

单一磁选法制备超纯铁精矿的试验研究

牛福生^{1,2}, 李卓林¹, 张晋霞^{1,2}, 刘亚¹

(1. 华北理工大学矿业工程学院, 河北 唐山 063009;

2. 河北省矿业开发与安全技术重点实验室, 河北 唐山 063009)

摘要:为了简化超纯铁精矿的制备工艺,提高企业经济效益,针对河北某地磁铁矿进行了超纯铁精矿制备的试验研究。研究表明,原矿全铁品位为 35.59%,主要以磁铁矿形式存在,分布率为 91.07%,均匀地分布在各个粒级中。经过阶段磨矿-弱磁选以及磁选柱两次精选流程,可获得全铁品位为 71.79%,回收率为 77.99%的超纯铁精矿。

关键词:磁铁矿;磁选;超纯铁精矿

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.02.007

中图分类号:TD924 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2017)02-0027-04

当铁精矿 TFe>71% 时,可称之为超纯磁铁矿。随着工业的快速发展,超纯磁铁矿被广泛地应用于粉末冶金、电子和化工等工业领域^[1]。目前制备超纯铁精矿的主要方法有:粗精矿浮选提纯^[2-3]、磁浮联合流程^[4]以及磁重浮联合流程^[5]等,工艺流程复杂,生产成本较高。如何在保证产品质量的前提下,简化工艺流程,降低生产成本不仅涉及到环境的保护还涉及到企业的经济效益。本文针对河北某地磁铁矿进行单一磁选法制备超纯铁精矿的试验研究,为此类矿石的应用提供数据支撑。

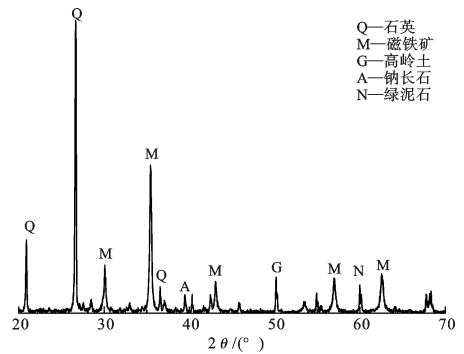


图1 XRD 分析结果

1 原矿性质

1.1 XRD 分析

为了了解原矿中的矿物组成,对原矿进行了 XRD 分析,结果见图 1。

通过 XRD 分析结果可以看出,原矿中的主要有用矿物为磁铁矿,主要的脉石矿物为石英、绿泥石、钠长石和高岭土。

1.2 化学多元素分析

对原矿进行化学多元素分析,结果见表 1。

表 1 化学多元素分析结果/%

Table 1 Chemical analysis results of multi-elements

TFe	S	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
35.59	0.08	0.17	43.08	4.85	3.59	4.12

由分析结果可以看出,原矿中主要的有用元素为铁,全铁品位 TFe 为 35.59%,主要有害元素为 SiO₂, 含量为 43.08%, S 和 P 含量较低,含量分别为 0.08% 和 0.17%。

1.3 铁物相分析

了解铁的赋存方式对选矿方法的选取有一定的指导意义,故对原矿进行铁物相分析,结果见表 2。

收稿日期:2015-12-30

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(E2015209117);河北省科技厅资助项目(15213812)

作者简介:牛福生(1974-),男,教授,主要从事复杂难选矿方向的科研工作。

表 2 铁物相分析结果

Table 2 Analysis results of iron phase

相名	磁铁矿	赤褐铁矿	碳酸铁	硫化铁	硅酸铁	TFe
含量/%	32.43	0.97	0.84	0.68	0.69	35.61
分布率/%	91.07	2.72	2.36	1.91	1.94	100.00

由表 2 可知,原矿中铁主要以磁铁矿的形式存在,含量为 32.43%,分布率为 91.07%,其次为赤褐铁矿,碳酸铁,硫化铁和硅酸铁。

1.4 粒度组成分析

为确定在各个粒度中铁的分布情况,对原矿进行粒度组成试验,结果见表 3。

表 3 粒度组成试验结果

粒度/mm	产率/%	品位/%	回收率/%
+0.991	7.53	36.94	7.82
-0.991+0.701	10.49	37.41	11.03
-0.701+0.495	6.40	37.16	6.68
-0.495+0.246	22.23	34.23	21.39
-0.246+0.147	12.80	35.52	12.78
-0.147+0.074	22.86	33.51	21.53
-0.074	17.69	37.76	18.77
合计	100.00	35.58	100.00

通过粒度组成试验结果可以看出,铁在各个粒度中铁的分布比较均匀,在细粒度中分布相对较多,在粗粒度中分布相对较少,但不存在明显差异。

2 结果与讨论

在试验过程中,采用 XMBΦ160 mm×200 mm 型智能棒磨机进行磨矿, XCRS-Φ400 mm×240 mm 电磁湿法多用鼓弱磁选机进行磁选试验, CZM-159 磁重脉动精选机进行精选。

2.1 一段磨矿-磁选试验

2.1.1 一段磨矿细度试验

在磁场强度为 20 kA/m 的条件下,对原矿进行磨矿细度试验,试验结果见图 2。

由图 2 可以看出,当-0.074 mm 含量逐渐上升时,精矿铁品位与作业回收率呈相反的变化趋势,当-0.074 mm 含量由 60.68% 上升到 81.22% 时,精矿铁品位上升了 0.26%,作业回收率下降了 3.28%,因此,一段磨矿细度以-0.074 mm 60.68% 为宜。

2.1.2 一段磁场强度试验

在磨矿细度为-0.074 mm 60.68% 的条件下进行磁场强度试验,试验结果见图 3。

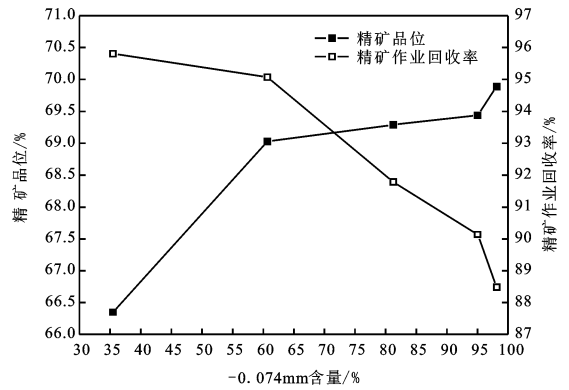


图 2 一段磨矿细度试验

Fig. 2 Test of one-stage grinding fineness

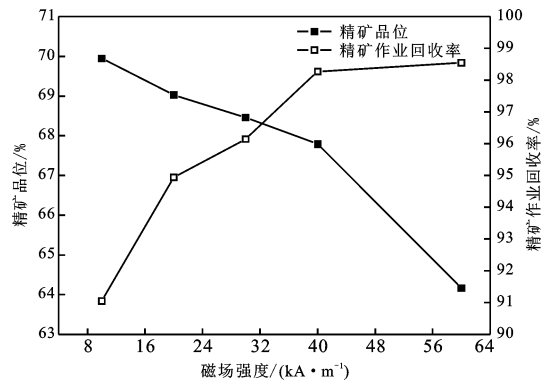


图 3 一段磁场强度试验

Fig. 3 Test of one-stage magnetic field strength

由图 3 可知,随着磁场强度的升高,精矿铁品位逐渐降低而作业回收率却是逐渐升高,当场强从 30 kA/m 上升到 40 kA/m 并继续增加时,精矿铁品位分别下降了 0.67% 和 3.63%,作业回收率分别上升了 2.13% 和 0.28%,所以综合考虑精矿品位与作业回收率,认为磁选场强以 40 kA/m 为宜,此时,精矿品位为 67.79%,作业回收率为 98.27%。

2.1.3 一段精矿制备

将磁选精矿放在显微镜下观察,仍然能看见连生体,所以为提高精矿质量对一段精矿进行再磨再选试验。根据以上试验结果所得最佳试验条件下进行二段磨矿-磁选试验的矿样的制备,具体流程见图 4,产品检测见表 4。

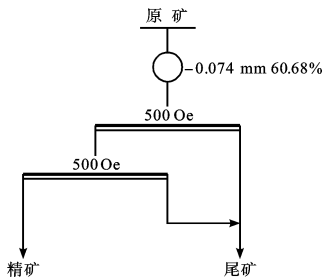


图4 条件试验流程

Fig. 4 Condition test process

表4 磁选试验结果

Table 4 Test results

产品名称	产率/%	品位%	回收率/%
精矿	51.34	67.80	97.80
尾矿	48.66	1.61	2.20
合计	100.00	35.58	100.00

2.2 二段磨矿-磁选试验

2.2.1 二段磨矿细度试验

在磁选场强为 30 kA/m 的条件下进行二段磨矿细度试验,试验结果见图 5。

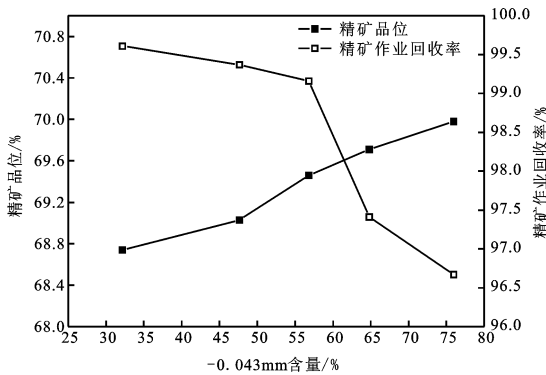


图5 二段磨矿细度试验

Fig. 5 Two-stage grinding fineness test

由图 5 可以得出,随着-0.043 mm 含量的不断上升,精矿品位呈上升趋势,作业回收率呈下降趋势,当-0.043 mm 含量由 56.81% 上升到 64.79% 时,精矿品位上升了 0.25%,作业回收率下降了 1.75%,综合考虑,认为-0.043 mm 56.81% 最为适宜。

2.2.2 二段磁场强度试验

在磨矿细度为-0.043 mm 56.81% 的条件下,进行磁选场强试验,试验结果见图 6。

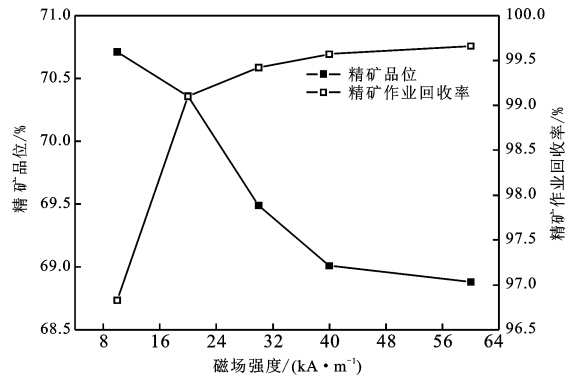


图6 二段磁场强度试验

Fig. 6 Two-stage magnetic strength test

根据二段磁场强度试验结果可知,在逐渐升高的磁场中,精矿的铁品位逐渐下降,作业回收率逐渐上升,当场强由 10 kA/m 上升到 20 kA/m 在继续上升到 30 kA/m 时,精矿铁品位分别下降了 0.35% 和 0.87%,作业回收率上升了 2.27% 和 0.32%,综合考虑,认为最合适的场强为 2500e。此时得到的精矿的品位为 70.36%,作业回收率为 99.10%。

2.3 精选试验

磁选柱是一种电磁式选矿设备,能够分散磁团聚,主要用于磁铁矿的精选^[6]。所以,选择磁选柱对二段磁选精矿进行精选试验,在给矿浓度为 30%,水压为 0.15 ~ 0.2 MPa,给水量为 2 t/h,给矿速度为 62 kg/h,排矿速度为 43 kg/h,一段精选场强为 9.6 kA/m,二段精选场强为 4 kA/m 的条件下进行试验,试验结果见表 5。

表5 精选试验结果

Table 5 Cleaning test results

产品名称	产率/%	品位/%	回收率/%
精矿	78.49	71.79	80.09
尾矿 2	10.06	67.24	9.61
尾矿 1	11.45	63.30	10.30
合计	100.00	70.36	100.00

通过精选结果可知,经过两次精选可以获得作业产率为 78.49%,品位为 71.79%,作业回收率为 80.09% 的超纯铁精矿,同时还能够获得作业产率为 21.51%,品位为 65.14% 的普通铁精矿,选别指标较好。具体的试验指标和工艺流程见图 7。

对最终精矿进行化学多元素分析,分析结果见表 6。

表6 精矿化学多元素分析/%

Table 6 Multi-elements analysis of concentrate

TFe	S	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
71.79	0.008	0.02	0.19	0.14	0.06	0.05

由表6可知,精矿的全铁品位为71.79%,SiO₂含量为0.19%,明显降低,有害元素S、P的含量也有所降低。

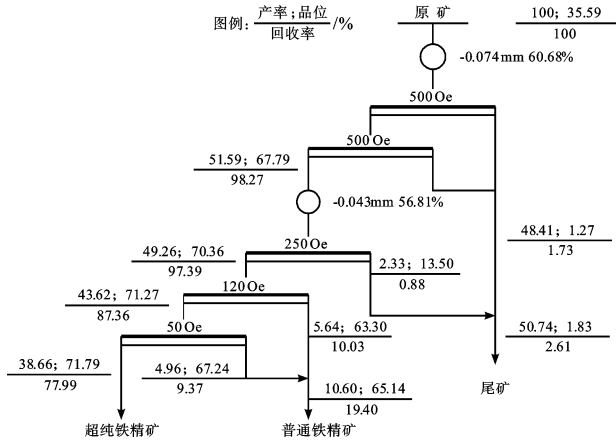


图7 数质量流程

Fig. 7 Quality and quantity flowsheet

3 结 论

(1)通过对原矿性质进行分析可知,原矿中的

全铁品位为35.59%,主要以磁铁矿的形式存在,分布率为91.07%,且较均匀地分布在各个粒级中,磁铁矿为原矿中的主要有用矿物,脉石矿物主要为石英、绿泥石、高岭土和钠长石。

(2)通过“阶段磨矿-弱磁选”试验流程可以获得铁品位为70.36%,回收率为97.29%的粗精矿,经过磁选柱两次精选可以获得铁品位为71.79%,回收率为77.99%的超纯铁精矿,选别指标较好。

参考文献:

[1]李艳军,张兆元,袁致涛,等. 高品位铁精矿的应用现状及前景展望[J]. 金属矿山,2006(11):5-7,16.
 [2]陈达,葛英勇,余永富. 磁选铁精矿再提纯反浮选工艺和药剂的研究[J]. 矿产保护与利用,2005(4):46-50.
 [3]张杨林. 柿竹园铁粗精矿回收超纯铁精矿试验研究[J]. 煤炭技术,2011,30(7):179-180.
 [4]张美鸽,王金玮. 超纯铁精矿的工艺试验研究[J]. 中国钨业,2002(6):16-18.
 [5]张晋霞,牛福生,徐之帅,等. 用某铁精矿粉制取超纯铁精矿的选矿试验研究[J]. 金属矿山,2009(5):73-74~87.
 [6]雷晴宇,王建业,于岸洲,等. 磁铁矿低弱磁场精选新设备及应用现状[J]. 矿产保护与利用,2006(3):37-41.

Experimental Study on Using Single Magnetic Separation Method for Preparation of Ultra-pure Iron Concentrate

Niu Fusheng^{1,2}, Li Zhuolin¹, Zhang Jinxia^{1,2}, Liu Ya¹

(1. College of Mining Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, China

2. Hebei Province mining industry develops with safe technology priority laboratory, Tangshan, Hebei, China)

Abstract: In order to simplify the preparation process of ultra-pure iron ore and improve the economic benefits of enterprise, experimental study on preparation of ultra-pure magnetite iron ore was carried on the magnetite in Hebei. The results shows that total grade of the iron ore is 35.59% mainly in the form of ferrum and the distribution ratio is 91.07%, evenly distributing in each particle size. The main gangue minerals are quartz, chlorite and so on. After stage grinding-low-intensity magnetic separation and two selection processes, it can get the iron concentrate, whose grade is 71.79%, recovery rate is 77.99%.

Keywords: Magnetite; Magnetic separation; Ultra-pure iron ore