

包钢烧结工艺配加蒙古粉矿生产实践

李涛, 邱金厚, 赵长奕

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂, 内蒙古 包头 014010)

摘要: 文章从蒙古粉矿化学成分、粒度组成、烧结基础特性以及生产应用后工艺参数调整等方面开展研究。研究表明, 使用7%蒙古粉矿同比例替代麦克粉矿, 烧结料层透气性变差, 利用系数降低 $0.001 \text{ t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 固体燃料升高 $0.83 \text{ kg}/\text{t}$, 转鼓强度降低0.63个百分点, 平均粒径降低 0.05 mm , 成品烧结矿中 $5 \sim 10 \text{ mm}$ 粒级占比减少0.12个百分点, 直接材料成本降低 $8.15 \text{ 元}/\text{t}$ 。通过提高混合料水分0.1个百分点, 提高燃料配比0.2个百分点, 可保持烧结过程处于稳定状态。

关键词: 烧结; 蒙古粉矿; 生产实践

中图分类号: TF046.4

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2025)01-0020-04

Production Practices on Adding Mongolian Powder Ore in Sintering Process of Baotou Steel

Li Tao, Qiu Jinhou, Zhao Changyi

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

Abstract: In this paper, the research is carried out from such aspects as chemical composition, size composition, basic sintering characteristics and process parameters adjustment after production applications of Mongolian powder ore. The research results showed that the air permeability of sinter bed became worse, utilization coefficient was decreased by $0.001 \text{ t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, solid fuel consumption was increased by $0.83 \text{ kg}/\text{t}$, drum strength was decreased by 0.63 percentage point, average particle size was decreased by 0.05 mm , proportion of particle size of $5 \sim 10 \text{ mm}$ in finished sinter was decreased by 0.12 percentage point and direct material cost was decreased by CNY 8.15 Yuan/t when 7% Mongolian powder ore was used to replace the same proportion of Mac powder ore. The sintering process could maintain stable state by increasing moisture of mixture by 0.1 percentage point and fuel proportion by 0.2 percentage point.

Key words: sintering; Mongolian powder ore; production practices

随着麦克粉矿价格不断上涨, 钢铁企业的成本压力越来越大, 如何在满足精料方针的前提下优化原料结构变得尤为重要。蒙古铁矿粉作为包钢的战略资源, 较麦克粉矿在价格上具备较大优势, 若能在保证

烧结矿各项指标的前提下合理使用, 可有效降低烧结配矿成本。本文在白云鄂博铁精矿配比保持不变的条件, 用一定比例的蒙古粉矿替代麦克粉矿进行试验, 综合评价对烧结矿质量指标和冶金性能的影响,

为包钢烧结合理利用蒙古粉矿提供理论依据。

1 蒙古粉矿物化指标

炼铁厂烧结一部用铁料有白云鄂博铁精矿、麦

克粉矿、FMG 混合粉矿等;熔剂有石灰石、生石灰、白云石以及蛇纹石;燃料为焦粉。含铁原料化学成分见表 1,燃料工业分析见表 2。

表 1 含铁原料化学成分及烧损(质量分数)

名称	TFe	FeO	CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	P	S	K ₂ O	Na ₂ O	F	I _g
白云鄂博铁精矿	66.66	29.28	0.85	2.48	0.83	0.11	0.051	0.88	0.080	0.102	0.035	1.73
麦克粉矿	59.37	<0.50	0.18	5.24	0.16	2.00	0.083	0.032	0.019	0.022		5.21
FMG 混合粉矿	58.07	<0.50	0.17	5.53	0.17	2.34	0.066	0.035	0.025	0.032		7.25
蒙古粉矿	59.58	21.63	1.49	6.09	4.17	1.49	<0.05	0.32	0.105	0.025	0.182	2.24

由表 1 可以看出,蒙古粉矿 $\omega(\text{TFe})/\omega(\text{FeO}) = 59.58/21.63 = 2.75 < 3.5$, 所以该蒙古粉矿为磁铁矿,铁品位为 59.58%,高于麦克粉矿与 FMG 混合粉矿,MgO、CaO 和 SiO₂ 含量较高,P 含量和烧损低。从化学成分上看,蒙古粉矿的化学成分可以满足烧结工艺的生产要求。蒙古粉矿替代麦克粉矿后,预测烧结矿 P 和 Al₂O₃ 含量降低,为平衡烧结矿 SiO₂ 含量与 MgO 含量,调 SiO₂ 熔剂、调镁熔剂配比降低。

表 2 燃料工业分析(质量分数)

名称	F _{cd}	A _d	V _{daf}	S _{t,d}	M _t
焦粉	85.28	13.41	1.52	0.90	2.85

烧结一部使用燃料为焦粉,该焦粉经原料作业部破碎后,<3 mm 粒级占比为 83% 左右。

2 基础特性

为了进一步摸清蒙古粉矿对烧结矿以及烧结过程的影响,对蒙古粉矿的同化性和液相流动性进行了分析。

通过最低同化温度判断铁矿石同化性的优劣,最低同化温度越高,同化性越差;最低同化温度越低,同化性越好^[1-2]。

液相流动性指铁矿石在烧结过程中与 CaO 反应生成液相的流动能力,焙烧温度为 1 280 ℃,碱度为 4.0,计算液相流动性指数,即烧结小饼流动后面积与原始面积的比值。

蒙古粉矿及其他含铁原料的烧结基础特性试验结果见表 3。

表 3 烧结基础特性指标

名称	同化性温度/℃	液相流动性指数/%
白云鄂博铁精矿	>1 300	0
麦克粉矿	1 205	0.59
FMG 混合粉矿	1 200	1.1
蒙古粉矿	1 280	0

由表 3 可以看出,蒙古粉矿的同化温度为 1 280 ℃,高于麦克粉矿与 FMG 混合粉矿,低于白云鄂博铁精矿。由此判断,蒙古粉矿的同化性劣于麦克粉矿与 FMG 混合粉矿,优于白云鄂博铁精矿。

麦克粉矿与 FMG 混合粉矿的液相流动性指数分别为 0.59% 与 1.1%,而蒙古粉矿与白云鄂博铁精矿的液相流动性指数为 0。由此判断,蒙古粉矿的液相流动性劣于麦克粉与 FMG 混合粉。

3 生产实践

3.1 铁料配置情况

铁料配置方案基准期采用“42% 白云鄂博铁精矿 + 43% 麦克粉矿 + 15% FMG 混合粉矿”,试验期使用 7% 的蒙古粉矿同比例替代麦克粉矿,烧结铁料配置见表 4。

表 4 烧结铁料配置(质量分数)

阶段	白云鄂博铁精矿	麦克粉矿	FMG 混合粉矿	蒙古粉矿
基准期	42	43	15	0
试验期	42	36	15	7

3.2 含铁料粒度组成

试验用含铁料粒度组成见表 5。

表 5 含铁料粒度组成(质量分数) %

名称	<1 mm	1~3 mm	3~5 mm	>5 mm
麦克粉矿	35.21	17.89	16.31	30.59
FMG 混合粉矿	30.55	20.88	17.57	31.00
蒙古粉矿	41.22	31.29	10.21	17.28

由表 5 可以看出,与麦克粉矿和 FMG 混合粉矿相比较,蒙古粉矿粒度相对较小,>5 mm 粒级占比比麦克粉矿低 13.31 个百分点,比 FMG 混合粉矿低

13.72 个百分点;3~5 mm 粒级占比比麦克粉矿低 6.10 个百分点,比 FMG 混合粉矿低 7.36 个百分点;1~3 mm 粒级占比比麦克粉矿高 13.40 个百分点,比 FMG 混合粉矿高 10.41 个百分点;<1 mm 粒级占比比麦克粉矿高 6.01 个百分点,比 FMG 混合粉矿高 10.67 个百分点。

3.3 烧结矿化学成分

配加蒙古粉矿后烧结矿化学成分见表 6。

表 6 烧结矿化学成分及碱度

阶段	化学成分(质量分数)/%								碱度
	TFe	FeO	CaO	SiO ₂	F	S	MgO	P	
基准期	56.00	9.19	10.69	5.15	0.118	0.028	2.12	0.068	2.04
试验期	55.83	9.26	10.79	5.14	0.116	0.031	2.12	0.070	2.07

由表 6 可以看出,配加蒙古粉矿后,烧结矿铁品位降低 0.17 个百分点,FeO 含量稍有升高,升高值为 0.07 个百分点,S 含量升高 0.03 个百分点。受碱度中值调整影响,烧结矿碱度升高 0.03,CaO 含

量升高 0.1 个百分点,其他成分变化不大。

3.4 工艺参数

配加蒙古粉矿后烧结工艺参数见表 7。

表 7 烧结工艺参数

阶段	料层厚度/mm	机速/(m·min ⁻¹)	主管负压/kPa	主管温度/℃	终点温度/℃
基准期	701	2.00	11.45	134	367
试验期	703	2.00	11.00	139	382

由表 7 可以看出,配加蒙古粉矿后,料层厚度、机速变化不大,烧结过程负压呈降低趋势,主管负压试验期均值较基准期降低 0.45 kPa。主管负压降低主要原因为蒙古粉矿粒度小,替代麦克粉矿后混合料粒度组成变差。为提高烧结过程的垂速,满足产量要求,适当提高混合料水分与燃料配比,混合料水

分由 6.7% 提高至 6.8%,提高幅度为 0.1 个百分点;燃料配比由 3.5% 提高至 3.7%,提高幅度为 0.2 个百分点。

3.5 经济技术指标

配加蒙古粉矿后烧结经济技术指标见表 8。

表 8 烧结经济技术指标

阶段	台时产量 /(t·h ⁻¹)	利用系数 /(t·m ⁻² ·h ⁻¹)	固体燃耗 /(kg·t ⁻¹)	转鼓强度 (+6.3 mm)/%	平均粒径 /mm	5~10 mm 粒级 占比/%
基准期	323.88	1.222	47.24	79.75	21.72	24.18
试验期	323.68	1.221	48.07	79.12	21.67	24.06
差值	-0.20	-0.001	0.83	-0.63	-0.05	-0.12

由表 8 可以看出,配加蒙古粉矿后,与基准期相比,烧结利用系数降低 0.001 t/(m²·h),固体燃耗

升高 0.83 kg/t,转鼓强度降低 0.63 个百分点,平均粒径降低 0.05 mm,成品烧结矿中 5~10 mm 粒级占

比减少 0.12 个百分点。

烧结矿冶金性能检测结果见表 9。

3.6 烧结矿冶金性能

表 9 烧结矿冶金性能

阶段	RI /%	RDI _{+3.15 mm} /%	软融性能							
			$T_4/^\circ\text{C}$	$T_{10}/^\circ\text{C}$	$T_{40}/^\circ\text{C}$	$T_{40} - T_4/^\circ\text{C}$	$T_S/^\circ\text{C}$	$T_D/^\circ\text{C}$	$T_D - T_S/^\circ\text{C}$	$\Delta P_{\max}/\text{Pa}$
基准期	79.2	64.6	1 095	1 130	1 249	154	1 528	1 293	235	12 534
试验期	80.3	64.9	1 099	1 137	1 244	145	1 539	1 295	244	13 002

由表 9 可以看出,与基准期相比,蒙古粉矿替代麦克粉矿后,烧结矿还原度提高 1.1 个百分点,低温还原粉化指数没有明显变化, T_4 、 T_{10} 、 T_S 、 T_D 均呈升高的趋势,熔融区间降低 9°C ,滴落区间升高 9°C 。

3.7 烧结矿直接材料成本测算

测算配加蒙古粉矿后烧结直接材料成本。烧结铁料与燃料单价如下:白云鄂博铁精矿为 549.19 元/t,麦克粉矿为 852.00 元/t,FMG 混合粉矿为 703.00 元/t,蒙古粉矿为 784.95 元/t,焦粉为 785.66 元/t。因熔剂成本受碱度调整影响,以上直接材料成本测算不考虑熔剂成本变化。烧结矿成本测算结果见表 10。

表 10 烧结矿直接材料成本 元/t

阶段	铁料成本	燃料成本	合计
基准期	553.00	37.11	590.11
试验期	544.19	37.77	581.96
差值	-8.81	0.66	-8.15

由表 10 可以看出,使用 7% 蒙古粉矿替代麦克粉矿,铁料成本降低 8.81 元/t,固体燃料升高造成燃料成本升高 0.66 元/t,不考虑铁料结构变化后带来的熔剂成本变化,蒙古粉矿替代麦克粉矿后,烧结矿直接材料成本降低 8.15 元/t。

4 结论

(1) 蒙古粉矿为磁铁矿,与麦克粉矿、FMG 混合粉矿比较,具有铁品位高, MgO 、 CaO 和 SiO_2 含量较高, P 含量和烧损低等特点,同化性与液相流动性均劣于麦克粉矿。

(2) 利用 7% 蒙古粉矿同比例替代麦克粉矿,混合料粒度组成变差,烧结过程透气性恶化,烧结矿产量稍有降低,烧结矿还原性改善,低温还原粉化指数没有明显变化,熔融区间降低 9°C ,滴落区间升高 9°C ;烧结直接材料成本降低 8.15 元/t。

(3) 在使用蒙古粉矿替代麦克粉矿生产过程中,采取提高混合料水分 0.1 个百分点,提高燃料配比 0.2 个百分点的调整措施,可使得烧结过程与基准期保持一致。

参 考 文 献

- [1] 罗果萍,孙国龙,赵艳霞,等.包钢常用铁矿粉烧结基础特性[J].过程工程学报,2008,8(S1):198-201.
- [2] 马蕾,曹丽华.几种低品质进口粉烧结性能的研究[J].烧结球团,2012,37(4):15-17.