

选煤厂重介质智能添加系统的改造与实践

张佳彬

(国能神东煤炭集团洗选中心,陕西 榆林 719315)

摘要:进行哈拉沟选煤厂重介质智能添加系统的改造与实践,以提升生产效率和降低运营成本。通过对现有介质库及人工制介系统的深入分析,提出了一项全面的改造方案,包括介质库结构优化、自动化管道铺设、泵站建设,以及浓介桶和磁选机的集成。实现介质补给的自动化和智能化,显著提高介质添加的精确性和稳定性。实际运行数据显示,系统实施后人工工时每月减少50 h,补介效率提高了80%,有效支持了选煤厂向自动化和智能化的转型。研究还展望了未来技术发展,包括算法优化和智能化升级,为行业的持续进步提供了方向。

关键词:选煤厂;重介质添加;智能化;精准控制;系统改造

中图分类号:TP20 文献标志码:A 文章编号:1006-6772(2024)S1-0583-04

Reformation and practice of heavy medium intelligent adding system in coal preparation plant

ZHANG Jiabin

(CHN Energy Shendong Coal Preparation Center, Yulin 719315, China)

Abstract: This study is dedicated to the transformation and implementation of the intelligent addition system for heavy media in the Halagou Coal Preparation Plant, in order to improve production efficiency and reduce operating costs. Through in-depth analysis of existing medium libraries and manual preparation systems, this study proposes a comprehensive renovation plan, including optimization of medium library structure, automated pipeline laying, pump station construction, and integration of concentrated medium barrels and magnetic separators. The automation and intelligence of medium supply have been achieved, significantly improving the accuracy and stability of medium addition. Actual operational data shows that after the implementation of the system, manual labor hours have been reduced by 50 hours per month, and the efficiency of replenishment has increased by 80%, effectively supporting the transformation of coal preparation plants towards automation and intelligence. The study also looks forward to future technological development, including algorithm optimization and intelligent upgrading, providing direction for the continuous progress of the industry.

Key words: coal preparation plant; adding heavy media; intelligence; accurate control; system renovation

0 引言

选煤厂作为煤炭加工的关键环节,其技术进步直接关系到煤炭工业的可持续发展和经济效益。重介质选煤是用密度介于净煤与矸石(或中煤)之间的液体作为介质进行分选的方法。密度低于介质的净煤漂浮,密度高于介质的矸石或中煤下沉,分别收集归入不同的产品。重介质选煤的分选效率高,入料粒度范围宽,可以很好的降低煤炭资源使用过程中对环境造成的污染。重介质选煤的一个重要过程就是重介质悬浮液的配制,重介质悬浮液一般是由

颗粒状的固体加重质与水配制而成。生产过程中使用较为普遍加重质即磁铁矿粉,颗粒粒度越细,所配制的重介质悬浮液密度越稳定。由于煤本身对加重质的携带,加重质的损失是不可避免的,生产过程中需要不断的加入新介质。目前,选煤厂中普遍设置专人专岗抓取介质粉,配制重介质悬浮液和输送重介质悬浮液,这些工作基本由人工操作,随着现代工业自动化技术的不断进步,传统的人工投料方式已逐渐不能满足高效、环保的生产需求。特别是在重介质选煤过程中,人工加介不仅效率低下,而且难以保证介质添加的精确性,影响选煤质量和效率^[1]。

收稿日期:2024-06-15;责任编辑:常明然 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.24061501

作者简介:张佳彬(1985—),男,河北唐山人,高级工程师,硕士。E-mail:zhangjb4521@163.com

引用格式:张佳彬.选煤厂重介质智能添加系统的改造与实践[J].洁净煤技术,2024,30(S1):583-586.

ZHANG Jiabin. Reformation and practice of heavy medium intelligent adding system in coal preparation plant[J]. Clean Coal Technology, 2024, 30(S1):583-586.

因此,研究和开发重介质智能添加系统,实现选煤过程的自动化和智能化,已成为行业发展的必然趋势。

本研究旨在设计并实践一套适用于哈拉沟选煤厂的重介质智能添加系统,达到如下目的:

1) 提高生产效率:通过自动化控制系统减少人工操作,提高介质添加的速度和稳定性。

2) 降低运营成本:减少人工成本,并通过精确控制减少介质浪费。

3) 提升环境友好性:减少介质的无序排放,降低环境污染。

4) 增强系统稳定性:减少人为操作错误,提高系统的稳定性和可靠性。

此外,本研究期望通过智能化改造,为哈拉沟选煤厂提供新技术路径,推动行业技术进步和产业升级。通过实际应用案例的分析,验证所设计系统的可行性和有效性,为同行业其他企业提供技术参考。

1 系统需求分析与设计

1.1 选煤厂生产流程与介质需求

选煤厂的生产流程是一系列复杂且精细的操作,旨在从原煤中分离出高质量的商品煤。这一过程中,重介质分选至关重要,它依赖于加重质(磁铁矿粉)实现精煤与矸石的有效分离。哈拉沟选煤厂目前拥有一间介质库和一套人工操作的制介系统,这些系统负责向块煤系统的 4 个合介桶和末煤系统的 3 个合介桶提供必需的介质。这些介质随后通过合介桶的泵送机构被输送至浅槽重介分选机和重介旋流器,以生产出符合标准的重介质悬浮液进行分选^[2]。

随着生产规模的扩大和环保要求的提高,现有的人工制介系统已难以满足高效、稳定和环保的生产需求。传统的人工操作存在劳动强度大、效率不稳定以及介质补给不及时等问题,这些问题直接影响到选煤效率和产品质量。因此,对现有介质库和制介系统进行智能化改造显得尤为迫切。

智能化改造后的介质库将配备自动化的介质补给和调节功能,通过精确的控制策略,实现对介质密度和流量的实时监控与调整。这不仅能够提高介质的利用效率,减少介质浪费,还能保证分选过程的稳定性和煤炭产品的质量。

1.2 智能添加系统设计原则与目标

目标是打造一个自动化、智能化的介质管理与添加系统,以提高介质补给的效率和准确性,减少人工干预,降低生产成本,并提升整个选煤厂的生产智能化水平。通过引入先进的自动控制系统和优化介

质库结构,新的系统将能够实时响应生产需求,自动调节介质补给量,确保分选机和旋流器获得连续、均匀的介质供应。智能添加系统的设计遵循模块化、自动化、智能化原则,以实现以下目标:

自动化操作:减少人工干预,实现介质的自动补给和调节。系统协同:确保浓介桶及磁选机与整个系统的协同工作。精确控制:通过高精度传感器和控制系统,确保介质添加的精确性。高效响应:快速响应生产需求变化,保证介质供应的及时性。系统兼容性:确保新系统与现有生产流程的无缝对接。

1.3 介质库改造方案

介质库的改造是实现智能添加系统的基础。根据现场需求,改造方案包括以下几个关键步骤:

地面改造:现有介质库区域长 19 m,宽 15 m,改造包括在大门向内 2 m 处设置 100 mm 高的 6 道阶型渠,每道阶宽 1.7 m,整体竖直落差 1.4 m,构建阶型渠和冲水管路,以适应介质的自动补给和冲淋,如图 1 所示。

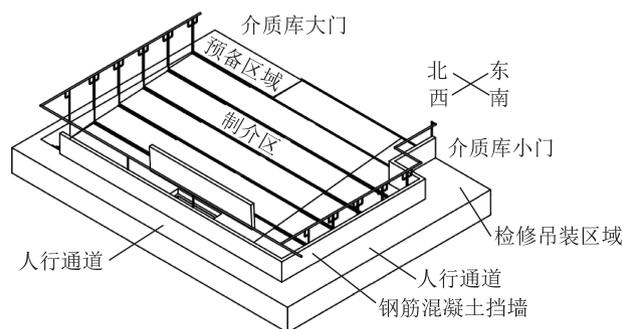


图 1 介质库改造

管道与阀门布置:保留现有加介区域,外接 DN80 主冲水管,变径为 DN50 后,南北向分 3 段铺设,实现对介质库地面的分区控制。

浓介桶及磁选机添加:在块煤车间和末煤车间分别安装浓介桶和磁选机,以优化介质的制备和回收过程。浓介桶的设计参数包括容积、直径、高度等,而磁选机则根据处理能力和分选效率进行选型。

泵站建设:在北侧墙面 7.25 m 位置设置泵坑,安装两台扬程 43 m,流量 70 m³/h 的液下渣浆泵,确保介质的有效输送。

液位监测与控制:安装超声波液位计监测水位,并通过 PLC 实现泵和喷水电动阀门的闭锁控制,以适应不同的生产需求。

安全与防护措施:在泵坑前安装挡墙,防止装机堆介掩埋介质泵,并在介质库上方安装激光测距仪,实现介质堆放高度的实时检测。

2 智能控制系统开发与实现

2.1 控制系统架构设计

控制系统架构是实现介质智能添加的神经中枢。根据介质库改造方案,控制系统架构设计包括以下几个关键组成部分:

数据采集层:集成激光测距仪、流量计、磁性物含量计等传感器,实时采集介质库中的介质高度、流速、密度等关键参数。

控制层:采用 PLC 作为控制中心,接收数据采集层的信息,并根据预设逻辑和控制策略,进行处理和决策。

执行层:包括电磁阀、液下渣浆泵、鼓风机等执行设备,响应控制层的指令,执行介质的添加、输送、喷淋等操作。

根据现场密度计反馈数据,对比上位机设定目标密度,当实际密度低于目标密度时,系统开始添加浓介桶内的重介质,当实际密度满足设定密度时,系统停止加介。具体方式如下:由控制程序将实际密度与目标密度进行对比,当实际密度低于设定密度时,实际桶位高于设定桶位,则通过分流的方式提高密度;若分流至设定桶位后,仍未达到预期的密度效果,则开启阀门进行加介。流程如图 2 所示。

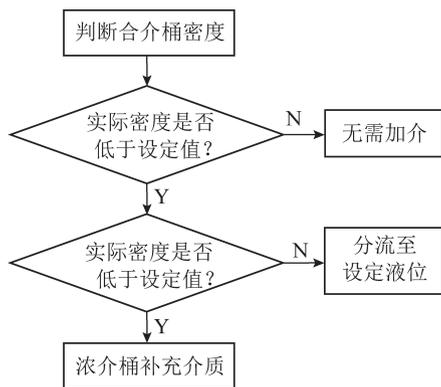


图 2 介质添加控制流程

浓介桶介质添加时机:通过控制程序对浓介桶位和稀介桶位进行判断,当浓介桶液位低于 60%,稀介桶液位低于 50%时开始制介。当稀介桶液位高于 70%停止加介,桶位值可根据现场实际情况进行设定,直至浓介桶补满为止。

当制介过程中浓介桶液位达到设定的高液位时,判断介质泵坑内是否有积水,若无积水则停止加介泵,停止制介。若有积水,则将泵坑内积水抽空后再停止泵的运行。

急停时的关系判断:生产过程中,当遇到故障紧急停泵时,则浓介桶不再向合介桶内补充介质;若在

添加介质时发生故障,合介泵发生急停,则根据闭锁关系将浓介桶放料阀门进行关闭,防止合介桶冒桶。

2.2 激光测距仪与 PLC 集成

激光测距仪作为数据采集层的重要组成部分,能提供高精度的介质位置和体积测量,这对于控制介质添加量至关重要。PLC(可编程逻辑控制器)作为控制层的核心,负责处理来自激光测距仪的数据,并根据预设的控制策略生成执行指令。集成激光测距仪与 PLC 不仅可以提高系统的响应速度,还能增强系统的灵活性和扩展性^[3-4]。本改造方案中,在介质库上方分布安装的 20 个激光测距仪,对应喷水区域的相应位置,实现对介质堆放高度的精确检测。这些数据通过通信接口传输至 PLC,PLC 根据实时数据和预设程序,控制相应区域的电磁喷淋阀门开启或关闭,实现自动逐层制介。

2.3 闭锁控制系统与安全措施

闭锁控制系统是确保整个智能添加系统安全稳定运行的关键技术。通过闭锁控制措施,可以实现对介质添加过程的精确控制,防止因操作失误或系统故障导致的介质溢出或供应不足。此外,安全措施的设计也至关重要,包括但不限于紧急停机按钮、过载保护、泄漏检测等,以确保人员和设备的安全^[5]。

3 系统实施与性能评估

3.1 施工方案与实施步骤

施工方案的制定是确保智能控制系统顺利实施的前提。首先,需要对现有的介质库进行改造,包括地面阶型渠的构建、冲水管路的铺设、泵坑的挖掘以及相关设备的安装。施工前期,介质堆放在未改造区域,以减少对生产的影响。随着施工的逐步推进,原有加介桶及加介泵将被拆除,为新系统的接入腾出空间。展示了施工前期的布局和安全警戒设置。

施工过程中,特别注重细节处理,如在泵坑上加装篦子以防止杂物进入,安装超声波液位计以监测水位,确保系统的稳定运行^[6]。

3.2 系统运行测试与数据分析

系统运行测试是验证智能控制系统性能的关键步骤。通过对系统进行长时间的运行测试,收集介质添加量、选煤效率、介质循环利用率等关键数据。利用数据分析工具,对收集到的数据进行深入分析,评估系统的稳定性、精确性和效率。此外,还需要监测系统的能耗情况,评估其节能效果^[7]。

3.3 性能评估与优化策略

性能评估的结果将指导系统的优化策略。根据

测试结果,可以识别系统在运行中存在的问题和不足,如介质添加的响应时间、控制系统的稳定性等。针对这些问题,制定相应的优化措施,如调整控制算法、改进硬件配置、增强系统维护等^[10]。通过不断的优化,提高系统的综合性能,确保其长期稳定运行。

在哈拉沟选煤厂实际应用中,通过实施自动加介系统和浓介储配系统,实现了系统无人化实时补介,显著提高了工作效率和补介精度。具体成效包括降低了 50 工时/月的人工成本,补介效率提高了 80%。这些成果不仅证明了智能控制系统的有效性,也为选煤厂的智能化改造提供了有力的实践支持。

4 结论与展望

4.1 研究成果总结

针对哈拉沟选煤厂重介质智能添加系统的设计与实践进行了深入探讨。通过改造介质库、集成智能控制系统、优化施工方案和实施精细的性能评估,成功实现了选煤厂介质添加过程的智能化。改造方案的实施显著提升了介质补给效率,降低了人工成本,增强了系统的稳定性和安全性。通过实际运行数据,我们验证了系统的有效性,实现了每月减少 50 工时和提高 80% 补介效率的目标^[1],此外,系统的节能效果和环境友好性也得到了验证,符合当前工业自动化和绿色生产的发展趋势^[8-9]。

4.2 对生产效率和成本的影响

智能添加系统的实施对选煤厂的生产效率和成本产生了显著的正面影响。智能加介系统的引入极大减少了人工操作的需求,降低了劳动强度和潜在的安全风险。同时,精确的介质控制减少了介质的浪费,提高了资源的利用效率。据实际运行数据显示,系统不仅提升了生产效率,还通过节能降耗降低了运营成本,为企业带来了经济上的直接收益^[11]。

4.3 未来研究方向与建议

虽然本研究在重介质智能添加系统的设计和实

施方面取得了一定的成果,但仍存在提升和完善空间。未来的研究方向可以包括:

算法优化:进一步优化控制算法,提高系统的自适应性和鲁棒性。

系统集成:探索与其他智能系统的集成,如智能监测、预测维护等,构建更加完善的智能制造体系。

新材料应用:研究和应用新型材料,提高介质库和输送系统的耐磨性和耐腐蚀性。

环境影响评估:深入研究系统对环境的影响,探索更加环保的生产方式。

智能化升级:随着人工智能技术的发展,未来可以引入机器学习、深度学习等技术,实现更高级别的智能化控制。

参考文献:

- [1] 周增宏. 激光雷达传感器在选煤厂重介质自动添加系统中的应用[J]. 洁净煤技术,2019, 25(S1): 45-48.
- [2] 闫戊辰, 马小平, 李方园, 等. 重介选煤悬浮液智能控制系统的研究[J]. 煤炭技术,2019, 38(11): 256-258.
- [3] 钱丽霞. 选煤厂智能介质添加系统研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, 338(21): 55-57.
- [4] 张梦瑶. 重介质选煤自动化控制系统的设计[J]. 机械管理开发,2020, 35(12): 246-247,255.
- [5] 郭楠, 陈震, 罗旭辉. 重介质选煤自动控制技术研究[J]. 工矿自动化,2014, 40(6): 34-36.
- [6] 郭楠, 陈震, 罗旭辉. 重介质选煤自动控制技术研究[J]. 工矿自动化,2014, 40(6): 34-36.
- [7] 赵春祥, 叶桂森. 重介质选煤过程控制模型及控制算法的研究[J]. 煤炭学报,2000(S1): 196-200.
- [8] 郎艳波. 重介质选煤装备的智能化设计改造及应用[J]. 机械研究与应用,2023, 36(1): 136-139,143.
- [9] 马鑫. 重介质选煤过程自动控制系统的实践应用[J]. 机械管理开发,2020, 35(2): 134-136.
- [10] 王冬梅, 陈力, 陈静, 等. CMAC 与 PID 复合控制方法在重介选煤系统中的应用研究[J]. 工矿自动化,2012(12): 51-54.
- [11] 侯斌斌, 解斌, 杜建军, 等. 选煤厂重介质密度控制系统的研究与应用[J]. 煤炭加工与综合利用,2023(1): 25-30.