

The Technical and Economic Comparison Analysis of Sinter about Mixing Two Powders to Make Single Flavor Powder

Lanxin Di, Hongbiao Shen

BAOSTEEL, Shanghai
Email: dilanxin@baosteel.com

Received: Dec. 13th, 2019; accepted: Dec. 27th, 2019; published: Jan. 6th, 2020

Abstract

Single flavor fine is directly used into sintering. Its sintering process belongs to the short process. Single flavor fine can be quickly used and quickly withdrawn; the process is with the characteristics of "short, flat and fast". In order to compare the changes of technical and economic indexes of sintering, different proportion tests were carried out for the single flavor fine prepared by mixing two kinds of fines instead of mixed ore.

Keywords

Sintering, Single Powder, Iron Ore, The Sintering Cup, Technical and Economic Index of Sintering

不同粉矿做单味粉的烧结试验与实践

邸兰欣, 沈红标

宝山钢铁股份有限公司, 上海
Email: dilanxin@baosteel.com

收稿日期: 2019年12月13日; 录用日期: 2019年12月27日; 发布日期: 2020年1月6日

摘 要

单味粉直接进烧结槽, 参与烧结配料, 属于烧结使用原料的短流程, 在生产中可以快速使用和快速撤回, 具有“短平快”的特点。本文针对不同品种粉矿混合配制的单味粉替代混匀矿做了不同比例烧结试验与实践, 以对比烧结技术经济指标的变化。

关键词

烧结, 单味粉, 铁矿石, 烧结杯, 烧结技术经济指标

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

2018年11月宝钢二烧结技改投产后, 宝钢烧结单元从两个烧结机恢复为三个烧结机生产, 烧结产能有效提高; 但宝钢原料单元的料场技改正在进行, 与烧结配套的混匀料场和混匀矿的输入和输出产能, 都没有同步配套投运。为了缓解原料工序混匀能力的不足, 在烧结配料中用约20%单味粉替代混匀矿, 即单味粉直接配入进烧结生产。

单味粉直接进烧结, 属于烧结使用原料的短流程, 可以快速使用和快速撤回, 具有“短、平、快”的特点[1], 所以在烧结新品种工业试验中经常使用单味粉流程。单味粉直接进烧结, 可以有效地弥补厂内混匀能力不足的问题, 同时对后续原料场改造提供技术和生产支撑。

2. 烧结生产选择单味粉的原则和方式

2.1. 单味粉选择原则和方式

- ① 品质: 单味粉的化学成份与混匀矿目标值接近, SiO_2 含量、 Al_2O_3 含量相近;
- ② 粒度: 粒度组成适宜, 粒度相对较粗, 属于烧结粉矿, 非精粉类;
- ③ 生产和加工性能: 生产作业性能良好; 质量稳定性较好;
- ④ 资源供应: 单味粉的资源量可以满足使用比例, 供应较稳定;
- ⑤ 成本: 同等质量和资源的条件下, 优先考虑高性价比粉矿品种。

一般从年度方案中比例大的品种中选择, 如2019年选中澳洲A粉, 将其作为单味粉使用比例为20%, 其余品种在匀矿中相应提高比例, 遵循年度配矿比例。在外部港口设计并混合后的品种。

2.2. 近年宝钢烧结使用单味粉的简述

近些年宝钢在烧结试用新品种的过程中, 广泛采用“单味粉”模式进烧结配料做工业实验, 单味粉模式调节烧结生产“短、平、快”, 详见表1。为了满足2018年宝钢高炉阶段性的生产需要(譬如, 高炉降料线喷补稳定顺行[2]), 阶段性降烧结矿中铝, 在烧结使用巴西B粉, 以达到降低高炉渣中 Al_2O_3 含量的目的; 2018年11月烧结产能提高, 但是原料产能没有同步提升, 所以宝钢使用20%澳洲A粉替代混匀矿, 弥补混匀能力的不足。2019年曾经短暂地使用巴西M混粉, 在烧结做单味粉配比18%, M混合粉是巴西的供应商在港口两个品种混合好的混矿产品。

3. 混合粉矿做单味粉

港口混矿, 是近年来新兴的产物, 是矿山将销售阵地前移至消费地的一种举措。力拓的PB粉就是在生产地(发货港口)就完成的混配动作, 而近年来巴西Vale在马来西亚和中国16个沿海港口做了两个品种的混矿中心, 混矿的产品为BRBF, 主要供应日本和韩国的钢铁厂; 2019年10月澳洲的Riotinto也开

始在中国的日照港口混矿, 其产品为 RTBF。2019 年 12 月英美资源的曹妃甸港口混矿产品 AAAF。

Table 1. Brief introduction of single flavor powder used in BAOSTEEL in recent years

表 1. 近年宝钢使用单味粉的简介

序号	品种	产地	目的	使用比例%
1	澳 A 粉	澳洲	弥补混匀矿能力不足	15~20
2	巴 M 混粉	巴西	弥补混匀矿能力不足	13~18
3	巴 B 粉	巴西	阶段性降铝	10~15
4	巴 A 粉	巴西	阶段性降硅, 高炉降渣比	5~10
5	澳 AG 矿	澳洲	新品种工业试验	5~10
6	澳 GA 粉	印度	新品种工业试验	4~8
7	TI 筛下粉	中国	钛矿护炉	0.7

3.1. 实验室条件和原料

宝钢也在混合配合的单味粉配入烧结生产方面做了一些探索实验。

本烧结实验在 $\Phi 300 \times 600$ 的烧结锅进行, 烧结锅烧结工艺参数如下: 点火时间 120 sec, 点火负压 8.83 kPa, 烧结负压 14.71 kPa, 冷却负压 7.84 kPa。料层厚度 600 mm, 铺底料 2.0 kg。实验原料取自宝钢生产原料。针对两种单味粉方案开展烧结试验, 两种单味粉的配料情况见表 2 和表 3。

Table 2. 1# single flavor powder proportioning scheme

表 2. 1#单味粉配料方案

品种	TFe/%	SiO ₂ /%	Al ₂ O ₃ /%	比例/%
巴西 B 粉	62.71	7.59	0.72	35
澳洲 M 粉	61.0	4.2	2.2	65
配合后	61.60	5.39	1.68	100

Table 3. 2# ingredient scheme of single flavor powder

表 3. 2#单味粉配料方案

品种	TFe/%	SiO ₂ /%	Al ₂ O ₃ /%	比例/%
巴西 A 粉	65.0	1.70	1.50	75
巴西 H 粉	56.5	15.0	1.50	25
配合后	62.88	5.06	1.5	100

烧结实验各方案的烧结配料见表 4。

代号分别为 D、DA1、DA2、DB1、DB2, 方案 D 为基准方案, 采用生产现场的匀矿; 方案 DA1 和 DA2 是用 1#单味粉替代匀矿, 替代比例分别为 10%和 20%; 方案 DB1 和 DB2 是用 2#单味粉替代匀矿, 替代比例也分别为 10%和 20%。本次实验主要考察两种单味粉替代匀矿后, 烧结技术经济指标的变化。

3.2. 试验结果

烧结试验结果见表 5。

Table 4. Proportioning of sintering cup
表 4. 烧结配料/%

编号		D	DA1	DA2	DB1	DB2
烧 结 配 比	匀矿比例/%	81.34	71.21	61.09	71.31	61.24
	1#单味粉/%	0	10.00	20.00	0	0
	2#单味粉/%	0	0	0	10.00	20.00
	生石灰/%	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	石灰石粉/%	4.18	4.27	4.31	3.93	3.68
	蛇纹石粉/%	0.54	0.56	0.57	0.27	0.00
	白云石粉/%	2.94	2.96	3.03	3.49	4.08
	烧结粉/%	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	合计/%	100	100	100	100	100

Table 5. Sintering test results
表 5. 烧结试验结果

试验结果		D	DA1	DA2	DB1	DB2
成品率	%	76.01	76.37	76.19	74.90	74.81
生产率	t/m ² d	33.17	34.54	34.72	33.02	32.10
燃料单耗	kg/t-s	54.59	54.56	54.03	55.41	55.42
TI (+10 mm)	%	61.38	61.25	61.88	61.41	61.96
垂直烧结速度	mm/min	23.80	24.47	24.22	23.90	23.03

两种单味粉开展烧结性能实验[3], 两种单味粉代号分别为 1#和 2#单味粉, 其中 1#单味粉中巴西 A 粉与巴西 H 粉的配比为 75:25; 2#单味粉中巴西 B 粉与澳洲 M 粉的配比为 35:65。实验采用两种单味粉分别替代匀矿, 替代比例均为 10%和 20%。

相对于基准方案, 1#单味粉替代混匀矿使用的比例越高, 烧结的生产率明显提高; 使用 2#单味粉替代混匀矿的比例越高, 烧结的生产率比较平缓的逐步下降。1#单味粉替代混匀矿使用的比例越高, 烧结的成品率略有提高; 使用 2#单味粉替代混匀矿的比例越高, 烧结的成品率比较明显的逐步下降。1#单味粉和 2#单味粉替代混匀矿使用的比例越高, 烧结矿的强度逐步略有提高。1#单味粉替代混匀矿使用的比例越高, 烧结的燃料单耗略有降低; 使用 2#单味粉替代混匀矿的比例越高, 烧结的燃料单耗比较明显的逐步上升。1#单味粉替代混匀矿使用的比例越高, 烧结的烧结速度明显提高; 使用 2#单味粉替代混匀矿的比例越高, 烧结的烧结速度逐步下降。

4. 两种澳洲单一粉矿在烧结做单味粉使用的生产实践

两种单一粉矿都产自西澳大利亚, 其主要成分见表 6。从化学成分来看, 澳洲 A 粉的铁品位略高于澳洲 B 粉, 澳洲 A 粉的 SiO₂ 略低于澳洲 B 粉, 澳洲 A 粉的 Al₂O₃ 略低于澳洲 B 粉, 烧损和平均粒度相近。

烧结进行了两种澳洲粉矿的生产实践, 分别在宝钢的二烧结、三烧结和四烧结进行了澳洲 A 粉和澳洲 B 粉烧结单味粉的生产实践。澳洲 A 粉和澳洲 B 粉在烧结的使用比例均为 20%, 在三个烧结分别使用 15 天。单味粉实验期间混匀矿配矿结构相似, 固体燃料为焦粉。含碳小球和混匀矿中的高炉灰单耗综合

维持在 25 kg/t 左右, 对固体燃料消耗影响不大。使用两个单味粉的主要技术指标与过程参数变化见表 7。整理数据时剔除了定修和长时间故障停机等因素导致的异常数据; 数据统计期间, 烧结使用的生石灰品质较为稳定。

Table 6. Composition of two kinds of single powder ores in Australia

表 6. 澳洲两种单一粉矿的成分

品种	TFe/%	SiO ₂ /%	Al ₂ O ₃ /%	LOI/%	平均粒度/mm
澳洲 A 粉	58.14	4.53	1.53	10.42	3.45
澳洲 B 粉	56.9	6.11	1.73	10.47	3.62

Table 7. Sintering practice of two kinds of Australian single flavor powder

表 7. 两种澳洲单一单味粉的烧结生产实践

工序	品种	成品率/%	生产率/%	TI/%	燃料单耗/(kg/t ⁻¹)	垂直烧结速度/(mm/min)
2DL	澳洲 A 粉	77.98	29.52	80.85	47.6	20.06
2DL	澳洲 B 粉	77.19	26.23	80.79	45.25	19.6
3DL	澳洲 A 粉	79.51	30.82	81.72	50	21.81
3DL	澳洲 B 粉	78.75	29.14	81.63	51.26	21.18
4DL	澳洲 A 粉	79.61	32.3	81.4	51.21	20.06
4DL	澳洲 B 粉	79.11	31.82	82.6	53.72	19.6
合计	澳洲 A 粉	79.03	30.88	81.32	49.60	20.64
合计	澳洲 B 粉	78.35	29.06	81.67	50.08	20.13

从表 7 可以看出, 澳洲 B 粉替代澳洲 A 粉, 烧结的成品率、生产率、烧结速度略有下降, 但烧结矿强度略有上升, 同时燃料单耗上升; 另澳洲 B 粉的铁品位略低, 同时 SiO₂ 和 Al₂O₃ 含量较高, 会导致烧结矿成品铁品位下降, SiO₂ 和 Al₂O₃ 上升, 高炉的渣量增加。

5. 小结

在宝钢匀矿能力不能满足烧结生产的情况下, 宝钢烧结开展了不同粉矿做烧结单味粉的探索实验和实践。

1) 混合粉矿做烧结杯实验表明, 1#单味粉替代匀矿, 烧结速度加快, 生产率提高, 成品率、燃料单耗及烧结矿强度等指标基本保持稳定。2#单味粉替代 10%匀矿, 烧结速度和烧结矿强度变化不大, 但成品率下降, 燃料单耗上升, 生产率略有下降[4]; 2#单味粉替代比例增加至 20%时, 成品率依然较低, 燃料单耗上升, 但烧结速度开始下降, 导致生产率下降, 只有烧结矿强度指标略有改善。

2) 混合粉矿做单味粉的烧结杯实验结果表明, 采用 1#单味粉替代匀矿, 有助于提高烧结生产率, 对其它主要的烧结生产指标也无不利影响。采用 2#单味粉替代匀矿时, 烧结矿强度基本保持, 其它主要指标均有不同程度的不利影响。总之, 1#单味粉的烧结性能优于 2#单味粉, 同等条件下可优先采用 1#单味粉; 如受条件限制需采用 2#单味粉时, 其配比不宜过高, 以减小对烧结生产的不利影响。

3) 单一粉矿的烧结实践表明, 当烧结配比 20%时, 澳洲 B 粉可以近似替代澳洲 A 粉做烧结单味粉维持生产; 澳洲 B 粉相对澳洲 A 粉, 烧结的成品率、生产率、烧结速度都略有下降, 燃料单耗上升, 但烧结矿强度略有上升; 同等价格和资源量情况下, 优先使用澳洲 A 粉做烧结单味粉, 如受条件限制需采用澳洲 B 粉做单味粉时, 宜适当降低比例, 以减小对烧结生产和高炉生产的不利影响。

参考文献

- [1] 旭海芳. 烧结矿生产[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.
- [2] 朱仁良. 宝钢大型高炉操作与管理[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2015.
- [3] 朱德庆, 师本敬, 潘建, 钟洋. 细粒 MINAS RIO 赤铁精矿烧结行为及其强化研究[J]. 烧结球团, 2015, 40(3): 1-6.
- [4] 王跃飞, 吴胜利, 韩宏亮. 高褐铁矿配比下提高烧结矿产质量指标[J]. 北京科技大学学报, 2010, 32(3): 292-297.