

# 浅槽分选机上升流工艺的优化改造

杜颖峰

(淮南矿业集团选煤分公司 潘三选煤厂,安徽 淮南 232096)

**摘要:**阐述了重介质浅槽分选机的工作原理。分析了潘三选煤厂主要存在合格介质循环泵设计选型偏大、上升流工艺不完善、浅槽管道布置不合理、上升流流量难以稳定控制、管路扬程大、循环介质泵工况点偏离最大效率工作区等问题。通过在原上升流管道加一路放料管、同时安装配套闸阀和数显压力表,调整上升流压力为 0.033 MPa、保证槽内煤颗粒按密度分选、稳定悬浮液浓度、确定前部漏斗上升流压力为 0.040 MPa,控制管道闸阀及压力表、确保压力准确、检查浅槽分选机运行状况、保持上升流压力的连续性等措施对选煤厂上升流工艺进行优化改造。改造后,选煤厂矸中带煤情况得到遏制,提高了精煤产率;实现了手动无极调节上升流流量,降低了分选密度和磁铁矿粉用量;每月增加销售收入 300 余万元,提高了选煤利润。

**关键词:**浅槽分选机;上升流;悬浮液;精煤产率;磁铁矿粉

中图分类号:TD94

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2013)04-0008-04

## Transformation of rising flow process of shallow groove separator

DU Yingfeng

(Pansan Coal Preparation Plant, Huainan Mining Industry (Group) Co., Ltd., Huainan 232096, China)

**Abstract:** Introduce the technical principle of heavy medium shallow groove separator. There were lots of problems in Pansan coal preparation plant. The circulating pump for qualified medium was too large, the rising flow process was imperfect and difficult to stably control, the layout of shallow groove pipelines was unreasonable, the lift was high, the circulating medium pump working point deviated from the maximum efficiency zone and the like. To resolve these problems, add a discharge pipe to the rising flow pipe, adjust the rising flow pressure to 0.033 MPa by installing the valves and digital pressure gauge, ensure the groove coal density-dominant separation, stabilize suspension concentration, determine the front funnel upwelling pressure is 0.040 MPa, control pipe gate valve and pressure gauge to ensure that the pressure is accurate, check the status, operation and shallow groove separation machine operation continuity. After transformation, avoid the clean coal mixing in gangue, increase the clean coal yield, the rising flow can be manually non-polar regulated, decrease the separation density and dosage of magnetite powder, the profits increase by  $3 \times 10^6$  yuan every month.

**Key words:** shallow groove separator; rising flow; suspension; clean coal yield; magnetite powder

收稿日期:2013-03-14 责任编辑:白娅娜

作者简介:杜颖峰(1982—),男,辽宁丹东人,工程师,2005年毕业于辽宁工程技术大学矿物加工工程专业,现从事选煤技术管理工作。

引用格式:杜颖峰.浅槽分选机上升流工艺的优化改造[J].洁净煤技术,2013,19(4):8-11.

## 0 引言

淮南矿业集团选煤分公司潘三选煤厂是潘三矿井建设的配套工程,设计处理能力与矿井相同,年处理原煤 500 万 t,属井口型大型动力煤选煤厂。选煤工艺为:100~13 mm 块原煤采用美国进口重介质浅槽分选,13.0~0.5 mm 末原煤采用有压两产品重介旋流器分选,粗煤泥经水力旋流器浓缩分级后采用高频筛回收,细煤泥采用压滤机回收的联合工艺流程,实现了洗水闭路一级循环。产品灰分在 24%~34% 无级调节,可生产满足不同用户要求的动力煤。

### 1 浅槽分选机工作原理

重介质浅槽分选机是重力分选设备,主要依据浮沉原理,实现低密度煤上浮,高密度矸石下沉。煤从溢流堰排走,矸石则沉到刮板机并运出浅槽<sup>[1-3]</sup>。重介质浅槽分选机适于分选 100~6 mm 块原煤。分选槽内悬浮液体系状况直接影响原煤分选效果。原设计有上升流与水平流,水平流不断运输浮物,上升流造成微弱的上升介质速度,保持物料松散,防止悬浮液沉淀。水平介质流和上升介质流使分选槽中悬浮液密度保持均匀稳定<sup>[4]</sup>。305 号浅槽箱体示意如图 1 所示。

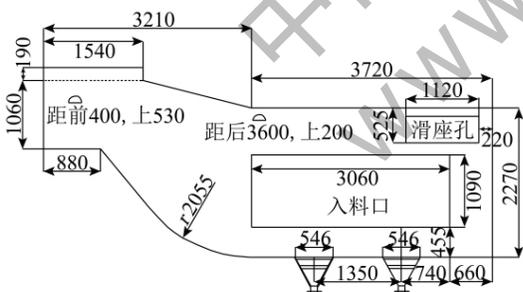


图 1 305 号浅槽箱体示意

## 2 存在问题

### 2.1 附属设备不符合工艺标准

原有合格介质循环泵设计选型偏大,流量为 800 m<sup>3</sup>/h (13.3 m<sup>3</sup>/min),扬程 36 m。而浅槽分选机额定介质循环量只有 9.8 m<sup>3</sup>/min,水平流标高仅 +13.50 m。经现场实际测算管路扬程损失后,管路所需总扬程为 20.87 m<sup>[5]</sup>。因此,合格介质泵流量和扬程均超过浅槽分选机额定参数。加之上升流

工艺不完善,导致合格介质泵启车瞬间冲击力大,浅槽底板被顶起。为避免瞬间冲击对底板造成破坏,每次启车前都要关闭上升流闸阀,启车稳定后再逐渐打开,操作不便,影响设备正常使用,降低生产效率。

### 2.2 浅槽设计管道布置不合理

原设计的上升介质流工艺中,上升流管道与水平流管道直接从一根母管引向浅槽底部和进料端。上升流流量难以稳定控制,微调时经常出现上升流异常波动,伴随翻花现象,导致选煤产品错配物含量偏高<sup>[6]</sup>。另外,根据煤量和悬浮液密度等调整上升流流量,水平流流量将随之波动,造成循环量不稳定,后续工艺异常,精煤脱介筛一段蹿介或因浮煤运输不畅超出浅槽额定处理量而降低分选效率等。同时,调整水平流流量也会对上升流流量产生影响,不利于整个分选体系的稳定。浅槽原设计管道布置如图 2 所示。

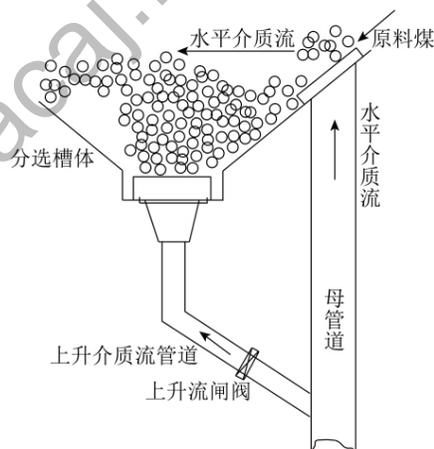


图 2 浅槽原设计管道布置

### 2.3 循环介质泵、管路不符合工序要求

频繁减少上升流闸阀开度相当于增加管路阻力,管路所需扬程增加。渣浆泵性能趋势如图 3 所示。

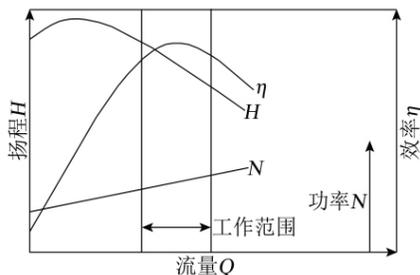


图 3 渣浆泵性能趋势

渣浆泵工况点如图 4 所示。由图 4 中离心泵和

管路特性曲线<sup>[7]</sup>可知,当管路阻力增加时,泵的流量降低;泵的扬程虽增高,但效率和功率却很低,存在憋泵现象,泵的工作点也在最大效率的工作区域之外,同样加大闸阀开度也会使工况点偏离最大效率工作区。

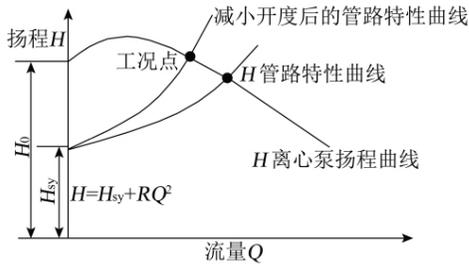


图4 渣浆泵工况点

### 3 改造措施

原有上升流工艺中直接从母管引出的上升流管道单靠一个闸阀控制。为及时、稳定控制上升流和连续调节上升流流量,并避免其对管路特性、泵特性和水平流等的影响<sup>[8]</sup>,在原有设计上加一路放料管,同时安装配套闸阀和数显压力表等。改造前后上升流管道布置方式如图5所示。

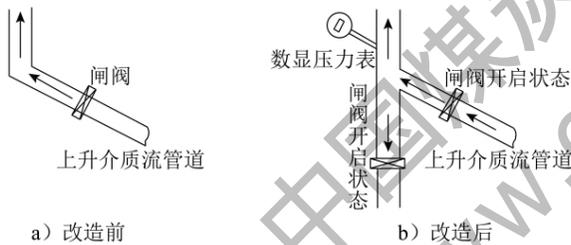


图5 改造前后上升流管道布置方式

#### 3.1 调试上升流压力

根据浅槽槽体内悬浮液高度近似为2 m,循环悬浮液密度1.65 kg/L,计算出稳定槽内悬浮液体的近似压强,确定上升流压力表读数。

$$P = \rho gh = 1.65 \text{ kg/L} \times 10 \text{ N/kg} \times 2 \text{ m} \\ = 33000 \text{ Pa} = 0.033 \text{ MPa}$$

此时整个槽体内悬浮液达到重力平衡,悬浮液处于失重状态,分选槽内的煤颗粒实现按密度分选<sup>[9]</sup>。

#### 3.2 稳定悬浮液浓度

由于矸石沉物在运输过程中存在由机尾向机头的渐进过程,向前逐步增加了槽体中悬浮液单位体积浓度。机尾部物料向前运输,与前方入料原煤混合后分选。为了提高槽体尾部漏斗和前部漏斗垂直方向上各分选带的分选效果,稳定固体浓

度<sup>[10]</sup>,减少因局部固体浓度过大造成干扰沉降的发生。在稳定局部悬浮液的前提下调节槽体下部压力,确定前部漏斗的上升流压力为0.040 MPa,比机尾漏斗的上升流压力增加0.015 MPa左右,此时悬浮液液面处于失稳翻花的临界点<sup>[11-12]</sup>。

#### 3.3 控制管道闸阀及压力表

开启循环介质泵前,将下降流管道部分开启,以保证瞬间管道内的气流能返回介质桶内,避免对分选槽底板造成冲击。开启循环介质泵前,在管内无料状态下将数显压力表手动调零,确保运行时压力读数准确;保证开泵前压力表处于关闭状态,以防启动时压力过大损坏压力表。

#### 3.4 检查浅槽分选机运行状况

原煤中含有的铁器类杂物易造成浅槽底板与刮板阻滞、磨损,虽在浅槽进料前设有除铁器,但受煤层厚度和卸铁期间不能吸铁的影响,仍有部分铁器进入槽体<sup>[13]</sup>。因此,必须保持上升流压力的连续性,克服铁器自身的部分重力;同时要求看护人员经常巡视上升流管道状态,以防堵塞;通过压力表数据及分选槽内液面状况及时反馈上升流是否满足分选要求。

### 4 应用效果

通过调节放料管闸阀和上升流管道闸阀,配以压力表作为参照,将上升介质管道内的流量分流为上升流流量和下降流流量,实现手动无极调节上升流流量,避免了翻花现象,水平流流量也趋于稳定,提高了浅槽分选机生产效率。

由于下降流管道和闸阀的介入调控,母管与上升流管道内流体速度和管道阻力趋于稳定,可在基本不影响原管路特性的前提下控制上升流流量。循环介质泵工况点易稳定,且在最大效率的工作区内。

悬浮液容积浓度是分选体系稳定性的标志<sup>[14]</sup>,可使悬浮液保持上下层密度尽可能一致。当悬浮液容积浓度超过临界值时,矿粒沉降速度降低,设备生产能力和分选效率均降低。一般来说,悬浮液黏度随固体体积分数的增加而增大。悬浮液固体体积分数应控制在20%~30%,当固体体积分数达到35%以后,悬浮液黏度明显上升<sup>[15]</sup>,40%以后急剧上升,当固体体积分数达到50%后,黏度接近最高值,此时的悬浮液几乎没有流动性,严重影响重力分选过程。通过模拟改造前工艺,利用改造后上

升流工艺,测定了不同原煤浅槽底部固体体积分数,具体见表1。由表1可知,当块原煤灰分为51.28%时,悬浮液固体体积分数比改造前降低4%;块原煤灰分为57.84%时,悬浮液固体体积分数降低最多,为8%。因此,改造后可及时灵活调整上升流,稳定悬浮液浓度,提高分选效率。

表1 槽体底部悬浮液固体体积分数 %

块原煤灰分	改造前	改造后
51.28	28	24
53.31	21	27
54.79	32	26
56.33	25	24
57.84	33	25
59.05	29	25

改造前后浅槽分选机分选效果对比<sup>[16-17]</sup>见表2。由表2可知,改造后分选机可能偏差 $E_p$ 由改造前的0.081降至0.033;数量效率由98.49%提高至98.73%;实际精煤产率和理论精煤产率分别增加了7.32%和7.33%。由于上升流压力带来部分浮力效应,磁铁矿粉用量减少。

表2 浅槽分选机分选效果对比

项目	改造前	改造后
可能偏差/ $E_p$	0.081	0.033
实际精煤产率/%	33.97	41.29
理论精煤产率/%	34.49	41.82
数量效率/%	98.49	98.73
分配密度/( $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	1.859	1.727
等误密度/( $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	1.698	1.720
总错配物质量分数/%	1.71	1.27
理论分选密度/( $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	1.745	1.750
实际分选密度/( $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	1.859	1.727
矽石中-1.8 kg/L 含量/%	2.405	1.946
精煤中+1.8 kg/L 含量/%	0.48	0.30

## 5 效益分析

改造后,选煤厂矽中带煤情况得到有效遏制<sup>[18]</sup>,提高了精煤产率,局部稳定了工序标准对块精煤和块矽石灰分的要求;由于采用了上升流,有效降低了分选密度<sup>[19]</sup>,磁铁矿粉用量也相应减少。以块原煤产率25%计算,由表2可知,改造后实际精煤产率增加7.32%。则每吨原煤多产精煤: $Q = 1 \text{ t} \times 25\% \times 7.32\% = 18.30 \text{ kg}$ 。以潘三矿目前生产能力计算,潘三选煤厂每月可增加销售收入300余万元,提高了选煤利润。

杜颖峰:浅槽分选机上升流工艺的优化改造

## 6 结 语

潘三选煤厂改造完成后,人机效率得以提高,为企业带来直接经济效益。同时节约了劳动力,减少人员工作时的不安全因素,为企业创造无形的经济价值。上升流优化方案投资少、见效快,对选煤过程中的敏感因素,如悬浮液浓度、磁铁矿粉消耗<sup>[20]</sup>等可实现及时有效控制,具有较高的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 丘继存. 选矿学[M]. 北京:冶金工业出版社,1987.
- [2] 张祺,刘春龙,崔莉莉,等. 降低重介浅槽分选机介耗的措施研究[J]. 洁净煤技术,2011,17(6):17-19.
- [3] 曾庆刚,廖祥国,李平,等. 块煤重介浅槽分选机在田庄选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术,2012,18(4):7-9.
- [4] 李贤国,张荣增. 重力选矿原理[M]. 北京:煤炭工业出版社,1992.
- [5] 刘顺,赵承年,路迈西. 选煤厂设计[M]. 北京:煤炭工业出版社,1987.
- [6] 中国矿业学院选煤教研组. 选煤机械[M]. 北京:煤炭工业出版社,1979.
- [7] 全国职业培训教学工作指导委员会. 选煤厂流体机械[M]. 北京:煤炭工业出版社,2004.
- [8] 姚书典. 重选原理[M]. 北京:冶金工业出版社,1992.
- [9] 张鸿起. 重力选矿[M]. 北京:煤炭工业出版社,1987.
- [10] 张强. 选矿概论[M]. 北京:冶金工业出版社,1984.
- [11] 张信龙,庞鼎峰,侯晋兵,等. 长平矿选煤厂的设计特点[J]. 洁净煤技术,2013,19(1):16-20.
- [12] 鲁和德,誉涛,李炳才,等. 梁北选煤厂降低介耗途径研究[J]. 洁净煤技术,2012,18(1):13-15,22.
- [13] 杨军伟,李桂华,李红旭. 煤炭矿山中大型除铁器的选型及应用[J]. 洁净煤技术,2011,17(2):18-20.
- [14] 卢寿慈. 矿物颗粒分选工程[M]. 北京:冶金工业出版社,1990.
- [15] 陈建中. 选煤标准使用手册[M]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [16] 王祖瑞. 重介选煤的理论与实践[M]. 北京:煤炭工业出版社,1988.
- [17] 中国统配煤矿总公司. 选煤厂技术检查规程[M]. 北京:煤炭工业出版社,1990.
- [18] 陈树章. 非均相物系分离[M]. 北京:化学工业出版社,1993.
- [19] 化学工业部人事教育司. 液相非均一系分离[M]. 北京:化学工业出版社,1997.
- [20] 谢广元. 选矿学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2001.