

生石灰用量对 MBR 矿粉生产烧结矿影响的实验研究

张代华¹ 何志军² 金永龙²

(1. 宝山钢铁股份有限公司 2. 辽宁科技大学材料学院)

摘 要 在测定 MBR 矿烧结基础特性的基础上,制定了烧结杯实验方案,考察不同生石灰配比对利用 MBR 矿粉生产烧结矿的影响,实验结果表明:MBR 矿 SiO_2 和 S 含量较低,生石灰配比在 4.8% 时有利于烧结矿取得良好的冶金性能,同时增加烧结矿中还还原性能良好的针状铁酸钙含量。

关键词 MBR 矿粉 烧结基础特性 烧结杯实验 冶金性能

1 前 言

高碱度烧结矿冶金性能优良,具有 FeO 低、还原性好和强度高特征,根本原因是其主要粘结相为铁酸钙系矿物。烧结矿碱度是决定铁酸钙生成量的一个关键因素^[1]。适当提高碱度可以促进还原性和强度较好的铁酸钙生成,抑制还原性差的玻璃质生成,还可以减少赤铁矿的生成量,从而降低还原粉化率。适当提高碱度有利于改善烧结矿的强度和还原性,但是过高的碱度反而会破坏其强度。碱度过高很容易

造成烧结矿的碱度波动,影响其质量的稳定性^[2]。宝钢进口了 MBR 矿粉,拓宽了烧结生产使用资源范围,为寻找到生石灰用量对利用 MBR 矿粉生产高碱度烧结矿的影响规律,在实验室进行了烧结杯实验研究。

2 MBR 矿粉基础特性分析

2.1 物理性能研究

MBR 矿粉的化学成分和粒度组成见表 1 和表 2。

表 1 MBR 矿粉的化学成分 (%)

| TFe | FeO | SiO_2 | CaO | Al_2O_3 | MgO | P_2O_5 | S | 烧损 |
|-------|------|----------------|------|-------------------------|------|------------------------|-------|------|
| 67.50 | 0.56 | 1.35 | 0.09 | 0.77 | 0.04 | 0.038 | 0.005 | 0.78 |

表 2 MBR 矿粉的粒度组成 (%)

| > 100 目 | 100 ~ 160 目 | 160 ~ 200 目 | 200 ~ 270 目 | < 200 目 |
|---------|-------------|-------------|-------------|---------|
| 59.64 | 24.36 | 10.31 | 2.26 | 5.69 |

从表 1 中可以看出 MBR 矿粉中的 SiO_2 和 S 含量很低,从化学成分考虑可以认为利用 MBR 矿粉烧结有利于生产低硅烧结矿,且由于 S 含量很低,烧结过程中产生的 SO_2 气体会减少,有利于环保。从表 2 可以看出 MBR 矿粉的粒度大于 160 目的占了 84%,粒度组成较粗。

2.2 烧结基础特性研究

通过对铁矿粉的同化性、液相流动性等烧

结基础特性的研究,可以对铁矿粉的烧结性能进行综合评价,同时衡量铁矿粉在烧结过程中的高温行为。对 MBR 矿粉的烧结最低同化温度和液相流动性进行了检测,实验测得 MBR 矿粉最低同化温度为 1 270,介于 1 250 ~ 1 300 之间,属于同化性中等的矿粉。MBR 矿粉的液相流动性实验结果分别见图 1、图 2。从图 1 中可以看出,MBR 矿粉的液相流动性指数随温度升高呈现先慢后快的变化趋势。从图 2 可以知道液相流动性指数随碱度的增大基本呈线性变化,而且 MBR 矿粉的液相流动性较弱,因此在烧结配矿中要控制合适的比例。

收稿日期:2008 - 09 - 12 联系人:何志军(114051)

辽宁鞍山 辽宁科技大学材料学院

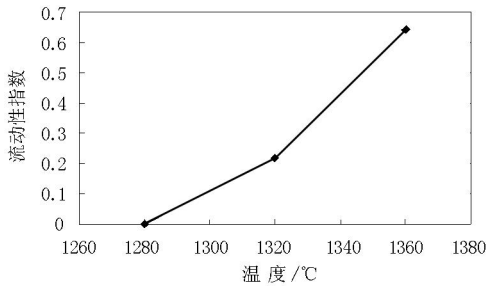


图1 温度对 MBR 矿液相流动性指数的影响(R=4.0)

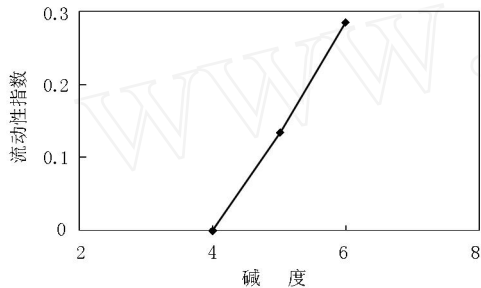


图2 碱度对 MBR 矿液相流动性指数的影响(T=1280)

3 实验条件及方法

3.1 实验原料

实验过程中所用的原料均取自生产现场,除 MBR 矿粉外其它原料主要化学指标见表 3。

表 3 原料化学成分(%)

| 品名 | TFe | FeO | SiO ₂ | CaO | MgO | Al ₂ O ₃ | P ₂ O ₅ | S | C | 灰分 | 挥发分 |
|------|-------|------|------------------|-------|-------|--------------------------------|-------------------------------|-------|-------|------|------|
| A 精矿 | 65.34 | 1.70 | 5.32 | - | - | 0.61 | 0.030 | 0.024 | 0.48 | - | - |
| B 精矿 | 67.72 | 6.50 | 3.06 | - | - | 0.41 | 0.031 | 0.027 | 0.23 | - | - |
| 返矿 | 57.80 | 7.35 | 5.33 | 11.05 | 2.32 | 1.28 | 0.028 | 0.061 | 0.12 | - | - |
| 生石灰 | 0.50 | - | 3.54 | 69.09 | 1.61 | 2.35 | 0.020 | 0.170 | - | - | - |
| 菱镁石 | 1.70 | - | 3.32 | 2.24 | 40.70 | 2.80 | 0.062 | 0.016 | - | - | - |
| 石灰石 | 0.50 | - | 4.84 | 49.69 | 0.89 | 3.16 | 0.144 | 0.069 | - | - | - |
| 煤粉 | - | - | - | - | - | - | - | 0.020 | 85.36 | 5.56 | 8.38 |

表 4 原料配比方案(%)

| 组别 | 返矿 | A 精矿 | B 精矿 | MBR 粉 | 菱镁石 | 石灰石 | 生石灰 | 煤粉 |
|----|-----|------|------|-------|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 7.5 | 14.5 | 44.1 | 15.4 | 2.8 | 7.0 | 4.4 | 4.3 |
| 2 | 6.0 | 18.5 | 43.0 | 14.0 | 2.7 | 6.9 | 4.6 | 4.3 |
| 3 | 6.0 | 16.5 | 43.0 | 16.0 | 1.7 | 7.7 | 4.8 | 4.3 |
| 4 | 6.3 | 15.1 | 45.2 | 14.6 | 2.9 | 6.6 | 5.0 | 4.3 |

表 5 混合料粒度组成(%)

| 组别 | >10mm | 10~7mm | 7~5mm | 5~3mm | 3~1mm | <1mm | 平均粒径/mm |
|----|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 1 | 2.49 | 2.94 | 11.09 | 21.34 | 53.19 | 8.95 | 2.18 |
| 2 | 2.15 | 5.30 | 14.94 | 16.79 | 49.56 | 11.26 | 2.33 |
| 3 | 2.45 | 9.93 | 18.61 | 13.82 | 46.63 | 8.56 | 2.75 |
| 4 | 1.89 | 3.39 | 26.63 | 38.50 | 22.05 | 7.54 | 3.13 |

3.2 实验方案设计

实验室中按照烧结矿碱度 2.5 ± 0.2 , 混合料中的 MBR 矿粉使用比例控制在 14%~16%, 总的铁料比例控制在 81%~82%, 生石灰使用比例为 4.4%~5.0%, 设计了如表 4 所示的 4 组配料方案进行实验。

4 实验结果及分析

4.1 制粒实验结果与分析

添加生石灰后混合料粒度组成的变化见表 5。由表可知, 随着混合料中生石灰用量的增加, 增强了制粒效果, 混合料平均粒径增大, 从而导致烧结过程中料层阻力降低, 料层的透气性得到改善。

4.2 烧结杯实验结果与分析

烧结杯实验结果见表 6, 烧结矿化学成分分析见表 7, 烧结矿冶金性能分析列于表 8。从表 6 可知随着混合料中生石灰用量的增加垂直烧结速度呈增加趋势, 当混合料中生石灰配比为 4.8% 时烧损最低, 利用系数最大; 从表 7 可以看出烧结矿中 SiO₂ 含量控制在 4.0% 以下, 实

现了低硅烧结,且 $C_{残}$ 在 0.025 % 以下,说明烧结过程碳的燃烧比较充分,有利于固体燃料的降低;从表 6 和表 8 还可知,当生石灰配比为 4.8 % 时烧结指标和烧结矿冶金性能指标最佳。

4.3 烧结矿相分析

各组试验烧结矿的矿相分析见图 3。由图 3 可以看出:

表 7 烧结矿化学成分(%)

| 组别 | TFe | FeO | CaO | MgO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | C _残 | S |
|----|-------|------|-------|------|------------------|--------------------------------|----------------|-------|
| 1 | 59.03 | 11.0 | 10.39 | 2.08 | 3.96 | 0.876 | 0.013 | 0.014 |
| 2 | 59.84 | 12.6 | 9.77 | 1.96 | 3.98 | 0.905 | 0.014 | 0.008 |
| 3 | 59.41 | 10.6 | 10.32 | 1.59 | 3.87 | 0.888 | 0.016 | 0.010 |
| 4 | 59.44 | 9.4 | 9.88 | 2.04 | 3.83 | 0.909 | 0.023 | 0.011 |

表 8 烧结矿冶金性能(%)

| 实验号 | 还原强度指数 RDI _{+6.3} | 还原粉化指数 RDI _{+3.15} | 磨损指数 RDI _{-0.5} | 还原度 |
|-----|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------|
| 1 | 71.58 | 89.4 | 2.27 | 82.1 |
| 2 | 66.62 | 86.8 | 2.86 | 85.6 |
| 3 | 61.74 | 95.7 | 0.94 | 94.3 |
| 4 | 70.51 | 93.6 | 2.40 | 91.2 |

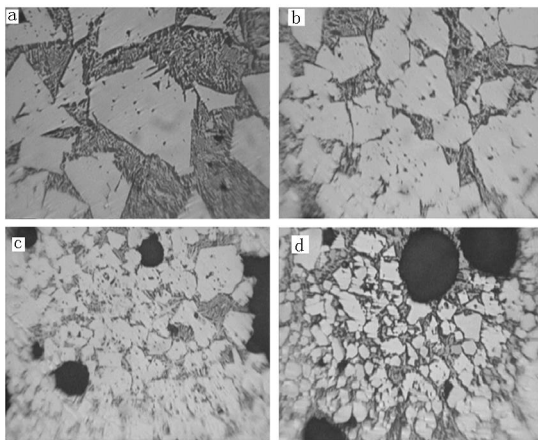


图 3 烧结矿矿相分析(200 ×)

- a - 生石灰用量为 4.4 %; b - 生石灰用量为 4.6 %;
c - 生石灰用量为 4.8 %; d - 生石灰用量为 5.0 %

1) 混合料中生石灰用量为 4.4 % 和 4.6 % 时,烧结矿中以磁铁矿为主,其次为硅酸盐相和铁酸盐相,磁铁矿多数为硅酸盐相、玻璃相所胶结,未见针状结构铁酸钙。

2) 混合料中生石灰用量为 4.8 % 时,烧结矿

表 6 烧结实验结果

| 组别 | 垂直烧结速度 / cm · min ⁻¹ | 烧损率 / % | 成品率 / % | 转鼓强度 / % | 利用系数 / t · m ⁻² · h ⁻¹ |
|----|------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------------------------------------------|
| 1 | 1.96 | 19.29 | 69.46 | 65.83 | 1.38 |
| 2 | 2.27 | 17.95 | 71.80 | 71.67 | 1.57 |
| 3 | 2.46 | 17.64 | 77.33 | 77.00 | 1.83 |
| 4 | 2.57 | 24.35 | 65.83 | 76.70 | 1.29 |

以磁铁矿和铁酸钙的熔蚀结构为主,磁铁矿的晶粒多为细粒结构,铁酸钙多为针状结构。

3) 混合料中生石灰用量为 5.0 % 时,烧结矿中分布较多细粒状结构的赤铁矿,硅酸盐相较多。

5 结 语

1) MBR 矿粉的铁品位较高,达到了 67.5 %,SiO₂ 为 1.35 %,S 为 0.005 %,有害杂质少,可用于烧结生产,且有利于控制 SO₂ 的产生,利于环保。

2) 从烧结基础特性看,MBR 矿粉同化性中等,液相流动性较弱,进行烧结时应控制合适的比例,并与烧结液相流动性和同化性较强的矿粉搭配使用。

3) 实验结果表明,随着混合料中生石灰用量的增加,混合料的平均粒径增大,有利于改善烧结过程中料层的透气性,当生石灰配比在 4.8 % 时,烧结矿的综合指标较好,烧结矿中还还原性能优良的针状铁酸钙含量较多。

参考文献

- 1 应自伟,姜茂发,许力贤等. 积极开发低硅烧结技术[J]. 烧结球团,2002,(27) 6:8~11
- 2 许斌,张清岑等. 烧结矿物组成、结构与冶金性能的关系[J]. 烧结球团,1998(23)4:4~7

(下转第 19 页)

矿的转鼓强度、成品率和产量随着 FeO 含量增加而下降。

(2) 在本试验范围内 (FeO 4.34% ~ 13.35%), 随着 FeO 含量增加, 钒钛烧结矿的还原度降低, 熔滴性能变差, 低温还原粉化性能、贮存性能改善, 含硫量上升。

(3) 随着钒钛烧结矿 FeO 含量升高, 钛磁铁矿、钙钛矿含量增加, 钛赤铁矿、铁酸钙、玻璃质含量下降, 矿物晶体发育情况逐渐变好, 结晶比较完善, 熔融致密层增多。但当 FeO 含量 > 9.37% 时, 烧结矿产生过熔现象, 强度变差。

(4) 在攀钢目前生产条件下, 综合考虑烧结矿的产、质量指标和冶金性能, 烧结矿 FeO 含量

控制在 7.24% ~ 8.44% 较为适宜。

参考文献

- 1 东北工学院等. 攀枝花钒钛磁铁矿选矿烧结高炉冶炼试验资料汇编. 北京: 冶金工业出版社, 1978. 1: 82 ~ 95
- 2 许满兴等. 宝钢高炉炉料结构的试验研究. 全国炼铁原料学术会议论文集, 昆明: 中国金属学会, 2005. 8
- 3 黄绮君. 烧结矿 FeO 含量与烧结矿产质量的关系. 烧结球团, 1980, 5(1): 17 ~ 26
- 4 周取定. 迁安磁铁矿的烧结矿粉化原因分析及防止措施. 中国铁矿石烧结研究. 北京: 冶金工业出版社, 1997. 10: 36 ~ 45
- 5 沐继尧. 高碱度烧结矿的软熔性能. 烧结球团, 1986, 11(6): 17 ~ 23

Study on the Influence of FeO Content on Quality and Quantity of V-Ti Bearing Sinter

Gan Qin et al.

Abstract Point to the present material condition of PANZIHUA I & S Co., the influence of FeO content on quality and quantity of V-Ti-bearing sinter was studied in laboratory. The results show that the TI, rate of finished products, productivity were increased and the metallurgical property of sinter was improved with increasing of FeO content within 4.34% ~ 8.44%. But when FeO > 9.37%, the sinter quality and output will worsen. Considering the existing production condition of PANGANG, it is reasonable to control FeO content in V-Ti-bearing sinter in the range 7.24% ~ 8.44%.

Keywords FeO, V-Ti-bearing sinter, output, quality, metallurgical property

(上接第 22 页)

Experimental Study on the Influence of Quicklime Adding Ratio on Sintering Production with MBR Ore

Zhang Daihua et al.

Abstract According to the fundamental characteristics measuring of the MBR ore, the testing plans of sintering pot were established. The influence of the different ratio of quicklime on sintering production with MBR ore was studied. The experimental results indicated that the SiO₂ and S of MBR ore is lower. The metallurgical property of the sinter is better when the adding ratio of quicklime is 4.8%. The needle-like calcium ferrite which can enhance the sinter reducibility were increased.

Keywords MBR ore, sintering fundamental characteristics, sintering pot test, metallurgical property