不同温度下加装试样对焦炭热性能结果的影响

陈葛富春,周景涛,李 敏

(内蒙古包钢钢联股份有限公司化检验中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 焦炭热性能指标是高炉大型化和高炉喷煤生产工艺的重要指标。为了快速、准确地分析焦炭的反应性及反应后强度,研究了焦炭冷、热装试样对分析速度的影响。实验比对结果表明,炉体温度从1 100 ℃冷却2 h后加装试样与炉体温度在室温时加装试样的热性能分析结果差异不大,可以满足快速分析试样、指导现场生产的要求。

关键词: 焦炭; 热性能; 冷装; 热装; 试样

中图分类号: TQ520.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)05-0079-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.05.022

Effects of Charging Sample at Different Temperatures on Thermal Performance of Coke

Chen-Ge Fu-chun, Zhou Jing-tao, Li Min

(*Chemical Inspection Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The thermal performance is an important index for coal injection production technology of large blast furnace. In order to quickly and accurately analyze the reactivity and post-reaction strength of coke, the effects of cold charge and hot charge of coke sample on analyzing speed were studied. The comparison results of experiment showed that there were not great differences between the thermal performance analysis result of charging sample after the furnace body was cooling from 1 100 ℃ for 2 hours and that of charging sample when the furnace body temperature was at room temperature, which could meet the requirements of quickly analyzing sample and guiding the production on site.

Key words: coke; thermal performance; cold charge; hot charge; sample

随着高炉大型化和高炉喷煤技术的发展,冶金行业对焦炭热性能指标——焦炭反应性及反应后强度的要求越来越高。焦炭的反应性(*CRI*)及反应后强度(*CSR*),作为评价焦炭质量重要的性能指标,其性能好坏直接影响到工业生产[1-2]。而焦炭反应性及反应后强度的测试多数企业采用GB/T 4000—2008《焦炭反应性及反应后强度试验方法》[3]。由于该标准规范性强,反应结果与反应温度、碱金属等因素有关[4],且在进行重复性实验时所需时间较长,不适合当今钢铁企业快速生产的需求。本文在控制好测试过程中试样加工、保护气体流量等影响因素的前提下,实验在不同炉温下加装试样,测定焦炭反应性和反应后强度,以期找出快速分析方法,满足生产要求。

1 实验部分

1.1 实验原理

称取一定质量的焦炭试样,置于反应器中,在1 100 ℃时与二氧化碳反应2 h后,以焦炭质量损失的百分数表示焦炭反应性(*CRI*)。

收稿日期: 2018-02-13

作者简介: 陈葛富春(1991-),男,内蒙古包头市人,助理工程师,现从事化学分析工作。

中国知网 https://www.cnki.net

反应后焦炭，经Ⅰ型转鼓试验后，以大于10 mm粒级焦炭占反应后焦炭的质量分数表示焦炭反应后强度（*CSR*）。

1.2 仪器及主要技术参数

电炉：TKJ－03 东北大学，KF－2008H 鞍山科翔；

反应器：耐高温合金钢反应器；

转鼓：Ⅰ型转鼓，转速（20±1）r/min；

二氧化碳及氮气供给系统：纯度要求99.99%以上；

精密温度控制系统：温控范围在0～1 600 ℃，精度0.5级；

圆孔筛：Φ10 mm、Φ23 mm、Φ25 mm；

干燥箱：最高使用温度300 ℃；

天平：最大称量500 g，感量0.5 g；

铂铑热电偶：S型，不低于工业级Ⅱ级；

焦炭反应器：高温合金材质。

1.3 实验方法

1.3.1 试样制备

按比例取粒度不小于25 mm的焦炭20 kg，经破碎、筛分，去掉炉头焦和泡焦，将焦炭制成23～25 mm的近似球形颗粒，缩分后得2 kg，分2次置于转鼓中，以20 r/min转速旋转50 r，用Φ23 mm筛子筛分，缩分出筛上物900 g作为试样并于170～180 ℃温度下干燥2 h，冷至室温备用。

1.3.2 实验步骤

最少进行两次重复试验。每次称取试样（200±2）g，装入室温下的反应器的电炉恒温区中部，或在连续测定中，炉温冷却2 h后加装试样，之后以8～16 ℃/min升温速度升温电炉。当料层温度达到400 ℃时，通入流量为0.8 L/min的氮气，当料层温度达到1 100 ℃时，稳定10 min，切断氮气，改通流量为5 L/min的二氧化碳，记录开始反应时间。通二氧化碳后料层温度应在5～10 min内恢复到（1 100±5）℃，反应2 h，以焦炭质量损失的百分数表示*CRI*。反应后的焦炭再以20 r/min的转速在Ⅰ型转鼓机转30 min后，用大于10 mm粒级的焦炭占反应后焦炭的质量分数表示*CSR*。

1.3.3 结果计算

焦炭反应性（*CRI*）和焦炭反应后强度（*CSR*）分别按（1）式和（2）式计算，数值以%表示[3]：

$$CRI = (m - m_1)/m \times 100\% \quad (1)$$

$$CSR = m_2/m_1 \times 100\% \quad (2)$$

式中：m——反应前焦炭质量，g；

m_1——反应后残余焦炭质量，g；

m_2——转鼓后大于10 mm粒级焦炭质量，g。

2 不同炉温加装试样试验结果分析

2.1 重复测定试样的时限

按照检测标准GB/T 4000—2008[3]的要求，焦炭反应性及反应后强度的检测结果均需取重复实验的算术平均值作为检测结果。为了掌握分析平行试样所需的分析时限，使用同一台高温炉进行了重复性实验，具体的分析结果见表1。

表1 焦炭重复性实验所用时间及CRI数据汇总表 %

试样编号	设备厂家	第一炉				第二炉				所用时间/h	偏差/%
		装炉时间	出炉时间	反应器冷却时间	*CRI*/% *CSR*/%	装炉时间	出炉时间	转鼓时间	*CRI*/% *CSR*/%		
1	科翔	9:30	12:50	13:50	29.80 59.62	19:11 （~80 ℃）	22:24	0:20	30.30 58.80	16.50	−0.50 0.82
2	科翔	10:00	13:40	14:20	25.20 63.48	19:30 （~100 ℃）	22:30	0:15	26.10 62.90	14.92	−0.90 0.58
3	科翔	10:00	13:50	14:20	26.20 63.61	20:11 （~100 ℃）	23:23	1:20	24.90 63.20	16.70	1.30 0.41
4	东大	11:00	15:10	16:00	30.60 61.68	1:30 （~80 ℃）	5:05	6:00	31.70 60.10	19.67	−1.10 1.58
5	东大	12:00	16:10	17:00	34.90 58.63	1:50 （~100 ℃）	5:20	6:15	33.90 59.50	18.92	1.00 −0.87

中国知网 https://www.cnki.net

表中“所用时间”为第一炉装炉时间与第二炉装入转鼓时间的消耗时间加上转鼓消耗的 40 min 时间，“偏差”为第一炉测定值与第二炉测定值之差。

由表 1 的数据可以看出，5 个试样完全按照 GB/T 4000—2008[3] 的要求进行。平行试样的焦炭反应性及反应后强度的测定，每个试样使用同一台设备，第一次装样入炉为室温状态冷装入炉，从室温升高到 1 100 ℃用时 90 ~ 110 min，反应后炉体温度降至 80 ~ 100 ℃需要 5 ~ 9 h，重复测定两次所用检测时间在 14.92 ~ 19.67 h 之间，所用时间较长，且不同厂家的设备冷却时间不同，实验所用的科翔设备较东大设备冷却时间短。

从平行试样的分析结果看，5 个焦炭试样的 *CRI* 偏差在 0.5% ~ 1.3% 之间，*CSR* 偏差在 0.41% ~ 1.58% 之间，平行样结果之间有波动，但均满足校准精密度要求。

2.2　不同温度下加装试样的比对实验

选取 5 个试样，每个试样制备出 4 份试样，分别于两个实验室使用科翔生产的多台设备，分别在室温及炉体冷却 2 h 后温度在 200 ~ 400 ℃时装样，进行冷、热装试样的比对实验。其中用于室温下装样为冷装试样，炉体温度在 200 ~ 400 ℃时装样为热装试样。冷装是在每天早上室温情况下将试样装入反应炉进行检测，热装是冷装检测之后，将炉体从 1 100 ℃冷却 2 h 后测温并装样进行检测（此时反应器温度为室温），具体的比对数据见表 2、表 3。

表 2　一实验室冷装、热装试样焦炭 *CRI* 及 *CSR* 数据比对汇总表

第一炉			第二炉			偏差/%
试样编号	设备厂家及编号	入炉温度/℃	设备厂家及编号	入炉温度/℃	*CRI* 均值/% *CSR* 均值/%	
1#	科翔 1#	室温	科翔 2#	280	29.60	-0.2
					57.60	0.8
2#	科翔 3#	室温	科翔 3#	260	24.0	0.4
					65.25	-0.7
3#	科翔 2#	室温	科翔 1#	360	31.95	-0.9
					60.20	1.2
4#	科翔 1#	室温	科翔 1#	386	29.15	1.1
					57.85	-1.3
5#	科翔 3#	室温	科翔 2#	210	26.05	0.5
					64.50	0.6

由表 1 所列第一炉数据及表 2 结果可以看出，一实验室参加比对的 5 个焦炭试样的 *CRI* 偏差在 0.2% ~ 1.1% 之间，*CSR* 偏差在 0.6% ~ 1.3% 之间，且冷装与热装的分析值之差有正有负，无系统差，极差数值属于正常分析波动范围。

从一实验室的检测时限可以看出，从 1 100 ℃反应炉冷却 2 h 后，炉体温度基本在 210 ~ 386 ℃之间，均小于需通氩气前的温度 400 ℃，冷、热装反应时限在 8 ~ 9 h 左右可以完成。

从表 1 及表 3 结果可以看出，二实验室参加比对的 5 个焦炭试样的 *CRI* 偏差在 0.8% ~ 1.2% 之间，*CSR* 偏差在 0.2% ~ 2.1% 之间，且冷装与热装的分析值之差有正有负，无系统差，极差数值属于正常分析波动范围。

从一实验室的检测时限可以看出，从 1 100 ℃反应炉冷却 2 h 后，炉体温度基本在 160 ~ 250 ℃之间，均小于需通氩气前的温度 400 ℃，冷、热装反应时限在 8 ~ 9 h 左右可以完成。

2.3　不同实验室结果比对情况

将 5 个试样在 2.2 中进行的冷、热装分析结果取平均值，作为最后的分析结果，进行两个实验室的结果比对，具体见表 4。

中国知网　https://www.cnki.net

表3 二实验室冷装、热装试样焦炭 *CRI* 及 *CSR* 数据比对汇总表

试样编号	第一炉		第二炉			偏差/%
	设备厂家及编号	入炉温度/℃	设备厂家及编号	入炉温度/℃	*CRI* 均值/% *CSR* 均值/%	
1#	科翔1#	室温	科翔1#	162	29.40	-1.2
					58.50	1.4
2#	科翔3#机	室温	科翔3#机	216	24.20	0.8
					67.10	-1.4
3#	科翔1#机	室温	科翔1#机	164	33.25	0.9
					58.35	-2.1
4#	科翔3#机	室温	科翔3#机	233	29.80	0.8
					58.70	0.4
5#	科翔3#机	室温	科翔3#机	242	24.75	-0.9
					66.40	0.2

表4 二实验室冷装、热装试样焦炭 *CRI* 及 *CSR* 数据比对汇总表

试样编号	冷热装均值 *CRI*/%		冷热装均值 *CSR*/%		*CRI* 偏差/%	*CSR* 偏差/%
	一实验室	二实验室	一实验室	二实验室		
1#	29.60	29.40	57.60	58.50	0.2	-0.90
2#	24.00	24.20	65.25	67.10	-0.2	-1.85
3#	31.95	33.25	60.20	58.35	-1.3	1.85
4#	28.60	29.80	57.85	58.50	-1.2	-0.65
5#	26.05	24.75	64.50	66.40	1.3	-1.90

从表4的分析结果看，一实验室与二实验室5个焦炭试样冷热装的检测结果中，*CRI* 均值结果的极差在0.2%～1.3%之间，*CSR* 均值极差在0.65%～1.90%之间，均值比对结果比较小于允许差2.4%，且冷装与热装的均值极差有正有负，结果无系统差，极差数值属于正常分析波动范围。

3 结论

(1) 从不同设备，不同实验室的冷、热装试样比对结果可知，炉体温度在400 ℃以下装入试样得到的反应性及反应性强度结果与炉体在室温下装入试样分析结果相比较，均在国标允许差范围内。

(2) 热装试样可以大大缩短分析时间，冷装12 h可分析1个试样，热装情况下，相同时间可完成2个试样的分析，提高工作效率，从而满足现在的生产要求。

(3) 方法精密度、准确度满足公司生产要求，可以在现场分析中推广使用。

参 考 文 献

[1] 王航民，王成林，周小辉. 焦炭冶金性能与高炉顺行的关系[J]. 莱钢科技，2009，33(1)：64-66.

[2] 阴雨蒙蒙. 焦炭反应性及反应后强度试验影响因素分析[J]. 煤质分析，2016，7(4)：32-34.

[3] GB/T 4000—2008，焦炭反应性及反应后强度试验方法[S].

[4] 智红梅. 焦炭反应性与反应后强度的关系及其影响因素探讨[J]. 煤化工，2007，35(3)：57-59.

中国知网 https://www.cnki.net