

炼焦煤粒度调整技术

陈君安 李国江 闫立强 王杰平 孙章 胡金山 梁英华

(河北联合大学 化学工程学院 河北 唐山 063009)

摘要: 分析了粒度对炼焦煤结焦性影响的研究进展,结合煤料显微组分特征、成焦机理等,介绍了粒度对煤料结焦性影响的主要研究方法。分析了原料煤粉碎粒度和焦炭质量的相关性,指出应充分利用煤料破碎后显微组分含量与粒度的关系。对煤料按粒度大小进行选择利用,可以提高煤炭的利用率。超细粉碎灰分较高的煤料,可以使煤中无机物和有机物有效分离,提高选煤过程中的精煤产率,扩大炼焦煤源。但直接利用超细粒度煤料炼焦,可能会增加装炉操作压力、降低煤料黏结性。

关键词: 炼焦煤; 粒度; 选择性利用; 焦炭质量

中图分类号: TQ520.61; TD849

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2012)05-0069-04

Particle size adjustment technology for coking coal

CHEN Jun-an, LI Guo-jiang, YAN Li-qiang, WANG Jie-ping, SUN Zhang, HU Jin-shan, LIANG Ying-hua

(School of Chemical Engineering, Hebei United University, Tangshan 063009, China)

Abstract: Introduce the progress on coking property of coking coal, which is strongly influenced by its particle size. Based on the petrology of coal and mechanism of coke formation, analyse the main methods for this influence study. Investigate the correlation between the grinding particle size of feed coal and coke quality. The results show that the coal should be selected based on the relationship between the microcomponents content and particle size, which can improve the utilization efficiency of coal. The embedded mineral can be effectively separated from coal by ultrafine grinding, which obviously increase the yield of clean coal, and more coal can be used for coking. Coking directly using ultrafine coal would increase charging pressure, decrease caking property.

Key words: coking coal; particle size; selective utilization; coke quality

为了提高焦炭质量,同时有效利用劣质煤炭资源,国内外开发了一系列炼焦煤预处理技术。根据基本原理可以将这些技术概括为提高装炉煤堆密度和调整装炉煤粒度2种。提高装炉煤堆密度主要有捣固炼焦、配型煤以及降低装炉煤的水分等技术;煤料粒度调整技术是通过调整各煤料的粒度分

布状态改善焦炭质量。目前捣固、配型煤、煤调湿等炼焦技术已较成熟且在生产中的运用也较成功。煤料粒度调整技术的应用还不成熟,对如何调整煤料粒度来优化煤料的结焦性还需要系统的研究,因此,综述了近年来就调整煤料粒度以提高焦炭质量进行的研究。

收稿日期: 2012-07-09 责任编辑: 宫在芹

基金项目: 河北省钢铁产业技术升级项目(11215626D-8); 河北省科学技术研究与发展计划项目(11212120D)

作者简介: 陈君安(1987—),男,湖南娄底人,硕士研究生,研究方向为洁净煤技术。通讯作者: 梁英华。

引用格式: 陈君安,李国江,闫立强,等. 炼焦煤粒度调整技术[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(5): 69-72.

1 炼焦煤粒度控制方法

表面结合成焦机理认为,炼焦加热阶段,煤料中的活性组分软化熔融成液相产物,黏结不能软化熔融的惰性组分,使松散的煤粒成为有一定强度的块状焦炭,白向飞等^[1]认为,煤料破碎后的粒度分布特征受煤岩组分、变质程度、矿物含量及破碎工艺等条件影响,且会影响焦炭质量。首先不同变质程度煤料的可磨性不同,混合后粉碎会导致各煤种在不同粒级富集;其次单种煤粉碎后,惰质组硬度大、脆度小,破碎后易富集于粗粒级中,而镜质组硬度小、脆度大,破碎后易富集于细粒级中;颗粒大小如果控制不当,将导致炼焦煤在混合时发生偏析,活性组分和惰性组分混合不均,劣化焦炭的结焦性能。目前焦化厂通常根据炼焦工艺通过控制煤料细度(粉碎后小于3 mm的比例)调整煤料粒度来稳定焦炭质量。对顶装工艺而言,要求装炉煤细度在80%~85%,而捣固工艺中,因为煤料的细度对焦饼的捣固成功率有很大影响,所以对细度要求更高,装炉煤的细度一般控制在88%~90%。然而装炉煤细度只能表示入炉煤中小于3 mm煤粒占全部煤料的质量分数,不能显示煤料的粒度分布特征,仅仅靠调整配合煤料细度来提高焦炭的质量并不可行。

工业上提出运用选择性粉碎和预粉碎工艺等方法优化煤料粒度组成,使各煤岩显微组分混合均匀,从而提高焦炭质量^[2]。选择性粉碎工艺是将配合煤按粒度或密度大小进行分级,分别对不同粒度的煤进行加工。预粉碎工艺是在配煤前预先将难粉碎的硬质弱黏结煤如1/3焦煤、气煤和需要细粉碎的瘦煤、贫瘦煤等先单独粉碎到适当的粒度,再与其它炼焦煤配合后送到粉碎机室进行混合粉碎。酒钢焦化厂运用选择性粉碎工艺调整煤料粒度,避免煤料活性组分过度粉碎,所得焦炭质量 M_{40} 提高了1.65%, M_{10} 降低了0.61%^[3];武钢焦化厂对1/3焦煤和瘦煤进行预粉碎,使其细度由50%左右提高至75.83%,再与其它煤料配合进行粉碎,并稳定配合煤料细度在82%左右,焦炭的CSR增长了1.3%, M_{40} 提高了1.8%^[4]。但以上工艺对焦炭质量提高有限。

2 粒度对煤料结焦性影响的研究方法

为探索单种煤的粒度分布与黏结性、结焦性的

关系,可以将原料煤按粒级筛分,然后将各筛分粒级的煤料粉碎到不同的粒度分布状态,通过实验考察同一粒级原料煤黏结性和结焦性随粒度分布的变化规律,指导生产中煤料在合适的粒度分布状态下炼焦。

由于常用的对煤料黏结性的检测,如 b 值、 G 值、 Y 值等,只是将煤粉碎至某一特定粒度,在一定的条件下检测黏结性和结焦性,所以测值很难反映粒度分布特征对原料煤在塑性阶段的黏结性的影响。有研究人员^[5-6]提出煤的自黏结强度指数这一概念,通过将一定量不同粒度的原料煤装入坩埚中,在950℃下干馏1 h后自然冷却至室温,再取出焦块并采用黏结指数转鼓装置进行转鼓,用计算黏结指数的方法得到自黏结强度指数,以此来综合评价粒度对煤料黏结性的影响。

为探索粒度分布特征对煤料结焦性的影响,可以将强结焦性煤料在各粒度下炼焦,弱黏结性煤料则以合适的比例与肥煤或焦煤配合炼焦,通过分析焦炭的冷、热态性能研究粒度分布对煤料结焦性的影响,焦炭的炼制通常使用小焦炉或坩埚^[7-8],小焦炉炼焦对焦炭的生产过程模拟度高,能客观地反映煤料结焦性随粒度的变化规律,但实验周期长、工作量大等缺点制约了小焦炉的使用;坩埚炼焦所得焦炭块度较小,利用结构强度和显微强度等指标分析焦炭的机械强度,通过检测粒焦反应性和反应后强度分析热性能,检测结果可以反映出煤料的结焦性随粒度分布的变化趋势,且工作量小,适合实验室炼焦。

通过对所得焦炭的气孔结构、光学显微组织组成及含量等进行检测,从焦炭的结构方面分析煤料在不同粒度分布下的结焦性能。项茹等^[8]发现,气煤与焦煤共焦时随着气煤粒度的减小,焦炭的光学显微组织发生明显变化,气孔壁变薄,可能会影响焦炭质量。薛改凤等^[9]发现高变质程度煤料细粉碎后,部分惰性结构单元尺寸减小,有利于焦炭机械强度的提高。

3 不同变质程度煤料粒度分布与焦炭质量的关系

由于考察各筛分粒级煤料再粉碎后的粒度分布状态与结焦性的相关性工作量巨大,所以目前的研究更多集中在将整个单种煤粉碎到不同的粒度,考察不同变质程度煤料的粒度分布和结焦性的相

关性。

3.1 低变质程度煤料粒度分布的影响

项茹等^[8]研究表明气煤的黏结性受粒度因素的影响较小,在0.1~5.0 mm范围内改变气煤的粒度,气煤的自黏结强度指数变化很小,但配合煤料的结焦性变化较大,将2种活惰比不同的气煤与焦煤搭配炼焦,发现随气煤粒度减小,气煤的活性组分与焦煤的活性组分发生界面反应,将本该生成的粗粒镶嵌结构细化成细粒镶嵌结构,且惰性组分相对较少的气煤随粒度变小,对焦煤的劣化作用更明显,而不同粒度气煤参与配煤炼焦对焦炭的显微强度和结构强度影响不大,但反应后强度却随粒度减小而降低。

在气煤粒度大于5.0 mm时,因为惰性物质粒度较大,容易作为裂纹中心,小于0.4 mm时活性组分细粉碎使焦炭气孔壁变薄。所以,根据配合煤的活惰比以5.0 mm为上限适当粗粉碎气煤,在保证煤料黏结性的同时也能防止气煤粒度过大产生较多的裂纹;当配合煤料黏结性较强时,可以在下限0.4 mm上适当细粉碎气煤,这样可以促使软化熔融过程中产生更多的气相产物,增大煤料软化熔融过程中的膨胀压力,有利于提高焦炭的质量。

3.2 中等变质程度煤料粒度分布的影响

张雪红等^[10]将某企业焦煤和肥煤筛分分级,发现大于3 mm煤料的质量分数不到30%,而且黏结性较差,成焦结构中惰性组分高,通过选择性粉碎大于3 mm煤料,能使惰性组分均匀分布在配煤中,使配合煤煤质均匀,同时能减小裂纹中心的形成;小于3 mm不粉碎,能防止活性组分过细粉碎导致的自瘦化现象。

3.3 高变质程度煤料粒度分布的影响

变质程度较高的瘦煤、贫瘦煤和无烟煤等在炼焦过程中主要起结焦中心作用和骨架作用,在较粗粒度下炼焦,成焦气孔壁较薄,主要形成片状和板状等惰性显微结构,且部分板片状惰性结构有大量的内裂隙,自身强度较低;较大粒径的颗粒在半焦收缩过程中,与周围胶质体的收缩系数有差异,容易形成裂纹中心,降低焦炭的机械强度。将这些煤料一定程度细粉碎,可以改变其成焦显微结构的大小,避免结构缺陷劣化焦炭质量;将瘦煤粉碎到粒度小于0.1 mm时,瘦煤成焦显微结构中的片状和板状等惰性显微结构尺寸减小,成为粗

粒状镶嵌在焦炭中,但这种镶嵌物只是尺寸变小了的惰性结构,与焦煤等形成的粗粒镶嵌结构完全不同,强度也远低于具有光学各向异性的粗粒镶嵌结构^[9,11-15]。

高变质程度煤料在配合煤中的最佳粒度分布还与整体煤料活性组分的数量和质量有关。韩永霞等^[16]在将无烟煤和肥煤按6:4的比例配合炼焦时,在无烟煤粒度为3.0 mm时焦炭的结构强度为74%,当无烟煤的粒度减小到0.5 mm时,焦炭的结构强度下降到69.1%,但无烟煤和肥煤按5:5配合后,无烟煤的粒度由3.0 mm下降到0.5 mm时,焦炭结构强度由71.65%上升到73.8%;可见活性组分充足时,细粉碎高变质程度煤料,煤料比表面积增大,与其他煤粒接触机会增多,共焦时界面结合能力增强,但活性组分不充足时,细粉碎高变质程度煤料则由于惰性组分需要吸附更多的液相产物导致其表面液相产物包覆不完整、气孔壁变薄,焦炭质量降低。

4 细粒度煤料的选择性利用

选煤厂对原料煤采用块煤重选、煤泥浮选的工艺,大块矸石已经被选去,残存下来的灰分主要是以细粒分散状散布于镜质组中的黏土矿物,硫分以黄铁矿形式呈细粒分散状分布于镜质组,所以在洗选过程中形成的细粒组分灰分和硫分较高。而炼焦生产中将入炉煤粉碎到合适的粒度分布状态下炼焦,是合理利用煤资源、改善焦炭质量和降低能耗的有效技术,但也增加了粉煤产量和装炉操作难度,同时细粒度煤料中活性组分较多,直接参与炼焦不利于发挥煤料的黏结性;如何利用粉煤是焦化行业亟待解决的问题。

日本开发了微粉煤成型处理技术^[2,17],对细粒度煤料进行选择利用,其中DAPS工艺将煤筛分出粗粒煤和粒度小于0.3 mm的粉煤,然后将粉煤压块成型煤和粗粒度煤混合后送往焦炉炼焦,细粒部分的煤料成型细粒部分成型能提升装炉煤的堆密度,提高焦炉生产率,有效避免活性组分在预处理过程中易被粉碎成细粒部分而导致加热时挥发分易析出的缺点,增加了软化熔融阶段胶质体的数量;同时可避免煤干燥装炉时产生过多粉尘的不足,降低了装炉时的操作负担,将装炉煤水分控制在3%以下。

针对细粒度煤料中灰分和硫分较高的问题,如

果将细粒度煤料进行深度脱灰处理,可降低煤料总灰分。付晓恒等^[18]研究表明,将煤进行超细粉碎到小于 10 μm 时,煤中镶嵌状分布的无机矿物能较充分解离,在常规浮选精煤产率为 80.54% 时,超细粉碎深度脱灰的精煤产率上升为 81.98%,而浮选灰分由常规的 10.16% 下降到 8.38%;中国的肥煤和焦煤灰分、硫分较高,属于难选煤,炼焦过程中煤料灰分主要残留在焦炭中,会影响高炉的正常运转,对主焦煤中灰分较高的细粒部分超细粉碎深度脱灰能有效增加精煤产量,提高煤料利用率。煤料超细粉碎后具有常规颗粒所不具备的表面效应、宏观量子隧道效应和小尺寸效应等特征^[19],已经在煤填充高分子材料^[20]、精细水煤浆制备^[21]等领域成功运用。至于超细粉煤料炼焦,一方面超细粉煤料较常规煤料表面活性增强,有利于炼焦过程中煤粒间界面结合,同时也降低了煤料的灰分和硫分,有利于焦炭质量的提高;但另一方面煤料的比表面积增大,简单配合后炼焦,惰性组分吸附更多的液相产物可能会劣化焦炭质量,活性组分过细粉碎可能导致软化熔融过程中气相产物较易逸出,液相产物减少,降低了煤粒之间的黏结能力,因此如何利用超细粒度的煤炼焦还有待研究。

5 结 语

(1) 煤料的结焦性受粒度分布影响较大,应系统地研究各筛分粒级煤料在不同粒度分布状态下的黏结性、结焦性,结合选择性粉碎工艺,对不同粒级的煤料进行选择性的粉碎,控制好炼焦煤的粒度分布状态,高效利用煤炭资源。

(2) 对煤料按粒度进行选择性的利用,可以提高整体煤料的利用效率。

(3) 将煤料灰分较高的粒级超细粉碎,能有效分离与煤料共生的无机矿物,降低炼焦煤灰分,同时超细粉碎后煤粒表面活性增强,有利于炼焦过程中煤粒的界面结合,提高焦炭质量,但是煤料比表面积增大,惰性组分能够吸附更多的液相产物劣化焦炭质量,如何利用超细粉碎后的煤料炼焦还有待深入研究。

参考文献:

[1] 白向飞,王兆文,刘开明,等. 煤的粒度特征及不同粒级煤的煤岩特征对炼焦煤性质的影响[J]. 洁净煤技术,1999,5(4):47-51.

- [2] 谢克昌,高晋生. 煤的热解、炼焦和煤焦油加工[M]. 北京:化学工业出版社,2010.
- [3] 李庆奎. 焦化风动选择粉碎工艺的应用[J]. 甘肃冶金,2006,28(1):60-61.
- [4] 魏松波. 预粉碎配煤技术在 7.63 m 焦炉的应用[J]. 燃料与化工,2011,42(1):38-39.
- [5] 薛改凤,陈鹏,鲍俊芳,等. 一种贫瘦煤参与的炼焦配煤方法[P]. 中国专利:101701159,2010-05-05.
- [6] 陈鹏,薛改凤,项茹,等. 气煤性质与粒度对焦炭显微结构的影响[J]. 燃料与化工,2011,42(5):12-14.
- [7] 兰天,朱子宗,田辉,等. 白煤在配煤炼焦中的应用[J]. 钢铁,2009,44(4):20-22,27.
- [8] 项茹,薛改凤,张雪红,等. 不同粒度气煤和瘦煤参与配煤炼焦比较[J]. 煤炭转化,2010,33(3):59-62.
- [9] 薛改凤,项茹. 贫瘦煤替代瘦煤制备优质焦炭性能研究[J]. 武汉科技大学学报,2009,32(4):418-422.
- [10] 张雪红,项茹,薛改凤,等. 某企业炼焦煤粒度分布研究[J]. 煤化工,2010,38(5):27-28.
- [11] 张雪红,陈鹏,宋子远,等. 贫瘦煤细粉碎的研究[J]. 燃料与化工,2010,41(2):32-33.
- [12] 张雪红,薛改凤,陈鹏,等. 贫瘦煤配煤炼焦研究[J]. 武钢技术,2009,47(3):11-13.
- [13] 项茹,薛改凤,鲍俊芳,等. 贫瘦煤与不同炼焦煤配伍性研究[J]. 钢铁,2010,45(12):17-20.
- [14] 王元顺,李明富,王文军. 无烟煤配煤炼焦试验与可行性[J]. 煤质技术,2002(4):30-31,34.
- [15] 王俊广,周尽晖,胡友明,等. 无烟煤在配煤炼焦中的性质研究[J]. 燃料与化工,2007,38(1):1-4.
- [16] 韩永霞,杨俊和,钱湛芬,等. 无烟煤配煤炼焦试验[J]. 燃料与化工,2000,31(2):64-66.
- [17] 薛改凤,陈鹏,项茹,等. 合理利用炼焦煤预处理工艺提升炼焦技术水平[A]. 第7届(2009)中国钢铁年会论文集(上)[C]. 北京:中国金属学会,2009.
- [18] 付晓恒,张龙,胡晓星,等. 超细粉碎技术在降低精煤灰分中的应用[J]. 煤炭科学技术,2010,38(8):125-128.
- [19] 刘转年,周安宁,金奇庭. 超细煤粉的制备及性质研究[J]. 煤化工,2002(1):19-21.
- [20] 张鸿波,韦鲁滨. 改性粉煤灰的粒度对橡胶补强性能的影响[J]. 洁净煤技术,2006,12(1):67-69.
- [21] 付晓恒,王祖讷,柴保明,等. 精细水煤浆的制备与应用技术的研究[J]. 煤炭学报,2004,29(2):226-229.