

澳精粉配比对氧化球团质量的影响规律

魏福申¹, 蔡爽², 王黎光²

(1. 河钢集团唐钢公司, 河北 唐山 063009; 2. 华北理工大学 河北 唐山 063000)

摘要: 为了确定澳精粉和冀东磁铁精粉两种矿粉造球的较佳配比, 对澳精粉、冀东磁铁精粉进行理化性能测定、颗粒形貌观察以及球团工艺试验进行研究, 并在此基础上分析球团矿显微形貌。研究表明: 澳精粉微细颗粒含量较少, 粒度较粗, 颗粒表面较粗糙, 配加澳精粉可以改善冀东磁铁精粉的成球特性; 当澳精粉配加量高于15%时, 生球的落下强度小于3.0次/个球; 当澳精粉配加量超过10%时, 球团抗压强度小于2000 N; 当澳精粉配比不超过15%时, 各个配比方案的球团矿冶金性能均能够满足生产的需求。球团矿矿相以赤铁矿为主, 且显微形貌随着澳粉配比增加, 由赤铁矿晶相间相互紧密连成一片, 逐渐转变成赤铁矿间多以细小赤铁矿晶键连接, 导致球团矿抗压强度降低。

关键词: 澳精粉; 颗粒形貌; 球团试验; 球团矿相组成

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2019.03.0014

中图分类号: TD989 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2019) 03-0061-04

优质炼铁原料能够实现高炉的高产、低能耗及长寿^[1], 而球团矿因具有铁品位高、粒度均匀、冷态强度高和还原性好等优点^[2], 与高碱度烧结矿、天然块矿搭配构成合理的炉料结构, 可以起到了增产节焦、降低炼铁成本的目的。因此, 球团矿被认为是高炉冶炼的优质炉料^[3-4]。

国内生产球团矿的主要原料是磁铁精矿, 但随着我国高品位矿产资源的枯竭以及低品位矿选矿困难^[5-7], 促使我国每年需从国外进口大量的精粉用于球团生产。

1 原料物化性能及试验方法

造球所用原料的化学成分、粒度及比表面积分别见表1、2。

表1 原料化学成分/%

Table 1 Chemical composition of the raw materials

名称	TFe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
澳精粉	60.42	3.27	0.48	0.31	0.25
冀东磁铁精粉	65.64	6.94	0.65	0.65	1.76
皂土	-	53.68	4.28	1.97	10.86

表2 原料的粒度和比表面积

Table 2 Particle size and specific surface area of the raw materials

名称	-0.15 +0.074 mm	-0.074 +0.045 mm	-0.045 mm	比表面积 (cm ² ·g ⁻¹)
澳精粉	36.67	57.98	5.35	852
冀东磁铁精粉	6.86	72.26	20.88	1674

由表2可知, 与澳精粉相比, 冀东磁铁精粉的粒度更细, 0.045 mm以下微细颗粒含量更高, 而微细颗粒有利于造球生产。另外, 冀东磁铁精粉的比表面积约是澳精粉的2倍, 为1674 cm²/g, 对于造球所用铁精粉的比表面积应在1500~1900 cm²/g时为优质的造球原料^[8]。因此, 冀东磁铁精粉属于优质的造球原料。

由图1可知, 冀东磁铁精粉和澳精粉的颗粒形貌主要以立方体为主, 冀东磁铁精粉微细颗粒较多, 而且颗粒多不规则, 有棱角, 可以粘结其他颗粒; 而澳精粉微细颗粒含量较少, 粒度较粗, 且颗粒表面较粗糙。此外, 这两种粉的大颗粒和小颗粒分布较合理, 利于成球过程中毛细力的提

收稿日期: 2017-12-31

作者简介: 魏福申(1973-), 男, 助理工程师, 主要从事冶金节能与综合利用工作。

高，增强了母球在滚动过程中对物料的吸附力，从而提高了母球的长大速度。



澳精粉



冀东磁铁精粉

图 1 铁精粉颗粒形貌

Fig.1 Morphology of iron powder particles

2 试验方法

采用 $\Phi 500 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ 的圆盘造球机制备生球，筛分取出 10 ~ 12.5 mm 的生球进行生球强度、爆裂温度检测。待电炉升到设定温度时，把合格生球放入管式炉中进行预热、焙烧及冷却，结束后选取合格球团进行抗压强度及冶金性能检测，并采用光学显微镜进行微观结构分析。试验方案见表 3。

表 3 球团试验配比方案 /%
Table 3 Pellet test matching scheme

试验样品	冀东磁铁精粉	澳粉	膨润土
基准样	98.0	0.0	2.0
澳 5%	93.0	5.0	2.0
澳 10%	88.0	10.0	2.0
澳 15%	83.0	15.0	2.0
澳 20%	78.0	20.0	2.0
澳 25%	73.0	25.0	2.0

3 结果与分析

从造球过程看出，六种配比的成球速度均较快，成球性较好，这与两种矿粉粒度分布及显微形貌有关，与原料物化性能分析一致；基准样的

球团表面光滑，且外形规则，但配加澳精粉后生球表面较粗糙，与原料粒度较粗有关。

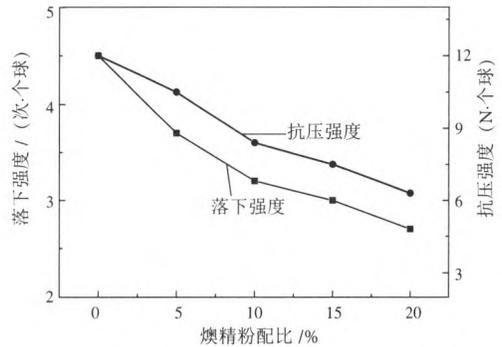


图 2 澳精粉配比对生球强度的影响

Fig.2 The effect of Australian ore powder ratio on the strength of pellets

由图 2 可知，随澳精粉配比增加，生球落下强度、抗压强度均有所降低。主要是因为随澳精粉配比增加，混合料中的细颗粒含量的降低，导致在颗粒孔隙之间的填充量降低，造成球团孔隙率增大；另一方面，混合料比表面积降低也将不利于颗粒之间的接触，使得球团孔隙率也增大，所以生球强度降低。此外，当澳粉配加量高于 15% 时，生球的落下强度小于 3.0 次 / 个球，难以满足生产要求。

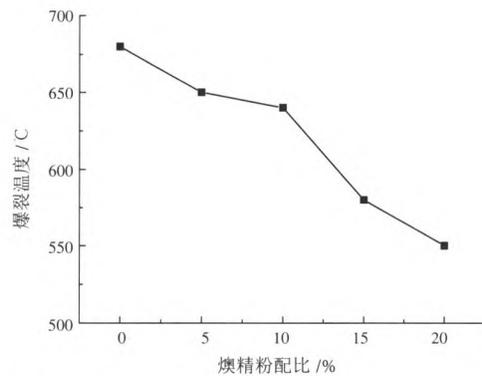


图 3 澳精粉配比对生球爆裂温度的影响

Fig.3 The effect of Australian ore powder ratio on the bursting temperature of green bulb

由图 3 可知，随澳精粉配比增加，生球的爆裂温度有所下降，特别是澳粉配比高于 10% 时，生球爆裂温度降低的更明显，但仍能满足生产要求。

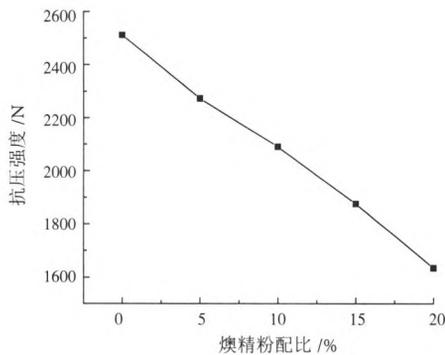


图4 澳精粉对比对抗压强度的影响

Fig. 4 The effect of Australian ore powder ratio on the compressive strength

由图4可知：随澳粉配比增加，球团矿抗压强度下降趋势较明显，当配加5%的澳精粉时，球团的抗压强度为2273 N，但当配加量增加到20%时，球团抗压强度降低了635 N，平均每增加1%澳精粉，抗压强度降低42.5 N。

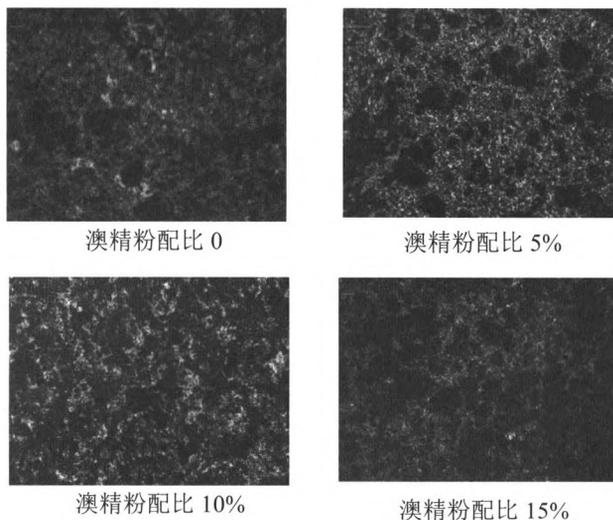


图5 球团矿显微形貌

Fig. 5 Microstructure of pellets

由图5可知，当配加澳粉5%时，磁铁矿氧化得到的赤铁矿晶体发育良好，分布均匀、密集，且赤铁矿晶相间相互紧密连成一片，但随着澳粉配比提高，即配加量超过10%后，赤铁矿结晶粒度较小，分布也较稀疏，且再结晶连接长大的赤铁矿间多以细小赤铁矿晶键连接，并由互连晶向粒状过渡，从而严重的影响了球团矿的抗压强度。因此，澳粉配加量不高于10%，球团矿的抗压强度可满足高炉生产要求。

由于澳精粉超过15%以后的球团矿试样的生球落下强度、抗压强度均较差，故不再进行冶金性能研究。

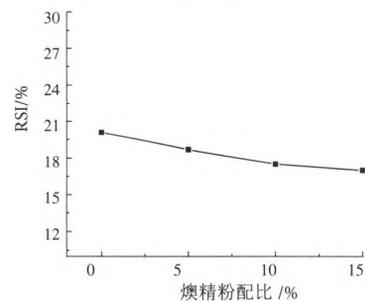
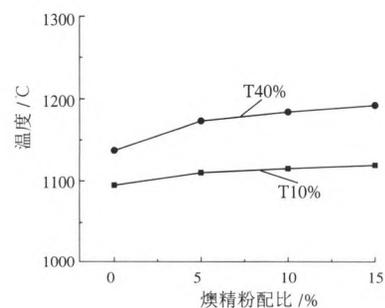
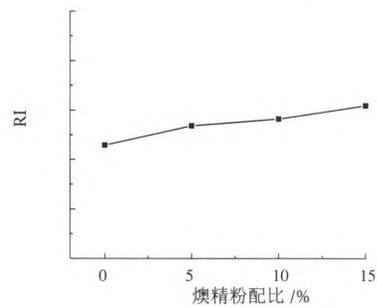
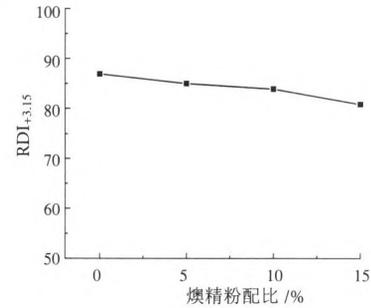


图6 球团矿冶金性能

Fig. 6 Metallurgical properties of pellets

由图6可知，随着澳精粉配比的增加，球团矿的低温还原粉化性能变差，但各个配比方案的球团矿低温还原粉化性能均能达到国标要求，能够满足生产的需求。

随着澳精粉配比的增加，球团矿的还原性能、还原膨胀性能改善，荷重软化开始温度提高，但软

化区间变宽。

4 结 论

(1) 澳精粉微细颗粒含量较少, 粒度较粗, 且颗粒表面较粗糙。另外, 配加澳精粉可以改善冀东磁铁精粉的粒度分布, 提高成球过程中毛细力, 加快母球的长大速度。因此, 配加澳精粉可以优化冀东磁铁精粉的成球特性。

(2) 随澳精粉配比增加, 生球落下强度、抗压强度均有所降低, 且当澳粉配加量高于 15% 时, 生球的落下强度就难以满足生产要求。

(3) 随澳粉配比增加, 球团矿抗压强度下降趋势较明显, 当配加量为 10% 时, 球团的抗压强度为 2090 N, 但当配加量继续增加时, 球团抗压强度小于 2000 N, 且平均每增加 1% 澳精粉, 抗压强度降低 42.5 N。

(4) 随着澳精粉配比的增加, 球团矿的低温还原粉化性能变差, 球团矿的还原性能、还原膨胀性能改善, 荷重软化开始温度提高, 但软化区间变宽。总体而言, 各个配比方案的球团矿冶金性能能够满足生产的需求。

(5) 通过对配加澳精粉的球团进行系统的成

球性能及球团矿性能的研可知: 配加 10% 的澳精粉生产球团是可行的。

参考文献:

[1] 王代军, 陈伟田. 高炉炉料结构与优质原料分析[J]. 工程与技术, 2012(2): 3-8.

[2] 唐敬坤, 郭磊, 郭占成. 球团矿高温还原过程中抗压强度变化及机理[J]. 钢铁, 2014, 49(7): 66-71.

[3] Nancy P M, Martín H T, Ricardo M E, et al. Induration process of pellet prepared from mixed magnetite-35% hematite concentrates[J]. ISIJ International, 2014, 54(3): 605-612.

[4] Zhu D Q, Pan J, Qiu G Z, et al. Mechano-chemical activation of magnetite concentrate for improving its pelletability by high pressure roll grinding[J]. ISIJ International, 2004, 44(2): 310-315.

[5] 刘晓明, 陈强, 汪建, 等. 低品位铁矿资源利用技术的发展与实践[J]. 矿业工程, 2009, 7(1): 25-28.

[6] 安士杰. 电化学控制浮选在乌拉嘎金矿生产中的应用[J]. 黄金, 2011(11): 36-39.

[7] 王岩, 邢树文, 张增杰, 等. 我国低品位、难选冶矿产资源勘查和综合利用现状述评[J]. 矿产综合利用, 2012(5): 7-10.

[8] 蔡皓宇, 青格勒, 张卫东, 等. 细磨对矿粉特性和造球性能的影响[J]. 钢铁, 2015, 50(8): 16-23.

Influence of Australian Ore powder Ratio on Oxidation Pellets

Wei fushen¹, Cai Shuang², Wang Liguang²

(1.Hesteel Group Tangsteel Company, Tangshan, Hebei, China; 2.North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, China)

Abstract: In order to determine the optimum ratio of the Australian ore powder and the magnetic iron powder, the physical and chemical properties measurement, particle morphology observation and pellet test were carried out, on this basis, the microstructure of pellets was analyzed. The results show that: the fine particle content of Australian ore powder is less, the size is coarser and the particle surface is coarser, and the ball property of magnetic iron powder can be improved by adding the Australian ore powder. When Australian ore powder ratio is higher than 15%, the drop strength of the ball is less than 3.0 time/a ball. The compressive strength of the ball group was less than 2000 N when Australian ore powder ratio was more than 10%. The metallurgical properties of the pellets can be meet the demand of production, when Australian ore powder ratio is no more than 15%. The primary mineral compositions of pellet was hematite, with Australian ore powder ratio increasing, the micromorphology of the pellets is closely connected with the hematite interphase, and gradually turns into small hematite to be connected, therefore, the compressive strength of pellets is reduced.

Keywords: Australian ore powder; Particle morphology; Pellet test; Mineral composition of pellet