

高硫煤粉永磁干法强磁选试验研究

凌向阳¹, 王羽玲¹, 刘鹏², 夏文成¹

(1. 中国矿业大学 化工学院, 江苏 徐州 221008;

2. 河南理工大学 材料科学与工程学院, 河南 焦作 454000)

摘要:以平顶山庚组高硫煤粉为煤样,利用实验室自制的永磁强磁选机进行分选试验,发现:随着颗粒粒径的增大,其灰分、硫分也随之增加;该磁选机的最佳分选粒度范围为0.25~0.5mm;磁选脱除的主要是煤中黄铁矿硫,而硫酸盐硫和其他有机硫则变化不大。

关键词:煤粉;磁选;脱硫率;黄铁矿硫

中图分类号:TD944.11

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2010)01-0032-03

煤炭是中国的主要能源,以煤为主的能源结构在未来相当长时期内难以改变^[1]。中国煤炭资源储量虽然可观,但总体上品质不高,高硫、高灰煤比重大,因此大量原煤的直接燃烧造成了严重的环境污染和生态破坏。电力是中国煤炭消费的最大用户,为提高燃烧效率,目前大型火电站的燃煤锅炉大都采用了煤粉炉,与其配套的燃前制粉工艺系统可将燃煤粒度控制在0.075mm以下^[2],这就为燃前应用物理选煤方法高效去除其中的黄铁矿硫和成灰物质提供了充分的解离条件。采用湿法技术分选如此细的煤,其精煤产品需要脱水、干燥,同时需要庞大的煤泥水处理系统,其投资、运行成本非常高,并且还易造成新的环境污染。因此煤粉的干法磁选脱硫技术就成为最具有应用前途的分选方法之一。

1 试验部分

1.1 试验煤样

试验所用煤样为平顶山庚组高硫煤粉,其煤质分析结果见表1。

表1 煤质分析

煤样	M_{ad}	A_{ad}	V_{ad}	FC_{ad}
平顶山庚组煤	4.48	20.42	18.36	56.74

1.2 试验设备

样品制备装置:球磨机、振筛机、标准套筛、干

燥箱、精密天平等;灰分测定装置:北京独创科技有限公司生产的DC-B系列智能箱式高温炉;硫分测定装置:长沙三德实业有限公司生产的SDS-Iva型微机定硫仪;分选设备:实验室自制的对极式永磁强磁选机,其结构如图1、图2所示。

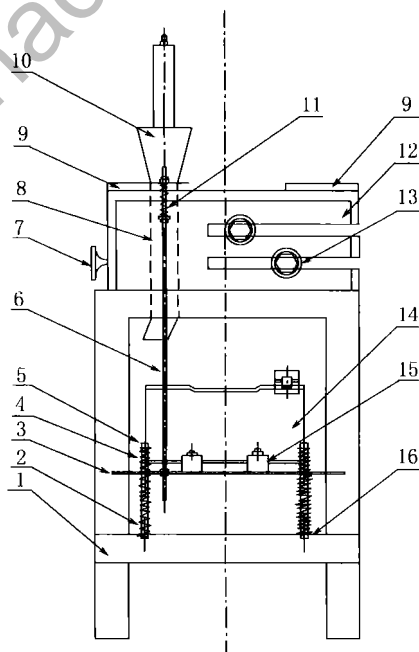


图1 磁选机总体结构示意图

1—机架;2—减振弹簧;3—钢板;4—中径螺旋弹簧;
5—连接螺栓;6—双头螺柱;7—圆环手柄;8—聚磁介质盒;9—pvc塑料板;10—给料漏斗;11—小径螺旋弹簧;
12—滑槽钢板;13—锁紧螺母;14—振动源三相异步电动机;15—轴承座;16—垫圈

收稿日期:2009-11-09

作者简介:凌向阳(1985-),男,河南周口人,中国矿业大学(徐州)化工学院矿物加工专业硕士研究生。

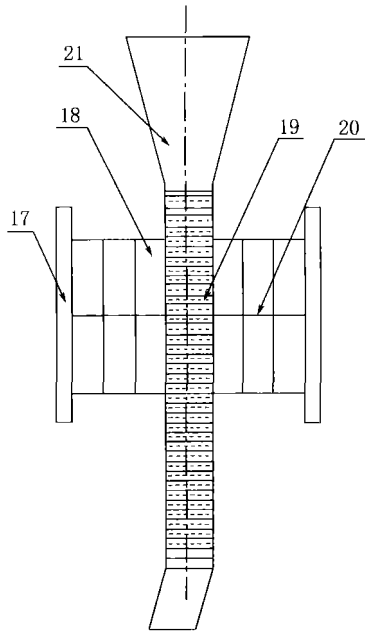


图2 单元永磁磁系结构示意图

17——电木板;18——永磁磁钢;19——导磁不锈钢板网;
20——轴向充磁方向;21——聚磁介质盒

1.3 分选过程

试验过程中使振动源三相异步电动机的频率稳恒在 15Hz 下,将各粒级煤样依次缓慢、均匀地给到聚磁介质盒中,使物料以低速流经对极式磁选空间。在强磁场区域,磁性物料被吸附于导磁不锈钢板网上,非磁性物料则通过磁选空间,在自身重力和电机振动力的作用下经聚磁介质盒排出到指定接料容器。然后加大电机振动频率至 40Hz,在振动源的强烈震动下磁性物料开始脱落,之后再使稳恒电机以同样频率振动 30s,磁性物料则完全脱落至指定接料容器。分选结束后可根据要求对第一次得到的磁精矿再进行多次分选,以便得到更好的分选效果。

2 试验结果与分析

2.1 不同粒级煤样中硫分、灰分分布情况

试验过程中把煤样分为 1~0.5mm、0.5~0.25mm、0.25~0.125mm、0.125~0.074mm 和 0.074mm 5 个粒级,然后取其平均粒度进行绘图。测得不同粒级煤样中硫分、灰分的原始数据见表 2。

表2 不同粒级煤样中硫分、灰分分布情况

粒级/mm	灰分/%	硫分/%
1~0.5	37.99	9.51
0.5~0.25	29.90	7.88
0.25~0.125	19.64	5.85
0.125~0.074	12.03	5.79
0.074 以下	11.61	5.78

根据上表绘制线形图如图 3 所示:

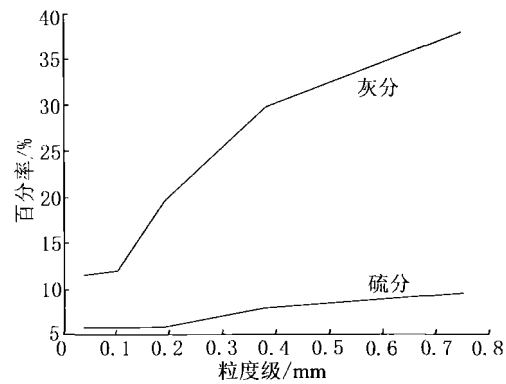


图3 煤中硫分、灰分与粒级的关系

物料粒度较小时,其灰分含量较低,灰分的变化随物料粒度的增大而增加。硫分在粒度为 0.25mm 以下时变化不大,之后随着粒度的增加其含量也增大。分析原因为:煤是一种以有机物为主、组分和成分极其复杂且不均一的混合物,在对其进行研磨时,由于煤基质硬度较小,在研磨的过程中首先破裂,而煤系黄铁矿和其它一些矿物质由于硬度较大而主要富集在大颗粒范围内。曾凡桂^[3]曾经对矿物质在煤中的分布规律进行了研究,结果表明:煤粉中矿物质的含量随煤粉粒度的增大而增高,试验中发现随着颗粒粒径的增大,其灰分、硫分也随之增加。

2.2 不同粒级煤粉的磁选脱硫、脱灰效果

笔者采用分选次数为 5 次的磁选试验来考查煤粉的磁选脱硫、脱灰效果,并以此确定该磁选机分选的最佳粒度范围,其结果见表 3。

表3 不同粒级煤粉的磁选脱硫、脱灰效果

粒级/mm	精煤产率/%	精煤灰分/%	尾煤灰分/%	精煤硫分/%	尾煤硫分/%	脱硫率/%	脱灰率/%
1~0.5	94.53	33.13	60.07	7.79	12.13	22.52	17.57
0.5~0.25	96.57	21.71	68.94	5.67	12.44	30.51	29.87
0.25~0.125	96.49	19.48	28.28	5.66	8.56	6.64	4.33
0.125~0.074	33.72	11.95	12.42	5.57	5.71	67.56	66.52
0.074 以下	19.87	11.61	11.74	5.66	5.74	80.54	80.12

由表 4 绘制线形图如图 4 所示。

粒度越细,脱硫率和脱灰率越高,但精煤产率反而越低。当粒级在 0.125~0.25mm 时,脱硫率和脱灰率同时达到最小值,之后随着粒度的增加脱硫率和脱灰率又有所增加,不过当粒度大于 0.5mm 时

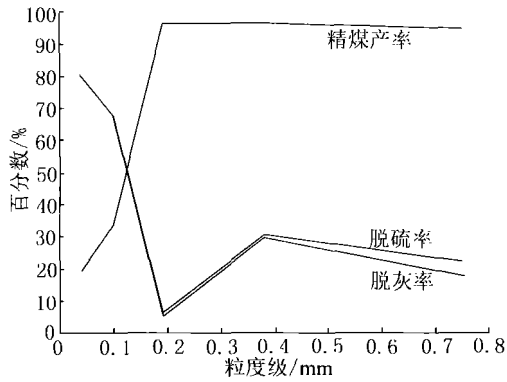


图4 精煤产率、脱硫率、脱灰率与粒级的关系

二者又出现了下降的趋势,精煤产率则一直维持在较高水平。分析原因为:

$$\eta_s = 1 - \frac{\gamma_m \times S_w}{S_y}$$

式中 η_s, γ_m ——脱硫率、精煤产率;

S_w, S_y ——精煤硫分、原煤硫分;脱灰率的计算公式同上。

从脱硫率和脱灰率的公式来看,其变化趋势在精煤硫分和原煤硫分不变的前提下与精煤产率呈负相关。粒度越细的物料,其单位比表面积越大,静电引力也就越强,因此相邻颗粒间就会发生相互黏结,形成非磁性物料对磁性物料的包裹,所以在分选过程中易发生“堵塞”现象,导致精煤产率下降,进而影响脱硫率和脱灰率。但当粒度较大时,一方面由于黄铁矿不能充分解离,另一方面当磁性物料在永磁体的磁场中被吸附时,由于分选过程中加有振动装置,因此那些磁性稍弱且含有黄铁矿的大颗粒物料就很容易脱落下来,造成磁选效果不佳。至于脱硫率和脱灰率为何在 0.125 ~ 0.25mm 之间达到最小值还有待于做进一步的试验研究。

2.3 最佳粒度范围内无机硫的脱除效果

研究测定煤中硫的存在形式与赋存状态是为其脱除寻找有效方法,重点考查了在最佳粒度范围内磁选对煤粉中无机硫的脱除效果,其结果见表4。

表4 最佳粒度范围内无机硫的脱除效果 %

粒度级/mm	原煤			精煤			尾煤		
	全硫	硫酸盐硫	黄铁矿硫	全硫	硫酸盐硫	黄铁矿硫	全硫	硫酸盐硫	黄铁矿硫
原煤	6.28	0.48	4.00	—	—	—	—	—	—
0.25~0.5	7.88	0.57	4.82	5.67	0.54	3.09	12.44	0.65	9.52

由表5绘制图5。

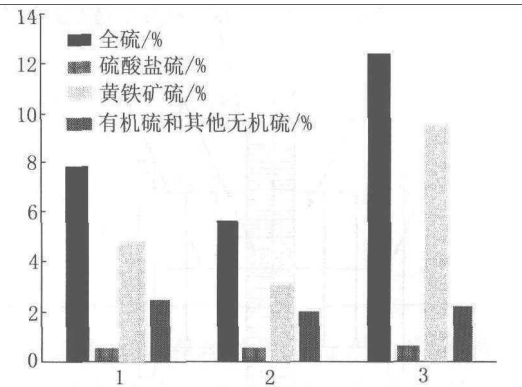


图5 无机硫的脱除效果

图5横坐标上的1、2、3点分别代表原煤和磁选过后的精煤与尾煤。从图5可以看出,煤粉中无机硫主要指的是黄铁矿硫,其占据了全硫的一半以上,而硫酸盐硫只占很小比例。磁选过后精煤中全硫的含量下降,尾煤中全硫的含量上升,其中主要是指黄铁矿硫的变化,而硫酸盐硫、有机硫以及其它无机硫变化幅度都较小,这说明磁选脱除的主要是煤中的黄铁矿硫,硫酸盐硫和有机硫则变化不大。

3 结 论

(1)随着颗粒粒径的增大,其灰分、硫分也随之增加;

(2)对极式磁选机对煤粉的最佳分选粒度范围为0.25~0.5mm,在该粒度范围内当分选次数为5次时,脱硫率和脱灰率分别达到30.51%和29.87%,而此时所对应的精煤产率为96.57%;

(3)磁选脱除的主要是煤中的黄铁矿硫,而硫酸盐硫和其他有机硫变化不大。

参考文献:

- [1] 陈清如. 中国煤炭能源出路[C]. 第六届国际矿业工程与技术大会. 2009-10-17.
- [2] 濮洪九,陆延昌,路耀华,等. 中国电力与煤炭[M]. 北京:煤炭工业出版社,2004.
- [3] 曾凡桂. 矿物质在煤粉中的分布规律[J]. 燃烧科学与技术. 2001,7(2):170-173.

(下转第20页)

- [2] 胡文瑞,翟光明,雷群,等. 非常规油气勘探开发新领域与新技术[M]. 北京:石油工业出版社, 2008. -876.
- [3] 陶树,汤达祯,王东营,等. 低成熟油页岩的生排烃作用实验模拟[J]. 地学前缘,2009,16(3):356-363.
- [4] 刘招君,董清水,叶松青,等. 中国油页岩资源现状[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2006,36(6):869
- [5] 刘招君,柳蓉. 中国油页岩特征及开发利用前景分析[J]. 地学前缘, 2005,12(3):315-323.
- [6] 车长波,杨虎林,刘招君,等. 中国油页岩资源勘探开发前景[J]. 中国矿业,2008,17(9):1-4.

The sedimentary environment and metallogenic situation of typical oil shale

LI Xue-yong^{1,2}, TAO Shu¹, HU Guo-li³

- (1. Key Laboratory of Marine Reservoir Evolution and Hydrocarbon Accumulation Mechanism, Ministry of Education, School of Energy Resources, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China;
2. Exploration Division of Jidong Oilfield Company, Tangshan 063004, China;
3. Drilling & Production Technology Research Institute of Jidong Oilfield Company, Tangshan 063004, China)

Abstract: This paper gives a systematic introduction about the sedimentary of oil shale mine and the distribution of oil shale resource, and the situation of development and utilization in some countries abroad, provides reference for the development and utilization of oil shale in China.

Keywords: oil shale, sedimentary environment, home and abroad

(上接第 34 页)

The study on high-sulfur coal powder separation using permanent magnet and dry high intensity magnetic

LING Xiang-yang¹, WANG Yu-ling¹, LIU Peng², XIA Wen-cheng¹

- (1. School of Chemical and Engineering Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China;
2. School of Materials Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: With the high-sulfur coal powder from Pingdingshan 7th Coal Seam as the coal sample, using laboratory-made high intensity magnetic separator for sorting, found that: As the particle size increases, the ash, sulfur also increases; the optimum sorting size range is from 0.25 mm to 0.5mm; magnetic removal is mainly pyrite sulfur in coal, while the sulfate sulfur and other organic sulfur change little.

Keywords: pulverized coal; magnetic separation; desulfurization rate; pyrite sulfur

欢迎订阅 2010 《洁净煤技术》杂志 (双月刊)

电话: (010)84262927, 84262909

E-mail: jjmjs@263.net