

试验研究

## 首钢京唐单种主流铁矿粉烧结试验研究

罗尧升<sup>1</sup>, 陈绍国<sup>2</sup>, 裴元东<sup>2</sup>, 潘文<sup>2</sup>, 石江山<sup>1</sup>, 赵志星<sup>2</sup>, 王同宾<sup>1</sup>, 赵景军<sup>1</sup>

(1. 首钢京唐钢铁联合有限责任公司, 河北 唐山 063200; 2. 首钢技术研究院, 北京 100043)

**摘要:** 在铁矿粉资源劣质化以及烧结设备、操作工艺参数发生较大变化的背景下, 采用烧结杯试验方法对首钢京唐公司烧结用主流铁矿粉进行了单种矿烧结试验研究。结果表明: 京唐各主流矿粉单烧时, 烧结指标各有差异, 需搭配使用以达到优势互补。就铁矿粉类型而言, 京唐赤铁矿类型铁矿粉烧结指标优于褐铁矿。赤铁矿中巴卡粉优势较为突出, 而褐铁矿类型铁矿粉中杨地粉 A 具有较为明显的优势。就巴西粉而言, 巴卡优于巴烧; 对澳粉来说, 纽曼优于 PB 粉; 杨地粉 A 优于杨地粉 B。

**关键词:** 铁矿粉; 烧结杯; 单烧; 比较

中图分类号: TF046.4

文献标识码: A

文章编号: 1006-5008(2016)01-0008-04

doi: 10.13630/j.cnki.13-1172.T.2016.0102

### TEST AND RESEARCH ABOUT SINTERING WITH SINGLE KIND OF ORE: MAJOR IRON ORE POWDER IN JINGTANG

Luo Yaosheng<sup>1</sup>, Chen Shaoguo<sup>2</sup>, Pei Yuandong<sup>2</sup>, Pan Wen<sup>2</sup>, Shi Jiangshan<sup>1</sup>, Zhao Zhixing<sup>2</sup>, Wang Tongbin<sup>1</sup>, Zhao Jingjun<sup>1</sup>

(1. Jingtang Iron and Steel Union Company Limited, Capital Iron and Steel Company, Tangshan, Hebei, 063200; 2. Technology Research Institute, Capital Iron and Steel Company, Beijing, 100043)

**Abstract:** Based on the background: quality of iron ore powder being more and more worse, great changes having taken place in sintering equipments and operation process parameters, the single-kind-ore sintering test and research are conducted for major iron ore powder with sintering pot in Jingtang. It is showed from the result that when sintering with single kind of major powders, the sinter indexes are different for each kind of powders, the powders must be mixed to use to get their advantages complemented each other. As to type of iron ore powder, the indexes of hematite type is better than that of limonite; that of Brazil Vale Carajas powder is the best among hematite type; the BHP Yandi JV powder A has a obvious superiority in limonite type. As to Brazil powders, Carajas is better than Brazil sintering; as to Australian powder, BHPB is better than Rio Tinto, the BHP Yandi JV powder A is better than BHP Yandi JV powder B.

**Key Words:** iron ore powder; sintering pot; single sintering; comparison

### 0 引言

随着钢铁工业的快速发展, 铁矿粉资源消耗量日益增大, 矿粉劣质化趋势明显<sup>[1-4]</sup>。而在当前市场条件下, 进口铁矿粉的性价比大幅提升, 致使诸多钢铁企业提高其使用比例。首钢京唐钢铁联合有限责任公司(以下简称首钢京唐公司)进一步加大了主流进口矿粉的使用比例, 进口矿粉的烧结性能对

烧结矿质量的影响更加明显<sup>[5-7]</sup>。

前人围绕几大主流矿粉的单烧性能进行过烧结杯试验。然而, 在近年来烧结设备的大型化、烧结负压、料层厚度等操作工艺参数发生较大变化的条件下, 很有必要对进口铁矿粉重新进行单种矿烧结试验, 明晰各矿粉的烧结指标与性能差异, 为首钢烧结各矿粉的合理利用提供依据。

### 1 原料条件

首钢京唐公司烧结用铁矿粉资源秉承“精料”方针, 其使用的 6 种主流铁矿粉分别来自世界三大矿商, 其主要化学成分及平均粒径见表 1。

收稿日期: 2015-10-14

作者简介: 罗尧升(1982-), 男, 助理工程师, 2005 年毕业于安徽工业大学冶金工程专业, 现在首钢京唐钢铁联合有限责任公司从事烧结专业技术工作, E-mail: yishengchiyuan@163.com

表1 铁矿粉化学成分及粒径

Tab. 1 Chemical composition and grain size of iron ore powders

名称	化学成分/%						粒径 /mm
	TFe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	烧损	
巴烧	61.98	5.19	2.06	0.21	0.23	2.10	2.04
巴卡	64.81	3.02	1.24	0.24	0.25	2.50	4.81
纽曼	62.78	4.10	1.97	0.21	0.28	3.80	2.13
PB	61.78	3.45	2.13	0.27	0.27	5.20	2.30
杨地A	58.00	4.20	1.50	0.23	0.14	10.50	2.66
杨地B	57.20	5.50	1.50	0.22	0.16	10.50	3.13

巴烧、巴卡和纽曼为赤铁矿类型铁矿粉,PB、杨

表2 烧结杯试验参数设定

Tab. 2 Setting of sintering pot test parameters

烧结杯直径/mm	铺底料/kg	点火温度/℃	烧结负压/Pa	料层高度/mm	点火负压/Pa	点火时间/s	落下	碱度控制
300	3	1 050	17 500	850	8 000	188	2 m 高度落4次	2.0 上限

各烧结原料配料情况见表3,各方案的烧结矿化学成分及碱度见表4。方案1~6的烧结矿成分设计以接近首钢京唐公司实际烧结矿成分为目标,蛇纹石的加入是为了保证硅尽量一致,而由于方案1和方案6中的单种矿粉的硅本身就高于实际烧结

地A和B为褐铁矿类型铁矿粉。巴烧粉和巴卡粉产自巴西,而其他4种来自澳大利亚。在硅含量方面,巴烧粉和杨地粉B较高,在5%以上,巴卡粉最低,约3%。而在平均粒径方面,巴烧粉粒度最细,巴卡粉较粗。

## 2 试验方法及方案

本次研究采用烧结杯试验法,其主要试验参数见表2。试验流程包括:配料、混匀、制粒、点火、烧结及烧结矿处理。烧结配料采用质量配料法,人工混合。烧结后,取样检测烧结矿转鼓强度,并计算相关烧结产质量指标。

矿硅含量,故无需添加蛇纹石;方案5与方案6焦粉量与之前的不同,是因为考虑了褐铁矿烧结时所需热量更多。每个方案主要差别在于铁矿粉原料均为单一的不同品种铁矿粉。

表3 烧结杯试验方案

Tab. 3 Sintering pot test plan

方案	巴烧	巴卡	纽曼	PB	杨地A	杨地B	自返	自产生石灰	石灰石	蛇纹石	焦粉	%
方案1	100	0	0	0	0	0	30	4	12.34	0	4.5	
方案2	0	100	0	0	0	0	30	4	11.08	3.66	4.5	
方案3	0	0	100	0	0	0	30	4	11.08	1.42	4.5	
方案4	0	0	0	100	0	0	30	4	10.70	2.58	4.5	
方案5	0	0	0	0	100	0	30	4	10.04	0.52	4.63	
方案6	0	0	0	0	0	100	30	4	13.24	0	4.63	

表4 计算得到的烧结矿化学成分

Tab. 4 Calculated sinter chemical composition

烧结矿	TFe	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	设定R
方案1	55.59	5.47	10.95	0.87	2.08	2.0
方案2	56.48	5.20	10.42	2.26	1.36	2.0
方案3	56.86	5.20	10.41	1.43	2.04	2.0
方案4	56.03	5.20	10.41	1.88	2.21	2.0
方案5	57.01	5.20	10.41	0.96	1.74	2.0
方案6	55.03	6.22	12.45	0.92	1.71	2.0

注:除R外其他指标的单位均为%。

## 3 试验结果与分析

经烧结杯试验后,各方案的烧结矿实际化学成

分及碱度见表5,烧结指标情况见表6,烧结矿的粒度组成及平均粒径见表7。

表5 烧结矿实际化学成分

Tab. 5 Actual chemical composition of sinter

烧结矿	TFe	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R
方案1	57.10	5.48	10.27	1.01	1.82	1.9
方案2	56.54	5.27	10.31	2.09	1.74	2.0
方案3	57.24	5.23	9.78	1.43	2.21	1.9
方案4	55.77	5.36	10.59	1.70	2.34	2.0
方案5	56.54	5.60	10.73	1.17	1.97	2.0
方案6	55.07	6.18	12.36	1.15	1.67	2.0

注:除R外其他指标的单位均为%。

表 6 烧结试验各方案指标情况

Tab. 6 Various indexes of sintering pot test

指标	水分/%	转鼓指数/%	成品率/%	垂直烧结速度/(mm/min)	烧结利用系数/(t/m <sup>2</sup> ·h)	燃料/(kg/t)	混合料平均粒径/mm
方案 1	5.56	71.11	80.39	20.42	1.56	50.02	4.65
方案 2	6.81	64.80	77.03	26.26	1.87	50.23	5.06
方案 3	8.06	62.27	75.08	28.16	1.90	52.42	5.12
方案 4	8.13	59.92	73.29	21.58	1.31	56.06	4.55
方案 5	7.94	63.73	73.26	29.41	1.68	58.61	5.11
方案 6	8.06	61.87	72.32	32.54	1.83	57.53	5.18

表 7 烧结矿粒度组成及平均粒径

Tab. 7 Grain size component and average grain size of sinter

名称	粒度组成/%						平均粒径/mm
	≥40 mm	40~25 mm	25~16 mm	16~10 mm	10~5 mm	5~0 mm	
方案 1	11.86	28.34	10.57	14.33	15.29	19.61	20.81
方案 2	12.27	25.50	9.80	14.34	15.11	22.97	20.01
方案 3	7.04	23.16	11.02	16.69	17.17	24.92	17.39
方案 4	6.96	25.65	10.24	16.14	14.29	26.71	17.76
方案 5	7.05	24.80	14.58	12.72	14.11	26.74	17.96
方案 6	8.00	22.43	10.70	15.56	15.62	27.68	17.37

对各方案矿粉单烧时间与烧结废气温度的关系作图,如图 1 所示。垂直烧结速度较慢的为巴烧粉和 PB 粉,这主要是由于其混合料平均粒径较低、透气性差所致,同时方案 1 巴烧粉垂直燃烧速度慢与

其配水较低有关。垂直烧结速度较快的为杨地粉,这与其混合料平均粒径粗和褐铁矿的烧结特性有关。烧结废气温度较高的为巴烧粉、纽曼粉、杨地粉 A 和 B。

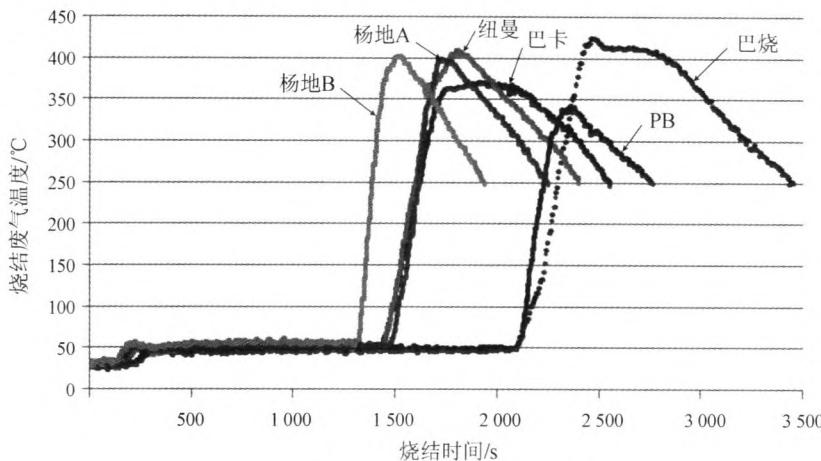


图 1 烧结时间与烧结废气温度的关系

Fig. 1 Relation between sintering time and sintering waste air temperature

由原料条件及试验设计方案可知,方案 1~3 的矿粉类型均为赤铁矿类型,方案 4~6 则为褐铁矿类型(其中方案 4 中铁矿粉为半褐铁矿)。

综上所述,就转鼓强度而言,赤铁矿较褐铁矿具有明显的优势,成品率亦是如此。在垂直烧结速度上,褐铁矿类型铁矿粉大于赤铁矿,而烧结利用系数则相反。对燃料来说,赤铁矿类型铁矿粉明显低于褐铁矿。在烧结矿平均粒径方面,赤铁矿优势较为

明显。在表 5 烧结指标中,赤铁矿类型铁矿粉之间也有较为明显的差异,巴烧与巴卡粉较纽曼粉优势较为明显,但转鼓强度和成品率表观数据显示巴烧粉比巴卡粉更高,若考虑到为保证硅一致而加入的蛇纹石中 MgO 对烧结矿转鼓强度等指标的负面影响<sup>[8,9]</sup>,而且巴烧的烧结时间更长和烧结矿硅含量更高,其优势应会抵消,再考虑烧结利用系数等,巴卡粉更具优势。在褐铁矿类型铁矿粉中,综合考虑

则杨地粉 A 的优势较为明显。

另一方面,各方案的铁矿粉从国度产地以及名称上也有异同之处,方案 1 与方案 2 中铁矿粉同属巴西矿粉,方案 3 和方案 4 中都称为澳粉,方案 5 和方案 6 则为杨地粉。综合烧结指标可知,同属巴西矿的巴卡粉优于巴烧粉,澳粉中纽曼粉较 PB 粉具有明显优势,而杨地粉 B 劣于杨地粉 A。

#### 4 结论

(1)京唐各主流矿粉单烧时烧结指标各有差异,赤铁矿类型铁矿粉烧结指标较优于褐铁矿。赤铁矿中巴卡优势较为突出,而褐铁矿类型铁矿粉中杨地粉 A 具有较为明显的优势。

(2)就巴西粉而言,巴卡优于巴烧;对澳粉来说,纽曼优于 PB 粉;而在杨地粉方面,杨地粉 A 优于杨地粉 B。

#### 参考文献

[1] HeJi-cheng. China's Iron & Steel Industry and the Global Financial

Crisis[J]. ISIJ international, 2011, 51(5): 696~701.

- [2] 刘动. 近年我国进口铁矿石的现状与分析[J]. 金属矿山, 2009, (1): 12~15.
- [3] 苏亚红, 刘小燕. 澳大利亚铁矿石资源现状及政策分析[J]. 国土资源情报, 2010, (12): 32~38.
- [4] 苏亚红, 刘小燕, 路俊萍. 巴西铁矿石资源状况及政策分析[J]. 国土资源情报, 2011, (3): 37~42.
- [5] 马蕾, 曹丽华, 裴生谦, 等. 烧结常用进口粉基础性能研究与应用[J]. 河北冶金, 2011, (8): 3~6.
- [6] 王全乐, 康海军, 裴元东, 等. 京唐烧结铁矿粉的同化性测试研究[J]. 河北冶金, 2014, (2): 4~7.
- [7] 杨珊, 程峰明, 裴元东, 等. 秘鲁原矿资源在首钢京唐烧结生产中的应用研究[J]. 河北冶金, 2014, (7): 10~15.
- [8] 吴胜利, 韩宏亮, 姜伟忠, 等. 烧结矿中 MgO 作用机理[J]. 北京科技大学学报, 2009, 31(4): 428~432.
- [9] 范晓慧, 李文琦, 甘敏, 等. MgO 对高碱度烧结矿强度的影响及机理[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2012, 43(9): 3325~3330.

(上接第 82 页)

此次税制改革取消了山西省矿产资源补偿费、煤炭价格调节基金、煤炭可持续发展基金 3 项规费,连同原有从量计征税的资源税一并计算,此 4 项税费负担的实际税率远大于 8%。随后,多地跟进。产煤大省陕西、山西和内蒙古分别达到 6.1%、8% 和 9%。

#### 10 全国燃煤发电上网电价下调

2015 年 12 月 23 日召开的国务院常务会议决

定,根据发电成本变化情况,从 2016 年 1 月 1 日起下调燃煤发电上网电价,全国平均每千瓦时降低约 3 分钱,降价金额重点用于同幅度降低一般工商业销售电价、支持燃煤电厂超低排放改造和可再生能源发展,并设立工业企业结构调整专项资金,支持地方在淘汰煤炭、钢铁行业落后产能中安置下岗失业人员等。

(摘自中国冶金报 2015 年 12 月 30 日 05 版)