

炼焦中煤磨矿再选研究现状

朱张磊¹, 张成安²

(1. 东北大学资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳, 110819; 2. 太原市热力公司, 山西 太原 030024)

摘要:对我国炼焦煤资源的储存和利用现状进行了论述,从炼焦中煤中分选出质量合格的精煤,最大效益的利用现有资源的趋势势在必行。从煤质特征、磨矿及其预处理和分选方法等方面介绍了我国炼焦煤分选中煤的磨矿再选研究现状,比较了各分选方法的优缺点。中煤中的矿物质主要为黏土类矿物,多以粒度为5~30 μm的颗粒散布在有机组分中。适宜的磨矿预处理不仅促进中煤中矿物质和有机组分之间的解离,而且有利于降低精煤灰分。在精煤产率相对较低的前提下,粗磨矿具有磨矿能耗低、药剂消耗低、有效避免过破磨、工艺简单等优点;虽然深度磨矿精煤回收率高,但其往往带来巨大的能耗、药耗以及其他缺点。综合考虑各因素,认为预处理-粗磨-粗精选是回收炼焦中煤有效可行的途径之一。

关键词:炼焦中煤;磨矿;浮选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.06.003

中图分类号:TD94 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2017)06-0010-04

1 概述

我国煤炭资源总量丰富,但其种类、数量及其地域分布等却极不平衡。稀缺炼焦煤储量不足煤炭总量的28%^[1],然而钢铁行业和化工行业的发展却离不开焦炭的支持,炼焦煤资源的合理利用对促进国民经济发展有着举足轻重的作用。

炼焦中煤是炼焦煤分选过程中的中间密度产物,约占炼焦煤总量的30%左右,灰分在35%~45%之间^[2]。炼焦中煤中的无机矿物和有机可燃体紧密连生,致使很难分选出质量合格的精煤。目前,我国的炼焦中煤大多用于发电供暖,不仅降低企业的经济效益,而且造成炼焦煤资源的浪费。结合我国煤炭资源的现状,从炼焦中煤中分选出质量合格的精煤,最大效益的利用现有资源,是保护我国炼焦煤资源的一种有效办法。

2 研究现状

随着我国煤炭洗选技术的不断进步,分选设备(如重介质浅槽分选机、重介质旋流器和跳汰机等)

分选精度的不断提高,炼焦分选中煤中错配物(低密度的精煤和高密度的矸石)含量大幅度降低。采用传统的分选方法只能从炼焦分选中煤中获取少量的合格精煤。

为减少炼焦煤资源的浪费,很多学者从煤质分析、磨矿试验、分选方法等方面对炼焦中煤磨矿再选进行了探究。

2.1 煤质分析

煤焦中煤灰分布相对均匀,各粒级灰分随粒度变化不大,中煤各粒度级中有机可燃体均和矿物质关系密切^[3-5]。中煤-1.40 g/cm³密度级含量较低,说明分选设备分选效果较好,同时也表明其解离程度较低^[6-8]。中煤中的矿物质主要为黏土类矿物,其次还有少量的方解石、黄铁矿和石英等^[9-10]。由于黏土类矿物特殊的晶体结构,其在矿浆中极易泥化,浮选过程中常以夹带或覆盖形式污染精煤,恶化浮选效果。黏土矿物多以粒度为5~30 μm不等的颗粒分散在细胞腔和基质内^[11-13],少量的黏土矿物以大块片状形式存在。黏土类矿物在显微镜和扫描电镜下很难进一步划分。黄铁矿颗粒大多以2 μm

收稿日期:2016-05-28;改回日期:2016-06-28

基金项目:煤科学与技术省部共建国家重点实验室培养基地开放基金资助项目(MKX201402)

作者简介:朱张磊(1991-),男,在读博士研究生。

左右的细颗粒嵌布在有机组分中。

只有通过破碎和磨矿,才能使中煤中的有机组分与矿物质得到解离,进而实现对精煤的回收。

2.2 磨矿预处理

破碎和磨矿不仅提高矿物的解离度,而且会给后续浮选带来很大影响。

破碎方式改变颗粒表面性质,进而影响随后的浮选效果^[14]。湿法球磨可增加煤粒表面疏水甲基基团含量,且降低亲水羟基基团含量低。产率相同时,相比鄂式破碎,其精煤灰分降低了2.14%^[15]。破碎产物背散射图像分析与磨矿产物密度组成分析^[16]均表明:磨矿虽然可以明显促进煤样细磨,但并不能显著提高磨矿产物的解离度,以微细粒矿物质嵌布为主的炼焦中煤破碎至-0.5 mm较为合理。微波预处理可明显提高煤样细磨效果,磨矿产物的解离度随预处理时间的延长而增大^[17]。磨矿时间相同时,经预处理3 min,借助微波助磨和选择性加热作用,精煤灰分不变的前提下,精煤产率提高了9.00%,其能耗降低了31.24%。

2.3 分选方法研究

中煤磨矿程度包括粗磨和深度磨矿,解离程度决定分选方法。粗磨产品一般采用常规浮选处理,深度磨矿产品通常采用絮凝浮选,油团聚浮选和酸碱处理法等处理。

2.3.1 常规浮选

浮选对细粒煤选择性较差,高灰细泥容易进入浮选精煤,造成精煤灰分偏高。通过一次粗选很难得到合格精煤。朱向楠等^[11]采用颚式破碎机将炼焦中煤破碎至-0.5 mm,通过浮选可获得产率为34.01%,灰分为12.85%的精煤。经粗磨-预浮抛尾处理^[18-19],避免了黏土类矿物过度研磨,实现了选择性磨矿,减弱了高灰细泥对精煤的污染,对粗选精矿再磨再浮选处理可回收得到产率较高的合格精煤。分级-磨矿浮选可减弱高灰细泥对精煤的污染,有效提高合格精煤的产率。王超^[20]将-3 mm粒级中煤进行分级,3~0.5 mm粒级经粗磨(-0.074 mm粒级含量约为35%)后浮选,采用无药剂粗选+加药扫选流程可获得产率33.40%,灰分12.05%的精煤。粗磨-浮选流程不仅节省能耗,而且有利于提高浮选效果,通过精选环节可回收一定量的精

煤^[21]。

2.3.2 选择性絮凝

选择性絮凝是先在矿浆中加入分散剂使不同表面性质的矿粒分散成不同的组分,再加入选择性絮凝剂使某一组分形成絮团下沉,而其他组分仍呈悬浮状态,进而达到矿物分离目的的一种分选工艺。

李安等^[22]将1.40~1.60 kg/cm³密度级中煤超细粉碎至10 μm以下配成煤浆通入絮团发生器,在絮凝剂作用下微细粒低灰精煤发生絮聚,高灰的尾煤颗粒保持仍悬浮分散在矿浆中,通过粗选和精选流程可回收得到产率36.48%,灰分8.14%精煤。程鹏等^[10]把-1.80 g/cm³密度级中煤深度磨矿至10 μm含量约为90%后,进行选择性絮凝浮选试验,试验结果表明搅拌20 min、分散剂用量为2000 g/t、絮凝剂用量为4 g/t、入料浓度为50 g/L时分选效果最佳,精煤产率为48.43%,灰分为11.96%。搅拌速度对絮团也有重大影响。随着搅拌转速的增加,分选效果变好,适宜的搅拌强度不仅可以使非极性油充分分散,而且能够使煤粒获得足够的动能去克服静电排斥的“能垒”实现絮凝。但转速过高不利于形成大絮团时,分选效果变坏^[23]。

2.3.3 油团聚

油团聚是指被非极性油润湿的细粒煤在搅拌碰撞过程中通过非极性油的桥联作用凝聚成一定大小的煤粒,亲水性矿物质则分散在水中,进而利用煤粒表面和矿物表面疏水性的差异实现细粒有效分选的工艺。

傅晓恒等^[24]把灰分为22.01%的主焦煤分选中煤超细磨至平均粒度10 μm后,配成浓度为10%的矿浆倒入搅拌转速为1200 r/min的聚团发生器,同时加入适量的由煤焦油和一定量表面活性剂制成的药剂。搅拌2 min后,用0.25 mm的标准筛对矿浆进行分离,可得到灰分为8.56%,产率为60.27%的低灰精煤。

2.3.4 酸碱处理法

郝凯等^[25]采用1.6 kg/cm³的重液分离重介中煤破碎至0.3 mm后的产品,将-1.6 kg/cm³密度级中煤磨碎至10 μm左右,使矿物质和有机可燃体充分解离,在5%的矿浆中加入适量NaOH于100°的水浴中处理4 h,过滤洗涤后的产品进一步用HCl处理,获得了灰分为9.21%的精煤。

表1 各分选方法的优缺点对比

Table. 1 The comparison of advantages and disadvantages by the different separation methods

分选方法	优点	缺点
常规浮选	能耗低,药耗低,避免黏土类矿物过破磨,工艺简单	合格精煤产率相对较低,精煤中易出现细泥夹带
选择性絮凝	分选精度高,合格精煤产率高,尾煤灰分较高可作为矸石排出	药耗种类多和耗量高,能耗高,浮选产品脱水困难
油团聚	合格精煤产率最高,可得到较低灰精煤	能耗高,油耗高,产品脱水困难,成本高,需增加非极性烃类油回收环节
酸碱处理法	脱灰效率高,精煤回收率高	酸碱耗量大,环境污染大

3 结 论

虽然深度磨矿,可以使中煤中有机组分与矿物质解离充分,精煤回收率较高,但其磨矿能耗较大,同时不利于后续脱水环节,成本太高。应根据煤质资料,选择最合适的分选方法,获取最大的经济效益。在适宜的解离度下,粗选可以排除矿浆中的高灰细泥,且对粗选精矿进行精选可以显著降低精煤的灰分^[26]。综合考虑各因素,预处理-粗磨-粗精选工艺较适宜处理炼焦煤分选中煤。

参考文献:

- [1] 陈鹏. 中国煤炭性质、分类和利用[M]. 2版. 北京: 化学工业出版社, 2007. 39.
- [2] 范宏欢, 曹育洵, 李霞. 炼焦中煤再选工艺现状及实践效果[J]. 内蒙古煤炭经济, 2013(6): 71-72.
- [3] 赵林盛, 彭垠, 邢春芳, 等. 优质稀缺炼焦中煤再选技术的试验研究[J]. 中国煤炭, 2013, 39(9): 77-81.
- [4] 张磊, 刘文礼, 马克富, 等. 炼焦中煤再选技术试验研究[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(3): 125-128.
- [5] 刘永华, 李彦君, 李启东, 等. 炼焦煤中煤磨矿解离再选试验研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2015(5): 13-16.
- [6] 宁石茂. 中煤再选工艺在屯兰选煤厂的应用研究[J]. 选煤技术. 2014(3): 29-31.
- [7] 杨毛生, 郭德. 中煤破碎再选的研究[J]. 煤炭工程, 2010(12): 95-97.
- [8] 沈丽娟, 陈少辉, 陈建中. 炼焦中煤再选试验研究. [J]. 煤炭技术, 2015, 35(05): 298-300.
- [9] Zou Wenjie, Cao Yijun, Zhang Zhijun et al. Coal petrology characteristics of middlings from Qian jiyang fat coal mine.

International Journal of Mining Science and Technology, 2013, (246): 777-782.

- [10] 程鹏, 段旭琴, 熊建辉, 等. 新柳选煤厂主焦中煤再选提质技术研究[J]. 选煤技术, 2014(2): 14-22.
- [11] 朱向楠, 何亚群, 谢卫宁, 等. 炼焦中煤矿物学特性及再选试验研究[J]. 煤炭科学技术, 2013, 41(2): 125-128.
- [12] 曾凡桂, 王祖讷. 中煤的煤岩学特征[J]. 燃料化学学报. 1998, 26(2): 165-169.
- [13] 陈萍, 姜冬冬. 淮南煤中矿物特征与成因分析[J]. 安徽理工大学学报: 自然科学版, 2012, 32(3): 1-6.
- [14] Weining Xie, Yaqun He, Cheng Luo, etc. Comparison of Float-Sink and Progressive Release Flotation of G Round Products of Coal Middlings. Physicochemical Problems of Mineral Processing, 51(2), 2015, 675-684
- [15] 谢卫宁, 何亚群, 朱向楠, 等. 破碎方式对中煤表面性质及后续浮选的影响[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(09): 134-138
- [16] 朱向楠, 陶有俊, 何亚群, 等. 炼焦中煤挤压破碎条件下破碎解离特性研究[J]. 中国矿业大学学报, 2015, 44(04): 714-719.
- [17] 朱向楠, 陶有俊, 何亚群, 等. 微波预处理对炼焦中煤破碎解离特性的影响[J]. 煤炭学报, 2015, 40(8): 1942-1948.
- [18] 黄根, 宋志浩. 浮选尾煤再选试验研究[J]. 煤炭技术. 2015, 34(09): 298-300.
- [19] 杨永亮, 邓微微. 基于梯级解离和分段回收的中煤再选试验研究[J]. 选煤技术, 2015(05): 1-5.
- [20] 王超. 屯兰选煤厂重介中煤破碎再选工艺研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2014.
- [21] Hu Xiuming, Ren Ruichen, Li Caixia. Study of feasibility and technology of recleaning middlings of coking coal[J]. Advanced Materials Research. 2012, 361-363: 301-304.
- [22] 李安, 李萍, 陈松梅. 炼焦煤深度降灰脱硫的研究[J]. 煤炭学报, 2007, 32(06): 639-642.
- [23] 傅晓恒, 王祖讷. 疏水絮凝浮选法分选主焦中煤的研究[J]. 中国矿大学报. 1996, 25(1): 57-61.
- [24] 傅晓恒, 支献华, 张晋豫. 用油团聚方法降低炼焦精煤的灰分和硫分[J]. 煤炭科学技术. 1998, 26(11): 15-17.
- [25] 郝凯, 赵文进. 常压稀碱法处理炼焦中煤的试验研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2014(06): 184-185.
- [26] Tao Xiu-xiang, Cao Yi-jun, Liu Jing, et al. Studies on characteristics and flotation of a hard-to-float high-ash fine coal [J]. Procedia Earth and Planetary Science, 2009(1) 799-806.

(下转4页)

rite ore by the adsorption-washing-flotation method [J].
CIM,1983 (1) : 1-12.

试验研究[J]. 化工矿物与加工,2015:13-15.

[18]陶世杰,喻福涛,高惠民,等. 武陵山区典型萤石矿选矿

[19]韩远燕. 重庆黔江区重晶石—萤石共生矿选矿试验研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2010.

Development of the Investigation on the Progressing of Fluorite-calcite-barite Ore

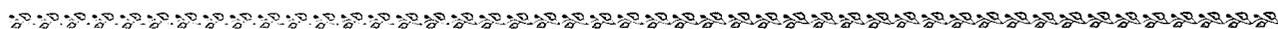
He Tianyu¹, Ren Zijie^{1,2}, Gao Huimin^{1,2}

(1. School of Resources and Environment Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei, China ;

2. Hubei Key Laboratory of Mineral Resources Processing and Environment, Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei, China)

Abstract : As a national strategic mineral , fluorite can be used in many fields , and it is important for the country's economic development . The reserves of fluorite in China is larger than most of other countries in the world , but the high yield , the large quantities of export and the low proportion of reserves and yield made the question that how to control the export and improve the recovery rate of associated fluorite minerals became urgent . As the fluorite ore which is easy to purify is increasingly depleted , the fluorite ore which is had to purify has been more and more attention , and because the separation of fluorite , barite and calcite is so hard that this kind of ore has been considered to be one of the ore which is had to purify . There is no systematic study of this kind of ore and also no purification methods suitable to continuous production . In recent years , there were many researches on the purification method of fluorite from calcite and barite , mainly focused on flotation and gravity concentration . This paper summarized the progress in research on purification methods of this kind ore in two aspects of flotation and gravity separation , and provided a reference for further research .

Keywords : Fluorite ; Barite ; Calcite ; Flotation ; Gravity separation



(上接 12 页)

Research Status on Grinding and Re-separation of Coking Middlings

Zhu Zhanglei¹, Zhang Chengan²

(1. School of Resources & Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang, Liaoning, China ;

2. Taiyuan Heating Power co. , Taiyuan, Shanxi, China)

Abstract : The storage and use status of coking coal resources in China were described , the trend of recycling the qualified coking coal from coking middlings and making full use of the existing resources is imperative . The research status on grinding and re-separation status of coking middlings were introduced from the coal quality analysis , the grinding exploring (including the pretreatment) and the separation method . The advantages and disadvantages of different separation methods were compared . Clay minerals are mainly minerals in coal , distributing in the organic components at the particle size of 5 ~ 30 μm mostly . Suitable grinding pretreatment not only promotes dissociation between minerals and organic components in coal , but also is conducive to reduce the ash content . On the condition of low cleaned coal yield relatively , the rough grinding has lots of advantages , including low grinding energy consumption , low reagent consumption , avoiding over grinding effectively , simple process etc . Although the recovery rate of clean coal is little higher by the deep grinding , but it usually leads to huge energy consumption , huge reagent consumption , and other shortcomings . All factors taken into account , the sheet of pretreatment-coarse grinding-coarse flotation and cleaning flotation is considered as one of effective and feasible ways to recycle the coking middlings .

Keywords : Coking middlings ; Grinding ; Flotation .