

华恒选煤厂煤泥浮选的可行性研究

赵建军¹, 张忠伟², 任福乾¹

(1. 山东华恒矿业有限公司, 山东 新泰 271202; 2. 山东矿业管理技术服务集团有限公司, 山东 泰安 271000)

摘要: 针对华恒选煤厂选煤方式单一、煤泥回收困难等问题, 通过筛分试验、标准分步释放试验和煤泥浮选试验验证煤泥浮选的可行性。结果表明: 煤泥中 +0.5 mm 产率较低, 为 0.18%, -0.25 mm 产率为 99.23%, 符合煤泥浮选入料粒度要求; 轻柴油和 GF 质量比 9:1, 药剂用量为 1000 g/t 时, 煤泥浮选效果最好, 此时精煤产率为 46.28%, 精煤灰分为 11.76%, 可燃体回收率最高为 73.99%, 煤泥浮选可行。结合选煤厂实际情况分析了煤泥浮选的必要性, 预测了增设煤泥浮选的经济效益, 说明增设煤泥浮选系统在施工空间和工艺布置方面完全可行, 增设煤泥浮选系统可优化选煤工艺, 适应市场变化。浮选精煤可与精煤掺配销售, 保持精煤水分稳定, 减少因水分损失带来的亏吨现象, 减少煤泥积压, 缓解企业压力, 增加销售收入 1530.9 万元/a。

关键词: 煤泥; 浮选; 可行性; 粒度组成; 精煤灰分

中图分类号: TD94

文献标志码: A

文章编号: 1006-6772(2014)04-0035-03

Feasibility study on flotation in Huaheng coal preparation plant

ZHAO Jianjun¹, ZHANG Zhongwei², REN Fuguan¹

(1. Shandong Huaheng Mining Co., Ltd., Xintai 271202, China;

2. Shandong Mining Management Technology Services Group Co., Ltd., Taian 271000, China)

Abstract: To resolve the problems such as single coal separation method and low slime recovery in Huaheng coal preparation plant, test the flotability through screen analysis, standard substep release test and flotation test. The results indicate that the proportion of +0.5 mm particles in the slime is only 0.18%, which is suitable for the flotation conditions, the content of -0.25 mm particles is 99.23%, which meets the requirement of particle size in the flotation. The optimized reagent schedule is that the ratio of light diesel and GF is 9:1, the dosage of mixed reagents is 1000 g/t, while the productive rate of the clean coal is 46.28%, the clean coal ash is 11.76%, the recovery of combustible materials is 73.99%. So the flotation is suitable for the separation of the slime. According to the practical situations of the coal preparation plant, the necessity of the slime flotation is analyzed, and the economic benefits has been estimated, the program of slime flotation system is feasible in the construction space and processing layout. The blend of clean coal of the slime flotation and the washing clean coal can hold the moisture of clean coal, decrease the overstock of coal slime, relieve the operating pressure and increase the sales revenue by 1.5309×10^7 yuan per year.

Key words: slime; flotation; feasibility; size composition; clean coal ash

0 引言

山东能源新汶矿业集团有限责任公司华恒选煤厂为矿井型炼焦煤选煤厂, 处理能力 120 万 t/a, 主要工艺流程为: 原煤跳汰入选, 精煤筛下水经煤泥泵送至旋流器, 旋流器底流经高频筛回收细粒精煤 (+0.5 mm), 高频筛下水和旋流器溢流进入 $\phi 18$ m

耙式浓缩机。跳汰入料粒度为 -70 mm, 煤泥水经 $\phi 18$ m 耙式浓缩机浓缩后, 溢流作为循环水, 底流压滤机回收, 煤泥回收后直接落地或经滚筒干燥机干燥。随着采煤、选煤机械化程度的提高和地质条件的变化, 原煤质量逐渐恶化^[1]。原煤中细泥(-0.5 mm)含量逐年增加, 最高达到 26% 以上。中国煤炭产能过剩的问题突出, 如何充分利用有效资源, 实现

收稿日期: 2014-06-01; 责任编辑: 白娅娜 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.04.011

作者简介: 赵建军(1985—), 男, 山东诸城人, 助理工程师, 从事选煤厂生产技术管理工作。E-mail: ksp88781@163.com

引用格式: 赵建军, 张忠伟, 任福乾. 华恒选煤厂煤泥浮选的可行性研究[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(4): 35-37, 41.

ZHAO Jianjun, ZHANG Zhongwei, REN Fuguan. Feasibility study on flotation in Huaheng coal preparation plant[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(4): 35-37, 41.

资源利用最大化成为急需解决的问题。由于煤粒表面具有较强亲水性,回收困难,有学者通过改善药剂制度^[2-3]、研发新药剂^[6-8]、探索新工艺^[9-11]、研究新设备^[12-15]等方法解决煤泥回收难题。华恒选煤厂目前采用单一跳汰选煤方式,分选精度低,工艺简单,存在用水量大、动力消耗高等诸多问题,且未对高频筛下水中的细粒精煤进行回收,为实现资源的充分有效利用,考虑优化细粒煤泥处理工艺。浮选是处理细粒煤泥最有效的方法,笔者通过筛分试验和标准分步释放试验从理论上研究煤泥浮选的可行性,以单因素煤泥浮选试验验证煤泥浮选的技术可行性,为华恒选煤厂技术改造提供依据。

1 煤泥性质

采集华恒选煤厂入选原煤底板泥 20 kg。在温度小于 80 ℃ 的条件下将煤泥烘干,缩分成每袋 1 kg 备用,煤泥灰分为 44.62%。取 1 kg 煤泥缩分出 100 g 用于筛分,缩分出 120 g 用于浮选试验。

1.1 筛分试验

按照 MT/T 58—1993《煤粉筛分试验方法》^[14]对试验煤泥进行筛分试验,结果见表 1。

表 1 煤泥筛分试验结果

粒级/mm	产率/%	灰分/%	累计产率/%	平均灰分/%
+0.500	0.18	3.16	0.18	3.16
0.500~0.250	0.59	2.84	0.77	2.91
0.250~0.175	1.37	2.78	2.14	2.83
0.175~0.125	3.38	3.10	5.52	2.99
0.125~0.074	8.03	4.66	13.55	3.98
0.074~0.045	6.19	10.08	19.74	5.89
-0.045	80.26	60.26	100.00	49.53
合计	100.00	49.53		

由表 1 可知,+0.5 mm 产率较低,仅为 0.18%,符合煤泥浮选分离的基本条件。随着粒度的减小,产率和灰分逐渐增加。主导粒级为 -0.045 mm,灰分较高为 60.26%,说明含泥较多,其他粒级灰分较低。-0.25 mm 产率为 99.23%,符合煤泥浮选入料粒度要求。

1.2 标准分步释放试验

按照 MT/T 144—1997《选煤实验室分步释放浮选试验方法》^[17]对煤泥进行标准分步释放试验。搅拌式浮选机槽体容积 1.5 L,搅拌速度 1800 r/min,充气量 0.25 m³/(m²·min),煤浆质量浓度 100 g/L,煤浆预先搅拌 2 min,与捕收剂接触时间 2 min,

与起泡剂接触时间 10 s,刮泡时间 3 min,得到精煤和尾煤,尾煤命名为尾煤 1。将得到的精煤重新置于浮选槽中精选,煤浆搅拌时间 2 min,刮泡时间 3 min,得到尾煤 2,如此循环多次,直至产生尾煤 6 和最终精煤。煤泥标准分步释放试验结果见表 2。

由表 2 可知,煤样灰分为 50.92%,一次精选后,累计产率为 57.17%,平均灰分为 23.18%;二次精选尾煤后,累计产率为 46.94%,平均灰分为 10.93%。随着精选次数的增加,精煤灰分逐渐降低,最低为 5.36%,产率为 38.24%,适于采用浮选回收其中的精煤。

表 2 煤泥标准分步释放试验结果

产物	产率/%	灰分/%	累计产率/%	平均灰分/%
精煤	38.24	5.36	38.24	5.36
尾煤 6	2.10	13.06	40.34	5.76
尾煤 5	1.15	23.22	41.49	6.24
尾煤 4	2.39	23.42	43.88	7.18
尾煤 3	3.06	64.64	46.94	10.93
尾煤 2	10.23	79.38	57.17	23.18
尾煤 1	42.83	87.96	100.00	50.92
合计	100.00	50.92		

2 煤泥浮选试验

试验采用 XFGC-80 型充气单槽浮选机,浮选机容积 1.5 L,搅拌速度 1800 r/min,充气量 0.25 m³/(m²·min),煤浆质量浓度 80 g/L,煤浆预搅拌时间 2 min,与捕收剂接触时间 1 min,与起泡剂接触时间 10 s,刮泡时间 3 min。通过单因素试验考察药剂配比及用量对煤泥浮选效果的影响。

2.1 混合用药配比试验

试验选用轻柴油和 GF 作为混合药剂配料,药剂总用量为 1000 g/t,研究轻柴油和 GF 质量比对煤泥浮选效果的影响,结果见表 3。

表 3 轻柴油和 GF 质量比对煤泥浮选效果的影响

轻柴油和 GF 质量比	精煤产率/%	精煤灰分/%	尾煤产率/%	尾煤灰分/%	入料灰分/%	可燃体回收率/%
3:2	44.21	13.15	55.79	69.06	44.34	68.99
3:1	44.67	13.46	55.33	69.42	44.42	69.56
4:1	44.39	13.52	55.61	69.28	44.53	69.20
7:1	44.27	12.49	55.73	69.21	44.10	69.30
9:1	46.28	11.76	53.72	73.28	44.81	73.99

由表 3 可知,轻柴油和 GF 质量比为 9:1 时,精煤产率最高为 46.28%,精矿灰分最低为 11.76%,可燃体回收率最高为 73.99%。因此试验

选用轻柴油和 GF 质量比 9: 1 进行用药量试验。

2.2 混合用药量试验

轻柴油和 GF 质量比 9: 1 时,研究药剂用量对煤泥浮选效果的影响,结果见表 4。由表 4 可知,随着药剂用量的增加,精煤产率先增加后减小,精煤灰分变化较大。综合考虑,当药剂用量为 1000 g/t 时煤泥浮选效果最好。因此,最终确定轻柴油和 GF 质量比 9: 1,药剂用量为 1000 g/t 时煤泥浮选效果最好,此时精煤产率为 46.28%,精煤灰分为 11.76%,可燃体回收率为 73.99%。

表 4 药剂用量对煤泥浮选效果的影响

药剂用量/ (g · t ⁻¹)	精煤产 率/%	精煤灰 分/%	尾煤产 率/%	尾煤灰 分/%	入料灰 分/%	可燃体回 收率/%
700	45.76	12.97	54.24	70.66	44.26	71.45
1000	46.28	11.76	53.72	73.28	44.81	73.99
1250	47.49	14.85	52.51	70.94	44.30	72.60
2000	47.51	15.34	52.49	70.91	44.51	72.48
2500	46.79	13.71	53.21	71.89	44.67	72.97

3 煤泥浮选的必要性

随着国家政策调整,环保要求日益严格,提高能源利用效率势在必行,增设煤泥浮选可实现煤炭资源的充分利用。煤泥浮选后可将浮选精煤掺入精煤系统销售,保持精煤水分稳定,减少因水分损失带来的亏吨现象,增加企业经济效益,缓解企业经营压力。

华恒选煤厂煤泥堆放量大,不仅占用大量场地存储,而且污染环境。煤泥浮选工艺在提高精煤产率的同时,可减少煤泥积压,有效回收资源,有利于产品组织销售。华恒选煤厂压滤车间西侧、煤泥输送带南侧与耙式浓缩机之间有一块空地,经测绘完全符合增建浮选车间的空间需求。增设煤泥浮选系统在施工空间和工艺布置方面完全可行。

煤泥浮选与精煤脱水技术十分成熟,且本地区大部分选煤厂都配有煤泥浮选系统;增设煤泥浮选系统可优化选煤工艺,更好地适应市场变化。

4 煤泥浮选经济效益预测

根据其他选煤厂经验,煤泥浮选总加工成本约为 25.77 元/t。华恒选煤厂月煤泥平均产量在 2.5 万 t 左右,年煤泥产量 30 万 t,则年浮选加工费用 773.1 万元。

选煤厂煤泥价格为 160 元/t,煤泥销售收入为

4800 万元/a。若增设煤泥浮选系统,可将浮选精煤掺入精煤系统组织销售;浮选精煤产率以 36% 计,每年可生产浮选精煤 10.8 万 t,浮选尾煤 19.2 万 t。精煤价格按 640 元/t 计,则浮选精煤可实现销售收入 6912 万元;浮选尾煤价格以 10 元/t 计,浮选尾煤可实现销售收入 192 万元。浮选后煤泥总销售收入可达 7104 万元。即煤泥浮选可增加销售收入 1530.9 万元。

根据相邻选煤厂浮选车间建设经验,建设处理量 30 万 t/a 的浮选车间预计投资 900 万元以内。若新增煤泥浮选,当年即可回收投资,经济效益可观。

5 结 语

轻柴油和 GF 质量比为 9: 1,药剂用量为 1000 g/t 时,煤泥浮选效果最好,此时精煤产率为 46.28%,精煤灰分为 11.76%,可燃体回收率为 73.99%,采用浮选回收煤泥中的精煤可行。增设煤泥浮选系统在施工空间和工艺布置方面可行,增设煤泥浮选系统可优化选煤工艺,更好地适应市场变化。煤泥浮选后可将浮选精煤掺入精煤系统销售,保持精煤水分稳定,减少因水分损失带来的亏吨现象,减少煤泥积压,有效回收资源,增加企业经济效益。

参考文献:

- [1] 谢广元,张明旭,边炳鑫,等. 选矿学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社,2001.
- [2] 常海洲,王传格,曾凡桂,等. 不同还原程度煤显微组分表面结构 XPS 对比分析 [J]. 燃料化学学报,2006,34(4): 389-394.
- [3] 桂夏辉,程 敢,刘炯天,等. 异质细泥在煤泥浮选中的过程特征 [J]. 煤炭学报,2012,37(2): 301-309.
- [4] Yakup Cebeci. The investigation of the floatability improvement of Yozgat Ayridam lignite using various collectors [J]. Fuel,2002,81(3): 281-289.
- [5] Renhe J, Harris G H, Fuerstenau D W. An improved class of universal collectors for the flotation of oxidized and/or low-rank coal [J]. International Journal of Mineral Processing,2000,58(1/4): 99-118.
- [6] 解维伟,朱书全,吴晓华,等. ZFC 型乳化浮选药剂在煤泥浮选中的应用 [J]. 洁净煤技术,2007,13(5): 10-12,22.
- [7] 黄 波,门东坡,刘飞飞,等. 新型煤泥浮选促进剂的制备及作用机理 [J]. 洁净煤技术,2011,17(2): 3-7.
- [8] 吉登高,蔡阳辉,彭素琴,等. 提高煤泥浮选捕收剂性能的试验研究 [J]. 洁净煤技术,2012,18(2): 6-9.

(下转第 41 页)

4) 块煤发热量动态调控模型优化

$$Q = -143.2473 + 833.6435\rho - 1479.3386x^2 + 916.8651\rho^2 - 32.8115x\rho$$

最优回归方程的相关系数 $R = 0.92254$, 调整相关系数 $R = 0.84374$, 检验值 $F = 20.7613$, 显著水平 $P = 0.0489$, 剩余标准差 $S = 5.1863$ 。

由优化模型最优回归方程的相关系数可知, 块煤产率、灰分、全水分和发热量优化模型 R 分别为 0.96663、0.96259、0.94356、0.92254, 分别比优化前提高了 0.07245、0.22410、0.15157、0.16059, 说明块煤生产指标动态调控模型的优越性有了显著提高。

3 不同煤种混合入选动态调控技术的应用

利用优化的动态量化模型, 根据选煤厂生产情况对块煤分选密度进行预测计算, 用以指导选煤厂实际生产操作和工艺参数调节。调控试验后选煤厂块煤生产指标见表 3。由表 1、表 3 可知, 调控后产品质量明显改善, 产率、发热量分别升高 1.10% 和 0.45 MJ/kg, 灰分降低 1.28%, 实现了选煤产品质量的有效控制。

表 3 调控试验后 2012 年选煤厂块煤生产指标

月份	产率/%	灰分/%	全水分/%	发热量/(MJ·kg ⁻¹)
1	12.62	23.44	11.47	20.87
2	12.98	22.25	12.08	20.84
3	12.86	23.73	11.96	21.26
4	13.35	22.29	12.48	21.34
5	12.98	21.90	12.35	20.85
6	13.18	22.63	11.35	20.69
平均	13.00	22.71	11.95	20.98

4 结 语

针对大同矿区燕子山原煤开采向石炭二叠系煤延深后, 出现侏罗系和石炭二叠系双系煤共采和混合入选的情况, 进行不同煤种混合入选动态调控技术研究。调控后产品质量明显改善, 产率、发热量分别升高 1.10% 和 0.45 MJ/kg, 灰分降低 1.28%, 实现了选煤产品质量的有效控制。在选煤厂实际生产中, 应用基于分选工艺参数和产品指标量化模型的动态调控技术, 可解决不同煤种混合入选的生产技术难题, 提高生产参数调节的科学性与合理性。燕子山选煤厂不同煤种混合入选动态调控技术为解决双系煤混合入选中生产工艺参数、各项质量指标之间量化关系及动态调控等提供了依据, 对采用不同煤种混合入选的选煤厂具有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 孔令同, 韩慧智, 徐宏祥. 山西省选煤工艺的研究与思考 [J]. 洁净煤技术, 2010, 16(1): 21-24.
- [2] 梁晋阳, 汪小琪, 任文强. 新阳选煤厂粗煤泥系统优化改造与实践 [J]. 洁净煤技术, 2010, 16(3): 28-30.
- [3] 刘文轩. 大同侏罗系煤和石炭二叠系煤配煤入选的探讨 [J]. 煤炭工程, 2006(6): 97-100.
- [4] 刘文轩. 大同煤矿集团各选煤厂选煤工艺比较与分析 [J]. 煤炭工程, 2008(2): 26-30.
- [5] 赵海洋. 云冈选煤厂的技术改造及其效果 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2003(1): 7-10.
- [6] 全效. 四台选煤厂技术改造方案探析 [J]. 煤质技术, 2004(6): 65-66.
- [7] 全效. 燕子山选煤厂技术改造方案分析 [J]. 中国煤炭, 2009, 35(7): 71-73.
- [8] 倪超, 谢广元, 蒋兆桂, 等. 煤泥“2+2”分选工艺的问题分析及优化试验 [J]. 煤炭学报, 2013, 38(11): 2035-2041.
- [9] 刘炯天. 选煤工艺试验研究方法 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1991: 101-103.
- [10] 郭会利. 多元回归分析的逐步回归预测模型 [J]. 数学教学与研究, 2009(26): 92-93.
- [11] 唐启义, 冯明光. DPS 数据处理系统: 实验设计、统计分析及数据挖掘 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [12] 王晓红, 吴德会. 一种燃煤发热量的综合预测方法 [J]. 煤炭科学技术, 2006, 34(6): 16-18.
- [13] 杨宏丽, 樊明强. 一种新型煤泥分级装置的分级曲线数学模型 [J]. 煤炭学报, 2012, 37(5): 187-191.
- [14] 陈晓华, 王举龙. 巴伦诺尔一矿煤发热量的综合预测 [J]. 洁净煤技术, 2012, 18(3): 67-70.
- [15] 刘晓国, 赵志根, 黄文辉. 汝箕沟煤矿煤发热量的回归分析研究 [J]. 洁净煤技术, 2011, 17(2): 51-53.

(上接第 37 页)

- [1] 董干国, 刘桂芝. BF-L 型浮选机的研究 [J]. 稀有金属, 2006, 30(5): 115-118.
- [2] 谢广元, 吴玲, 欧泽深, 等. 煤泥分级浮选工艺的研究 [J]. 中国矿业大学学报, 2005, 34(6): 756-760.
- [3] 戴化震, 陈森林, 汤俊杰. 平煤八矿选煤厂工艺改造 [J]. 洁净煤技术, 2012, 18(4): 23-25, 43.
- [4] 谢广元, 倪超, 张明, 等. 改善高浓度煤泥水浮选效果的组合柱浮选工艺 [J]. 煤炭学报, 2014, 39(5): 947-953.
- [5] Clayton R, Jameson G J, Manlapig E V. The development and application of the Jameson cell [J]. Minerals Engineering, 1991, 4(7/11): 925-933.
- [6] Safak Gohan Ozkan. Effects of simultaneous ultrasonic treatment on flotation of hard coal slimes [J]. Fuel, 2012, 93(3): 576-580.
- [7] 谢领辉. 高浓度煤泥水浮选柱分选试验研究 [J]. 徐州: 中国矿业大学, 2009.
- [8] MT/T 58—1993, 煤粉筛分试验方法 [S].
- [9] MT/T 144—1997, 选煤实验室分步释放浮选试验方法 [S].