

济钢球团配加钠基膨润土试验研究

胡攀¹, 莫朝文², 闫应娇¹, 张英才¹

(1. 济钢技术中心, 山东 济南 250101; 2. 济钢球团厂, 山东 济南 250101)

摘要:钠基土膨润土粘性大、配加量小,使用钠基土是球团减少膨润土消耗的有效措施之一。针对济钢球团粘结剂消耗较高的情况,本文在对钠基土地考察的基础上,分析了钠基土的化学成分与物理特性,在实验室对8个钠基土样进行了造球试验和球团指标测试,并根据试验数据,对钠基土实用效果进行了综合评价。结果表明,钠基土能有效降低球团膨润土用量,在保证生球质量下,钠基土与钙基土的替代比能达到1:1.6左右,其中5#钠基土最优。

关键词:钠基土; 替代比; 综合评价

中图分类号:TF124.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2010)01-0015-05

1 前言

目前,我国球团生产中主要以膨润土作为粘结剂,膨润土是一种以SiO₂、CaO、Al₂O₃等为主要成分的粘土岩,有效成份为蒙脱石,它的加入势必导致球团矿含铁品位的降低,因此,球团生产过程中企望膨润土用量越少越好。与钙基土相比,钠基土的粘性、吸水率、膨胀容大,配加量小,使用钠基土是提高球团矿品位、降低粘结剂用量的重要措施。生产低粘结剂、高品位球团矿是球团生产的奋斗目标,近年来国内球团厂纷纷对钠基土进行研究,以期替代钙基土,降低粘结剂用量^[1-3]。

济钢球团厂目前使用的是钙基膨润土,粘结剂消耗指标高,2007年以来膨润土单耗都在35kg/t左右,明显高于行业平均水平。为减少球团膨润土用量,降低粘结成本,提高球团矿品位,对山东、江苏及

安徽等钠基土地进行考察后开展了此次钠基土应用研究。在实验室对不同的八种钠基土进行了化学成分及物理特性分析,通过配加钠基土造球试验和球团指标测试研究,分析挑选符合济钢球团生产需求的优质钠基土。

2 试验原料

2.1 含铁原料的物化性能

本试验含铁原料取自济钢球团厂原料仓库,主要为进口精粉、国内精粉和含铁杂料等。含铁原料的主要化学成分及粒度见表1。

2.2 钠基膨润土的理化性能

本次试验用的粘结剂为钠基膨润土,一共有8个样,其主要化学成分和物理性能见表2。

从表2可知,8种钠基土中1#、4#、6#钠基土膨胀容较大,≥12ml/g,其中4#达到15ml/g;2#、3#钠基

表1 含铁原料的物化性能

原料名称	化学成分/%								烧损	粒度 / -0.074mm%
	TFe	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	S	P		
A	68.51	30.26	3.05	0.51	0.32	0.54	0.022	0.042	0	90.50
B	66.43	0.52	2.56	0.04	0.86	3.13	0.026	0.035	1.25	84.86
C	64.56	29.68	4.16	0.31	0.76	1.52	0.050	0.053	1.22	53.26
D	64.90	27.84	4.23	1.02	0.92	0.64	0.267	0.045	1.00	80.02
E	65.49	0.50	1.32	0.05	1.55	0.03	0.008	0.041	1.20	85.14
F	50.26	30.07	2.00	11.94	0.22	5.25	0.054	0.098	10.15	98.25
G	72.02	41.12	1.55	0	2.28	0	0.011	0.096	0	25.13

收稿日期:2009-07-22

作者简介:胡攀(1982-),男,助理工程师,毕业于武汉科技大学矿物加工专业,现从事烧结球团研究工作。

表 2 钠基膨润土主要化学成分及物理性能

钠基土 编号	化学成分/%				吸蓝量 /(g/100g)	膨胀容 /(ml/g)	粒度 / -0.074mm%	水分 /%
	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃				
1 [#]	46.20	4.71	1.94	13.04	32.8	12.0	99.8	12.4
2 [#]	55.28	2.92	1.60	13.81	41.6	10.0	99.7	10.8
3 [#]	55.68	3.81	1.61	15.36	41.6	11.0	99.7	10.4
4 [#]	44.80	3.59	1.94	12.55	29.6	15.0	99.8	13.3
5 [#]	48.49	2.59	1.42	16.13	35.2	9.5	99.7	13.6
6 [#]	42.24	3.81	2.42	14.82	33.6	12.0	99.8	16.0
7 [#]	46.42	2.39	1.12	12.87	34.4	8.5	99.9	11.2
8 [#]	48.08	3.44	1.70	14.06	35.2	9.0	99.9	16.9

注:表中 8 种钠基土产地分别为:1[#]安徽;2[#]、3[#]江苏;4[#]~8[#]山东。

土吸蓝量最大,为 41.6g/100g;化学成分中除了 2[#]、3[#]外,其余钠基土 SiO₂ 含量都较低 (<50%),6[#] 钠基土 SiO₂ 仅为 42.24%。化验结果表明,4[#]、6[#] 钠基土较好,其膨胀容较高、SiO₂ 含量较低。

3 试验方法及流程

3.1 试验流程

试验流程见图 1。

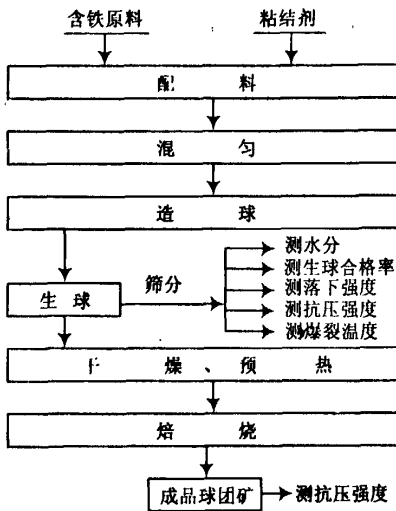


图 1 试验流程

3.2 试验方法

实验室采用 Φ1000 × 150mm 造球盘造球;生球用 300℃ 电热干燥箱烘干测水分,200N 拉压机及生球落下装置测试生球抗压与落下强度;采用卧式马弗炉测生球静态爆裂温度;在 Φ98 × 1300mm 竖式电焙烧炉进行生球干燥、预热、焙烧;采用规格为 5kN 万能压力机测定成品球抗压强度。

3.3 试验方案

本次试验主要是考察各种钠基土不同配比下的使用效果,试验时将各种含铁原料按试验配比混匀,粘结剂单配,试验过程中保持原料结构不变,其试验方案见表 3。JZ-1、JZ-2 为基准试验,配加济钢球团厂现用的钙基土,各种钠基土的造球试验按配比分别编号。

表 3 实验方案

试验 编号	含铁原料结构配比/%						粘结剂配比/%	
	A	E	B	C+D	F	G	钙基土	钠基土
JZ-1	41.3	23.4	10.7	17.3	5.3	2.0	5	—
JZ-2	41.3	23.4	10.7	17.3	5.3	2.0	3	—
T-2	41.3	23.4	10.7	17.3	5.3	2.0	—	2
T-3	41.3	23.4	10.7	17.3	5.3	2.0	—	2.5
T-4	41.3	23.4	10.7	17.3	5.3	2.0	—	3

4 试验结果及分析

4.1 试验结果

试验结果见表 4。

4.2 结果分析

大量实践证明,生球质量与膨润土质量指标没有绝对一致的规律,铁精粉和膨润土的表面特性各不相同,二者之间存在匹配问题,判断膨润土质量好最简单有效的方法就是实验室造球,测定生球质量^[7]。本次球团试验配加了 8 种钠基土,并对生球、成品球的质量指标进行了测试。试验参考球团厂的生球质量标准,以 JZ-1 配加 5% 的钙基土为基准一,作为球团生产对生球指标的要求。并以 JZ-2 配加 3% 的钙基土为基准二,对比钠基土和钙基土的试验效果,分析比较不同钠基土及配比对球团各项指标的影响。

表4 试验结果

粘 结剂	试 验 编 号	生球性能				成品球	
		水分 /%	落下 次数 /(次/球)	抗压 强度 /(kg/球)	650℃ 爆裂比 例/%	成球 合格率 /%	抗压 强度 /N
钙 基土	JZ-1	9.2	5.8	1.75	27.7	77.3	2080
	JZ-2	9.3	3.4	1.43	37.8	64.0	1719
1 [#] 钠基土	1T2	9.0	4.0	1.35	29.4	68.0	1565
	1T3	9.3	4.8	1.31	22.5	70.7	1785
	1T4	9.2	6.7	1.50	17.5	80.7	1546
	2T2	9.3	3.1	1.43	26.3	73.3	2356
2 [#] 钠基土	2T3	9.6	4.3	1.46	17.1	77.3	1876
	2T4	9.4	4.8	1.50	14.6	86.7	2018
	3T2	9.2	3.4	1.54	32.8	68.0	1723
3 [#] 钠基土	3T3	9.2	4.7	1.49	24.2	72.7	1660
	3T4	9.1	5.7	1.67	14.6	78.7	1700
	4T2	9.2	3.3	1.48	31.6	60.7	2046
4 [#] 钠基土	4T3	9.2	5.6	1.50	26.1	70.0	1738
	4T4	9.3	8.9	1.71	16.3	80.0	1810
	5T2	8.6	3.7	1.29	54.5	64.1	2049
5 [#] 钠基土	5T3	8.8	7.9	1.32	33.8	76.2	2388
	5T4	8.7	10.5	1.28	37.3	80.6	2061
	6T2	9.4	4.2	1.28	53.1	74.7	2110
6 [#] 钠基土	6T3	9.6	5.3	1.49	40.0	83.3	1789
	6T4	9.3	5.7	1.38	38.5	87.0	2017
	7T2	9.4	4.8	1.08	56.7	67.0	1518
7 [#] 钠基土	7T3	8.8	5.9	1.07	52.5	72.3	2210
	7T4	9.2	10.6	1.17	46.9	78.7	2612
	8T2	9.4	3.2	1.05	49.2	63.8	1992
8 [#] 钠基土	8T3	8.4	4.1	1.31	40.0	75.7	1662
	8T4	8.8	4.5	1.29	37.7	74.6	1739

4.2.1 钠基土对生球和成品球强度的影响

对于膨润土结构及提高生球性能的研究, S. K. Kawatra 和 S. J. Ripke 提出了膨润土纤维结构理论^[4-6], 认为当膨润土吸水膨胀后, 各层间的静电引力变弱, 在压力、剪切力作用下, 膨润土各片层产生滑动, 形成纤维结构。纤维结构形成后, 膨润土的粘附效果得到明显提高, 膨润土纤维将铁精粉颗粒紧紧地粘在一起, 从而提高球团的抗压和落下强度。

从表4可看出, 使用钠基土后, 生球落下次数明显增加, 钠基土对生球落下强度影响很大。生球落下次数与膨润土配比在试验范围内成正比, 配加2%钠基土, 生球落下强度都能达到基准二的水平, 配加3%的钠基土时, 生球落下次数最高为10.6次, 最低为4.5次, 其中1[#]、4[#]、5[#]、7[#]钠基土落下次数在6.5次以上, 高于JZ-1。钠基土吸水率高, 造

球时膨润土吸附大量的水, 其主要成份蒙脱石能充分水化, 产生较多的粘结性胶体, 胶状物粘结铁精粉, 提高了生球的塑性和落下强度。

另外, 从表4可知, 钠基土对生球、成品球抗压强度的影响较小, 与基准相比, 钠基土效果不明显。随着膨润土添加量的增加, 生球抗压强度逐步增加, 当膨润土进一步增加时, 生球抗压强度有降低趋势, 这可能与生球塑性过高有关。试验显示, 膨润土配比过高时, 生球塑性很大, 进行落下、抗压试验时易变形而不易破裂。成品球抗压强度与膨润土的相关性小, 规律性差。成品球抗压强度主要与焙烧温度、烧成有关, 在一定温度(1300℃以内)范围内, 焙烧温度是成品球强度的最大影响因素。膨润土中的SiO₂ 虽在球团固相固结中能起到渣相固结, 对成品球强度有一定益处, 但由于膨润土配比低, 且膨润土之间SiO₂ 含量的差异较小, 因此膨润土对成品球抗压强度影响很小, 配加钠基土不会明显提高或降低成品球抗压强度。

4.2.2 钠基土对生球爆裂温度的影响

膨润土的添加有利于提高生球的爆裂温度, 如表4所示, 随着膨润土添加量增加, 生球在650℃时爆裂比例都呈降低趋势。蒙脱石是提高生球爆裂温度的重要因素, 蒙脱石的吸水性、膨胀性能降低生球水分的蒸发速度, 使水缓慢释放, 从而降低生球干燥时的内部蒸汽压, 同时, 膨润土膨胀产生微孔, 干燥时球团水分容易析出^[3]。钠基土与钙基土相比, 同样配比下, 配加钠基土的生球其爆裂比例相对较低, 钠基土配加3%时, 除7[#]高于JZ-2外, 其余都低于JZ-1 或与之接近, 配加2.5%的钠基土时, 生球爆裂比例基本都比JZ-2小, 其中1[#]、2[#]、3[#]、4[#]爆裂比例比JZ-1小。钠基土对提高生球爆裂温度的作用比钙基土大, 其原因大概与钠基土蒙脱石矿物结构有序性差, 吸水、膨胀性好等因素有关^[8]。

4.2.3 钠基土对原料成球性的影响

从表4可知, 随着膨润土配比的增加, 生球合格率均呈升高趋势, 膨润土的加入提高了铁精粉的成球性能。钠基土粘结性强, 可促进原料的滚动粘合成球, 加快成球速度, 提高原料成球率。使用钠基土时, 生球合格率同比高于钙基土。钠基土在提高生球成球合格率方面效果较明显, 其规律性与落下强度相似。使用相同比例的钠基土, 能提高成球合格率10%以上, 配加3%钠基土时, 生球合格率在74.

6%~86.7%, 2[#]、6[#]钠基土效果最好, 而 JZ-2 仅为 64%, JZ-1 为 77.3%。

4.2.4 钠基土使用效果综合评价

运用六西格玛管理理念中的 C&E 矩阵方法对钠基土的使用效果进行综合评价。根据造球试验数据, 对测试的各项球团指标进行排名赋分; 参考表 4 钠基土对球团各指标影响的强弱, 确定指标的权重性, 赋予相应权重分值; 各项指标加权统计得分, 根据总分值排名确定钠基土的优劣。重点对配加钠基土 3%、2.5% 进行评价, 排名时将 JZ-1 (5% 钙基土)、JZ-2 (3% 钙基土) 纳入评价体系进行参照比较, 结果见表 5、表 6, 其中权重分值为: 生球落下次数 10 分, 生球抗压强度 4 分, 650℃ 爆裂比例 6 分, 生球合格率 8 分, 成品球抗压强度 2 分。

表 5 钠基土使用效果综合排名 (配比 3%)

项 目	生球落下次数	生球抗压强度	650℃爆裂比例	生球合格率	成品球抗压强度	分值总计	排名
JZ-1	6	10	6	3	9	178	6
JZ-2	1	6	3	1	3	66	10
1 [#]	7	4	7	8	1	194	4
2 [#]	3	7	10	9	7	204	2
3 [#]	5	8	10	5	2	186	5
4 [#]	8	9	8	6	5	222	1
5 [#]	9	2	5	7	8	200	3
6 [#]	5	5	2	10	6	174	7
7 [#]	10	1	1	5	10	170	8
8 [#]	2	3	4	2	4	80	9

表 6 钠基土实用效果综合评价 (配比 2.5%)

项 目	生球落下次数	生球抗压强度	650℃爆裂比例	生球合格率	成品球抗压强度	分值总计	排名
JZ-1	8	10	6	9	8	244	1
JZ-2	1	5	4	1	3	68	10
1 [#]	5	3	9	3	5	150	7
2 [#]	3	6	10	8	7	192	4
3 [#]	4	8	8	5	1	162	6
4 [#]	7	9	7	2	4	172	5
5 [#]	10	4	5	7	10	222	2
6 [#]	6	8	3	10	6	202	3
7 [#]	9	1	1	4	9	150	7
8 [#]	2	3	3	6	2	102	9

表 5、表 6 可以直观看出, 钠基土使用效果综合评分高于同比例的钙基土, 使用钠基土后生球和成

品球质量指标整体趋向改善。8 种钠基土配加 3%、2.5% 时, 应用效果综合评价得分都高于 JZ-2 (配加 3% 钙基土)。配加 3% 的钠基土, 生球和成品球质量基本能达到 JZ-1 (配加 5% 钙基土) 的效果, 其中 1[#]~5[#] 钠基土试验效果较好, 得分排名高于 JZ-1; 6[#]、7[#] 次之, 与 JZ-1 接近; 8[#] 较差。配加 2.5% 时, 钠基土使用效果得分虽高于 JZ-2, 但均低于 JZ-1, 表明钠基土替代钙基土的比例有限, 此次试验的钠基土替代比应在 2 倍以内。

按球团厂的生产情况及现场检验标准, 实验室配加 5% 钙基土时生球质量与球团厂现场 (3.5% 钙基土) 生球的质量相当, 满足生产要求。根据试验结果与分析可知, 1[#]~6[#] 钠基土实验数据较理想, 各项指标基本都能达到生产要求。结合原料产地、资源情况和物流运输, 综合考虑钠基土性价比, 产地较近的 4[#]、5[#]、6[#] 钠基土经济性高, 适合济钢球团使用。试验研究预计, 球团生产使用钠基土时, 钠基土替代比估计在 1:1.5 左右。

5 结 论

1. 在保证球团质量的前提下, 使用钠基土能有效降低球团膨润土消耗, 提高球团质量。

2. 经过对此次考察的八个不同省份、产地的钠基土的球团试验研究, 钠基土替代钙基土比例大约在 1:1.5~1:1.7 左右, 预计实际生产时替代比可以达到 1:1.5 左右。

3. 综合考虑钠基土产地、化学成分与物理特性、试验结果及物流运输等因素, 山东本地的钠基土性价比合适, 其中 5[#] 钠基土质量、试验效果较好, 适合济钢球团使用。

4. 钠基土吸水率远高于钙基土, 生产时生球水分容易偏高, 生球爆裂可能会有所恶化。造球时要根据粘结剂配比、原料含水情况来调节加水量, 竖炉操作应注意调整烘床温度, 关注生球脱水速度, 防止生球在干燥床上严重爆裂。

参 考 文 献:

- [1] 张一敏, 彭志坚, 胡承凡, 等. 大冶铁矿竖炉球团应用改性钠基膨润土试验[J]. 烧结球团, 2000(5): 54~56.
- [2] 孟德田, 杨树明, 隋孝利, 等. 承钢竖炉球团配加钠基膨润土的研究与应用[J]. 四川冶金, 2005(5): 10~12.
- [3] 彭志伟, 李光辉, 杨学峰, 等. 膨润土类型对昆钢铁精矿造球性能的影响[J]. 烧结球团, 2007(1): 26~28.
- [4] S. K. Kawatra, S. J. Ripke. Developing and understanding

溶剂萃取法从石煤酸浸液中提取 V_2O_5 的新工艺研究

陈庆根

(厦门紫金矿冶技术有限公司, 福建 厦门 361101)

摘要:研究了新型萃取试剂从酸浸液中提取五氧化二钒的新工艺。结果表明:有机相(A)15% + 煤油75% + 添加剂10%组成的有机溶剂萃取率为99.55%;用80g/L氯化钠作反萃剂,反萃率为98.49%。酸浸液经萃取一反萃后,水相五氧化二钒浓度从9.8g/L富集到115.30g/L,并且主要杂质均被除去,有利于后续提钒工艺地进行。

关键词:五氧化二钒;萃取;反萃;石煤

中图分类号:TF111.3 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2010)01-0019-04

从石煤中提取五氧化二钒,焙烧酸浸法^[1-3]比水浸法浸出率高10%~20%,但在酸浸的过程中,浸出液中杂质含量也随之增加,如铁、镁、钙纷纷进入溶液,从而给净化和沉钒带来很大麻烦。由于杂质的增加,采用石煤焙烧酸浸法提取的五氧化二钒

产品很难达到优质冶金级产品。目前浸出液处理有两种常用的方法,其一,浸出液直接沉钒,然后将粗钒提纯;其二,调节pH除杂,然后沉钒。方法一虽然回收率高但是产品质量较低,方法二虽然纯度高,但是除杂过程中全钒损失严重。因此,浸出液处理

the bentonite fiber bonding mechanism[J]. Minerals Engineering, 2001(6):647~659.

[5] S. Komar, Kawatra, S. Jayson, Ripke. Laboratory studies for improving green ball strength in bentonite-bonded magnetite concentrate pellets[J]. Int. J. Mineral Processing, 2003, 72:429~441.

[6] S. Komar, Kawatra, S. Jayson, Ripke. Effects of bentonite fi-

ber formation in iron ore pelletization[J]. Int. J. Mineral Processing, 2002, 65:141~149.

[7] 张新兵,朱梦伟. 膨润土对我国球团生产的影响[J]. 烧结球团, 2003(6):3~6.

[8] 李春生,许凤林,刘清辉,等. 影响膨润土溶胀性能因素的研究[J]. 矿产保护与利用, 2007(1):23~26.

Experimental Research on Adding Sodium Bentonite into Pellet in Pelletizing Plant of Jinan Iron Steel Co.

HU Pan¹, MO Chao-wen², YAN Ying-jiao¹, ZHANG Ying-cai¹

(1. Technology Center of Jinan Iron and Steel Co., Jinan, Shandong, China;

2. Pelletizing Plant of Jinan Iron and Steel Co., Jinan, Shandong, China)

Abstract: Owing to higher viscosity and lower dose of the sodium bentonite, therefore, use of sodium bentonite is one of the effective measures for decreasing consumption of bentonite in the pelletizing process. Aiming at the practical situation of higher consumption of bentonite in the pelletizing plant, on the basis of investigating production base of bentonite, the chemical composition and physical property of sodium bentonite are analyzed. The pelletizing tests for eight kinds of sodium bentonite samples are carried out and the major technical indexes of these pellets are determined. The test results show that using sodium bentonite can effectively decrease dose of bentonite in pelletizing process. On the premise of ensuring quality of green pellet, the substitution proportion of Na-bentonite to Ca-bentonite can reach around 1:1.6. Among 8 samples the result of No. 5 Na-bentonite is optimal.

Key words: Pellet; Sodium bentonite; Substitution proportion; Comprehensive evaluation

收稿日期:2009-07-27

作者简介:陈庆根(1979-),男,硕士,工程师,主要从事湿法冶金及环保处理工艺研究工作。