



提高烧结矿转鼓强度试验

李乾坤, 杨大兵, 华绪钦, 王 帅, 杨开陆

(武汉科技大学冶金资产高效利用与造块湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430081)

摘要:为了探究原料碱度、水分、配碳量对提高烧结矿转鼓强度的影响以及得到较好烧结指标的烧结矿。在制粒时间6 min, 点火温度1050℃, 点火时间2 min, 点火负压6 kpa, 烧结负压10 kpa的试验条件下进行了单因素多水平正交烧结杯试验。研究表明:碱度对烧结矿转鼓强度有较大的影响,随着碱度的增加,烧结原料中CaO含量增多,生成的烧结矿中的铁酸钙晶体含量变多,转鼓强度得到提高。配碳量提高过程中转鼓强度呈现先增加后降低趋势,配碳量过高,烧结过程中Fe₂O₃被大量还原,铁酸钙晶体含量降低,鼓强度降低。水分添加过程中,转鼓强度也呈现先增加后降低,水分含量适当时,烧结料层透气性较好,转鼓强度得到提高,水分含量过高,料层透气性变差,烧结阻力增大,转鼓强度降低。综合各试验条件,在碱度配比1.98,配碳量5.5%,水分6.5%时,可得转鼓强度79.5%,成品率86.5%,TFe 56.4%,FeO 8.78%的优质烧结矿。相比原配料制度,在保证TFe品位下,转鼓强度提高5.5%,成品率提高6.0%,FeO含量也得到降低。

关键词:烧结矿;转鼓强度;成品率;TFe;FeO

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.02.026

中图分类号:TD951 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2017)-02-0113-04

转鼓强度是对烧结矿质量评价的一个非常重要的指标,直接影响到烧结矿炼铁的过程的好坏,高强度的烧结矿对炼铁过程中高炉布料和料柱透气性有重要影响,转鼓强度越高烧结矿的性能就越好。本研究对烧结原料的配料制度进行了适当的调整,从二元碱度、配碳量、水分入手,进行了烧结杯试验,得到了较好的试验结果,在提高转鼓强度的基础上,保证了TFe品位,提高了成品率,降低了FeO含量,同时也探讨性的发现了影响烧结矿FeO含量的相

关因素,对其合理开发利用提供了技术依据^[1-4]。

1 原料性质

烧结矿原料主要由燃料(煤粉)、熔剂(白云石、石灰石、生石灰)、返矿和混匀料几部分构成。对原料中混匀料和返矿进行了化学多元素分析见表1,对燃料(煤粉)进行了固定碳含量分析见表2,对熔剂(白云石、石灰石、生石灰)进行了二元碱度化学元素分析,结果见表3。

表1 混匀料化学多元素分析结果/%

Table 1 Chemical composition analysis of the blending materials

名称	TFe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	S	P
混匀料	59.24	9.08	5.61	1.37	0.96	0.32	0.20	0.070	0.069
返矿	54.25	2.40	6.46	1.74	10.70	1.63	0.18	0.045	0.072

由表1可知,混匀料中TFe品位59.24%,FeO含量9.08%,二元碱度0.17,Al₂O₃含量1.37%,MgO含量0.32%,MnO含量0.20%,S、P含量都较低,TFe品位较高,FeO含量也较高,二元碱度较低,Al₂O₃含量较为适当,MgO含量也较低。

由表1可知,返矿中TFe品位54.25%,FeO含量2.40%,二元碱度1.71,Al₂O₃含量1.74%,MgO含量1.63%,MnO含量0.18%,S、P含量都较低,TFe品位较为适中,FeO含量较低,二元碱度较高,Al₂O₃含量较高,MgO含量也较高。Fe品位较为适

收稿日期:2016-05-04;改回日期:2016-06-27

基金项目:国家重大科学仪器设备开发专项计划“铁矿石成分实时在线检测仪器的应用开发及项目实施(2013YQ04086017)

作者简介:李乾坤(1990-),男,硕士研究生,从事铁矿石烧结方向。

通讯作者:杨大兵(1965-),男,教授,从事铁矿石综合利用方向。

中,FeO 含量较低,二元碱度较高,Al₂O₃ 含量较高,MgO 含量也较高。

表 2 煤粉化学分析结果/%

Table 2 Chemical analysis of the coal

C	Ad	Vd	热值(MJ·kg ⁻¹)
81.83	11.04	7.13	28.42

表 3 熔剂二元碱度化学分析结果/%

Table 3 Chemical analysis of the flux binary basicity

成分	SiO ₂	CaO
石灰石	1.90	47.86
白云石	1.89	39.12
生石灰	3.32	76.23

由表 2 可知,对燃料(煤粉)进行固定碳含量化学分析,可见在煤粉中固定碳含量 81.83% 灰分 11.04%,挥发分 7.13%,燃料热值 28.42MJ/kg,发现煤粉中的固定碳含量较高,煤粉热值也较好,挥发份较低,易于燃烧。

由表 3 可知,发现熔剂中石灰石碱度最高为 25.19,然后是生石灰 22.96,最后是白云石 20.69,熔剂碱度整体都较高,在配料过程中可以通过调节熔剂的量来改变烧结碱度。

2 烧结杯试验研究

2.1 试验方案的确定

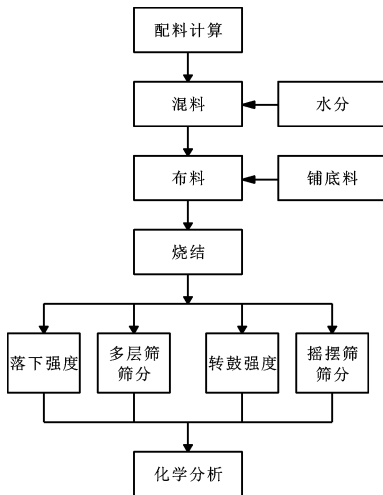


图 1 烧结全过程试验流程

Fig. 1 Principle flowsheet of the whole sintering test process

根据烧结原料的成分比例,决定在原料制粒时间 6 min,点火温度 1050℃,点火时间 2 min,点火负压 6 kPa 的条件下,采用先在配碳量和水分固定条件下探索较佳碱度,然后在较佳碱度和固定配碳量

条件下探索最佳水分条件,最后在较佳碱度和较佳水分条件下探索较佳配碳量,得出较佳的烧结矿试验转鼓强度和成品率,然后综合三种条件确定最优的烧结矿配料方案,试验全流程见图 1。

2.2 碱度试验

碱度试验^[5-7]在原烧结配料制度中水分添加 5.0%,配碳量 4.3% 的条件下,通过调节熔剂(白云石、石灰石、生石灰)的比例达到改变碱度的目的,不同碱度下得到试验烧结矿转鼓强度、成品率见图 2,TFe、FeO 含量变化见图 3。

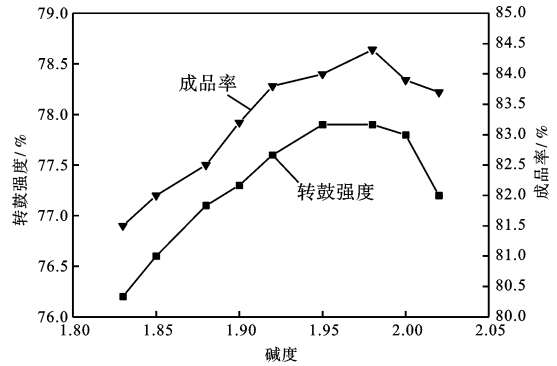


图 2 碱度试验对转鼓强度和成品率的影响

Fig. 2 Alkalinity test result of drum and yield strength

由图 2 可见,在水分添加 5.0%,配碳量 4.3%,烧节点火制度不变的条件下,烧结矿的转鼓强度和成品率随着碱度的提升先增大,当碱度达到一个较大的条件时,又反而降低,碱度增加主要是混匀料中的 CaO 含量增加,烧结矿中的主要成分铁酸钙会增加,烧结矿的强度便会得到提升,从而可以得出较佳的碱度条件为 1.98。

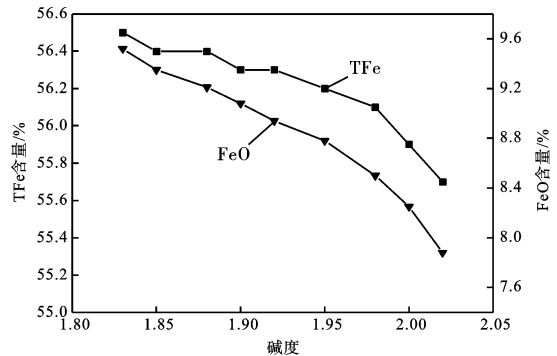


图 3 碱度试验对 TFe 和 FeO 含量的影响

Fig. 3 Alkalinity test result of content on TFe and FeO

图 3 发现在碱度不断增加的过程中,烧结矿 FeO 含量却在逐渐降低,碱度增加,混匀料中的 SiO₂ 减少,和 FeO 结合生成的硅酸铁会减少,转化成的

FeO 会较少,因而 FeO 含量会降低,TFe 含量也在逐渐的下降^[10]。

2.3 水分试验

在碱度试验得出最佳碱度 1.98 基础上,配碳量定为 4.3%,通过调节水分添加,探究得到的烧结矿转鼓强度、成品率见图 4,TFe、FeO 含量变化见图 5。

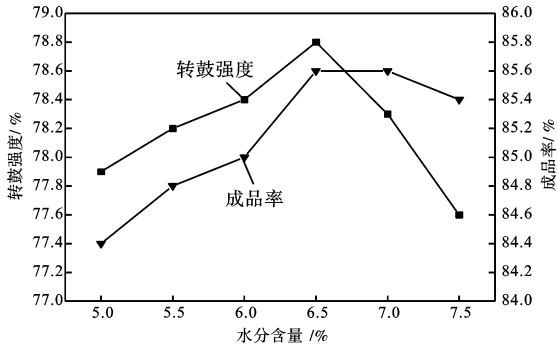


图 4 水分添加试验对成品率和转鼓强度的影响
Fig. 4 Water adding test result of drum and yield strength

由图 4 可见,在碱度试验得出最佳碱度 1.98 的基础上,配碳量定为 4.3%,点火制度不变,随着水分的不断增加,烧结矿转鼓强度和成品率先升高,当水分添加达到一个较大的值后,反而降低,得到最合适的水分添加比例 6.5%,在 $\leq 6.5\%$ 的水分条件下,烧结原料的治粒效果较好,烧结过程中料层的透气性较好,烧结矿焙烧更加充分,粘结相生成多,烧结矿的转鼓强度和成品率更高,但当水分添加过多后,烧结料透气性变差,烧结矿焙烧不够充分,粘结相生成较少,生成的烧结矿转鼓强度和成品率就会降低。

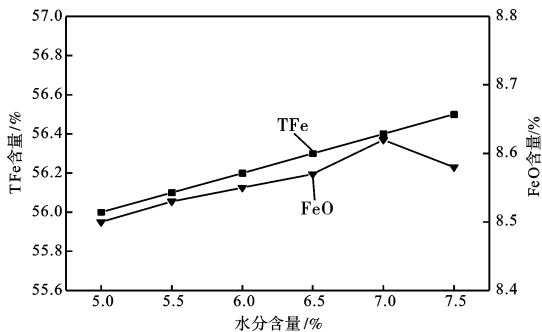


图 5 水分试验对 TFe 和 FeO 含量的影响
Fig. 5 Water adding test result of content on TFe and FeO

图 5 发现在水分不断增加的过程中,烧结矿中 TFe 含量随水分添加呈现增加的趋势,水分增多,混匀料制粒效果变好,烧结过程透气性变好,使得烧结

矿 TFe 转化增多,FeO 含量随水分增多,逐渐增多,水分添加使烧结原料制粒效果较好,烧结过程中透气性较好,可以充分的反应生成 FeO,起初亚铁含量会随着水分的添加增加,当水分量过大后,烧结原料的透气性变差,导致 FeO 生成不充分,反而会降低^[11]。

2.4 配碳量试验

在碱度 1.98,水分添加 6.5%,点火制度不变的条件下,对配碳量试验^[8-9]通过改变燃料(煤粉)的添加量来改变烧结过程中的配碳量,探究得到的烧结矿转鼓强度,成品率见图 6,TFe、FeO 含量变化见图 7。

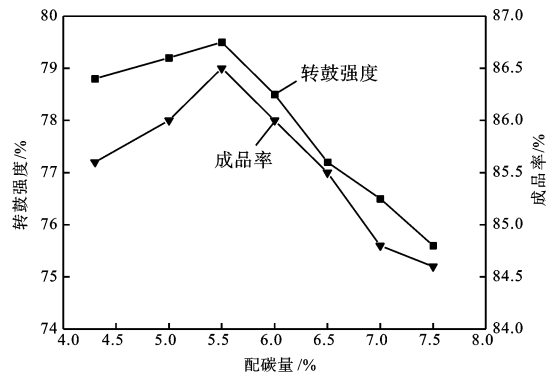


图 6 配碳量试验对成品率和转鼓强度的影响
Fig. 6 Carbon content test result of drum and yield strength

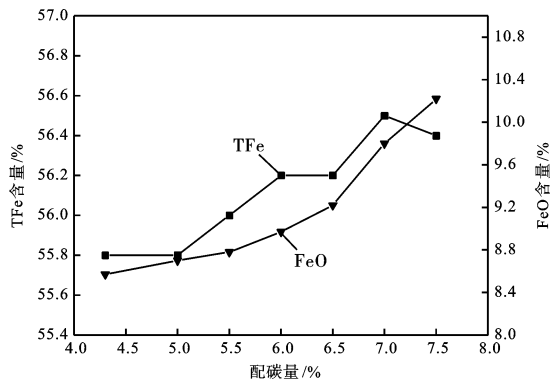


图 7 配碳量试验对 TFe 和 FeO 含量的影响
Fig. 7 Carbon content test result of content on TFe and FeO

由图 6 可知,在配碳量试验中,随燃料添加,烧结矿转鼓强度和成品率都是先增加,到最大值后下降,在配碳量 $\leq 5.5\%$ 过程中,配碳量增加,烧结料烧结更加充分,烧结效果较好,转鼓强度和成品率会增加,当配碳量继续增加,烧结过程中的 Fe 会更多的转化成 FeO,FeO 会不断增多,反过来会降低烧结矿

的转鼓强度和成品率,但是对成品率的影响没有对转鼓强度影响大。

由图 7 发现在燃料不断添加的过程中,TFe 变化不大,在一定值 56.0% 左右波动,FeO 随着配碳量增加,也呈现出不断增加的趋势,由于配碳量增加,烧结过程中的还原剂 C 含量不断增加,还原的 FeO 会不断增多,并且发现配碳量增加对 FeO 含量有较大影响^[12]。

3 结 论

(1)在不改变烧结矿原料成分基础下,在碱度 1.98,配碳量 5.5%,水分 6.5% 条件下,可以得到转鼓强度为 79.5%,成品率 86.5%,TFe 56.4%,FeO 8.78% 的优质烧结矿。

(2)烧结矿转鼓强度在碱度、配碳量和水分含量变化的过程中都呈现出先增大后减小的变化趋势,其中转鼓强度主要受碱度的影响,是由于随碱度增加,CaO 含量增加,影响烧结矿转鼓强度的主要成分铁酸钙含量会增多。

(3)碱度、水分、配碳量都对烧结矿 FeO 含量有影响,其中配碳量对 FeO 含量变化有较大影响,随着配碳量增加,烧结过程中的还原剂 C 含量不断增加,还原的 FeO 会不断增多。

参考文献:

- [1]周国凡,毕学工,翁德明,等. 高品位烧结矿的烧结研究[J]. 武汉科技大学学报,2002(2):10-15.
- [2]张铁根,贺淑珍. 提高烧结矿强度的试验研究[J]. 钢铁研究,2008(1):14-17.
- [3]侯向东. 影响烧结矿强度的因素及对策[J]. 科学情报开发与经济,2002(2):20-24.
- [4]荀元虎,张永中,周宗林. 提高烧结矿转鼓强度的生产实践[J]. 安徽冶金,2013(4):28-31.
- [5]戴树平,刘石. 烧结矿 TFe、碱度稳定性影响因素的探讨[J]. 烧结球团,2006(6):24-26.
- [6]杨改修,方觉,时国松. 烧结矿碱度与烧结工艺参数的关系[J]. 河北理工大学学报,2011(2):24-28.
- [7]肖居广,敖万忠,张金柱. 烧结过程生石灰和燃料配加量的实验研究[J]. 贵州工业大学学报,2006(1):24-28.
- [8]代汝昌,孙艳红,孙明山,等. 燃料配加工艺对烧结矿成分及性能的影响[J]. 山东冶金,2011(3):31-34.
- [9]蔡玉斌. 配碳量对包钢烧结工艺和烧结矿冶金性能的影响[D]. 沈阳:东北大学学报,2006(2):21-25.
- [10]柴星明. 降低烧结矿 FeO 含量的生产实践[J]. 新疆钢铁,2001(1):21-25.
- [11]王天才. 南(京)钢铁降低烧结矿 FeO 的公关实践[J]. 烧结球团,2003(4):8-12.
- [12]石烟翠. 烧结矿 FeO 含量研究[J]. 烧结球团,2004(5):13-16.

Experimental Study on Improving Sinter Drum Strength

Li Qiankun, Yang Dabing Hua Xuqin, Wang Shuai, Yang Kailu

(Key Laboratory of Efficient Utilization and Briquetting of Metallurgical Assets of Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei, China)

Abstract: In order to explore the effect of alkalinity of raw materials, water, carbon content on improving sinter drum strength and get a better indicator of the sinter ores. Single factor orthogonal sintering cup test was conducted under the condition of 6 min for granulation time, 1050°C on ignition temperature, 2min for ignition time, 6kpa on ignition negative, 10 kpa on vacuum negative. Research indicates, Alkalinity have a greater impact on sinter drum strength, along with an increase in alkalinity sinter feed CaO content increased and the content of SFCA increased as result, the drum strength increased. During the increasing of carbon content, drum strength increased at first and then decreased, high rate on carbon content results the high reduction rate on Fe₂O₃, the content of SFCA decreased, as a result drum strength decreased. During the addition of water, appropriate content of moisture have a good impact on sinter bed permeability which results in the improving of drum strength, when the moisture content comes too high, the material layer permeability variation, sintering resistance increases, reducing the drum the drum strength. Taking all tests into condition, when alkalinity at 1.98, carbon content at 5.5%, moisture at 6.5%, we could get high quality sinters which have 79.5% drum strength, 86.5% yield, 56.4% TFe, and 8.78% FeO. Compared to the original batching system, under the condition of ensuring the grade of TFe, the drum strength has improved by 5.5%, yield by 6.0%, and FeO content has also reduced.

Keywords: Sinter; Drum strength; Sinter yield; TFe; FeO