

混煤可磨性指数 (HGI) 可加性研究

李子文¹, 周志成², 索永建³

- (1. 中国矿业大学(北京) 化学与环境工程学院, 北京 100083;
2. 贵州水矿控股(集团) 有限责任公司 汪家寨选煤厂, 贵州 六盘水 553000;
3. 中国煤炭科工集团有限公司 北京华宇工程有限公司, 河南 平顶山 467002)

摘要:对比了单煤及两两混煤可磨性指数(HGI)的实测值与计算值,说明同一配比、不同混煤的实测值与计算值不完全相等,存在一定误差。分析了存在偏差的主要原因为:实验本身的系统误差和单煤之间可磨性指数(HGI)不具有线性可加性。最后通过 t 检验验证可磨性指数(HGI)实测值与计算值之间的差异是否显著。结果表明:同一配比、不同混煤时,大量难磨煤与少量易磨煤组成的混煤可磨性指数(HGI)实测值与计算值具有显著性差异;其它配比条件下,不同混煤实测值与计算值之间差异性不明显。同一混煤、不同配比时,混煤可磨性指数(HGI)实测值与计算值之间误差不全在正常范围内,混煤可磨性指数(HGI)与配比不全具有线性相关性。单煤可磨性指数(HGI)不具有线性可加性。

关键词:可磨性指数(HGI);混煤;单煤;线性可加性; t 检验

中图分类号:TD849;TQ533

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2013)04-0037-04

Additivity of mixed coal grindability index

LI Ziwen¹, ZHOU Zhicheng², SUO Yongjian³

- (1. College of Chemistry and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China;
2. Wangjiazhai Coal Preparation Plant, Guizhou Shuikuang Holding (Group) Co., Ltd., Liupanshui 553000, China;
3. Beijing Huayu Engineering Co., Ltd., China Coal Technology and Engineering Group Co., Ltd., Pingdingshan 467002, China)

Abstract: Compare the measured and calculated value of grindability index (HGI) of single coal and mixed coal. The results show that same proportion and different mixed coal for the measured and calculated value are not completely equal, there is a certain error. There are two main reasons. Error exists in the experiment and the grindability index (HGI) of single coal has no linear additivity. Verify the HGI between measured and calculated value through the t test validation. The results show that, keeping the same proportion and different mixed coal, measured and calculated value of HGI of mixed coal between large number of difficult grinding coal and a small amount of easy grinding coal have significant differences. Changing the proportion, the measured and calculated value of different mixed coal is relatively close. Keeping the mixed coal type unchanged, when the proportion is different, the error between measured and calculated value of HGI is not in the normal range. HGI hasn't linear relationship with mixed coal proportion. The HGI of single coal has no linear additivity.

Key words: grindability index (HGI); mixed coal; single coal; linear additivity; t test

收稿日期:2013-05-21 责任编辑:白娅娜

作者简介:李子文(1987—),男,贵州大方人,在读硕士研究生,从事洁净煤技术研究。E-mail:lwddd@163.com。

引用格式:李子文,周志成,索永建.混煤可磨性指数(HGI)可加性研究[J].洁净煤技术,2013,19(4):37-40.

0 引言

工业经济的发展促进了中国国民经济的快速发展,而资源的消耗支撑着工业经济的发展。煤炭是中国第一大能源。据权威部门论证,近几年煤炭在中国能源结构中的比重为65%左右,即使到21世纪中叶,这一比例仍会达到50%以上。可见,在相当长的一段时间里,煤炭都是中国经济发展的基础能源,具有无可替代的战略地位。截至2012年11月,全国煤炭消费总量约37.2亿t^[1-3]。煤炭的高产出高消耗已导致局部地区煤炭资源将近或已经枯竭。为满足当地工业经济中煤炭的需求量,就必须使用外来煤。而外来煤煤质指标不尽相同,未必符合当地用户用煤的煤质要求,因此外来煤必须进行一定的混配。

锅炉燃烧中,煤炭的灰分、水分、挥发分影响着发热量、锅炉结渣等;结焦过程中灰分影响结焦质量;可磨性指数(HGI)影响磨煤机出力、制粉系统的经济运行。火力发电厂燃用煤粉的锅炉、调制水煤浆、气化用煤和冶金高炉喷吹等都需磨制和使用大量煤粉,煤粉性质影响制粉及煤粉的工作效率^[4-5]。因此,煤可磨性指数(HGI)的确定至关重要。

1 实验条件

1.1 实验原料

选取7种原煤,分别命名为A、B、C、D、E、F、G。其中 M_{ad} 在3.5%以下,E煤 V_{daf} 为40.77%,其余煤种 V_{daf} 均小于30%,说明E煤为无烟煤,其余均为烟煤。7种煤分别按质量比0:100、20:80、40:60、50:50、60:40、80:20、100:0两两配比混合^[6]。

1.2 实验仪器

煤的可磨性指数(HGI)采用哈氏可磨性测定仪(简称哈氏仪)测定,其测定方法称为哈德格罗夫法。哈氏可磨性测定仪结构如图1所示。

1.3 实验步骤

按照GB/T 2565—1998《煤的可磨性指数测定方法》测定煤炭可磨性指数(HGI),主要步骤为:制备煤样,使其粒度在0.63~1.25 mm;称取(50±0.01)g煤样,均匀放入研磨碗内;启动电机,使仪器运转(60±0.25)r后自动停止;用0.071 mm筛子进行振动筛分,直至筛尽;记录数据,绘制曲线,求取可磨性指数(HGI)^[7-10]。

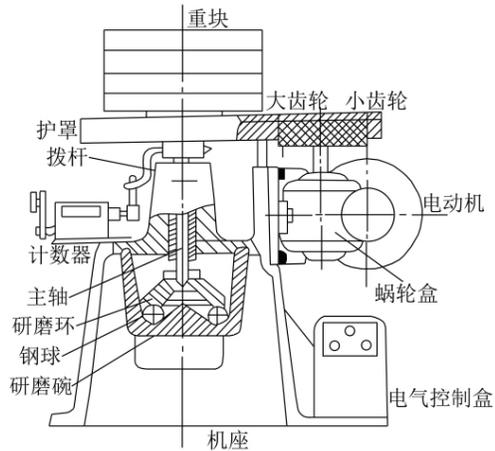


图1 哈氏可磨性测定仪结构

2 可磨性指数(HGI)可加性

混配煤过程中 M_{ad} 、 A_{ad} 、 V_{ad} 、 $Q_{gr,ad}$ 、黏结性等指标具有线性可加性,因此可应用线性加和求取^[11-16]。段健、张琨^[17-18]认为,同一混煤中,混煤可磨性指数(HGI)与配比具有线性相关性,而不同混煤的可磨性指数(HGI)是否具有线性可加性还不能确定。本文针对可磨性指数(HGI)可加性进行实验统计研究,进一步验证不同混煤、不同配比时,可磨性指数(HGI)线性可加性是否存在。

2.1 可磨性指数的测定

7种煤分别按质量比0:100、20:80、40:60、50:50、60:40、80:20、100:0两两配比混合后测定可磨性指数(HGI);根据配比比例,应用线性加和法计算混煤可磨性指数(HGI),具体见式(1)。

$$HGI = HGI_1 \cdot x_1 + HGI_2 \cdot x_2 \quad (1)$$

式中 x_1 、 x_2 分别为两单煤的质量分数,其中 $x_1 + x_2 = 1$ 。

混煤可磨性指数(HGI)实测值与计算值见表1。由表1可知,实测值与计算值不完全相等,存在一定误差。引起偏差的原因可分为两方面:一是实验本身的系统误差(以上数据中的系统误差均可忽略);二是进行线性加和计算时,单煤之间可磨性指数(HGI)不具有线性可加性,这可能是导致实测值与计算值存在偏差的主要原因。为进一步验证实测值与计算值之间的差异是否具有显著性,在定性分析的基础上进行定量分析。一般来说,实验数据误差服从正态分布,采用假设检验方法中的 t 检验验证可磨性指数(HGI)实测值与计算值之间的差异是否显著是可行的。

表1 混煤可磨性指数(HGI)实测值与计算值

编号	配煤	可磨性指数(HGI)											
		0:100	20:80		40:60		50:50		60:40		80:20		100:0
		实测值	实测值	计算值	实测值								
1	A/D	29.30	42.07	43.43	58.35	57.57	66.46	64.64	73.80	71.70	83.15	85.84	99.97
2	C/F	34.56	44.12	45.35	57.86	56.14	64.72	61.54	71.91	66.94	82.39	77.73	88.52
3	A/F	34.56	47.10	47.64	60.90	60.72	68.22	67.27	76.32	73.81	87.45	86.89	99.97
4	B/E	53.13	54.47	56.13	56.79	59.12	59.95	60.62	61.31	62.12	66.37	65.11	68.11
5	A/E	53.13	60.46	62.50	63.97	71.87	69.03	76.55	74.15	81.23	82.46	90.60	99.97
6	B/G	64.11	64.76	64.91	66.03	65.71	66.98	66.11	67.22	66.51	67.73	67.31	68.11
7	A/G	64.11	69.03	71.28	75.23	78.45	79.52	82.04	85.08	85.63	92.38	92.80	99.97
8	B/C	68.11	72.80	72.19	75.15	76.27	77.41	78.32	80.00	80.36	82.23	84.44	88.52

2.2 误差分析及 t 检验

根据表1数据计算误差,再由以下公式计算 t 值

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

$$|t| = \frac{|\bar{x}| \sqrt{n}}{S} \quad (4)$$

式中 \bar{x} 为样本均值; x_i 为第 i 个样本; S 为样本标准值差; n 为样本数。

实测值与计算值统计结果见表2。

由表2可知,混煤种数为8,即 $n=8$,取显著水平 $\alpha=0.05$ 。经查 t 分布表,置信度 $1-\alpha=0.95$ 的 $t_{0.05/2}(7) = 2.365$ 。配比种数为5,则 $n=5$,取显著水平 $\alpha=0.05$ 。经查 t 分布表,置信度 $1-\alpha=0.95$ 的 $t_{0.05/2}(4) = 2.776$ 。

表2 实测值与计算值统计结果

配煤	实测值与计算值差值					同一混煤,不同配比		
	20:80	40:60	50:50	60:40	80:20	平均值	S 值	t 值
A/D	-1.36	0.78	1.82	2.10	-2.69	0.13	2.08	0.141
C/F	-1.23	1.72	3.18	4.97	4.66	2.66	2.53	2.348
A/F	-0.54	0.18	0.95	2.51	0.56	0.73	1.14	1.439
B/E	-1.66	-2.33	-0.67	-0.81	1.26	-0.84	1.35	1.392
A/E	-2.04	-7.90	-7.52	-7.08	-8.14	-6.54	2.55	5.740
B/G	-0.15	0.32	0.87	0.71	0.42	0.43	0.39	2.464
A/G	-2.25	-3.22	-2.52	-0.55	-0.42	-1.79	1.25	3.210
B/C	0.61	-1.12	-0.91	-0.36	-2.21	-0.80	1.03	1.723
同一配比, 不同混煤	平均值	-1.08	-1.45	-0.60	0.19	-0.82		
	S 值	0.98	3.08	3.30	3.52	3.72		
	t 值	3.110	1.330	0.512	0.151	0.623		

由表2可知,配比40:60,50:50,60:40,80:20的不同混煤|t|值分别为1.330,0.512,0.151,0.623,其|t|值均小于2.365;配比20:80的|t|值为3.110,大于2.365。因此,配比20:80的不同混煤可磨性指数(HGI)实测值与计算值具有显著性差异,且混煤中两单煤由大量难磨煤与少量易磨煤混合组成;其

它配比条件下,不同混煤实测值与计算值之间差异性不明显。同一混煤、不同配比时,A/E,A/G两混煤可磨性指数(HGI)的统计|t|值分别为5.740,3.210,且均大于 $t_{0.05/2}(4) = 2.776$,说明A/E,A/G两混煤实际值与计算值之间的误差具有显著性差异,这2种混煤可磨性指数(HGI)与配比不具有线

性相关性;其它混煤统计 $|t|$ 值均小于2.776,表明混煤可磨性指数(HGI)实际值与计算值之间的误差均在正常范围内,且混煤可磨性指数(HGI)与配比具有线性相关性。

3 结 论

1) 混煤可磨性指数(HGI)实测值与计算值之间具有一定偏差;同一配比、不同混煤时,难磨煤大量混入易磨煤时,混煤可磨性指数(HGI)实测值与计算值之间误差较大,表明这2种单煤可磨性指数(HGI)不具线性可加性;可磨性指数(HGI)相近的单煤混合时,具有线性可加性。同一混煤、不同配比,混煤可磨性指数(HGI)实测值与计算值之间误差不全在正常范围内,混煤可磨性指数(HGI)与配比不全具有线性相关性。

2) 单煤可磨性指数(HGI)不具有线性可加性。混煤可磨性指数(HGI)不能全部采用线性相加计算,还需根据情况进一步确定混煤中可磨性指数(HGI)的计算方法。

参考文献:

- [1] 李朝林. 2012年我国煤炭经济运行情况综述[EB/OL]. [2013-03-11]. <http://news.hexun.com/2013-03-11/151926237.html>.
- [2] 煤炭资源:能源老大地位不容置疑[EB/OL]. [2012-11-26]. <http://www.doc88.com/p-332769197880.html>.
- [3] 吴立新,陈贵锋,肖乃友,等.西部煤炭资源开发利用的影响因素及对策[J]. 洁净煤技术, 2005, 11(1): 13-15, 72.
- [4] 杨艺梅. 出样率对煤的哈氏可磨性指数测定的影响研究[J]. 煤质技术, 2011(2): 33-34.
- [5] Lynch A J, Bush P D, Inc Asarco et al. Mineral Crushing and Grinding Circuits: their simulation, optimisation, design, and control [M]. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1977.
- [6] 张琨. Shell 煤气化配煤数学模型及专家系统的研究[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2012.
- [7] 孙刚. 煤的哈氏可磨性指数计算公式的推导与试验研究[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(1): 97-99, 114.
- [8] 杨金和, 陈文敏, 段云龙. 煤炭化验手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2004.
- [9] ISO 5074-1980(E), 硬煤—哈德格罗夫可磨性指数的测定[S].
- [10] GB/T 2565-1998, 煤的可磨性指数测定方法[S].
- [11] 曲景魁, 何京东, 何志强. 动力配煤主要煤质指标可加性的研究[J]. 黑龙江矿业学院学报, 2000, 10(3): 17-19.
- [12] 陈怀珍, 陈亚飞, 姜英, 等. 中国动力配煤工业分析和发热量的可加性研究[J]. 洁净煤技术, 1999, 5(2): 51-54.
- [13] 武晨晓. 东庞煤矿高硫煤配煤炼焦的研究与应用[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(1): 61-64.
- [14] 刘晓国, 赵志根, 黄文辉. 汝箕沟煤矿煤发热量的回归分析研究[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(2): 51-53.
- [15] 周亚北, 许普查. 2种太西无烟煤的可选性分析[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(6): 16-19.
- [16] 安洪光, 张毅, 李国胜, 等. “干燥无挥基”指标的确立及其在褐煤制半焦中的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(6): 44-48.
- [17] 段健, 金龙哲, 欧盛南, 等. 喷吹煤混煤哈氏可磨性指数非线性计算方法[J]. 北京科技大学学报, 2012, 34(2): 113-117.
- [18] 张琨, 李寒旭. 配煤比例对可磨性指数的影响[J]. 广东化工, 2012, 39(5): 5-6, 18.
- [12] 于刚. 新型带式压滤机在煤泥压滤生产中的应用[J]. 煤质技术, 2007(2): 54-56.
- [13] 王正书, 周学东. 粗煤泥分选工艺在安家岭选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(3): 7-9.
- [14] 于进喜, 刘文礼, 姚嘉胤, 等. 粗煤泥分选设备及其特点对比分析[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(7): 114-117.
- [15] 崔广文, 郭启凯, 宋国阳, 等. 三锥水介分选旋流器在粗煤泥分选中的应用[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(1): 1-4, 26.
- [16] 韩恒旺, 李炳才, 誉涛, 等. 粗煤泥分选设备及分选工艺研究[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(2): 12-14.

(上接第24页)

- [6] 王金官. KM300/2000型压滤机在成庄选煤厂的应用[J]. 煤质技术, 2007(2): 57-59.
- [7] 王立龙. 沉降过滤式离心脱水机在望峰岗选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(5): 31-34.
- [8] 张艳辉. 兴安选煤厂尾煤压滤机技术改造[J]. 科技风, 2013(2): 24.
- [9] 陈薇, 韩建成, 李建文. XMZ750M2压滤机性能优化改造及应用[J]. 水力采煤与管道运输, 2008(1): 66-67.
- [10] 胡志东, 蒲建国. 孔庄选煤厂工艺系统改造实践[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(1): 26-29, 37.
- [11] 张春辉. 吕梁山煤电公司选煤厂技术改造[J]. 中国煤炭, 2011, 37(7): 92-94.