

某大型斑岩型铜钼矿选矿试验研究

李迎国, 曹进成

(中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 郑州 450006)

摘 要: 针对我国某大型斑岩型铜钼多金属矿铜钼特性, 提出并采用粗磨—铜钼混合浮选—铜钼粗精矿再磨—铜钼适度分离工艺流程, 得到部分合格铜精矿和铜钼混合精矿, 铜钼混合精矿采用湿法冶金工艺分离, 取得了理想的指标, 从而确定了该矿合理的技术经济利用方案。

关键词: 斑岩型铜钼矿; 浮选; 分离; 粗磨; 抛尾

中图分类号: TD952.1; TD954

文献标识码: A

文章编号: 1671-9492(2005)01-0014-04

铜矿在我国是一种紧缺的矿产资源, 铜矿资源的特点是大型铜矿少、中小型铜矿多、品位不高、富矿大部分已利用, 日前未利用的铜矿平均品位0.6%, 而且大多分布在经济不发达的边远地区, 开采难度大, 成本高, 可供近期开发、条件较好、有经济效益的资源不多^[1], 该铜矿是我国这类资源的代表。

目前国内外处理斑岩型铜钼共生矿大多采用选矿分离铜钼的方法。脉动高梯度磁选是80年代初发展起来的一种分离细粒弱磁性矿物的有效方法, 中南工业大学杨鹏等人将这一新技术引入铜钼分离, 还有充填式浮选柱浮选、充氮浮选、低碱介质铜硫分离等许多行之有效的方法。这些方法对于易选铜钼矿石无疑是一种经济有效的手段。但是, 对于多宝山类型的斑岩型铜钼矿, 采用选矿的方法难以实现彻底分离, 前人在上世纪70年代曾对该矿进行过较多的选矿试验, 在磨矿至 $-50\mu\text{m}$ 占96%时, 铜钼最终没能完全分离^[2]。因此对该类资源若采用传统的工艺强行分离, 在目前的条件下, 技术与经济上都没有办法实现。

本项研究中针对该矿特点采用选矿—冶金联合工艺, 冶金处理铜钼混合矿虽然从技术上可以实现分离, 但成本较高, 若钼含量较低则经济上不合理, 因此确定选冶工艺产品的结合点尤为关键, 由于该矿铜高钼低, 经试验证明, 该矿与其它大多数铜矿的区别为原矿中含黄铁矿较低, 不需铜硫分离, 矿石在较粗的磨矿条件下进行混合浮选, 经再磨后可以使部分铜钼分离, 可以得到部分合格铜精矿, 这样得到的铜钼混合精矿适合冶金工艺分离。

1 矿石性质

矿石矿物组成中金属矿物主要为黄铜矿、斑铜矿、辉钼矿以及辉铜矿、铜蓝、孔雀石、蓝铜矿、闪锌矿、赤铁矿、褐铁矿等。金属矿物仅占矿物总量的2%~3%。脉石矿物以石英、斜长石、绢云母、钾长石、绿泥石、方解石为主, 约占矿物总量的97%。矿石中的含铜矿物主要为黄铜矿和斑铜矿, 其他铜矿物的含量均很低; 辉钼矿是矿石中主要的含钼矿物, 在矿石中的含量不到0.1%, 原矿化学多元素分析结果见表1。

表 1

原矿化学多元素分析结果/%

Tab 1 The results analysis of different element of run-of-mine ore/%

| 元素 | Cu | Mo | Pb | Zn | S | As | P | Co | TFe | TiO ₂ |
|----|------------------|-------|-------|------------------|-------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|------------------|
| 含量 | 0.5 | 0.042 | 0.003 | 0.011 | 0.28 | 0.001 | 0.046 | 0.001 | 2.66 | 0.18 |
| 元素 | SiO ₂ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | Al ₂ O ₃ | Au | Ag | Re | Os |
| 含量 | 65.95 | 2.57 | 1.32 | 3.63 | 3.06 | 14.56 | 0.25g/t | 5.10g/t | 0.385g/t | 2.88mg/t |

矿石中主要目的矿物黄铜矿、斑铜矿、辉钼矿的嵌布粒度均较细, 嵌布关系较为密切。黄铜矿嵌布粒度 -0.2mm 占77%, -0.074mm 占35%; 辉钼矿的嵌布粒度较细, 大多数在 -0.15mm , -0.074mm 占

64.46%; 主要脉石矿物石英的嵌布粒度一般为0.05~2mm。黄铜矿、斑铜矿、辉钼矿等金属硫化物呈星散浸入状或呈含矿脉等细脉及微脉状分布在矿石中, 构成细脉浸染型铜矿石(即斑岩型铜矿石)。

地质大调查项目: 2000-2003年度国土资源部地质大调查子项目。参加该项研究的主要人员还有岳铁兵、李黎、王燕。

收稿日期: 2004-09-23

作者简介: 李迎国(1964-), 男, 副研究员, 主要从事矿物加工科研和设备研制工作。

2 选矿试验研究

根据铜钼矿物和脉石矿物嵌布特点,选矿试验采用在较粗的磨矿细度下进行混合浮选,可丢弃 90% 以上的尾矿,然后对少量粗精矿再磨后适度分离的方案。

2.1 一段粗磨混合浮选试验

原矿经磨矿后采用一次粗选、两次扫选工艺流程,分别进行了磨矿细度、分散剂、调整剂及捕收剂等条件试验,确定了粗磨混合浮选的条件,工艺流程及条件如图 1 所示,试验结果见表 2。

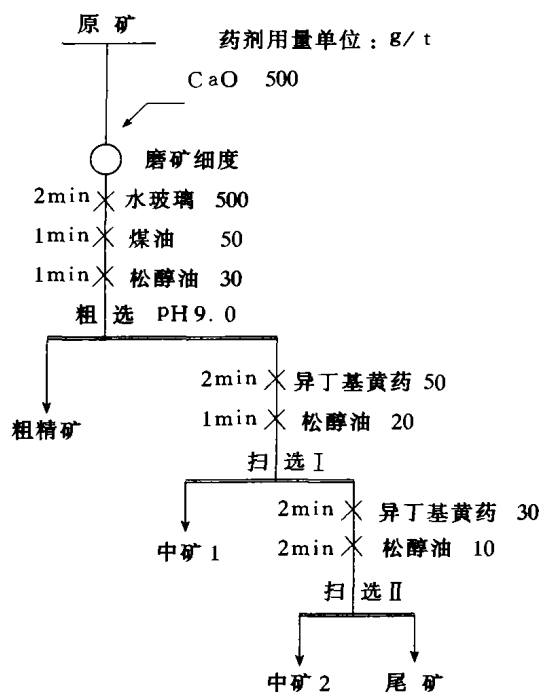


图 1 一段磨矿混合浮选试验确定的工艺流程及条件

Fig 1 The obtained technological flowsheet and condition through single-stage grinding and bulk flotation

表 2 一段磨矿混合浮选试验结果/%

Tab 2 The experiment results of single-stage grinding and bulk flotation/%

| 产品名称 | 产率 | 铜品位 | 回收率 |
|------|-------|--------|-------|
| 粗精矿 | 3.03 | 10.97 | 66.67 |
| 中矿 1 | 3.66 | 1.92 | 14.10 |
| 中矿 2 | 1.58 | 0.96 | 3.05 |
| 尾矿 | 91.73 | 0.088 | 16.18 |
| 原矿 | 100.0 | 0.4986 | 100.0 |

2.2 铜钼分离试验

经对混合粗精矿进行了精选及再磨分离的条件和工艺流程试验,最终确定了再磨细度、分散剂用量、铜

钼分离抑制剂用量等一系列条件,进行了全流程闭路试验,试验工艺流程及条件见图 2,试验结果见表 3。

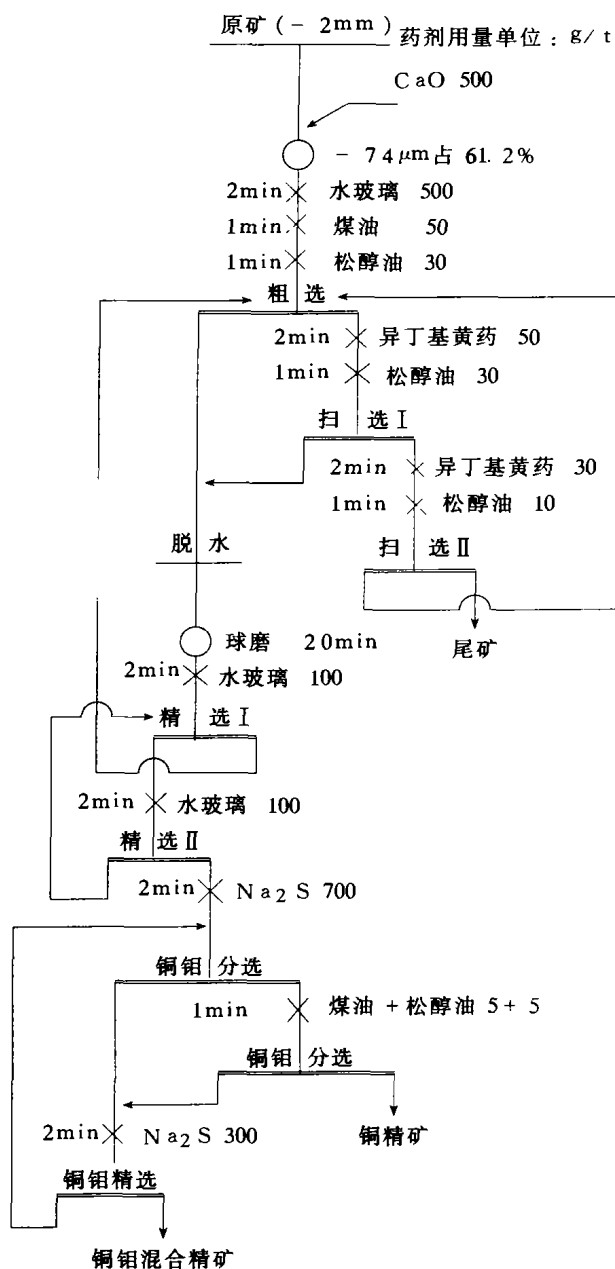


图 2 全流程闭路试验工艺流程及条件

Fig 2 The obtained technological flowsheet and condition through closed cyclic experiment

表 3 全流程闭路试验结果/%

Tab 3 The experiment results of closed cyclic experiment/%

| 产品名称 | 产率 | 品位 | | 回收率 | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Cu | Mo | Cu | Mo |
| 铜钼混合精矿 | 0.67 | 27.67 | 5.27 | 37.22 | 83.33 |
| 铜精矿 | 0.92 | 24.30 | 0.43 | 44.87 | 9.53 |
| 尾矿 | 98.41 | 0.091 | 0.003 | 17.91 | 7.14 |
| 原矿 | 100.0 | 0.497 | 0.042 | 100.0 | 100.0 |

2.3 选矿中间试验研究

在选矿小型试验研究确定的粗磨浮选抛尾、粗精矿再磨后铜钼适度分离的工艺条件下,采用磨矿—浮选中试设备,进行了选矿中试连续运行试验。中试工艺流程如图 3 所示,连续运行 9 个班,中试指标及产品分析结果见表 4、表 5。

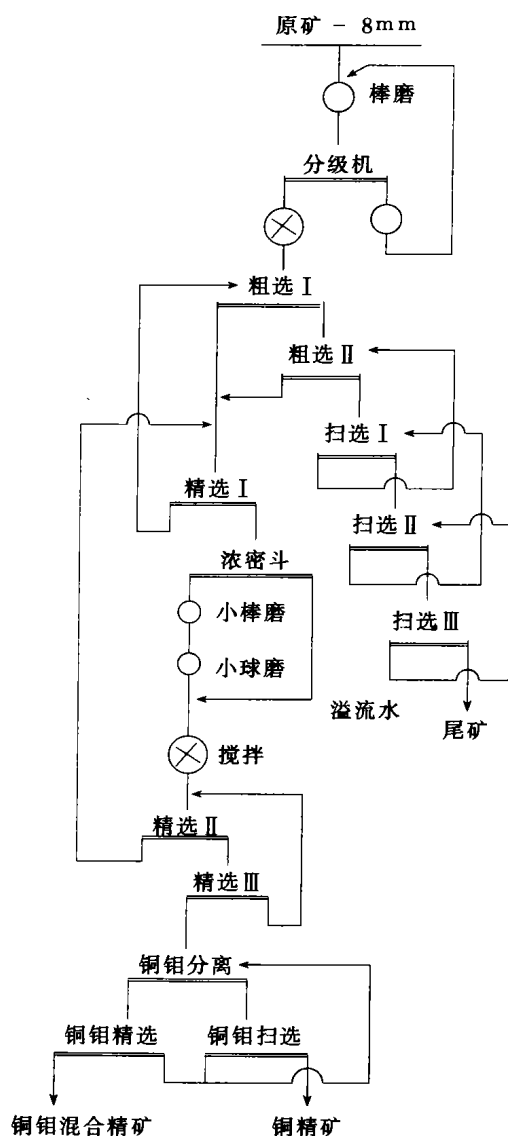


图 3 中试工艺流程

Fig 3 The technological flowsheet of pilot plant testwork

3 技术经济分析

根据选矿中试的指标建一规模为 5000t/d 选厂,按年生产 330d 计,原矿含铜 0.45%、含钼 0.028%,铜精矿产率为 1.3%,含铜 23%、钼 0.33%、金 8.8g/t、银 102g/t,铜钼混合精矿产率为 0.30%,含铜 23%、钼 6.5%、金 7.9g/t、银 148g/t,铜总回收率为 85%、钼回收率为 70%的指标进行计算。

表 4 中试连续运转监测取样平均结果(九个班)/%

Tab 4 The average experiment result through pilot plant testwork/%

| 产品名称 | 产率 | 品位 | | 回收率 | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Cu | Mo | Cu | Mo |
| 铜钼分离给矿 | 1.65 | 23.40 | 1.46 | 85.79 | 86.04 |
| 铜钼混合精矿 | 0.30 | 24.50 | 6.55 | 16.32 | 70.18 |
| 铜精矿 | 1.35 | 23.16 | 0.33 | 69.48 | 15.86 |
| 尾矿 | 98.35 | 0.065 | 0.004 | 14.21 | 13.96 |
| 分级机溢流(原矿) | 100.0 | 0.45 | 0.028 | 100.0 | 100.0 |

表 5 最终精矿产品多项分析结果/%

Tab 5 The analytic result of final concentration/%

| 项目 产品 | Cu | Mo | Au g/t | Ag g/t | S | As | TFe | SiO ₂ | MgO |
|----------|-------|------|-----------|-----------|-------|-------|-------|------------------|------|
| 铜精矿 | 23.16 | 0.33 | 8.80 | 102 | 14.14 | 0.016 | 12.45 | 27.92 | 1.20 |
| 铜钼精矿 | 24.38 | 6.37 | 7.95 | 148 | 18.66 | 0.00 | 13.93 | 13.89 | 0.62 |

经初步估算,处理 1 吨原矿,选矿成本(含原矿费用)为 33.86 元/t。

铜精矿达到了八级品的质量标准。根据目前铜精矿产品的市场价,按 1.15 万元/金属 t,金为 40 元/g,银为 0.6 元/g。

铜钼混合精矿中铜计价按 1.15 万元/t 金属;钼按半价计,为 3 万元/t 金属,金为 40 元/g,银为 0.6 元/g。

经初步测算年利润为 3000 多万元,具有一定的经济效益。

4 结语

经过对该矿进行选矿小型试验、扩大试验及中间试验研究,确定了该矿技术经济较为合理工艺流程为:粗磨—铜钼混合浮选—铜钼粗精矿再磨—铜钼适度分离工艺,该工艺特点是在较粗的一段磨矿粒度条件下,抛除大量尾矿,对少量粗精矿可进一步细磨后单独产出部分含钼很低的合格铜精矿和铜钼混合精矿,使钼在该产品中得以富集后交由冶金处理,技术经济较为合理。经选矿小试、中试表明,在一段磨矿细度为 $-74\mu\text{m}$ 占 60%~70% 的条件下,浮选得到铜钼混合粗精矿,抛除了 90% 左右的尾矿量,只对少量混合粗精矿进行再磨可大幅降低磨矿成本。选矿中试最终指标为,原矿含铜 0.45%、钼 0.028%,最终铜精矿产率为 1.35%,含铜 23.16%、钼 0.33%,铜回收率为 69.47%;铜钼混合精矿产率为 0.30%,含铜 24.50%、钼 6.55%,铜回收率为 16.32%,钼回收率为 70.18%;铜总收率为 85.79%。

通过研究确立的粗磨—铜钼混合浮选—铜钼粗精矿再磨分离工艺,在较低的成本下得到铜钼混合精矿和部分合格铜精矿,技术经济合理,铜钼混合精矿采用冶金工艺处理证明是合理可行的,从而为该类型斑岩型铜钼矿开发利用提供了合理的技术路线。

参考文献

- [1] 有色金属工业“十五”科技发展计划. 国家有色金属工业局, 2000.
- [2] 黑龙江省地质实验室. 黑龙江省嫩江县多宝山铜矿床三号矿带铜矿石可选性试验报告[R]. 1979.

MINERAL PROCESSING STUDY ON A LARGE - SCALE REFRACTORY PORPHYRY COPPER ORE

LI Ying - guo , CAO Jin - cheng

*(Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of
Mineral Resources , CAGS , Zhengzhou 450006 , China)*

ABSTRACT

Process mineralogy study investigated the ore's mineral characteristic, from this characteristic, we have carried some mineral processing experiments. Tests in lab led to the following process: raw ores - grinding - bulk flotation of Cu - and Mo - bearing minerals - regrinding of rougher - flotation of Cu - bearing minerals, in the end of mineral processing experiments, we obtained a eligible copper concentrate and a Cu - Mo concentrate. Separation of copper and molybdenum in Cu - Mo concentrate by metallurgical process is carry out, we obtained a good index, in the end, we confirmed a scheme for multipurpose utilization of this ore.

KEY WORDS: porphyry copper mine; flotation; separation; primary grinding; throw the tailings

(上接第 26 页)

THE DISCUSS ABOUT SALVE DEMAND EXCEEDS SUPPLY

LIU Jia - li , WAN Ying - cheng

(Yunnan Chuxiong Mining Stock Company , Dayao Yunnan 675401 , China)

ABSTRACT

Along with the mine natural resources dry up, scale of mining and mill run maladjustment, most of mill run factory often be face with a ctuality of demand exceeds supply. We do some account, then find the condusion: the time of wait for overrun the deal with mine, in 22 minutes then keep up; or no, then stop. The condusion can provide a use for means for each homelogs factory.

KEY WORDS: demand exceeds supply; saving power; recovery; profit