

一种超细粒嵌布铁矿石的选矿研究与评价*

牛艳萍¹, 许洪峰^{2,3}, 葛凤⁴, 丁淑芳⁵, 何章辉¹

(1. 黑龙江省地质矿产测试应用研究所, 哈尔滨, 150036; 2. 武汉理工大学, 武汉, 430070; 3. 牡丹江环保局, 牡丹江, 157000; 4. 煤炭科学总院唐山研究院, 唐山, 063012; 5. 黑龙江科技学院, 哈尔滨, 150057)

摘要:青海某地含少量氧化矿的磁铁矿, 矿物组成简单、有用矿物嵌布极细, 属于难选矿石。采用阶段性磨矿、阶段性弱磁选及反浮选工艺后, 磨矿细度-500目达到95%以上, 铁精矿TFe 61.11%, 回收率为45.98%, 产率为24.74%。

关键词:磁铁矿; 赤铁矿; 弱磁选; 反浮选; 正交试验

中图分类号:TD951.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0076(2007)06-0029-03

Mineral Processing Research and Assessment for an Ultra-fine-grained Dissemination Iron Ore

NIU Yan-ping, XU Hong-feng, GE Feng, et al.

(Heilongjiang Institute of Geology & Mineral Resources Testing & Application, Harbin 150036, China)

Abstract: The magnetite ore from Qinghai province with fewer minerals while contenting a little iron oxidized mineral is very difficult to be separated because of ultra-fine-grained dissemination of the iron minerals. By a process of "stage grinding-stage low-intensity magnetic separation-reverse flotation", a concentrate of 61.11% Fe can be obtained with a recovery of 45.98% and a yield of 24.74%. After grinding, -500 mesh in the minerals should be over 95%.

Key words: magnetite; hematite; reverse floatation; orthogonal test

青海某地铁矿床属沉积岩型铁矿, 主要可回收的矿物为磁铁矿、赤铁矿, 脉石矿物主要为硅酸盐。该矿石矿物组成简单, 有用矿物嵌布极细而难选。

从表1可以看出, TFe/FeO^[1]的比值为2.84(>2.7), 说明矿石是以磁铁矿为主的混合矿。

1.2 原矿的矿物组成及嵌布特征

表2 原矿的矿物组成(%)

矿物	磁铁矿	假象赤铁矿	赤铁矿	菱铁矿	黄铁矿
含量	32.60	5.96	8.66	1.20	0.80
矿物	石英	粘土矿物	金红石	其它	—
含量	38.35	10.70	1.00	1.00	—

1 试样

1.1 原矿多元素化学分析结果

原矿多元素化学分析结果见表1。

表1 原矿多元素化学分析结果(%)

组分	TFe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
含量	32.88	11.56	35.23	40.32	0.50	2.50	3.88	2.03
组分	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	H ₂ O ⁺ Cu	Zn	烧失	
含量	0.20	0.99	0.74	0.17	0.14	0.02	0.041	0.69

从表2可以看出, 矿石中脉石矿物种类较简单, 主要是石英, 少量的粘土矿物。磁铁矿是选矿回收的主要对象, 多呈半自形或他形粒状产出, 根据结晶粒度, 矿石中微细粒级磁铁矿分布广泛, 粒度为10

* 收稿日期: 2007-08-17; 修回日期: 2007-09-24

作者简介: 牛艳萍(1981-), 女, 汉, 硕士, 现主要从事金属及非金属选矿与深加工工作。

~5 μm 之间,是最主要产出形式;赤铁矿,条状,颗粒细小,一般小于 5 μm,和磁铁矿共生在一起。总的来说,磁铁矿的嵌布粒度太细,脉石和磁铁矿共生,通过磨矿不容易解离,在一定程度上影响铁精矿的质量,并将导致尾矿的品位偏高,精矿回收率低。

1.3 铁元素的赋存状态及分布

表 3 铁的化学物相分析结果 (%)

铁物相	磁铁矿	假象赤铁矿	菱铁矿	赤褐铁矿	硫化铁	硅酸铁	TFe
含量	23.37	3.28	0.59	4.81	0.05	0.78	32.88
分布率	71.08	9.98	1.79	14.63	0.15	2.37	100.00

由表 3 可知,矿石中铁主要以磁铁矿的形式存在,分布率为 71.08%;以假象赤铁矿形式存在的铁分布率为 9.98%,以赤(褐)铁矿形式存在的高价氧化铁分布率为 14.63%;赋存在硫化物中的 Fe、碳酸铁的含量较低,分布率分别为 0.15%、1.79%。如采用弱磁选回收矿石中的铁矿物,71.08% 即为铁的最大理论回收率;假象赤铁矿和赤铁矿中的铁可能损失掉,这部分 Fe 的分布率为 24.61%,如磨矿后它们仍与磁铁矿连生,则可能进入铁精矿。如采用强磁—弱磁选工艺,最大理论回收率为 95%,硫化物铁加上硅酸盐中铁和碳酸盐中的铁分布率合计为 4.31%,即为选矿铁的理论损失率。

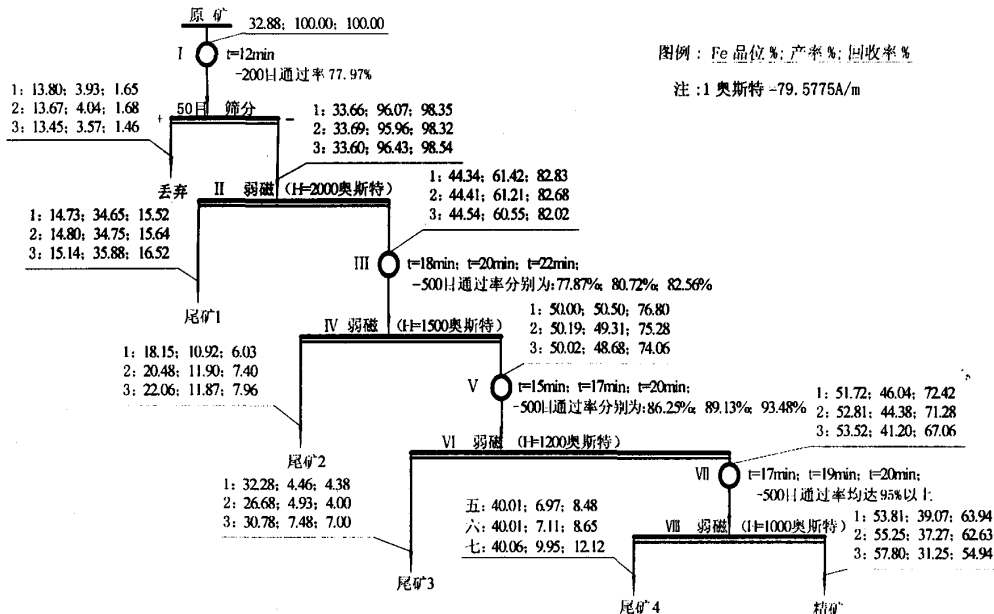


图 1 弱磁选数质量流程

1.4 铁矿物的粒度特性

表 4 铁矿物嵌布粒度统计结果 (%)

粒级(μm)	产率	累积产率	粒级(μm)	产率	累积产率
+10	17.51	17.51	-2 + 1.6	2.39	98.62
-10 + 6.5	28.67	46.18	-1.6 + 1.3	0.99	99.60
-6.5 + 5	16.20	62.38	-1.3 + 1.0	0.35	99.95
-5 + 2.6	26.98	89.36	-1.0	0.05	100.00
-2.6 + 2	6.87	96.23			

由表 4 可知,要使铁矿物单体解离,累计分布率在 89.36% 时,磨矿细度为 +2.6 μm。由此认为,该

铁矿的嵌布粒度太细,一般磨矿很难单体解离。

2 磁选试验

采用弱磁选流程,进行三种不同磨矿细度的弱磁选试验,数质量流程见图 1。

从图 1 可看出,3 号铁精矿的品位高于其它流程,达到 57.80%,这是因为通过增加磨矿时间,使矿物单体解离更充分,从而提高了磁选的效果。

3 反浮选试验

采用脂肪酸类捕收剂对 3 号磁选精矿进行反浮

选以去除石英为主的脉石矿物,用正交试验确定适合的反浮选药剂制度,流程见图2,因素和水平见表5,试验结果见表6,正交试验的结果分析见表7。

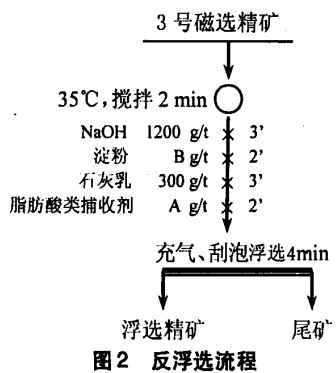


图2 反浮选流程

表5 反浮选试验的因素和水平

水平	A、捕收剂(g/t)	B、淀粉(g/t)	C、充气量(m³/h)
1	100	400	0.008
2	160	600	0.012

表6 正交试验结果(%)

试验号	产品	全流程产率	TFe	回收率	选矿效率
1	浮尾	25.59	59.81	46.55	20.96
	浮精	5.66	48.73	8.39	2.73
	小计	31.25	57.80	54.94	23.69
2	浮尾	15.79	63.32	30.41	14.62
	浮精	15.46	52.17	24.53	9.07
	小计	31.25	57.80	54.94	23.69
3	浮尾	23.78	60.68	43.88	20.10
	浮精	7.47	48.65	11.06	3.59
	小计	31.25	57.80	54.94	23.69
4	浮尾	22.72	60.22	41.61	18.89
	浮精	8.53	51.36	13.33	4.80
	小计	31.25	57.80	54.94	23.69

表7 正交试验的结果分析

试验号	各因素的水平			选矿效率 E(%)
	A	B	C	
1	1	1	1	20.96
2	2	1	2	14.62
3	1	2	2	20.10
4	2	2	1	18.89
E_I	41.06	35.58	39.85	$E_T = \sum_{i=1}^4 E_i = 74.57$
E_{II}	33.51	38.99	34.72	
$\bar{E}_I = 1/3E_I$	20.53	17.79	19.93	$\bar{E}_O = 1/4E_T$
$\bar{E}_{II} = 1/3E_{II}$	16.76	19.50	17.36	
$r = \bar{E}_{max} - \bar{E}_{min}$	3.77	1.71	2.56	

从表7的结果分析可以得出:影响选矿效率的因素依次为A(捕收剂)、C(充气量)、B(淀粉);正交试验初步确定的条件为A₁B₂C₁。

对试验条件A₁B₂C₁进行验证,结果见表8。

表8结果表明,反浮选尾矿铁品位与表5中四组试验相比虽然不是最高的,但选矿效率却是最高的。因此,综合评价确定A₁B₂C₁为最合适的浮选药剂制度,即捕收剂用量100 g/t、淀粉用量600 g/t、充气量0.008 m³/h。

表8 条件A₁B₂C₁的验证试验结果(%)

产品	全流程产率	TFe	回收率	选矿效率
浮精	6.51	45.22	8.96	
浮尾	24.74	61.11	45.98	21.24
小计	31.25	57.80	54.94	

4 反浮选铁精矿化学分析

表9 最终铁精矿化学分析结果(%)

矿物	TFe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	S
含量	61.11	23.02	61.46	12.83	0.92	0.034	0.067

由表9可知,铁精矿TFe为61.11%,含P 0.034%、S 0.067%、SiO₂ 12.83%,没能达到SiO₂ ≤ 10%的指标。这是因为磁铁矿和赤铁矿的嵌布粒度太细,无法和脉石矿物石英单体解离造成的。

6 结论

(1)该矿属含少量氧化矿的磁铁矿床,其矿物组成较简单,主要为磁铁矿、假象赤铁矿、赤褐铁矿等有用矿物,主要脉石矿物为石英。矿物的嵌布粒度极细,难以单体解离,选矿难度很大。

(2)采用阶段性磨矿、阶段性弱磁选及反浮选工艺,磨矿细度-500目达95%以上,铁精矿TFe 61.11%,回收率45.98%,产率24.74%。

(3)反浮选工艺采用的主要药剂捕收剂为脂肪酸类捕收剂,抑制剂为改性淀粉,进行加温浮选。

(4)该矿石性质特殊,嵌布粒度极细,试验研究和推荐的工艺流程较复杂,铁精矿回收率偏低。

参考文献:

[1] 杨小生,何平波,冯其明. 矿物加工工艺学[M]. 武汉:武汉理工大学教材中心,2002.