

煤中灰成分催化指数的相关性

梁建华, 史世庄, 张康华, 彭 靖, 雷耀辉, 吴 琼

(武汉科技大学 化学工程与技术学院煤转化与新型炭材料湖北重点实验室, 湖北 武汉 430081)

摘要: 总结国内外不同方法的煤中灰成分催化指数定义的基础上, 对 10 种配合煤进行了试验, 探讨了不同方法的催化指数之间的相关性。结果表明, MBI , MCI , $MMCI$, MCI_y 四者之间的相关性良好, MBI 和 MCI 之间相关性系数为 0.9905, MCI_y 和 MBI 之间相关性系数为 0.9821, MCI_y 和 MCI 之间相关性系数为 0.9986。在一定程度上, 四者可以互换。

关键词: 灰成分; 催化指数; 相关性

中图分类号: TD849; TQ533.2

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2011)01-0033-03

焦炭的灰成分对焦炭的热性质有重要的影响^[1], 不同煤种的灰成分不尽相同, 这就导致焦炭的反应性和反应后强度不同, 将灰成分的影响量化, 不少学者都提出了灰成分“催化指数”的概念。灰分催化指数指标包括: MCI (矿物质催化指数), MBI (碱度指数), B_{ash} (碱度指数), ACI (灰分催化指数), AI (碱性指数), CI (催化指数), $MMCI$ (矿物质催化指数)等^[2-3]。由于对各灰成分催化作用顺序的认识不一, 考虑的灰成分个数的不同, 催化指数的构成也不尽相同。笔者选择了 10 种配合煤进行试验, 探讨了不同方法的煤中灰成分催化指数之间的相关性。

1 国内外研究概况

1.1 日本神户钢铁公司的方法^[4]

日本神户钢铁公司将焦炭的反应性和反应后强度归因于煤化度(R_{max})、粘结性(MF)和灰分催化指数(ACI), 并定义灰分催化指数为:

$$ACI = (K_2O + Na_2O + CaO + Fe_2O_3) / (Al_2O_3 + SiO_2)$$

式中, K_2O , Na_2O , CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 为灰成分中各物质的质量分数, %。

1.2 日本钢管公司(NKK)的方法^[5]

日本钢管公司将灰成分的催化指数称为碱度指数 B_{ash} , 并定义为:

$$B_{ash} = A_d (Fe_2O_3 + K_2O) / (SiO_2 + Al_2O_3)$$

式中, A_d 为煤的干基灰分, %; Fe_2O_3 , K_2O , SiO_2 , Al_2O_3 为灰成分中各物质的质量分数, %。

1.3 加拿大炭化研究协会(C CRA)的方法^[6]

加拿大炭化研究协会将灰成分的催化指数称为碱度指数 MBI , 并定义为:

$$MBI = A_d (Na_2O + K_2O + CaO + MgO + Fe_2O_3) / [100 - V_d^m (SiO_2 + Al_2O_3)]$$

式中, A_d 为煤的干基灰分, %; V_d^m 为煤的干基挥发分, %; Na_2O , K_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 为灰成分中各物质的质量分数, %。

1.4 美国内陆钢铁公司的方法^[7]

美国内陆钢铁公司先求出灰成分的碱性指数 AI , 再将催化指数 CI 定义为:

$$CI = 9.64AI + 14.04S$$

$$AI = A_d (Na_2O + K_2O + CaO + MgO + Fe_2O_3) / (SiO_2 + Al_2O_3)$$

式中, A_d 为煤的干基灰分, %; S 为煤的全硫含量, %; Na_2O , K_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 为灰成分中各物质的质量分数, %。

收稿日期: 2010-10-19

作者简介: 梁建华(1985—), 男, 湖北汉川人, 武汉科技大学硕士研究生, 主要从事煤炭综合利用方面的研究。E-mail: lijh1776@163.com。

通讯作者: 史世庄(1956—), 男, 武汉科技大学教授, 主要从事煤炭转化与综合利用方面的研究。E-mail: shisz1956@126.com

1.5 中国宝钢的方法^[8]

中国宝山钢铁公司把矿物质的催化指数 MCI 定义为:

$$MCI = A_d^m (1.9K_2O + 2.2Na_2O + 1.6CaO + 0.93MgO + Fe_2O_3) / [100 - V_d^m (SiO_2 + 0.41Al_2O_3 + 2.5TiO_2)]$$

式中, A_d^m 为煤的干基灰分, %; V_d^m 为煤的干基挥发分, %; K_2O , Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 为灰成分中各物质的质量分数, %。

1.6 郑明东等人^[9]

矿物质催化指数 ($MMCI$) 模型:

$$MMCI = A_d (2.85Na_2O + 1.9K_2O + 2.34BaO + 1.03CaO + 0.43MgO + Fe_2O_3) / (SiO_2 + 0.74Al_2O_3 + 2.5TiO_2) \times 100\%$$

式中, A_d 为煤的干基灰分, %; Na_2O , K_2O , BaO , CaO , MgO , Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 为灰成分中各物质的质量分数, %。

该方法以权重的方式反映了各种矿物质对焦炭催化作用的大小。

1.7 其它方法^[9]

确定矿物质催化指数、预测焦炭热性质的方法还有很多, 以杨俊和博士的方法最具代表性。在研究矿物质对焦炭反应性作用规律的基础上, 建立了矿物质影响焦炭反应性的矿物质催化指数 (MCI), 并提出了煤的 V_d^m 和 MCI 是决定焦炭反应性的 2 个

独立变量, 并据此建立了预测焦炭反应性和反应后强度的数学模型。

矿物质催化指数定义为:

当以煤中的灰分表达时

$$MCI = A_d^m (Fe_2O_3 + 1.85K_2O + 2.2Na_2O + 1.6CaO + 1.91BaO + 0.83MgO + 0.9MnO) / [100 - V_d^m (SiO_2 + 0.41Al_2O_3 + 2.5TiO_2)]$$

当以焦炭中的灰分表达时

$$MCI = A_d^j (Fe_2O_3 + 1.85K_2O + 2.2Na_2O + 1.6CaO + 1.91BaO + 0.83MgO + 0.9MnO) / [SiO_2 + 0.41Al_2O_3 + 2.5TiO_2]$$

式中, A_d^m 为煤的干基灰分, %; A_d^j 为焦炭的干基灰分, %; V_d^m 为煤的干基挥发分, %, Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O , CaO , BaO , MgO , MnO , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 为灰成分中各物质的质量分数, %。

2 试验部分

表 1 为试验选用的 10 种配合煤煤样基本参数和灰分。

3 结果与讨论

根据不同方法的催化指数定义和表 1 中的数据, 计算 10 种配合煤的催化指数, 计算结果见表 2。

表 1 配合煤煤样基本性质和灰分组成

编号	煤样基本参数 / %			灰分组成 / %									
	A_d	V_{daf}	$S_{1,d}$	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	TiO_2	MnO	BaO
1	9.66	26.30	0.61	47.46	34.20	5.84	4.93	1.02	0.55	0.58	1.63	0.10	0.10
2	9.67	24.74	0.61	47.73	34.30	5.83	5.15	1.01	0.55	0.59	1.63	0.10	0.11
3	9.41	25.28	0.58	47.61	34.34	5.80	5.30	0.99	0.52	0.60	1.63	0.10	0.12
4	9.42	25.40	0.61	47.90	34.17	5.68	5.34	0.95	0.53	0.60	1.61	0.09	0.14
5	9.93	25.89	0.57	47.68	34.29	5.65	5.51	0.92	0.49	0.60	1.62	0.09	0.15
6	9.46	25.28	0.62	48.05	33.71	5.43	5.99	0.87	0.51	0.61	1.55	0.08	0.19
7	9.39	25.23	0.64	48.20	33.35	5.37	6.28	0.84	0.52	0.63	1.52	0.08	0.22
8	9.01	26.29	0.62	47.33	32.75	6.20	6.95	0.81	0.52	0.60	1.51	0.12	0.21
9	9.14	29.39	0.68	46.73	33.27	6.33	7.01	0.82	0.48	0.56	1.50	0.11	0.20
10	9.99	30.81	0.62	46.72	33.02	7.14	5.97	1.05	0.65	0.71	1.50	0.11	0.14

表2 催化指数计算结果

编号	ACI	B _{ash}	MBI	CI	MCI	MMCI	MCI _y
1	0.1457	0.7559	0.0207	23.2979	0.0340	1.7962	0.0343
2	0.1478	0.7521	0.0206	23.4853	0.0338	1.8232	0.0342
3	0.1491	0.7257	0.0203	22.7657	0.0335	1.7897	0.0339
4	0.1480	0.7128	0.0202	23.0593	0.0334	1.7853	0.0338
5	0.1494	0.7438	0.0215	23.3828	0.0358	1.8948	0.0363
6	0.1534	0.6873	0.0208	23.6622	0.0349	1.8615	0.0355
7	0.1570	0.6782	0.0210	24.1258	0.0355	1.8979	0.0362
8	0.1782	0.7561	0.0230	25.0609	0.0386	2.0206	0.0394
9	0.1798	0.7780	0.0246	26.2880	0.0413	2.0542	0.0420
10	0.1815	0.9759	0.0281	27.4486	0.0462	2.3108	0.0467

对表2中的数据进行分析,可得到任意两者之间的回归方程和相关性系数(R^2),通过对回归方程和相

关性系数(R^2)进行分析比较可以看出,MBI,MCI,MMCI,MCI_y 四者之间的相关性很好,如图1~6所示。

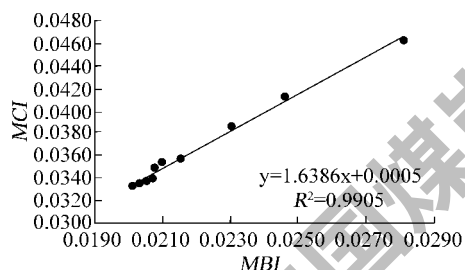


图1 MCI和MBI之间的关系

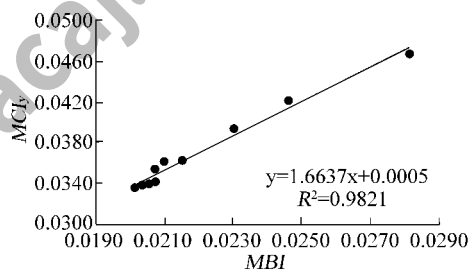
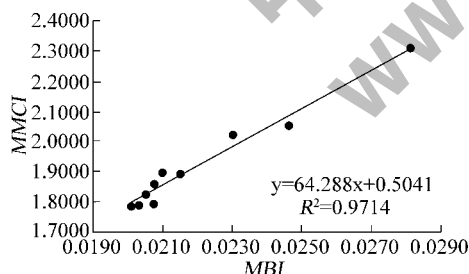
图2 MCI_y和MBI之间的关系

图3 MMCI和MBI之间的关系

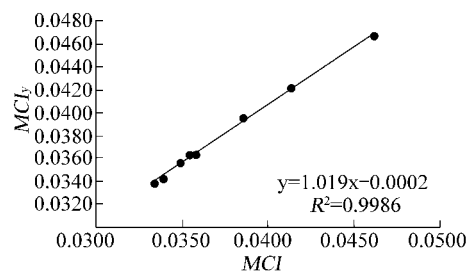
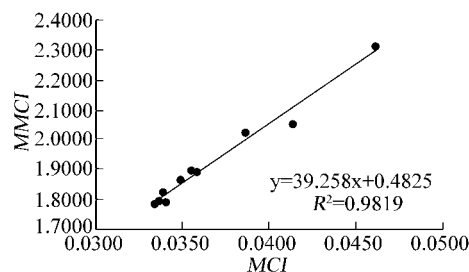
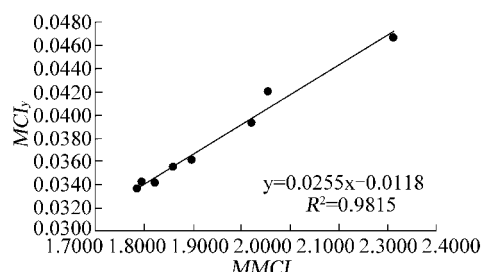
图4 MCI_y和MCI之间的关系

图5 MMCI和MCI之间的关系

图6 MCI_y和MMCI之间的关系

4 结 论

综上所述可知, MBI , MCI , $MMCI$, MCI_y 四者之间的相关性良好, 如 MBI 和 MCI 之间相关性系数为 0.9905, MCI_y 和 MBI 之间相关性系数为 0.9821, MCI_y 和 MCI 之间相关性系数为 0.9986。在一定程度上, 四者可以互换。

参考文献:

- [1] 胡德生. 灰成分对焦炭热性能的影响 [J]. 钢铁, 2002, 37(8): 9-13.
- [2] 杨俊和, 冯安祖, 杜鹤桂. 矿物质催化指数与焦炭反应性关系 [J]. 钢铁, 2001, 36(6): 5-9.
- [3] Sakawa M., Sakurai Y., Hara Y.. Influence of coal characteristics on CO_2 gasification [J]. Fuel, 1982, 61(8): 717-720.

- [4] 胡德生, 吴信慈, 戴朝发. 宝钢焦炭强度预测和配煤质量控制 [J]. 宝钢技术, 2000(3): 30-34.
- [5] 郑明东, 徐静静, 单海燕. 基于催化作用程度的焦炭灰组成催化指数模型研究 [J]. 钢铁, 2009, 44(10): 17-20.
- [6] 姚昭章, 郑明东. 炼焦学(第三版) [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2005.
- [7] 张群, 吴信慈, 冯安祖, 等. 宝钢焦炭质量预测模型 II. 焦炭质量预测模型的建立和应用 [J]. 燃料化学学报, 2002, 30(4): 300-305.
- [8] 欧梅君. 浅议焦炭反应后强度的预测方法 [J]. 煤炭加工与综合利用, 1997(6): 16-19.
- [9] 张群, 吴信慈, 冯安祖, 等. 宝钢焦炭质量预测模型 I. 影响焦炭热性质的因素 [J]. 燃料化学学报, 2002, 30(2): 113-118.

Interrelations of catalytic index of coal ash component

LIANG Jian-hua, SHI Shi-zhuang, ZHANG Kang-hua, PENG Jing, LEI Yao-hui, WU Qiong

(Hubei Coal Conversion and New Carbon Materials Key Laboratory, College of Chemical Engineering and Technology, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China)

Abstract: According to summarizing different methods of defining catalytic index of ash component of coking coal at home and abroad, do experiments with ten kinds of blended coals, discuss the correlation among the various definitions of catalytic index. The results show that there is a good correlation among MBI , MCI , $MMCI$, MCI_y . The correlation coefficient between MBI and MCI is 0.9905, MCI_y and MBI is 0.9821, MCI_y and MCI is 0.9986. To a certain degree, these four methods are interchangeable.

Key words: ash component; catalytic index; interrelation

图 书 订 购

书名	定价(元)
动力配煤	32.00
动力煤利用技术	44.00
煤矿环境监测	56.00
煤矿固体废物治理与利用	31.00
煤矿矿井水及废水处理利用技术	38.00
洁净煤技术与矿区大气污染防治	39.00
煤质管理与经营	40.00
煤炭化验结果的审核与计算	38.00
中国动力煤资源及利用	35.00
中国无烟煤利用技术	35.00
中国炼焦煤的资源与利用	48.00
中国煤的的洁净利用	58.00
矿井惰性气体防灭火技术	38.00

另外在汇款时, 需付书款 20% 的邮费。

订购方法: 邮局汇款按编辑部地址汇款即可;

银行信汇方式如下:

单位名称: 煤炭科学研究总院

银行帐号: 0200004209089115910

开户行: 工行和平里支行营业室

开户地: 北京市朝阳区

编辑部地址: 北京市和平里煤科院内《洁净煤技术》

编辑部

联系人: 宫在芹

邮政编码: 100013 电话: (010) 84262927

电子信箱: jjmjs@263.net