

多金属高硫磁铁矿的选矿试验研究

牛艳萍¹, 许洪峰²

(1. 黑龙江省地质矿产测试应用研究所, 哈尔滨 150036; 2. 黑龙江省矿业集团有限责任公司, 哈尔滨 150036)

摘要: 对青海某地含多金属硫化矿的高硫磁铁矿进行浮选—磁选—焙烧试验研究, 获得铁品位为 65.90%、回收率 78.43%、含硫 0.13% 的铁精矿, 同时富集了硫化矿中的铜、锌等有价元素, 铜为 0.94%, 锌为 4.22%, 达到选矿回收指标, 具有综合回收价值。

关键词: 磁铁矿; 浮选; 正交试验; 焙烧

中图分类号: TD951.1; TD952.1; TD952.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-9492(2009)02-0023-03

通过对青海某地的铁矿石进行化学元素分析、矿物组成及嵌布特征分析、铁及硫元素分布的研究, 确定该矿石属含多金属硫化矿的高硫磁铁矿。为使选矿提高精矿铁品位的同时又能回收硫化矿中的铜、锌等有价元素, 试验采用浮选—磁选—焙烧联合工艺, 获得铁品位为 65.90%、回收率 78.43%、

含硫 0.13% 的铁精矿, 同时富集铜、锌等, 铜为 0.94%, 锌为 4.22%, 达到选矿回收的指标, 具有综合回收的价值。

1 试样

1.1 多元素化学分析结果

表 1

原矿多元素化学分析结果

| 元素 | TFe | FeO | Fe ₂ O ₃ | Cu | Pb | Zn | Co | Ni | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO | Na ₂ O | K ₂ O | P | S | H ₂ O | 烧失量 |
|------|-------|-------|--------------------------------|------|------|------|--------|--------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|------|------|------------------|------|
| 质量分数 | 47.28 | 25.02 | 39.73 | 0.17 | 0.09 | 1.34 | <0.001 | <0.001 | 14.8 | 0.02 | 0.81 | 2.74 | 12.7 | 0.22 | 0.08 | 0.32 | 0.07 | 6.45 | 0.49 | 4.15 |

从表 1 可以看出, 矿石中可回收的主要组分是铁, 其品位为 47.28%, 可回收的次要组分是锌、铜、铅, 其品位分别为 1.34%、0.17%、0.09%; 需要选矿排除的主要组分是 SiO₂、MgO、CaO、Al₂O₃、Na₂O、K₂O; 有害杂质中磷的含量为 0.07%, 对选矿产品质量影响不大; 矿石的氧化度 TFe/FeO^[1] 为 1.89 小于 2.7; 矿石的碱性系数 (CaO+MgO)/(SiO₂+Al₂O₃)^[2] 为 0.58%。综合以上分析, 该矿石属低磷高硫偏酸性的原生磁铁矿石, 通过选矿可望获得合格铁精矿和可综合回收利用的硫精矿。

1.2 矿物组成及其嵌布特征

表 2

原矿的矿物组成

| 矿物 | 磁铁矿 | 赤褐铁矿 | 菱铁矿 | 黄铁矿 | 黄铜矿 | 闪锌矿 | 透辉石 | 金云母 (绿泥石尖晶石、滑石) | 其它 |
|----|-------|------|------|------|------|------|------|--------------------|------|
| 含量 | 56.67 | 1.07 | 0.77 | 7.73 | 0.49 | 2.00 | 11.7 | 9.85 | 1.13 |

磁铁矿是选矿回收的主要对象, 多呈半自形或其他形粒状产出, 粒度一般为 0.05~0.2mm; 黄铁矿分布广泛, 与磁铁矿的嵌布关系复杂, 磁铁矿包裹黄铁矿的现象较多, 通过磨矿不容易解离, 在一定程度上会影响铁精矿的质量。

此外, 黄铜矿、闪锌矿呈不规则的粒状分布在脉石、磁铁矿、黄铁矿的粒间, 粒度一般 0.03~0.75mm; 方铅矿含量较少。

1.3 铁、硫的分布情况

考察铁、硫元素在矿石各粒级中分布情况, 为确定磨矿细度提供参考依据。试验结果见表 3。

从表 3 可以看出, 铁和硫在 -74μm 级别中均占到 70% 以上, 且在 -43μm 级别中接近 50%, 说明铁、硫矿物主要分布在细粒级中, 工艺流程可不考虑预先分级作业。

收稿日期: 2008-12-25

作者简介: 牛艳萍 (1981-), 女, 黑龙江富锦人, 硕士, 助理工程师。

表3 磨矿试样各级别中铁、硫的分布情况

Table 3 Iron and sulphur distributing in different size in grinding %

| 粒级/ μm | 产率 | 铁品位 | 铁分布率 | 硫品位 | 硫分布率 |
|-------------------|-------|-------|-------|------|-------|
| +250 | 10.78 | 42.79 | 9.90 | 4.53 | 9.24 |
| -250+150 | 4.83 | 39.24 | 4.07 | 5.21 | 4.76 |
| -150+74 | 14.21 | 47.77 | 14.57 | 5.82 | 15.66 |
| -74+43 | 20.82 | 50.99 | 22.79 | 6.01 | 23.70 |
| -43 | 49.36 | 45.94 | 48.67 | 4.99 | 46.64 |
| 小计 | 100.0 | 46.59 | 100.0 | 5.28 | 100.0 |

2 浮选试验

由于原矿中硫化矿物含量较高,考虑到对其综合利用,按先浮选回收硫化矿物、后磁选回收磁铁矿的工艺流程方案实施。

2.1 磨矿细度试验

磨矿细度试验流程见图1。

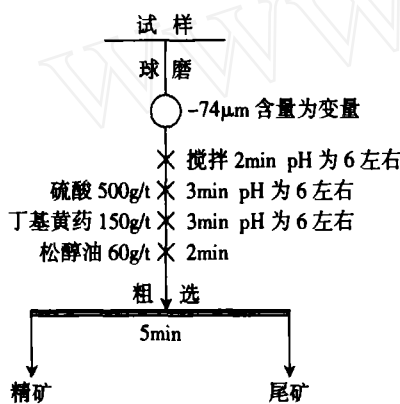


图1 磨矿细度试验流程

Fig. 1 The flowsheet of grinding fineness test

表4 磨矿细度试验结果分析

Table 4 The analysis result of mesh of grinding test %

| -74 μm 含量 | 产品 | 产率 | 硫品位 | 硫回收率 | 铁品位 | 铁回收率 |
|----------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 75 | 粗选精矿 | 4.99 | 6.07 | 6.75 | 24.62 | 2.65 |
| | 粗选尾矿 | 95.01 | 4.41 | 93.25 | 47.48 | 97.35 |
| | 小计 | 100.0 | 4.49 | 100.0 | 46.34 | 100.0 |
| 90 | 粗选精矿 | 4.93 | 7.39 | 6.78 | 20.34 | 2.17 |
| | 粗选尾矿 | 95.07 | 5.26 | 93.22 | 47.54 | 97.83 |
| | 小计 | 100.0 | 5.37 | 100.0 | 46.20 | 100.0 |
| 98 | 粗选精矿 | 4.36 | 7.13 | 5.46 | 19.33 | 1.81 |
| | 粗选尾矿 | 95.64 | 5.62 | 94.54 | 47.78 | 98.19 |
| | 小计 | 100.0 | 5.69 | 100.0 | 46.54 | 100.0 |

表4结果表明, -74 μm 占90%时,粗精矿的硫品位7.39%、硫的回收率6.78%,铁品位20.34%、回收率2.17%,效果较其它条件好。

2.2 粗选试验

为了确定粗选的药剂制度,进行试验确定各种药剂用量。较适宜的粗选药剂制度为:松醇油40g/t、硫酸铜120g/t、丁基黄药80g/t、硫酸600g/t。

2.3 扫选试验

为了进一步降低浮选尾矿中硫的品位和提高铁的回收率,增加扫选试验,其中扫选精矿与粗选精矿合并作为硫精矿产品。

通过试验,确定较合适的药剂制度为松醇油30g/t、丁基黄药30g/t、硫酸铜30g/t。

3 磁选试验

对扫选尾矿进行弱磁选回收磁铁矿,弱磁选采用XCRS-74 Φ 400鼓型湿式弱磁选机,磁选场强63.66kA/m,矿浆浓度25%~30%,试验流程见图2,结果见表5。

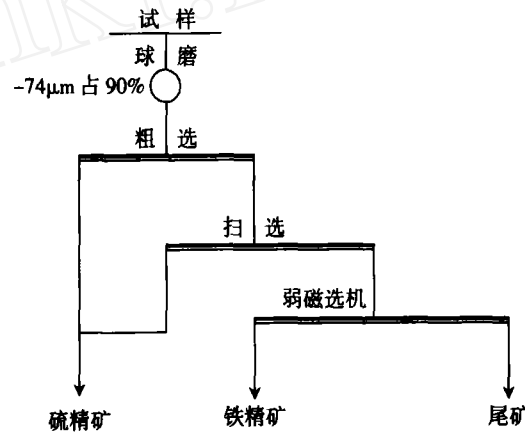


图2 浮选—磁选流程

Fig. 2 The flowsheet of flotation-magnetic separation

表5 磁选试验结果

Table 5 The result of magnetic separation test %

| 产品 | 产率 | 硫品位 | 硫回收率 | 铁品位 | 铁回收率 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 硫精矿 | 18.48 | 16.04 | 60.49 | 37.14 | 13.91 |
| 铁精矿 | 58.72 | 1.23 | 14.75 | 65.90 | 78.43 |
| 尾矿 | 22.80 | 5.34 | 24.85 | 16.54 | 7.64 |
| 小计 | 100.0 | 4.90 | 100.0 | 49.34 | 100.0 |

表5可以看出,经过磁选可获得铁品位65.90%、回收率78.43%的铁精矿,含硫1.23%。

浮选—磁选试验表明,该铁矿硫含量高,且嵌布细,矿物成分复杂,仅通过浮选—磁选很难获得低硫铁精矿。因此,拟采用氧化焙烧降硫。

4 焙烧试验

为了确定适宜的氧化焙烧工艺条件,对铁精矿

进行焙烧试验。结果表明,对焙烧影响最显著的因素是温度,确定较适宜的条件为,焙烧温度 700℃,焙烧时间 10min,此时硫品位可降到 0.13%。

5 硫精矿分析

硫精矿经过磁性物分离后进行 X 衍射分析,主要矿物是黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿,其多元素分析结果见表6。

表 6 浮选精矿的多元素分析结果

| 组分 | TFe | FeO | Fe ₂ O ₃ | Cu | Zn | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | P | S | H ₂ O | 烧失量 |
|----|-------|-------|--------------------------------|------|------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|-------------------|------------------|------|-------|------------------|-------|
| 含量 | 38.29 | 32.72 | 18.24 | 0.94 | 4.22 | 17.43 | 0.15 | 1.25 | 1.55 | 5.50 | 0.70 | 0.41 | 0.37 | 16.04 | 0.64 | 12.53 |

据表 6 的结果分析,通过浮选以后,铜、锌、FeO含量比表 1 中原矿明显提高,铜由原来的 0.17% 富集到 0.94%,锌由原来的 1.34% 富集到 4.22%,按理论值计算,硫精矿中黄铜矿含量可达 2.72%,闪锌矿含量可达 6.29%,黄铁矿含量达 24.32%,硫精矿符合综合回收利用标准。

2) 采用粗选—扫选—磁选工艺,磨矿至 -74μm 占 90% 时,可获得 TFe 为 65.90%、回收率 78.43%、含硫 1.23% 的铁精矿。

3) 对铁精矿进行氧化焙烧,温度 700℃,焙烧时间 10min,可使铁精矿中硫品位从 1.23% 降为 0.13%,使铁精矿符合低硫要求。

6 结论

1) 该铁矿属含多金属硫化矿的高硫磁铁矿,含硫的金属矿物主要有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿和方铅矿。由于含硫高,且部分含硫矿物嵌布粒度细,与磁铁矿呈连生体状态,脱硫较困难。

参考文献

- [1] 谢广元. 选矿学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2001.
[2] 许时. 矿行可选性试验研究(第2版)[M]. 北京:冶金工业出版社,2006.

STUDY ON EXPERIMENT OF MULTI-METAL HIGH SULPHUR MAGNETITE ORE

NIU Yanping¹, XU Hongfeng²

(1. Heilongjiang Province Geology Ore Test and Application Institute, Haerbin 150036, China; 2. Heilongjiang Mining Group Co., Ltd., Haerbin, 150036; China)

ABSTRACT

In Qinghai certain place multi-metal and high-sulfur magnetite use flotation-magnetic separation-roasting process, obtain iron concentrate of 65.90% iron and 0.13% sulfur with a recovery of 78.43% and concentrating copper-zinc and other elements of non-ferrous metals in sulfide ore, grades of copper and zinc are 0.94% and 4.22%, reaching mineral processing index and comprehensive recycling value.

Key words: magnetite; flotation; orthogonal experiments; roasting