包钢265 m^2 烧结机配加褐铁矿的生产实践

赵 欣,雷 霆

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章主要阐述了包钢265 m^2 烧结机配加褐铁矿的生产实践。结果表明:烧结分别配加10.44%、17.30%、26.28%的褐铁矿,与基准期相比,烧结矿品位下降,平均粒径变差,而利用系数、固体燃耗和烧结矿冶金性能均改善,烧结矿转鼓强度维持原有水平。

关键词: 褐铁矿;赤铁矿;磁铁矿;同化性

中图分类号: TF046.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)06-0022-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.06.007

Production Practices on Adding Limonite into 265 m^2 Sintering Machine of Baotou Steel

Zhao Xin, Lei Ting

(*Iron-making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, the production practices on adding limonite into 265 m^2 sintering machine of Baotou Steel are mainly elaborated. The results showed that the grade of sinter was decreased and average grain size was poorer, while the utilization coefficient, solid fuel consumption and metallurgical properties of sinter were all improved compared with the reference period by adding 10.44%, 17.30% and 26.28% of limonite respectively in sintering so that the tumbler strength of sinter remained at the original level.

Key words: limonite; hematite; magnetite; assimilability

包钢烧结生产用含铁原料配置模式是以自产白云鄂博铁矿为主,搭配一定比例进口粉矿。但是,面对当前竞争激烈的钢铁市场及"微利",不得不采取低成本生产的有效途径,也就是从原料采购抓起,降低烧结矿的生产成本。为此,包钢在稳定烧结矿质量的前提下,加大了褐铁矿的使用比例,最大限度降低烧结矿生产成本,为提升包钢钢铁产品竞争力打下牢固的基础。褐铁矿是含10%结晶水的赤铁矿,其化学式为 $mFe_2O_3 \cdot H_2O$,疏松多孔,堆密度小,在烧结过程中结晶水分解导致更多空隙的形成,烧损大,收缩率大,烧结速度慢,利用系数低,烧结矿组织疏松,成品率低及燃耗高,属难烧矿。包钢为保证烧结矿产、质量,在充分了解褐铁矿烧结性能及其对烧结过程影响的基础上,通过采取系列技术措施,较好地实现了褐铁矿烧结生产应用。

1 进口含铁原料化学成分和粒度组成

包钢烧结目前用含铁原料主要有自产白云鄂博铁精矿(简称"矿A"),两种进口矿粉(分别称"矿B"和"矿C"),以及褐铁矿。褐铁矿、矿B和矿C的化学成分和粒度组成见表1和表2。

收稿日期: 2018-03-01

作者简介: 赵 欣(1982-),男,内蒙古土默特左旗人,工程师,现从事炼铁烧结技术工作。

中国知网 https://www.cnki.net

表 1　化学成分(质量分数)　%

铁矿	TFe	FeO	CaO	SiO_2	MgO	P	S	Al_2O_3	I_g
褐铁矿	57.20	<0.5	0.057	6.70	0.107	0.079	0.055	2.86	7.27
矿 B	60.67	<0.5	0.073	4.55	0.071	0.100	0.026	2.31	5.32
矿 C	61.92	13.74	0.795	10.21	0.538	0.051	0.018	0.71	0.54

从表 1 可知,与矿 B 相比,褐铁矿品位低,SiO_2 含量(含量为质量分数,下同)高,烧损高。矿 C 的特点是高硅、低磷、低硫、低铝、低烧损。

对于包钢烧结生产而言,一是烧结精粉率高,二是矿 A 中 SiO_2 含量非常低(1.0% ~1.5%),烧结配加进口粉矿除了弥补铁料和烧结矿 SiO_2 含量的不足外,主要作用是进口粉矿为赤铁矿(如矿 B),同化能力强,液相生产力高,按照合理配矿的原则,磁精矿搭配赤铁矿可以改善烧结过程中矿化反应能力,有利于铁酸钙的生成,以保证烧结矿获得好的产、质量指标[1]。而褐铁矿更适合于包钢这种铁料结构模式。

表 2　粒度组成(质量分数)　%

铁矿	>10 mm	10~7 mm	7~5 mm	5~3 mm	3~1 mm	<1 mm	<3 mm
褐铁矿	12.32	18.04	15.09	15.71	19.92	18.93	38.85
矿 B	4.29	4.95	11.42	9.60	23.64	46.10	69.74
矿 C	3.86	5.63	4.75	5.72	9.82	70.22	80.04

由表 2 可知,褐铁矿小于 1 mm 粒级占比为 18.93%,较矿 B 低 27.17 个百分点,较矿 C 低 51.29 个百分点;褐铁矿小于 3 mm 粒级占比为 38.85%,较矿 B 低 30.89 个百分点,较矿 C 低 41.19 个百分点。由此可见,褐铁矿粒度相对较粗,粒度大于 1 mm 质量分数在 80% 以上。

烧结混合料粒子一般是由核颗粒和黏附细粒组成,称为“准颗粒”。一般而言,小于 0.25 mm 颗粒为黏附粉,大于 1 mm 为核颗粒(控制在 1.00 ~3.15 mm 较为理想),而 0.25 ~1.00 mm 为中间颗粒,难于制粒。褐铁矿粒度粗,黏附粉少,需要与黏附粉含量高的铁矿粉搭配使用。对于包钢烧结的铁料结构,由于铁精矿比例高,混合料中黏附粉多,缺少的是核颗粒,烧结配加褐铁矿后,1.00 ~3.15 mm 较为理想的核颗粒数量减少,会影响烧结混合料的制粒效果。

2　褐铁矿的使用方案

褐铁矿配比制定了 3 个方案,分别为 10%、15% 和 25%,为保证烧结矿 SiO_2 含量控制在同一水平,3 个方案中矿 A、矿 B 和矿 C 的配比也进行了相应的调整。铁料配置方案见表 3。

表 3　铁料配置方案

名称	铁料配比(质量分数)/%			
	褐铁矿	矿 A	矿 B	矿 C
基准期	0	58.66	22.17	19.16
方案 1	10.44	63.09	13.53	12.94
方案 2	17.30	63.91	5.76	13.02
方案 3	26.28	58.41	6.42	8.89

由表 3 可知,方案 1 和方案 2 在提高褐铁矿配比的同时,还适当提高矿 A 的配比,矿 B 和矿 C 的配比降低。当方案 2 中褐铁矿配比提高至 17.3% 时,矿 B 配比降低幅度较大,由基准期的 22.17% 降低在 5.76%。方案 3 褐铁矿配比提高至 26.28%,接近铁料占比的 30%,但矿 A 又调整至基准期的水平,矿 B 基本维持方案 2 的水平,矿 C 配比大幅度下降,由基准期的 19.16% 降低至 8.89%。

工业试验期间,工艺参数以及烧结矿质量的控制:料层厚度 700 mm,点火温度(1 100 ±50) ℃,烧结负压 13.5 kPa;烧结矿碱度控制为 1.97 ±0.06,烧结矿平均粒度不小于 15.4 mm,烧结矿转鼓强度不小于 76.5%。

中国知网　https://www.cnki.net

3 结果及分析

3.1 烧结工艺参数及主要技术指标的变化

不同配矿方案烧结工艺参数及主要技术指标见表4。

表4 烧结工艺参数及技术指标

名称	机速 /(m·min^{-1})	主管负压 /kPa	台时产量 /(t·h^{-1})	利用系数 /(t·m^{-2}·h^{-1})	固体燃耗 /(kg·t^{-1})
基准期	2.11	14.06	323.63	1.221	59.79
方案1	2.12	14.11	331.86	1.252	60.31
方案2	2.08	14.27	329.08	1.242	56.60
方案3	2.10	14.44	328.16	1.239	57.04

根据表4中数据，与基准期相比：方案1褐铁矿配比为10.44%，利用系数提高2.5%，燃耗略有增加，增加了0.52 kg/t；方案2褐铁矿配比为17.3%，利用系数提高1.7%，燃耗降低幅度较大，降低了3.19 kg/t；方案3褐铁矿配比为26.28%，利用系数提高1.5%，燃耗降低幅度较大，降低了2.75 kg/t；也就是说，随着褐铁矿配比的增加，机速没有变化的条件下，除主管负压呈升高趋势外，利用系数和燃耗指标均好于基准期。

3.2 烧结矿质量指标的变化

配加褐铁矿后烧结矿化学成分、转鼓强度及粒度组成见表5。

表5 烧结工艺参数及技术指标

名称	烧结矿化学成分(质量分数)/%				烧结矿 R	烧结矿转鼓指数 /%	烧结矿粒度组成(质量分数)/%					烧结矿平均粒径 /mm
	TFe	FeO	SiO_2	MgO			>40 mm	40~25 mm	25~10 mm	10~5 mm	<5 mm	
基准期	57.60	9.71	4.84	2.21	1.97	77.11	2.53	11.12	41.58	41.60	3.17	15.36
方案1	57.41	9.68	4.85	2.23	1.97	77.11	2.22	9.68	41.59	43.30	3.16	14.86
方案2	57.28	9.80	4.85	2.23	1.97	77.11	2.12	11.52	41.47	41.72	3.33	15.28
方案3	57.25	9.92	4.82	2.20	1.98	77.23	1.76	11.62	41.99	41.60	3.03	15.20

由表5可知，随着褐铁矿配比的增加，烧结矿品位呈降低趋势，褐铁矿配比为10.44%，烧结矿品位降低0.19个百分点；提高至26.28%时，品位降低0.35个百分点；烧结矿FeO含量呈升高趋势，转鼓强度无变化。烧结矿粒度组成有波动，-5 mm粒级占比在褐铁矿配比为10.44%时无变化；在褐铁矿配比为17.3%时升高至3.33%，较基准期增加0.16个百分点；在褐铁矿配比为26.28%时又下降至3.03%，较基准期降低0.14个百分点；但烧结矿平均粒径均低于基准期，即烧结矿在配加褐铁矿后有变差的趋势。

C. E. LOO分析了配加褐铁矿后影响烧结矿FeO含量的系列因素[2]：①矿物还原性改善，故磁铁矿含量提高，从而提高烧结矿FeO含量；②同化性提高，熔相中碱度下降，$w(Fe^{3+})/w(Fe^{2+})$比值下降，从而提高烧结矿FeO含量；③火焰前锋速度加快、热容降低，使冷却速度提高，减少了磁铁矿向赤铁矿的再氧化，从而提高烧结矿FeO含量。

3.3 烧结矿冶金性能的变化

配加褐铁矿后烧结矿冶金性能指标见表6。

中国知网 https://www.cnki.net

表 6　烧结矿冶金性能

名称	RI /%	$RDI_{(+3.15\ mm)}$ /%	软熔性能/℃						
			T_4	T_{10}	T_{40}	$T_{40}-T_4$	T_s	T_d	T_d-T_s
基准期	68.95	76.55	1 083	1 130	1 251	167	1 239	1 492	253
方案 1	65.90	77.50	1 123	1 166	1 269	146	1 265	1 472	206
方案 2	73.95	76.20	1 129	1 165	1 273	144	1 268	1 523	255
方案 3	72.10	77.10	1 102	1 144	1 262	160	1 265	1 502	237

据资料[2]，褐铁矿有利于改善烧结矿的还原性（RI）已被广泛认可，但对低温粉化性能（RDI）的影响而言，结论并不一致。因为影响冶金性能的因素自身在配加褐铁矿后就可能有多种变化。从表 6 可以看出，配加褐铁矿后，烧结矿还原性指标是随着褐铁矿配比的增加而呈现改善的趋势，低温还原粉化指数略有改善，软化温度（T_4、T_{10}、T_{40}）均高于基准期，软化区间和熔融区间也略低于基准期，也就是在包钢铁料条件下，配加褐铁矿有利于改善烧结矿冶金性能。

4　结论

（1）对于包钢烧结以自产铁精矿为主要含铁原料的条件下，且该铁精矿同化性较差，与同化性好的褐铁矿搭配既达到降低烧结矿生产成本的目的，同时还有利于改善包钢高精粉烧结料层透气性，改善烧结过程中矿化反应能力，有利于铁酸钙的生成。

（2）在包钢目前铁料结构条件下，配加褐铁矿后，除烧结矿品位和平均粒径有变差的趋势外，烧结利用系数、固体燃耗以及烧结矿的冶金性能（RI、$RDI_{+3.15\ mm}$、软熔性能）均有改善，烧结矿转鼓强度维持原有水平。

参　考　文　献

[1] 陈付振，孙俊波. 国内褐铁矿烧结技术发展现状及影响因素分析[J]. 鞍钢技术，2015，(4)：8－12.

[2] C. E. LOO. A Perspective of Goethitic Ore Sintering Fundamentals [J]. ISIJ. International，2005，45(4)：436－448.

（上接第 14 页）

由表 8 可知，与烧结 84.02% 精矿率高炉冶炼相比，高炉使用全精矿烧结的烧结矿冶炼期间，高炉主要指标有恶化的趋势，主要表现在：①高炉受风能力变差，高炉风量减小 112 m³/min，透气性指数下降 0.104；②煤气利用升高 3.66 个百分点，煤比下降 4.92 kg/t；③高炉中心气流不足，风温下降22 ℃；④渣比有升高趋势，炉渣碱度也升高 0.04；⑤高炉调整频繁，炉缸不活跃。

4　结论

（1）由于包钢自产白云鄂博铁精矿的特殊性，其在铁料中占比为 85% 的全精矿烧结期间，主要表现是，混合料粒度组成变差，烧结固体燃耗指标升高 6.5 kg/t，导致烧结矿 FeO 含量升高。

（2）实施全精矿烧结期间，为保证料层透气性，采取提高混合料料温、改善混合料制粒效果，调整布料纵向偏析以及调整松料器角度等措施，使烧结利用系数维持在原有水平。

（3）实施全精矿烧结期间，通过提高燃料消耗、提高烧结矿 SiO_2 含量、提高烧结碱度等措施，以保证烧结矿强度指标维持原有水平，试验结果表明，烧结矿强度较实施前降低 0.15 个百分点。

参　考　文　献

[1] 林东鲁，李春龙，邬虎林. 白云鄂博特殊矿采选冶工艺技术攻关与技术进步[M]. 北京：冶金工业出版社，2007.

[2] 周取定，孔令坛. 铁矿石造块理论及工艺[M]. 北京：冶金工业出版社. 1989.

中国知网　https://www.cnki.net