

青海某低品位铁矿选矿试验

张 婷, 李 平, 李振飞, 沈新春, 陈文熙, 古吉汉
(赣州有色冶金研究所, 江西 赣州 341000)

摘要: 本文以青海某低品位铁矿为研究对象, 对其进行了详细的工艺矿物学研究, 并根据原矿性质特点进行选矿试验研究。在原矿全铁含量为 33.35%, 磨矿细度-0.076mm 63.7%, 磁场强度为 0.18 T 条件下, 采用一步磁选即可获得全铁含量为 69.60%, 回收率为 88.63% 的铁精矿。

关键词: 铁矿; 磁铁矿; 磁选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2015.06.004

中图分类号: TD951 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2015)06-0016-03

我国铁矿资源贫矿多、富矿少, 随着富矿资源的日渐枯竭, 贫矿资源的开发利用显得尤为重要^[1]。本研究所采用的矿样来自青海某矿山, 该矿属于易选型低品位铁矿, 其全铁含量为 33.35%, 主要含铁矿物为磁铁矿, 其次为褐铁矿、赤铁矿, 以及少量的黄铁矿; 其他有益元素 Cu、Pb、Zn 含量较低, 有害组分有 S、P、SiO₂。根据其矿石性质, 此次试验仅采用一步磁选即可获得合格铁精矿, 实现了该铁矿资源的有效回收利用。

1 矿石性质

1.1 原矿多元素分析

原矿多元素化学分析结果见表 1。由表 1 可知, 矿石中主要的回收元素为铁, 其 TFe 含量为 33.35%, 其他金属元素含量较低; 有害杂质元素硫的含量为 1.33%。主要脉石矿物为石英、透辉石、石榴子石、透闪石、方解石等矿物。

表 1 原矿多元素化学分析结果/%

Table 1 Multi-element analysis results of run-of-mine ore

TFe	S	Cu	P	Pb	Zn	SiO ₂	CaO
33.35	1.33	0.009	0.035	0.05	0.13	25.44	4.20
Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Mn	Au*	Ag*	
3.90	1.29	0.22	0.19	0.28	<0.5	<15	

* 单位为 g/t。

1.2 铁物相分析

铁物相分析结果见表 2。铁物相分析结果表明, 该铁矿中铁多以磁铁矿产出, 部分为褐铁矿、赤铁矿; 杂质矿物主要是含有害元素硫的黄铁矿。

表 2 铁物相分析结果

Table 1 Analysis results of iron phase

物相	磁铁矿	碳酸铁	褐铁矿	赤铁矿	黄铁矿	硅酸铁	合计
含量/%	28.15	0.05	1.38	1.66	0.37	0.41	32.03
分布率/%	87.90	0.17	4.32	5.18	1.15	1.28	100.00

1.3 主要矿物产出特征

磁铁矿为矿石中主要的含铁矿物, 也是主要的回收矿物。磁铁矿为铁黑色, 具强磁性, 均质体。比重为 4.9 ~ 5.2 g/cm³。一般是它形粒状, 少数呈半自形粒状。粒径大小不等, 最大可到 2 ~ 3 mm, 最小约为 0.1 ~ 0.5 mm, 一般约为 0.5 ~ 1 mm。在矿石中分布不均匀, 富集者呈团块状, 条带状, 浸染状构造, 部分在围岩中呈星散状构造或与黄铁矿呈包裹关系。褐铁矿是含水氧化铁矿物, 是由其他矿石风化后生成; 一般呈葡萄状嵌布于磁铁矿表面, 多呈钢灰色或红褐色。赤铁矿一般呈鳞状、土状, 多呈樱红色至褐红色。主要脉石矿物石英一般无色, 有油脂光泽, 结晶较大, 一般约为 0.5 ~ 2 mm, 主要赋存于方解石石英脉中, 少数分布于磁铁矿晶体之间的空隙中。

1.4 原矿粒度组成

取代表性矿样, 全部破碎至 -2 mm 并混合均匀作为试验原矿, 其粒度组成情况见表 3。由表可知, 铁主要分布在 +0.2 mm 粒级中, 占 78.76%。

表 3 原矿粒度组成

Table 3 Particle size composition of the ore

粒级/mm	产率/%	TFe 品位/%	TFe 分布率/%
-2+1	32.38	29.63	30.50
-1+0.5	23.35	31.42	23.32

收稿日期: 2015-02-27; 改回日期: 2015-03-26

作者简介: 张婷(1989-), 女, 助理工程师, 主要从事选矿研究工作。

粒级/mm	产率/%	TFe 品位/%	TFe 分布率/%
-0.5+0.2	20.37	38.51	24.94
-0.2+0.154	4.85	36.18	5.58
-0.154+0.076	5.77	29.70	5.45
-0.076+0.05	3.61	35.15	4.03
-0.05+0.03	2.71	27.78	2.39
-0.03	6.96	17.13	3.79
合计	100.00	31.46	100.00

2 选矿试验研究

2.1 预选试验

根据原矿性质,主要回收矿物磁铁矿与有害矿物黄铁矿存在明显的磁性差异,因此采用磁选工艺对矿石中的磁铁矿进行回收^[2-3]。磁铁矿属强磁性矿物,平均比磁化系数为 $9.2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$,因此选择预选试验磁选场强为0.18 T,同时,将试料磨至-0.076 mm 63.7%后入选。考虑到试料含部分硫化矿,对磁选尾矿进行硫化矿浮选试验,考察硫化矿回收情况。试验流程见图1,试验结果见表4。

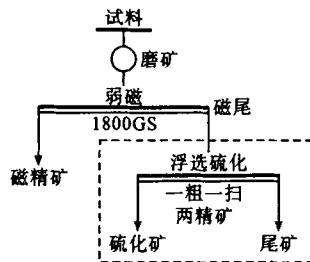


图1 预选试验流程

Fig. 1 Flowsheet of preselection test

表4 预选试验结果

Table 4 The results of preselection test

产品名称	产率/%	TFe 品位/%	TFe 回收率/%
磁选精矿	45.26	68.81	88.48
磁选尾矿	54.74	7.41	11.52
合计	100.00	35.20	100.00

根据预选试验结果,磁选精矿 TFe 为 68.81%, 达到标准铁精矿 TFe 的要求。浮选硫化矿经镜下观察,多为连生体,如需获得合格硫精矿,需进一步磨细,根据硫精矿价值及磨矿成本分析,同时考虑其他金属元素含量不高,此举得不偿失。故此,本试验不予考虑浮选回收硫化矿。

2.2 磨矿细度试验

单体解离是任何矿物选别的先决条件,磨矿的目的就是使有用矿物单体解离,以便于分选^[4]。因此,首先对该矿石开展了磨矿细度试验,以确定最佳磨矿细度,试验采用的磨矿设备为武汉探矿机械厂生产的 $\Phi 240 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$ 锥形球磨机。磁选采用的磁选场强为0.18 T,试验结果见图2。

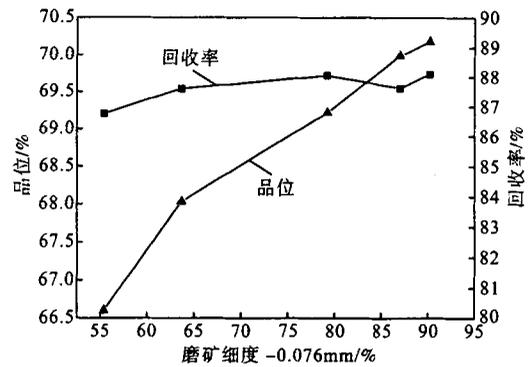


图2 磨矿细度试验结果

Fig. 2 The results of grinding fineness

由图2可知,将试料磨至-0.076 mm 55.4%时,精矿品位仅为66.60%。随着磨矿细度的增加,精矿品位逐渐提高,回收率变化不大。当磨矿细度为-0.076 mm 63.7%时,精矿品位已达到合格铁精矿对TFe的要求。而磨矿细度的增加必然会提高选矿成本。因此,综合考虑选定较佳磨矿细度为-0.076 mm 63.70%。

2.3 磁选场强试验

磁选分离的必要条件是作用在颗粒上的磁力大于所受的机械力之和^[5],因此对于磁选作业,场强的选择是至关重要的。本试验在-0.076 mm 63.70%的磨矿细度条件下,进行磁选磁场强度对比试验。试验所用磁选设备为多用鼓式磁选机(XCRS- $\Phi 400 \text{ mm} \times 240 \text{ mm}$),试验结果见图3。结果表明,随着磁场强度的增加,铁精矿的回收率有上升的趋势,磁场强度从0.11 T增加到0.18 T时,铁回收率略有增加,但不明显,进一步增加到0.22 T时,铁回收率上升较明显,而精矿品位降低了2.37个百分点。因此,综合考虑铁精矿品位和回收率,并结合实际生产情况,选取0.18 T为磁选作业的较佳磁场强度。

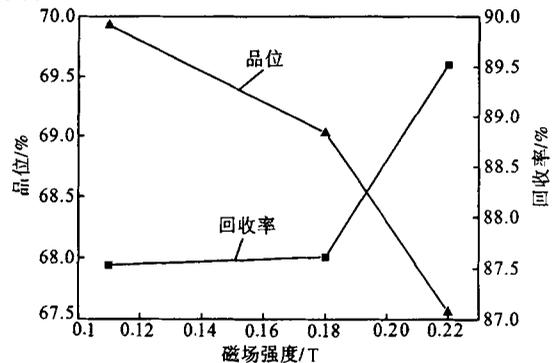


图3 磁选场强试验结果

Fig. 3 The results of magnetic field intensity

2.4 流程对比试验

根据磨矿细度试验和磁选场强试验结果,一步

磁选基本获得 TFe 达到要求的铁精矿,即不需要对磁选精矿再次精选。但是磁选尾矿仍有 10% 以上的金属分布,所以考虑增加一次扫选作业,考察是否可以进一步提高回收率。扫选作业选择磁选场强 0.22 T,试验结果见表 5。

结果表明,磁选扫选得精矿产率 0.9%,TFe 品位 62.78%,回收率仅 1.65%,产率与回收率均较低。综合考虑增加一次扫选作业的成本,认为本试料不必增加一次扫选。

表 5 流程对比试验结果

Table 5 The results of process comparison test

流程	产品名称	产率 /%	TFe 品位 /%	TFe 回收率 /%
一步磁选	磁选精矿	44.04	68.03	87.61
	磁选尾矿	55.96	7.57	12.39
	合计	100.00	34.20	100.00
一粗一扫磁选	磁选精矿 1	44.04	68.03	87.61
	磁选精矿 2	0.90	62.78	1.65
	磁选尾矿	55.07	6.67	10.74
	合计	100.00	34.20	100.00

2.5 流程试验

根据预选试验及条件试验结果,将矿样磨至-0.076 mm 63.7%,采用磁选场强 0.18 T 开展一步磁选流程试验,试验结果见表 6。一步磁选得到品位为 69.60%,回收率高达 88.63% 的铁精矿。

表 6 流程试验结果

Table 6 The results of process test

产品名称	产率 /%	TFe 品位 /%	TFe 回收率 /%
磁选精矿	43.09	69.60	88.63
磁选尾矿	56.91	6.76	11.37
合计	100.00	33.84	100.00

2.6 产品考查

对流程试验得到的精矿进行多元素化学分析和筛析,其结果分别见表 7 和表 8。由表 7 可知,铁精矿 TFe 为 69.60%,其杂质 S、P、SiO₂、CaO 等含量都较低。从表 8 精矿的筛析结果可知,+0.154 mm 粒级精矿产率为 2.41%,铁金属分布率为 1.83%;

98.17% 的金属铁基本均匀分布在其他各个粒级中。

表 7 精矿多元素化学分析结果 /%

Table 7 Multi-element analysis results of iron concentrate

TFe	S	Cu	P	Pb	Zn	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃
69.60	0.15	0.0058	0.0068	0.045	0.04	0.75	0.18	<1%

表 8 精矿粒度组成

Table 8 Particle size composition of the concentrate

粒级 /mm	产率 /%	TFe 品位 /%	TFe 分布率 /%
+0.154	2.41	52.13	1.83
-0.154+0.076	26.35	67.56	25.83
-0.076+0.05	17.66	69.86	17.90
-0.05+0.03	29.86	69.98	30.33
-0.03	23.72	70.07	24.11
合计	100.00	68.91	100.00

3 结 语

(1) 该矿石主要回收元素为铁, TFe 为 33.35%。其中铁多以磁铁矿产出,部分为褐铁矿、赤铁矿;杂质矿物主要为黄铁矿。脉石矿物主要有石英、透辉石、石榴子石、透闪石、方解石等矿物。

(2) 该矿石属于易选铁矿石,经预选试验、条件试验和流程对比试验,确定一步磁选流程,磨至-0.076 mm 63.70%,选取磁选场强 0.18 T 开展流程试验,试验获得铁精矿产率为 43.09%,TFe 为 69.60%,回收率高达 88.63%。

参考文献:

- [1] 宋雄,余中平. 中国铁矿资源利用现状及其保证程度[J]. 地质与勘探,1998,34(2):1-4.
- [2] 卢丽珍,魏佳佳,冯晓燕. 山东某铁矿选矿试验[J]. 金属矿山,2012(11):67-69.
- [3] 代淑娟,孟光栋,胡志刚,等. 河北某低品位难选铁矿选矿试验研究[J]. 中国矿业,2013,22(9):118-121.
- [4] 王祖旭,汤优优,李楠. 云南某硅酸盐型铁矿选矿试验研究[J]. 硅酸盐通报,2013,32(9):1763-1768.
- [5] 李维兵,宋仁峰,刘华艳. 我国难选铁矿石选矿技术进步评述[J]. 金属矿山,2008(11):1-4.

Beneficiation Study on a Low-grade Iron Ore in Qinghai

Zhang Ting, Li Ping, Li Zhenfei, Shen Xinchun, Chen Wenxi, Gu Jihan

(Ganzhou Non-ferrous Metallurgy Research Institute, Ganzhou, Jiangxi, China)

Abstract: A low grade iron ore from Qinghai province was taken for beneficiation study in this paper. Detailed process mineralogy research and mineral processing experiments have been carried out. Under the condition of 33.35% total iron content, -0.076 mm 63.7% grinding fineness and 1800GS magnetic field strength, iron concentrate with total iron content of 69.60% and iron recovery of 88.63% can be obtained using one-step magnetic separation.

Keywords: Iron ore; Magnetite; Magnetic separation