

烟煤黏结指数测定结果影响因素分析

孙志峰¹, 钱胜文¹, 梁艳芳¹, 王瑞军²

- (1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司化检验中心, 内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心, 内蒙古 包头 014010)

摘要: 文章探讨了国标 GB/T 5447—2014 中未进行细化规定的样品烘干时间、制备粒度、制备时间、试样搅拌方式、试样存放时间对黏结指数测定结果的影响。选取焦煤和气煤两种常用烟煤进行了实验研究。研究表明, 样品干燥时间、样品粒度、样品制备时间对 G 值的测定结果影响明显, 样品分析环节样品的存放时间对 G 值的测定结果影响次之, 搅拌方式对 G 值的测定结果影响最小。通过实验给出了相关影响因素的细化控制条件以达到提高烟煤黏结指数测定结果准确性的目的。

关键词: 烟煤; 黏结指数; 影响因素

中图分类号: TQ533.3

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2025)03-0077-04

Analysis on Influencing Factors of Measurement Results for Caking Index of Bitumite

Sun Zhifeng¹, Qian Shengwen¹, Liang Yanfang¹, Wang Ruijun²

- (1. Chemical Inspection Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
2. Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: In the article, it is discussed the effects of drying time, prepared sizes, preparation time, stirring means and storage time of samples on measurement results of caking index which are not specified in the national standard GB/T 5447—2014. Such two types of frequently-used bitumite, coking coal and gas coal are selected for experimental study. The study results showed that the effects of drying time, particle size and preparation time of samples on measurement results of G value were the most significant, the effects of analysis link and storage time of samples on measurement results of G value took second place, while the effects of stirring means on measurement results of G value were minimum. The specified control conditions of related influencing factors are given through experiments so as to achieve the goal of improving the accuracy of measurement results for caking index of bitumite.

Key words: bitumite; caking index; influencing factors

烟煤黏结指数 ($G_{R,1}$, 简写 G) 测定方法是将一定质量的实验煤样和标准专用无烟煤(简称专用无

烟煤)在规定的条件下混合,快速加热成焦,所得焦块在一定规格的转鼓内进行强度检验,以焦块的耐

磨强度,即抗破坏力的大小来表示实验煤样的黏结能力。因此,烟煤黏结指数实质是实验烟煤样在受热后,煤颗粒之间或煤粒与惰性组分颗粒间结合牢固程度的一种度量,它是各种物理和化学变化过程的最终结果。黏结指数是判别煤的黏结性、结焦性的一个关键指标。煤的结焦过程是由很多环节构成的一个极其复杂的工艺过程^[1]。

近年来,随着我国工业生产能力的不断提高,国内市场对于能源的需求也随之不断扩大,特别是冶金领域对于煤炭的需求尤为突出。煤炭的品种多种多样,即使同一种煤炭,其性能也存在较大差异,因此煤炭的黏结指数是煤炭交易过程中重要的质量验收依据。烟煤黏结指数测定项目又是一个规范性很强的项目,影响烟煤黏结指数测定结果准确性的因素是多方面的,涉及采样、制样与分析等多个环节。正常情况下,采样误差大于制样误差,制样误差大于分析误差,并且煤样具有一定的时效性,从而造成测定结果偏差大,常常因黏结指数测定结果不同而引起客户纠纷。分析煤炭黏结指数测定结果准确性的影响因素,提高测定值的准确性,客观反映煤炭质量,对于维护交易双方合法权益具有重要意义。

目前煤的黏结指数测定采用 GB/T 5447—2014 的测定方法^[2],但在实际检测中,有些操作步骤不够细化,往往会存在同一样品按同一方法,不同分析者的测定误差较大等问题。本文结合日常工作实际,重点选取焦煤和气煤两种常用烟煤,针对测定过程中样品烘干时间、制备时间、制备粒度、试样搅拌方式、试样存放时间进行了细化研究。

1 样品干燥时间

现行国标 GB/T 474—2008 中规定^[3],一般分析煤样制备前须进行空气干燥。空气干燥是将煤样铺成均匀的薄层,在环境温度下使之与大气湿度达到平衡。煤层厚度不能超过煤样标称最大粒度的 1.5 倍或表面负荷为 1 g/cm^2 (哪个厚用哪个),黏结性测定用煤样不应在高于 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 温度下干燥,干燥时间不超过 4 h。

依据现行国标,选取全水分均小于 15% 的蒙古焦煤和气煤样品各一个,每个样品缩分成 6 等份,每份固定质量约 120 g,进行不同干燥时间实验。干燥后进行制备,使之全部通过 0.2 mm 实验筛,其中粒度为 0.1 ~ 0.2 mm 的比例占全部煤样的 25% ~ 30%,使用同一马弗炉、同一转鼓测定其黏结指数,

结果见表 1。

表 1 样品不同干燥时间对 G 值测定结果的影响

煤种	干燥时间/min	G 值/%
蒙古焦煤	10	76
	30	80
	60	81
	120	83
	180	84
	240	83
气煤	10	39
	30	36
	60	48
	120	50
	180	50
	240	52

从表 1 实验数据可见,全水分不超过 15% 的蒙古焦煤和气煤样品,制备前如干燥不足会造成 G 值测定结果偏低,干燥时间在 120 ~ 240 min 之间测定结果逐渐趋于稳定。最优干燥条件选择 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 干燥 120 ~ 180 min,并进行恒重检查。

2 样品制备粒度

选取空气干燥后的气煤和蒙古焦煤各一个,逐级破碎缩分制备成粒度全部小于 0.2 mm 的一般分析煤样各 3 份,其中粒度在 0.1 ~ 0.2 mm 占比各不相同,测定其黏结指数,结果见表 2。

表 2 制样粒度对 G 值测定结果的影响 %

煤种	粒度在 0.1 ~ 0.2 mm 占比	G 值
气煤	19.4	60
	35.8	58
	48.5	54
蒙古焦煤	20.0	86
	31.1	84
	43.3	82

由表 2 实验数据可见,煤样的制备粒度全部小于 0.2 mm 的情况下,其中粒度在 0.1 ~ 0.2 mm 占比越大,黏结指数测定值越低。烟煤煤样在粉碎后需要进行均匀混合,如果混合后粒度为 0.1 ~ 0.2 mm 比例小于 20%,表明实验煤样的粒度过小,如果这时对实验煤样的黏结指数进行测定,最终的

测定结果将偏高;如果实验煤样的粒度过大,将导致实验煤样的黏结指数偏低。实验数据表明实验煤样中粒度为0.1~0.2 mm占比在20%~35%之间对黏结指数测定结果的影响是可以接受的。

3 样品制备时间

选取 100 ± 10 g空气干燥烟煤样品,采用实验

室指定研磨机,分别按照以下四种方案进行样品制备,煤样全部通过0.2 mm实验筛,测定粒度为0.1~0.2 mm占比不同对应的黏结指数。

方案一:先振动15 s,过筛后筛上物再振动15 s;方案二:先振动20 s,过筛后筛上物再振动12 s;方案三:先振动30 s,过筛后筛上物再振动10 s;方案四:直接振动60 s。结果见表3。

表3 不同制备时间对G值测定结果的影响

煤种	方案一		方案二		方案三		方案四		%
	0.1~0.2 mm占比	G值	0.1~0.2 mm占比	G值	0.1~0.2 mm占比	G值	0.1~0.2 mm占比	G值	
山西焦煤	30.3	86.3	21.1	86.8	18.6	85.0	14.2	80.2	
蒙古焦煤	30.5	81.6	20.6	82.0	19.0	79.2	14.1	72.6	
气煤	25.4	57.1	19.2	55.6	18.3	46.4	12.5	33.5	

由表3实验数据可见,焦煤使用方案二制备样品测定的黏结指数最高,但粒度为0.1~0.2 mm占比小于20%,不能同时达到国标要求的粒度在0.1~0.2 mm占比在20%~35%之间。随着样品制备研磨时间延长至方案三、方案四,粒度在0.1~0.2 mm占比逐渐减少,同时研磨时间越长,样品氧化程度越高,造成G值偏低,不同煤种影响幅度不同,气煤受研磨时间影响更大。上述条件中,最优选

择方案一中样品制备时间,可同时满足焦煤和气煤两种煤样的粒度全部小于0.2 mm,且粒度为0.1~0.2 mm占比在20%~35%之间。

4 实验煤样存放时间

将实验煤样装入试样袋,封口保存在常温、常湿的环境中,国家标准规定存放时间为5天。本文按照不同存放时间进行黏结指数测定实验,结果见表4。

表4 实验煤样存放时间对G值测定结果的影响

煤种	编号	存放当天	存放2天	存放5天	存放8天	存放15天	%
气煤	1 [#]	52.3	46.6	36.1	32.7	28.2	
蒙古精煤	2 [#]	82.6	82.5	83.2	81.0	77.7	
蒙古精煤	3 [#]	81.4	81.4	81.2	79.8	75.6	
蒙古精煤	4 [#]	78.7	78.5	77.6	77.1	70.4	

由表4实验数据可见,蒙古精煤存放在5天内,黏结指数测定值与存放当天结果比较,均未超国标规定的4%的再现性临界差,放置8天,测定值下降,放置15天,测定值明显降低。气煤存放在2天内测定值就下降明显,原因是煤样放置在空气中会氧化,氧化后影响黏结能力,故随着存放时间的延长,黏结指数测定值降低。特别是年轻的烟煤,受氧化作用影响更为显著,尤其在夏季潮热天气,偏差会更大。因此黏结指数测定需采制新鲜煤样,同时应明确规定存放时间。弱黏结煤存放时间不超过1天,尽量当日完成实验,中等黏结煤存放时间不超

过5天。在实际工作中如遇到试样超时的情况,应在报告中注明制样和实验时间,这样做也可避免纠纷的产生。

5 搅拌方式

比对机械搅拌与人工搅拌实验,按照国标规定的倾斜角度、转动方向、转速,定时2 min,进行三种不同方式的搅拌,一是机械自动搅拌,二是人工手动搅拌,三是机械自动搅拌补充人工手动搅拌10 s压碎团聚物。结果见表5。

表 5 不同搅拌方式黏结指数精密度实验

样品编号	搅拌方式	黏结指数					平均值	RSD	标准值
		测定 1	测定 2	测定 3	测定 4	测定 5			
SDRM040003	机械自动搅拌 + 人工手动	78.4	78.6	79.2	79.1	79.6	79.0	0.48	
	机械自动搅拌	78.5	78.0	78.9	77.6	78.9	78.4	0.57	79
	人工手动	79.2	80.3	81.2	77.9	79.6	79.6	1.23	

由表 5 实验数据可见,机械自动搅拌比人工手动搅拌 G 值测定结果系统偏低,但极差不超国标规定的 3% 的重复性限。机械自动搅拌比人工手动搅拌测定的黏结指数稳定性好。但在搅拌的过程中发现,使用机械搅拌时,由于搅拌丝的半径是一定的,搅拌后会出现以此半径为圆的塌陷圈,而使四周高的煤样粘在坩埚壁出现分层,同时在高热高湿的环境下,机械搅拌后会出现煤样小的聚集球,需要补充人工搅拌压碎,充分混匀,这可能是人工手动搅拌比机械自动搅拌 G 值测定结果略高一点的原因。机械自动搅拌补充人工手动搅拌方式测定的黏结指数 RSD 值最小,测定结果优于其他两种搅拌方式,数据更准确,精密度更优。

6 结束语

煤炭的黏结指数除了受样本自身的影响外,还与 G 值测定过程中各环节的操作、环境、实验条件

等有密切关系。除采样环节外,样品干燥时间、样品粒度、样品制备时间对 G 值的测定结果影响明显,尤其是对弱黏结性气煤的影响远大于对中强黏结性煤的影响;样品分析环节样品的存放时间对 G 值的测定结果影响次之,搅拌方式对 G 值的测定结果影响最小,同样这些因素对弱黏结性气煤的影响远大于对中强黏结性煤的影响。因此,为确保黏结指数测定结果的准确性,测定过程中应严格控制以上影响因素的操作条件。

参 考 文 献

- [1] 李英华. 煤质分析应用技术指南: 第 2 版 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [2] GB/T 5447—2014, 烟煤黏结指数测定方法 [S].
- [3] GB/T 474—2008, 煤样的制备方法 [S].

(上接第 73 页)

4 结束语

全站仪和激光跟踪仪联合测量方法适用于长距离轧线等设备偏差检测,充分发挥了两种仪器各自的优势,无需经过复杂平差计算即可完成轧线设备测量任务。

参 考 文 献

- [1] 李洋, 瞿剑苏, 李鸿儒. 基于全站仪和激光跟

踪仪的长距离标定方法研究[J]. 计量与测试技术, 2021, 48(1): 86-90.

- [2] 李方, 邹进贵, 杨义辉. AT960 激光跟踪仪在大型设备安装检测中的应用[J]. 测绘通报, 2018(S1): 129-133.
- [3] 孙海丽, 姚连壁, 周跃寅, 等. 激光跟踪仪测量精度分析[J]. 大地测量与地球动力学, 2015, 35(1): 179-181.