

# 邛莫-拉尔玛某难选金矿石选矿试验研究

周涛, 吴斌, 师伟红  
(西北矿冶研究院, 甘肃 白银 730900)

摘要: 针对该金矿石嵌布特征复杂、粒度差别大的特点, 试验通过浮选前脱碳、矿浆加温浮选和常规浮选三个方案进行研究, 并采用高效黄药 Y-19 和辅助捕收剂 S-6, 闭路试验获得了金精矿品位 30.42g/t, 回收率 84.59% 较好指标。

关键词: 自然金; 浮选; 捕收剂; 工艺流程

中图分类号: TD953 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2011)02-0013-04

合理的选矿工艺对矿石中金的回收影响很大。常规的金选矿方法有混汞、重选、浮选、氰化以及这些方法的综合流程。合理金矿石工艺流程的选择, 取决于矿石性质、生产规模、基建投资、建厂地区技术经济条件等<sup>[1]</sup>。

邛莫-拉尔玛某金矿石, 属碳质硅岩型金矿, 除了含有少量的石墨外, 石英是主要脉石矿物, 其含量约占矿物总量的 84.30%, 是金的载体矿物, 其嵌布粒度属中微细粒类型, 属难选矿石。试验中通过对浮选工艺流程及条件的研究, 最终选择了较合理的浮选工艺流程条件, 并获得了理想的闭路指标: 原矿品位 4.88g/t, 精矿金品位 30.42g/t, 金回收率 84.59%。

## 1 矿石性质

矿石属于含碳硅质岩型。组成矿石的主要金属矿物是黄铁矿、方铅矿等, 主要脉石为石英, 微量矿物有高岭土、黄钾铁矾、石墨、锆石等。

自然金是矿石中最主要的金矿物, 其在矿石中分布很分散, 嵌布粒度差别较大, 粗者其粒径可达到 0.07mm, 细者不足 5 $\mu$ m, 还有微量次显微金 (< 0.0005mm), 主要富集在石墨中。矿石中金的粒径范围很大, 其嵌布粒度属中微细粒类型。由金矿物的赋存状态研究可知, 矿石中金为独立金矿物-自然金, 并且以粒间金和裂隙金为主, 其次为包裹金。

矿石中石英含量约占矿物总量的 84.30%, 是主要脉石矿物, 其产出形态复杂。石英与自然金关系密切, 是金的载体矿物, 其颗粒内部或者微裂隙中有自然金, 重砂中还发现许多自然金与石英连生。原矿多元素分析结果见表 1。

## 2 选矿试验

该矿石中金以自然金的形式存在, 曾采用多种重选方法进行回收, 但因该矿石中金的粒度差别很大, 选矿指标一直不理想。最终采用常规浮选法获得了较为理想的试验指标。

表 1 原矿多元素化学分析/%

| Cu    | Pb    | Zn    | Fe   | S    | As   | CaO  | MgO  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Sb    | Hg    | Au <sup>*</sup> | Ag <sup>*</sup> | C    |
|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------------------|--------------------------------|-------|-------|-----------------|-----------------|------|
| 0.018 | <0.05 | 0.073 | 1.32 | 0.27 | 0.05 | 0.22 | 0.32 | 87.02            | 3.03                           | 0.059 | 0.017 | 4.8             | 3.7             | 1.06 |

\* 单位为 g/t。

对于金矿物的浮选, 一般采用碳酸钠或石灰作为 pH 值调整剂, 调节 pH 值在 8~9 的条件下, 采用黄药+黑药类捕收剂进行浮选。根据本矿石性质特点, 金矿物属中微细粒嵌布, 与脉石矿物嵌布密切,

且矿石中又含微量碳质, 因此, 该矿石流程的确定既要考虑合理的磨矿细度使金矿物单体解离, 又要考虑碳质对浮选的影响。

### 2.1 浮选前脱碳试验研究

收稿日期: 2010-09-07

作者简介: 周涛(1974-), 男, 甘肃镇远人, 选矿工程师。

通过原矿物质组成鉴定可知,矿石中含有碳物质,其本身是金的载体,在选矿过程中不仅吸附,也影响浮选药剂对金矿物的捕收。采用在浮选金矿物之前加入脱碳流程,以减少碳物质对浮选金矿物的影响。试验流程及条件见图 1,试验结果见表 2。

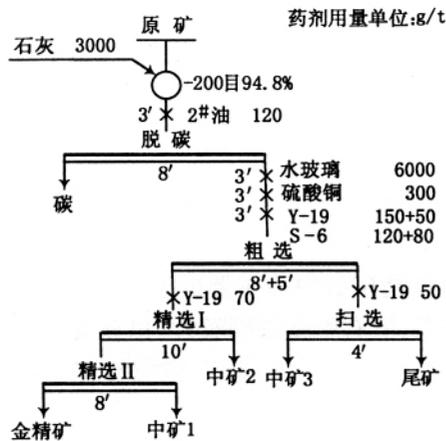


图 1 浮选前脱碳试验流程及条件

表 2 浮选前脱碳流程试验结果

| 产品名称 | 产率/%   | 品位/g · t <sup>-1</sup> | 回收率/%  |
|------|--------|------------------------|--------|
| 碳    | 0.42   | 40.08                  | 3.52   |
| 精矿   | 6.65   | 38.12                  | 53.00  |
| 中矿 1 | 3.74   | 4.23                   | 3.31   |
| 中矿 2 | 7.26   | 2.58                   | 3.92   |
| 中矿 3 | 4.39   | 4.89                   | 4.49   |
| 尾矿   | 77.54  | 1.96                   | 31.77  |
| 原矿   | 100.00 | 4.78                   | 100.00 |

试验结果表明:矿石中碳作为金的载体,所含金品位较高,但回收率仅为 3.52%,这跟物质组成分析中提到有微量的次显微金富集在石墨中是相符的。由于碳的产率较低,仅为 0.42%,且所含金品位较高,可直接作为金精矿。因此,其他工艺流程的研究可考虑不脱碳直接进行浮选。

### 2.2 加温浮选试验研究

为提高浮选指标,改善浮选药剂在矿浆中的分散能力及其表面活性,增强药剂对金矿物的捕收能力,对粗选矿浆进行了加热处理。试验流程及条件见图 2,试验结果见表 3。

试验结果表明:采用粗选加温浮选工艺流程,增强了浮选药剂对金矿物的捕收能力。金精矿品位达到 45.01g/t,回收率 77.63%。

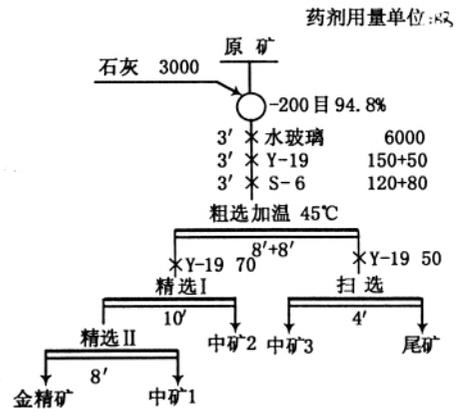


图 2 加温(粗选)浮选试验流程及条件

表 3 加温浮选流程试验结果

| 产品名称 | 产率/%   | 品位/g · t <sup>-1</sup> | 回收率/%  |
|------|--------|------------------------|--------|
| 金精矿  | 8.21   | 45.01                  | 77.63  |
| 中矿 1 | 3.84   | 4.03                   | 3.25   |
| 中矿 2 | 9.26   | 2.01                   | 3.91   |
| 中矿 3 | 3.97   | 2.98                   | 2.49   |
| 尾矿   | 74.72  | 0.81                   | 12.72  |
| 原矿   | 100.00 | 4.76                   | 100.00 |

### 2.3 常规浮选试验研究

矿石中含碳,碳物质在浮出的同时会吸附金矿物,利用此性质,我们将碳质作为浮选精矿一部分,将碳物质作为有利因子进行选别,浮选过程中不抑制碳矿物的上浮,可回收一部分微细粒级的金矿物。

矿石中脉石矿物含量高,金矿物以微细粒级分布于脉石矿物中,采用较高的磨矿细度,添加石灰做 pH 调整剂,使矿浆呈弱碱性,用水玻璃做抑制剂,有利于细粒分散,以提高金的回收率。粗选的矿浆不进行加温处理,试验流程及条件见图 2,试验结果见表 4。

表 4 常规浮选流程试验结果

| 产品名称 | 产率/%   | 品位/g · t <sup>-1</sup> | 回收率/%  |
|------|--------|------------------------|--------|
| 金精矿  | 8.16   | 44.08                  | 76.28  |
| 中矿 1 | 3.67   | 4.18                   | 3.26   |
| 中矿 2 | 8.17   | 2.22                   | 3.84   |
| 中矿 3 | 4.08   | 2.62                   | 2.27   |
| 尾矿   | 75.92  | 0.91                   | 14.36  |
| 原矿   | 100.00 | 4.72                   | 100.00 |

试验结果表明:在弱碱性条件下,采用不脱碳、不加温的常规浮选工艺,将碳质作为浮选精矿的一

部分,有助于回收部分微细粒的金矿物,金的选矿指标较为理想,精矿品位 44.08g/t,回收率 76.28%。

### 2.4 三种试验流程对比

研究从金精矿的产率、品位、回收率对以上三种试验流程进行对比,结果见图 3。

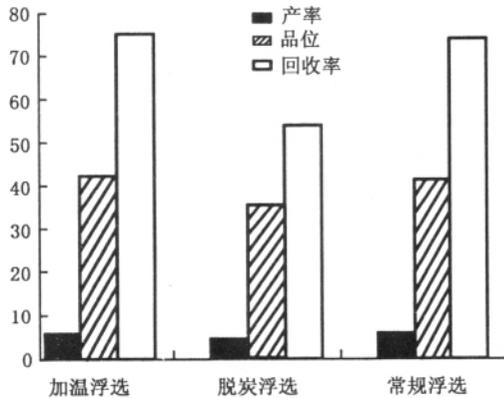


图 3 三种试验流程结果对比

从图 3 可以看出:采用脱炭浮选流程,金精矿回收率较低,选别效果不理想。加温浮选和常规浮选相比,金精矿的选矿指标相近。考虑选矿的经济成本因素,采用不脱炭、不加温的常规浮选流程较为经济合理。

### 2.5 闭路试验流程

在药剂选择、条件试验和开路流程试验的基础上,进行了闭路流程试验,试验流程见图 4,试验结果见表 5。

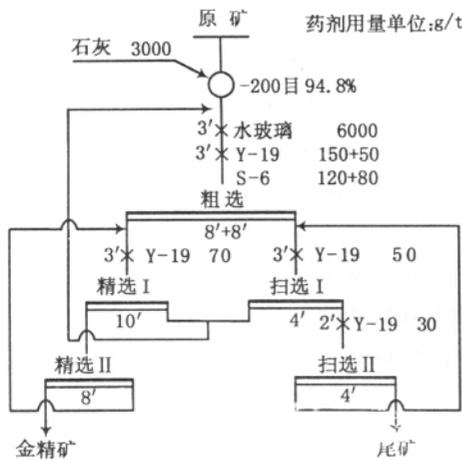


图 4 闭路试验流程及条件

表 5 闭路试验结果

| 产品名称 | 产率/%   | 品位/g·t <sup>-1</sup> | 回收率/%  |
|------|--------|----------------------|--------|
| 金精矿  | 13.57  | 30.42                | 84.59  |
| 尾矿   | 86.43  | 0.87                 | 15.41  |
| 原矿   | 100.00 | 4.88                 | 100.00 |

闭路试验结果表明,采用一次粗选(分段加药)、两次扫选、两次精选的浮选流程,可获得金精矿品位 30.42g/t,回收率 84.59%。

## 3 工业生产实践

实验室小型试验结束之后,该金矿按闭路试验工艺流程条件进行工业试验。现场金的原矿品位较实验室矿样有些波动,矿石中的金嵌布粒度较细,现场采用一段磨矿,磨矿细度在 -200 目 90% 以上。该金矿为期一个月的工业生产实践表明,采用推荐的常规浮选(不脱炭不加温)工艺流程,生产工艺稳定,选矿技术指标理想。现场技术指标见表 6。

表 6 工业试验现场生产指标

| 产品名称 | 产率/%   | 品位/g·t <sup>-1</sup> | 回收率/%  |
|------|--------|----------------------|--------|
| 金精矿  | 12.19  | 42.35                | 86.65  |
| 尾矿   | 87.81  | 0.91                 | 13.35  |
| 原矿   | 100.00 | 5.98                 | 100.00 |

## 4 结 语

1. 本矿石属碳质硅岩型金矿,矿石主要组分是 SiO<sub>2</sub>,含量达 84.02%,可供回收的元素是 Au,嵌布粒度较细,其嵌布粒度属中微细粒类型,属难选矿石。

2. 自然金的嵌布特征复杂,包裹金占近 1/3,而且包裹金粒径粗细不等,尤其嵌布在石英中小于 10 μm 的金矿物难以解离,损失于尾矿中,造成一定程度金属量的损失。

3. 自然金载体矿物为石英,自然金约 90% 以上与石英有嵌镶关系。石英是该矿石主造岩矿物,产出形态复杂,硬度很大,使得该矿石在磨矿细度方面要求较高。

4. 矿石中含碳 1.06%,多为有机碳,不易脱除,其本身易浮,同时又是金的载体,在选矿过程中吸附药剂,影响药剂对金矿物的捕收,造成一定程度金属量的损失。

5. 针对矿石性质,小型试验通过常规浮选工艺,

采用高效黄药 Y - 19 及辅助捕收剂 S - 6 获得了较好的闭路试验指标: 原矿金品位 4.88 g/t 精矿品位 30.42g/t ,回收率 84.59% 。

参考文献:

[1]李为霖. 第四届金银选矿学术论文集[C]. 1993. 139 - 142.

[2]张红梅 杨金林. 某难选金矿石浮选工艺试验研究[J]. 黄金(选矿与冶炼) 2006 (5) .

### Experimental Research on Mineral Processing Technology for Separating a Refractory Gold Ore in Qiongmo - Laerma

ZHOU Tao , WU Bin , SHI Wei-hong

( Northwest Research Institute of Mining and Metallurgy , Baiyin , Gansu , China)

**Abstract:** According to the complex embedded feature of the gold ore and large differences in grain size ,the three schemes of decarbonization flotation ,heating pulp flotation and conventional flotation were carried out. By using high - efficiency xanthate Y - 19 and auxiliary collector S - 6 ,the gold concentrate of 30.42g/t was obtained with the recovery of 84.59% .

**Key words:** Native gold; Flotation; Collector; Technological flowsheet



( 上接 9 页)

艺处理中低品位钡矿石 物耗、能耗低 ,产品成本低 ,环境污染小 ,产品附加值高 ,为此类矿石的开发利用提供了一种有效的途径。

参考文献:

[1]贾建业. 川陕交界一带毒重石和钡解石矿的地质特征及开发利用[J]. 西北地质 ,1993 ( 1) : 20 - 23.

[2]江卓群. 酸解毒重石矿制取氯化钡[J]. 湖北化工 ,1988 , ( 1) : 55 - 58.

[3]刘铁岩. 改良一步法生产氯化钡工艺的研究[J]. 陕西化

工 ,1994 ( 4) : 33 - 34.

[4]高改玲. 从焙烧毒重石生产氢氧化钡的矿渣中回收钡[J]. 无机盐工业 ,1999 31( 1) : 35 - 36.

[5]何勇 李园丁. 毒重石制碳酸钡工艺研究[J]. 无机盐工业 ,1993 ( 4) : 11 - 13.

[6]王凤岐 王金生. 氢氧化钡产品生产现状[J]. 无机盐工业 2006 28( 2) : 4 - 7.

[7]雷永林 霍冀川 王海滨 等. 硝酸分解毒重石宏观动力学研究[J]. 无机盐工业 2006 38 ( 3) : 16 - 18.

### Research on Mineral Processing and Metallurgical Technology for a Mid - low Grade Witherite - a Barytocalcite Type Barium Ore

ZENG Xiao-bo , LIU Ren-fu , ZHANG Xin-hua

( Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources , CAGS , Chengdu , Sichuan , China)

**Abstract:** Based on the study of mineral constitute and technological mineralogy ,the enrichment of a mid - low barium ore by flotation was realized by adopting the key technology of pre - flotation to remove carbon and slime. The floated concentrate was leached by pickling waste liquor and the leaching solution after being removed impurity was used to prepare precipitated barium sulfate ,whose quality is up to the second - class national standards. The combined technology of processing and metallurgy with less energy consumption and pollution can bring products with high added value. Meanwhile ,it provides a new and effective way for exploitation and utilization of similar ores.

**Key words:** Witherite; Barytocalcite; Desliming; Floation; Leaching; Precipitated barium sulfate