



# 配加南非粉对首钢烧结矿产质量影响的研究

潘文<sup>1,2</sup> 吴铿<sup>1</sup> 王洪远<sup>1</sup> 赵勇<sup>2</sup> 付平<sup>1</sup> 张中川<sup>1</sup> 潘文龙<sup>1</sup>

(1. 北京科技大学冶金与生态工程学院 2. 首钢总公司首钢技术研究院)

**摘要:**为了拓宽首钢烧结用料,达到优化烧结原料结构和降低能耗的目的,根据南非矿粉的物相和理化特性,按不同比例配加南非矿粉进行了烧结杯试验和工业试验,得出了适宜的工艺参数和生产指标,为首钢烧结厂进一步优化配料,改善烧结矿质量,降低烧结能耗提供了依据。

**关键词:**烧结杯试验;工业试验;南非矿;配矿;工艺参数

中国分类号: TF046.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-8764(2011)04-0001-04

## Study on Effect of Addition of South African Fines on Shougang Sinter Quality and Output

Pan Wen et al.

**Abstract** In order to extend the scope of Shougang sintering materials, to optimize the sintering material structure and reduce energy, based on material phase and physical and chemical characteristics of South African ore fines, sintering pot test and industrial test were carried out with addition of different proportion of South African ore fines, appropriate process parameters and production indexes were derived. The tests provide basis for further optimization of proportioning in Shougang sintering plant, for improving sinter quality and reducing sintering energy consumption.

**Keywords** sintering pot test, industrial test, South African ores, proportioning, process parameters

## 1 前言

随着钢铁工业的迅猛发展,高炉对烧结矿品位的要求逐年在提高,良好的烧结矿质量对后续高炉冶炼至关重要。国内的铁矿石不仅品位低,数量也是有限的,所以必须向国外求购部分铁矿石以维持钢铁厂正常生产<sup>[1,2]</sup>。生产实践证明,合理配矿对优化烧结生产和提高烧结矿产质量有重大影响<sup>[3,4]</sup>。

近年来进口矿贸易价格不断攀升,而南非矿粉价位相对低廉,经过广大烧结工作者的不懈努力,在配加南非粉烧结方面进行了广泛探索,结果表明适当添加南非矿粉可使烧结配矿

更加经济、合理。首钢在此基础上进行了配加南非矿粉的烧结杯试验和工业试验,旨在拓宽烧结用料,进一步优化烧结原料结构,降低烧结原料成本,提高经济效益。

## 2 南非粉的化学成分和粒度组成

如表1所示,南非粉含铁品位在63%左右,  $\text{SiO}_2$  为5.39%,有害元素S、P含量较低,分别为0.02%和0.049%;但碱金属含量较高,达到0.18%,会使烧结矿的软化温度降低,低温还原粉化率升高<sup>[5,6]</sup>。

由表2可知,南非粉粒度较粗,1~8 mm粒级占82.6%,>8 mm粒级占16.72%,对制粒有害的粒度仅占0.67%,平均粒径为5.47 mm。粒度均匀的南非矿粉,有利于烧结混合料制粒,对提高混合料透气性具有促进作用。

收稿日期:2011-05-26 联系人:吴铿(100083)

北京科技大学冶金与生态工程学院

基金项目:国家高技术研究发展(863)计划资助项目  
(2009AA06Z105);国家自然科学基金“钢铁联合研究基金”  
(50874129)

表1 铁矿粉的化学成分(%)

矿粉名	TFe	FeO	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	S	P	单烧品位
南非粉	63.89	0.29	5.39	0.15	0.01	1.74	0.92	0.180	-	0.02	0.049	58.57
SFOG粉	63.10	0.65	6.13	0.02	0.02	1.48	1.80	-	0.230	0.006	0.063	57.45
皮尔巴拉	62.20	0.36	3.60	0.15	0.16	2.05	4.70	0.024	0.016	0.02	0.07	61.07
哈扬迪	57.60	0.22	4.36	0.00	0.07	1.22	11.20	0.006	0.013	0.02	0.04	59.44
巴西富粉	66.50	1.36	1.53	0.02	0.07	0.90	1.27	0.006	0.018	0.01	0.04	65.44

表2 铁矿粉的粒度分布(%)

矿粉名	>8mm	8~5mm	5~3mm	3~1mm	<1mm	平均粒径/mm
南非粉	16.72	35.45	27.42	19.73	0.67	5.47
SFOG粉	13.28	6.54	12.25	10.57	57.36	2.74
皮尔巴拉	2.95	11.55	11.3	17.15	57.05	2.13
哈扬迪	16.2	17.00	19.24	32.00	15.56	4.21
巴西富粉	8.42	8.98	8.88	31.9	41.82	2.63

### 3 配加南非粉的烧结杯试验

#### 3.1 试验方案

根据首钢烧结原料条件,所用外矿主要是澳粉,试验配比按照含铁原料比总计70%进行安排,烧结矿碱度为2.0。试验以南非粉代替澳粉,其配加比例按10%、15%、20%、25%四个阶段进行,共做5组对比试验,其含铁原料配比见表3。

表3 试验含铁原料配比(%)

试验方案	南非粉	澳粉	大石河粉
0	0	30	40
1	10	20	40
2	15	15	40
3	20	10	40
4	25	5	40

除70%铁料外,剩余的30%中,高炉返矿为20%,熔剂4.8%,燃料5.2%(方案4为6.0%);20%自产返矿为外配,即100 kg烧结料配加20kg自产返矿。烧结矿碱度按生产中使用的2.0控制,固定白云石配比为2.5%,通过调整石灰石配比来满足碱度要求。混合料水分为7.2%。

#### 3.2 试验结果与分析

烧结杯试验结果见图1、图2。

由图1可知,用南非粉替代澳粉后烧结利用系数、转鼓指数、烧成率、成品率均呈下降趋

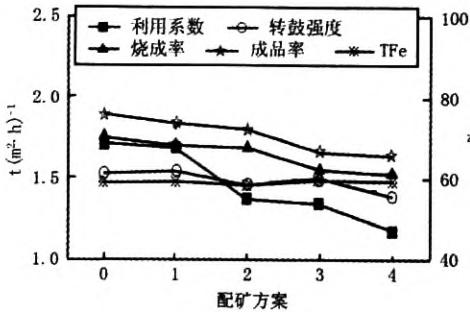


图1 烧结杯试验结果

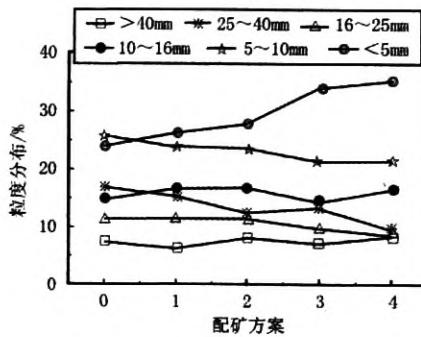


图2 成品矿粒度分布

势。随南非粉配比提高,烧结矿品位由58%降到57.83%,利用系数由1.72 t/(m<sup>2</sup>·h)降到1.17 t/(m<sup>2</sup>·h),转鼓指数降低了6.20%,成品率降低了11.58%,烧成率降低了10.09%。这主要是因为:①南非粉SiO<sub>2</sub>含量高达5.39%,在碱度一定的条件下,随SiO<sub>2</sub>含量增加,烧结矿粘结相增多,会造成烧结过程透气性变差,烧结

速度降低,利用系数下降;②由于南非粉碱金属含量较高,易形成液相,也会影响烧结过程透气性;③虽然南非粉最低同化温度低,但液相流动性远大于澳粉,会减薄粘结层厚度,使之形成薄壁大孔结构,导致烧结矿整体变脆,转鼓强度降低,成品率下降。

虽然南非粉粒度均匀,平均粒径为5.47 mm,但成品矿粒度并不理想。从图2可以看出,随南非粉配比增加,成品矿粒度恶化,小于5 mm粒级增长较快,由23.94%增至35.52%。究其原因,主要是南非粉Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量和碱金属含量较高,会引起烧结矿还原粉化性能恶化,透气性变差,使烧结矿细粒级增加;另外,由于南非矿粉吸水性较差,随其替代澳粉配比增加,混合料水分(7.2%)偏大,影响物料成球。

综上所述,随南非粉配比增加,各项技术经

济指标明显下降。由此可以确定,生产中南非粉的配加比例不能过大,必须限制在一定范围之内<sup>[7,8]</sup>。

## 4 工业应用

试验室研究表明,南非粉的各项烧结指标都不如澳粉。但考虑到拓宽烧结用料,优化烧结原料结构之需要,决定将南非粉配比控制在10%以内进行工业试验。

### 4.1 试验原料情况

根据实验室研究结果,工业试验分别配入南非粉5%和10%。考虑到南非粉单烧品位低,工业试验期间主要取代SFOG粉(巴西矿),磁铁矿和扬地粉配比保持不变,其他原料配比作相应调整。燃料由基准试验的焦粉过渡为试验2的无烟煤。

表4 试验期间料比统计(%)

时期	南非粉	磁铁矿	巴精粉	巴烧粉	马萨杰	扬地粉	外购白灰	燃料
基准	0	32	5	10	8	15	4.0	焦粉
试验Ⅰ	5	32	8	5	5	15	4.5	焦粉/无烟煤
试验Ⅱ	10	32	5~13	0	0~8	15	4.4	无烟煤

## 4.2 试验结果与分析

### 4.2.1 技术指标分析

表5给出了配加南非粉工业试验期间的主要技术经济指标和能耗。由表5可以看出,第一阶段配加5%南非粉时,利用系数与基准期基本持平,但在配加10%后则明显上升,提高了0.029 t/(m<sup>2</sup>·h)。由于南非粉粒度均匀,虽然该物料本身亲水性差,但是从实际情况看,混合料粒度组成反而有所改善,烧结透气性比基准期好。然而受南非粉同化温度高于巴烧粉的影响,在同等情况下,配加南非粉所成烧结饼冷却过程比基准期长,因而制约了利用系数的提高。试验期返矿率指标比基准期有所上升,这与混合料成分及粒度波动有关。

表5 技术指标统计分析

时期	利用系数 /t·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup>	返矿率 /%	电耗 /kWh·t <sup>-1</sup>	水煤浆消耗 /kg·t <sup>-1</sup>	配碳量 /%
基准	1.499	14.88	22.61	5.96	3.09
试验Ⅰ	1.498	15.64	22.27	5.88	3.07
试验Ⅱ	1.528	15.28	22.09	5.82	2.94

试验期间燃料用量呈下降趋势,这可能与混合料水分降低,台车料厚增加,以及环境温度升高多方面因素有关。由于混合料粒度组成改善,烧结透气性变好,以及环境温度升高,电耗、水煤浆消耗出现不同程度降低。

### 4.2.2 烧结矿理化性能

烧结矿理化性能列于表6。由表可知,试验期与基准期相比,烧结矿碱度、全铁变化不大,保持了达标;但从料比结构分析,配加南非粉不利于提高烧结矿品位,且FeO含量下降明显。从烧结矿实物质量来看,<5 mm粉末有所上升,转鼓指数则稍有下降,这可能与试验期间台车料层提高后,混合料配碳控制略为偏低有关。

### 4.2.3 烧结矿粒度组成

各试验阶段的烧结矿粒度分布如图3所示。由图可知,试验期与基准期相比,烧结矿粒度呈现均匀的趋势,10~25 mm的中间粒级增多,而>40 mm和<10 mm的比例均呈下降趋势。其中,>40 mm粒级分别降低了2.93%、

4.64%；<10 mm 的粒级也降低 1.42%、1.59%。这可能与南非粉粒度均匀,配加后使

混合料粒度组成得到改善,料层增厚,配碳略减,烧结状况发生变化有直接关系。

表 6 烧结矿物理化学性能(%)

时期	R	TFe	FeO	MgO	SiO <sub>2</sub>	-5 mm	转鼓指数
基准	2.0	56.20	6.42	2.15	5.5	7.12	79.91
试验 I	2.0	56.19	6.29	2.15	5.5	7.20	79.77
试验 II	2.01	56.19	5.73	2.18	5.51	7.37	79.31

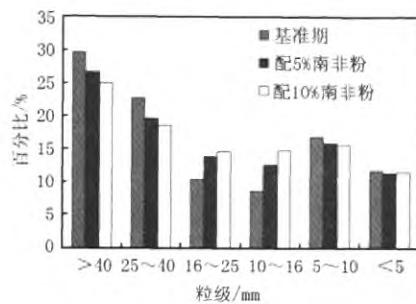


图 3 烧结矿粒度分布图

## 5 结 论

1) 南非粉是一种以赤铁矿为主的富矿粉,其粒度均匀,<1 mm 粒级仅占 0.67%,平均粒径为 5.47 mm;其含铁品位为 63.89%,SiO<sub>2</sub>质量分数为 5.39%,S、P 等有害元素含量较低,但碱金属含量较高,达到了 0.18%。

2) 烧结杯试验表明,配加南非粉不利于提高烧结矿品位,且各项技术经济指标有所下降。根据试验结果,建议生产配用比例控制在 10% 以内。

3) 工业试验中,由于南非粉粒度均匀,配加后烧结机利用系数提高,烧结矿粒度组成趋于均匀,中间粒级相对增多,大、小粒级相对减少,电耗、水煤浆消耗出现不同程度下降,取得了较好的效果。

## 参考文献

- [1] 陈平,王常秋,吴铿,等.用赤铁细精矿生产高质量烧结矿的工业实践[J].钢铁,2004,39(5):1~4.
- [2] 王常秋,侯恩俭,吴铿,等.东烧厂提高烧结料层厚度的试验研究[J].钢铁,2010,45(4):10~12.
- [3] 何海熙,吴铿,王常秋,等.鞍钢东烧厂 600mm 料层厚度赤精矿烧结工艺参数研究[J].中国冶金,2009,19(12):19~22.
- [4] 王洪远,吴铿,何海熙,等.降低东烧厂固体燃料的试验研究[J].中国稀土学报,2010,(28):586~589.
- [5] 尹桂先,翁得明,胡立新.南非粉矿的烧结试验研究[J].武钢技术,2004,42(6):15~18.
- [6] 杨双平,张朝晖,巨建涛.宏阳钢铁公司配加南非矿粉的试验研究[J].钢铁研究,2006,(03):4~6.
- [7] 夏征宇.降低巴西 CVRD 粉矿配比烧结试验研究[J].钢铁,2010,38(4),1~4.
- [8] 尹德,贺淑珍.太钢 450m<sup>2</sup> 烧结机高精粉配矿烧结技术研究[J].钢铁,2010,45(7),17~22.

## 塔塔新型绿色炼铁厂首试成功

塔塔钢铁公司日前称,旗下年产能 6 万吨的艾默伊登 (Hilsarna) 炼铁试验厂已成功完成首次试验项目,现在正在为 10 月或 11 月进行的第二轮测试做准备。

该项目也已经向欧盟煤钢研究基金 (RFCS) 申请资金支持,该组织每年向钢铁行业的工业研究项目提供 5500 万欧元 (约合 8000 万美元) 的资金。据煤钢研究基金相关人士称,该项目已经被选中由煤钢研究基金和欧洲成员国代表提供资金支持,并且近期就可以收到欧洲委员会的最终确认。

塔塔钢铁公司称,首轮测试取得成功,在第二轮测试到来之前,仅需要做些小的调整。新测试的目标在于实现稳定和较长的运行周期。据了解,该项目是超低二氧化碳排放炼钢项目 (ULCOS) 计划的一部分。按照 ULCOS 协议,只有其他 ULCOS 成员代表和官员都到场之后,才能执行进一步的测试。ULCOS 是由钢铁生产商和其他团体组建的财团,目的是开发新技术,将钢铁制造过程中的二氧化碳排放量至少削减 50%。

该项技术为塔塔钢铁公司与力拓集团共同拥有,可以通过铁精粉和低挥发分煤直接生产铁水,而无需炼焦和烧结工序。与普通高炉生产相比,该技术可以削减 20% 的二氧化碳排放量,通过使用碳捕获与封存技术 (CCS),还可进一步削减 60% 的排放量。