

Development of Lignite Sintering Technology

Guofeng Gao^{1,2}, Xiaolei Zhou^{1,2*}, Zhe Shi^{1,2}, Bangfu Huang^{1,2}, Lei Liu^{1,2}, Yingtao Meng^{1,2},
Jinlin Lu^{1,2}, Weisai Liu^{1,2}, Lanpeng Liu^{1,2}

¹Faculty of Metallurgical and Energy Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan

²Clean Metallurgy Key Laboratory of Complex Iron Resources, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan

Email: *zhouxiaolei81@163.com

Received: Mar. 5th, 2019; accepted: Mar. 22nd, 2019; published: Mar. 29th, 2019

Abstract

Sintering is an important process in the ironmaking process. In the development process, only magnetite and hematite were used as sintering raw materials. Later, with the development of sintering technology, the difficult-to-use limonite also gradually entered the sintering production. This article describes the basic properties of the limonite sintering process and the previous research progress of the limonite sintering process, summarizes them, and analyzes the future direction of development.

Keywords

Limonite, Iron-Containing Oxide, Sintering

褐铁矿烧结技术发展

高国锋^{1,2}, 周晓雷^{1,2*}, 施哲^{1,2}, 黄帮福^{1,2}, 刘磊^{1,2}, 孟颖涛^{1,2}, 卢金霖^{1,2}, 刘维赛^{1,2}, 刘兰鹏^{1,2}

¹昆明理工大学冶金与能源工程学院, 云南 昆明

²昆明理工大学复杂铁资源洁净冶金重点实验室, 云南 昆明

Email: *zhouxiaolei81@163.com

收稿日期: 2019年3月5日; 录用日期: 2019年3月22日; 发布日期: 2019年3月29日

摘要

烧结作为在炼铁过程中的重要过程, 在发展过程中最开始只用磁铁矿和赤铁矿作为烧结原料, 后来随着烧结技术发展, 难以利用的褐铁矿也逐步进入了烧结生产。本文介绍了褐铁矿烧结过程的基本性质, 以及前人关于褐铁矿烧结过程的研究进展, 并对其进行总结, 分析将来应该的发展方向。

*通讯作者。

文章引用: 高国锋, 周晓雷, 施哲, 黄帮福, 刘磊, 孟颖涛, 卢金霖, 刘维赛, 刘兰鹏. 褐铁矿烧结技术发展[J]. 可持续发展, 2019, 9(2): 125-128. DOI: 10.12677/sd.2019.92017

关键词

褐铁矿, 含铁氧化物, 烧结

Copyright © 2019 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. 引言

凡是含有可经济利用的铁元素的矿石叫做铁矿石。铁矿石的种类很多,用于炼铁的主要有磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿和菱铁矿等。其中褐铁矿是以含水氧化铁为主要成分的、褐色的天然多矿物混合物。但它的含铁量并不高,是次要的铁矿石。它是由与赤铁矿和磁铁矿由于在大自然中常年风化形成的[1],最初人们只利用含铁量极高的铁矿石进行高炉炼铁生产。但是由于可直接入炉的富矿越来越少,人们不得不在入炉前对铁矿石进行选矿和烧结球团处理,并发现增加了操作流程不但没有增加成本,而且提高了经济效率。但是由于褐铁矿含水量高,且强度低,在烧结过程中难以大量利用。

褐铁矿由于其强度低,结构疏松多孔,在烧结过程中强度难以提高,但也因此其还原性能要强于其它铁矿石。提高褐铁矿在烧结中的加入比例,可以直接提高高炉炼铁的经济效益。本文通过前人对于褐铁矿烧结技术的研究进行总结。

2. 褐铁矿烧结过程的基础性能

由于铁矿石的品味越来越低,人们在烧结过程中加入褐铁矿的比例越来越多。而由于褐铁矿不同于其他铁矿的特性限制了在烧结过程中的发展,人们对褐铁矿对于烧结过程的影响进行了研究。

裴元东等人[2],在烧结过程中大量加入了褐铁矿,发现在褐铁矿比例提高时,由于其同化性比其他铁矿石高,不仅烧结过程中生成大量液相,而且液相性质也不同于其他铁矿石,烧结过程中出现液相粘度升高、气泡难以溢出等现象,最终导致烧结利用系数下降,成品率降低。

洪益成等人[3],对褐铁矿进行烧结处理,发现褐铁矿在1200℃即开始同化,同化时间只有3 min,比磁铁矿和赤铁矿的同化温度低、同化时间短。褐铁矿的液相流动性也要高于其它赤铁矿,但是液相凝固强度和连晶强度比赤铁矿低很多,因此褐铁矿的烧结矿强度低。但是由于褐铁矿的同化性好,生成铁酸钙的能力比其它矿石高20%,所以褐铁矿的还原性好。

张元娟等人[4],利用围观检测技术对单一褐铁矿在不同烧结温度下的矿物组成以及矿相结构进行分析研究。并且测定了相应褐铁矿烧结试样的抗压强度。围观检测表明,单一褐铁矿烧结矿相主要是赤铁矿和复合铁酸钙形成的交织熔蚀结构,随着烧结温度的升高,复合铁酸钙的微观尺寸明显增大,试样的抗压强度在1260℃时最大。

谢路奔等人[5],对褐铁矿烧结研究表明,褐铁矿在烧结过程中,结晶水脱除后铁矿石中出现很多孔洞,烧结过程产生的液相会渗透到孔洞中,孔洞数量多则渗透到孔洞中的液相增多,用于粘结作用的液相则就会减少了,这是烧结矿转鼓强度低的一个重要原因。

3. 提高褐铁矿烧结过程措施

3.1. 碳对于褐铁矿烧结过程的影响

碳作为冶金反应最主要的还原剂,在改善烧结过程和球团过程中多次被人们得到利用。

范晓慧等人[6],通过烧结杯试验研究生物质炭替代部分焦粉对高质量分数褐铁矿烧结的影响。研究

结果表明：在褐铁矿质量分数为 50% 时，烧结利用系数、成品率等指标与未配加褐铁矿时相比明显降低，提高焦粉质量分数可改善烧结指标，但会增加烟气中 NO_x 和 SO_x 的排放量；用生物质炭等热量替代质量分数为 20%~40% 的焦粉时，料层最高温度提高，烧结矿微观结构改善，烧结转鼓强度、利用系数等指标提高，同时，有害气体 NO_x 和 SO_x 的排放量明显降低。

3.2. 碱度对于褐铁矿的影响

酸碱度在冶金工艺等众多工艺中都有着重要的影响。在不同的碱度下，发生的反应大都不同。

刘正平等[7]，针对越南太钢的烧结机进行了越南褐铁矿烧结试验研究，详细进行了不同褐铁矿配比、混合料水分、抽风负压、燃料配比、烧结矿碱度烧结试验，详细分析了试验结果，结合褐铁矿烧结性能和矿相结构，找出了合适的生产工艺参数：烧结矿碱度确定为 2.0，配加生石灰的质量分数为 11%，焦粉的质量分数为 7.3%，水分的质量分数为 7.0%，料层为 400 mm，并成功地应用在越南太钢实际生产中。褐铁矿配比达到 37.7%，利用系数达到 $1.26 \text{ t}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

洪益成等人[8]，对褐铁矿烧结的合理工艺参数进行了研究，结果表明：褐铁矿烧结适合较低的负压，燃料配比和水分值都有个合适值，并且合适水分和燃料值随褐铁矿配比的增加而增加。随着烧结矿碱度的提高，在任何褐铁矿的配比下，烧结的各项指标和烧结矿强度都随之变好，这是因为碱度的提高使得烧结矿中的铁酸钙增加，烧结矿的还原性、转鼓强度和成品率都得到了改善。

卢森超等人[9]，通过不同碱度烧结矿的矿物组成，分析了影响褐铁矿烧结矿冶金性能的因素。指出碱度(CaO/SiO_2)为 1.6 ± 0.5 时的烧结矿的矿相，可以获得较理想的冶金性能。同时阐述了低硅高铝褐铁矿对矿相组成和产品质量所起的良好作用，以及高炉同时使用块矿和烧结矿时的适宜配比。

洪益成等人[10]，对褐铁矿烧结的合理工艺参数进行了研究。发现褐铁矿烧结适合较低的负压，燃料配比和水分值都有个合适值，并且合适水分和燃料值随褐铁矿配比的增加而增加。随着烧结矿碱度的提高，在任何褐铁矿的配比下，烧结的各项指标和烧结矿强度都随之变好，这是因为碱度的提高使得烧结矿中的铁酸钙增加，使得烧结矿的还原性、转鼓强度和成品率都得到了改善。

3.3. 成分对褐铁矿烧结过程的影响

对于许多冶金过程中，某些物质会在反应过程中起到催化剂或者反应物等作用，会使得反应的速度、方向以及生成物发生改变。

李华成等人[11]，针对褐铁矿烧结特性，研究了 MgO 含量对褐铁矿烧结产、质量的影响规律。通过组合试验，找出了褐铁矿烧结 MgO 含量的最佳控制范围为 2.5%~4.5%，通过对烧结矿的矿相分析及电子探针分析，找出了 MgO 影响褐铁矿烧结的内在原因。

周东锋等人[12]，分析了褐铁矿的烧结特性及成矿机理，根据性能优势互补配矿理论，通过试验将褐铁矿与镜铁矿合理搭配进行烧结。褐铁矿烧结性能得到强化，烧结矿指标明显改善，主要是镜铁矿液相生成温度高、流动性差，褐铁矿颗粒被镜铁矿包裹，使得褐铁矿颗粒在与液相接触之前得到致密，避免了脆化结构的形成。褐铁矿致密化烧结使得烧结矿的矿物结构发生变化，多孔薄壁结构减少，有利于改善烧结矿高温性能。

金俊等人[13]，通过对烧结配矿优选试验，不同 R 、 SiO_2 和 MgO 含量试验，不同的石灰石粉粒度试验结果的研究分析，提出了在高配比褐铁矿条件下适宜的配矿方案及合理的工艺参数。试验结果表明：石灰石粉粒度对烧结指标的影响较大。减少石灰石粉中 $<1 \text{ mm}$ 部分的比例，可使烧结生产率显著提高，烧结矿转鼓强度改善，固体燃耗降低。

3.4. 冶金工艺对褐铁矿烧结过程的影响

在许多冶金生产中，在不改变成分与耗能下，只改变其冶金工艺，也会使其生产得到改善，且不会

对产物造成改变,加重污染,并且不会增加生产成本。

沈铁等人[14],针对褐铁矿烧结时工艺技术的难题,采取了多项技术措施来改善其烧结性能。通过原料结构优化,选择适宜的工艺参数,实施厚料层、压料等技术措施均有利于改善褐铁矿烧结,进而提高其在生产中的配比,降低原料成本。

4. 结语

褐铁矿作为含有结晶水的含铁氧化物,在炼铁过程中利用的比例越来越多。由于其高同化性,不仅烧结过程中液相生成量增多,而且液相性质也发生改变,烧结过程中出现液相粘度升高、气泡难以溢出等现象。限制了其在烧结生产中运用的比例。目前,通过人们研究发现,通过4个方向可以有效的改善烧结过程。分别为碱度、成分、冶金方案和配碳。

基金项目

云南省教育部资助的KKJB201752017项目;云南省教育部科研基金2016CYH07产业发展项目;云南省科技计划项目2017ZE033。

参考文献

- [1] 朱炳秀,魏国,姜鑫,沈峰满.褐铁矿含碳球团的爆裂特性研究[J].烧结球团,2012,37(2):36-39.
- [2] 裴元东,赵志星,马泽军,安钢,赵勇,潘文.高比例褐铁矿烧结机理分析及试验研究[J].烧结球团,2011,36(5):1-7.
- [3] 洪益成.褐铁矿烧结基础性能的研究[J].钢铁研究学报,2010,22(9):9-12.
- [4] 张元娟,白皓.典型褐铁矿烧结试验研究[J].钢铁研究,2016,44(2):10-13.
- [5] 谢路奔.结晶水含量对褐铁矿烧结性能的影响及分析[J].矿冶工程,2012,32(6):93-95.
- [6] 范晓慧,尹亮,季志云,甘敏,陈许玲,何向宁.生物质炭强化高质量分数褐铁矿烧结研究[J].中南大学学报(自然科学版),2015,46(10):3559-3565.
- [7] 刘正平,马金明,高瑞芳,温洪杰,王剑锋,安晓斌.褐铁矿烧结研究与生产[J].钢铁,2005(2):19-23.
- [8] 洪益成.褐铁矿烧结合理工艺参数的研究[J].中国冶金,2010,20(11):4-8.
- [9] 卢森超.褐铁矿烧结矿矿相组成对冶金性能的影响[J].烧结球团,1988(4):34-39.
- [10] 洪益成.褐铁矿烧结合理工艺参数的研究[J].中国冶金,2010,20(11):4-8.
- [11] 李华成,侯拥和.MgO含量对褐铁矿烧结的影响[J].烧结球团,1994(6):29-32.
- [12] 周东锋,陈伟,戴保才.褐铁矿致密化烧结技术试验研究[J].河南冶金,2014,22(5):7-10.
- [13] 金俊,武铁,江吉惠.高比例褐铁矿烧结技术研究[J].钢铁,2009,44(8):15-19.
- [14] 沈铁,陈伟.大比例褐铁矿烧结的试验研究及应用[J].矿冶,2010,19(4):75-78.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-7540，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：sd@hanspub.org