带式球团配加新型粘结剂替代膨润土试验研究*

白晓光

(内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章针对包钢带式球团由于膨润土配比高导致其球团矿 SiO_2 含量高的生产状况,进行了配加新型粘结剂替代膨润土的可行性试验。结果表明,使用新型粘结剂替代膨润土后,球团矿品位提高0.45个百分点,SiO_2 含量降低0.60个百分点,该球团矿可以更好的满足高炉冶炼需求。

关键词: 球团矿; 新型粘结剂; 可行性

中图分类号: TF046.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)06-0001-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.06.001

Experimental Study on Adding New-type Binder instead of Bentonite for Pellet with Belt Type Roasting Machine

Bai Xiao-guang

(*Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, it is introduced the feasibility test of adding new-type binder instead of bentonite is carried out aiming at the production situation of high content of SiO_2 in pellet due to the high proportion of bentonite for pellet with belt type roasting machine. The results showed that the grade of pellet increased by 0.45 percentage points and the content of SiO_2 reduced by 0.60 percentage points after use new-type binder instead of bentonite so that the pellet could better meet the smelting demands of blast furnace.

Key words: pellet; new-type binder; feasibility

粘结剂作为球团矿生产的重要辅料,对球团矿的制备过程和质量有着重要影响。选择优良的粘结剂是优化球团制备工艺参数、提高球团矿质量和降低能耗的重要措施之一[1]。膨润土是目前钢铁企业生产中应用最广泛的无机粘结剂,具有廉价易得、资源充足、成球和抗爆裂性能好等特点,但会降低球团矿品位,使炼铁渣量增多,且能耗高,污染环境。有机粘结剂具有用量少、杂质含量少、提高球团矿品位等优点,但因为存在添加及混合困难、成球性能差、生球热性能差、生产成本高等问题,影响了其广泛应用[2]。本文针对包钢带式球团膨润土配比高、球团矿 SiO_2 含量高的生产状况,提出了使用新型粘结剂替代膨润土的技术方案,并开展了系列试验研究。试验研究分别考查了原料性能、生球性能、适宜的预热焙烧制度以及成品球冶金性能,试验结果可为包钢带式球团工艺开展配加复合粘结剂替代膨润土的工业化应用提供技术支持。

1 试验用原料性能

试验用含铁原料和膨润土均从带式球团生产车

* 收稿日期: 2020-10-09

作者简介: 白晓光(1982-),男,内蒙古包头市人,硕士,高级工程师,现从事炼铁原料研究工作。

中国知网 https://www.cnki.net

间取得，含铁原料有白云鄂博铁精矿、自选外购铁精矿、外购高硅铁精矿和低硅铁精矿，所有原料的化学成分见表1。新型粘结剂由生产厂家提供，其化学成分及性能指标见表2。

表1 试验原料的化学成分及烧损(质量分数) %

原料名称	TFe	FeO	CaO	SiO_2	MgO	Al_2O_3	F	S	K_2O	Na_2O	I_g
高硅铁精矿	65.40	29.10	0.30	6.75	0.70		0.015	0.057	0.041	0.025	0.40
低硅铁精矿	65.20	27.35	0.80	4.37	0.80		0.058	0.190	0.068	0.043	0.52
白云鄂博铁精矿	65.50	27.50	1.50	2.24	0.90		0.315	0.190	0.093	0.122	1.15
自选外购铁精矿	69.04	32.78	0.73	1.25	0.97		0.089	0.779	0.051	0.056	1.16
膨润土			2.70	62.02	2.45	14.27		1.83	1.63	12.46	

由表1可知，除自选外购铁精矿的品位较高外，其余三种铁精矿的品位均在65%～66%之间，但SiO_2含量差异较大，其中自选铁精矿SiO_2含量最低，为1.25%；白云鄂博铁精矿次之，高硅铁精矿SiO_2含量最高，达到了6.75%。白云鄂博铁精矿的F、K_2O、Na_2O含量较高。由于生产中使用的这些铁精矿的化学成分差异较大，会对包钢球团矿的焙烧性能尤其是冶金性能产生较大影响。

表2 新型粘结剂性能及化学成分

胶质价 /(mL·(15 g)$^{-1}$)	膨胀容 /(mL·g^{-1})	吸水率 /%	$w(SiO_2)$ /%	$w(Al_2O_3)$ /%
450	33.5	445	60.8	13.98

2 试验方案

根据包钢624 m^{2}带式焙烧机生产实际，设计试验方案，见表3。

表3 试验方案(质量分数) %

方案	试验编号	粘结剂配比		铁料配置			
		膨润土	新型粘结剂	低硅铁精矿	高硅铁精矿	白云鄂博铁精矿	低硫蒙古精矿
方案1	基准点1	2.5	0	50	0	40	10
	试验点	0	1.6	50	0	40	10
方案2	基准点2	2.5	0	0	50	40	10
	试验点1	0	1.6	0	50	40	10
	试验点2	0	1.6	0	55	45	0

由表3可知，方案分别以“50%低硅铁精矿+40%白云鄂博铁精矿+10%自选外购铁精矿”和“50%高硅铁精矿+40%白云鄂博铁精矿+10%自选外购铁精矿”为基准点，进行以1.6%新型粘结剂替代2.5%膨润土的试验研究。

3 试验结果及分析

3.1 生球性能

配加新型粘结剂对生球性能的影响试验结果见表4。

表4 配加新型粘结剂对生球性能影响

方案	试验编号	落下强度/次	生球抗压强度/N	干球抗压强度/N	爆裂性能	
					500 ℃	470 ℃
方案1	基准点1	5.80	13.20	82.4	30%爆裂	无
	试验点	5.70	14.70	92.5	10%爆裂	无
方案2	基准点2	4.85	12.80	77.4	30%爆裂	无
	试验点1	4.90	14.53	84.4	无	无
	试验点2	4.85	13.80	83.7	20%爆裂	无

中国知网 https://www.cnki.net

由表 4 可知:

(1) 方案 1 中,配加 1.6% 新型粘结剂的生球落下强度就可以达到膨润土配比为 2.5% 的生球落下强度,同时生球的干球抗压强度得到提高,由此可以看出新型粘结剂的粘结性能较优,球团生产采用新型粘结剂可改善生球在焙烧机上的抗碎裂能力,生球性能可以满足包钢目前带式球团生产提铁降硅的需求。

(2) 方案 2 中,尽管试验点 1 和试验点 2 的铁料结构略有差异,但配加 1.6% 新型粘结剂的生球落下强度均可以达到了膨润土配比为 2.5% 的生球落下强度,同时生球的干球抗压强度均提高,配加新型粘结剂后,生球在焙烧机上的抗碎裂能力均得到改善,生球性能可满足目前带式球团提铁降硅的需求。

(3) 新型粘结剂替代膨润土可改善生球在干燥预热过程中的抗爆裂能力。

3.2　预热球性能

配加新型粘结剂对预热球性能的影响试验结果见表 5。

表 5　配加新型粘结剂对预热球性能的影响

方案	试验编号	预热球强度/N	预热球转鼓/%	预热球抗磨指数/%
方案 1	基准点 1	854.5	92.62	4.96
	试验点	891.5	95.42	4.54
方案 2	基准点 2	793.3	94.61	5.28
	试验点 1	872.9	96.47	3.49
	试验点 2	616.7	96.42	3.61

由表 5 可知,两种方案中,在使用 10% 自选外购铁精矿的条件下,采用 1.6% 新型粘结剂替代 2.5% 膨润土,其预热球的性能均优于基准点,对于方案 2 中的试验点 2,由于没有配加 10% 自选外购铁精矿,尽管也是采用 1.6% 新型粘结剂替代 2.5% 膨润土,其预热球强度要低于基准点 2,但预热球的转鼓和抗磨指数得到了改善。因此就预热球性能而言,建议包钢带式球团生产还应该配加 10% 自选外购铁精矿。

3.3　焙烧制度

配加新型粘结剂对焙烧制度的影响试验结果见表 6。

表 6　配加新型粘结剂对焙烧制度的影响

方案	试验编号	不同温度下成品球的抗压强度/N		
		1 200 ℃	1 220 ℃	1 240 ℃
方案 1	基准点 1	3 275	3 403	3 258
	试验点	3 332	3 544	3 486
方案 2	基准点 2	3 522	2 776	2 648
	试验点 1	3 683	2 779	2 730
	试验点 2	3 546	3 076	2 215

由表 6 可知,方案 1 中配加低硅铁精矿,当焙烧温度达到1 200 ℃时,基准点及试验点球团的抗压强度达到较高水平,当焙烧温度达到 1 240 ℃,抗压强度均有下降趋势。配加新型粘结剂球团适宜的焙烧温度上限为 1 220 ℃。

方案 2 中配加低硅铁精矿,焙烧温度达到 1 200 ℃,成品球抗压强度达到较高水平,继续提高焙烧温度,成品球抗压强度下降,分析原因认为 SiO_2 在高温下,容易生成液相,阻碍赤铁矿再结晶所致。

3.4　球团矿化学成分

配加新型粘结剂对球团矿化学成分的影响见表 7。

中国知网　https://www.cnki.net

表7 配加新型粘结剂对化学成分及碱度影响

方案	试验编号	化学成分(质量分数)/%						球团矿碱度
		TFe	FeO	CaO	SiO_2	MgO	Al_2O_3	
方案1	基准点1	63.45	0.45	1.30	4.56	0.97	0.64	0.29
	试验点	63.90	0.50	1.35	3.96	0.94	0.59	0.34
方案2	基准点2	63.00	0.60	1.03	5.88	0.77	0.35	0.18
	试验点1	63.45	0.65	1.16	5.31	0.68	0.17	0.22
	试验点2	63.20	0.44	1.30	5.50	0.76	0.27	0.24

由表7可知,两种方案中,配加新型粘结剂均能明显提高球团矿品位,降低球团矿 SiO_2 含量。

3.5 球团矿冶金性能

配加新型粘结剂对带式焙烧机成品球冶金性能的影响结果见表8。

表8 配加新型粘结剂对冶金性能影响(质量分数) %

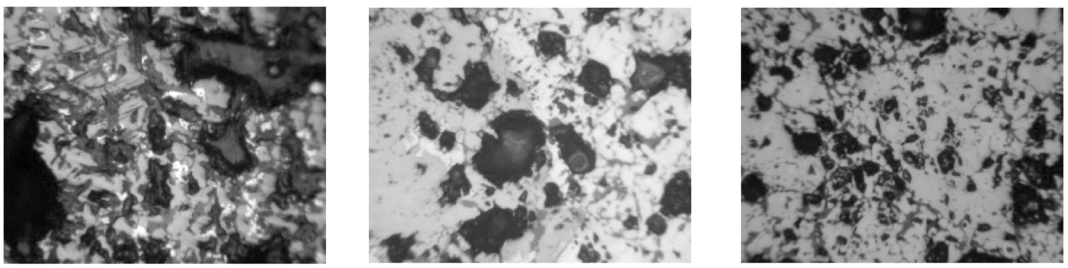
方案	试验编号	还原膨胀率	还原性
方案1	基准点1	11.8	25.72
	试验点	17.2	32.55
方案2	基准点2	8.3	22.87
	试验点1	8.7	21.76
	试验点2	7.0	29.20

由表8可知,方案1中,配加新型粘结剂的方案制备的成品球还原性提高明显,还原膨胀率小幅提高,但小于20%。因此就冶金性能而言,在低硅铁精矿原料条件下,采用新型粘结剂均可以满足带式球团提铁降硅的目的。

方案2中,由于球团矿 SiO_2 含量高,各方案还原膨胀率均非常低,采用新型粘结剂均可以满足带式球团提铁降硅的目的。

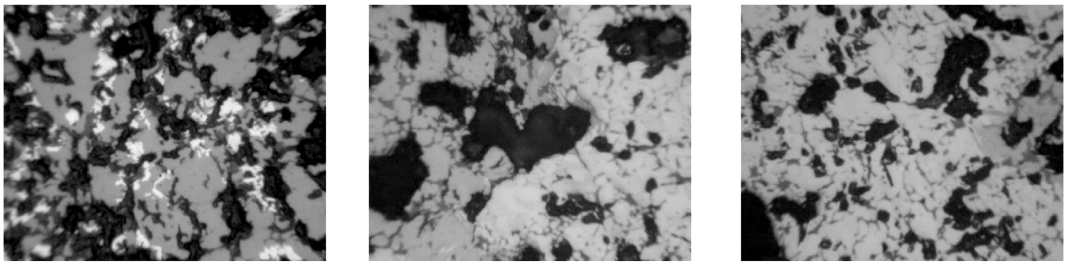
3.6 还原后球团矿的显微结构

图1、图2为球团矿还原后的矿物形貌。从还原后的显微结构看,均显示出明显的由外到内逐步还原的情况,分层明显。最外层已经还原成金属铁和富士体,往里为富士体和磁铁矿,再往里还保持着球团矿的原貌(赤铁矿)。各层之间变化分明,没有太厚的过渡带;配加新型粘结剂球团矿表层的金属铁较多,基准点球团矿表层只还原出少量的金属铁。



(a)边缘:金属铁和富士体 (b)中心:磁铁矿赤铁矿分界 (c)中心:赤铁矿

图1 基准点2球团矿还原后的矿物形貌



(a)边缘:金属铁和富士体 (b)中心:磁铁矿赤铁矿分界 (c)中心:赤铁矿

图2 试验点2球团矿还原后的矿物形貌

(下转第11页)

中国知网 https://www.cnki.net

表 3　复风后出铁情况

日期	铁次	铁口	开口时间	见渣时间	堵口时间	出铁时间/min	出渣时间/min	干渣量/t	水渣量/t	出铁量/t	铁水物理温度/℃	铁水 w[Si]/%
9 月 30 日	21292	1#	14:36		17:29	173	0	0	0	288.6	1 333	2.56
	21293	1#	18:42	19:35	21:05	143	90	300	0	220.2	1 417	2.77
10 月 1 日	21294	1#	22:45	23:49	1:08	143	83	125	0	1 014.6	1 449	2.47
	21295	3#	1:32	2:44	5:20	228	156		456	588.0	1 445	2.79
	21296	1#	4:48	4:54	9:28	80	274	370	0	749.2	1 420	1.59
	21297	1#	14:25	15:05	16:26	121	81		162	684.8	1 413	1.69
	21298	3#	16:36	17:14	19:49	193	155		310	499.9	1 418	0.94

14:36 打开 1#铁口后铁水流动性可，物理温度 1 333 ℃，但始终未见渣，再次打开 1#铁口后于 19:35见渣，1#铁口连出两次后 21295 次铁走水渣。整个出铁过程较为顺利，渣铁流动性及分离良好，未出现渣铁沟凝结以及溢流情况。10 月 1 日 21298 次铁 16:36 开口后 w[Si] 下降至 0.94%，铁水物理温度1 418℃，至此标志着 7#高炉休风 14 d 后出铁工作转向正常。

7#高炉本次休风进行了充足的准备工作，休风前通过降低焦炭负荷，调整矿石用量以达到活跃炉缸、降低炉渣碱度的目的，为在休风料装入过程中出净渣铁创造了有利条件。在高炉复风前对主沟和渣沟进行预先处理，在两个铁口插入氧枪，增加炉缸热量，促进风口和铁口之间的贯通。7#高炉的快速恢复表明该方法是可行、有效的，可以为其它高炉长期休风后的出铁工作提供借鉴。

4　结论

(1) 由于休风前对焦炭负荷和矿石用量进行了调整，活跃了炉缸，降低了炉渣碱度，有利于出净渣铁，减少炉缸内部存留渣铁数量。

(2) 铁口氧枪的使用起到了很好的效果，促进了风口和铁口的贯通，保证了出渣铁工作的顺利进行，为高炉的快速恢复奠定了基础。

参　考　文　献

[1] 李亮，潘喜顺，贾西明，等. 包钢 7#高炉长期休风快速恢复实践 [J]. 包钢科技，2017，43(1)：15－18.

[2] 张寿荣，于仲洁. 高炉失常与事故处理 [M]. 北京：冶金工业出版社，2015.

[3] 刘现生. 大型高炉长期非计划休风炉况快速恢复技术 [J]. 河南冶金，2019，27(4)：35－38.

(上接第 4 页)

4　结论

(1) 针对包钢带式球团膨润土配比高的生产现状，开展了使用新型粘结剂替代膨润土的试验研究，研究结果表明，采用 1.6% 新型粘结剂替代 2.5% 膨润土进行球团生产是可行的。

(2) 新型粘结剂替代膨润土后可提高球团矿品位 0.45 个百分点，可降低球团矿 SiO_2 含量 0.60 个百分点，同时其还原膨胀率可控制在 20% 以内。

参　考　文　献

[1] 黄艳芳. 复合粘结剂铁矿球团氧化焙烧与还原行为研究 [D]. 长沙：中南大学，2012.

[2] 李金莲，刘万山，任伟，等. 配加高铁赤泥降低球团矿膨润土用量的研究 [J]. 烧结球团，2012，37(3)：31－34.

中国知网　https://www.cnki.net