

# 同仁双朋西金矿浮选尾矿中 提铜扩大试验的研究

申承民, 贾永忠, 诸葛琴, 康永峰, 杨金贤\*

(中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008)

**摘要:** 在小试的工艺基础上,对双朋西金矿浮选后的尾矿进行铜、金回收扩大试验。对铜的浸取试验结果表明,本工艺对该尾矿具有较高的铜浸取率和回收率。

**关键词:** 尾矿; 铜; 浸取率; 回收率

**中图分类号:**TD982      **文献标识码:**A      **文章编号:**1008-858X(2000)02-0022-07

双朋西金矿是一个多金属难选氧化矿。现在选厂是将原矿破碎、磨矿后优化提金,硫化提铜生产铜、金精矿。由于没有合适的生产工艺,精矿销往外地,尾矿排入尾矿坑。经分析,尾矿中含铜1—2%,含金0.001—0.002g/kg。为了回收尾矿中的贵金属,增加企业效益,我们在小试基础上开展了浮选尾矿中铜、金回收扩大试验<sup>(1)</sup>。由于尾矿中铜含量较高(主要是难浸的金和氧化铜及硅孔雀石),用传统的浸取方法,铜、金浸取率低(铜的浸取率为40%、金的浸取率为48.5%)且试剂消耗量大。本工艺采用非氧化法,分两步进行铜、金的提取,试验结果表明该工艺对含铜金矿具有较高的铜、金的浸取率的回收率,本文报道了尾矿中铜的扩试结果。

## 1 分析方法、材料及生产设备

### 1.1 分析方法

金的分析采用分光光度法和容量法,铜的分析方法采用碘量法<sup>[2]</sup>。

### 1.2 试剂

硫酸,工业级,青海化工厂生产;氯化钠,工业级,青海盐业公司;铜协同浸取剂,自制;试剂B,自制。

\* 参加此项工作的还有: 邓小川, 肖学英, 李冰, 陆晶。

收稿日期: 1999-08-13

基金项目: 青海省科委和双朋西金矿资助项目

作者简介: 申承民(1965-), 男, 助研。

### 1.3 生产设备

焙烧炉:1台,自行设计、加工;

浸取槽:8个,自行设计、加工;

电解槽:大电解槽2个;小电解槽2个;自行设计、加工;

储液槽:4个;

整流器:2台(30A);

磁力泵:3台;

泥浆泵:2台,兰州水泵厂;

电机:5台;

过滤柱:2个(自制)。

## 2 矿石取样及预处理

### 2.1 取样

从双朋西金矿尾矿坑中共取样三次,合计4130kg,分三批网格取样,分析铜金含量,结果见表1。

表1 尾矿取样分析结果  
Table 1 Analysis result of tail ore sample

样批	$w_{Cu}/\%$	$w_{Au}/(g/t)$	取样量 $m/kg$
1	1.91	1.47	1500
2	1.73	1.54	1600
3	1.56	1.78	1030

### 2.2 矿石预处理

尾矿矿样晒干稍加破碎,按工艺要求混合均匀,经一定的预处理后,在一定温度下焙烧,矿料装袋供扩大试验用。

## 3 工艺流程简述

尾矿扩试回收铜、金生产设备及工艺流程如图1、图2所示。由图2可看出,实际生产工艺中,是先浸铜,后浸金。两种浸取液分别处理。

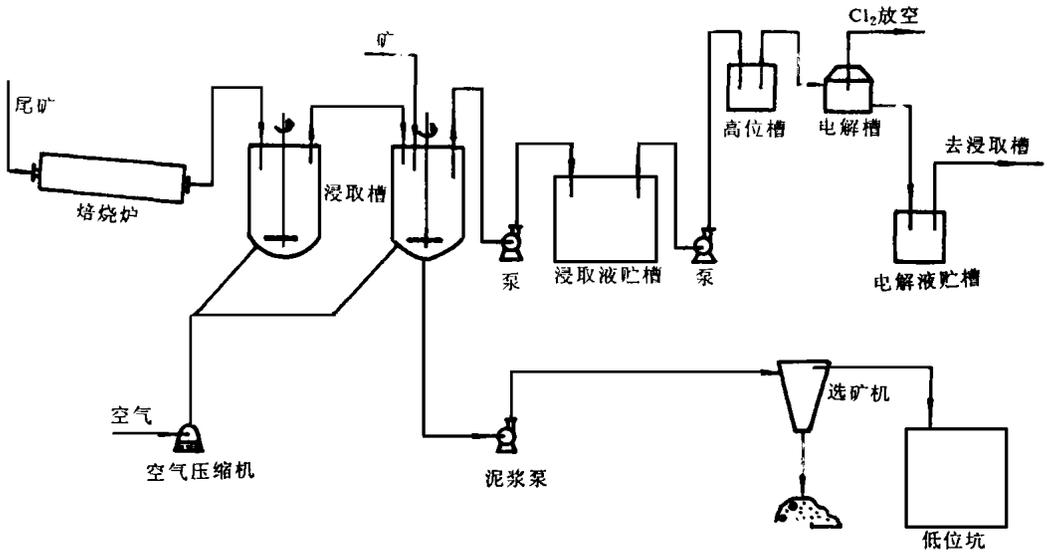


图1 设备流程图  
Fig.1 Flow chart of equipment

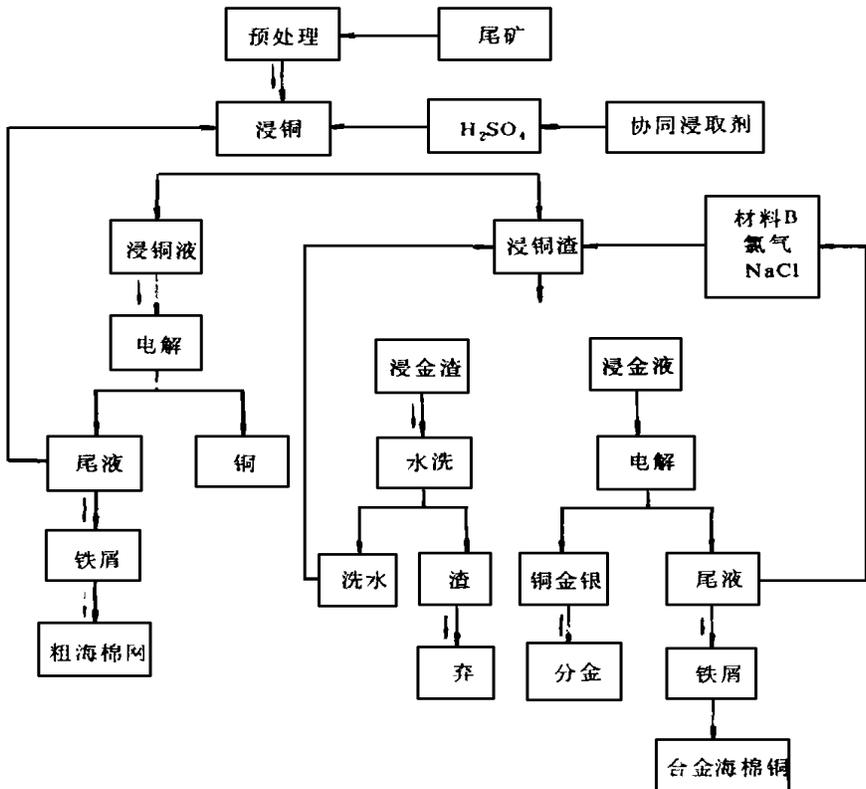


图2 工艺流程  
Fig.2 Flow chart of technique

### 4 试验

#### 4.1 铜的浸出

用含有铜协同浸取剂 4% 的硫酸溶液 150L, 加入浸取槽。在搅拌情况下, 加入 100kg 经过处理的尾矿粉, 按图 3 所示流程进行浸取, 槽内矿被浸取三次后经水洗后浸金。

浸取实验共用尾矿 1.5t, 矿样是随机取样进行浸取的, 浸取前后分析铜、金含量。

#### 4.2 电解工艺

电解装置如图 4 所示。

- 电解条件为: 阴极: 钛网
- 阳极: 钛-钨合金
- 电流: 28~30A
- 电压: 10~15V (稀溶液)
- 溶液流速: 8~10L/h
- 电解槽: PVC 槽

### 5 结果与讨论

#### 5.1 铜的浸取结果

表 2 是扩试浸铜实验结果。按统计结果计, 平均浸出率为 71.2%。以每次实验加入浸取液的量与浸出后溶液浓度计算, 应浸出铜 16.67kg, 浸出率为 68.2%。浸出率由表 2 可看出变化幅度较大, 从 60% 至 80%。其原因主要是由于混矿不均匀与尾矿焙烧条件控制不好。

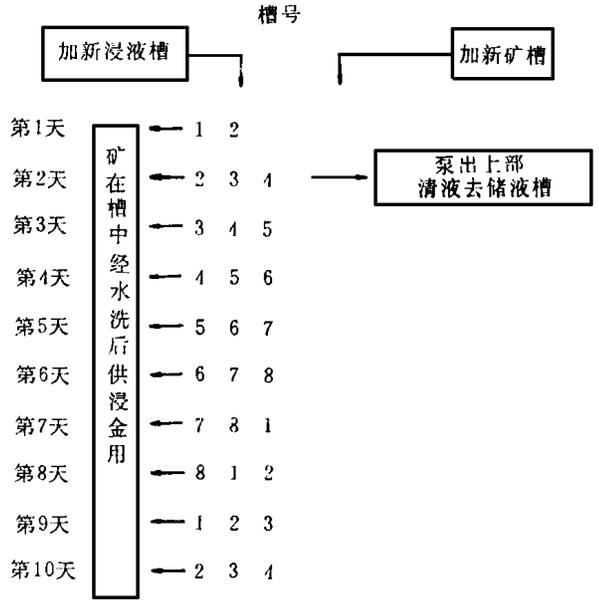


图 3 矿粉与浸铜液的循环过程

Fig. 3 Cycle process of ore powder and copper-leaching solution

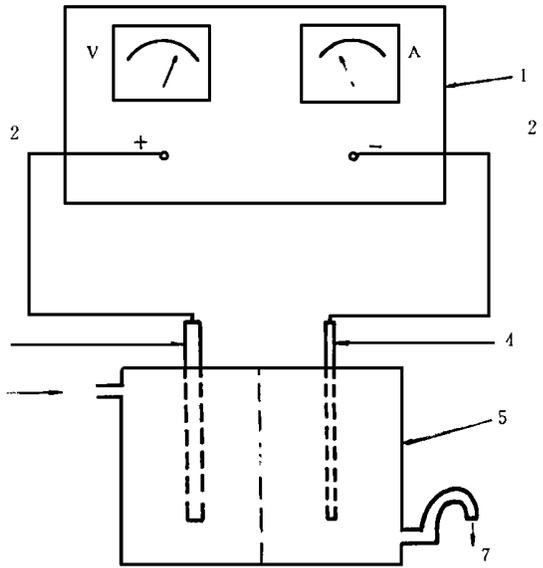


图 4 电解装置示意图

Fig. 4 Indication of electrolysis devices

表2 扩大试验每100kg矿铜的浸出率\*

Table 2 Leaching rate of copper per 100kg ore in expanded experiment

编 号	尾矿铜品位 $w_{Cu}/\%$	渣品位(%)	浸出率(%)
1	1.79	0.560	68.7
2	1.58	0.490	69.8
3	1.62	0.570	64.8
4	1.67	0.485	70.9
5	1.53	0.312	79.6
6	1.55	0.265	82.9
7	1.41	0.420	70.2
8	1.59	0.640	59.5
9	1.52	0.520	65.8
10	1.92	0.570	70.3
11	1.81	0.18	90.0
12	1.61	0.63	60.9
平均	1.63	0.47	71.2

\* 温度:25°C;  $L/S=1.5:1$ ;  $H_2SO_4:4\%$ 

## 5.2 铜的回收结果

表3列出了铜的回收结果,直接得到的电解海绵铜10.08kg(纯度94.3%),占矿石铜含量的41.2%;电解后的溶液用铁屑回收占16%;未回收部分0.6kg,占矿石铜含量的2.4%。

表3 扩试中铜的回收结果

Table 3 Recycling result of copper in expanded experiment

铜的存在形式	质量 $m/kg$	回收率(%)	纯 度(%)	备 注
电解海绵铜	10.08	41.2	94.3	已回收
电解后溶液含铜	3.9	16.0	—	已回收
分析取样溶液含铜	0.4	1.6	—	未回收
过滤柱中保留铜	0.2	0.8	—	未回收
合 计	14.58	59.6		

\* 1500kg尾矿(平均含铜1.63%)共含铜:1500kg $\times$ 0.0163=24.45kg

### 5.3 浸出铜的分布

1500kg 矿, 浸出率(按渣计)为 71.2%, 已回收和可回收部分仅为 59.6%, 还有 11.6% 的铜, 虽然被浸出, 但未能得到回收。主要原因是: 1) 洗矿次数和时间不够, 矿渣中夹带着被浸出的硫酸铜, 这一部分铜在浸金时回收; 2) 浸出液多次被转移, 海绵铜在收集、过滤过程中也引起损失。图 5 为铜的分布图。

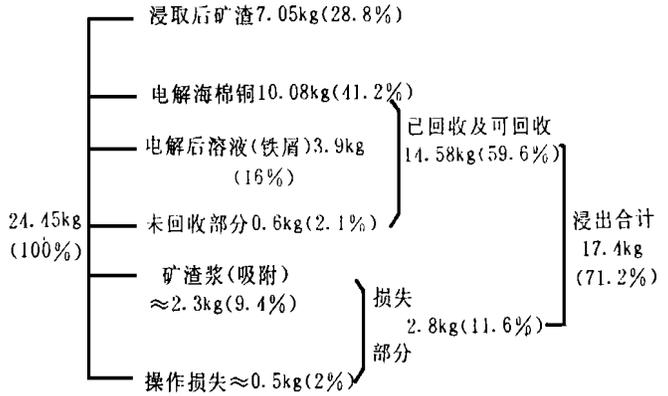


图 5 铜的分布图

Fig.5 Distribution of copper

### 5.4 铜的电解

浸取液中铜的回收主要有三种

方法: 电解法、铁屑还原法和蒸发浓缩生产硫酸铜法。比较三种方法的优劣, 本工艺采用电解法生产海绵铜, 其优点在于: 1) 电解生产海绵铜, 进一步深加工可生产高纯电解铜, 并回收其中的金、银, 且电解过程中产生的硫酸可二次利用; 2) 电解回收的海绵铜, 由于纯度较好, 焙烧氧化后, 可生产纯度高的硫酸铜。

电解后的海绵铜, 经 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、无水乙醇洗涤, 真空干燥后, 分析铜含量为 94.3%。

表 4 给出了铜的电流效率, 从表中得到电流效率为 57.6% 时, 铜的回收率为 63.9%; 电流效率为 50.4% 时, 铜的回收率为 83.9%。结果说明, 溶液 Cu<sup>+</sup> 浓度太低, 电能消耗大。

表 4 铜的电解条件

Table 4 Condition of copper electrolyte

	电 解 槽 <sup>#</sup>	
	大 槽	小 槽
槽容积 V/L	10	6.5
溶液体积 V/L	≈9	≈6
初始 Cu 浓度 ρ/(g/L)	30.6	30.6
电解后 Cu 浓度 ρ/(g/L)	9.77	2.27
沉积铜量 m/g	176	154
电流效率 * η/%	57.6	50.4
溶液中 Cu 回收率(%)	63.9	83.9
电解铜的纯度	94.3%	

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http

<sup>#</sup> 电解条件: 大小槽串联, 温度 25—75°C, 时间 10h, 电量 251Ah。

\* η/% = (Cu 沉积量 × 26.8Ah) / 36.65g × 251Ah

## 5.5 浸铜液电解后的再利用

电解沉积浸铜液中的铜,其优点之一就是可利用电解后生成的硫酸再返回浸取槽浸铜。扩试中,电解后的浸铜液再利用率约为33—35%。表5是电解后溶液酸度分析结果。

表5 浸铜液电解后硫酸浓度  
Table 5 Density of sulphuric acid after electrolysis

试 验 编 号	电 流 $I/A$	电解条件		$H^+$	$H_2SO_4$	再利用率 (%)
		电 压 $V/V$	流 速 $q_v/(L/h)$	$C_{H^+}/(mol/L)$	$\rho/(g/L)$	
wk-005	20	18	15	0.07	3.43	6.2
wk-010	26	14	6.7	0.36	17.64	32.0
wk-011	28	15	5	0.23	11.27	20.4
wk-013	20	12	5	0.73	35.77	64.8

## 6 结论

- 1) 非氰化法适用于含铜金矿及一些难浸金矿且具有较高的浸取率。
- 2) 扩试中由于设备在设计 and 加工中出现了一些问题,某些工序不是在最佳状态下进行的,但Cu的浸取率高于指标值,表明该工艺有较强的适应性。
- 3) 工艺为焙烧炉的重新设计和搅拌设备改进提供了重要的技术参数。

### 参考文献:

- [1] 申承民, 诸葛芹, 康永峰, 等. 青海某矿浮选尾矿浸铜、金的研究 1. 铜的浸取[J]. 盐湖研究. 1997, 5(3-4): 62.  
[2] 武汉大学·分析化学实验, 第二版[M]. 北京: 高等教育出版社, 1984, 321.

## Technologic Experiment on Leaching Copper from Tailings of Flotation in Shuang Peng-xi Gold Ores

SHEN Cheng-min, JIA Yong-zhong, KANG Yong-fen, YANG Jin-xian

(Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academia Sciences, Xining, China, 810008)

**Abstract:** Based on results of small-scale test, technologic experiment on leaching copper and gold from tailing of flotation was investigated. In this paper we report results of leaching copper. They show that this technology has higher rate of leaching and recovery of copper.

**Keywords:** Tailing, Copper, Rate of Leaching, Recovery