时监测的数据调整给矿量和水量，确保浓度符合生产要求，且系统需具备流量控制功能，能够根据生产工艺需求，自动调节水流量，保持矿浆的流动性和稳定性。当系统出现故障或监测数据异常时，需具备报警功能，及时通知操作人员，并能够快速定位和处理故障。

#### (三) 用户需求

设计完成的系统界面应简洁明了，操作人员能够快速上手，减少培训时间，提高工作效率，且系统应支持多层次权限管理，以保障数据安全，避免非授权人员进行系统操作<sup>[5]</sup>。除此之外，系统应能够自动生成各类数据报表，方便管理人员进行统计分析和决策支持。

#### (四) 安全需求

控制系统需具备防火墙、数据加密等安全机制，确保系统在

网络环境中的安全性，防止黑客攻击和数据泄露，后续在矿浆生产过程中，应设置安全保护措施，防止因操作失误或设备故障造成的安全事故，并且系统应具备应急处理机制，以应对突发事件，确保生产安全和人员安全。

#### (五) 环境需求

系统设计应考虑节能与环保，尽量减少资源消耗和废物排放，符合相关的环保法规和标准，在恶劣的生产环境下，系统硬件和软件应具备一定的抗干扰能力，确保稳定运行。

## 三、型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统的整体设计方法

#### (一) 系统架构设计

型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统可以分为数据采集层、控制层和用户交互层。具体而言，数据采集层负责实时获取和传输矿浆浓度、流量和水位等关键数据。这一层通常包括各种传感器及其数据接口。控制层则是系统的核心，采用控制算法对数据进行处理和分析，并根据结果自动调整各项参数，以实现精确控制<sup>[6]</sup>。用户交互层提供友好的界面供操作人员使用，包括数据可视化、设置控制参数和监控系统状态等功能。

#### (二) 传感器选择

传感器是型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统的关键组成部分，直接影响到数据采集的准确性和实时性，可以选择合适的传感器类型及其技术参数，是确保系统性能的重要前提。在浓度监测方面，通常采用电导率传感器或超声波传感器；电导率传感器通过测量矿浆的电导率变化来推算浓度，具有较好的实时性和精度<sup>[7]</sup>；超声波传感器则利用声波在液体中传播的速度变化来进行浓度测量，适用于复杂液体的监测。

在流量监测方面，常见的流量传感器有电磁流量计和涡轮流量计。电磁流量计通过电磁原理测量导电流体的流量，适用于高浓度矿浆环境，具备良好的耐用性和稳定性。涡轮流量计则在流体通过时产生涡旋，通过测量涡旋频率来计算流量，适用于流量变化较大的场合。对于水位监测，水位计（如超声波水位传感器或压力水位传感器）可实时监控船舱及缓冲仓的水位，确保矿浆浓度控制的准确性。

#### (三) 控制算法设计

控制算法是型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统的根本，决定了系统对数据的处理能力和响应速度。常用的控制算法包括PID控制、模糊控制和自适应控制等，PID控制是一种经典的控制策略，通过调节比例、积分和微分三项参数来达到系统的最优控制效果<sup>[8]</sup>。该算法简单易懂，广泛应用于工业控制中，能够有效抑制系统的超调和稳态误差，使矿浆浓度和流量保持在设定范围内。

#### (四) 数据处理与分析

数据处理与分析是型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统中不可或缺的环节，数据处理与分析过程包括实时数据采集、存储、处理和分析，以支持控制决策和生产优化。系统需具备强大的数据采集能力，能够实时接收来自各个传感器的数据流，所获

取的数据包括矿浆浓度、流量、水位和其他相关参数，必须通过高效的数据接口进行有效整合。

在数据存储方面，采用关系型数据库或非关系型数据库，以便于对大量数据的管理和检索，系统还应支持历史数据的存储，便于后续的数据分析与比较，后续的数据处理环节，需应用算法对采集到的数据进行过滤、清洗和整理，以去除噪声和异常值，确保数据的准确性和可靠性<sup>[9]</sup>。

### （五）用户界面设计

友好的用户界面不仅能够提高操作人员的工作效率，还能减少操作失误，提升系统的安全性。设计过程中，首先需要考虑界面的直观性与易用性。界面应采用清晰的布局，合理组织各项功能模块，方便用户快速找到所需信息和操作功能。

在信息展示方面，应以图形化的方式呈现实时数据，如使用仪表盘显示当前矿浆浓度、流量和水位等关键参数。通过图表和曲线图可以直观展示数据变化趋势，帮助操作人员及时判断系统运行状况。

## 四、型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统的应用策略

### （一）整合监测与控制系统

型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统通过对生产环节中的关键参数进行实时监测和控制，确保整个生产过程的稳定性与一致性。具体而言，系统需要部署高精度的传感器和监测设备，包括流量计、水位计、浓度传感器和图像识别系统，相关的设备能够实时收集矿浆的物理和化学性质数据。例如，流量计可以精确测量矿浆的流动速度和体积，而浓度传感器则能检测矿浆中固体颗粒的比例，对应的数据将被传输到中央控制系统，为后续的数据处理和控制决策提供依据<sup>[5]</sup>。

监测系统需具备自动报警和故障诊断功能，可以设置预警阈值，当监测到某一参数超出设定范围时，系统会自动发出警报，并记录异常数据。

### （二）优化设备配置与管理

首先，在设备选择上，应根据生产规模和工艺流程，选用高效、低能耗的设备。例如，采用先进的擦洗机和搅拌桶，以提高型砂矿浆处理的效率。同时，考虑设备的兼容性和模块化设计，使其在后续的工艺升级和扩展中，能够灵活适应新的需求。其次，设备应根据生产流程的逻辑顺序进行布局，避免物料在运输

## 参考文献

- [1] 吴仁贵. 混合湿型旧砂再生技术现状与展望 [J]. 铸造工程, 2024, 48(5):68-72.
- [2] 陈杰, 赵林栋, 李峰, 等. 一种智能型砂箱自动化加工生产线 [J]. 中国铸造装备与技术, 2024, 59(4):35-38.
- [3] 赵书锋, 宋永亮, 李伟涛, 等. 高压造型用湿型砂质量控制 [J]. 铸造设备与工艺, 2024(3):44-47.
- [4] 桂瑞峰. 水分对湿型砂性能影响的研究 [J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2023, 39(7):7-12.
- [5] 李海波, 柴天佑, 赵大勇. 混合选别浓密机底流矿浆浓度和流量区间智能切换控制方法 [J]. 自动化学报, 2014, 40(9):9.
- [6] 姜涛. 碱酚醛树脂砂混砂机流量控制系统的性能优化分析 [J]. 中国重型装备, 2016(4):3.
- [7] 姜勇. 砂处理线工艺参数的确定 [J]. 现代铸铁, 2024, 44(1):57-64.
- [8] 胡央央, 单忠德, 杨浩秦, 等. 多材料砂型增材制造一体化共面铺砂工艺研究 [J]. 精密成形工程, 2024, 16(1):148-157.
- [9] 章顺亮. 铸铁件用新型硅酸盐自硬粘结剂砂性能的研究 [D]. 华中科技大学, 2023.
- [10] Per Larsen, Tim J. Baron, 陈之伟译, 等. 湿型砂铸铝: 打开新的视角 [J]. 铸造, 2024, 73(1):135-138.

过程中的无谓损耗。例如，将搅拌桶放置在靠近擦洗机的地方，可以缩短物料的转移时间，提高生产效率，并且确保设备之间的空间合理，以便于后续的维护和检修。最后，在管理方面，建立设备的定期维护和检查制度至关重要，通过定期对设备进行维护和检修，确保设备在最佳状态下运行，降低故障率。

### （三）构建数据驱动的决策支持体系

构建数据驱动的决策支持体系是提高型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统智能化水平的关键，通过对生产数据的深入分析，可以实现科学决策，优化生产流程。型砂生产矿浆浓度及流量自动控制系统应涵盖所有关键参数的实时监测，如矿浆浓度、流量、粒度分布等。工作人员可以建立全面的数据库，可以为后续的数据分析提供基础。数据的采集不仅包括实时数据，也应整合历史数据，以便进行趋势分析。

一方面，通过分析矿浆浓度和流量的变化趋势，可以识别出生产过程中的瓶颈环节，及时调整生产参数，机器学习算法还可以根据不同的生产条件，优化控制策略，提高生产效率<sup>[10]</sup>。另一方面，技术人员需要构建决策支持系统应结合可视化工具，将复杂的数据转化为易于理解的信息，基于图形化的界面的设计，管理人员可以直观地查看生产数据，快速识别问题，并做出相应决策，实际可以利用实时监控界面，操作人员能够实时监测矿浆的流量和浓度变化，一旦发现异常，可迅速采取措施。

## 五、结语

在现代型砂生产过程中，矿浆浓度及流量的自动控制系统是提升生产效率与产品质量的关键。整合监测与控制系统的策略通过实时数据采集和反馈机制，确保生产过程的稳定性与一致性，使操作人员能够快速应对各种工况变化。与此同时，优化设备配置与管理策略通过合理布局、设备选型及定期维护构建数据驱动的决策支持体系为生产过程提供了科学的决策依据，通过对历史和实时数据的深入分析，识别生产瓶颈并动态优化控制策略，不仅实现了高效、稳定的矿浆生产流程，还促进了企业的可持续发展。在实际应用中，结合采船、缓冲仓、脱泥与分级设备的各项控制需求，基于综合方案实现了矿浆流量及浓度的精确控制，进而为型砂生产提供了坚实的技术支持和保障。综上所述，自动控制系统的有效应用标志着型砂生产迈向智能化与高效化的新阶段，为行业发展注入了新的动力。