

# 铁矿还原粉化指数测定系统的研制与评价<sup>\*</sup>

张鸟飞<sup>1</sup>, 徐福伟<sup>1</sup>, 韩健<sup>1</sup>, 张关来<sup>2</sup>

(1 嵊泗出入境检验检疫局, 浙江 嵊泗 202450; 2 上虞市宏兴机械仪器制造有限公司, 浙江 上虞 312300)

**摘要:** 铁矿还原粉化指数(RDI)是评价铁矿石其冶金性能的重要指标, 为准确测定该参数, 自主研发了铁矿冶金性能综合测定系统, 并通过试验对此系统测定的精密度和准确度进行评价。评价结果表明: 该套系统能准确测量球团铁矿还原粉化指数, 具有较高的精密度和准确度, 应用前景广阔。

**关键词:** 铁矿; 冶金性能; 还原粉化指数; 测定系统; 评价

中图分类号: TF03

文献标志码: A

文章编号: 1001-9677(2014)020-0

## Study and Evaluation of Iron Comprehensive Measuring System in the Field of the Reduction Disintegration Index Testing<sup>\*</sup>

ZHANG Niao-fei<sup>1</sup>, XU Fu-wei<sup>1</sup>, HAN Jin<sup>1</sup>, ZHANG Guang-lai<sup>2</sup>

(1 Shengsi Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Zhejiang Shengsi 202450;

2 Shangyu Hongxing Machinery Instrument Manufacturing Co., Ltd., Zhejiang Shangyu 312300, China)

**Abstract:** The reduction disintegration index (RDI) was a major index in evaluating the metallurgical performances of iron ore. To calculate those parameters well, comprehensive measuring system for metallurgical properties of pellets was researched. The precision and accuracy of this system were evaluated by test samples. The results showed that this system can test physical parameters of RDI accurately. The precision and accuracy of this system were well and had wide application prospects.

**Key words:** iron ore; metallurgical properties; RDI; measuring system; evaluate

铁矿石(烧结矿及球团矿)在低温还原过程中会发生碎裂粉化等现象, 严重时则影响高炉上部料柱的透气性, 破坏炉况顺序, 因此铁矿还原粉化指数(RDI)是评价铁矿石其冶金性能的重要指标。近年来国内外已经普遍认识到铁矿高温状态下冶金性能的重要性<sup>[1-3]</sup>。然而目前, 国内外标准<sup>[4-5]</sup>对试验设备只提出若干参数, 没有提供定型设备或规定统一模式, 我国一些钢铁企业和检验检疫机构陆续从国外引进铁矿冶金性能测定设备, 为我国铁矿石检测技术及效率的提高发挥了一定作用<sup>[6]</sup>。

为适应钢铁生产及科学实验的需要, 自主研发了铁矿冶金性能综合测定系统, 该套系统在测定球团矿还原度和自由膨胀指数时具有较高的精密度和准确度<sup>[7]</sup>, 为进一步拓展该套系统的应用范围, 笔者将该套系统运用在测定球团矿的还原粉化指数上。结果表明, 该套系统在测定铁矿还原粉化指数时具有较高的精密度和准确度, 应用前景广阔。

## 1 实验部分

### 1.1 试验设备

自主研发的球团铁矿冶金性能综合测定系统该套主要由还原反应罐及球团还原试样容器、实时在线称量系统、高温加热电炉及炉架、还原尾气处理装置及升降架、加热炉温度调控及

检测过程控制系统、还原气供应系统、小转鼓等构成, 综合测定系统效果图见图(1)。

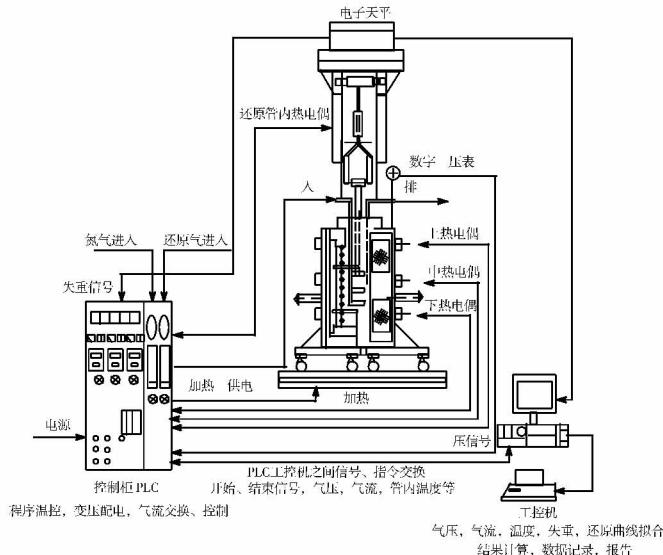


图1 铁矿冶金性能综合测定系统示意图

Fig. 1 Comprehensive measuring system for metallurgical properties of iron ore

\* 基金项目: 浙江出入境检验检疫局科技计划项目 (ZK201237)。

作者简介: 张鸟飞 (1981-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事矿产品检测工作。

## 1.2 试验样品

采用巴西产的萨玛珂球团铁矿作为测试样品, 样品来源于不同批次的萨玛珂球团, 共制备5批样品作为测试对象, 每批样品制备两份。试验前将测试样品在(105±5)℃的温度下烘干, 烘干时间不小于2 h, 冷却, 干燥保存, 并按标准要求筛分出10.0~12.5 mm的试验样品。

## 1.3 测试方法

利用自主研发的铁矿冶金综合测定系统测定样品的还原粉化指数, 采用的检测标准为GB/T 13242-1991, 即在(500±10)℃温度下, 用一氧化碳和氮气作为还原气体进行静态还原, 还原60 min, 冷却至100℃以下, 用小转鼓共转300 r, 然后用孔宽为6.30 mm、3.15 mm和500 μm的方孔筛筛分。用还原粉化指数表示铁矿石的粉化程度。

还原粉化指数RDI用质量百分数表示。由式(1)、(2)、(3)计算:

$$RDI_{+6.3} = \frac{m_{D1}}{m_{D0}} \times 100 \quad (1)$$

$$RDI_{+3.15} = \frac{m_{D1} + m_{D2}}{m_{D0}} \times 100 \quad (2)$$

$$RDI_{-0.5} = \frac{m_{D1} - (m_{D1} + m_{D2} + m_{D3})}{m_{D0}} \times 100 \quad (3)$$

式中:  $m_{D0}$ —还原后转鼓前试样的质量, g

$m_{D1}$ —留在6.30 mm筛上的试验质量, g

$m_{D2}$ —留在3.15 mm筛上的试验质量, g

$m_{D3}$ —留在500 μm筛上的试验质量, g

## 2 结果与评价

### 2.1 球团矿还原粉化指数测定结果的精密度评价

为准确评价自制的铁矿冶金性能综合测定系统测定球团矿还原粉化指数的精密度, 笔者采用对5份球团铁矿进行还原粉化指数测定, 每份球团矿测定8次, 以标准偏差评价该套系统测定铁矿还原粉化指数的精密度, 测定结果见表1。从表1可以看出, 自制的铁矿冶金综合测定系统在测定球团矿还原粉化指数时具有较高的精密度, 5份球团样品在分别重复测定8次后, 其中001#和003#球团矿的还原粉化指数RDI测定结果的标准偏差小于1.5%, 其余3份样品还原粉化指数RDI测定结果的标准偏差小于1%, 测试的精密度满足标准规定的要求。

### 2.2 球团矿还原粉化指数测定结果的准确度评价

为评价该套系统在测定球团矿还原粉化指数的准确度, 笔者将另外5份平行测试样品委托相关检测机构进行检测, 以双方的检测偏差判断测试系统的准确度, 比对结果见表2。从表2可以看出, 自制的综合测定系统在测定球团矿还原粉化指数与相关检测机构检测结果相当, 偏差正负波动良好, 未出现系统检测结果偏高或偏低的情况; 从表2还可以看出, 双方检测机构检测最大偏差为1.5%, 小于标准<sup>[4]</sup>规定的实验室允差2.0%, 检测准确度满足标准要求。

表1 球团矿还原粉化指数测定结果

Table 1 Analytical results of test of reduction disintegration index

测试样品	粒径/mm	还原粉化指数/%								平均值 ( $\bar{X}$ )/%	标准 偏差/S
		1	2	3	4	5	6	7	8		
001#	+6.3	89.4	88.7	87.8	88.7	86.8	89.7	86.9	87.7	88.2	1.09
	+3.15	90.2	89.9	89.5	90	88.9	90.1	88.7	89.2	89.6	0.58
	-0.5	8.7	8.9	9.1	8.5	9.2	8.8	8.8	8.9	8.9	0.22
	+6.3	89.9	88.2	87.9	88.9	86.8	88.9	87.8	88.5	88.4	0.92
002#	+3.15	90.5	89.3	89.5	90.1	89.8	89.6	90.2	90.6	90.0	0.48
	-0.5	7.8	8.2	7.6	8.8	9	7.8	8.5	8.3	8.3	0.50
	+6.3	88.2	89.7	88.7	87.8	89.2	88.1	87.9	86.2	88.2	1.05
003#	+3.15	90.2	91.3	90.5	89.9	90.5	89.8	90.1	88.6	90.1	0.77
	-0.5	8.7	7.2	7.8	7.2	7.8	7.6	8.5	8.7	7.9	0.62
	+6.3	87.6	88.5	89.2	88.9	87.8	88.7	87.2	89	88.4	0.73
004#	+3.15	88.5	90.1	90.4	89.8	88.9	90.1	88.8	90.1	89.6	0.73
	-0.5	7.5	8.2	8.6	8.7	8.9	7.8	7.6	8.8	8.3	0.57
	+6.3	88.9	88.7	90	89.5	88.9	89.8	90.1	88.6	89.3	0.61
005#	+3.15	89.2	89.5	90.4	90.1	89.7	90.5	90.5	91	90.1	0.60
	-0.5	8.1	8.5	7.8	8.6	8.2	7.8	7.5	7.4	8.0	0.44

## 2.3 结果

综上所述, 自制的铁矿冶金综合测定系统在测定铁矿还原粉化指数时具有较好的精密度和准确度。在对球团矿还原粉化指数测定结果的精密度评价时发现, 球团矿的还原粉化指数RDI测定结果的标准偏差均小于1.5%, 精密度完全达到检测要求; 在对球团矿还原粉化指数测定结果的准确度评价时发现, 该套系统在测定球团矿还原粉化指数时具有与相关检测机构测定相当的准确度, 满足标准规定的要求。

## 3 结论

自主研发的铁矿冶金性能综合测定系统, 能准确的测量铁矿还原粉化指数, 具有较高的精密度和准确度, 满足日常检测要求。相关钢铁企业可以通过该套系统准确的测定铁矿冶金性能参数, 为炼铁工艺提供必要的原料工艺参数及配矿条件, 进一步指导配矿和优化高炉性能。该套系统不仅可以为相关检验部门提供常规的铁矿低温粉化指数项目的测定, 也可推广应用于全国从事铁矿石领域研究、质量监督检测、学校教研等单位。

表2 球团矿还原粉化指数测定结果比对表

Table 2 Analytical results table of reduction disintegration index

测试样品	粒径/mm	还原粉化指数/%		偏差/%
		实验室	相关检测机构	
001#	+6.3	88.2	89.6	-1.4
	+3.15	89.6	90.1	-0.5
	-0.5	8.9	8.6	0.3
002#	+6.3	88.4	89.9	-1.5
	+3.15	90.0	91.0	-1
	-0.5	8.3	7.6	0.7
003#	+6.3	88.2	88.2	0
	+3.15	90.1	89.5	0.6
	-0.5	7.9	8.9	-1
004#	+6.3	88.4	89.8	-1.4
	+3.15	89.6	90.2	-0.6
	-0.5	8.3	7.8	0.5
005#	+6.3	89.3	88.6	0.7
	+3.15	90.1	89.4	0.7
	-0.5	8.0	8.1	-0.1

## 参考文献

- [1] 吕晓芳,刘玉江,王振华. 提高球团矿性能的试验[J]. 河北冶金,2013(1):9-12.
- [2] 叶匡吾. 关于我国球团矿质量问题的探讨[J]. 烧结球团,2005,30(5):1-4.
- [3] 鄢彩玲. 改善球团矿质量的生产实践[J]. 钢铁研究,2012,40(6):52-54.
- [4] GB/T 13242:1991 铁矿石 低温粉化试验 静态还原后使用冷转鼓的方法[S].
- [5] ISO 13930:2007 Iron ores for blast furnace feedstocks – Determination of low – temperature reduction – disintegration indices by dynamic method[S].
- [6] 应海松,廖海平,周慧民. 球团矿还原/膨胀试验机系统构成及控制原理[J]. 金属,2006(12):53-56.
- [7] 张鸟飞,徐福伟,韩健,等. 球团铁矿冶金性能综合测定系统的研制与评价[J]. 现代矿业,2014(4):118-120.