



# 钒钛磁铁矿用于球团生产的工业试用实践

史虎,郭峰,房强,徐超  
(山东金岭铁矿有限公司,山东 淄博 255084)

**摘要:** 现有钒钛磁铁矿精粉价格低、铁品位较低(平均55%)、TiO<sub>2</sub>含量10%左右,具有粒度较粗、比表面积小、矿粉颗粒表面亲水性差、造球时不易成球等特点,根据存料情况,通过提高润磨预处理效果、提高生球质量、调整热态工艺控制,分3阶段进行了20 d工业试用生产。结果表明,成品球团品位明显降低(TFe为52.35%),球团SiO<sub>2</sub>含量达到7.22%,吨球煤耗由普通球团生产时的30 kg/t升至38.82 kg/t。

**关键词:** 球团;钒钛磁铁矿;粒度;生球强度;球团品位

**中图分类号:** TF046

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-4620(2018)04-0005-02

## 1 前言

喀什金岭球团公司现有一条链篦机一回转窑球团生产线,年设计生产能力60万t酸性氧化球团矿,2013年初投产,产品供应八钢、莱钢新疆公司等。近年来,新疆南疆地区普通磁铁矿粉价格上涨,采购供应紧张;另一方面,喀什周边地区钒钛磁铁矿储量丰富,价格低廉,八钢等下游厂家也希望利用钒钛球团矿的冶金性能优势,来满足其个性化护炉的需要。因此,本研究探讨利用当地廉价钒钛磁铁矿用于球团生产的可行性及效果,以期对公司多元化发展提供指导。

## 2 原料条件及配矿结构

供应喀什金岭铁矿用于生产的钒钛磁铁矿精矿主要来自相邻的克州和喀什地区的巴楚县。钒钛磁铁矿精矿整体表现为含铁品位较低(平均55%)、粒度粗细不一、TiO<sub>2</sub>含量10%左右,通过配料组合,尝试全钒钛磁铁矿用于球团生产。钒钛磁铁矿成分见表1。

表1 当地钒钛磁铁矿精矿主要成分 %

精粉名称	TFe	FeO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	TiO <sub>2</sub>	水分	-0.074 mm 比例
鑫宏	56.38	24.33	5.32	3.46	0.014	9.48	3.53	50.67
环球	55.71	25.05	6.78	3.36	0.021	10.22	5.41	88.36
众维	54.19	24.38	3.62	4.00	0.041	10.88	8.80	74.40
大有	54.89	25.31	5.43	3.95	0.014	10.34	3.62	53.53

适宜造球的混合料要求粒度-0.074 mm 比例≥70%,钒钛磁铁矿精矿具有粒度较粗、比表面积小、矿粉颗粒表面亲水性差、造球时不易成球等特点<sup>[1]</sup>。由表1可知,环球精粉和众维精粉粒度较细,搭配其他两种精矿应该满足配料需要。4种精矿粉

收稿日期:2018-06-13

作者简介:史虎,男,1974年生,1994年毕业于山西太原冶金工业学校钢铁冶炼专业。现为山东金岭铁矿有限公司新疆公司工程师,从事球团、炼铁工艺管理工作。

合计量28 012 t,环球精矿和众维精矿占比分别为10.2%和30.3%,不能满足实际配料要求。考虑到是第1次试验生产钒钛球团,试验初期混合料粒度可以满足造球要求,随着生产进行,摸索出合适的造球和焙烧参数后再进行调整。

钒钛磁铁矿的生产试用效果较好,各阶段配料比例如表2所示。

表2 钒钛磁铁矿各试用阶段配料比例 %

试用阶段	鑫宏精粉	环球精粉	众维精粉	大有精粉	返料	膨润土
第1阶段	40	23	34			2.5
第2阶段		23		67	8	2.0
第3阶段			45	45.2	8	1.8

## 3 工业试用生产实践

根据现场钒钛磁铁矿存料情况,计划进行20 d工业试用生产实践。针对钒钛磁铁矿精矿粉粒度粗、矿粉颗粒表面亲水性差、不易成球的情况,通过提高润磨预处理效果,提高成球性指数;同时,通过提高生球质量、调整热态工艺控制,保证了生产顺行。

### 3.1 提高润磨预处理效果

生产线配备的润磨机型号为Φ3.5 m × 6.2 m,正常运行时,磨后可提高混合料粒度5%左右,主要起混料作用。钒钛磁铁矿生产试用阶段,在保证混合料进入磨机不倒料的前提下,提高润磨机钢球的填充率,逐步增加钢球填充量至45~50 t,磨后混合料粒度提高8%~10%,改善了钒钛磁铁矿混合料的亲水性,提高了其成球性指数(见表3)<sup>[1]</sup>。

表3 钒钛磁铁矿各试用阶段粒度及生球强度、水分

试用阶段	磨机钢球量/t	混合料粒度(0.074 mm)/%		生球落下强度/(次·个 <sup>-1</sup> )	生球水分/%
		配比	磨后		
第1阶段	30	67.33	66.00	4.6	8.51
	35	67.33	68.74	6.0	8.73
第2阶段	40	62.60	63.65	8.4	8.20
	45	62.60	62.79	9.8	7.85
第3阶段	50	62.02	61.54	9.2	7.96

### 3.2 提高生球质量

钒钛球团矿在干燥预热过程中,爆裂温度低,破损剥落严重,且需要较高的焙烧温度。通过适当降低生球水分、缩小球径、提高生球的落下强度,可以在干燥预热过程中,提高钒钛球的爆裂温度<sup>[2]</sup>。

1)降低生球水分。生球水分决定了生球爆裂温度的高低,生球水分越高,干燥过程中生球表面和中心产生的湿度差越大,不均匀收缩产生的热应力越大,则生球的爆裂温度越低,反之亦然。在生产实践过程中,逐步将生球水分由8.5%以上降低到8%左右。

2)适当缩小生球直径。生球的落下强度与生球直径的平方成反比,同等条件下,生球直径越小,则其落下强度越高;同时随着球径的缩小,干燥过程中生球表面和中心产生的热应力减小,可减少爆裂,缩短干燥预热时间,预热焙烧时,干球能充分氧化,缩短焙烧时间。生产线原来的粒级组成8~16 mm占85%左右,钒钛球团矿生产调整为8~12 mm占比85%以上。

3)调整造球盘转速变频。造球时间对生球质量有明显的影 响,生球的落下强度随着造球时间的延长而增加。生产线有4台直径6 m的圆盘造球机,正常生产时3用1备,试验生产第2阶段,4台造球盘同时运行,在不改变其倾角的情况下,调速变频由原来的29 Hz逐步调整为25 Hz,在膨润土配比同比不变和略有减少的情况下,生球落下强度提高到8~10次/个。

### 3.3 调整热态工艺控制

链篦机—回转窑是联合机组,包括链篦机、回转窑、环冷机及附属设备,其特点是干燥预热、焙烧、冷却分别在3台不同的设备上进行。生球在链篦机上利用从回转窑窑尾和环冷机二段出来的热废气进行干燥和预热,热能利用率较高。钒钛球团矿的干燥预热、焙烧过程具有预热焙烧时间长、焙烧温度较高、吨球能耗高等特点,成品球团矿抗压强度同比普通氧化球团矿低<sup>[3]</sup>。

通过减少生球在篦床上的料层厚度、适当降低机速、调整链篦机3段温度控制,使生球在干燥预热过程中阶梯状升温更加平缓,减少了干球的破损和爆裂。同时提高回转窑的窑内温度,调整环冷机各段的鼓风量及温度控制。

通过以上措施,减少了钒钛球团预热球表面出现裂纹的比例,提高了其抗压强度。通过对预热球进行化验分析,表面出现裂纹的占5%左右,其抗压强度平均为520 N/个,与生产的普通球团强度基本相同(见表4、表5)。钒钛球团矿的成品球抗压强

度略有下降(见表6)。

表4 链篦机热态工艺操作参数对比

球团产品	料层厚度/mm	机速/(m·min <sup>-1</sup> )	温度/℃			预热球强度/(N·个 <sup>-1</sup> )
			抽干一段	抽干二段	预热段	
普通球团	140	1.6	360	790	920	530
钒钛球团	120	1.4	320	700	1 020	520

表5 回转窑、环冷机等热态工艺操作参数对比

球团产品	回转窑		环冷机温度/℃			液偶转速/(r·min <sup>-1</sup> )	
	窑速频率/Hz	窑头温度/℃	一段	二段	三段	主抽风机	循环风机
普通球团	35	950	980	820	150	740	708
钒钛球团	30	1 000	1 020	780	150	780	670

表6 成品球团成分及指标

球团产品	TFe/%	FeO/%	SiO <sub>2</sub> /%	TiO <sub>2</sub> /%	抗压强度/(N·个 <sup>-1</sup> )
普通球团	61.29	1.01	5.23		2 726
钒钛球团	53.32	1.13	6.42	10.32	2 412

## 4 结 语

喀什金岭球团公司全部采用钒钛磁铁精矿生产球团矿时,通过增加混合料中膨润土的配比,造球时成球率和生球落下强度有所提高,同时能提高干燥预热时的爆裂温度。生产试用第1阶段,膨润土配比为2.5%(普球生产时为1.6%),生球成球率较高,但造球时雾化水用量较大,在倒运至链篦机篦床时容易变形粘连。成品球团中SiO<sub>2</sub>含量达到7.22%,TFe为52.35%,品位降低明显。随后在采取相应措施保证生球质量的前提下,逐步降低膨润土配加量至1.8%。

自第2阶段开始,经过热态工艺参数摸索调整,钒钛球团矿产量逐步提高到85 t/h并稳定下来,吨球煤耗38.82 kg/t(普球生产时为30 kg/t)。

下一步在保持钒钛球团矿产品质量的同时,进行提产降耗方面的尝试。

由于钒钛球团矿生产实践周期较短(20 d),同时减少了膨润土配比,控制SiO<sub>2</sub>含量在7%以内,回转窑内结圈现象不严重,高温段结圈厚度约为130 mm。随着产能增加,入窑粉末量增加,回转窑内温度维持较高的情况下,如何减缓窑内结圈也应作为下一步的攻关课题。

### 参考文献:

- [1] 张永康. 钒钛磁铁矿氧化球团提质降耗的研究与实践[D]. 长沙:中南大学,2014:17-22.
- [2] 田仕友. 酒钢钒钛球团矿工业生产实践[J]. 甘肃冶金,2017,39(3):78-81.
- [3] 张林泉,袁晓丽,彭波,等. 提高全钒钛球团矿产量试验研究与生产实践[C]//第七届中国钢铁年会论文集. 北京:冶金工业出版社,2009:259-262.

(下转第9页)

外扑为适宜,火焰呈黄白亮色,此时点火质量达到最佳,料层表面过融现象得到改善,烧结成矿率指标达到历史最好水平。经改造后半年多的实践,助燃空气、转炉煤气适宜的体积比例为(1.3~1.5):1。改造前后点火炉性能参数对比见表2。

表2 改造前后点火性能参数对比

点火性能参数	高炉煤气点火	转炉煤气点火
点火保温时间/min	1.0~1.5	1.0~1.5
点火炉膛面积/m <sup>2</sup>	6.6	6.6
点火温度/℃	1 050~1 080	1 100~1 150
点火煤气温度/℃	150~200	30~40(无预热)
助燃空气预热后温度/℃	200~300	常温(无预热)
煤气压力/kPa	7~12	8~11
空气流量/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	8 957	8 225
煤气流量/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	9 701	5 527
空煤比	(0.9~1.0):1	(1.3~1.5):1

### 4.3 改造效果

烧结系统由高炉煤气点火改为转炉煤气点火后,点火温度明显提高,台车料面呈深褐色,表面生料减少,自返矿比例降低。改造前后烧结系统主要参数及经济技术指标对比见表3。

改造后烧结机利用系数提高0.05 t/(m<sup>2</sup>·h),成矿率提高2.6%,固体燃料消耗降低1.5 kg/t,电耗降低1.0 kWh/t,转炉煤气单耗约20 m<sup>3</sup>/t。同时,烧结

表3 改造前后主要参数及经济技术指标对比

点火燃料	利用系数/ (t·m <sup>2</sup> ·h <sup>-1</sup> )	成矿 率/%	煤气单耗/ (m <sup>3</sup> ·t <sup>-1</sup> )	固体燃料单 耗/(kg·t <sup>-1</sup> )	电耗/ (kWh·t <sup>-1</sup> )
高炉煤气	1.61	81.58	62.8	49.06	36.93
转炉煤气	1.66	84.18	20.2	47.56	35.93
对比	0.05	2.60	-42.6	-1.50	-1.00

矿转鼓强度及粒度分级得到改善,有利于高炉的稳定顺行;平衡了各种煤气的使用,减少了总煤气排放量,环保效益显著。

## 5 结 语

转炉煤气烧节点火工艺在石横特钢3#烧结系统应用4 a以来,通过在烧节点火器前端煤气管道增加稳压阀和流量调节阀,始终保证转炉煤气压力稳定在8~11 kPa;通过采取低负压点火、厚料层烧结、优化操作制度等技术措施,降低了转炉煤气点火消耗。转炉煤气点火工艺趋于成熟,烧结系统运行稳定,技术经济指标明显提升,经济效益显著。

### 参考文献:

- [1] 任贵义.炼铁学(上)[M].北京:冶金工业出版社,1996.
- [2] 王悦祥.烧结原理与工艺[M].北京:中国工人出版社,2006.
- [3] 薛俊虎.烧结生产技能知识问答[M].北京:冶金工业出版社,2003.

## Reconstruction and Production Practice of Sintering Ignition Process with Converter Gas

SUN Dong, GAO Jianan, TANG Bin

(The Ironmaking Plant of Shiheng Special Steel Group Co., Ltd., Feicheng 271612, China)

**Abstract:** By modifying the igniter and converter gas pipe network equipment, the optimum control parameters were determined, such as the air-gas ratio, the ignition temperature, the ignition time, the ignition negative pressure, for the sintering ignition, the blast furnace gas replaced by converter gas is realized in Shiheng Special Steel. The gas consumption is reduced by using the technical measures such as stabilizing the calorific value and pressure of converter gas, igniting with low negative pressure and sintering thick material layer. After reconstruction, the utilization coefficient of the sintering machine is increased by 0.05 t/(m<sup>2</sup>·h), the ore-forming rate is increased by 2.6%, the consumption of solid fuel is reduced by 1.5 kg/t, the electricity consumption is reduced by 1.0 kWh/t, and the unit consumption of converter gas is about 20 m<sup>3</sup>/t.

**Key words:** sintering ignition; converter gas; igniter; low negative pressure; air-gas ratio

(上接第6页)

## Industrial Trial Practice of Pellet Production with Vanadium Titanium Magnetite

SHI Hu, GUO Feng, FANG Qiang, XU Chao

(Shandong Jinling Iron Ore Co., Ltd., Zibo 255084, China)

**Abstract:** The existing vanadium and titanium magnetite concentrate powder is low in price, low in iron grade (55%) and 10% in TiO<sub>2</sub>. It has the characteristics of coarse grain size, small specific surface area, poor surface hydrophilicity of mineral powder, and difficult to build ball when making ball. According to the situation of storage, by improving the pretreatment effect of damping, improving the quality of raw balls and adjusting hot state process control, the industrial trial production was carried out in three stages for 20 days. The results showed that the grade of the finished pellets is obviously reduced (TFe 52.35%), the SiO<sub>2</sub> content of pellet is 7.22%, and the coal consumption of the ton ball is increased to 38.82 kg/t from 30 kg/t in the ordinary pellet production.

**Key words:** pellet; vanadium titanium magnetite concentrate; particle size; pellet strength; pellet grade