

# 某低品位微细粒难选金矿石浮选实验研究

## Research on the Flotation Experiment of a Low Grade Micro-Fine Particle Refractory Gold Ore

孟凡伟 刘超

中陕核工业集团二一四大队有限公司, 中国·陕西 西安 710054

Fanwei Meng Chao Liu

SINO Shaanxi Nuclear Industry Group 214 Team Co.Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710054, China

**【摘要】**论文对某地低品位微细粒难选金矿石性质进行分析测试,研究选矿实验流程,确定浮选法工艺技术路线,较好地解决了该含砷硫微细粒复杂难处理金矿石的选矿技术难题,获得了较理想的技术经济指标。原矿金品位 1.92g/t,经两段粗选、两段扫选、两段精选,浮选金回收率为 89.45%,精矿金品位为 48.32g/t。

**【Abstract】**The paper analyzes and tests the properties of a low grade micro-fine particle refractory gold ore, studies the process of ore dressing experiment, and determines the technical route of flotation process, which have effectively solved the technical difficulties in mineral processing of the complex refractory gold ore with arsenic and sulfur micro fine-grained particles, and obtained ideal technical and economic indicators. The gold position of the original ore is 1.92g/t, after roughing twice, scavenging twice and concentration twice, the recovery rate of flotation gold is 89.45%, and the gold position of the concentrate is 48.32g/t.

**【关键词】**金矿;低品位;选矿

**【Keywords】**gold ore; low grade; milling of ores

**【DOI】**http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v1i2.560

## 1 引言

目前随着简单易选的金矿资源逐步枯竭,复杂难选金矿的选矿研究成为重要的研究课题。某多金属金矿石含砷 0.83%、硫 1.38%、金 1.92g/t,矿石中金矿物嵌布粒度微细,为典型的难处理金矿石。对该矿石采用直接氰化或细菌预氧化-氰化提金等方法金浸出率低,成本高。经过大量的试验研究,确定采用浮选工艺流程,获得了较理想的技术经济指标。

## 2 矿石性质

### 2.1 化学组成

表 1 为矿石的化学组成。

表 1 矿石的化学组成 /%

元素	Au*	Ag*	Pb	Zn	Cu	As	Sb	TiO <sub>2</sub>	P
含量 (%)	1.92	1.60	0.01	0.0089	0.0027	0.84	0.0016	0.52	0.13
元素	Mn	Mo	S	TFe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	TC	WO <sub>3</sub>
含量 (%)	0.14	0.003	1.38	4.55	61.35	10.30	2.94	1.59	0.0034
元素	MgO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cd	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Ni	Co	烧失量	
含量 (%)	2.95	0.024	0.0003	2.11	3.26	0.0038	0.0024	5.54	

注:\* 单位为 10<sup>-6</sup>。

### 2.2 矿物组成

表 2 为矿石的矿物组成。

表 2 矿石的矿物组成 /%

矿物名称	含量 (%)	矿物名称	含量 (%)	矿物名称	含量 (%)
石英	35-40	金红石	0.52	黄铁矿	1.90
斜长石	5-8	石墨	<0.3	毒砂	1.83
绢云母	24-29	黝铜矿	0.01	自然金	微
碳酸盐矿物	15-18	方铅矿	0.01	闪锌矿	0.01

金属矿物主要有黄铁矿和毒砂,其次少见闪锌矿、黝铜矿,偶见褐铁矿、黄铜矿。非金属矿物主要为石英,其次为绢云母、碳酸盐矿物(以铁白云石为主)、斜长石,少量金红石、石墨等,其他均很少见。矿石中有益元素为 Au,品位 1.92g/t,是主要回收元素。S 含量 1.38%,主要以黄铁矿形式存在,其次以毒砂存在。有害元素 As 含量 0.84%,主要以毒砂形式存在,其次赋存于含砷黄铁矿中。

### 2.3 金的赋存状态

表 3 原矿物相分析结果

相名称	裸露-半裸露金	硫化物中金	硅酸盐中金	碳酸盐中金	赤褐铁中金	相和
含量 (g/t)	0.17	1.18	0.23	0.22	0.15	1.95
分布率 (%)	8.72	65.51	9.80	8.28	7.69	100.00

如表 3 金的物相分析显示,硫化物中金占 60.51%,适宜采用以浮选为主的原则流程。

矿石中金有两种赋存形式:以独立自然金形式存在,属于

微细粒金,与黄铁矿关系密切,位于黄铁矿破碎裂隙;以分散金形式赋存于黄铁矿、毒砂等金属矿物中。

矿石中的黄铁矿与毒砂是矿石中金的主要载体矿物,具有以下特点:

①载金矿物黄铁矿粒度较细,-0.08mm 占 77.30%,其中-0.04mm 占 43.44%,载金矿物毒砂粒度较细,-0.08mm 占 79.58%,其中-0.04mm 占 45.99%。

②黄铁矿与毒砂关系密切,可浮性接近,多呈集合体分布于岩石粒间和裂隙,因此将黄铁矿与毒砂从脉石矿物中解离的难度较低,在浮选过程中可能无需很高的磨矿细度即可得到较高回收率。

③部分黄铁矿、毒砂与石英、长石及碳酸盐矿物等形成半规则连生,这部分矿物可能需要一定的磨矿细度。

④部分黄铁矿、毒砂,以细粒呈星散状-稀疏浸染状分布于岩石中,位于非金属矿物粒间、裂隙,或微细粒包裹于非金属矿物中,这部分矿物在常规磨矿时很难完全解离,解离的部分也可能因过磨或贫连而损失于尾矿中<sup>[4]</sup>。

### 3 浮选实验

根据矿石性质研究可知,矿石中的金主要存在于硫化物中,因此浮选是适用于该矿的。通过条件试验对药剂制度、磨矿细度、流程结构等工艺参数进行对比,以求尽可能提高选矿指标。

#### 3.1 金的回收

碳酸钠是常见的碱性药剂,对黄铁矿和毒砂均有活化作用,在硫化钠的基础上适量添加碳酸钠可进一步强化对载金矿物的回收;硫酸铜作为浮选的活化剂将对含金黄铁矿的可浮性产生有利影响;采用 Y89 黄药时,精矿回收率明显增加,添加调整剂时,则粗选回收率可达 87%。

#### 3.2 降砷探索实验

矿石性质研究表明,矿石中主要杂质元素砷含量达 0.84%,在浮选过程中很容易使金精矿含砷超标,因此金砷分离是有必要的。常用的金砷分离技术主要有氧化剂法、组合抑制剂法、有机抑制剂法、强碱铵盐抑制剂法等四种,通过对上述四种方法分别进行探讨实验。结果表明各浮选产品金、砷品位的数值比值基本恒定,说明矿石中的金和毒砂在浮选过程中同步富集,这一点与矿石性质研究中金以分散态分布于毒砂中这一结论相吻合。

#### 3.3 磨矿细度实验

随着磨矿细度的增加,精矿金品位提高较为明显,尾矿金品位波动较小。根据试验结果,当磨矿细度为-0.074mm 占 75%时,尾矿金品位和损失率相对较低,故选择该细度进行后续试验。根据矿石性质可知,金主要以分散态赋存于黄铁矿

与毒砂中,回收金即是回收这两种载体矿物,而黄铁矿与毒砂中大部分不需要细磨或以不细磨为宜,因此选择较粗的磨矿细度条件下是与矿石性质相符的<sup>[2]</sup>。

### 3.4 浮选闭路实验

在以上大量条件实验的基础上,确定采用闭路实验流程,如图 1,指标见表 4。

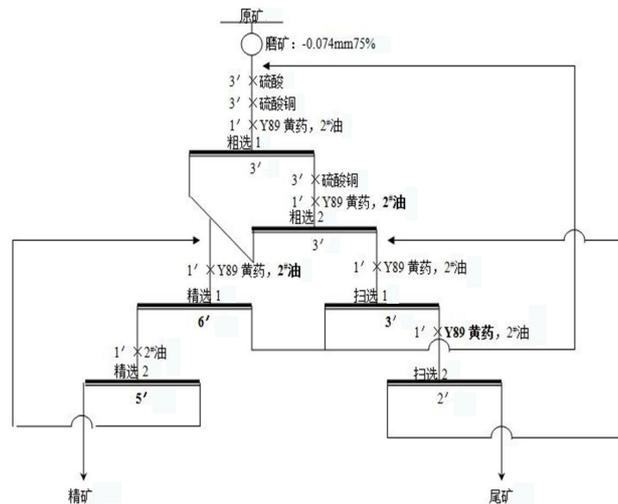


图 1 闭路实验流程

表 4 闭路流程实验指标

样品名称	产率 (%)	品位		金回收率 (%)
		Au (g/t)	As (%)	
精矿	3.55	48.32	11.18	89.45
尾矿	96.45	0.21		10.55
合计	100.00	1.92		100.00

### 4 结语

①该矿石中金与黄铁矿、毒砂关系密切,是主要的载金矿物。矿石中含砷含硫高,金的嵌布粒度微细。该矿石属于含砷硫微细粒难处理金矿。

②依据矿石特性,试验采用浮选工艺技术路线,通过大量试验对比硫化钠调浆流程和硫酸调浆流程的工艺参数,确定了硫酸调浆流程的指标优于硫化钠调浆流程的指标,认为硫酸调浆流程更符合该矿矿石性质。

③降砷试验中,各浮选产品中金砷富集比基本一致,这一点与矿石性质研究结果吻合,说明现有的机械选矿方法降低该矿中砷含量是无法实现的。

④闭路试验指标如下:金产率 3.55%,金回收率 89.45%,金精粉 48.32g/t。较好地解决了该含砷硫微细粒复杂难处理金矿的选矿技术难题,获得了较为理想的技术经济指标。

#### 参考文献:

- [1]胡熙康,黄和慰,毛钜凡,等.浮选理论与工艺[M].北京:高等教育出版社,1991.
- [2]吉林省冶金研究所.金的选矿[M].北京:冶金工业出版社,1976.