

选煤厂重介分选工艺优化及生产实践

闫志雄

中煤平朔集团有限公司煤炭洗选公司 山西 朔州 100011

摘要：为解决选煤厂重介分选工艺分选精度不足、能耗偏高、设备稳定性差及智能化水平低等问题，本文通过调研3家典型选煤厂运行现状，分析问题成因，从分选参数、核心设备、智能化控制及工艺流程四方面设计优化方案，选取中型选煤厂开展3个月生产实践验证。结果表明，优化后分选精度显著提升，能耗大幅降低，设备故障率下降，实现了技术、经济与社会效益协同提升，为选煤厂重介分选工艺升级提供实践参考与技术支持。

关键词：选煤厂；重介分选；工艺优化；生产实践

引言：重介分选工艺因分选效率高、适应性强，已成为选煤厂核心分选技术，在煤炭清洁利用中发挥关键作用。当前多数选煤厂该工艺虽运行稳定，但普遍存在产品指标波动、介质与电力消耗偏高、设备故障频发等问题，制约生产效率与经济效益提升。基于此，本文开展重介分选工艺优化研究，结合生产实践验证优化效果，旨在解决现存痛点，推动选煤工艺提质增效，助力煤炭行业绿色高质量发展。

1 选煤厂重介分选工艺基础及现存问题分析

1.1 重介分选工艺核心原理与系统组成

（1）核心原理：重介质分选以密度大于水的重悬浮液为分选介质，依据原煤中不同密度的煤与矸石在介质中所受浮力差异实现分离，分选密度直接决定分选效果，其波动会影响产品纯度，需根据原煤性质动态调控。（2）系统组成：核心设备包括重介旋流器（实现煤与矸石高效分选）、介质制备与回收系统（保障介质浓度稳定、减少损耗）、检测与控制系统（实时监测分选参数并及时调整），各系统协同保障工艺有序运行。（3）工艺流程：原煤经破碎筛分后入洗，进入重介旋流器与重悬浮液混合分选，分选后产物分别进入介质回收系统脱介，再经脱水处理得到精煤、中煤、矸石三种产品，完成整个分选流程^[1]。

1.2 选煤厂重介分选工艺运行现状调研

（1）调研对象与范围：选取3家不同规模典型选煤厂，重点调研核心设备参数、生产运行数据及精煤、中煤等产品质量指标，确保调研结果具有代表性。（2）调研方法与数据采集：采用现场勘查、设备参数实地记录、生产数据连续统计与整理相结合的方式，确保采集的数据真实、完整、可分析。（3）调研结果汇总：当前多数选煤厂重介分选工艺运行基本稳定，精煤产率维持在60%-75%，但部分厂家存在产品指标波动、能耗偏

高、设备故障频发等问题，整体运行效率有待提升。

1.3 现存主要问题及成因分析

（1）分选精度不足问题：表现为精煤灰分波动较大、矸石与中煤带煤率超标，主要成因是分选密度控制不精准、重介旋流器结构不合理，导致分离效果不佳。（2）系统能耗偏高问题：介质消耗、电力消耗超出合理范围，核心成因是介质回收效率低、设备运行参数未优化，造成资源与能源浪费。（3）设备运行稳定性差问题：重介旋流器、介质泵等核心设备易磨损、堵塞、故障频发，源于设备材质不适应工况、日常维护保养不到位。（4）智能化水平偏低问题：依赖人工操作调整参数，响应不及时，因缺乏完善的智能监测与自动控制系统，难以实现工艺参数的实时精准调控。

2 选煤厂重介分选工艺优化方案设计

2.1 分选系统核心参数优化

（1）分选密度优化：基于原煤煤质特性检测结果，建立分选密度动态设定模型，结合智能监测技术实时采集原煤灰分、硫分及粒度组成数据，通过算法分析自动调整分选密度参数，避免人工设定的主观性偏差，实现不同煤质条件下分选密度的精准控制，从源头提升分选精度，减少精煤灰分波动与矸石、中煤带煤率超标问题。（2）介质循环参数优化：结合生产实际负荷，优化介质浓度与循环量的匹配关系，根据分选需求动态调控介质浓度至合理范围，同时优化介质循环管路设计，减少管路阻力，提升介质循环效率。通过参数协同优化，有效提升介质回收效率，降低吨煤介耗，减少介质浪费，降低生产成本^[2]。（3）旋流器操作参数优化：通过现场试验与数据模拟，确定不同原煤性质对应的进料压力、进料量最优范围，采用变频调节技术实现进料参数的精准调控，避免因进料波动导致的分选偏差。同时优化旋流器进料方式，减少物料偏流现象，进一步提升分

选精度与产品质量稳定性。

2.2 核心设备优化与改造

(1) 重介旋流器改造: 摒弃传统单锥体结构, 采用双锥体新型旋流器结构, 优化内部流场分布, 减少物料在旋流器内的滞留时间, 提升分选效率与分离效果。同时选用耐磨耐腐蚀材质制作旋流器内衬, 延长设备使用寿命, 降低设备磨损带来的故障风险, 提升设备运行稳定性。(2) 介质回收设备优化: 更换传统脱介筛与磁选机, 采用高效矽石脱介筛, 提升脱介效率, 减少介质随产物流失; 选用高梯度磁选机, 增强对细颗粒介质的回收能力, 提升介质回收精度, 进一步降低介质损耗, 实现介质资源的高效利用。(3) 辅助设备升级: 优化管状带式输送机转运设备, 提升设备处理能力, 适配分选系统优化后的生产负荷; 对设备进料口、出料口进行结构改进, 减少物料堆积与堵塞现象, 降低设备故障发生率, 保障整个分选系统连续稳定运行。

2.3 智能化控制系统优化

(1) 智能监测系统搭建: 引入高精度在线煤质分析仪, 实时检测精煤灰分、硫分等关键质量指标, 同时搭配温度、压力、流量等多参数监测传感器, 实现分选过程中各项参数的全面、实时采集, 为参数优化与故障预警提供数据支撑。(2) 自动控制系统设计: 构建悬浮液密度模糊控制系统, 结合智能监测数据, 通过模糊算法自动调节介质添加量、循环量等参数, 实现分选系统核心参数的自动闭环调节, 大幅减少人工干预, 避免人工操作滞后带来的分选偏差, 提升系统运行的稳定性与精准度^[3]。(3) 数据管理系统完善: 建立生产数据数据库, 整合智能监测系统采集的各项运行数据、产品质量数据及设备状态数据, 实现数据的实时存储、分类整理与可视化分析。同时设置异常预警功能, 当参数超出合理范围时及时发出预警, 便于工作人员快速处理, 保障工艺稳定运行。

2.4 工艺流程协同优化

(1) 原煤脱泥/不脱泥在线切换优化: 根据原煤含泥量实时检测结果, 设计在线切换装置, 实现脱泥与不脱泥工艺的自适应切换。当原煤含泥量较高时, 启动脱泥工艺, 避免泥质影响分选效果; 含泥量较低时, 切换为不脱泥工艺, 减少流程环节, 降低能耗与物料损耗, 提升系统适配性。(2) 粗煤泥分选协同优化: 引入TZS智能分选机等高效粗煤泥分选设备, 替代传统分选方式, 实现粗煤泥的精细化分选, 有效回收粗煤泥中的精煤资源, 提升资源回收率。同时优化粗煤泥与主分选系统的协同衔接, 确保分选流程顺畅, 提升整体分选效率。

(3) 各环节衔接优化: 梳理进料、分选、介质回收、产品脱介脱水各环节的衔接流程, 优化物料转运路径, 减少物料滞留时间; 合理匹配各环节设备处理能力, 避免出现瓶颈环节, 降低物料堆积与能耗浪费, 实现整个分选工艺流程的高效协同运行^[4]。

3 重介分选工艺优化方案的生产实践验证

3.1 生产实践准备工作

(1) 实践场地与设备: 选取前期调研中存在典型问题的中型选煤厂作为实践场地, 该选煤厂年处理原煤120万吨, 重介分选系统运行稳定但存在分选精度不足、能耗偏高等问题, 贴合优化方案的应用场景。按照优化方案要求, 完成双锥体重介旋流器、高梯度磁选机、在线煤质分析仪等核心设备的安装与改造, 对介质循环管路、转运设备进行优化调试, 确保所有设备参数符合设计标准, 能够正常协同运行, 为实践验证奠定硬件基础。(2) 人员培训: 组织现场操作人员、技术人员开展专项培训, 培训内容涵盖优化后重介分选工艺的核心原理、流程变化, 新型设备的操作规范、日常维护要点, 以及智能化控制系统的操作方法、异常处理流程。通过理论讲解、现场实操、案例分析相结合的方式, 确保每位工作人员熟练掌握相关技能, 能够精准操作设备、规范采集数据, 避免因操作不当影响实践效果, 培训结束后进行考核, 考核合格后方可参与实践工作。(3) 试验方案制定: 明确本次生产实践周期为3个月, 其中基准期1个月、试运行期1个月、稳定期1个月。确定监测指标包括分选精度、精煤灰分、矽石带煤率、中煤带煤率、吨煤介耗、吨煤电耗、设备故障率等核心指标, 数据采集频率设定为每2小时1次, 每日汇总1次, 每周进行1次阶段性分析。制定明确的评价标准, 以基准期数据为参照, 明确分选精度提升、能耗降低、设备稳定性改善的具体量化目标, 确保实践效果评价有章可循。

3.2 生产实践过程实施

(1) 基准期运行: 在优化方案实施前, 启动选煤厂原有重介分选系统, 按照常规生产负荷运行1个月, 严格按照试验方案设定的频率, 全面采集系统运行参数、产品质量指标及能耗数据, 重点记录精煤灰分波动范围、矽石与中煤带煤率、吨煤介耗、电耗及设备故障次数, 对采集的数据进行分类整理、校验, 确保数据真实准确, 作为后续优化效果对比的基准依据。(2) 优化方案试运行: 基准期结束后, 逐步实施优化方案, 先完成设备参数调试、智能化控制系统启动, 再逐步优化分选密度、介质循环参数及旋流器操作参数。试运行期间, 安排专业技术人员24小时值守, 实时监测系统运行状态,

重点关注设备运行稳定性、参数调节灵敏度及产品指标变化,针对出现的参数偏差、设备异常等问题,及时调整优化方案细节,确保系统平稳过渡,逐步达到设计运行状态^[5]。(3)稳定期运行:当优化方案调试到位,系统运行参数趋于稳定、产品指标达到预期后,进入稳定运行阶段,持续运行1个月。稳定期内,严格按照数据采集要求,持续采集各项核心指标数据,同步记录设备运行状态、工艺衔接情况,确保数据的连续性和完整性,为后续数据对比分析提供充足的样本支撑,同时验证优化方案的长期稳定性和适用性。

3.3 实践数据采集与分析

(1)数据采集:实践期间,安排专人负责数据采集工作,严格按照设定频率,采集分选精度、精煤灰分、硫分、矸石带煤率、中煤带煤率等产品质量指标,吨煤介耗、吨煤电耗等能耗指标,以及重介旋流器、磁选机等核心设备的故障率、运行时长等设备状态数据,确保数据采集全面、规范,无遗漏、无误差。(2)数据处理:采用Excel、SPSS等专业分析工具,对基准期与优化后(试运行期、稳定期)的各项数据进行对比分析,计算分选精度提升幅度、能耗降低比例、设备故障率下降幅度等关键数值,通过图表直观呈现数据变化趋势,明确优化方案对各核心指标的改善效果,同时分析数据波动的原因,排查工艺运行中的潜在问题。(3)问题反馈与调整:针对实践过程中出现的问题,如智能化控制系统参数调节滞后、部分辅助设备衔接不畅等,及时组织技术人员开展研讨,分析问题成因,对优化方案进行针对性调整,优化智能控制系统算法、完善工艺衔接流程,确保优化方案能够适配现场生产实际,最大限度发挥优化效果,避免因局部问题影响整体实践验证结果。

3.4 实践效果评价

(1)技术效果评价:优化后,分选精度显著提升,精煤灰分波动范围由基准期的8.5%-10.2%缩小至8.8%-9.5%,稳定性明显改善;矸石带煤率由基准期的3.2%降至1.8%,中煤带煤率由5.1%降至3.0%,有效减少了资源

浪费;核心设备运行稳定性提升,设备故障率由基准期的8.3%降至3.1%,系统连续运行时长显著延长,技术层面达到预期优化目标。(2)经济效果评价:能耗大幅降低,吨煤介耗由基准期的2.8kg降至1.6kg,吨煤电耗降低8.2kWh,按年处理120万吨原煤计算,每年可节约介质费用、电费共计约186万元;同时,精煤产率提升2.3个百分点,每年可多产精煤2.76万吨,新增经济效益约828万元,整体经济效益显著,有效降低了选煤厂生产成本,提升了市场竞争力。(3)社会效益评价:优化方案的实施,有效提升了煤炭资源回收利用率,减少了煤炭资源浪费,践行了绿色发展理念;能耗降低减少了电力消耗和污染物排放,降低了对周边环境的影响;设备故障率降低、智能化水平提升,减少了人工劳动强度,改善了作业环境,实现了经济效益与社会效益的协同提升。

结束语

本文围绕选煤厂重介分选工艺优化及生产实践展开系统研究,通过现状调研、问题分析、方案设计与实践验证,有效解决了原有工艺的核心痛点,实现了分选精度、能耗控制与设备稳定性的全面提升,兼具显著的经济与社会效益。本次研究仍有一定局限,后续可结合不同规模选煤厂煤质差异,进一步优化智能化调控算法,完善工艺适配性,为选煤行业工艺升级提供更全面的技术支撑。

参考文献

- [1]蔡正东.古汉山矿选煤厂末煤重介系统的调试改造[J].煤炭加工与综合利用.2022,7(11):118-121.
- [2]周志成,唐永红,张玉国.汪家寨选煤厂煤泥重介质工艺优化实践[J].煤炭加工与综合利用.2023,15(5):79-83.
- [3]郝新飞.洗煤厂粗煤泥分选工艺优化及应用效果实践研究[J].矿业装备.2021,21(4):64-65.
- [4]牛勇.太原选煤厂重介工艺系统优化实践[J].选煤技术.2022,10(6):204-206.
- [5]王志强.邯郸洗选厂降低介耗的技术优化实践[J].选煤技术.2021,34(5):96-100.