

文章编号: 1673-9469(2015)01-0066-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-9469.2015.01.018

破碎煤矸石粒度与热值分布研究

陈岩,王彩萍,赵少鹏,周明凯

(武汉理工大学 硅酸盐建筑材料国家重点实验室 湖北 武汉 430070)

摘要: 通过研究不同方式破碎煤矸石中存在的随粒度减小而增大的现象,分析了破碎煤矸石粒度与热值分布间的相互关系。结果表明,煤矸石破碎后,不同粒级发热量随粒度变化而重新分布,呈负相关关系,且细粒级比粗粒级发热量提高1倍以上,为煤矸石的破碎分选提供了依据。

关键词: 煤矸石; 粒度; 热值分布; 负相关

中图分类号: X705

文献标识码: A

Research on particle size and calorific - value distribution of crushed coal gangue

CHEN Yan, WANG Cai - ping, ZHAO Shao - peng, ZHOU Ming - kai

(Wuhan University of Technology, State Key Laboratory of Silicate Building Materials, Hubei Wuhan 430070, China)

Abstract: By studying the phenomenon that calorific value increases with the particle size reduction of coal Gangue by crushing in different ways, the paper analyzes the relationship between particle size and calorific - value distribution of crushed coal gangue. The results show that calorific - value of different size fractions redistribute with granularity changes, presented negative correlation; while the calorific value of fine - grained level increases by more than 1 times than coarse fraction, the results could provide the technological base of crushing and separation of coal gangue.

Key words: coal gangue; particle size; calorific - value distribution; negative correlation

煤矸石是煤炭开采过程中夹带的混杂岩体,包含一定数量的碳质岩、粘土类矿物和硬度较大的石英砂岩、粉砂岩、碳酸岩等,且已成为我国堆存量最大的固体废弃物之一^[1]。煤矸石用途广泛,不同的利用途径对煤矸石粒度与热值提出了不同的要求,两者已成为影响煤矸石资源化利用途径的关键参数,但是目前大多数应用途径均是通过循环破碎工艺和外掺其他原料,来对原状煤矸石的粒度与热值进行调节,很少关注破碎煤矸石自身存在的“粒度”与“热值”相互关系^[2]。针对此问题,本文开展了破碎煤矸石粒度与热值分布间关系的研究,为煤矸石的破碎分选提供一定的技术基础。

1 原材料与试验方法

1.1 原材料

试验所用矸石为山西省朔州市某工业园区内

选煤厂外排洗矸,制砖矸石原料来自该园区内煤矸石烧结砖厂,其主要化学成分见表1,所用入炉煤样来自该园区内矸石电厂,其工业分析见表2。

1.2 试验方法

取洗煤厂洗矸,用实验室小型环锤式破碎机进行一次破碎,用不同孔径标准筛筛分分级,采用氧弹法测量每一粒级发热量,再将筛出的4.75 mm以上粒级,用小颚破碎机破碎,筛出4.75 mm以上粒级,留样测量其热值后,再用小颚破碎机破碎,筛出4.75 mm以上粒级,留样测量其热值后重复以上操作。

取洗煤厂矸石,用不同孔径标准筛直接筛分分级,测量每一粒级发热量。取一定破碎好的砖厂矸石样和矸石电厂入炉煤样,用不同孔径标准筛筛分,计算其颗粒级配,并测量每一粒级发热量。

收稿日期: 2014-10-21

作者简介: 陈岩(1989-),男,河南登封人,硕士,从事固体废弃物综合利用方面研究。

表 1 制砖矸石原料主要化学成分

Tab. 1 The main chemical components of brick factory gangue

种类	各成分含量 / %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	LOSS
洗煤厂矸石	41.87	27.45	0.96	0.63	0.10	1.46	25.86
砖厂矸石	42.82	27.71	1.32	0.66	0.18	1.76	23.88

表 2 矸石电厂入炉煤工业分析

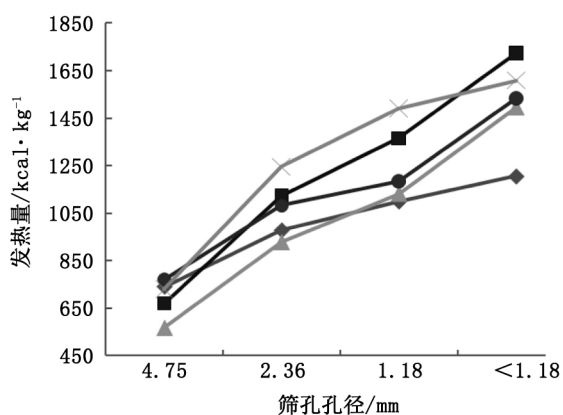
Tab. 2 The fuel industry analysis of gangue power plant

编号	质量指标				
	水分 Mt / %	硫分 St / %	灰分 Aad / %	挥发分 Vad / %	发热量 Q _{net, ar} / kcal · kg ⁻¹
YH1	4.74	0.93	50.83	19.58	2 926
YH2	6.98	0.47	54.17	18.26	2 506

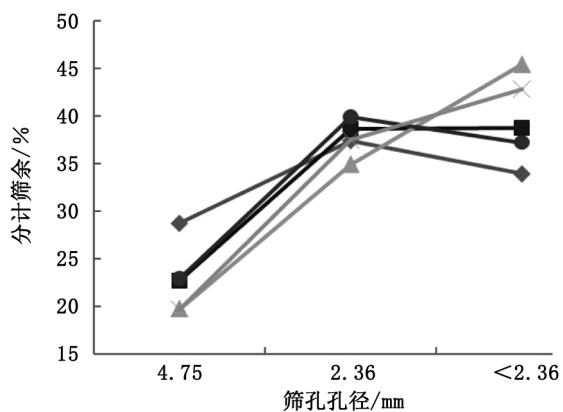
2 实验室破碎煤矸石粒度与热值分布

2.1 一次破碎试验

将洗煤厂外排矸石用小型环锤式破碎机进行一次破碎,按 1.2 中的方法试验,结果如图 1 所示。



(a) 热量分布



(b) 粒度分布

图 1 煤矸石破碎试验结果

Fig. 1 The test results of crushed coal gangue

从图 1(a) 可以看出,煤矸石破碎后不同粒级

发热量随粒度减小而增大,原状煤矸石 5 次取样发热量平均为 1 120 kcal/kg,筛分分级后,粒径 4.75 mm 以上平均热值为 695 kcal/kg,比原状煤矸石降低 37.9%,粒径 2.36 mm 以下平均热值为 1 422 kcal/kg,比原状煤矸石提高 27%,且比 4.75 mm 以上粒级提高 105%。原状煤矸石发热量越高,破碎之后 2.36 mm 以下粒级发热量比 4.75 mm 以上粒级增幅越大:最高为 113%,其原状煤矸石发热量为 1 279 kcal/kg;最低为 57%,其原状煤矸石发热量为 972 kcal/kg。从 1(b) 来看,4.75 mm 以上低热值粒级较少,平均约占 23%,2.36 mm 以下高热值粒级平均约占 40%。结合以上试验结果,将破碎后的煤矸石合理分级,即可分选出不同热值的产品,如高热值煤矸石用于制备电厂燃料,低热值煤矸石用于制备全煤矸石烧结砖等。

2.2 反复破碎试验

将 2.1 中筛出的 4.75 mm 以上粒级矸石按 1.2 中的方法处理,结果见表 3。

表 3 煤矸石反复破碎试验结果

Tab. 3 The test results of repeatedly crushed coal gangue

破碎次数	发热量 / kcal · kg ⁻¹
1	573
2	432
3	245
4	221

从表 3 结果来看,随着破碎次数的增加,物料发热量明显下降,且变化逐渐减小。经过一次破碎后 4.75 mm 以上粒级发热量为 573 kcal/kg,第二次破碎后为 432 kcal/kg,第三次则只有 245 kcal/kg,比第一次破碎之后发热量降低 57%,第四次破碎之后发热量变化很小。经反复破碎后 4.75 mm 以上粗粒级发热量逐渐降低,说明其

中含碳量高、易碎矿物被不断破碎,经筛分后在筛下富集,筛上物发热量则明显降低^[3]。

3 生产中不同破碎煤矸石粒度与热值分布

3.1 洗煤厂矸石

洗煤厂矸石粒度在 200 mm 以下,将其用不同孔径标准筛直接筛分分级,测量每一粒级发热量,结果如图 2 所示。

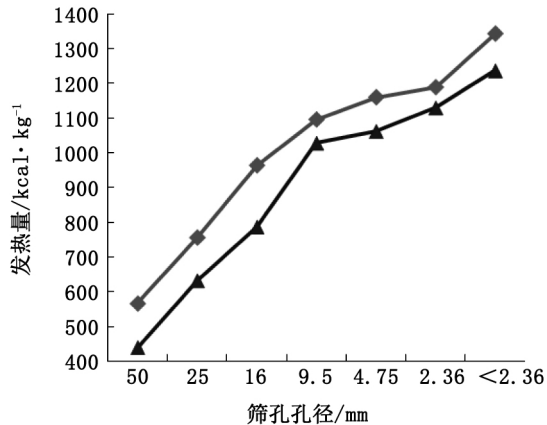


图2 洗煤厂矸石直接筛分试验结果

Fig.2 The screening test results of coal washery gangue

从图 2 可以看出,不同粒级洗煤厂矸石随粒度减小,发热量逐渐增大。粒径 2.36 mm 以下矸石发热量最大,分别为 1 342、1 237 kcal/kg,与 50 mm 以上发热量 565、438 kcal/kg 相比,分别增大 138% 与 182%。之所以不同粒级洗煤厂矸石发热量存在较大差异,是因为原煤在入洗之前要进行破碎,夹在原煤中的矸石经过初次破碎,其中硬度不同、热值不同的岩石破碎程度也不一样,经过筛分,热值高、易碎的岩石富集在细粒级,热值低、难破的岩石富集在粗粒级^[4]。

3.2 砖厂煤矸石

砖厂采用环锤破循环破碎工艺,将煤矸石制备成小于 3 mm 的颗粒,将砖厂破碎好的矸石样,按 1.2 中的方法处理,结果见表 4。

表 4 砖厂矸石样试验结果

Tab.4 The test results of brick factory gangue

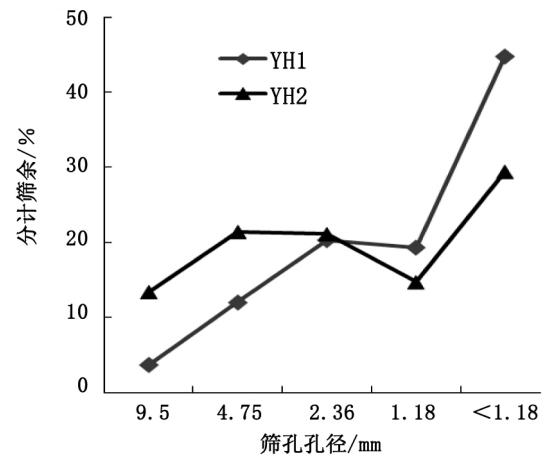
筛孔孔径/mm	分计筛余/%	发热量/kcal·kg ⁻¹
1.18	13.6	634
0.075	76.3	1 012
< 0.075	10.1	1 445
> 3	—	689

从表 4 可以看出,破碎好的矸石样经过筛分,

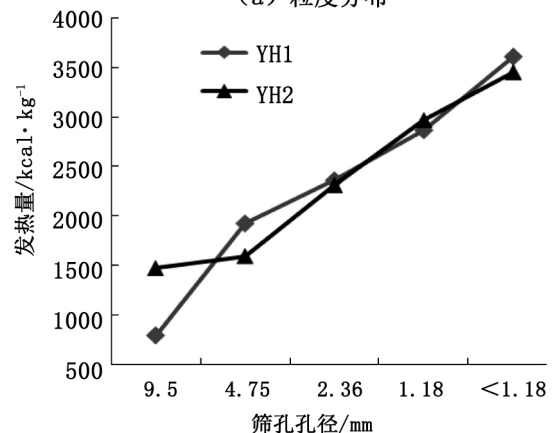
不同粒级发热量随着粒度的减小逐渐升高,1.18 mm 以上粒级发热量仅为 634 kcal/kg,0.075 mm 以下粒级发热量达到 1 445 kcal/kg,增幅为 128%。砖厂分级筛上大于 3 mm 超粒径物料发热量为 689 kcal/kg,通过闭路循环返回破碎机,经多次破碎后,热值高、易碎的矿物不断在细颗粒中富集,热值低、难破的矿物则相对粒径较大。然而制备全煤矸石烧结砖仅需发热量 450 kcal/kg 左右,原状煤矸石发热量一般在 900 kcal/kg,需加入 50% 的粘土来降低其发热量,如果根据表 4 中试验结果,将部分发热量高的细粒级筛出,则可以有效降低用于制砖的煤矸石热值,进而减少粘土用量,降低生产成本。

3.3 矸石电厂入炉煤

矸石电厂燃料制备是将按比例配好的煤与矸石混合物,通过“粗碎+筛分+细碎”工艺破碎至一定粒度以下,将制备好的入炉煤样,按 1.2 的试验方法处理,结果如图 3 所示。



(a) 粒度分布



(b) 热量分布

图3 入炉煤粒度与热量分布

Fig.3 The particle size and calorific-value distribution of coal into the furnace

从图 3(a) 可以看出, 入炉煤的级配控制情况不稳定, 两次取样结果差异明显, YH1 粒径偏细, 4.75 mm 以下占 84.3%, YH2 为 65.2%; YH2 粒径偏粗, 9.5 mm 以上超粒径颗粒占 13.4%, YH1 仅为 3.7%。且从热量分布来说, 如图 3(b), 不同粒级发热量随粒径减小而增大, 4.75 mm 以上粗颗粒主要为矸石, 发热量均在 2 000 kcal/kg 以下, 2.36 mm 以下细颗粒主要为煤粉, 发热量可达 3 500 kcal/kg 以上。入炉煤中粒度越小, 发热量越高, 是因为在破碎过程中, 矸石相对难破, 多在粗粒级中富集, 而易碎的煤则进入细粒级。

煤与矸石粒度分布的不协调会造成锅炉粉煤灰、炉渣的烧失量偏大, 该电厂粉煤灰烧失量最高可达 12% 以上, 平均为 9.6%, 炉渣烧失量最高将近 6%, 平均为 3.5%, 灰渣烧失量大, 不仅造成能源的浪费, 而且影响了灰、渣的利用品质。根据图 3 的结果, 矸石电厂燃料制备系统应根据煤与矸石破碎性能的不同, 分别建设相应的破碎系统, 且煤粒易燃烧, 矸石燃烧困难, 应保证入炉煤中煤粒较粗, 矸石相对较细, 这样可有效协调煤与矸石的燃烧速率, 提高锅炉燃烧效率, 同时改善灰渣利用品质^[5]。

综上, 不同破碎煤矸石均存在发热量随粒度减小而增大的负相关关系, 据此可以考虑对煤矸石进行破碎分选处理, 实现其分层次高效利用: 经破碎分选出的高碳煤矸石热值可用于制备矸石电厂燃料, 既可减少煤炭用量, 其粒度小、含石量低

又可有效减少电厂锅炉的磨损; 又因煤矸石中 Al_2O_3 、 SiO_2 含量高, 分选出的低碳煤矸石热量适中, 将其用作砖厂或水泥厂原、燃料, 可实现全煤矸石砖的烧制及部分代替砂岩生产水泥。

4 结论

1) 不同方式破碎煤矸石, 均存在不同粒级发热量随粒度变化而变化的现象, 且粒度越小, 发热量越高; 4.75 mm 以上粗颗粒、低热值煤矸石经反复破碎, 发热量不断降低, 进一步说明煤矸石经破碎筛分, 其热值会随粒度变化重新分布。

2) 破碎煤矸石粒度与热值分布呈负相关关系, 且细粒级比粗粒级发热量至少提高 1 倍以上, 据此可以将煤矸石进行破碎分选处理。

参考文献:

- [1] 郭彦霞, 张圆圆, 程芳琴. 煤矸石综合利用的产业化及其展望[J]. 化工学报, 2014, 65(7): 2444-2453.
- [2] 邓寅生, 邢学玲, 徐奉章, 等. 煤炭固体废物利用与处置[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.
- [3] 封金鹏. 广西合山矿务局煤矸石破碎分选试验研究[D]. 南宁: 广西大学, 2006.
- [4] 陈天虎, 庆承松. 山东某煤矿煤矸石选择性破碎分选[J]. 合肥工业大学学报, 1995, 18(1): 182-185.
- [5] 张兴顺, 邢进, 唐涛. 循环流化床锅炉燃料破碎设备的选择与应用[J]. 华电技术, 2012, 34(1): 36-40.

(责任编辑 王利君)