烧结矿碱度波动影响因素分析*

段祥光,李树鹏,雷 霆,候广君,马新宇

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章针对包钢的原料条件,通过对烧结参数及配料过程的优化,找出影响包钢烧结矿碱度稳定率的因素,并相应的研究其应对措施。结合烧结配料结构及其化学组成,通过理论计算分析得出:影响烧结矿碱度稳定率及合格率的主要因素依次为:生石灰下料量波动、铁矿H的CaO成分波动、铁矿W的SiO_2成分波动。通过加强生石灰质量监管、改进配料设备以及强化铁矿中和混匀等措施,烧结矿碱度合格率和稳定率分别提高10.26和3.39个百分点。

关键词: 烧结;碱度;稳定率;合格率

中图分类号: TF046.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)04-0016-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.04.005

Analysis on Influence Factors for Basicity Fluctuation of Sinters

Duan Xiang-guang, Li Shu-peng, Lei Ting, Hou Guang-jun, Ma Xin-yu

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

Abstract: In the paper, the influence factors for basicity stability ratio of sinters of Baotou Steel are found out and the corresponding solutions are studied by optimizing the sintering parameters and blending process with the raw material condition of Baotou Steel. Based on the structure of ore blending and chemical composition for sintering as well as the analysis of theoretical calculation, the main influence factors for basicity stability ratio and acceptance rate of sinters were the fluctuations of burden yield of quicklime, CaO in iron ore H and SiO_2 in iron ore W. As a result, they were increased by 10.26 and 3.39 percentage points respectively by such measures as strengthening the quality supervision of quicklime, improving batching equipment and intensifying nutrilization and homogeneous mixing of iron ore.

Key words: sintering; basicity; stability ratio; acceptance rate

烧结矿是高炉冶炼的主要原料,其质量的好坏直接关系到炼铁生产过程稳定、顺行和其它技术经济指标的完成。烧结矿不仅要品位高,强度高,粒度组成合理、粉末少,而且烧结矿的碱度稳定对高炉有较大影响。改善烧结矿质量是高炉精料的主要内容,也是提高高炉经济技术指标的基础[1-2]。特别是烧结矿碱度稳定率的提高,对烧结和炼铁的产量、质量都有着重要的影响,国内经验碱度稳定率每提高10%时,焦比降低1%,产量提高1.5%,烧结矿碱度稳定率的提高对强化高炉冶炼、增铁节焦有着重要的意义[3]。

1 包钢现状

包钢炼铁厂烧结矿碱度控制中值为2.0,合格

* 收稿日期:2018-05-30

作者简介:段祥光(1968-),男,河北省冀县人,硕士研究生,正高级工程师,主要从事烧结工艺技术及管理工作。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

率与稳定率允许波动区间均为 ±0.06。烧结矿碱度合格率完成平均值为 72.05%，烧结矿碱度稳定率完成平均值为 78.68%，合格率与稳定率均低于目标值，存在一定改善空间，且稳定率明显高于合格率，说明过程控制存在一定问题。

2　原因分析

2.1　理论计算

$$R = \frac{\sum \mathrm{CaO} - 1.47F}{\sum \mathrm{SiO_2}} \tag{1}$$

从碱度计算公式可以看出，造成烧结矿碱度波动的主要因素为 CaO 含量变化与 SiO_2 含量变化，烧结矿的 F 含量很低（一般小于 0.2%），F 的变化值对烧结矿碱度影响较小。而造成 CaO 含量变化与 SiO_2 含量变化的主要原因可分为成分波动与下料量波动两方面。

为分析比较各种原料成分波动与下料量波动对烧结矿碱度的影响程度，引入临界值概念。即假定在其他原料成分或下料量不发生任何波动的条件下，根据烧结矿碱度允许波动最大范围，确定该各原料成分与下料量被允许的最大波动范围。

表 1　烧结原料配比（质量分数）　%

名称	H_2O	湿配比	干配比	SiO_2	CaO
铁矿 H	9	86.0	80.84	3.81	6.39
生石灰	0	3.3	3.30	3.59	84.62
铁矿 W	4	4.0	3.84	9.04	1.41

注：烧结矿碱度控制中值为 2.0、自由 CaO 含量为 9.54%、SiO_2 含量为 4.77%；

烧结矿碱度波动 = 自由 CaO 波动/SiO_2；

烧结矿碱度波动 = 自由 CaO/SiO_2 波动 。

即：

$$\triangle \mathrm{CaO_2} = \frac{\triangle R \cdot \mathrm{SiO_2}}{Q_i} \tag{2}$$

$$\triangle \mathrm{SiO_{2i}} = \frac{\mathrm{CaO}}{\triangle R \cdot Q_i} \tag{3}$$

$$\triangle Q_i = \frac{\mathrm{CaO_i}}{\triangle R \cdot \mathrm{SiO_2}} \tag{4}$$

$$\triangle Q_i = \frac{\mathrm{CaO}}{\triangle R \cdot \mathrm{SiO_{2i}}} \tag{5}$$

其中：$\triangle \mathrm{CaO_i}$ 代表 $\mathrm{CaO_i}$ 成分波动、$\triangle \mathrm{SiO_{2i}}$ 代表 SiO_2 成分波动、$\triangle Q_i$ 代表下料量波动。

通过计算可得：

（1）碱度允许波动 0.06，烧结矿 CaO 成分含量允许波动范围为 0.286%，铁矿 H 的 CaO 成分含量允许波动范围为 0.354%，铁矿 W 的 CaO 成分含量允许波动范围为 7.448%，生石灰 CaO 成分含量允许波动范围为 8.873%；

（2）碱度允许波动 0.06，烧结矿 SiO_2 成分含量允许波动范围为 0.139%，铁矿 H 的 SiO_2 成分含量允许波动范围为 0.172%，铁矿 W 的 SiO_2 成分含量允许波动范围为 3.620%，生石灰 SiO_2 成分含量允许波动范围为 4.21%；

（3）碱度允许波动 0.06，烧结矿 CaO 成分含量允许波动范围为 0.286%，生石灰下料量允许波动范围为 0.337%，铁矿 H 下料量允许波动范围为 4.476%，铁矿 W 下料量允许波动范围为 20.28%；

（4）烧结矿 SiO_2 成分含量允许波动范围为 0.139%，生石灰下料量允许波动范围为 3.87%，铁矿 H 下料量允许波动范围为 3.648%，铁矿 W 下料量允许波动范围为 1.357%；

2.2　CaO 成分波动原因分析

烧结矿 CaO 成分波动潜在失效原因包括铁矿 H 的 CaO 成分波动、铁矿 W 的 CaO 成分波动、生石灰 CaO 成分波动、生石灰下料量波动、铁矿 H 下料量波动、铁矿 W 下料量波动。

取烧结车间一个月样品成分与下料量记录进行统计：铁矿 H 的 CaO 成分平均波动为 0.368%，铁矿 W 的 CaO 成分平均波动为 0.733%，生石灰 CaO 成分平均波动为 1.18%，铁矿 H 下料量平均波动为 3.28%，铁矿 W 下料量平均波动为 3.14%，生石灰下料量波动为 0.52%。

统计结果分析表明：

（1）相较铁矿 W，铁矿 H 的 CaO 成分稳定性更好；

（2）铁矿 H 的 CaO 成分波动与生石灰下料量波动超临界值，对烧结矿碱度合格率及稳定率有影响。

（3）生石灰下料量波动较铁矿 H 的 CaO 成分波动对烧结矿碱度影响更大。

2.3　SiO_2 成分波动原因分析

烧结矿 SiO_2 成分波动潜在失效原因包括铁矿 H 的 SiO_2 成分波动、铁矿 W 的 SiO_2 成分波动、生石灰 SiO_2 成分波动、生石灰下料量波动、铁矿 H 下料量波动、铁矿 W 下料量波动。

取烧结车间一个月样品成分与下料量记录进行

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

统计：生石灰 SiO_2 成分平均波动为0.168%、铁矿H的 SiO_2 成分平均波动为0.257%，铁矿W的 SiO_2 成分平均波动为3.710%，生石灰下料量平均波动为0.52%，铁矿H下料量平均波动为3.28%，铁矿W下料量平均波动为3.14%。

统计结果分析表明：

(1) 相较铁矿W，铁矿H的 SiO_2 成分更加稳定。

(2) 铁矿H的 SiO_2 成分与铁矿W的 SiO_2 成分波动超临界值，对烧结矿碱度合格率及稳定率有影响。

(3) 虽然铁矿H的 SiO_2 成分更加稳定，但配比远大于铁矿W，故其 SiO_2 成分波动对烧结矿碱度稳定率及合格率影响更大。

2.4 碱度中值控制偏差

通过在实际生产中对影响烧结矿碱度合格率及稳定率的原因进行统计分析发现：碱度中值控制对烧结矿碱度有较大影响，且熔剂下料量、中值偏差、铁料成分波动三个因素占影响烧结矿碱度合格率及稳定率总因素的80%以上，如图1所示。因此，碱度中值控制偏差是影响烧结矿碱度各个率及稳定率的另一原因。

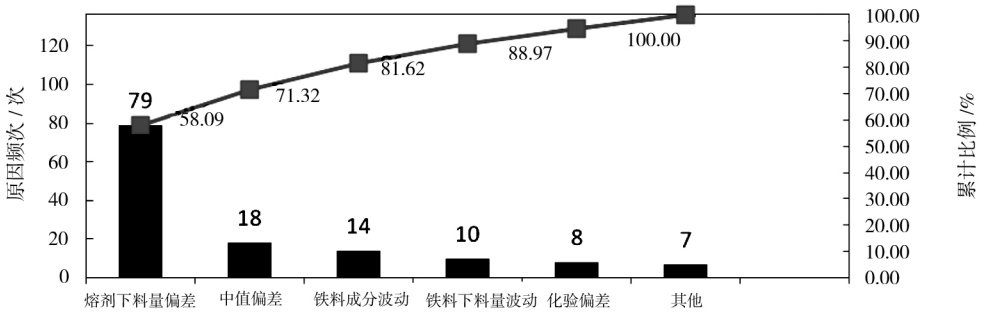


图1 影响烧结矿碱度合格率及稳定率的原因统计帕拉图

通过理论计算与实际分析，确定影响烧结矿碱度合格率及稳定率的主要因素包括生石灰下料量波动、铁矿H的CaO成分波动、铁矿H的 SiO_2 成分波动，铁矿W的 SiO_2 成分波动与碱度中值控制。

3 实施改进

3.1 提高CaO成分稳定性

3.1.1 加强生石灰质量监管

生石灰粒度过细或有杂物都会造成生石灰下料不畅，加强生石灰质量监管，保证粒度符合要求，促进生石灰下料稳定性。

3.1.2 设备改进

对生石灰振动器及生石灰料槽进行改进，采用活动振动器、合理设定格式给料空间等措施促进下料顺畅，减少生石灰棚槽现象。

通过以上措施的实施，抽检发现，生石灰下料量超差次数明显减少，生石灰稳定性得到有效改善，如图2所示。

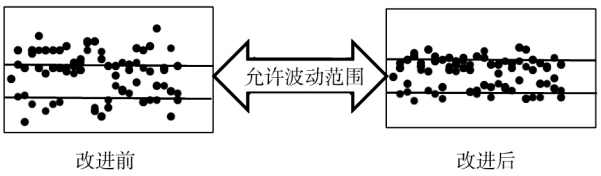


图2 改进前后生石灰下料稳定性对比

3.2 提高 SiO_2 成分稳定性

3.2.1 强化混匀提高成分稳定性

严格执行堆取料制度，强化混匀操作，提高铁矿H成分稳定性，降低其成分波动对烧结矿碱度的影响。

3.2.2 减少铁料外配

铁矿H较铁矿W成分更加稳定，减少铁料外配，增加混匀，可提高铁料成分稳定性，减少烧结矿成分波动。

3.2.3 推行标准化作业

推行标准化作业，规范、统一操作，提升混匀水平，减少铁矿H成分波动。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.3　碱度中值管理

制定烧结矿碱度中值控制方案及制度，严格烧结矿碱度设定值管理，按周和月进行中值吻合校对，提高实际中值与控制中值的一致性，从而提高烧结矿碱度合格率。

3.4　精确配料方案

推行配料计算电算化，减少人为因素干扰，实现精确计算，实时跟踪调整。制定完善的变料预案和详细的配料方案实现变料过程的稳定衔接，确保变料过程对碱度合格率、稳定率的影响降到最低。

4　改进效果

通过以上措施的实施，烧结矿合格率与稳定率得到了明显提升。烧结矿碱度合格率由月平均 72.05% 提高至 82.31%，提高 10.26 个百分点。烧结矿碱度稳定率由月平均 78.68% 提高至 82.07%，提高 3.39 个百分点。

5　结论

(1) 理论计算与实际分析确定影响烧结矿碱度稳定率及合格率的主要因素为：生石灰下料量波动、铁矿 H 的 CaO 成分波动、混匀料 SiO_2 成分波动与铁矿 W 的 SiO_2 成分波动。

(2) 通过强化生石灰质量监管、改进配料设备、减少(杜绝)铁料外配、强化烧结矿碱度中值管理以及强化铁矿 H 配料混匀等技术措施，使烧结矿合格率及稳定率得到了显著提升。

参　考　文　献

[1] 贺友多. 炼铁学 [M]. 北京：冶金工业出版社，2000.

[2] 付菊英. 烧结球团学 [M]. 长沙：中南工业大学出版社，1966.

[3] 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.

(上接第 3 页)

(3) 管理创新必须学习应用先进的管理理念和方法，综合施策、分类管理、精准管理，充分调动挖掘人、财、物三者有机结合的效能，做到人尽其才、物尽其用。推进“管理制度化、业务流程化、操作标准化”。必须深入持续推进岗位标准化基础管理。

(4) 技术创新是实现主要技术经济指标提升的关键，要实现烧结、炼铁等工艺进步，还必须依靠科技进步。

(5) 要持续深入推进清洁生产、循环经济，倡导绿色低碳，加强环保设备设施改造升级，实现炼铁厂可持续发展。

参　考　文　献

[1] 龚晓明. 卓越绩效模式 [M]. 北京：中国标准出版社，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.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net