

# 高浓度循环水下跳汰机操作参数的调整

王 敏,金吉元,刘新国

(兖州煤业股份有限公司 济三煤矿选煤厂,山东 济宁 272069)

**摘要:**由济三选煤厂原煤筛分试验和煤泥水筛分试验可知,原煤泥化现象严重,煤泥水处理能力低,循环水中细粒级含量较高,导致循环水浓度升高,高浓度循环水是影响跳汰机分选效果的主要原因。通过调整进气蝶阀、排气蝶阀,设置风压频率和调整水量等措施对跳汰机操作参数进行了调整,并通过三产品分配率曲线对调整效果进行了验证,结果表明:三产品跳汰机分配率曲线较陡,可能偏差 $E_{P1}$ 、 $E_{P2}$ ,不完善度 $I_1$ 、 $I_2$ 均小于0.1,跳汰机分选效果良好。调整跳汰机操作参数后,济三选煤厂产品质量结构得到优化,省去了配煤洗混的麻烦;精煤灰分合格率达到100%,精煤产率提高了3%;原煤入洗能力提高了120 t/h,超额完成了选煤厂生产指标。

**关键词:**循环水;跳汰机;筛分试验;分配率;风阀开启度

中图分类号:TD942+.1

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2011)06-0020-03

兖矿集团济三选煤厂2000年投产,采用分级入选,设计能力500万t/a。改造后,采用混合入洗,两段三产品跳汰工艺,生产能力达到650万t/a。选煤厂煤泥回收主要采用水力旋流器、筛网离心机和压滤机的联合流程,洗水一级闭路。选煤产品有动力精煤、冶炼精煤、洗混煤、煤泥等。

## 1 原煤性质

2010年,受井下断层影响,济三选煤厂入洗原煤出现灰分高、矸石量大、泥化现象严重等问题,严重影响了选煤厂生产效果。济三选煤厂原煤粒度组成见表1。由表1可知,原煤中煤泥质量分数为18.50%,含量较高,原煤中泥页岩成分高,泥化现象严重,导致煤泥水处理能力低<sup>[1]</sup>;跳汰机循环水质量浓度高达350 g/L,有时甚至在450 g/L以上,超出了跳汰机循环水质量浓度小于50 g/L的要求,影响跳汰机分选效果,洗选精煤灰分连续超标,生产能力严重不足。

表1 济三选煤厂原煤粒度组成

粒度/ mm	质量/ kg	产率/ %	累计产率/ %	灰分/ %	平均灰分/ %
50~25	46.6	9.32	9.32	45.40	45.40
25~13	39.6	7.92	17.24	36.12	41.14
13~6	109.3	21.86	39.10	34.51	37.43
6~3	74.3	14.86	53.96	35.01	36.76
3~1	82.2	16.44	70.40	34.84	36.32
1~0.5	55.5	11.10	81.50	34.52	36.07
-0.5	92.5	18.50	100.00	35.46	35.96
合计	500.0	100.00		35.96	

## 2 原因分析

对济三选煤厂煤泥水浓缩后进行筛分试验,结果见表2。

表2 选煤厂煤泥筛分试验

粒度/mm	产率/%	灰分/%	累计产率/%	平均灰分/%
+0.200	15.84	30.81	15.84	30.81
0.200~0.075	14.93	27.29	30.77	29.10
0.075~0.052	5.49	28.81	36.26	29.06
-0.052	63.74	51.28	100.00	43.22
合计	100.00	43.22		

收稿日期:2011-10-18 责任编辑:白娅娜

作者简介:王 敏(1979—),男,山东泰安人,技师,跳汰选煤工。

由表2可知,煤泥中+0.052 mm煤泥灰分较为均匀,在30%左右,-0.052 mm灰分激增,高达51.28%;-0.075 mm质量分数为69.23%,-0.052 mm质量分数高达63.74%,占到煤泥总量的50%以上。一段沉降浓缩池的沉降效果受入料中颗粒自身重力、粒度、形状的影响。粒度越小所受重力作用越小,沉降速度越慢,沉降效果越差。在循环水循环过程中,细颗粒不能有效沉淀便进入下一循环,导致循环水浓度越来越高,严重影响跳汰机分选效果。因此,高浓度循环水是跳汰机分选效果降低的主要原因。

高浓度循环水是由大量细颗粒煤泥积聚形成的,循环水是循环流动的,这就使细颗粒煤泥在循环水中均匀存在,形成类似均质介质。流体运动时,流体内部各流层间产生切应力或内摩擦力,即流体的粘度。由于固体颗粒的大量存在,且这些固体颗粒不像流体介质那样易于变形,介质受到阻尼力而不能自由流动,增加了流体的粘滞性,使循环水粘度增加。跳汰机分选过程中,颗粒下沉时周边介质内部产生的内摩擦力增大,即颗粒受到的运动阻力就会增大。循环水浓度越高表明其内部细颗粒煤泥集聚量越多,循环水流动时层流间的阻尼力越大,其产生的切应力增大,循环水的粘度随之增高,颗粒在下降过程中受到的阻力也随之增大。因此,循环水浓度越高,粘度越大,颗粒在分选过程中受到的阻力就越大,跳汰分选效果也越差。

依据跳汰机工作原理:物料在重力作用下,实现颗粒按密度分选<sup>[2]</sup>。粒度越小,其自身重力越小,克服介质阻力的能力越小,受到的影响越大。因此,在循环水浓度高的情况下,跳汰机洗选操作要着重控制细颗粒物料克服介质阻力下降分层过程。

### 3 改进措施

跳汰分层是在脉动水流的作用下逐步完成的。按照水速与加速度的方向,在一个跳汰周期内,脉动水流可分为4个阶段:速度增加的上升期,实现床层位移;速度减小的上升末期,水流与颗粒间相对速度小,有利分选;速度增加的下降初期,床层松散有利分层;速度减小的下降末期,促使细小颗粒透过床层大颗粒间隙继续向下运动进行分层,粉矸透筛排出<sup>[3]</sup>。因此,可以通过调整跳汰机脉动水流特性,克服水的阻力对颗粒运动的不利影响,使跳汰

机在较高浓度循环水下仍能保持较好的运行状态。

脉动水流特性除与跳汰机类型、结构参数有关外,还主要取决于风、水制度,即气阀开启大小、进、排气时间长短及筛下补充水量大小等因素。

#### 3.1 调整进气蝶阀

增大跳汰机进气蝶阀开启角度,由原来45°调整到60°,增加了单位时间的进气量,这样跳汰机在较短时间内即可获得同等的进气量。电控气动蝶阀开启度示意如图1所示。同时还可以通过缩短进气时间,即缩短进气期来调整脉动水流特性,进气期缩短了,膨胀期、排气期相应得以延长;膨胀期延长,跳汰床层维持松散状态的时间增加,使颗粒能够更充分地按密度分层,排气期延长使细小颗粒随水流下降,下降过程中的分层作用更加明显。

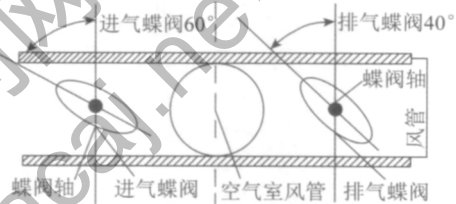


图1 电控气动蝶阀开启度示意

#### 3.2 调整排气蝶阀

缩小排气阀阀门开启角度,由50°调整至40°,减小了跳汰机单位时间内工作风的排出量,具体见图1。同时配合增加排气时间,使工作风缓慢排出,即增加床层维持松散状态的时间,减缓水流下降速度。通过上述措施,跳汰机性能得以提高,确保了颗粒充分按密度分层,增强了粉矸穿过床层缝隙透筛排料的作用。

#### 3.3 设置风压频率

采用高风压0.32~0.33 Pa,以保证床层有足够的动能和抬起高度,实现充分松散。根据“风可保质,水可保量”的原理,风是跳汰机的动力源,理想的脉动水流速度波形是上升短而促,下降平而缓的不对称波形,要得到理想的脉动水流速度波形,充足的风压是先决条件。在跳汰机频率设置上使用高频率、低振幅。一方面有利于细颗粒物料按密度分选;另一方面可防止高灰细颗粒在上升过程中污染轻产物,频率设置为60~65次/min。

#### 3.4 调整水量

跳汰分选过程中,风水的配合至关重要,适当的风水配合是获得良好分选效果的必要条件。在用风量稳定的情况下,筛下顶水的用量决定床层抬

起高度 进而决定床层松散度。在排气期顶水能降低下吸力 使下降水流缓慢 削弱吸缀分层作用 影响细粒级物料分选效果。因此 将循环水的用量减少至原用量(1400 m<sup>3</sup>) 的 75% 左右 降低跳汰机的筛下水用量 减小上升水流的上冲力 从而降低对细颗粒吸缀分层的影响 提高细颗粒重产物分选效果。

通过对风量、水量的调节 实现对跳汰周期特性曲线的调节 控制脉动水流速度变化过程。在一个跳汰周期内突出水流的下降吸缀作用 既保证了床层的松散度 使物料有足够的空间实现按密度分

层 又促使高灰细颗粒物料随水流下降到床层底部 透筛排出。

跳汰分选过程受多种因素影响 而各因素之间又紧密联系 相互作用。因此 必须随时分析和研究各因素 掌握其规律 才能得到良好的跳汰分选效果。

#### 4 效果分析

通过调整跳汰机操作参数 原煤洗选取得良好效果 三产品跳汰机分配率见表 3。

表 3 三产品跳汰机分配率

密度级/ (g · cm <sup>-3</sup> )	平均密度/ (g · cm <sup>-3</sup> )	入料浮沉 组成/%	矸石浮沉组成		中煤浮沉组成		精煤浮沉组成		计算原煤 浮沉组 成/%	计算精煤 和中煤组 成/%	分配率	
			占产 物/%	占入 料/%	占产 物/%	占入 料/%	占产 物/%	占入 料/%			第 1 段 ε <sub>1</sub>	第 2 段 ε <sub>2</sub>
-1.3	1.25	18.37	0	0	0.89	0.17	35.40	17.01	17.18	17.18	0	0.99
1.3~1.4	1.35	26.86	0.59	0.19	6.06	1.19	48.98	23.54	24.92	24.73	0.76	4.80
1.4~1.5	1.45	7.44	0.22	0.07	17.62	3.45	10.60	5.09	8.61	8.54	0.81	40.39
1.5~1.6	1.55	8.56	1.26	0.40	28.65	5.63	4.02	1.93	7.96	7.56	5.03	74.47
1.6~1.8	1.70	3.09	3.57	1.15	18.20	3.58	1.00	0.48	5.21	4.06	22.07	88.18
+1.8	2.00	35.68	94.36	30.46	28.58	5.62	0	0.00	36.12	5.62	84.42	100.00
合计		100.00	100.00	32.27	100.00	19.65	100.00	48.05	100.00	67.69		

根据表 4 中的平均密度和第 1 段、第 2 段分配率 采用近似回归法 绘制分配率曲线 具体见图 2。

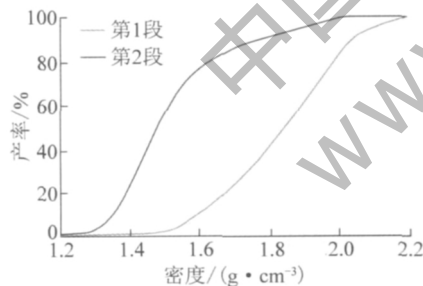


图 2 三产品跳汰机分配率曲线

由图 2 可知 第 1 段分选密度  $\delta_{p1} = 1.75$  可能偏差  $E_{p1} = \frac{\delta_{75} - \delta_{25}}{2} = \frac{1.78 - 1.72}{2} = 0.03$  不完善度  $I_1 = \frac{E_{p1}}{\delta_{p1} - 1} = \frac{0.03}{0.75} = 0.04$ 。第二段分选密度  $\delta_{p2} = 1.53$  可能偏差  $E_{p2} = \frac{\delta_{75} - \delta_{25}}{2} = \frac{1.60 - 1.56}{2} = 0.02$  不完善度  $I_2 = \frac{E_{p2}}{\delta_{p2} - 1} = \frac{0.02}{0.53} = 0.04$ 。

分配曲线愈平滑 表明分选效果愈差; 曲线形状愈陡 分选效果愈好。由图 2 可知 分配曲线较

陡 且  $E_{p1}$ 、 $E_{p2}$ 、 $I_1$ 、 $I_2$  较小 均小于 0.1。依据《中国跳汰机分选指标综合情况》 当  $E_p$  大于 0.1 时 跳汰效果差 当  $E_p$  小于 0.1 时 跳汰效果较好。由上可知 济三选煤厂跳汰分选效果良好。

调整跳汰机操作参数后 选煤厂产品质量结构得到优化 洗混煤产率大幅降低 灰分控制在 25% 左右; 精煤灰分合格率达到 100%; 精煤产率提高 3% 达到 41%; 原煤入洗能力提高了 120 t/h 每月增加入洗原煤量 72000 t 超额完成了选煤厂生产指标 省去了大量配煤洗混的麻烦。

#### 5 结 语

在洗水浓度较高的情况下 通过调整跳汰机风阀开启度、调整风压等操作参数 解决了高浓度循环水对跳汰机分选效果的影响 生产能力有所提高 每月增加入洗原煤量 72000 t 精煤灰分合格率达到 100%; 选煤厂产品质量结构得到优化 洗混煤产率大幅降低 灰分控制在 25% 左右 省去了配煤洗混的麻烦 社会效益、经济效益显著。济三选煤厂跳汰机操作参数的调整对现场操作人员有很好的借鉴意义。

(下转第 35 页)

- [16] 杨友麒, 项曙光. 化工过程模拟与优化 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [17] 焦树建. 燃气-蒸汽联合循环的理论基础 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

## Study on optimization design of conventional island system in IGCC

XIE Hao<sup>1</sup>, ZHANG Zhong-xiao<sup>1</sup>, LI Zhen-zhong<sup>2</sup>, WANG Yang<sup>2</sup>, CHEN Lei<sup>1</sup>, QI Li-li<sup>1</sup>

(1. School of Energy and Power Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

2. National Plant Combustion Centre, Shenyang 110034, China)

**Abstract:** The 200 MW integrated gasification combined cycle (IGCC) system model was established and calculated. Complied with principle of integrity, influences of different steam-water cycle modes and different matching schemes of HRSG with waste heat cooler on overall performance, local thermal characteristics in IGCC were discussed according to mass balance, energy balance and reaction equilibrium of each unit. The results show that three-pressure reheat steam-water cycle mode is beneficial to recycle waste heat of exhaust from gas turbine, to increase main steam parameters of steam turbine, and to boost overall performance in IGCC. Reasonable matching scheme of HRSG with waste heat cooler is designed according to principle of "temperature matching and step utilization of energy". The research results can provide references for optimization design of conventional island in equivalent level IGCC system.

**Key words:** IGCC; conventional island system; HRSG; efficiency

(上接第 22 页)

参考文献:

- [1] 姚向征. 新集煤电二厂选煤工艺的对比 [J]. 洁净煤技术, 2011, 17(5): 10-11, 39.
- [2] 郝天峰, 孙友森, 何光太, 等. 采用博弈方式确定重介、跳汰二系统的精煤质量指标 [J]. 洁净煤技术, 2007, 13(5): 13-16.
- [3] 谢广元. 选矿学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2005.

## Adjustment of operating parameters of jigger under higher concentration circulating water

WANG Min, JIN Ji-yuan, LIU Xin-guo

(Jining No. 3 Coal Preparation Plant, Yanzhou Coal Mining Co., Ltd., Jining 272069, China)

**Abstract:** Raw coal screening experiments and coal water slurry screening experiments in Jining NO. 3 coal preparation plant show that the raw coal is extremely sliming and the efficient of processing system is lower, there are also large amount of fine particles in circulating water, higher concentration of circulating water is the main cause of lower separation efficiency. The operating parameters have been adjusted by adjusting gas inlet and outlet butterfly valves, resetting wind pressure frequency, regulating flow of circulating water and so on. Adjustment effect have been tested by three products distribution rate curve. The results show that the the slope of curve is larger, the possible deviation  $E_{P1}$ ,  $E_{P2}$ , imperfection  $I_1$ ,  $I_2$  are above 0.1, the jiggering effect is better. After adjustment, the quality of products have been improved, also have saved the plant the trouble of bulk flotating for blending coal, cleans ash has reached 100%, the clean coal productive has been improved by 3%, processing capability is up 120 t/h. The productive task has been overfulfilled.

**Key words:** circulating water; jigger; screening experiment; distribution rate; gas valve opening