

基于旋流微泡浮选柱的高灰细泥浮选优化试验

刘均章¹ 沙 杰² 宋景玲³

(1. 中国煤炭科工集团 北京华宇工程有限公司 河南 平顶山 467002;

2. 中国矿业大学 化工学院 江苏 徐州 221116;

3. 安阳鑫龙煤业(集团)有限公司 龙山选煤厂 河南 安阳 455133)

摘要: 介绍了高灰细泥的成因及其对煤泥浮选效果的影响。阐述了旋流微泡浮选柱的工作原理和技术特点,构建了实验室旋流微泡浮选柱系统,并对庞庄矿煤泥进行了分选试验,最后对试验结果进行了优化。通过正交试验得到各因素对各响应值的影响显著性:对于精煤灰分,入料质量浓度 > 捕收剂用量 > 起泡剂用量;对于尾煤灰分、精煤产率、浮选完善指标和可燃体回收率,起泡剂用量 > 捕收剂用量 > 入料质量浓度。通过优化试验确定煤样最佳浮选条件为:捕收剂用量 1600 g/t,起泡剂用量 250 g/t,入料质量浓度 80 g/L,得到的精煤灰分、尾煤灰分、精煤产率、浮选完善指标和可燃体回收率分别为 10.65%、52.35%、59.76%、51.39% 和 74.14%。通过对比煤泥和精煤的粒度组成,说明精煤灰分降低了 17.48%,其中 -0.074 mm 灰分降低了 22.29%,说明旋流微泡浮选柱对庞庄矿煤泥的分选效果较好,特别对高灰细泥分选效果更佳。

关键词: 旋流微泡浮选柱; 高灰细泥; 煤泥浮选; 降灰; 正交试验

中图分类号: TD943

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2013)03-0022-04

Flotation experiment optimization of high ash ultra-fine slime based on cyclonic micro-bubble flotation column

LIU Junzhang¹, SHA Jie², SONG Jingling³

(1. Beijing Huayu Engineering Co., Ltd., China Coal Technology and Engineering Group Corp., Pingdingshan 467002, China;

2. School of Chemical Engineering and Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China;

3. Longshan Coal Preparation Plant, Anyang Xinlong Coal Industry (Group) Co., Ltd., Anyang 455133, China)

Abstract: Introduce the cause of high ash ultra-fine slime and its influence on slime flotation. Elaborate the working principle and technical features of cyclonic micro-bubble flotation column, establish its laboratory-scale system, conduct the separation experiment of Pangzhuang mine coal slime and optimize the experiment results. For clean coal ash, the effect levels of influencing factors successively are feeding concentration, collecting agent dosage, foaming agent dosage. For tailings ash, clean coal yield, flotation perfect index, recovery of combustible, the effect levels of influencing factors successively are foaming agent dosage, collecting agent dosage, feed concentration. The optimal flotation condition is that, the collecting agent dosage are 1600 g/t, the foaming agent dosage are 250 g/t, the feeding concentration are 80 g/L. Under this condition, the ash of clean coal and tailings could reach to 10.65 percent and 52.35 percent, the clean coal yield is 59.76 percent, flotation perfect index is 51.39 percent, combustible recovery is 74.14 percent. The comparison of size composition between slime and clean coal show that, the clean coal ash reduce by 17.48 percent, the -0.074 mm fraction reduce by 22.29 percent. The results show that the cyclonic micro-bubble flotation column has better separation effect on Pangzhuang coal mine slime, especially on the high ash ultra-fine slime.

Key words: cyclonic micro-bubble flotation column; high ash ultra-fine slime; slime flotation; deashing; orthogonal experiment

收稿日期: 2013-04-19 责任编辑: 白娅娜

作者简介: 刘均章(1983-)男,江苏邳州人,助理工程师,硕士,从事选煤工程设计。

引用格式: 刘均章,沙杰,宋景玲.基于旋流微泡浮选柱的高灰细泥浮选优化试验[J].洁净煤技术,2013,9(3):22-25.

0 引言

近年来随着煤炭开采程度的不断加深,原煤煤质逐渐变差,泥质黏土类矿物越来越多,这些泥质矿物遇水极易泥化,产生高灰细泥^[1-2];同时由于采煤机械化程度的不断提高,原煤破碎程度加剧,煤泥量越来越大^[3-4];加之选煤厂为了提高分选精度,专门对大块颗粒进行破碎解离,使粉煤含量进一步增加^[5-6]。煤泥中富含的高灰细泥在浮选过程中会增大煤泥表面积,吸附大量浮选药剂,占据气泡表面,同时也会附着在相对较粗的颗粒表面,使其表面疏水性降低,失去选择性,严重影响浮选过程,已成为目前制约选煤厂生产效果的难点之一^[7-9]。

近年来众多专家、学者从工艺、设备、药剂等方面对高灰细泥含量高的难浮煤泥的浮选进行了研究。本文从目前对高灰细泥浮选效果较好的旋流微泡浮选柱入手,对药剂制度、操作参数等进行试验并优化,探寻不同试验条件对煤泥分选效果的影响。

1 旋流微泡浮选柱结构和工作原理

旋流微泡浮选柱分选原理如图1所示。

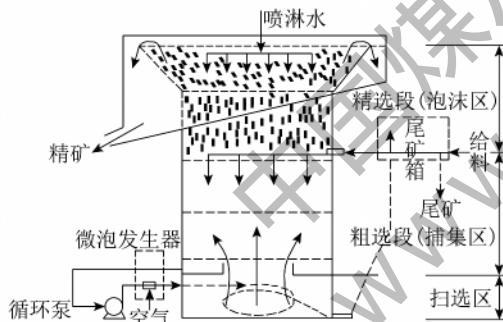


图1 旋流微泡浮选柱分选原理

旋流微泡浮选柱包括柱体、微泡发生器和尾矿箱三部分。柱体又可分为三段,即精选段、粗选段和扫选段。柱体顶部设有泡沫喷淋水装置和精矿收集槽,给矿管位于柱高2/3处,最终分选的尾矿从扫选段的底部排料口径尾矿箱排出,利用尾矿箱可以调节浮选柱内的液位以及泡沫层厚度^[10-14]。

气泡发生器位于柱体外部,是浮选柱实现浮选的关键部件,从粗选段底部抽出循环煤浆,用泵加压打入微泡发生器,吸入空气并粉碎成微细气泡倾斜喷入扫选段,形成强旋流搅动,既加速分离又防止沉淀堵塞。

1) 利用浮选原理与旋流力场原理相结合,在一

个柱体内完成粗选、精选、扫选的过程,分离精度和精煤回收率高。

2) 精煤泡沫层厚,高灰细泥对精煤污染小,精煤灰分低,由于可通过尾矿箱调节泡沫层厚度,故精煤灰分调节幅度较大,可适应煤质和市场要求,对灰分高、粒度极细的难选煤泥分选适应性较强。

3) 旋流微泡浮选柱产生的气泡分散度高、微细气泡多,因而同样充气量可以产生更大的气-液界面,与矿物颗粒的碰撞机会增多,而且可产生多个气泡黏附于一个颗粒的气-固絮团,降低气泡和颗粒的脱落几率。另外大量微细气泡上升速度较慢,基本处于层流状态,有助于创造气泡和颗粒碰撞的良好条件,有利于提高浮选的速率和回收率。

4) 旋流微泡浮选柱柱内设置稳流板,抑制纵向混合,强化捕集区的矿化作用,使整个浮选段处于相对平静的分选环境中,增加粗、细颗粒的矿化几率,提高分选选择性。

5) 浮选柱可以安装在地面上,占地面积小,土建投资省;动力消耗小,节能明显;采用合理的柱内结构,可随时开、停机而无须放空,物料不发生沉积堵塞;体外配置的射流自吸式微泡发生器充气量大,气泡质量好,不堵塞,易维护和更换;设备无运动部件,磨损小,维护工作量小,操作简单,容易调整^[15]。

2 试验系统与物料性质

2.1 试验系统

设计并建立了实验室旋流微泡浮选柱系统,具体如图2所示。

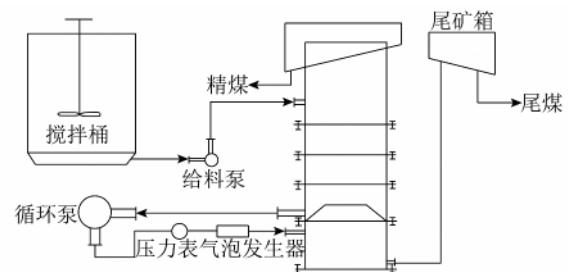


图2 实验室旋流微泡浮选柱系统

柱体的旋流段为 $\phi 100$ mm,高度200 mm的圆柱形,旋流段上部的捕集区和泡沫区均为截面边长100 mm的正方形,捕集区高度为900 mm,捕集区上部为旋流微泡浮选柱的泡沫区,设计泡沫区高度为600 mm。入料系统采用搅拌桶搅拌并通过给料泵

给入浮选柱 給料口在柱体高度 2/3 处 还设有中矿循环系统和尾矿箱^[15]。

2.2 物料性质

试验煤样采自徐州矿务局庞庄煤矿,对煤样进行小筛分试验 结果见表 1。

表 1 煤样粒度组成 %

粒度/mm	产率	灰分	筛上累计		筛下累计	
			产率	灰分	产率	灰分
0.500~0.250	0.75	10.02	0.75	10.02	100.00	27.98
0.250~0.125	11.45	11.47	12.20	11.38	99.25	28.12
0.125~0.074	18.83	13.82	31.03	12.86	87.80	30.29
0.074~0.045	11.00	22.12	42.03	15.28	68.97	34.79
-0.045	57.97	37.19	100.00	27.98	57.97	37.19
合计	100.00	27.98				

由表 1 可知,煤泥平均灰分为 27.89%,相对较高; +0.074 mm 平均灰分只有 12.86%,远低于煤

泥平均灰分;而 -0.074 mm 平均灰分为 34.79%,相对较高,且这部分产率达到了 68.97%;说明试验煤样所含黏土矿物较多,这部分高灰细泥分选效果的好坏直接影响煤样的浮选效果。

3 试验结果及分析

在实验室旋流微泡浮选柱的分选试验中,将预先配制好的煤浆加入搅拌桶中搅拌均匀,再加入合适的药剂用量,在搅拌桶中完成矿化过程,最后通过給料泵将加入药剂的煤浆给入浮选柱进行分选。

设计了三因素三水平正交试验,3 个因素分别为捕收剂用量、起泡剂用量及入料质量浓度,响应值选取了精煤灰分、尾煤灰分、精煤产率、浮选完善指标和可燃体回收率,试验结果见表 2。总试验的自由度为 8,各因素的自由度为 2,试验误差的自由度为 2。

表 2 正交试验表

捕收剂用量/ (g·t ⁻¹)	起泡剂用量/ (g·t ⁻¹)	入料质量浓度/ (g·L ⁻¹)	精煤灰分/ %	尾煤灰分/ %	精煤产率/ %	浮选完善指标/ %	可燃体回收率/ %
1200	200	60	10.09	36.35	31.87	28.29	39.79
1200	250	80	10.44	49.42	55.00	47.87	68.40
1200	300	100	10.95	52.25	58.77	49.66	72.66
1600	200	80	10.56	44.76	49.06	42.41	60.93
1600	250	100	10.87	51.53	57.92	49.18	71.68
1600	300	60	10.61	52.17	58.21	50.17	72.25
2000	200	100	11.18	48.56	55.06	45.90	67.90
2000	250	60	10.74	52.48	58.70	50.22	72.75
2000	300	80	11.44	57.94	64.43	52.88	79.23

通过计算,得到各因素对各响应值的影响显著性:对于精煤灰分,入料质量浓度 > 捕收剂用量 > 起泡剂用量;对于尾煤灰分、精煤产率、浮选完善指标和可燃体回收率,起泡剂用量 > 捕收剂用量 > 入

料质量浓度。

利用 Design - Expert 软件对试验结果进行分析,对 5 个响应条件进行整体优化,优化条件为精煤灰分最小化,其他响应值最大化,优化结果见表 3。

表 3 Design - Expert 软件对响应条件整体优化结果

捕收剂用量/ (g·t ⁻¹)	起泡剂用量/ (g·t ⁻¹)	入料质量浓度/ (g·L ⁻¹)	精煤灰分/ %	尾煤灰分/ %	精煤产率/ %	浮选完善指标/ %	可燃体回收率/ %	可信度
1600	250	80	10.65	52.35	59.76	51.39	74.14	0.762
1600	250	100	10.83	52.42	60.85	51.79	75.34	0.717
1600	300	60	10.63	51.62	56.46	48.61	70.06	0.709
1600	300	80	10.96	55.32	63.03	53.24	77.93	0.709
1600	250	60	10.31	48.64	53.19	46.64	66.24	0.705
2000	250	60	10.75	52.15	57.53	49.19	71.29	0.693
1200	250	80	10.46	48.87	53.25	46.30	66.20	0.676
1200	300	80	10.78	51.84	56.51	48.23	70.01	0.668
2000	250	80	11.09	55.85	64.10	53.73	79.13	0.660

由表3可知,对于试验煤样,最佳浮选条件为:捕收剂用量 1600 g/t,起泡剂用量 250 g/t,入料质量浓度 80 g/L,煤泥浮选效果最好,可信度最高,得到的精煤灰分、尾煤灰分、精煤产率、浮选完善指标和可燃体回收率分别为 10.65%、52.35%、59.76%、51.39%和 74.14%。

对最优条件下得到的精煤产品进行小筛分试

验,考察旋流微泡浮选柱对高灰细泥的分选效果,结果见表4。

由表4可知,旋流微泡浮选柱对高灰细泥具有很好的分选效果,将 -0.074mm 灰分从 34.79% 降至 12.50%,灰分降低了 22.29%,而综合灰分降低了 17.48%,基本满足了庞庄选煤厂浮选精煤的要求。

表4 浮选精煤粒度组成

粒度/mm	产率/%	占入料的产率/%	灰分/%	筛上累计		筛下累计	
				产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%
0.500~0.125	11.56	6.54	4.98	11.56	4.98	100.00	10.50
0.125~0.074	19.16	10.84	6.26	30.72	5.78	88.44	11.22
0.074~0.045	11.18	6.32	9.24	41.90	6.70	69.28	12.50
-0.045	58.10	32.87	13.24	100.00	10.50	58.10	13.24
合计	100.00	56.57	10.50				

4 结 论

1) 设计了三因素三水平正交试验,通过对试验结果的计算,得到各因素对各响应值的影响显著性:对于精煤灰分,入料质量浓度 > 捕收剂用量 > 起泡剂用量;对于尾煤灰分、精煤产率、浮选完善指标和可燃体回收率,起泡剂用量 > 捕收剂用量 > 入料质量浓度。

2) 采用 Design - Expert 软件对正交试验结果进行了分析,并对 5 个响应值进行了整体优化,最优浮选条件为:捕收剂用量 1600 g/t,起泡剂用量 250 g/t,入料质量浓度 80 g/L,得到的精煤灰分、尾煤灰分、精煤产率、浮选完善指标和可燃体回收率分别为 10.65%、52.35%、59.76%、51.39%和 74.14%。

3) 通过对浮选精煤和入料煤泥粒度组成的对比,得出浮选精煤灰分降低了 17.48%,其中 -0.074 mm 灰分降低了 22.29%,说明旋流微泡浮选柱对庞庄矿煤泥的分选效果较好,特别对高灰细泥分选效果更佳。

参考文献:

[1] 张绍强,张运章.我国煤炭资源、生产与环境概况[J].环境保护,2006(13):53-57.
 [2] 刘志逊,陈河替,黄文辉.我国煤炭资源现状及勘查战略[J].煤炭技术,2005,24(10):1-2.
 [3] 罗景一,牛建英.我国煤炭资源开发利用中某些问题的探讨[J].中国煤田地质,2006,18(3):6-10.

[4] 杨俊利.我国选煤技术现状及其发展方向[C]//第十届全国煤炭分选加工学术研讨会论文集.徐州:中国矿业大学出版社,2004:16-18.
 [5] 周少雷,单忠键,邓晓阳,等.中国选煤业现状与发展趋势[J].中国煤炭,2006,32(11):11-14.
 [6] 张明旭.选煤厂煤泥水处理[M].徐州:中国矿业大学出版社,2005.
 [7] 候玉茂,孙晋升,朱付显.难浮煤泥的浮选工艺研究[J].煤炭加工与综合利用,2009(5):23-25.
 [8] 夏灵勇,佟顺增,桂夏辉.高灰细泥对煤泥浮选影响的试验研究[J].选煤技术,2010(5):15-18.
 [9] 邢宇峰.难浮煤泥浮选工艺探讨[J].选煤技术,2009(5):53-56.
 [10] 杨颀,霍晓丽,俞和胜.影响旋流微泡浮选柱工作的因素分析[J].洁净煤技术,2008,14(1):12-14.
 [11] 石常省,马瑞欣,唐利刚.FCMC-3000型旋流微泡浮选柱的应用分析[J].洁净煤技术,2008,14(5):11-14.
 [12] 沙杰,谢广元,刘均章.FCMC型旋流微泡浮选柱在新疆的应用前景[J].洁净煤技术,2009,15(3):13-16.
 [13] 张秀峰,谢广元,谢领辉,等.预浮选式浮选柱分选细粒粉煤的实验研究[J].洁净煤技术,2010,16(1):25-28.
 [14] 冯立品,周孟颖,徐晓琦.旋流微泡浮选柱在涡北选煤厂的应用[J].洁净煤技术,2011,17(6):10-13.
 [15] 刘均章.串联浮选柱处理高浓度煤泥水的试验研究[D].徐州:中国矿业大学,2010.