

宝钢提高混匀矿质量生产实践

吴文杰

宝钢股份炼铁厂，上海

收稿日期：2024年6月4日；录用日期：2024年8月26日；发布日期：2024年9月3日

摘要

烧结原料是烧结的基础，其中混匀矿的好坏对烧结质量有着很重要的影响。通过采取等硅堆积、杂副料预混匀和增加混匀矿的堆积层数，加强混匀矿堆积过程管理，加强混匀过程调整管理的措施，提高混匀矿质量，保证了烧结矿质量稳定。

关键词

混匀矿层数，等硅堆积，预混匀

Production Practice of Baosteel Improving the Quality of Mixed Ore

Wenjie Wu

Baosteel Co., Ltd. Iron Making Plant, Shanghai

Received: Jun.4th, 2024; accepted: Aug. 26th, 2024; published: Sep. 3rd, 2024

Abstract

Sintering raw materials are the foundation of sintering, and the quality of mixed ore has a significant impact on sintering quality. By adopting measures such as equal silicon stacking, increasing the stacking layers of mixed ore, strengthening the management of mixed ore stacking process, and strengthening the adjustment management of mixing process, the quality of mixed ore has been improved, ensuring the stability of sintered ore quality.

Keywords

Number of Mixed Ore Layers, Equal Silicon Accumulation, Pre-Mixed

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 概述

近年来, 为了降低配矿成本, 宝钢混匀配矿所使用的含铁原料种类多, 品种变化频繁。但是, 由于用矿质量受市场波动影响较大, 近年来进口矿质量劣化, 铁别是非主流铁矿石品种的使用, 铁矿石进厂质量出现 TFe 下降、SiO₂、Al₂O₃ 升高, 单品种成分波动变大的趋势, 厂内杂副料返生产的力度加大, 混匀矿质量质量控制的难度进一步增加, 匀矿的质量也出现了一定波动, 而烧结生产对混匀矿质量的要求却越来越高。为了给烧结输送质量稳定的混匀矿, 宝钢通过在原料混匀工序采取一系列措施, 提高混匀矿的 TFe、SiO₂ 稳定性, 保证了烧结和炼铁的正常生产, 相应降低了配矿成本。

2. 混匀生产工艺

混匀矿堆积工艺主要功能是为烧结提供性能稳定、品位高的粉状混合原料, 以实现稳定烧结生产, 高质、高产的重要保证。其主要工艺是将输入的粉矿输送到匀矿配料槽内。通过调整计量圆盘运转速度皮带切出, 将槽内品种按照一定比例(目标值)切出, 再通过皮带输送机, 混匀矿堆料机堆积到匀矿场[1]。原料混匀生产工艺, 将不同品种的矿石原料进行混匀, 使其化学成分和粒度稳定在一定的范围之内。衡量混匀效果的好坏, 是指参加混匀的各种物料能否均匀地分布到整个料堆长度上和横断面上, 保证在单位时间内取出的混匀矿粒度、成分始终稳定、均一, 以满足烧结工艺的要求。

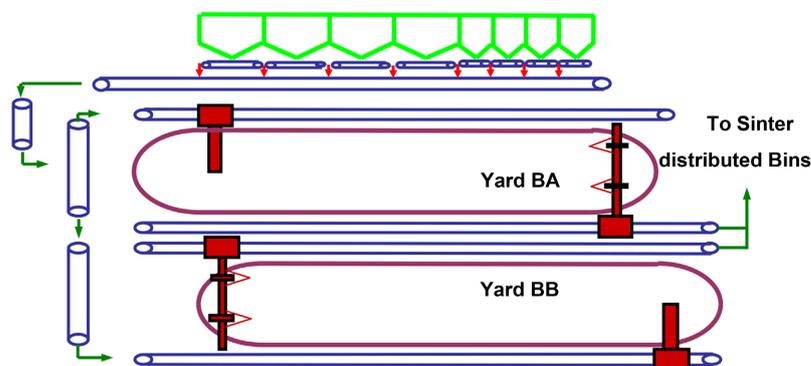


Figure 1. Baosteel mixing process flow chart

图 1. 宝钢混匀工艺流程图

如上图 1 所示, 混匀矿堆积为连续走行堆积, 就是由 8 个(一期)或 10 个(三期)矿槽(BH 槽)经定量切出装置(CFW)按一定比例切出, 通过混匀堆料机在固定的轨道上, 来回反复走行, 在料场场地上沿料堆中心线不断地铺洒。然后通过混匀取料机从大堆的截面将料取出, 从而达到进一步混匀的目的。两条料场采用一堆一取形式, 即一条料场在堆积时, 另一条料场在取用, 周而复始。

3. 提高混匀矿质量的措施

3.1. 匀矿按照等硅堆积

二氧化硅是烧结过程形成粘结相的主要成分, 其含量高低对成品矿的强度和性能有非常大的影响。

为了给烧结生产创造良好的原料条件，以控制混匀矿 SiO_2 的方式来稳定烧结矿的 SiO_2 ，提高烧结矿的稳定性[2]。

在整个混匀矿大堆的堆积过程中，利用计算机技术进行控制，采用等硅堆积原理，即按照一定的 SiO_2 配比进行物料切出，始终要求按混匀矿计划的含 SiO_2 量进行堆积，使混匀矿各品种的成分得到了最佳配合，确保混匀矿的混匀效果，在多个槽的整个切出过程中每一刻的切出成分都和大堆的综合成分相匹配。

CFW 匀矿配料槽切出的粉矿综合成分内的 TFe、 SiO_2 要和整个大堆综合成分的 TFe、 SiO_2 相匹配，一个混匀矿大堆有二十多个品种组成，而混匀中继槽只有八个，因此每个槽都要加 2~4 个不同品种的物料，而且一种品种的物料切出 3~4 小时后就需换另一种品种的物料切出，这样八个槽交叉切换，切出物料的成分也在不断变化，为了达到物料切出成分不变，在整个切出过程中，利用计算机技术不断地进行优化，使切出物料的成分和大堆成分相同，从而保证了混匀矿的质量。

3.2. 混匀配槽管理

混匀矿堆积过程坚持计划管理，按“匀矿堆积大致计划”中每 BLOCK 给出的品种、数量进行堆积。一、三期混匀矿堆积同步切出槽数不得少于 4 个槽；若不能满足同步切出条件，则停止堆积，待条件满足在恢复堆积。

近几年随着公司基地成本对标及降本需求，经济料(包括非主流矿)配入匀矿的粘性物料越来越多，参与匀矿堆积系统的进厂物料(OMD、OYD、ORG 等粉矿)水分含量较高，物料整体粘湿，极易导致沿线溜槽和上槽系统堵塞，C 型料场滑料和圆盘切出口喷料发生，严重影响匀矿堆积进度。

为尽可能保障经济料对成本削减的贡献，降低粘湿物料造成的生产影响，避免壁附料带来的系列问题，保证匀矿堆积质量槽数使用的要求，现场通过采取措施，以保证匀矿堆积系统的正常作业。

1) 大堆堆积将要结束时，须由机侧人员将 BH 槽振动器全部开启，使槽内残料排空，CFW 计量皮带上的残料也必须排空。

2) 为防止 BH 槽内集批料等易堵物料悬料，边进边出，下游设备停机及时停止进料。作业结束后及时放空振槽。

3) 根据槽体和壁附料品种情况，采用槽壁附料注水处理、槽壁附料进槽清理和高压水刀清理等方式缓解或彻底清理槽体壁附料。清理完成后，在匀矿堆积过程中，不定期的使用振动器振打，减少积料产生。

3.3. 加强杂副料回收预混匀管理

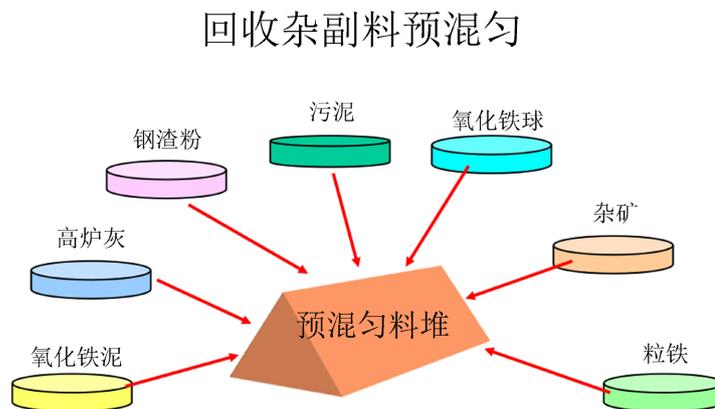


Figure 2. Pre mixing of recycled miscellaneous materials in the factory
图 2. 厂内回收杂副料预混匀

炼铁原料场混匀矿是处理固废的主要手段，在固废不出厂要求下，厂内回收杂副料等固废配入混匀矿逐年增加，由于不同杂副料成分差异较大，同品种的杂副料水份和成分波动也很大，堆入大量的杂副料对稳定混匀矿质量是一个挑战[3]。如氧化铁泥含铁量 67% 以上，但是含水份 20% 以上，物料太湿，取料机、溜槽等经常性发生堵料，无法直接堆入匀矿。而渣铁粉、钢渣粉水份含量低，易扬尘。因此，加强对厂内回收原料，在固废回收中心进行的初步混合中和，将近 20 个品种特性不一样的原料，变成一个单一的预混匀料，如图 2 所示，再参与混匀堆积。加强回收料进料场前的管理，选择合理的堆料、取料方式，强化原料预混匀效果。同时，控制预混匀料在匀矿大堆中的配入量。

3.4. 优化配矿结构

稳定配矿结构，减少匀矿堆间波动[4][5]。混匀配矿所使用的含铁原料品种多，品种变化频繁，特别是 2022 年以来，为了降低成本，炼铁厂在混匀矿中配加了一定比例的非主流矿，品种变化更加频繁。非主流矿价格比较低，多数含铁品位偏低，化学成分波动大。

匀矿的堆积主要受所参与堆积原料的水分的影响，而匀矿配料堆计划的编制时，粉矿根据进厂水分情况，二次料及杂副料是根据厂内平均水分进行编制的，但是，实绩水分受进料、天气、时间的影响较大，因此，在匀矿堆积的过程中，参与混匀堆积的原料均要取样送原料站进行水分检测，一般粉矿为每 BLOCK 2 个样，其它料为 1 个样。在第 4BLOCK 调整时，参照实绩水分情况、粉矿库存情况和后续进料计划，并考虑厂内杂副料的回收情况，对匀矿堆积计划进行适当调整，保证整个匀矿堆积基本按照目标成分完成堆积。

3.5. 提高混匀堆积层数

提高混匀层数措施是提高匀矿的重要措施之一[6]。混匀矿粉的成份稳定与堆料层数有着密切的关系。混匀矿是一种平铺截取的产品，增加混匀矿的堆积层数，既能大大降低混匀矿的成分波动，又能减少混匀矿的粒度偏析，整体提高混匀矿的物化指标，为烧结系统提供物化指标更好的原料。主要通过增加匀矿大堆的堆积干量由 160,000 吨增加到 165,000 吨；同时，控制匀矿堆积台时堆积量的措施，使料堆的堆积层数增加到 2800 层以上，提高了混匀效果。

随机抽查匀矿大堆堆积层数如下表 1 所示。

Table 1. Number of stacked layers of mixed ore

表 1. 混匀矿堆积层数情况

序号	堆号	堆积层数
1	B1-720	2856
2	B1-721	2833
3	B1-722	2946
4	B1-723	2946
5	B1-724	2882
平均		2893

4. 实施后效果

4.1. 混匀矿的质量波动

方差，称之为“波动性”，它描述了一组数字的“不稳定性”或“波动大小”。如果所统计的数字都

差不多，波动性就小；如果统计的数字差距很大，波动性就大。方差的计算，首先，找到平均数，然后每个数字减去平均数的平方，再求和，最后除以数字的个数。公式如下：

$$\text{方差} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

其中， x_i 是代表每一个质量检测数值， n 是检测值的个数， \bar{x} 是质量检测均值。

标准差，又叫它“标准偏差”，是方差的平方根。它和方差一样，也是用来衡量一帮数字的波动性。不过，标准差的单位和原始数据的单位相同，更容易直观理解。

通过采取以上措施后，匀矿的质量得到明显提升，混匀矿质量具体数据如下图 3 所示。

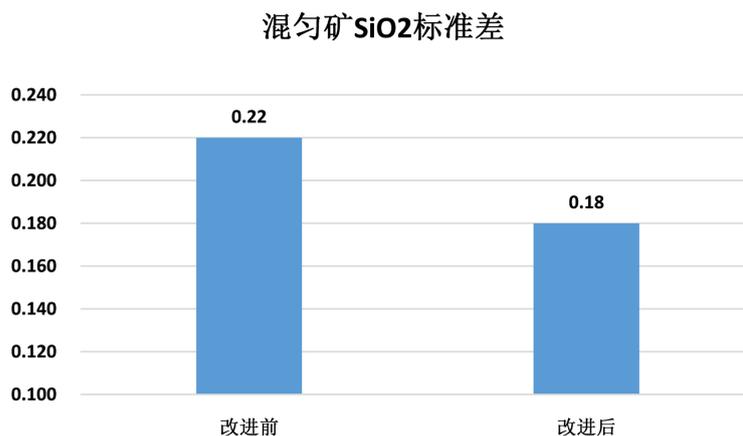


Figure 3. Standard deviation of SiO₂ in mixed ore
图 3. 混匀矿 SiO₂ 标准差

4.2. 烧结的质量波动

跟踪使用匀矿后的烧结矿质量也有所提升，烧结矿的实际二氧化硅与目标二氧化硅；实际碱度与目标碱度的符合性较好。以烧结使用混匀矿堆号 B1-721 生产的烧结矿质量统计如下图 4、图 5 所示。

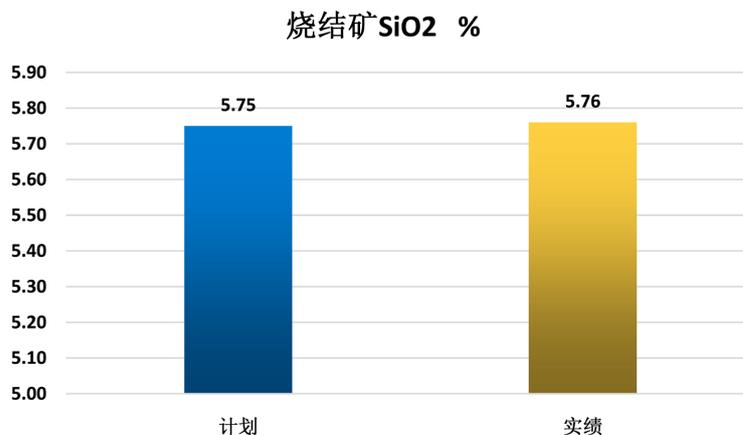


Figure 4. Comparison of SiO₂ plan and actual performance in sintered ore
图 4. 烧结矿 SiO₂ 计划与实绩对比

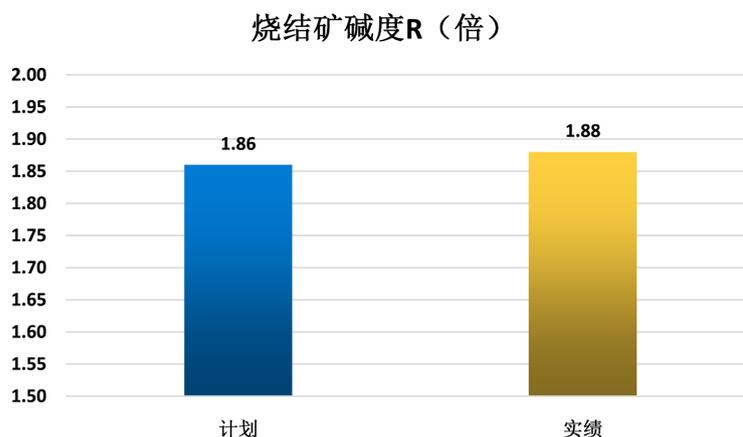


Figure 5. Comparison between sintering ore alkalinity R plan and actual performance
图 5. 烧结矿碱度 R 计划与实绩对比

烧结矿实绩质量情况如下图 6 所示，烧结矿质量二氧化硅的标准差由 0.143 降低之 0.131。

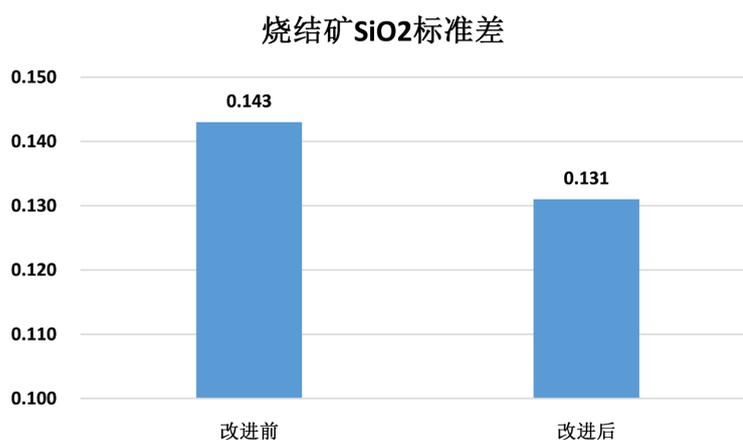


Figure 6. Standard deviation of SiO₂ in sintered ore
图 6. 烧结矿 SiO₂ 标准差

通过实施提高匀矿质量措施前后烧结矿质量对比，与基准其对比，烧结矿的一级品率提升 0.51%，烧结矿的 R 偏差也有所缩小。

5. 结论

- 1) 优化混匀矿配料结构，适时调整混匀矿的堆计划，控制混匀矿堆积过程 SiO₂ 的含量是提高混匀矿稳定性、满足烧结生产稳定要求的有效途径。
- 2) 混匀采用等硅堆积，合理优化混匀入槽品种，质量相近的品种入统一混匀槽，可以提高混匀矿质量。
- 3) 完善的管理制度是保证混匀矿正常有序生产，减少断料次数，保准混匀槽的投入率，提高混匀料堆积层数，是提高混匀矿质量的重要手段。
- 4) 做好厂内回收杂料的预混匀，控制其在匀矿中配入比例，是提高混匀质量的有效措施。

参考文献

- [1] 魏志德. 混匀矿配料工艺标准化的探讨[J]. 中国金属通报, 2018(4): 245, 247.
- [2] 陈东峰. 优化混匀配矿提高烧结矿质量[J]. 冶金与材料, 2022, 42(1): 9-10.
- [3] 章云飞. 杂副料对混匀矿质量的影响[J]. 中国科技信息, 2024(4): 79-84.
- [4] 邓波, 刘伟. 汉钢烧结料场混匀矿质量提升实践[J]. 山西冶金, 2023, 46(4): 122-124.
- [5] 闫利娥. 混匀矿质量稳定性研究与生产实践[J]. 山西冶金, 2009, 32(3): 13-15.
- [6] 岑炯. 梅钢提高混匀矿质量的生产实践[J]. 中小企业管理与科技, 2009(34): 313-314.