

# 影响烟煤黏结指数准确性的因素研究

刘敏,刘志鹏

(神华宁夏煤业集团有限责任公司 大武口选煤厂,宁夏 石嘴山 753000)

**摘要:** 烟煤黏结指数是表征烟煤黏结性的重要参数,直接影响煤的结焦过程,因此准确测定烟煤黏结指数尤为重要。分析了煤样制备、检测和保存时,不同操作参数和方法对烟煤黏结指数准确性的影响。结果表明:使用普通干燥箱在40℃条件下干燥煤样时,应保证煤样达到空气干燥状态,煤样中0.1~0.2 mm质量分数应达到20%~35%;煤样检测时,应使用合格坩埚,并保证压块完好,加热煤样时应将坩埚架放置在马弗炉加热区域;待测煤样应置于密封瓶保存,且保留时间不超过7 d。各因素对不同变质程度煤样黏结指数的影响不同,高变质程度煤样影响较小,低变质程度煤样影响较大。

**关键词:** 黏结指数; 烟煤; 准确性; 影响因素; 变质程度

中图分类号: TD849; TQ533 文献标志码: A 文章编号: 1006-6772(2014)02-0017-04

## Influencing factors of bituminous coal caking index

LIU Min, LIU Zhipeng

(Dawukou Coal Preparation Plant, Shenhua Ningxia Coal Industry Group, Shizuishan 753000, China)

**Abstract:** Caking index represent the caking properties of bituminous coal, which influence the coking properties. Analyse the influence of different operating parameters and methods on caking index in the process of coal sample preparation, test and preservation. The results show that, when drying coal sample at 40℃ using common drying oven, the coal sample should be in air drying state. The mass fraction of 0.1 mm to 0.2 mm size fraction should reach 20 percent to 35 percent. In the process of detection, the coal sample should be in good condition, and adopt qualified crucible which should be placed in the heating area of muffle. The storage time in sealed bottle are seven days at most. The influencing factors affect greatly the high metamorphic coal and has no significant effect on low metamorphic coal.

**Key words:** caking index; bituminous coal; accuracy; influencing factor; metamorphic grade

## 0 引言

煤的黏结能力是影响煤结焦过程的关键因素。黏结指数是表征烟煤黏结性的重要参数,可作为烟煤分类的主要工艺指标<sup>[1-3]</sup>。根据煤黏结指数的高低可大致确定其主要用途,实现煤炭资源的合理利用;也可根据煤的黏结指数和挥发分了解煤在炼焦配煤中的作用,指导炼焦配煤。因此准确测定煤的黏结指数,使其客观、真实地反映煤的黏结性尤为重要<sup>[4]</sup>。

## 1 试验条件

### 1.1 煤样制备

试验采用4种烟煤,分别标记为A、B、C、D,其

中A变质程度较高、灰分较高,B变质程度较高、灰分较低,C变质程度高、灰分高,D变质程度较低、灰分较低。按照GB 474—2008《煤样的制备方法》制备分析煤样(-0.2 mm空气干燥煤样),其中-0.1 mm煤样质量分数控制在65%~80%<sup>[5]</sup>。为确保数据的准确性,减少煤样保存状态对试验结果的影响,应将待测煤样装在密封瓶中,并标注名称、日期,存放时间不宜过长,从制样到检测最好不超过7 d。

### 1.2 测定原理和测定方法

1) 测定原理。将一定质量的试验煤样和专用无烟煤混合均匀,在干馏过程中煤样生成的胶质体将无烟煤黏结在一起,用转鼓试验测定焦煤的耐磨强度,以此判别试验煤样的黏结能力<sup>[6-7]</sup>。

2) 测定方法。采用转鼓试验测定烟煤黏结指

收稿日期: 2013-09-20; 责任编辑: 白娅娜 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.02.005

作者简介: 刘敏(1987—),女,陕西咸阳人,本科,助理工程师,分管煤质技术工作。E-mail: liumin01@nxmy.com

引用格式: 刘敏,刘志鹏.影响烟煤黏结指数准确性的因素研究[J].洁净煤技术,2014,20(2):17-20.

LIU Min, LIU Zhipeng. Influencing factors of bituminous coal caking index [J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(2): 17-20.

数,步骤如下:①称取5g专用无烟煤和1g试验煤样(质量应称准到0.001g),并将其放入坩埚<sup>[8]</sup>。②用搅拌丝将坩埚内的混合物搅拌2min。搅拌方法为:坩埚作45°左右倾斜后逆时针转动,转速为15r/min,搅拌丝按同样倾角做顺时针转动,转速为150r/min。搅拌丝的圆环接触坩埚壁与底部相连接的圆弧部分。搅拌1.75min后,将坩埚与搅拌丝逐渐转到垂直位置,约2min时,搅拌结束。亦可用达到同样搅拌效果的机械装置进行搅拌,搅拌时,应防止煤样外溅。搅拌后,将坩埚壁上的煤粉用刷子轻轻扫下,用搅拌丝将混合物小心拨平,并使沿坩埚壁的层面略低1~2mm,以便压块压紧混合物后,煤样表面处于同一平面。③用镊子夹压块于坩埚中央,将其置于压力器下,轻轻放下压杆,静压30s。加压结束后,压块仍留在混合物上,加上坩埚盖。④将带盖的坩埚置于坩埚架中,用带有手柄的平铲或夹子托起坩埚架,放入预先升温到850℃的马弗炉的恒温区。放入坩埚开始计时,焦化15min后,将坩埚从马弗炉中取出,放置冷却到室温。⑤从冷却后的坩埚中取出压块,当压块上附有焦屑时,应刷入坩埚内,称量焦渣总质量,然后将其放入转鼓内,进行第一次转鼓试验。转鼓试验后的焦块用1mm圆孔筛筛分,称量筛上物质量后,将其放入转鼓进行第二次转鼓试验,重复筛分、称量操作。每次转鼓试验的转速均为50r/min。

### 1.3 试验方法

分析煤样制备、检测和保存时,制样温度、煤样干燥状态、煤样粒度组成、坩埚、压块变形和马弗炉加热区域以及煤样保留时间和保存方法等对烟煤黏结指数的影响,得到了较准确地测定烟煤黏结指数的操作方法和流程。

## 2 影响烟煤黏结指数准确性的因素

为客观、真实反映烟煤黏结指数,分析了影响烟煤黏结指数准确性的因素。标准无烟煤采用神华宁夏煤业集团汝箕沟煤矿产的标准无烟煤;转鼓转速为 $(50 \pm 2)$  r/min,煤样与无烟煤混合后,用黏结自动搅拌仪搅拌,压块质量均为110~115g<sup>[9]</sup>。

### 2.1 煤样制备中的影响因素

1) 制样温度对黏结指数的影响。采用GB 474—2008《煤样的制备方法》制备煤样的时间较长,一般为2~3h,滞后性强,影响数据准确性,且多个煤样同时检测时,工作效率低;为快速制备黏结指

数试验煤样,用电热板(低温 $\leq 50$ ℃)、电热炕(高温 $\leq 100$ ℃)等高温干燥设备代替干燥箱制备煤样。对干燥箱和高温干燥设备制备煤样的黏结指数进行分析,结果见表1。

表1 制样温度对黏结指数的影响

煤样	干燥箱(40℃)	电热板(低温)	电热炕(高温)
A	64	59	51
B	63	56	52
C	76	72	66
D	38	30	20

由表1可知,与普通干燥箱相比,采用电热板、电热炕等制样时,煤样A的黏结指数分别降低了5、13,煤样B降低了7、11;煤样C降低了4、10;煤样D降低了8、18。可见,不同变质程度煤样受制样温度影响不同,高变质程度煤样受温度影响小,低变质程度煤样受温度影响大。因此制样温度不宜太高,否则会降低煤的黏结指数。

2) 煤样干燥状态对黏结指数的影响。将待测煤样放入干燥箱内连续干燥1h,待其质量稳定后,称量的质量变化不超过0.1%即为符合标准的分析煤样(即达到空气干燥状态)<sup>[5]</sup>。样品是否达到空气干燥状态对其黏结指数有一定影响,结果见表2。

表2 煤样干燥状态对黏结指数的影响

煤样	空气干燥状态	未完全干燥	差值
A	65	57	8
B	64	55	9
C	78	73	5
D	39	27	12

由表2可知,与空气干燥状态相比,煤样A在未完全干燥状态下黏结指数降低了8,煤样B、C、D分别降低了9、5、12。可见,不同变质程度煤样受干燥状态影响不同,变质程度最高的煤样C误差最小,变质程度最低的煤样D误差最大。这主要是由于煤样未达到空气干燥状态时,煤样的实际质量小于试验要求质量,煤样与标准无烟煤混合后,造成黏结指数降低。

3) 煤样粒度组成对黏结指数的影响。GB/T 5447—1997《烟煤黏结指数测定方法》中对煤样粒度组成有明确规定,0.1~0.2mm 粒级占全部煤样的20%~35%。为减少制样时煤样粒度对检测结果的影响,操作人员不可一次性将大粒度煤样跨级

别破碎,最好手工制样<sup>[8]</sup>。

同一煤样不同粒度组成其黏结指数也不同<sup>[10-11]</sup>,见表3。由表3可知 $\rho. 0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ 含量数太大或太小,都会影响黏结指数的准确性。 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ 质量分数 $< 20\%$ 时,煤样A、B、C、D的黏结指数分别增加了5、5、2、6; $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ 质量分数 $> 35\%$ 时,煤样A、B、C、D的黏结指数分别降低了4、6、3、8。可见,不同变质程度煤样受粒度组成影响不同,高变质程度煤样受影响小,低变质程度煤样受影响大。这主要是由于 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ 质量分数 $< 20\%$ 时,煤样中 $-0.1 \text{ mm}$ 较多,造成黏结指数偏高;反之 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ 质量分数 $> 35\%$ 时,黏结指数偏低。

表3 煤样粒度组成对黏结指数的影响

煤样	$< 20\%$	$20\% \sim 35\%$	$> 35\%$
A	68	63	59
B	67	62	56
C	80	78	75
D	44	38	30

## 2.2 煤样检测时的影响因素

1) 坩埚对黏结指数的影响。GB/T 5447—1997《烟煤黏结指数测定方法》中对坩埚尺寸有明确规定。坩埚对黏结指数的影响见表4。由表4可知,不合格坩埚与合格坩埚的检测结果误差较大。煤样A、B、C、D使用合格坩埚的黏结指数比不合格坩埚的黏结指数分别降低了23、20、8、37。这主要是由于煤样在坩埚中混合均匀后需放入马弗炉内焦化15 min,由于焦化时间较短,坩埚壁的厚度、内径等对温度的传递有较大影响,造成煤样焦化程度不同,煤样黏结性也有所差别。

表4 坩埚对黏结指数的影响

煤样	合格坩埚	不合格坩埚	差值
A	65	42	23
B	64	44	20
C	75	67	8
D	37	0	37

2) 压块变形对黏结指数的影响。压块就是通过挤压使待测烟煤和标准无烟煤混合黏结在一起,由于频繁使用,并在高温下灼烧,压块质量会逐渐减小,同时发生变形。压块变形对黏结指数的影响见表5。压块变形后,煤样A、B、C、D的黏结指数分别

降低了8、11、13、7。这主要是由于变形后的压块不能紧密压住煤样,造成坩埚边缘煤样出现压不紧或压不上的情况,当煤样在转鼓里转动时,由于离心力的作用部分煤样被甩出,造成煤样质量减少,最终导致黏结指数偏低。

表5 压块变形对黏结指数的影响

煤样	压块合格	压块变形	差值
A	64	56	8
B	63	52	11
C	76	63	13
D	40	33	7

3) 马弗炉加热区域对黏结指数的影响。GB/T 5447—1997《烟煤黏结指数测定方法》中要求将坩埚放入马弗炉的恒温区,马弗炉温度的测量点应在两行坩埚中央。马弗炉加热区域对黏结指数的影响见表6。由表6可知,加热煤样A、B、C、D时,将坩埚架放置在炉口处的黏结指数分别降低了3、2、1、4。这主要是由于马弗炉靠近炉口处的温度较低,将坩埚放置在炉口处时,缩短了有效焦化温度下的焦化时间,造成黏结指数偏低。

表6 马弗炉加热区域对黏结指数的影响

煤样	恒温区	炉口处	差值
A	64	61	3
B	63	61	2
C	76	75	1
D	37	33	4

## 2.3 煤样保存时的影响因素

1) 煤样保留时间对黏结指数的影响。煤样保留时间对黏结指数的影响见表7。

表7 煤样保留时间对黏结指数的影响

煤样	7 d	15 d	差值
A	64	59	5
B	62	58	4
C	76	73	3
D	37	31	6

与煤样保留7 d相比,煤样A、B、C、D保留时间15 d时,黏结指数分别降低了5、4、3、6。不同煤样其黏结指数减小程度有所不同,高变质程度煤样的黏结指数降低较少,低变质程度黏结指数降低较多。随着煤样保留时间的增加,煤样发生氧化,黏结能力

有所降低,黏结指数随之减小。因此,待测煤样应在7 d内检测,若超过7 d,最好重新制样,制样后应注明样品名称和检测日期。

2) 煤样保存方法对黏结指数的影响。煤样保存方法对黏结指数的影响见表8。煤样A、B、C、D敞口瓶保存的黏结指数比密封瓶保存时分别降低了4、4、2、6。高变质程度煤样黏结指数降低较少,低变质程度煤样黏结指数降低较多。这主要是由于敞口瓶保存时,煤样发生氧化,造成黏结指数降低。因此,化验室称完煤样后应及时密封保存<sup>[12]</sup>。

表8 煤样保存方法对黏结指数的影响

煤样	密封瓶保存	敞口瓶保存	差值
A	64	60	4
B	63	59	4
C	76	74	2
D	37	31	6

### 3 结 语

黏结指数的测定是一项规范性很强的操作<sup>[1]</sup>。煤样制样、化验、存放等环节操作不规范都会影响待测煤样黏结指数的准确性,这就需要采制化人员认真制备煤样,严格化验,加强责任心,将试验误差降至最低,从而确保测定结果的准确性<sup>[13]</sup>。使用普通干燥箱干燥煤样时,应保证煤样达到空气干燥状态,煤样中0.1~0.2 mm质量分数为20%~35%。煤样检测时,应使用合格坩埚,并保证压块完好,加热煤样时应将坩埚架放置在马弗炉加热区域。待测煤

样应置于密封瓶保存,且保留时间不超过7 d。烟煤黏结指数测定值出现异常时,应认真检查各影响因素,有针对性地解决问题<sup>[14]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 刘荣芝. 合理配煤 提高销售焦精煤黏结指数[J]. 山西焦煤科技, 2006(12): 6-8.
- [2] 侯杨涛. 烟煤黏结指数的准确测定[J]. 科技情报开发与经济, 2005(24): 209-210.
- [3] 郑海兰, 兰正宏. 弱粘煤黏结指数及其储存期限的研究[J]. 中国冶金, 2012, 22(1): 25-27, 49.
- [4] 煤炭工业职业技能鉴定指导中心. 煤质化验工[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006.
- [5] GB 474—2008 煤样的制备方法[S].
- [6] GB/T 5447—1997 烟煤黏结指数测定方法[S].
- [7] 陈 鹏, 焦保忠. ISO 15585 中标准无烟煤研究[J]. 洁净煤技术, 2008, 14(4): 68-72.
- [8] 李英华. 煤质分析应用技术指南[M]. 2版. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [9] GB/T 14181—2010 测定烟煤黏结指数专用无烟煤技术条件[S].
- [10] 贾晋芳. 影响烟煤黏结指数的因素探讨[J]. 科技情报开发与经济, 2009, 19(32): 149-150.
- [11] 王 琪. 浅谈制样过程对烟煤黏结指数的影响[J]. 煤化工, 2009(1): 31-33.
- [12] 祁亚萍, 雷翠晓, 万年春. 浅谈黏结指数的测定[J]. 陕西煤炭, 2007(4): 35-36.
- [13] 邱 波. 烟煤黏结指数准确测定的影响因素分析[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(3): 94-95.
- [14] 陈美丽. 准确测定烟煤黏结指数的体会[J]. 煤质技术, 2007(3/4): 66-67.
- [9] 任怀良. 难浮细粒煤浮选技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(5): 103-107.
- [10] 陶有俊. 细粒煤浮选数学模型的研究[J]. 中国矿业大学学报, 1999, 28(5): 425-428.
- [11] 张 鹏. XJX-T16型浮选机改造实践[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(5): 13-15, 34.
- [12] 史英祥. XJM-S28大型浮选机的工业应用[J]. 选煤技术, 2011(1): 23-27.
- [13] 程宏志. XJM-S28型浮选机开发与应用[J]. 煤炭科学技术, 2013, 41(9): 185-187.
- [14] 张 鹏. XJM-(K)S系列浮选机在选煤厂的应用[J]. 选煤技术, 2009(6): 23-26.
- [15] 石 焕. 应用XJM-S浮选机技术对老式浮选机的改造实践[J]. 选煤技术, 2003(6): 82-84.
- [16] 王燕明, 杜振宝. 高灰细泥对煤泥水处理系统的影响[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(5): 28-30, 41.
- [17] 刘艳萍. 赵各庄选煤厂技术改造实践[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(1): 16-18.
- [1] 马 剑. 我国煤炭洗选加工现状及“十二五”发展构想[J]. 煤炭加工与综合利用, 2011(4): 1-5.
- [2] 刘文欣. 中国选煤工业现状和未来的发展趋势[J]. 煤炭工程, 2010(11): 16-18.
- [3] 徐 博, 徐 岩, 于 刚. 煤泥浮选技术与实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [4] 任建民, 刘 磊, 樊合高, 赵固二矿选煤厂煤泥水处理系统的优化改造[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(3): 10-12.
- [5] 吴大为. 浮游选煤技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2004.
- [6] 孙 刚, 王凤其, 刘焕胜. 不同粒径煤泥浮选的动力学模型[J]. 矿山机械, 2012, 40(9): 95-98.
- [7] 张红喜, 董宪妹, 王志忠. 超声电化学强化细粒煤浮选脱硫的试验研究[J]. 金属矿山, 2008(6): 67-68, 104.
- [8] Luttrell G H. 细粒煤浮选的流体动力学和数学模型[J]. 国外金属矿选矿, 1990(1): 42-48.

(上接第16页)

#### 参考文献:

- [1] 马 剑. 我国煤炭洗选加工现状及“十二五”发展构想[J]. 煤炭加工与综合利用, 2011(4): 1-5.
- [2] 刘文欣. 中国选煤工业现状和未来的发展趋势[J]. 煤炭工程, 2010(11): 16-18.
- [3] 徐 博, 徐 岩, 于 刚. 煤泥浮选技术与实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [4] 任建民, 刘 磊, 樊合高, 赵固二矿选煤厂煤泥水处理系统的优化改造[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(3): 10-12.
- [5] 吴大为. 浮游选煤技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2004.
- [6] 孙 刚, 王凤其, 刘焕胜. 不同粒径煤泥浮选的动力学模型[J]. 矿山机械, 2012, 40(9): 95-98.
- [7] 张红喜, 董宪妹, 王志忠. 超声电化学强化细粒煤浮选脱硫的试验研究[J]. 金属矿山, 2008(6): 67-68, 104.
- [8] Luttrell G H. 细粒煤浮选的流体动力学和数学模型[J]. 国外金属矿选矿, 1990(1): 42-48.