

# 配用马萨杰矿粉的试验研究和工业应用

安 钢<sup>1,2</sup> 李洪革<sup>1,2</sup> 梁红义<sup>2</sup>

(1. 北京科技大学 2. 首钢矿业公司烧结厂)

**摘要** 就首钢矿业公司烧结厂进行的配加马萨杰矿粉烧结的实验室试验、工业试验和工业生产情况进行了系统介绍。在矿业公司烧结生产条件下,通过合理配矿和采用强化烧结技术,可以克服该矿铁低硅高和结晶水高的不足,使生产保持稳定,且烧结矿质量能够满足高炉需要。

**关键词** 马萨杰矿粉 烧结性能 研究 生产

## 1 前言

近几年来,随着我国钢铁产能的迅速增长,铁矿石供应日趋紧张。为进一步拓展首钢矿业公司烧结厂(以下简称矿烧)使用进口矿的范围,逐步适应多品种进口矿生产的局面,从而解决资源紧张给生产带来的潜在威胁,矿烧从2005年年初开始,组织了配加马萨杰矿烧结的实验室研究,在此基础上又先后组织了工业试验和生产应用,摸索出了合理使用该矿的一些经验和方法。本文就此作一介绍,以供同行参考。

## 2 马萨杰矿及其理化性能

马萨杰矿位于澳大利亚罗布河谷矿区,其探明储量约为180亿t,隶属于力拓集团旗下。该矿自1972年开始开采,目前年产量为2300万t,预计2007年将达到3200万t的生产规模。该矿为褐铁矿,具有品位低、 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量高、烧损大、粒度粗等特点,与以往我国进口的澳大利亚哈默斯利矿、BHP矿相比,在性能方面有较大差异,对烧结过程及其质量的影响也明显不同。但由于其价格优势,在日本使用较多,使用比例达到了30%~40%。近几年国内一些钢铁厂如宝钢、莱芜、首钢也相继开始使用。马萨杰矿的化学成分及粒度组成列于表1、表2。

表1 马萨杰矿的化学成分(%)

TFe	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	P	烧损
56.31	6.02	2.72	0.31	0.038	9.8

表2 马萨杰矿的粒度组成(%)

$+10\text{mm}$	$7\sim10\text{mm}$	$5\sim7\text{mm}$	$3\sim5\text{mm}$	$1\sim3\text{mm}$	$-1\text{mm}$
6.32	11.94	9.33	14.65	20.03	37.73

## 3 实验室试验

### 3.1 试验原料

目前,矿烧厂使用的含铁原料有国产矿和进口矿两大部分,其中水厂粉、民产粉、大石河粉、马矿粉、伴生粉均为迁安本地所产,属于磁铁矿,其-200目粒级含量为60%~70%;进口矿粉有澳大利亚哈默斯利粉和麦克粉、巴西精矿等。试验所用原料及其化学成分列于表3。

表3 试验用原料(%)

品名	$\text{SiO}_2$	TFe	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{H}_2\text{O}$	烧损
水厂粉	4.62	67.49			6.0	-1.5
民产粉	5.74	66.50			6.0	-1.5
大石河粉	5.43	66.97			8.0	-1.5
常用澳粉	2.80	63.0			5.0	4.0
马萨杰粉	5.88	57.8			10.47	9.8
石灰石	2.1		48.12	5.23	1.0	50.0
白云石	2.28		29.65	20.29	1.0	50.0
白灰	5.47		75.13	8.23	0	10
无烟煤	Tc=75.00		Ac=20.30		2.0	

### 3.2 原料配比

试验用5%和10%的马萨杰粉替代同比例的哈默斯利粉进行平行试验(见表4)。试验中烧结矿品位按57.0%,碱度按1.90控制,通过

调整石灰石配比来调整烧结矿碱度,白煤和返矿配比保持不变。

### 3.3 试验结果及分析

烧结杯试验结果列于表5和表6。

从试验结果可看出:

表4 原料配比(%)

样号	水厂粉	民产粉	大石河粉	常用澳粉	马萨杰粉	云石	煤	白灰	返矿
0	10	20	20	20	0	2	3.6	4	20
1	10	20	20	15	5	2	3.6	4	20
2	10	20	20	10	10	2	3.6	4	20

1) 马萨杰矿亲水性较差,配加后成球性并不十分理想,但由于其 $>3\text{ mm}$ 粒级达到了42.24%,故配加后混合料粒度总体是改善的。

表5 烧结杯试验结果

样号	成品率/%	烧结时间/min	冷却时间/min	利用系数/ $t \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$	全系数/ $t \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$	燃料消耗/kg $\cdot t^{-1}$	转鼓指数/%
0	78.07	0.475	0.164	1.55	1.15	59.27	66.00
1	77.36	0.478	0.148	1.49	1.15	61.47	65.62
2	76.55	0.480	0.130	1.44	1.13	63.10	65.11

表6 烧结矿质量及其粒级组成

样号	成品矿粒度组成/%					烧结矿化学成分/%				
	+40mm	40~25mm	25~16mm	16~10mm	10~5mm	TFe	SiO <sub>2</sub>	CaO	R/倍	FeO
0	5.52	17.37	18.91	17.69	17.48	57.4	5.41	10.22	1.89	8.80
1	4.05	17.97	18.39	18.78	18.31	57.0	5.55	10.50	1.89	8.55
2	4.91	18.13	17.61	17.91	19.82	56.6	5.79	10.75	1.86	8.67

## 4 工业试验

根据实验室试验结果,结合现场生产实际,于2005年4月26日~5月2日和5月18~22

2)与配加常用澳粉相比,配加马萨杰粉后,虽然烧结时间延长,但冷却时间缩短,因此全系数变化不大。

3)配加马萨杰粉后由于其结晶水含量较高,烧结过程中脱除结晶水所消耗的热量较多,因此燃料消耗上升。其配比达到10%时,燃料消耗上升了3.83 kg/t。

4)配加马萨杰粉后,烧结矿的转鼓指数略有下降。随马萨杰粉配比提高,烧结矿中大于40 mm的粒级减少,5~10 mm粒级增多。

5)从烧结矿的化学成分来看,配加5%马萨杰粉代替常用澳粉,TFe下降约0.4%,SiO<sub>2</sub>上升0.14%。

表7 工业试验期间的原料结构(%)

马萨杰矿配比	水厂粉	民产粉	大石河粉	常用澳粉	伴生粉	马萨杰粉	麦克粉	白云石	煤	白灰	石灰石
0(基准期)	10.4	14.2	15.7	13.2	0.4	0	6.6	2.5	4.1	4	7.8
3	7.1	12.9	13.9	12	0.6	3	7	3	4.2	4	8.1
5	9.2	11.7	6.9	12	0.5	5	7	3	4.3	4	6.2

### 4.2 对生产操作的影响

由表8可知,配加3%马萨杰粉后,考虑到其结晶水含量较高,故混合料水分控制较低,燃料配比较基准期提高。虽然马萨杰矿成球性能不好,但由于其粒度粗,混合料中 $<3\text{ mm}$ 粒级仍减少了1.54%;随其配比提高到5%, $<3\text{ mm}$ 粒级较基准期减少了3.42%,(混合料水分按照

日分两个阶段组织了配加3%和5%马萨杰粉的工业试验。试验基本情况如下。

#### 4.1 试验期间的原料结构(见表7)

与基准持平控制)。

从烧结操作参数来看,配加3%马萨杰粉后,烧结负压基本上呈下降趋势,热段平均下降了0.46 kPa,冷段平均下降了0.04 kPa;废气温度则呈上升趋势,热段平均上升5.2 °C,冷段平均上升27.43 °C;配加5%马萨杰粉时主要操作参数的变化与配加3%时基本一致,热段负

压平均下降 0.19 kPa, 冷段负压平均下降 0.15 kPa; 废气温度呈上升趋势, 热段平均上升 4.33 ℃, 冷段平均上升 29.71 ℃。这与混合料粒度增粗, 以及燃料配比加大有一定的关系。

#### 4.3 对烧结矿质量的影响

试验前后烧结矿品位、强度、以及低温还原粉化性能的变化列于表 9。

表 9 烧结矿质量

马萨杰矿 配比/%	TFe /%	FeO /%	R /倍	MgO /%	CaO /%	SiO <sub>2</sub> /%	筛分 /%	返矿率 /%	转鼓 指数/%	RDI <sub>+3.15</sub> /%	RDI <sub>-0.5</sub> /%
0	57.06	6.46	1.87	2.14	10.26	5.47	7.65	17.26	86.63	65.09	6.5
3	56.82	6.37	1.86	2.10	10.40	5.58	7.70	18.50	86.60	66.72	5.93
5	56.91	6.85	1.82	2.09	10.34	5.68	7.67	17.72	86.61		

由表可知, 配加 3% 马萨杰粉后, 烧结矿品位较基准期降低了 0.24%, 考虑到碱度略有下降的影响, 烧结矿品位实际下降 0.28%, SiO<sub>2</sub> 上升了 0.11%, CaO 相应上升 0.14%; 马萨杰粉配比增至 5% 时, 烧结矿品位为 56.91%, 较试验前下降了 0.15%, 考虑碱度下降因素, 品位实际下降 0.35%。

从烧结矿强度指标来看, 配加 3% 马萨杰矿时, 转鼓强度下降 0.03%, 筛分指数略有上升, 返矿率上升了 1.24%。配加 5% 时, 转鼓强度和筛分指数与基准期相比变化不大。

配加马萨杰矿后, 还原粉化性能略有改善, 其中 RDI<sub>+3.15</sub> 提高了 1.63%, RDI<sub>-0.5</sub> 降低了 0.57%。

从烧结矿粒度组成(表 10)来看, 两个试验阶段的变化趋势基本一致, 主要是大粒级烧结矿明显减少, 小粒级增多。与基准期相比, 配加 3% 马萨杰矿时 > 40 mm 粒级减少 11.2%, 5~10 mm 粒级增加 4.1%, < 5 mm 粒级增加 1.83%; 配加 5% 时 > 40 mm 比例减少 10.13%, 5~10 mm 粒级增加 1.66%, < 5 mm 粒级增加 1.41%。这说明配加马萨杰矿对烧结矿粒度组成有不利影响。

#### 4.4 对技术经济指标的影响

从表 11 可知, 配加 3% 马萨杰矿后燃料消耗上升了 1.06 kg/t, 烧结机利用系数下降 0.046 t/(m<sup>2</sup>·h), 电耗上升 1.16 kWh/t, 点火能

表 8 烧结机的主要操作参数

马萨 杰矿 配比/%	混合料 水分 /%	<3mm 粒级 /%	热段 负压 /kPa	冷段 负压 /kPa	热段 气温 /℃	冷段 气温 /℃
0(基准期)	7.17	29.86	6.92	6.35	121.60	238.02
3	7.13	28.32	6.46	6.31	126.80	265.45
5	7.18	26.44	6.73	6.20	125.93	267.73

耗按照水煤浆消耗核算合计上升 0.36 kg/t。当马萨杰矿配比提高到 5% 时, 燃料消耗较基准期上升了 2.14 kg/t, 但由于采取了低水厚料层烧结、强化混合料制粒、提高混合料温度等措施, 利用系数与电力消耗基本保持稳定, 点火能耗的上升幅度也略有下降, 按照水煤浆消耗核算合计上升了 0.24 kg/t。

表 10 烧结矿的粒度组成(%)

马萨 杰 矿 配 比	>40mm	25~ 40mm	25~ 16mm	16~ 10mm	10~ 5mm	<5mm
0(基准期)	33.65	13.72	9.08	11.13	15.32	17.10
3	22.45	15.49	11.07	12.84	19.42	18.93
5	23.52	15.79	11.34	13.87	16.98	18.51

表 11 烧结技术经济指标

马萨杰矿 配比/%	燃料 /kg·t <sup>-1</sup>	电耗 /kWh·t <sup>-1</sup>	利用 系数/ t·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup>	浆耗 /kg·t <sup>-1</sup>	油耗(折 合浆耗) /kg·t <sup>-1</sup>
0(基准期)	51.41	32.4	1.569	6.15	0.126
3	52.35	33.56	1.523	6.67	0.067
5	53.55	32.35	1.570	6.60	0.05

注: 烧结机点火使用水煤浆和少量重油。

## 5 工业应用情况

在实验室试验和工业试验的基础上, 烧结厂从 2005 年二季度开始正式配用马萨杰矿。通过合理配矿, 其配比不断提高, 到 2005 年 10 月份, 马萨杰矿配比已达到 15%。针对马萨杰矿的特点, 生产中还采取了以下几方面的措施:

①实施低水烧结,降低混合料水分,中限由7.2%下降到7.0%。②将烧结机泥辊抬高200mm,角度降为38.6°,调整泥辊的落料点(给到六辊上)位置;将六辊的工作辊数由3~4根增加到5根,实施偏析布料。③进一步实施厚料层烧结,在逐步对烧结机台车栏板加高扩宽后,从操作上严格控制料厚在650mm以上,避免因

混合料透气性改善后,机速过快导致烧结矿强度降低。④进一步提高白灰配比至5%左右,改善混合料造球,同时确保混合料温度控制在60℃以上。

配加马萨杰矿前后的烧结生产情况如表12、13所示。

表 12 原料配比对比

时间	含铁原料配比/%									
	常用澳粉	马萨杰粉	麦克粉	西安吉拉斯粉	巴西精粉	水厂粉	大石河粉	民产粉	马矿粉	伴生粉
一季度	16.39	0	5.61	0	0	6.59	17.16	16.40	7.85	0
二季度	7.86	3.08	5.42	0.57	0.72	8.38	16.19	18.01	8.87	0.9
10月份	7.83	10.66	秘细粉 4.61		2.75	0.63	18.76	12.31	10.54	1.91

注:矿烧厂主要铁料配比之和固定为70%。

表 13 生产指标对比

时间	混合料		烧结矿化学成分/%				碱度	转鼓强度/%	返矿率/%	燃耗/kg·t <sup>-1</sup>	利用系数/t·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup>
	水分/%	<3mm/%	TFe	FeO	SiO <sub>2</sub>	CaO					
一季度	7.45	27.9	56.99	6.89	5.41	10.38	1.92	86.61	17.55	49.80	1.570
二季度	7.16	26.24	57.13	6.88	5.50	10.19	1.80	86.67	18.29	50.36	1.581

从2005年上半年的生产情况来看,配加马萨杰矿后,混合料中<3mm粒级平均下降了1.66%,这与马萨杰矿粒度较粗有一定关系。

二季度烧结矿在碱度1.85的情况下,品位完成57.13%,与一季度碱度1.92、品位56.99%相比,因增配马萨杰矿品位实际下降0.14%(考虑碱度变化因素)。在不断强化烧结操作,增加配碳的情况下,一、二季度烧结矿FeO和转鼓强度基本持平,但返矿率上升了0.74%。成品烧结矿的粒度有减小的趋势(见表14),这与工业试验结果基本吻合。也说明烧结矿实物质量在增配马萨杰矿后受到了影响。但粒度组成趋于均匀,一、二季度烧结矿平均粒径分别为16.35mm、16.01mm。

表 14 成品烧结矿的粒度组成(%)

时间	>40mm	25~40mm	25~16mm	16~10mm	10~5mm	<5mm	平均粒径
一季度	25.9	25.29	12.65	14.99	20.70	5.47	16.35
二季度	16.27	21.29	17.53	18.25	20.34	6.31	16.01
比较	-9.63	-4.0	+4.88	+3.26	-0.36	+0.84	-0.34

从技术经济指标来看,工业生产情况与试验结果基本一致,燃料消耗在环境气温有利的情况下仍然上升了0.56kg/t,点火能耗也略有上升(约0.043kg/t)。而烧结利用系数受环境气温升高的有利影响,较之一季度提高了0.011t/(m<sup>2</sup>·h)。

## 6 结 论

1)马萨杰矿铁低硅高,且结晶水含量高,在烧结生产中配加该矿不利于生产和质量稳定,但通过合理配矿,同时采取相应的强化措施,能保证烧结矿质量满足高炉需要。

2)配加马萨杰矿后,在生产操作方面应作相应调整和改进,特别是燃料配比要适当加大,以满足马萨杰粉高结晶水分解所需热量,确保烧结矿实物强度达标。

3)在我厂原料条件下,配加马萨杰矿无论替代目前使用的哪种矿石,烧结矿品位均降低,需要配加一定比例的高品位矿粉来弥补。

# 烧结圆筒混合机内置电磁衬板的设计及应用

李志全 游想琴 李玉银 刘晓明 王金龙

(邯钢集团技术中心)

**摘要** 介绍了在烧结圆筒混合机内内置电磁衬板,通过直接磁化混合料和延长混合料运动轨迹来实现强化制粒的技术。试验证明,电磁衬板对提高成球率具有较好作用。本文论述了电磁衬板的设计及开发应用效果。

**关键词** 圆筒混合机 电磁衬板 设计

## 1 前 言

烧结混合料成球率的高低是影响烧结矿产量和质量的重要因素之一。对于大多数烧结厂,圆筒混合机的工艺参数在设计时已确定,若想进一步提高制粒效果而又不至投入较大改造成本,应用简单可行的新工艺来达到提高成球率的目的,是大家所企盼的。

在烧结机内内置电磁衬板,不仅可对烧结混合料进行直接磁化,而且可以改变物料在混合机内的滚动行程,避免大多数烧结厂混合机运转过程中易产生的“泻落现象”。该电磁衬板与其它衬板相比,不仅其提高成球率的能力增大,同时其耐磨性能增强,衬板寿命也要延长2~3倍,是烧结强化制粒工艺中的创新方法,适用于中小烧结厂,特别是以磁性原料为主的烧结厂。

收稿日期:2005-08-10 联系人:李志全(056015)  
河北 邯郸 邯钢集团技术中心

## 2 电磁衬板设计思想的提出背景

前人大量研究证明,磁化烧结用水对强化混合机造球是有作用的。但多数磁化器产品却没有很好地应用于工业生产,原因在于烧结厂用水一般不纯净,导致磁化器易堵塞而废弃。而圆筒混合机内内置衬板已是成熟工艺(如加普通筋板、尼龙衬板、异型衬板等),其作用主要是防止混合机磨损,同时也兼有提高混合料成球率的作用。实践证明,各种衬板在防止混合机磨损上作用较好,但在提高混合机成球率上却不尽人意。

鉴于上述背景,笔者提出了兼顾磁化、防止磨损并可较好提高成球率的新型衬板——混合机电磁衬板。该衬板置于混合机内筒壁上,当其进入混合机物料填充区(即进入第四象限)时即通电带磁,离开混合机填充区即断电脱磁,使混合机中连续运行的混合料得到均匀磁化,从而改变物料在混合机内的滚动行程,更利于成球。

## PLANT TEST AND PRACTICE OF SINTERING WITH PROPORTION OF MESA J IRON ORE

An Gang et al.

**Abstract** The experimental test, plant test and production practice of sintering with proportion of Mesa J iron ore were conducted in sintering plant, SOUGANG MINE Co.. The results show that the grade of Mesa J iron ore is lower and the contents of SiO<sub>2</sub> and crystal water are higher, adding this ore is adverse to the sintering process indices. But the output and quality of sinter could meet the needs of BF production by the reasonable proportioning of raw material and adopting the measures to intensify sintering process.

**Keywords** Mesa J iron ore, sintering property, study, practice