

重介选煤介耗降低策略分析

刘忠

内蒙古汇能煤电集团富民煤炭有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要：随着能源需求的增长和环保要求的提高，重介选煤介耗降低成为提升煤炭加工效率和经济效益的关键。本文分析了我国重介选煤介耗的现状，探讨了影响介耗的关键因素，包括磁铁矿粉质量、脱介效果、磁选机效率及悬浮液管理等。通过技术改进、生产管理优化和创新技术应用，提出了降低介耗的有效策略，旨在为选煤厂提供可行的降介方案，实现高效、环保的煤炭加工生产。

关键词：重介选煤；介耗降低；策略

引言：重介选煤技术作为提升煤炭质量与利用效率的关键手段，在煤炭加工领域占据重要地位。然而，介耗问题一直是制约其经济性与环保性的关键因素。本文聚焦于重介选煤介耗降低策略的分析，旨在通过深入探究介耗产生的根源及影响因素，提出针对性的技术改进与管理优化措施，以期为提高煤炭加工效率、降低生产成本、促进环境保护提供理论依据与实践路径。

1 重介选煤介耗现状分析

1.1 我国选煤厂介耗的整体水平

(1) 行业平均介耗范围：我国选煤厂的平均介耗处于0.5-3.0kg/t原煤的区间。其中，行业先进水平能够将介耗稳定控制在0.8-1.2kg/t，展现了高效的生产管理与先进技术的应用。然而，部分管理粗放的选煤厂，其介耗可高达2.5-3.0kg/t以上，反映出企业间在技术、管理等方面存在显著差距。(2) 先进与粗放管理选煤厂对比：先进选煤厂凭借先进的设备、自动化控制系统以及精细化管理，在介质回收、工艺控制等环节表现出色，大幅降低介耗。与之相反，管理粗放的选煤厂，设备老化、操作不规范、缺乏有效管理机制，导致介质浪费严重，介耗居高不下。

1.2 介耗差异的规模与区域特征

(1) 不同规模选煤厂的介耗对比：大型现代化选煤厂(年处理能力>400万吨)借助先进设备和自动化系统，平均介耗约为1.0-1.5kg/t。而中小型选煤厂(年处理能力<400万吨)，由于设备落后、资金投入不足，平均介耗在1.8-2.5kg/t之间。规模较大的选煤厂在技术升级、设备更新上更具优势，可有效降低介耗，提升经济效益。(2) 煤炭核心产区与其他地区的介耗差异：煤炭核心产区，如山西、内蒙古、陕西等地的选煤厂，凭借规模效应和技术积累，平均介耗较低，在1.2-1.8kg/t。西南、东北等地区的选煤厂，受设备老旧、煤质复杂等因素制约，介耗普遍较高，在2.0-2.8kg/t。不同区域的资源禀赋、产业发展程度不同，使得选煤厂在技术装备、管理水平上存在差异，进而导致介耗不同^[1]。

素制约，介耗普遍较高，在2.0-2.8kg/t。不同区域的资源禀赋、产业发展程度不同，使得选煤厂在技术装备、管理水平上存在差异，进而导致介耗不同^[1]。

1.3 介耗影响因素初步探讨

(1) 煤质特性：煤质的不同对介耗影响显著。难选煤的矸石含量高、煤质复杂，在分选过程中，介质与煤炭的分离难度增大，导致产品带介量增加，介耗升高。当原煤中细粒级含量增多时，细颗粒易吸附介质，且在脱介环节难以有效分离，同样会提高介耗。(2) 工艺路线差异：采用两段式重介旋流器分选工艺的选煤厂，因其系统复杂性增加，设备之间的衔接、参数的匹配要求更高，相较于单一选工艺，介耗通常高出0.3-0.5kg/t。不同的工艺路线在介质回收流程、设备选型等方面存在差异，合理的工艺选择与优化对降低介耗十分关键。

2 影响重介选煤介耗的关键因素

2.1 磁铁矿粉质量对介耗的影响

(1) 粒度分布：加重质粒度越细，重悬浮液密度越稳定，为维持稳定性所需掺入的煤泥量相应减少。当分选块煤时，-0.074mm粒度含量须达80%以上；分选末煤时，-0.044mm粒度含量应达90%以上。若粒度粗化，悬浮液稳定性变差，需增加泥质物，导致脱介筛和分选机效率降低，加重质损失显著增加。(2) 水分含量：磁铁矿粉水分过高会使其结团成块，加介困难，且进入料桶后难以分散，造成悬浮液不稳定，进而影响介耗。(3) 密度与磁性：我国设计规范要求，用作加重质的磁铁矿粉密度约为4.5g/cm³，磁性物含量需达95%以上。磁性物含量越高，加重质回收再利用量越大，介质消耗量越小，可有效降低生产费用。(4) 纯度要求：纯度高的磁铁矿粉能减少杂质对悬浮液性质的干扰，保证分选效果，降低介耗。若磁铁矿粉中混入较多非磁性杂质，会降低悬浮液的稳定性和分选精度，导致介质损失增加。

2.2 产品脱介效果的关键作用

(1) 脱介筛的性能与参数优化: 脱介筛的处理能力、入料沿筛宽分布情况、筛面包角、安装角度、筛面材质等, 均会影响脱介效果。正常情况下, 弧形筛应满足循环悬浮液70%-80%的脱介能力。筛面包角53°、60°时脱介效果较理想, 安装角度以53°为宜。入料需沿筛宽均匀分布, 并沿切线方向给入。筛面选用防磁材质, 可避免因材质影响脱介。(2) 喷水系统的升级与效果: 合理的喷水方式和足够的压力能有效冲洗产品表面的介质, 提高脱介效果。优化喷水系统, 确保喷水均匀、压力稳定, 可显著降低产品带介量。(3) 分流技术的运用: 通过加大重悬浮液分流量, 可排除多余煤泥, 提高悬浮液流动性, 降低产品带介。但分流量过大, 会增加磁铁矿粉在磁选尾矿中的损失。需合理控制分流量, 平衡产品带介与磁选尾矿损失^[2]。

2.3 磁选机效率的核心影响

(1) 磁场强度与回收率的关系: 磁场强度直接影响磁选机对磁铁矿粉的回收效果。适当提高磁场强度, 可增强对磁性颗粒的吸引力, 提高回收率, 减少介质损失。但磁场强度过高, 可能导致非磁性物夹杂, 影响回收介质质量。(2) 设备配置优化(如双级磁选): 采用双级磁选等优化配置, 可提高磁选效率。一级磁选初步回收大部分磁铁矿粉, 二级磁选进一步提纯, 降低尾矿中的介质含量, 提高整体回收效果。(3) 入料浓度的控制: 控制磁选机入料浓度在合适范围, 一般入料中磁铁矿粉含量占总固体量的30%-50%时, 磁选效率较高。入料浓度过高或过低, 都会影响磁选效果和介质回收率。

2.4 重悬浮液的性质与管理

(1) 粘度与固相体积密度的调控: 重悬浮液粘度随固相体积浓度增大而增大, 当固相体积浓度达35%时, 粘度急剧上升, 超过50%后, 悬浮液几乎失去流动性, 透筛困难, 脱介效果变差。一般认为, 固相体积浓度上限不超30%-35%, 下限不低于15%, 在此范围内可保证悬浮液既有较好流动性, 又能维持分选所需密度。(2) 合格悬浮液的回收与介质截留技术: 优化合格悬浮液回收流程, 采用高效的介质截留技术, 如在筛子合格段增设阻尼条, 增加矿浆流动阻力, 降低流速, 增强合格悬浮液透筛能力, 可有效减少介质流失, 降低介耗。

3 重介选煤介耗降低的有效策略

3.1 技术改进措施

(1) 采用较细颗粒符合要求的磁铁矿粉。磁铁矿粉的粒度与磁性是影响介耗的关键因素。研究表明, 当磁铁矿粉粒度控制在-325目占比85%以上时, 其在悬浮液中

的分散性和回收效率显著提升。符合要求的细颗粒磁铁矿粉不仅能减少在脱介过程中的机械夹带损失, 还能降低磁选机的尾矿流失率。某选煤厂通过将磁铁矿粉粒度标准从-200目70%提升至-325目85%, 介耗从1.8kg/t降至1.3kg/t, 降幅达27.8%。(2) 脱介筛与磁选机的联合优化。脱介筛的筛面倾角、振幅和喷水压力直接影响脱介效果。优化后的脱介筛采用双层分级筛面, 上层为1mm聚氨酯筛网预脱水, 下层为0.5mm不锈钢筛网深度脱介, 配合3MPa高压扇形喷嘴, 可使产品带介量降低40%以上。同时, 将磁选机滚筒转速从30r/min调至25r/min, 磁场强度从120mT提升至150mT, 尾矿磁性物含量可控制在0.8%以下, 形成“高效脱介+深度回收”的协同体系^[3]。(3) 介质回收系统的智能化改造。通过在磁选机尾矿管道安装在线浓度计, 实时监测磁性物含量, 当数值超过1.0%时自动调节磁选机工作参数。在循环介质桶加装超声波液位计, 与补介泵形成闭环控制, 避免介质过量添加。某矿实施改造后, 介质系统稳定性提升30%, 单月节约磁铁矿粉120吨。

3.2 生产管理措施

(1) 预防性设备维护与检修制度。制定“每日巡检+每周保养+每月大修”的三级维护体系: 每日检查脱介筛激振器温度、磁选机滚筒跑偏情况; 每周清理筛面堵塞物、更换磨损喷水嘴; 每月检测磁选机磁场强度、校准传感器精度。某选煤厂执行该制度后, 设备故障率下降45%, 因设备故障导致的介耗超标事件减少60%。(2) 管路系统完整性管理。建立管路台账, 标注弯头、阀门等易磨损部位的更换周期, 采用耐磨陶瓷贴片处理关键管路, 降低介质输送过程中的泄漏损耗。定期进行压力测试, 对发现的漏点采用带压封堵技术及时处理, 避免介质流失。统计显示, 完善的管路管理可使介质输送损耗降低20-30%。(3) 磁铁矿粉质量严格管控。制定进厂检验“三指标”: 磁性物含量 $\geq 95\%$ 、密度 $\geq 4.5\text{g/cm}^3$ 、水分 $\leq 8\%$, 每批次进行抽样检测, 不合格产品坚决退回。储存时采用封闭式料仓, 避免雨水混入导致结块, 取用过程中安装除铁器, 防止铁杂质影响磁选效率。严格的质量管控可使磁铁矿粉有效利用率提升15%以上。(4) 合格悬浮液液位与稳定性控制。通过调整分流量和补加水量, 将合格悬浮液密度波动控制在 $\pm 0.01\text{g/cm}^3$ 范围内, 黏度维持在30-50mPa·s。采用变频技术调节搅拌桶转速, 防止介质沉降分层, 确保悬浮液均匀性。某厂实践表明, 稳定的悬浮液工况可使分选过程介耗降低0.2-0.3kg/t^[4]。

3.3 创新技术应用实例分析

(1) 智能化控制系统在介耗管理中的应用。某大型选煤厂引入AI视觉识别系统,通过摄像头实时监测脱介筛产品带介情况,结合机器学习算法自动调整喷水角度和压力;利用大数据分析建立介耗预测模型,提前4小时预警异常趋势。系统运行后,介耗波动幅度从 $\pm 0.5\text{kg/t}$ 缩小至 $\pm 0.15\text{kg/t}$,年节约介质成本超300万元。(2)弧形筛与离心液处理系统的优化改进。某矿将传统弧形筛改为360°全包裹式结构,筛缝宽度从0.3mm缩减至0.2mm,使离心液中磁性物含量从5%降至2.3%;同时在离心液管道增设小型磁选柱,对微细粒介质进行二次回收,回收效率提升至92%。改造后,离心液系统介质流失量减少70%,年回收磁铁矿粉800余吨,直接经济效益达400万元。

4 案例分析

4.1 典型选煤厂介耗降低实践

4.1.1 成功案例介绍

五举煤业选煤厂曾因介耗偏高制约生产效益,其重介选煤系统存在磁铁矿粉粒度不达标、脱介设备老化、磁选效率低等问题。2023年,该厂启动介耗优化工程,通过技术改造与管理升级相结合的方式,系统性解决介耗难题,成为行业内介耗控制的标杆案例。

4.1.2 改造前后的介耗对比及经济效益分析

改造前,该厂介耗长期维持在 2.8kg/t ,年消耗磁铁矿粉约1200吨,介质成本达960万元。改造后,介耗稳定降至 1.1kg/t ,年磁铁矿粉消耗量减少700吨,介质成本直接降低560万元。同时,因介耗降低减少的设备磨损和生产停机时间,间接创造效益约200万元/年,综合年经济效益达760万元。

4.2 案例中的关键技术与管理创新点

4.2.1 技术设备升级的具体措施

在磁铁矿粉选用上,将原有-0.074mm粒度占比75%的磁铁矿粉更换为占比90%的细粒级产品,提升悬浮液稳定性;对脱介筛进行全面改造,更换为防磁耐磨筛面,调整筛面角度至 55° ,并升级喷水系统为高压旋转喷头,

脱介效率提升30%;磁选机方面,采用双级磁选配置,一级磁选磁场强度提升至2200Gs,二级磁选增设尾矿回收装置,介质回收率从93%提高至99%。此外,引入智能密度控制系统,实时调控悬浮液参数,确保分选精度与介耗平衡。

4.2.2 生产管理优化策略的实施

建立“三级巡检”制度,操作工每小时检查设备运行状态,技术员每日校准工艺参数,管理人员每周审核介耗数据,形成全流程管控闭环;实施磁铁矿粉“入库-使用-回收”全生命周期管理,严格进厂检验,采用分区存放避免受潮,通过介质平衡计算精准控制补加量;开展员工技能培训,将介耗指标与岗位绩效挂钩,设立“介耗标兵”奖励机制,激发全员降介积极性。同时,建立介耗异常预警系统,当介耗波动超过 0.2kg/t 时自动报警,确保问题及时处理。

结束语

综上所述,重介选煤介耗的降低不仅需要技术创新和设备升级,还需加强生产管理与工艺优化。通过实施一系列针对性策略,我们见证了介耗的显著下降及经济效益的提升。未来,随着智能化、自动化技术的不断发展,重介选煤介耗的管控将更加精细、高效。本研究期望为后续的研究与实践提供有益参考,共同推动煤炭加工行业的绿色发展,为实现“碳中和”目标贡献力量。

参考文献

- [1]于新国.重介选煤介耗问题分析及解决策略[J].中国石油和化工标准与质量,2020,39(20):144-145.
- [2]韩耀琴.洗煤工艺中介质损耗原因分析及管控技术研究[J].化学工程与装备,2020,(07):265-266.
- [3]尤龙.重介选煤介耗问题分析及解决策略[J].江西煤炭科技,2020,(02):201-203.
- [4]张威.重介选煤生产降低介耗的方法研究[J].建筑理论,2024,(07):81-82.