

# 煤样破碎、缩分和干燥问题分析

杨兴伟<sup>1</sup>, 陈宝华<sup>2,3</sup>, 张宝青<sup>2,3</sup>, 孙刚<sup>2,3</sup>

(1. 神华销售集团有限公司 黄骅化验室 河北 沧州 061113;

2. 煤炭科学研究总院 煤炭分析实验室 北京 100013;

3. 煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室(煤炭科学研究总院) 北京 100013)

**摘要:** 分析了煤样破碎、缩分和干燥的相关问题,并给出了具体的处理方法。对于破碎后的煤样粒度要求,建议某一粒级破碎后的煤样以全部小于该粒度为宜;针对目前2种破碎煤样水分偏倚试验方法存在的问题,提出了新的水分偏倚试验方法。指出缩分后总样质量取决于煤样粒度、煤样品质不均匀性及所要求的制样精密度,分析了总样质量与各影响因素之间的变化关系;阐述了二分器缩分法、九点取样法、堆锥四分法、棋盘法、机械缩分应用中需要注意的问题。最后分析了干燥过程中,采用两步法测定全水分时第一步干燥温度不能高于40℃的原因,并归纳了空气干燥应用原则。

**关键词:** 煤;破碎;缩分;干燥

中图分类号: TD94

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2012)04-0035-04

## Research on coal sample reduction division and drying

YANG Xing-wei<sup>1</sup>, CHEN Bao-hua<sup>2,3</sup>, ZHANG Bao-qing<sup>2,3</sup>, SUN Gang<sup>2,3</sup>

(1. Huanghua Laboratory of Shenhua Trading Group Co., Ltd Cangzhou 061113, China;

2. Coal Analysis Laboratory, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;

3. State Key Laboratory of High Efficient Mining and Clean Utilization of Coal Resources

(China Coal Research Institute) Beijing 100013, China)

**Abstract:** Provide specific methods for resolving the problems related to coal samples reduction, division and drying. For the size fraction of crushed coal, all coal samples should be less than the spiculated size. In view of the existing problems of the current two test methods for moisture bias caused by coal sample reduction, provide a new moisture bias test method and test procedure. The coal sample size, variability of quality and required preparation precision are determinants of the gross sample mass. Analyse the relationship between the gross sample mass and its influencing factors. Elaborate issues, to which need to be paid attention during the application of riffle, nine-dot, quarter-cone, flattened-heap methods and mechanical division. When adopting two-step method to test the total moisture, explain the reasons why the temperature of the first drying step need to be below 40℃. Introduce the application principles of air drying method.

**Key words:** coal; reduction; division; drying

收稿日期: 2012-06-04 责任编辑: 白娅娜

基金项目: 中国神华能源公司科技创新项目(SHGF-10-07)

作者简介: 杨兴伟(1976—)男,山东济南人,工程师,现在神华销售集团有限公司黄骅化验室从事煤质管理工作。

引用格式: 杨兴伟, 陈宝华, 张宝青, 等. 煤样破碎、缩分和干燥问题分析[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(4): 35-38.

使煤样达到分析或试验状态的过程称为制样。破碎、缩分和干燥是煤样制备的重要操作步骤。破碎的目的是减小煤样粒度,使大颗粒碎裂成较小颗粒,破碎需要对煤样施加能量,目前多采用机械破碎方法。缩分的目的是减少煤样量,缩分是制样的最关键操作,是产生制样误差的主要原因。干燥的目的是使煤样畅通地进行破碎和缩分,因此干燥不是必经操作,也无固定次序,视具体情况而定。通常煤样在粉碎至 $-0.2\text{ mm}$ 之前都需要进行干燥,如试样需达到空气干燥状态,即使干燥后煤样也需放在环境温度下与大气湿度达到平衡。

有关文献和国家标准对煤样破碎、缩分和干燥的内容和要求进行了规范<sup>[1-4]</sup>,但有些问题尚需明确,甚至存有异议,本文就这些相关问题进行探讨,并提出见解,供同行参考。

## 1 破 碎

### 1.1 破碎后煤样粒度的确定

文献[1]已明确破碎后煤样粒度按标称最大粒度检查,即只要超过粒度标称值的煤量不大于5%即认为煤样粒度符合要求。在某一粒级破碎后的煤样是否应全部小于该粒度还是按标称最大粒度进行处理值得商榷。如破碎机出料粒度小于 $6\text{ mm}$ ,但有少量煤样(不大于5%)粒度大于 $6\text{ mm}$ ,这部分少量煤样若不再破碎而直接进行后续制样操作会引起二分器缩分时格槽宽度不符合要求,全水分测定时由于试样中存在少量超限粒度使超差的可能性加大。因此,某一粒级破碎后的煤样以全部小于该粒度为宜。此外,除有特殊要求外,应采用方孔筛检查出料粒度。

### 1.2 破碎煤样水分损失试验方法

破碎煤样水分损失应尽可能小。破碎是煤样水分损失的重要环节。破碎机应密封性好,空气流动小,以尽量减少水分损失。目前使用较多的是锤式破碎机,为证明锤式破碎机无实质性水分损失,根据GB/T 474—2008《煤样的制备方法》和GB/T 19494.2—2004《煤炭机械化采样 第2部分:煤样的制备》,水分偏倚试验可采用下述方式进行:①与未破碎煤样的水分测定值进行对比,但该法只适用于 $-13\text{ mm}$ 煤样;②与人工多阶段制样程序全水分测定值进行对比(即先在空气干燥状态下测定外在水分,破碎到适当粒度后再测定内在水分,最后计算全水分值,并进行对比)。

方法①适用范围有限;方法②应用较繁琐,且测定外在水分后的煤样再破碎时使用的破碎机存在水分实质性偏倚,则该方法不适用。因此本文建议另一种水分偏倚试验方法,试验程序如下:①选取水分较高的煤混匀;②在相邻部位收集2份煤样;③其中一份煤样用锤式破碎机破碎到粒度为 $-13\text{ mm}$ 或 $-6\text{ mm}$ ,缩取出一份全水分试样;另一份煤样用颚式破碎机破碎到相同粒度,缩取出另一份全水分试样;④2份全水分试样构成1对,重复上述操作,至少采取20对全水分试样;⑤每个全水分试样测定全水分;⑥按照GB/T 19494.3—2004《煤炭机械化采样 第3部分:精密度测定和偏倚试验》进行数据统计和结果评定。

上述方法基于以下原理制定:颚式破碎机认为是目前水分损失最小(或很小)的破碎设备,锤式破碎机与之相比,如破碎后的煤样无实质性水分损失,可认为锤式破碎机水分损失是可接受的。

## 2 缩 分

### 2.1 缩分后总样质量

对于常用的共用煤样,缩分后总样质量取决于煤样的粒度、煤样品质的不均匀性和所要求的制样精密度(以方差表示)。煤样粒度越小,相同质量的煤样颗粒数越多,煤质越均匀,缩分后的煤样量可相应地减小;煤样灰分越小,煤质越均匀,缩分后的煤样量越小;所要求的制样精密度越高,缩分后的煤样量越大。因此,为了满足一定制样精密度的要求,对于煤质变异性不同的煤样,其缩分后总样质量可能不同,即煤质越均匀,缩分后总样质量越小,而煤质变异性越大,缩分后总样质量越大。

GB/T 474—2008《煤样的制备方法》和GB/T 19494.2—2004《煤炭机械化采样 第2部分:煤样的制备》规定缩分后总样最小质量应是对不均匀煤样在满足所要求的制样精密度下分不同粒度确定的。共用煤样的最小总样质量见表1。

表1 共用煤样的最小总样质量

标称最小粒度/mm	50	25	13	6	3	1
最小总样质量/kg	170.00	40.00	15.00	3.75	0.70	0.10

对于大部分煤样按表1质量缩分即可符合或优于国家标准所规定的制样精密度。但对于极少数煤质变异性极大的煤样,缩分后的总样质量可能大于表1质量。对于这部分煤样,在缩分前应进行必要

的混合操作,增加煤样的均匀程度,以使其按表1 缩取煤样,制样精密度仍满足要求。

## 2.2 缩分方法

### 2.2.1 二分器缩分法

二分器缩分法是一种煤粒被随机选择缩分的方法。煤样沿格槽长度多次往复入料时,煤粒将随机落入2个接收器中的任一个,每一粒级煤样均有50%的概率落入其中一个接收器中,因而理论上讲2个接收器中的煤样品质相同,均可代表入料品质。

根据二分器法的缩分原理,缩分前混合煤样没有必要。ISO 13909-4:2001《Hard coal and coke-mechanical sampling-Part 4: Coal-preparation of test samples》并未要求煤样呈柱状来回摆动供入二分器,仅说明沿着二分器整个长度供入煤样<sup>[5]</sup>。在制定GB/T 474-1996时通过试验证明如煤样呈柱状来回摆动供入二分器,缩分精密度更好。

GB/T 474-2008《煤样的制备方法》和ISO 13909-4:2001《Hard coal and coke-mechanical sampling-Part 4: Coal-preparation of test samples》规定二分器的格槽开口尺寸至少为煤样标称最大粒度的3倍,如果格槽很宽,则缩分煤样时切割数减少,缩分精密度变差,因此二分器格槽宽度在满足要求的前提下不宜太宽。二分器是“专用的”,用于粒度不同煤样缩分所使用的二分器格槽宽度不同。二分器的缩分精密度很高,理论上讲应没有缩分偏倚(系统误差)。但二分器各格槽宽度存在差异,操作时偶尔也会有偏倚,会带来较小的缩分偏倚。当煤样多次通过二分器缩分时从两侧交替收取留样可最大限度消除缩分偏倚。此外,通过检查留样和弃样的质量,可作为二分器缩分法操作是否规范的评价指标,试验证明二分器正确操作时两侧煤样质量变化在3%以内。

### 2.2.2 九点取样法

目前多采用九点法缩取全水分试样,特别当煤样量很大时,对于粒度为-6 mm的煤样,此做法不符合有关国家标准规定<sup>[6]</sup>。九点法缩分-6 mm煤样的全水分试样理论上不存在问题,但九点取样法为了保证取样的代表性,规定取样前煤样应摊成厚度不大于煤样粒度3倍的圆饼状,对于粒度-6 mm的煤样,摊成的圆饼过扁,增大了表面积,水分损失加大,因此建议将煤样摊成厚度40~50 mm(在取样铲的采样深度范围内)的扁平煤堆。扁平煤堆的取样深度为不要铲到扁平体底面(与钢板接触的面)为宜,由于底面与外界直接接触受到污染,底面水分

不能代表煤样的整体水分,抽取除底面以外全厚度煤样更为合理。

### 2.2.3 堆锥四分法

堆锥四分法适用于一般分析煤样或共用煤样的缩分,尚未发现用于全水分试样的缩取,原因可能为:当进行全水分煤样缩分时,虽仅需堆锥一次,但由于缩分后的煤样量只减小了1/2,通常需要多次应用堆锥四分法缩取出全水分试样,势必导致操作时间较长,水分损失较大,因而很少采用堆锥四分法缩分全水分煤样。

堆锥四分法的留样量为缩分前煤样量的1/2,若煤样混合(堆锥环节)得非常均匀,摊平后切取一定比例的煤样作为留样也可行(如只留取一个扇形体)。需要注意的是堆锥混合是粒度离析的过程,不能达到煤样的充分混合,只切取少量煤样作为留样将降低缩分精密度,加大缩分偏倚风险。为保险起见,留取相对的2个扇形体作为留样。此外,通过检查留样和弃样的质量,可作为堆锥四分法操作是否规范的评价指标,试验证明堆锥四分法正确操作时留样和弃样的质量变化在5%以内。

### 2.2.4 棋盘法

棋盘法操作的关键是混合和铺块。GB/T 474-2008《煤样的制备方法》和GB/T 19494.2-2004《煤炭机械化采样 第2部分:煤样的制备》中未说明其混合的方法,本文建议采用平铺混合法,如需制备全水分试样,混合次数应尽可能少(建议1次)。为了保证缩分精密度,铺块时厚度应严格控制。取样时应避免煤样散落,且从各小方块中取出的煤样量应相等。为了防止取样时大颗粒煤的滚落,应使用插板。

平铺混合法操作方法如下:将煤样逐锹铲起铺成长方形或方形的扁平块。铺块时应2人对面操作,并分层铺散。1人操作时,可铺散1层交换1次位置;每锹铲起的煤样不应过多,应分2~3次依次铺散;全部煤样铺成的扁平块至少要3层,每铺成一个完整的扁平块视为混合1次,扁平块各部分厚度应一致。第2次混合时应从第1个扁平块侧面贴底依次逐锹铲起煤样,用同样方法再铺成1个新的扁平块。如此反复(通常混合3次),直至混合均匀。

### 2.2.5 机械缩分

GB/T 19494.2-2004《煤炭机械化采样 第2部分:煤样的制备》规定缩分后子样的质量不少于公式(1)的要求。

$$m = d^2 \times 10^{-3} \quad (1)$$

式中,  $m$  为子样质量, kg;  $d$  为煤样的标称最大粒度, mm。

缩分后子样质量显著影响制样精密度。子样质量过小将使制样精密度变差, 且加大产生偏倚的风险。对于与机械化采样系统结成一体的在线制样缩分, 子样质量应有更严格的要求。对于 -13 mm 煤样的缩分, 最小子样质量为 169 g, 实际工作中一般缩取 200 ~ 300 g 为宜; 而对于标称最大粒度 6 mm 或更小粒度的在线制样缩分, 建议子样质量不少于 100 g, 如按照几十克缩制子样, 通常存在制样精密度和偏倚的问题。

GB/T 474—2008《煤样的制备方法》中应用公式(2)作为缩分后最小子样质量, 对于标称最大粒度 -60 mm 的煤, 公式(2)的数值大于公式(1), 采用公式(2)似乎更可靠, 但目前在线缩分的子样质量通常小于公式(2)的要求, 如按照公式(2)缩分, 煤炭采样机系统经在线制样后的总样量过多, 增加了工作量。

$$m = 0.06d \quad (2)$$

式中  $m$  与  $d$  同公式(1)。

### 3 干 燥

GB/T 474—2008《煤样的制备方法》规定当干燥作为测定全水分的一部分时, 干燥温度不能高于

(上接第 34 页)

针对这种情况, 对原煤进行筛分试验, 并测定 +50 mm 浮沉产率(密度级采用 1.4, 1.8 g/cm<sup>3</sup>)。凯川原煤筛分、浮沉试验结果见表 3。

表 3 凯川原煤筛分、浮沉试验结果

粒径/ mm	筛分产 率/%	浮沉产率(本级)/%			浮沉产率(全级)/%		
		精煤	中煤	矸石	精煤	中煤	矸石
+50	25	12.76	22.16	65.08	3.19	5.54	16.27
50~0.5	60	55.25	22.88	21.87	33.15	13.73	13.12
+0.5	85	42.75	22.67	34.58	36.34	19.27	29.39

由表 3 可知, 实际 +0.5 mm 原煤浮沉精煤产率为 42.75%, 若按汽车采样机所采煤样 50 ~ 0.5 mm 精煤产率 55.25% 上报, 则精煤产率增加了 29.24%, 公司要多支付实际上不存在的这部分精煤产率的价格, 损失重大。

40 ℃。主要原因为: 采用两步法测定全水分时, 如在 50 ℃ 下测定外在水分, 将蒸发出部分内在水分, 但随后的空气干燥无法恢复这部分内在水分, 导致测定的外在水分值偏大; 而破碎到较小粒度再测定内在水分时, 试样重新达到湿度平衡, 即上述损失的内在水分重新被吸收, 测定的内在水分值并未减少, 导致最终测定的全水分值偏大。

对于部分分析试验(如哈氏可磨性指数测定、粒度测定等)需严格进行空气干燥; 而大部分分析试验的空气干燥目的在于分析测试时能够准确称量样品。若称量精度要求不高, 则试样在室温下稍加放置即可; 若要求称量到 0.0001 g, 则试样至少应接近空气干燥状态。

参考文献:

- [1] GB/T 474—2008 煤样的制备方法[S].
- [2] GB/T 19494.2—2004 煤炭机械化采样 第 2 部分: 煤样的制备[S].
- [3] 方全国. 干基灰分小于 30% 的工业型煤制样方法对比研究[J]. 洁净煤技术 2006, 12(2): 34-35, 71.
- [4] 谢翠平, 杨建国, 王羽玲. 超纯煤制备意义及制备方法简介[J]. 洁净煤技术 2004, 10(3): 45-47.
- [5] ISO 13909-4: 2001, Hard coal and coke-mechanical sampling-Part 4: Coal-preparation of test samples[S].
- [6] GB/T 211—2007 煤中全水分的测定方法[S].

### 3 结 语

汽车采样机所采煤样粒级一般为 50 ~ 0.5 mm, 需要与 +50 mm 煤样浮沉产率结合修正后, 才能得出煤样真实浮沉试验结果。若每批煤都进行 50 mm 筛分浮沉, 工作量很大, 可以根据实际发运批数进行抽检, 以最低抽检结果作为参照依据, 与汽车采样机所采煤样的浮沉结果加权平均做为最终试验结果。

在此向对论文做出指导的程英坤总经理、白永建总工表示感谢, 并向质管部那来富、温前锋等同志的辛勤劳动表示感谢。

参考文献:

- [1] GB/T 478—2008 煤炭浮沉试验方法[S].
- [2] 欧泽深, 张文军. 重介质选煤技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社 2006.