

高硫煤中黄铁矿浮选抑制试验研究

刘 森¹, 吴 炎²

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

2. 中国煤炭科工集团 北京华宇工程有限公司 西安分公司, 陕西 西安 710000)

摘要:为提高高硫煤的浮选脱硫效率,以新峪选煤厂高硫煤泥为研究对象,分析了高硫煤的粒度组成及硫形态分布,研究煤浆质量浓度、捕收剂、起泡剂和抑制剂种类及用量对高硫煤浮选脱硫效果的影响。结果表明,新峪选煤厂煤泥硫分高达3.57%,属于高硫煤,黄铁矿硫含量较高为2.18%,可通过物理分选方法脱除。当煤浆质量浓度为80 g/L,纳尔科油用量为200 g/t,仲辛醇用量为100 g/t,巯基乙酸用量为400 g/t时,高硫煤浮选效果最好,精煤硫分为2.35%,可燃体回收率为69.23%,脱硫效率最高为24.76%。

关键词:高硫煤;浮选脱硫;黄铁矿硫;抑制剂

中图分类号:TD94

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2015)03-0040-04

Effects of pyrite depressor on high-sulfur coal flotation

LIU Sen¹, WU Yan²

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

2. Xi'an Branch Beijing Huayu Engineering Co., Ltd., China Coal Technology and Engineering Group Co., Ltd., Xi'an 710000, China)

Abstract: In order to improve the desulfuration efficiency of high-sulfur coal in flotation process, taking a high-sulfur slime in Xinyu coal preparation plant as research object, the size composition and sulfur forms were analyzed. The influence of coal slurry mass concentration, collector, frother and depressor types and contents on high-sulfur coal flotation was investigated. The results showed that the sulfur content in slime was 3.57%, the pyrite content in slime was up to 2.18% which was difficult to be released, so the desulfuration efficiency was low. When the coal slurry mass concentration was 80 g/L, the dosage of Nalco oil, octanol and thioglycolic acid was 200 g/t, 100 g/t, 400 g/t, the flotation achieved the best effects. The sulfur in clean coal was 2.35%, the recovery of combustible materials was 69.23%, the desulfuration efficiency reached a maximum value of 24.76%.

Key words: high-sulfur coal; desulfuration through flotation; pyrite; depressor

0 引 言

煤炭是我国的主要能源,煤炭燃烧造成的污染日益严重,控制环境污染、节约能源、提高产品质量成为选煤行业的首要问题。细粒煤脱硫降灰是制备优质洁净煤的基础,是选煤发展的主要方向之一^[1-3]。煤炭脱硫方法按脱硫原理大致可分为3大类,即物理脱硫、化学脱硫和生物(细菌)脱硫^[4-7]。由于成本较高,化学和生物脱硫方法都还处于试验和研究阶段,在生产实践中应用的只有物理脱硫方法。煤的物理脱硫主要是利用煤中黄铁矿与煤的物

理性质或物理化学性质的差异而使其从煤中分离的过程,如利用黄铁矿与煤的密度、电性质、磁性质和表面性质的不同将黄铁矿从煤中分离出来。张春娟等^[4]用Falcon离心选矿机脱除细粒煤中硫,结果表明,Falcon分选出的精煤全硫为2.20%,浮选分步释放的精煤全硫为3.20%。王庆峰等^[8]通过高硫磁选-浮选联合方法对高硫煤进行脱硫降灰试验,结果表明,破碎、磨矿后的原煤在最佳磁选-浮选条件下可获得产率69.98%、硫分2.02%、灰分9.98%的精煤,满足产品质量要求。山西焦煤汾西矿业集团新峪选煤厂入选煤种为焦煤,利用价值高,但浮选

收稿日期:2015-03-28;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2015.03.011

作者简介:刘 森(1988—),男,河南南阳人,助理工程师,学士,从事选煤厂设计方面的工作。E-mail:15886707791@126.com

引用格式:刘 森,吴 炎.高硫煤中黄铁矿浮选抑制试验研究[J].洁净煤技术,2015,21(3):40-43.

LIU Sen, WU Yan. Effects of pyrite depressor on high-sulfur coal flotation[J]. Clean Coal Technology, 2015, 21(3): 40-43.

煤泥中硫分较高,通过常规浮选难以满足炼焦配煤硫分要求,严重制约焦煤的有效利用^[9-10]。为此,笔者以新峪选煤厂的高硫煤为研究对象,研究煤浆质量浓度、捕收剂、起泡剂、抑制剂种类和用量对煤泥浮选效果的影响,探索最佳浮选脱硫条件,提高脱硫效率。

1 试验条件

1.1 煤质特性

试验煤样来自山西焦煤汾西矿业集团新峪选煤

厂煤泥,粒度组成见表1。

由表1可知,新峪选煤厂煤泥硫分高达3.57%,属于高硫煤。随着粒度的降低,灰分和硫分逐渐减小,说明黄铁矿硫解离效果不好,会影响煤泥脱硫效果。为进一步了解煤中不同硫含量,测试了硫的形态分布,见表2。

由表2可知,新峪选煤厂煤泥中有机硫含量为1.20%,占全硫的35.29%;黄铁矿硫含量为2.18%,占全硫64.12%。煤中黄铁矿含量较高,可通过物理分选方法脱除。

表1 煤泥粒度组成

粒级/mm	产率/%	灰分/%	硫分/%	筛上累计/%		筛下累计/%	
				产率	灰分	产率	灰分
0.5~0.25	12.28	25.36	4.86	12.28	25.36	100.00	23.49
0.25~0.125	39.48	24.43	3.89	51.76	24.65	87.72	22.23
0.125~0.074	27.64	22.95	3.12	79.40	24.06	48.24	22.25
0.074~0.045	14.72	21.49	2.85	94.12	23.66	20.60	21.31
<0.045	5.88	20.85	2.64	100.00	23.49	5.88	20.85
合计	100.00	23.49	3.57				

表2 煤泥中硫的形态分布

项目	有机硫	无机硫		全硫
		黄铁矿硫	硫酸盐硫	
硫分/%	1.20	2.18	0.02	3.40
占全硫产率/%	35.29	64.12	0.59	100.00

验捕收剂为纳尔科油、煤油、柴油;起泡剂为2号油、仲辛醇;抑制剂为石灰、维生素C、巯基乙酸。

2 煤泥浮选脱硫试验

2.1 煤浆质量浓度

纳尔科油用量为200 g/t(按照干燥煤泥量计算,下同),仲辛醇用量为100 g/t时,研究煤浆质量浓度对煤泥浮选效果的影响,结果见表3。

1.2 试验药剂

浮选药剂主要有捕收剂、起泡剂和调整剂。试

表3 煤浆质量浓度对煤泥浮选效果的影响

煤浆质量浓度/ (g·L ⁻¹)	精煤/%			尾煤/%			可燃体回 收率/%	脱硫效 率/%
	产率	灰分	硫分	产率	灰分	硫分		
50	53.81	9.93	2.81	46.19	39.12	4.08	63.28	12.58
60	55.41	9.87	2.79	44.59	41.21	4.13	65.58	13.48
70	59.35	9.82	2.75	40.65	44.02	4.20	70.17	15.37
80	63.24	9.83	2.70	36.76	46.51	4.68	74.36	17.56
90	62.76	10.12	2.72	37.24	45.32	4.63	73.48	16.90
100	61.31	10.31	2.76	38.69	45.56	4.47	72.30	15.68
110	59.21	10.51	2.74	40.79	41.21	4.25	68.84	15.43

由表3可知,随着煤浆质量浓度的增大,精煤产率先增大后减小,精煤硫分先减小后增大,可燃体回收率和脱硫效率先增大后减小。当煤浆质量浓度为

80 g/L时,精煤产率、可燃体回收率和脱硫效率最大,分别为63.24%、74.36%和17.56%,硫分最小为2.70%。因此确定试验煤泥的最优煤浆质量浓

度为 80 g/L。

2.2 捕收剂

煤浆质量浓度为 80 g/L,仲辛醇用量为 100 g/t 时,研究柴油、煤油、纳尔科油 3 种捕收剂对煤泥浮选效果的影响,结果见表 4。

由表 4 可知,纳尔科油用量为 200 g/t 时,脱硫效率达到最高,为 18.33%,可燃体回收率为 74.33%,精煤硫分最低,为 2.70%;柴油用量为 200 g/t 时,脱硫效率达到最高,为 16.70%,可燃体回收率为 71.67%,精煤硫分为 2.75%;煤油用量为

300 g/t 时,脱硫效率达到最高,为 17.25%,可燃体回收率为 74.41%,精煤硫分为 2.82%。因此,纳尔科油的脱硫效率最高,煤油次之,柴油最差。主要是由于纳尔科油在煤炭颗粒表面具有较强的吸附作用,增加了煤粒表面疏水性,更有利于精煤上浮。由于一般难选煤变质程度较低,表面氧化程度高,柴油中单纯的烷烃和芳烃油类很难吸附在这类煤的表面^[11-12]。精煤产率相近时,纳尔科油为捕收剂时其精煤灰分和硫分均最低,因此确定最优捕收剂为纳尔科油,其用量为 200 g/t。

表 4 捕收剂对浮选效果的影响

捕收剂	捕收剂用量/ (g·t ⁻¹)	精煤/%			尾煤/%			可燃体回 收率/%	脱硫效 率/%
		产率	灰分	硫分	产率	灰分	硫分		
柴油	100	52.12	9.81	2.73	47.88	38.68	4.12	69.32	14.00
	200	61.02	10.25	2.75	38.98	44.56	4.51	71.67	16.70
	300	66.65	10.98	2.86	33.35	49.21	4.71	72.99	16.25
煤油	100	51.32	9.87	2.77	48.68	38.03	4.31	70.9	14.99
	200	61.56	10.21	2.76	38.44	45.31	4.31	72.52	14.98
	300	67.56	10.89	2.82	32.44	50.00	4.81	74.41	17.25
纳尔科油	100	54.21	9.73	2.73	45.79	39.15	4.28	73.1	15.25
	200	63.24	9.83	2.70	36.76	46.51	4.68	74.33	18.33
	300	68.15	10.53	2.78	31.85	52.32	4.76	76.66	17.32

2.3 起泡剂

纳尔科油用量为 200 g/t,煤浆质量浓度为 80 g/L 时,研究 2 号油和仲辛醇 2 种起泡剂对煤泥浮选效果的影响,结果见表 5。

由表 5 可知,2 号油和仲辛醇用量相同时,仲辛醇的精煤产率、可燃体回收率和脱硫效率远高于 2 号油,因此选用仲辛醇作为起泡剂。仲辛醇用量为 50 g/t 时,精煤硫分最低,为 2.66%,精煤产率较低为 53.65%,可燃体回收率和脱硫效率均较低,为

64.11% 和 16.00%。仲辛醇用量为 100 g/t 时,精煤硫分较低为 2.70%,产率较高为 63.24%,脱硫效率最高为 18.33%。因此试验选用仲辛醇为起泡剂,用量为 100 g/t。

2.4 抑制剂

纳尔科油用量为 200 g/t,仲辛醇用量为 100 g/t,煤浆质量浓度为 80 g/L 时,研究石灰、维生素 C、巯基乙酸 3 种抑制剂对煤泥浮选效果的影响,具体见表 6。

表 5 起泡剂对浮选效果的影响

起泡剂	起泡剂用量/ (g·t ⁻¹)	精煤/%			尾煤/%			可燃体回 收率/%	脱硫效 率/%
		产率	灰分	硫分	产率	灰分	硫分		
2 号油	50	51.49	8.91	2.73	48.51	38.56	4.12	61.14	13.91
	100	60.51	9.35	2.79	39.49	44.88	4.39	71.59	15.26
	150	65.13	9.75	2.78	34.87	48.89	4.61	76.30	16.96
仲辛醇	50	53.65	9.01	2.66	46.35	41.03	4.25	64.11	16.00
	100	63.24	9.83	2.70	36.76	46.51	4.68	74.36	18.33
	150	67.89	10.51	2.79	32.11	50.86	4.84	79.38	17.73

表6 抑制剂对浮选效果的影响

抑制剂	抑制剂用量/ (g·t ⁻¹)	精煤/%			尾煤/%			可燃体回 收率/%	脱硫效 率/%
		产率	灰分	硫分	产率	灰分	硫分		
石灰	1000	61.35	9.85	2.58	38.65	45.11	4.73	72.28	20.44
	2000	57.65	9.73	2.55	42.35	42.05	4.59	67.95	19.94
	3000	53.39	9.53	2.49	46.61	39.38	4.46	63.09	19.66
	4000	49.56	9.05	2.43	50.44	37.65	4.39	58.90	19.60
维生素 C	200	61.85	9.91	2.56	38.15	44.98	4.75	72.64	20.76
	400	56.11	9.81	2.57	43.89	41.03	4.57	66.16	19.56
	600	54.58	9.67	2.53	45.42	39.51	4.43	64.21	18.92
	800	51.82	9.61	2.49	48.18	38.02	4.28	61.07	18.17
巯基乙酸	200	62.43	9.88	2.43	37.57	46.15	5.03	73.55	24.49
	400	58.76	9.87	2.35	41.24	42.88	4.89	69.23	24.76
	600	54.53	9.67	2.33	45.47	39.98	4.67	64.35	23.37
	800	51.12	9.38	2.34	48.88	38.13	4.49	60.5	21.65

由表6可知,3种抑制剂对煤泥中硫铁矿均有一定抑制作用。随着抑制剂用量的增大,精煤硫分均呈下降趋势。相同条件下,巯基乙酸为抑制剂时可燃体回收率和脱硫效率均大于维生素C和石灰,且精煤硫分较低,其抑制机理为通过氧化剂调整煤浆电位,在氧化气氛下使黄铁矿表面氧化生成亲水物质从而抑制黄铁矿上浮^[13-15]。因此抑制剂选用巯基乙酸。当巯基乙酸用量为600 g/t时,精煤硫分最低,为2.33%,但由于精煤产率较低,其可燃体回收率和脱硫效率较低,分别为64.35%和23.37%。当巯基乙酸用量为400 g/t时,精煤硫分为2.35%,可燃体回收率为69.23%,脱硫效率最高为24.76%。与不使用巯基乙酸相比,精煤硫分降低0.35%,脱硫效率提高6.43%,因此当巯基乙酸用量为400 g/t时,脱硫效果最好。

3 结 论

1)当精煤灰分符合要求时,煤浆质量浓度为80 g/L时,精煤可燃体回收率和脱硫效率较高,为最佳入浮浓度。

2)纳尔科油与仲辛醇分别作为捕收剂和起泡剂组合使用时,煤泥分选效果较好。纳尔科油用量为200 g/t,仲辛醇用量为100 g/t时,一次粗选所得精煤产率为63.24%,精煤硫分为2.70%,脱硫效率最高为18.33%。

3)巯基乙酸作为抑制剂时,煤泥浮选效果最佳。当巯基乙酸用量为400 g/t,纳尔科油用量为200 g/t,起泡剂仲辛醇用量为100 g/t时,精煤产率

为58.76%,精煤硫分为2.35%,脱硫效率为24.76%。

参考文献:

- [1] 于风芹,章新喜,张军华,等.微粉煤的摩擦电选[J].华北科技学院学报,2007,4(1):15-18.
- [2] 罗 斐.煤炭资源的现状及结构分析[J].中国煤炭,2008,46(3):91-96.
- [3] 牛建刚,牛获涛,周浩爽.酸雨的危害及其防治综述[J].灾害学,2008,23(4):110-116.
- [4] 张春娟,刘炯天,丁华琼,等. Falcon 离心分选机对高硫煤的脱硫试验研究[J].选煤技术,2010(2):15-16.
- [5] 丁华琼,熊振涛,李延锋,等.滇东北高硫煤的TBS干扰床脱硫试验研究[J].煤炭工程,2010,42(7):86-89.
- [6] 罗 俊,熊振涛.高硫无烟煤脱硫工艺试验研究[J].煤炭工程,2010,42(7):81-83.
- [7] 陶有俊,邓明瑞,孙 萌,等.细粒煤重介质离心分选脱硫试验研究[J].中国矿业大学学报,2012,41(5):753-757.
- [8] 王庆峰,朱申红,智雪娇,等.高硫煤磁选-浮选联合脱硫降灰的试验研究[J].选煤技术,2014(1):1-7.
- [9] 鞠春红,张伟君,李福祜.国内外燃煤脱硫技术的研究进展[J].黑龙江科技学院学报,2011,2(6):40-44.
- [10] 黄会蓉,金会心.高硫煤浮选脱硫概况及其研究展望[J].选煤技术,2011(6):69-71.
- [11] 么秋香,杜美利,王水利,等.高硫煤中硫的赋存形态及其可选性评价[J].煤炭转化,2013,36(1):25-27.
- [12] 解维伟,陈慧响,曹国强.乳化煤油脱硫降灰效果实验研究[J].煤炭技术,2014,33(12):312-314.
- [13] 崔广文,于文慧,张 玉,等.煤泥浮选药剂研究及发展现状[J].洁净煤技术,2015,21(1):15-19.
- [14] 谢广元.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2010.
- [15] 张秀峰,谢广元,邵怀志,等.新型煤泥捕收剂 ECS-9800 的研究[J].煤炭技术,2011,30(2):116-118.