

# 某铜金矿选矿试验研究

陈福林, 余新文, 杨晓军, 高荣喜, 高玮  
(四川省地矿局成都综合岩矿测试中心矿产研究所, 四川 成都 610081)

摘要: 对含 Au3.03g/t, Cu3.52% 的铜金矿进行可选性试验, 最终确定重选回收粗粒金, 重选尾矿先浮选硫化铜再浮选氧化铜的方案。通过重选可获得含金 915.5g/t, 收率为 12.96% 的粗粒金产品; 重选尾矿在 -200 目占 90.44% 的细度下进行浮选, 通过试验可获得含金 27.23%, 回收率为 54.85% 的硫化铜精矿和含金 33.17%, 回收率为 26.20% 的氧化铜精矿, 铜总的回收率可达 81.05%, 尾矿仅含金 0.74%。重选尾矿中的金绝大部分进入硫化铜精矿, 其含金 31.25g/t, 回收率为 73.12%, 金总的回收率可达 91.80%。

关键词: 铜金矿; 重选; 浮选

中图分类号: TD952 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2010)06-0011-04

## 1 矿石性质

矿石为黄铜矿—黄铁矿—石英脉型, 为后期热液作用形成的矿床, 矿物成分简单, 主要为石英, 次为黄铁矿、黄铜矿、孔雀石和铜蓝等。金属矿物具有半自形—他形晶粒结构, 斑杂状构造, 脉状构造, 金属矿物分布较均匀。矿石中的金一部分为自然金, 其他的与矿石中硫化矿物共生; 铜一部分为硫化矿物, 部分为氧化铜矿。原矿化学多项分析结果和铜的物相分析分别见表 1、2。

表 1 原矿化学多项分析/%

| Cu   | S    | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | Au*  | Ag*   |
|------|------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|-------|
| 3.52 | 2.60 | 23.98                          | 55.52            | 2.48                           | 4.67 | 3.03 | 30.90 |

\* 单位为 g/t。

表 2 铜的物相分析结果

| 分析项目  | 硫化铜中的铜 | 氧化铜中的铜 | 结合铜   | 总铜     |
|-------|--------|--------|-------|--------|
| 含量/%  | 1.46   | 1.33   | 0.74  | 3.52   |
| 占有率/% | 41.19  | 37.79  | 21.02 | 100.00 |

从表 1、2 中可知矿石中主要有价值的元素有金、银、铜等; 矿石含铜 3.52%, 其中 41.19% 以硫化铜的形式存在, 37.79% 以氧化铜的形式存在, 另有 21.02% 的结合铜。

## 2 重选回收粗粒金

由于矿石中含有部分颗粒较大的自然金, 试验过程中采用摇床等重选方法先回收矿石中的部分金, 试验流程如图 1 所示, 试验结果见表 3。

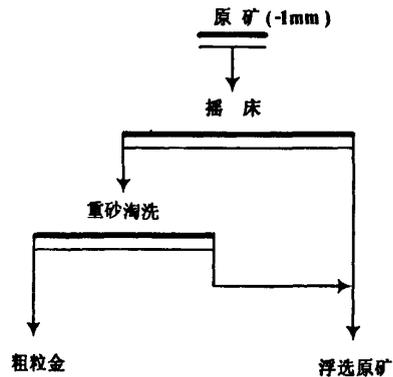


图 1 重选试验流程

表 3 重选试验结果

| 产品   | 产率/%   | Au/g·t <sup>-1</sup> | 回收率/%  |
|------|--------|----------------------|--------|
| 粗粒金  | 0.04   | 915.50               | 12.96  |
| 浮选原矿 | 99.96  | 2.64                 | 87.04  |
| 原矿   | 100.00 | 3.03                 | 100.00 |

试验结果表明, 通过重选可以回收矿石中 12.96% 的金, 浮选原矿含金 2.64g/t。

## 3 浮选回收铜

收稿日期: 2010-05-31; 改回日期: 2010-06-22

作者简介: 陈福林(1982-), 男, 工学硕士, 主要从事难选矿及矿产资源综合利用方面的研究。

### 3.1 磨矿细度试验

为了确定原矿适宜的磨矿细度,按磨矿细度条件试验流程(见图2)进行试验,结果见表4。

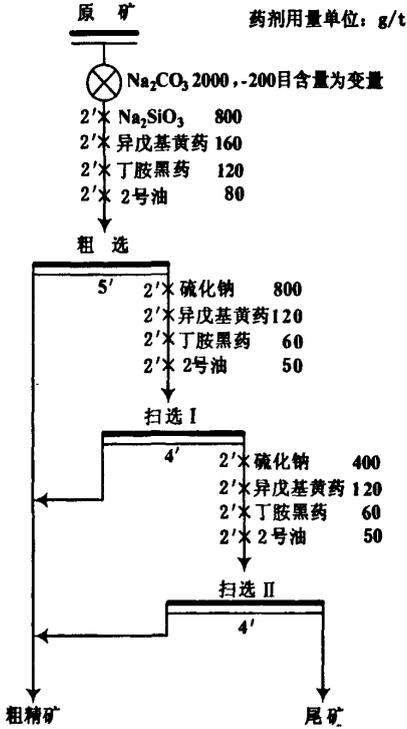


图2 磨矿细度试验流程

表4 磨矿细度试验结果

| -200目含量/% | 产品  | 产率/%   | 品位    |                      | 回收率/%  |        |
|-----------|-----|--------|-------|----------------------|--------|--------|
|           |     |        | Cu/%  | Au/g·t <sup>-1</sup> | Cu     | Au*    |
| 81.86     | 粗精矿 | 16.61  | 12.66 | 13.60                | 60.80  | 85.57  |
|           | 尾矿  | 83.39  | 1.68  | 0.46                 | 39.92  | 14.43  |
|           | 原矿  | 100.00 | 3.50  | 2.64                 | 100.00 | 100.00 |
| 90.44     | 粗精矿 | 18.72  | 11.44 | 12.11                | 61.36  | 86.20  |
|           | 尾矿  | 81.28  | 1.66  | 0.45                 | 38.64  | 13.80  |
|           | 原矿  | 100.00 | 3.49  | 2.63                 | 100.00 | 100.00 |
| 94.58     | 粗精矿 | 21.14  | 10.45 | 10.81                | 62.94  | 87.89  |
|           | 尾矿  | 78.86  | 1.65  | 0.40                 | 37.06  | 12.11  |
|           | 原矿  | 100.00 | 3.51  | 2.60                 | 100.00 | 100.00 |
| 96.88     | 粗精矿 | 22.57  | 9.69  | 10.20                | 63.21  | 89.21  |
|           | 尾矿  | 77.43  | 1.64  | 0.36                 | 36.79  | 10.73  |
|           | 原矿  | 100.00 | 3.46  | 2.58                 | 100.00 | 100.00 |

\* 金的回收率为作业回收率。

从表4可知,随着磨矿细度的增大,粗精矿产率逐渐增大,铜和金的品位逐渐降低,回收率逐渐增大,尾矿中铜和金的含量逐渐降低。通过综合比较,

选取-200目含量占90.44%进行后续试验。

另外,试验过程中发现,通过加入一定量的硫化钠硫化矿石中的氧化铜然后用硫化矿捕收剂不能使矿石中的氧化铜得到有效的富集,因此选别该矿石中的氧化铜须采用其他方法。为此采用先选硫化铜、再选氧化铜的工艺流程选别该矿石中的含铜矿物。

### 3.2 浮选回收硫化铜试验

通过试验确定硫化铜浮选试验条件如图3所示,试验结果见表5。

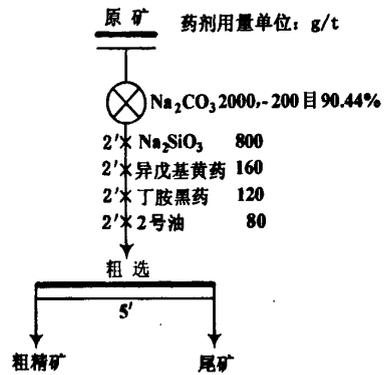


图3 浮选硫化铜试验流程

表5 浮选硫化铜试验结果

| 产品  | 产率/%   | 品位    |                      | 回收率/%  |        |
|-----|--------|-------|----------------------|--------|--------|
|     |        | Cu/%  | Au/g·t <sup>-1</sup> | Cu     | Au*    |
| 粗精矿 | 18.90  | 10.86 | 12.04                | 59.67  | 86.52  |
| 尾矿  | 81.10  | 1.71  | 0.44                 | 40.33  | 13.48  |
| 原矿  | 100.00 | 3.44  | 2.63                 | 100.00 | 100.00 |

\* 金的回收率为作业回收率。

表5的数据表明采用图3的条件可以将矿石中的硫化铜有效富集,同时绝大部分金进入硫化铜粗精矿。

### 3.3 浮选回收氧化铜试验

浮选氧化铜试验过程中曾探索C7~C9酸、羟肟酸、烷基磺酸盐等捕收剂,效果都不佳,而实验室自制药剂CK01、CK02和TF等三种药剂浮选效果良好。采用这三种药剂浮选氧化铜试验流程如图4所示,试验结果见表6。

从表6中看出,采用表6中三种药剂皆可以使矿石中的氧化铜得到有效的选别,尾矿中的铜降到0.8%左右,铜总的回收率可达85%以上。由于三

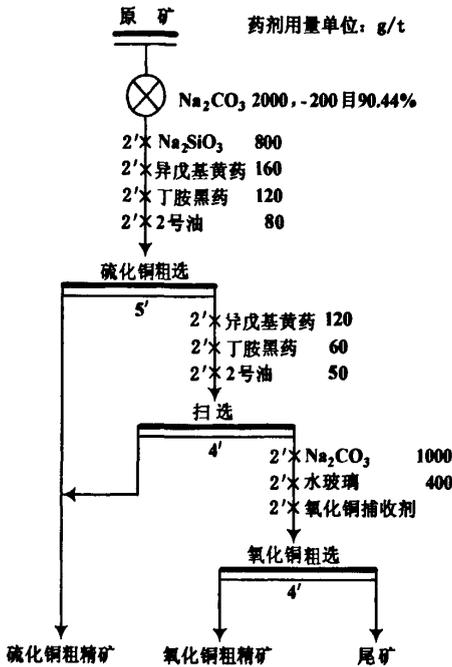


图4 铜浮选试验流程

表6 铜浮选试验结果

| 捕收剂种类及用量                      | 产品     | 产率/%   | Cu品位/% | Cu回收率/% |
|-------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| CK01<br>/400g·t <sup>-1</sup> | 硫化铜粗精矿 | 17.45  | 11.11  | 57.53   |
|                               | 氧化铜粗精矿 | 26.05  | 4.12   | 30.06   |
|                               | 尾矿     | 56.50  | 0.78   | 12.41   |
| TF<br>/1000g·t <sup>-1</sup>  | 原矿     | 100.00 | 3.57   | 100.00  |
|                               | 硫化铜粗精矿 | 18.90  | 10.86  | 59.67   |
|                               | 氧化铜粗精矿 | 23.26  | 3.94   | 26.64   |
| CK02<br>/300g·t <sup>-1</sup> | 尾矿     | 57.84  | 0.81   | 13.69   |
|                               | 原矿     | 100.00 | 3.44   | 100.00  |
|                               | 硫化铜粗精矿 | 17.30  | 11.57  | 58.02   |
|                               | 氧化铜粗精矿 | 24.33  | 3.92   | 27.64   |
|                               | 尾矿     | 58.37  | 0.84   | 14.34   |
|                               | 原矿     | 100.00 | 3.45   | 100.00  |

种药剂中 TF 药剂成本较低,且已实现工业生产,试验选取 TF 浮选氧化铜。

3.4 闭路试验及结果

闭路流程如图5所示,试验结果见表7。

从闭路试验结果可以看出,通过重选回收粗粒金,重选尾矿先选硫化铜再选氧化铜的选别流程,金主要富集于粗粒金产品和硫化铜精矿中,矿石中的金总的回收率可达91.80%,尾矿仅含金0.28g/t;

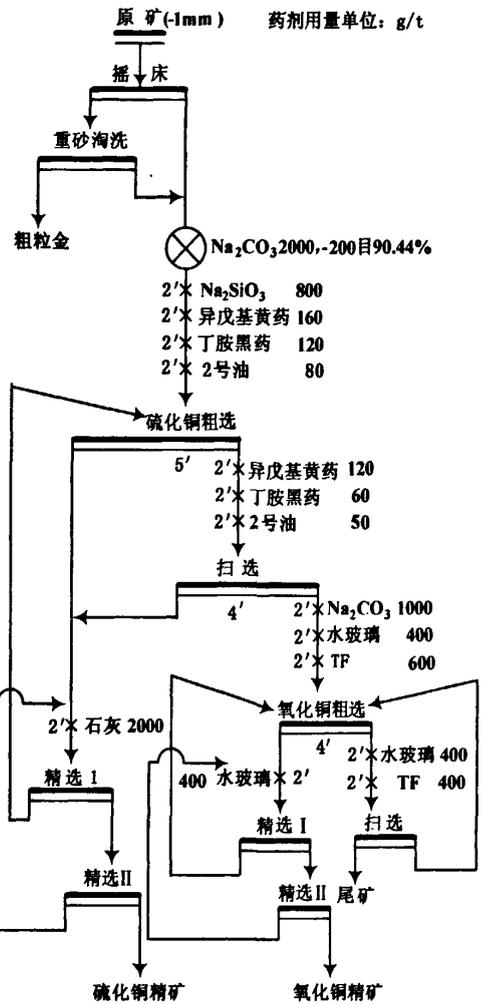


图5 闭路试验流程

表7 闭路试验结果

| 产品    | 产率/%    | 品位    |                      | 回收率/%  |        |
|-------|---------|-------|----------------------|--------|--------|
|       |         | Cu/%  | Au/g·t <sup>-1</sup> | Cu     | Au     |
| 粗粒矿   | 0.0429  | —     | 915.5                | —      | 12.96  |
| 硫化铜精矿 | 7.09    | 27.23 | 31.25                | 54.85  | 73.12  |
| 氧化铜精矿 | 2.78    | 33.17 | 6.23                 | 26.20  | 5.72   |
| 尾矿    | 90.0871 | 0.74  | 0.28                 | 18.95  | 8.20   |
| 原矿    | 100.00  | 3.52  | 3.03                 | 100.00 | 100.00 |

采用实验室自制药剂 TF 浮选氧化铜,矿石中的氧化铜可以得到有效的富集。通过浮选可获得含铜 27.23%,回收率为 54.85% 的硫化铜精矿和含铜 33.17%,回收率为 26.20% 的氧化铜精矿,铜总的回收率可达 81.05%,尾矿仅含铜 0.74%。

### 4 结 论

通过一系列试验,可以得出以下结论:

1. 矿石中主要金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、铜蓝、孔雀石等;脉石矿物主要为石英。

2. 原矿含铜 3.52%, Au 3.03g/t。矿石中的金部分为自然金,部分与矿石中硫化矿物共生;41.19%的铜以硫化铜的形式存在,37.79%的铜以氧化铜的形式存在,其余的铜以结合铜的形式存在。

3. 通过试验确定重选回收粗粒金,重选尾矿先浮选硫化铜再浮选氧化铜的方案。通过重选可获得含金 915.5g/t,收率为 12.96%的粗粒金产品;重选尾矿在 -200 目占 90.44%的细度下进行浮选,先选硫化铜,再浮选氧化铜。通过试验可获得含铜 27.23%、回收率为 54.85%的硫化铜精矿和含铜 33.17%、回收率为 26.20%的氧化铜精矿,铜总的回收率可达 81.05%,尾矿仅含铜 0.74%。重选尾

矿中的金绝大部分进入硫化铜精矿,其含金 31.25g/t,回收率为 73.12%,金总的回收率可达 91.80%。

### 参考文献:

- [1] 董英,王吉坤,冯桂林. 常用有色金属资源开发与加工 [M]. 北京:冶金工业出版社,2005.
- [2] 钱鑫,张文彬,邓彤,等. 铜的选矿 [M]. 北京:冶金工业出版社,1982.
- [3] 龚明光. 泡沫浮选 [M]. 北京:冶金工业出版社,2007.
- [4] 胡熙庚. 有色金属硫化矿选矿 [M]. 北京:冶金工业出版社,1987.
- [5] 黄礼煌. 金银提取技术(第二版) [M]. 北京:冶金工业出版社,2001.
- [6] 张文彬. 氧化铜矿浮选研究与实践 [M]. 长沙:中南工业大学出版社,1992.
- [7] 王双才,李元坤,史光大,等. 氧化铜矿的处理工艺及其研究进展 [J]. 矿产综合利用,2006(2):37~48.

## Experimental Research on Mineral Processing Technology for Separating a Cu - Au Ore

CHEN Fu-lin, YU Xin-wen, YANG Xiao-jun, GAO Rong-xi, GAO Wei  
(Chengdu Synthesis Litho - mineral Testing Center Minerals Institute of Sichuan Geology - minerals Bureau, Chengdu, Sichuan, China)

**Abstract:**The beneficiability test on the Cu - Au ore containing 3.03g/t Au and 3.52% Cu determines the scheme that gravity separation is adopted to recover coarse gold and for tailings the flotation of copper sulphide is adopted firstly and then the flotation of copper oxide. As a result, the product of coarse gold contains 915.5g/t with the recovery of 12.96%. At the grinding fineness of 90.44% passing 200 mesh, the copper sulphide concentrate of 27.23% Cu with a recovery of 54.85% and the copper oxide concentrate of 33.17% Cu with a recovery of 26.20% are obtained respectively. The total recovery of copper reaches 81.05% and the tailings only contain 0.74% Cu. Most of the gold in the tailings is into the copper sulphide concentrate containing 31.25g/t Au with the recovery of 73.12% and the total recovery of gold reaches 91.80%.

**Key words:**Cu - Au Ore; Gravity separation; Flotation

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告