

# 基于双系原煤入选的选煤系统 介耗优化研究与实践

王登俊

(大同煤矿集团有限责任公司,山西大同 037003)

**摘要:**针对马脊梁选煤厂入洗双系原煤带来的煤质变化频繁、选煤系统介质系统稳定性差、介耗居高不下等问题,在分析其形成原因的基础上,依据现场生产情况,从生产工艺、人员管理等方面采取综合措施,通过改善脱介筛、浅槽、磁选机等设备工艺,有效解决了双系煤入洗带来的原煤重介耗损大的难题。工艺优化后,原煤介耗从 1.8 kg/t 降低至 1.4 kg/t。

**关键词:**优化工艺;技术改造;降低介耗;稳定介质系统;双系煤

中图分类号:TD94

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Research and Practice of Medium Consumption Optimization of Coal Preparation System Based on Dual System Raw Coal

WANG Dengjun

(Datong Coal Mine (Group) Co., Ltd., Datong 037003, China)

**Abstract:** There occur some problems in dual system raw coal in Majiliang Coal Preparation Plant, including frequent changes in coal quality, poor stability of medium system, and high medium consumption. Based on the cause analysis and on-site production, comprehensive measures are taken in terms of production process and personnel management. The heavy medium consumption caused by the dual system coal has been effectively solved by improving equipment such as sculping screen, shallow groove, and magnetic separator. After the process optimization, the medium consumption per ton of the raw coal was reduced from 1.8 kg/t to 1.4 kg/t.

**Key words:** optimization process; technical transformation; reducing medium consumption; stable medium system; dual system coal

煤炭在我国一次能源结构中处于主体能源地位,煤炭洗选加工是煤炭清洁高效利用的第一个环节。原煤经过选煤厂洗选加工后,可以将原煤中的矸石和有害杂质去除,减少商品煤的硫分,减少燃烧带来的环境污染,减少铁路的无效运输,提高煤炭资源的利用率。

我国煤炭资源丰富,煤种齐全,煤质差别大,而

重介质选煤技术因其对煤质适应能力强,成为了主导选煤方法。重介质选煤是利用阿基米德原理将精煤与矸石等杂质分离。保持介质系统稳定是保证分选效果的根本,控制介耗是降本增效的最佳途径<sup>[1]</sup>。

马脊梁选煤厂是一座矿井动力煤选煤厂,入选原煤全部来自马脊梁矿井,于2014年11月试运行。马脊梁选煤厂工艺图见图1所示。

收稿日期:2020-03-13

作者简介:王登俊(1972-)男,山西大同人,本科,工程师,从事煤矿机电、洗选加工工作,E-mail:442679042@qq.com

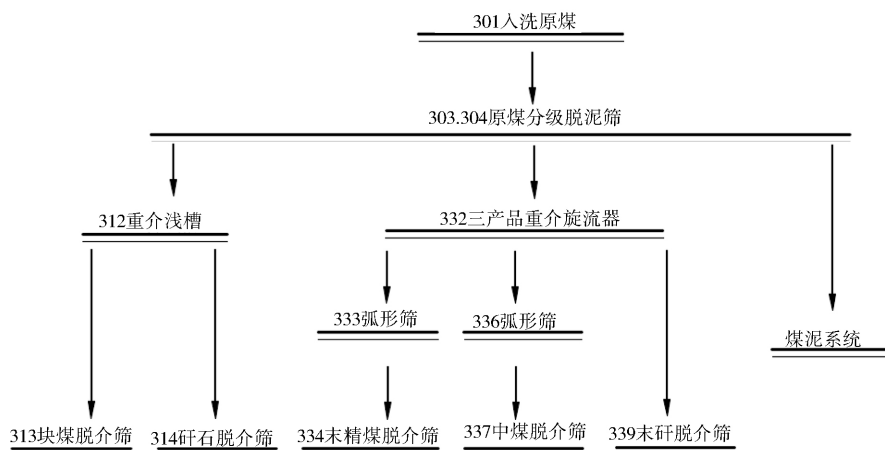


图 1 马脊梁选煤厂工艺图

Fig. 1 Process diagram of Majiliang Coal Preparation Plant

设计年处理能力 600 万 t/a,设计小时处理能力 1 136 t/h,产品结构为 0~50 mm 混精煤。原煤经破碎达到小于 150 mm 的粒度,150~13 mm 块煤采用重介浅槽分选;13.0~1.5 mm 末煤采用三产品重介旋流器分选;1.50~0.25 mm 粗煤泥采用螺旋分选机分选;0.25~0 mm 细煤泥采用加压过滤机+快开高效压滤机联合脱水回收。投产以来,2015 年至 2017 年选煤厂年均介耗如表 1 所示。选煤厂介耗虽然逐年降低,但仍无法达到预期效果。

表 1 工艺优化前历年平均介耗

Table 1 Average medium consumption before process optimization

年份	介耗/(kg·t <sup>-1</sup> )
2015	2.00
2016	1.80
2017	1.75

### 1 原因分析

马脊梁选煤厂入选原煤煤质复杂,矿井有石炭纪和侏罗纪两种煤层,存在双系原煤入洗的问题。同时,由于井下存在断层、火成岩入侵等地质原因,导致选煤厂入洗原煤煤质极不稳定,进而造成分选系统紊乱,跑介现象严重的问题。随着矿井采煤机械化程度不断提高,原煤矸石量骤增,细粒煤含量变多,泥化现象严重,这些实际情况增加了原煤煤质的复杂性,严重影响选煤厂的正常生产。马脊梁选煤厂煤泥水处理工艺图见图 2 所示。

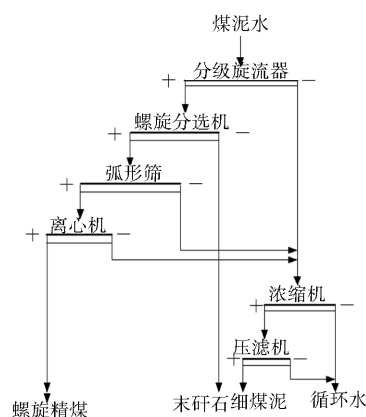


图 2 马脊梁选煤厂煤泥水处理工艺图

Fig. 2 Process diagram of slime water treatment in Majiliang Coal Preparation Plant

依据设备参数和现场实际可知,由合格介质泵打到浅槽的悬浮液量为 1 780 m<sup>3</sup>,由浅槽溢流流出的悬浮液量为 1 525 m<sup>3</sup>,即 85.67 %的循环悬浮液进入重介质浅槽分选机后随溢流精煤产品排出,其中 14.32 %的悬浮液分配到沉物矸石中。三产品重介旋流器入料悬浮液共 1 174 m<sup>3</sup>,末煤重介旋流器在离心力场作用下,底流的悬浮液密度比工作悬浮液密度高 0.3~0.7 g/m<sup>3</sup>[2];溢流悬浮液密度比其低 0.06~0.17 g/m<sup>3</sup>。根据悬浮液的密度差,求得悬浮液在底流及溢流中的分配量,末精煤为 70%,中煤为 20%,末矸石为 10%。结合设备实际情况计算得到设备的脱介能力如表 2 所示。

表 2 设备脱介能力

Table 2 Removing medium capacity of equipment

设备名称	需处理循环悬浮液量/m <sup>3</sup>	预脱介面积/m <sup>2</sup>	合介段脱介面积/m <sup>2</sup>	合计面积/m <sup>2</sup>	单位面积需要处理循环悬浮液量/m <sup>3</sup>
313 及其预脱介固定筛	1 525	3.00	7.08	10.08	151.0
334 筛,333 弧形筛	822	4.82	8.50	13.32	61.7
337 筛,336 弧形筛	235	2.41	4.32	6.73	34.9
339 筛	117	0	5.66	5.66	21.0

### 1.1 末煤及中煤脱介效果分析

1.5~13.0 mm 的末煤采用三产品重介旋流器分选,产品为末煤、中煤和末矸,末煤和中煤先流入弧形筛,进行预脱介,再流入下游振动筛。双系煤混合入洗,造成原煤煤质的变化频繁,导致末煤、中煤数量不断变化,脱介筛物料层厚度不一,从而产生一系列不良影响。

当入洗石炭纪煤层原煤占比较大时,中煤比例增高,中煤预脱介弧形筛和中煤振动筛上的物料层过厚,无法有效脱介;当侏罗纪煤层原煤占比较大时,末煤比例增高,末精煤预脱介弧形筛和末精煤振动筛上的物料层过厚,无法有效脱介<sup>[3]</sup>。脱介筛无法有效进行脱介,会出现欵煤、欵介现象,造成介质系统紊乱,导致介质随精煤产品流失,甚至介质循环系统崩溃。

### 1.2 块精煤脱介效果分析

13~150 mm 块煤采用重介浅槽分选。由于浅槽入料粒度大,溢流液流量大,85.67% 的溢流进入块精煤脱介筛,导致块精煤脱介筛物料前冲严重<sup>[4]</sup>。物料流速过大,导致脱介时间太短,脱介效果差;致使振动筛稀介段物料增加,合介段回收的介质减少;容易造成合格介质桶位和比重突降,分选系统不稳定,甚至崩溃。

### 1.3 稀介磁选机回收率分析

由于振动筛稀介段回收量增大,会加大磁选机的工作负荷,降低磁选机的工作效率,致使更多的介质从磁选机尾矿流失。一旦系统打分流,会产生更多介质随着磁选尾矿损失掉,因此,系统不能随时打分流进行调节,介质系统的工作效率和灵活性受到

了严重影响。

### 1.4 悬浮液黏度和稳定性分析

由于原煤细粒煤含量逐步升高,即使经过洗选系统中两台原煤分级脱泥筛进行分级脱泥,依然会有大量煤泥进入浅槽,导致介质系统中的煤泥含量增高,进而使重介悬浮液的黏度增高。

高黏度的悬浮液会影响介质在振动筛上的透筛脱介,造成介质随精煤产品流失。悬浮液黏度过高会影响物料的流动性,物料分层不畅致使分选效率下降。

为此选煤厂只能采取加大分流量的措施,将悬浮液更多地分流到稀介桶,通过磁选机降低悬浮液的煤泥含量<sup>[5]</sup>。但是,这样又会加大磁选机的工作负荷,导致更多的介质随尾矿流失。

## 2 优化生产工艺

### 2.1 生产工艺优化

1)旋流器产品脱介工艺优化。将末精煤、中煤预脱介弧形筛改造为预脱介固定筛。末精煤预脱介固定筛脱介面积约为 10.56 m<sup>2</sup>,预脱介弧形筛脱介面积约 2.41 m<sup>2</sup>,脱介面积提升了 4.4 倍。同理,中煤预脱介固定筛脱介面积约 6.84 m<sup>2</sup>,预脱介弧形筛脱介面积约 2.41 m<sup>2</sup>,脱介面积提升 2.84 倍<sup>[6]</sup>。同时,增加固定筛配套的入料溜槽和筛下槽进的宽度,并且降低筛面角度。如此,物料通过入料槽再流入筛面时能够更加均匀地分层,缓慢前进,高效脱介,大大降低了产品带走的介质。优化生产工艺后末煤、中煤脱介筛脱介能力如表 3 所示。

表 3 优化生产工艺后末煤、中煤脱介筛脱介能力

Table 3 Removing medium capability of sculping screen of final and middle coal after process optimization

设备名称	需处理循环悬浮液量/m <sup>3</sup>	预脱介面积/m <sup>2</sup>	合介段脱介面积/m <sup>2</sup>	合计面积/m <sup>2</sup>	单位面积需要处理循环悬浮液量/m <sup>3</sup>
334,333	822	10.56	8.50	19.06	43
337,336	235	6.84	2.12	8.96	26

由表 3 可知,优化生产工艺后,末煤脱介筛及其预脱介固定筛单位面积需处理的悬浮液量由 75 m<sup>3</sup> 下降到 43 m<sup>3</sup>,降低为改造前的 57%;中煤脱介筛及其预脱介固定筛单位面积需处理悬浮液量由 52 m<sup>3</sup> 下降到 26 m<sup>3</sup>,降低为改造前的 50%。单位面积脱介负荷大大下降,加强了介质回收,有效解决了末煤、中煤产品带介高的问题。

2)浅槽溢流优化措施。针对浅槽溢流液流量大,块精煤脱介筛物料前冲严重的情况,在浅槽溢流槽内

部增加 7 块预脱介固定筛板,筛板尺寸为 680 mm×610 mm;在块精煤脱介筛的入料槽上部增加一部预脱介固定筛,该固定筛面积约为 7.7 m<sup>2</sup> (2 600 mm×3 025 mm)。如此改造增加了 10.6 m<sup>2</sup> 的预脱介面积,大部分的重介悬浮液流量可以在预脱介部分进行回收,这样有效降低了物料进入振动筛的流速,提高了块精煤脱介筛的工作效率,稳定了介质系统。

在预脱介固定筛出料端加 200 m 高缓冲挡皮,使物料均匀、缓慢地进入块精煤脱介筛的筛面,从而

提高脱介效率,使物料更加缓慢地进入脱介筛的第一排筛板上,增加有效脱介面积。同时,在脱介筛板上自制挡坝,进一步延缓物料的流程<sup>[7]</sup>。马脊梁选

煤厂优化后工艺流程见图 3 所示。优化生产工艺后块精煤脱介筛脱介能力如表 4 所示。

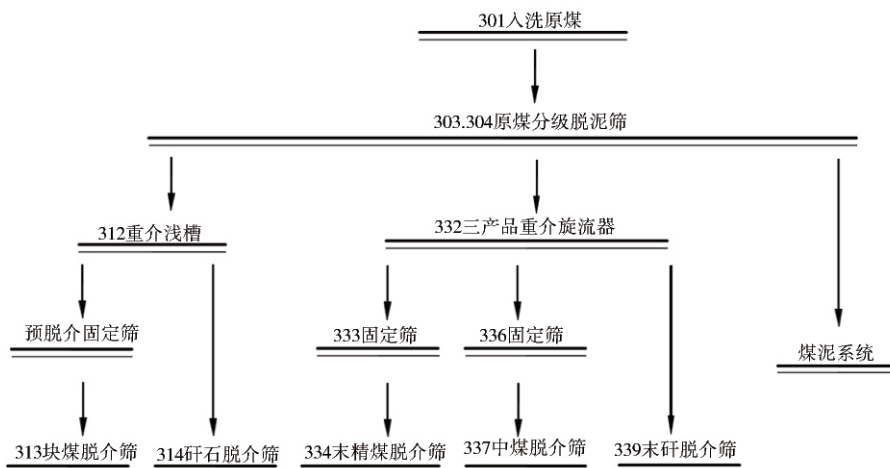


图 3 马脊梁选煤厂优化后工艺流程图

Fig. 3 Process diagram of Majiliang Coal Preparation Plant after optimization

表 4 优化生产工艺后块精煤脱介筛脱介能力

Table 4 Removing medium capability of block coal sculping screen after optimization

设备名称	需处理循环悬浮液量/ $m^3$	预脱介面积/ $m^2$	合介段脱介面积/ $m^2$	合计面积/ $m^2$	单位面积需要处理循环悬浮液量/ $m^3$
313 及其预脱介固定筛	1 525	10.6	7.08	17.68	86

由表 4 可知优化生产工艺后,块精煤脱介筛及其预脱介固定筛单位面积需处理的悬浮液量由  $151 m^3$  下降到  $86 m^3$ ,降低为改造前的 57%。单位面积脱介负荷大大下降,加强了介质回收,有效解决了块精煤脱介筛物料前冲严重、脱介时间不够、脱介效果差的问题。

3)脱泥筛优化措施。针对原煤细粒煤含量高、泥化严重引起的悬浮液黏度大的现象,采取了综合优化措施:

- a. 改善脱泥筛的喷淋水幕,分级脱泥筛每一层都布置有两段喷淋水,且相隔 200 mm;
- b. 每段喷淋水的鸭嘴式喷头,紧密排列,喷淋水幕均匀连续,使喷水形成扇形的拦截面,喷嘴高度控制在 300~350 mm 左右,喷淋水方向与物料前进方向角度约为  $70^\circ$ ;
- c. 喷淋水的压力控制在 0.3 MPa 左右;
- d. 喷水浓度采用浓度低于 30~50 g/L 的循环水;
- e. 喷水量依据系统的负荷量、脱介筛能力和磁选系统能力确定最大容许量  $706 m^3/h$ <sup>[8]</sup>。

改造后的脱泥筛喷水参数如表 5 所示。

表 5 优化改造后脱泥筛喷水参数

Table 5 Water spraying parameters of desliming screen after optimization

喷水段数	喷水压力/MPa	喷水浓度/( $g \cdot L^{-1}$ )	喷水量/( $m^3 \cdot h^{-1}$ )
两段	0.3	30~50	706

4)稀介磁选工艺优化。提高磁选机的回收效率,一是改善稀介磁选机的喷淋水幕,加密喷头数量,加大喷淋水压力,有效地将磁选滚筒上的介质冲刷下来;二是利用停车检修的空余时间,对磁选机的给矿管、分选槽、精矿槽进行清理,保证入料均匀稳定,分选槽液面稳定。

## 2.2 介质质量管理优化

经过马脊梁选煤厂多年的生产实践证明,200 目粒度含量必须大于 90%,才可以有效减少因煤泥含量大带来的脱介效率低下和磁选回收效率低下的不良影响;磁性物含量的比例直接影响稀介磁选机的工作效果,必须保证在 95%以上;介质的真密度控制着悬浮液的密度,控制着回收率,因此必须达到如表 6 所示指标。

表 6 入厂介质指标

Table 6 Incoming medium index

真密度/( $g \cdot cm^{-3}$ )	磁性物含量/%	200 目的粒级含量/%
$>4.5$	$>95$	$>90$

### 3 优化结果分析

采取介耗管控及工艺优化后的效果如表7所示,介质消耗由1.8 kg/t降低至1.4 kg/t。同时,系统运行更加稳定、流畅,产品质量也大大提高。

表7 优化生产工艺和加强管控管理后生产指标对比  
Table 7 Comparison of production index after optimizing the production process and strengthening management

年份	石炭纪与侏罗纪原煤入洗比例(估测)	介耗/(kg·t <sup>-1</sup> )
2015	4:3	2.00
2016	3:2	1.80
2017	2:1	1.75
2018	3:1	1.50
2019	4:1	1.40

#### 参考文献:

- [1] 刘鹏. 重介选煤控制系统整体研究与设计[J]. 山东煤炭科技, 2017(10):118-120,122.  
LIU Peng. Research and design of control system of dense medium coal separation[J]. Shandong Coal Technology, 2017(10): 118-120,122.
- [2] 刘海龙. 选煤厂三产品重介旋流器工艺调控改造研究[J]. 机械管理开发, 2019, 34(9):206-208.  
LIU Hailong. Process Regulation and transformation of heavy medium cyclone with three products in coal preparation plant [J]. Mechanical Management and Development, 2019, 34(9):206-208.
- [3] 王东兴. 通源选煤厂降低介耗措施[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(4):45-46,102.  
WANG Dongxing. Medium consumption reduction methods in tongyuan coal preparation plant[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(4):45-46,102.
- [4] 王学红. 选煤厂煤泥水处理工艺的优化[J]. 能源技术与管理, 2018, 43(2):152-153.  
WANG Xuehong. Optimization of slime water treatment technology in coal preparation plants[J]. Energy Technology and Management, 2018, 43(2):152-153.
- [5] 蔡振华, 张宗莉. 汪家寨选煤厂提高重介质旋流器分选效益的实践[J]. 煤炭加工与综合利用, 2012(3):5-8.
- [6] 刘威. 水峪煤矿选煤厂降低介耗的实践[J]. 煤炭加工与综合利用, 2019(8):36-39.  
LIU Wei. Practice of reducing magnetite consumption in Shuiyu coal mine coal preparation plant[J]. Coal Processing and Comprehensive Utilization, 2019(8):36-39.
- [7] 靳超. 研究选煤厂降低介质损耗的方法[J]. 数码设计, 2017, 6(5):167-168.  
JIN Chao. Study the method of reducing dielectric loss in coal preparation plant[J]. Digital Design, 2017, 6(5):167-168.
- [8] 方伟国. 选煤厂降低介耗的技术方法与措施[J]. 山东煤炭科技, 2010(2):88-89.

(编辑:樊敏)

### 4 结束语

优化改造前当煤质有所变化时,容易导致脱介不及时,造成欵煤、欵介,介质系统紊乱,限制了选煤厂的生产能力,时常引发生产事故。通过优化生产工艺和加强管控管理,有效解决了双系煤入洗、矿井原煤细粒级高、原煤泥化严重等难题,稳定了重介质系统,降低了介耗,提高了原煤入洗量。