

介质粒度对 Falcon 离心分选效果的影响

刘 谦

(中国煤炭科工集团 北京华宇工程有限公司 河南 平顶山 467002)

摘 要: 为提高 Falcon 重介离心分选的脱硫降灰效果,在分析介质性质的基础上,研究了介质粒度对 Falcon 重介离心分选产品粒度组成、灰分、硫分、可燃体回收率及脱硫效率的影响,同时考察了各产品可燃体回收率与脱硫效率的关系。结果表明: Falcon 重介离心分选对 +0.500 mm 和 -0.045 mm 煤样脱硫降灰效果较差,这是由于分选过程中高密度小颗粒和低密度大颗粒容易发生错配,影响分选效果;而 0.125 ~ 0.074 mm 脱硫效果最好,说明 0.125 ~ 0.074 mm 中黄铁矿硫的解离程度相对其他粒级要高,硫分容易脱除。1号介质粒度分布比较均匀,2号介质粒度较细,形成的悬浮液也较稳定,因此可燃体回收率相同时,2号介质 Falcon 离心分选的脱硫效率要高于1号介质,分选效果较好。

关键词: 介质粒度; Falcon 重介离心分选; 脱硫; 降灰; 粒度组成

中图分类号: TD94 文献标志码: A 文章编号: 1006-6772(2014)03-0020-04

Influence of medium size on desulfurization and ash reduction effects of Falcon centrifugal separation

LIU Qian

(Beijing Huayu Engineering Co., Ltd., China Coal Technology and Engineering Group Pingdingshan 467002, China)

Abstract: To improve the desulfurization and ash reduction effects of Falcon dense medium centrifugal separation, investigate the influence of medium size on products size composition, ash, sulfur, combustible materials recovery, desulfurization effects. Analyze the relationship between combustible materials and desulfurization effects. The results show that, the Falcon has bad effects on +0.500 mm and -0.045 mm size, this is due to the mismatch between high-density small particle and low-density big particle. The Falcon has good effects on the particle ranging from 0.125 mm to 0.074 mm. This is the result of high dissociation of pyritic sulfur. The size distribution of NO. 1 medium is average, the size of NO. 2 medium is small, its suspension is stable. When the combustible material recovery is the same, the NO. 2 medium has better desulfurization effects.

Key words: medium size; Falcon centrifugal separation; desulfurization; ash reduction; size composition

0 引 言

中国高硫煤产量占中国煤炭的 1/6,且随着机械化采煤程度的不断提高,细粒高硫煤产量逐年增加^[1-3]。随着国内各大城市雾霾的日益严重及中国对环境保护要求的不断提高,细粒高硫煤的脱硫降灰已成为提高燃煤质量,减轻环境污染的重中之重。目前,-0.5 mm 细粒煤脱硫降灰工艺主要为浮选,主要浮选设备有浮选机和浮选柱两种^[4]。其中浮选机有搅拌式浮选机、充气式浮选

机、喷射式浮选机等。浮选机选择性强,技术成熟,能满足生产要求,但消耗动力大,且需加入大量浮选药剂,成本高,难以及时调整精煤灰分,无法适应市场快速变化和不同用户对精煤灰分的要求。浮选柱虽提高了分选效率,脱硫降灰效果也比浮选机好,但对于一些表面氧化或风化、黄铁矿含量高、解离不充分且中间密度物含量大的煤泥,分选效果较差。随着细粒煤分选技术的发展,浮选技术也在不断改善,但对于 -0.5 mm 细粒煤在强化重力场中分选^[5-7]的研究却不多。笔者在强

收稿日期: 2014-03-19; 责任编辑: 白娅娜 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.03.006

作者简介: 刘 谦(1984—),男,山西太原人,工程师,从事选煤厂设计工作。Tel: 13303904660, E-mail: liuqian052@126.com

引用格式: 刘 谦. 介质粒度对 Falcon 离心分选效果的影响[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(3): 20-23.

LIU Qian. Influence of medium size on desulfurization and ash reduction effects of Falcon centrifugal separation[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(3): 20-23.

化重力场条件下,采用 Falcon 离心分选机^[8-14]加重介质对 -0.5 mm 细粒煤进行分选,以实现煤中黄铁矿硫的有效脱除。

1 试验条件

1.1 煤样性质

试验用原煤为南桐 -0.5 mm 高硫煤,其成分硫

分析、粒度组成和浮沉试验结果见表 1~表 3。

表 1 入料原煤成分硫分析

项目	有机硫	无机硫		全硫
		黄铁矿硫	硫酸盐硫	
硫分/%	0.56	2.04	0.02	2.62
占全硫产率/%	21.37	77.86	0.77	100.00

表 2 原煤粒度组成

粒级/mm	产率/%	灰分/%	硫分/%	累计		
				产率/%	灰分/%	硫分/%
+0.500	5.80	29.93	2.81	5.80	29.93	2.81
0.500~0.250	22.14	31.24	3.18	27.94	30.97	3.10
0.250~0.125	15.36	27.90	2.92	43.3	29.88	3.04
0.125~0.074	19.47	25.04	2.72	62.77	28.38	2.94
0.074~0.045	6.14	22.23	2.54	68.91	27.83	2.90
-0.045	31.09	21.15	1.96	100.00	25.75	2.61
合计	100.00	25.75	2.61			

由表 2 可知,入料中 +0.5 mm 产率为 5.80%,灰分和硫分分别为 29.93% 和 2.81%,均高于原煤;主导粒级为 -0.045 mm,产率为 31.09%,灰分和硫分分别为 21.15% 和 1.96%,均低于原煤。对于 -0.5 mm 煤泥,随着粒度的减小,灰分和硫分均逐渐降低,说明黄铁矿硫解离程度不好,会影响其脱

降灰效果。

由表 3 可知,1.5~2.0 g/cm³ 密度级产率较少为 16.11%,+2.0 g/cm³ 密度级产率为 17.47%,且灰分和硫分远高于 -2.0 g/cm³ 密度级,说明高密度级中含有大量矽石和黄铁矿硫。随着密度的增大,硫分先减小后增大,说明高密度物中有机硫含量较高。

表 3 原煤浮沉试验结果

密度级/ (g·cm ⁻³)	产率/%	灰分/%	硫分/%	浮物累计		
				产率/%	灰分/%	硫分/%
-1.3	7.72	2.90	1.57	7.72	2.90	1.57
1.3~1.4	37.45	7.82	1.55	45.17	6.98	1.55
1.4~1.5	21.25	15.59	1.34	66.42	9.73	1.49
1.5~1.6	7.87	24.73	1.52	74.29	11.32	1.49
1.6~1.8	5.12	37.10	1.98	79.41	12.98	1.52
1.8~2.0	3.12	54.81	2.27	82.53	14.57	1.55
+2.0	17.47	78.42	7.70	100.00	25.72	2.62
合计	100.00	25.72	2.62			

1.2 介质性质

Falcon 离心重介分选介质采用磁铁矿粉。试验选用两种不同的介质,分别命名为 1 号介质和 2 号介质,采用激光粒度仪测定粒度组成(表 4)。由表 4 可知,1 号介质粒度分布比较均匀,-10 μm、-45 μm 和 45~200 μm 产率分别为 13.70%、63.30% 和

36.70%;2 号介质粒度较细,-10 μm、-45 μm 产率分别为 49.40% 和 100.00%。

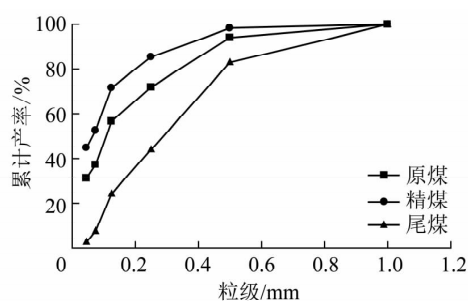
1.3 磁选条件

Falcon 离心分选后的介质脱除采用 SSS-I-Φ 周期式脉冲高梯度磁选机。通过改变电流大小调节磁场强弱,进而调节介质回收率。通过探索试验确

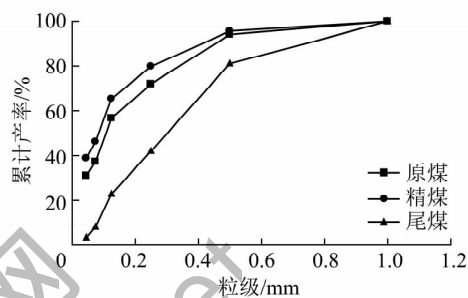
定,当激磁电流为 0.8 kA 时,介质回收率最高,且尾矿灰分和硫分最接近原煤。

表 4 两种介质粒度组成

粒级/ μm	1 号介质		2 号介质	
	产率%	累计产率%	产率%	累计产率%
-10	13.70	13.70	49.40	49.40
10~20	7.60	21.30	26.90	76.30
20~25	16.10	37.40	10.80	87.10
25~30	10.20	47.60	7.80	94.90
30~40	7.60	55.20	4.80	99.70
40~45	8.10	63.30	0.30	100.00
45~74	16.40	79.70	0	100.00
74~100	10.90	90.60	0	100.00
100~200	9.40	100.00	0	100.00
合计	100.00		100.00	



a) 1号介质



b) 2号介质

2 Falcon 重介分选效果

影响 Falcon 重介分选的因素主要有给料速度、反水压力、转动频率、煤介比、介质粒度。在给料速度 2 L/min,反水压力 0.03 MPa,转动频率 50 Hz,煤介比 0.75 的条件下,研究两种介质的 Falcon 重介分选效果。为减少试验误差,两种介质分别进行 30 组试验。

2.1 粒度组成

Falcon 重介分选产品缩分后进行小筛分试验,Falcon 重介分选产品粒度组成如图 1 所示。

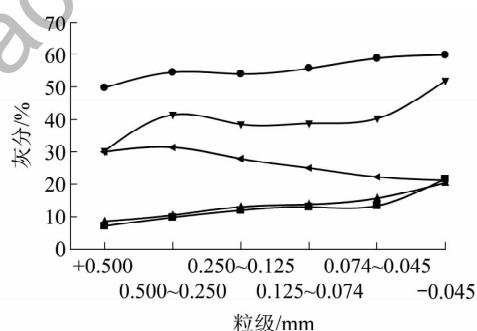
由图 1 可知,随着粒度的增加,精煤累计产率高于原煤,尾煤累计产率低于原煤,且两者与原煤的差值也逐渐减小。原煤离心分选时,大量小颗粒物料进入精煤产品,且粒度越小越易进入精煤。这是由于离心分选时,高密度小颗粒物料没有足够的沉降离心力进行沉降,而是随溢流流出成为精矿,说明 Falcon 离心机对极细物料分选效果较差。2 号介质重介分选精煤累计产率与原煤相差较小,说明介质粒度越小,越有利于 -0.5 mm 细粒煤分选。

2.2 灰分与硫分

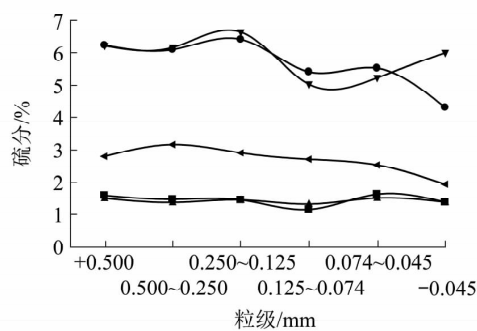
Falcon 重介分选产品灰分、硫分变化如图 2 所示。由图 2 可知,随着粒度的减小,原煤灰分、硫分逐渐降低,精煤灰分逐渐增大。这是由于 Falcon 离心机分选物料时,随着粒级的减小,高密度颗粒越来越难以沉降到来复圈底部,大部分随水流流出,高灰

图 1 Falcon 重介分选产品粒度组成

水泥污染精煤,导致精煤灰分逐渐增大。



a)



b)

■ 1号精煤 ● 1号尾煤 ▲ 2号精煤
 ▼ 2号尾煤 ◀ 原煤

图 2 Falcon 重介分选产品灰分、硫分变化

两种介质的精煤硫分差别较小,但与原煤相比降低很多。当精煤 >0.074 mm 时,随着粒度的减小

精煤硫分降低,说明黄铁矿硫的脱硫效果很好;当精煤 $<0.074\text{ mm}$ 时,随着粒度的减小硫分反而升高,这是高硫细泥污染精煤的结果。

2.3 可燃体回收率与脱硫效率

为考察各粒级在 Falcon 离心分选机的实际分选效果,计算各粒级的可燃体回收率、脱硫效率,结果见表 5。

表 5 各粒级分选效果

粒级/mm	可燃体回收率/%		脱硫效率/%	
	1号介质	2号介质	1号介质	2号介质
+0.500	27.01	51.01	12.91	26.63
0.500~0.250	62.57	69.42	38.67	45.80
0.250~0.125	80.16	81.81	47.16	48.72
0.125~0.074	87.96	89.99	59.82	54.99
0.074~0.045	91.46	89.30	38.27	43.51
-0.045	97.27	98.03	36.36	36.07

由表 5 可知 2 号介质离心分选产品各粒级可燃体回收率均高于 1 号介质,且粒度越大,两者差值越大。这是由于 1 号介质的分选密度小,分选物料中一些低密度大颗粒在分选过程中沉降到来复圈的床层成为尾矿,而 2 号介质离心分选的密度要高于 1 号介质,在 1 号介质中能够沉降的大颗粒不一定能在 2 号介质中沉降,因此随着粒度的增大 2 号介质离心分选的可燃体回收率逐渐高于 1 号介质。

随着粒度的减小,脱硫效率呈正态分布^[15]。除 $0.125\sim 0.074\text{ mm}$ 和 -0.045 mm 外,其余粒级中 2 号介质离心分选的脱硫效率要高于 1 号介质。对于两种介质, -0.045 mm 都是极细颗粒,脱硫效率较低, $0.125\sim 0.074\text{ mm}$ 脱硫效率最高,说明 $0.125\sim 0.074\text{ mm}$ 中黄铁矿硫的解离程度相对其他粒级要高,其硫分容易脱除。

可燃体回收率与脱硫效率的关系如图 3 所示。由图 3 可知,当可燃体回收率相同时,2 号介质 Fal-

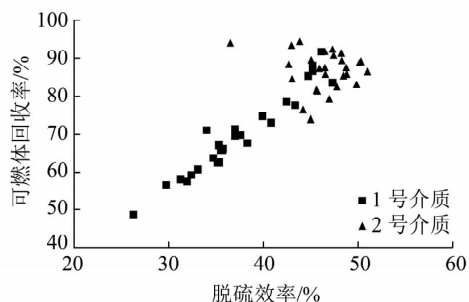


图 3 可燃体回收率与脱硫效率关系

con 离心分选的脱硫效率要高于 1 号介质,而且 2 号介质 Falcon 离心分选数据点更集中,分选效果也较稳定。

3 结 论

1) Falcon 重介离心分选对 $+0.500\text{ mm}$ 和 -0.045 mm 煤样脱硫降灰效果较差,这是由于分选过程中高密度小颗粒和低密度大颗粒容易发生错配,影响分选效果。而 $0.125\sim 0.074\text{ mm}$ 脱硫效果最好,说明 $0.125\sim 0.074\text{ mm}$ 粒级中黄铁矿硫的解离程度相对其他粒级要高。

2) 2 号介质 Falcon 重介离心分选脱硫降灰效果要优于 1 号介质。这是由于 2 号介质粒度较细,形成的悬浮液较为稳定,离心分选过程中的分选密度也较稳定,分选效果较好。

参考文献:

- [1] 罗俊,熊振涛.高硫无烟煤脱硫工艺试验研究[J].煤炭工程,2010(7):81-83.
- [2] 吴文忠,朱莉.煤中硫的研究现状[J].山西煤炭,2010,30(7):73-76.
- [3] 张建强,刘静,刘炯天.滇东北地区高硫煤脱硫试验研究[J].煤炭技术,2008,27(1):120-122.
- [4] 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,2001:388-494.
- [5] 张悦欣,谢广元,俞和胜.煤泥重介旋流器选煤技术现状及发展[J].煤炭工程,2005(12):14-16.
- [6] 何青松.煤泥重介旋流器在高硫难选煤分选工艺中的应用[J].煤炭加工与综合利用,2009(1):5-8.
- [7] 陈建中,沈丽娟,戴化震,等.煤泥重介旋流器分选粗煤泥的探讨[J].选煤技术,2010(4):48-50.
- [8] 黄玉祥,张学坤.小直径煤泥重介旋流器分选粗煤泥工艺探讨[J].煤炭加工与综合利用,2010(2):12-14.
- [9] 李国彦.离心选矿机流膜速度的理论计算[J].有色金属,1998,50(2):31-35.
- [10] 李国彦.颗粒群的分散压与流膜选矿机理[J].有色金属,1998,50(2):40-46.
- [11] 高振森,许占贤.离心跳汰机的研究[J].煤矿机械,2002(4):24-25.
- [12] 陈玉,张明旭.离心跳汰理论与实践的分析研究[J].选煤技术,2004(2):23-26.
- [13] 陶有俊,刘炯天,高敏.流膜分选技术研究与应用进展[J].选煤技术,2006(5):42-46.
- [14] 陶有俊,赵跃民, Daniel Tao, 等.细粒煤在 Falcon 分选机中的运动特性及其脱硫研究[J].中国矿业大学学报,2005,34(6):721-724.
- [15] 陶有俊,赵跃民.强化重力场中细粒煤脱硫研究[M].徐州:中国矿业大学出版社,2007:2-13.