

# 墨西哥某银金矿处理工艺探索试验

康维刚, 邱 沙, 吴艺鹏, 彭志兵  
(天津华北地质勘查局, 天津 301800)

**摘要:**墨西哥某银金矿主要有价金属为银和金, 并含有一定量的铅和锌具有回收价值。通过开展柱浸、浮选和全泥氰化浸出试验, 结果表明, 浮选能够有效回收矿石中的铅和锌, 但金回收率仅为 30% 左右; 全泥氰化浸出在最优条件下能够获得银浸出率为 94.01%, 金的浸出率为 93.27%。

**关键词:**银金矿; 柱浸; 浮选; 全泥氰化浸出。

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2016.02.011

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2016)02-0049-05

墨西哥银储量占世界总储量 13.7%, 列世界第二位, 同时其也是世界第二大产银国, 拥有丰富的银资源<sup>[1-2]</sup>。试验样品采于墨西哥哈利斯科州一个开采历史悠久的老矿区, 矿区内主要有价金属矿物为银和金, 还有一定量的铅和锌具有回收价值, 脉石矿物为石英、方解石和蒙脱石。

## 1 矿石性质

矿石中银的品位较高, 达到 497.50 g/t, 金品位为 1.04 g/t, 铅和锌品位分别为 0.98% 和 2.12%, 有害元素砷和锰含量较低, 脉石矿物主要为石英和蒙脱石。矿物组成及银的物相分析, 分析果分别见表 1~2。

表 1 矿物组成分析结果

Table 2 Mineral composition analysis results

矿物名称	石英	蒙脱石	方解石	方铅矿	闪锌矿
含量/%	92.02	2.54	-	3.18	2.26

表 2 银的物相分析结果

Table 2 Analysis results of silver phase

银相	品位/(g·t <sup>-1</sup> )	分布率/%
氧化银	0.92	0.18
单质银	124.66	24.75
硫化银	344.18	68.32
硫化物中银	8.95	1.78
黄铁矿中银	11.87	2.36
氧化矿中银	5.61	1.11

银相	品位/(g·t <sup>-1</sup> )	分布率/%
硅酸盐中银	7.55	1.50
总量	503.74	100.00

矿石中的银主要以单质银和硫化银形式存在, 两种物相分布律之和占矿石中银总量的 93.07%, 其中还有 6.75% 的银包裹在其他矿物中, 较难解离。

## 2 探索试验研究

根据该矿山历史上曾采用的选冶工艺, 主要针对该矿石展开柱浸、浮选和全泥氰化浸出探索试验<sup>[3-4]</sup>, 以获得处理该矿石合理的选矿工艺。

### 2.1 柱浸试验

表 3 柱浸试验结果

Table 3 The results of column leaching test

原矿品位/(g·t <sup>-1</sup> )		尾渣品位/(g·t <sup>-1</sup> )		浸出率/%	
Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au
497.50	1.04	273	0.29	45.13	72.12

将矿样破碎至 -2 mm, 称重 10 kg, 均匀装入到 PE 管中, 铺平, 垫入废旧衣布, 首先利用石灰溶液对矿样进行碱预处理, 调节 pH 值至 11 左右, 然后将配置好的氰化钠溶液(浓度为 0.1%)以 15L·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup> 的滴淋强度从矿柱上部滴入, 间隔一定时间收集富液送检分析, 直至银、金基本无法再浸出时, 用清水洗涤 2~3 次, 卸柱, 对柱浸尾渣进行制样分

收稿日期: 2015-09-01

作者简介: 康维刚(1979-), 男, 工程师, 主要研究方向为有色金属选矿、环保浸金等。

析,浸出总时间为 14 d。氰化钠和石灰理论消耗量分别为 2 kg/t 和 3 kg/t,柱浸试验结果见表 3。

试验结果表明,在-2 mm 粒级下,金的浸出率相对较高,达到 72.12%,但银的浸出率仅为 45.13%,银浸出效果不好,因此不推荐采用堆浸形式处理该矿石。

## 2.2 浮选试验

### 2.2.1 混浮试验

矿样中最主要的有价金属为银。因此首先通过混浮试验考察银的回收效果,暂未考虑铅锌分离。试验考察了不同磨矿细度(磨矿产品中-74 μm 粒级含量)对于浮选指标的影响。试验流程见图 1,试验结果见表 4。

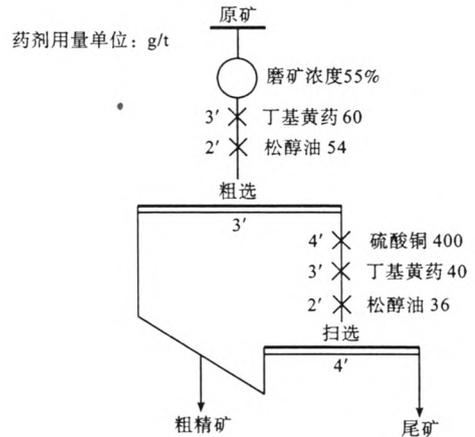


图 1 混浮试验流程

Fig. 1 The flowsheet of bulk flotation test

表 4 混浮试验结果

Table 4 The results of bulk flotation test

-0.074mm 含量/%	产品名称	产率/%	品位/%				回收率/%			
			铅	锌	银*	金*	铅	锌	银	金
80	粗精矿	12.10	6.317	14.88	3879	1.69	78.13	81.57	86.63	34.08
	尾矿	87.90	0.243	0.46	82.4	0.45	21.87	18.43	13.37	65.92
	原矿	100.00	0.98	2.21	541.67	0.60	100.00	100.00	100.00	100.00
98	粗精矿	10.75	7.073	16.00	4307	1.85	80.07	76.75	87.46	33.15
	尾矿	89.25	0.212	0.58	74.4	0.45	19.93	23.25	12.54	66.85
	原矿	100.00	0.95	2.24	529.37	0.60	100.00	100.00	100.00	100.00

注: \* 品位为 g/t。

从表 4 可以看出,随着磨矿细度的提高,精矿中银的品位提高明显,由-0.074 mm 80% 时的 3879 g/t 提高到-0.074 mm 98% 时的 4307 g/t,金品位变化不大,但从回收率看,银、铅、锌的回收率并没有明显提高,金回收率较低。

### 2.2.2 优先浮选试验

考虑到矿样中含有一定量的铅和锌,且铅、锌矿物相对容易回收,因此进行了铅锌优先浮选试验。试验考察了不同磨矿细度(磨矿产品中-0.074 mm 粒级含量)对于铅、锌、银的浮选指标的影响。试验流程见图 2,试验结果见表 5。

从表 5 可以看出,采用铅锌优先浮选工艺,磨矿细度对于浮选指标影响较大,综合考虑磨矿成本以及铅、锌、银的品位和回收率,推荐适宜的磨矿细度为-0.074 mm 80%。在此磨矿细度下,铅精矿中银回收率达到 71.95%,银在尾矿中损失较少,但铅精矿中含锌较高,需进一步进行铅锌分离研究。

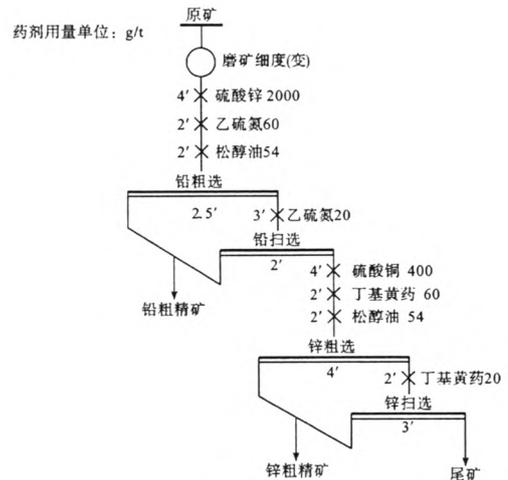


图 2 优先浮选试验流程

Fig. 2 The flowsheet of selective flotation test

表 5 优先浮选试验结果

Table 5 The results of selective floatation test

-0.074mm 含量/%	产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%		
			铅	锌	银*	铅	锌	银
70	铅粗精矿	7.15	9.60	7.91	4669.00	71.86	25.68	64.66
	锌粗精矿	9.09	0.84	12.46	959	7.98	51.44	16.90
	尾矿	83.76	0.23	0.60	113.60	20.17	22.89	18.44
	原矿	100.00	0.96	2.20	516.08	100.00	100.00	100.00
80	铅粗精矿	8.90	8.63	8.08	4229	76.65	31.77	71.95
	锌粗精矿	11.64	0.63	9.97	716.10	7.35	51.32	15.94
	尾矿	79.46	0.20	0.48	79.65	16.00	16.91	12.11
	原矿	100.00	1.00	2.26	522.86	100.00	100.00	100.00
91	铅粗精矿	9.77	7.82	6.70	3983.00	82.11	34.67	75.95
	锌粗精矿	11.28	0.45	8.35	726.4	5.44	49.88	15.99
	尾矿	78.96	0.15	0.37	52.25	12.45	15.45	8.06
	原矿	100.00	0.93	1.89	512.10	100.00	100.00	100.00
98	铅粗精矿	6.68	11.10	8.58	5625.00	77.12	25.93	70.11
	锌粗精矿	10.54	0.56	12.75	912.90	6.10	60.77	17.95
	尾矿	82.79	0.20	0.36	77.28	16.79	13.30	11.94
	原矿	100.00	0.96	2.21	535.80	100.00	100.00	100.00

注: \* 品位为 g/t。

2.2.3 抑锌试验

由于铅锌优先浮选工艺得到的铅粗精矿中锌品位较高,因此进一步进行了抑锌试验,试验流程同图 2,本次增加石灰用量 1000 g/t, 锌抑制剂由硫酸锌改为硫酸锌+亚硫酸钠<sup>[5-6]</sup>, 用量为 (1500+1000) g/t,其他条件不变,试验结果见表 6。

表 6 抑锌试验结果

Table 6 The results of zinc depressing test

产品名称	产率 /%	品位/%			回收率/%		
		铅	锌	银*	铅	锌	银
铅粗精矿	6.72	11.39	8.92	6456	77.45	28.67	82.00
锌粗精矿	12.34	0.56	11.86	476	6.99	69.98	11.10
尾矿	80.94	0.19	0.04	45.1	15.56	1.35	6.90
原矿	100.00	0.99	2.09	529.24	100.00	100.00	100.00

\* 单位为 g/t。

试验结果表明,提高矿浆 pH 值,使用组合抑制剂并不能有效的抑制闪锌矿,铅粗精矿中的锌品位仍然偏高,说明有一部分锌与铅共生密切,较难分离,还需进一步开展试验,确定合适的浮选流程。银的品位和回收率有较大提高。

2.3 全泥氰化浸出试验

试验重点对全泥氰化浸出工艺进行了考察,主要包括磨矿细度、氰化钠用量、石灰用量、浸出时间

等条件<sup>[7-8]</sup>,以获得最优浸出工艺参数。全泥氰化浸出试验流程见图 3。

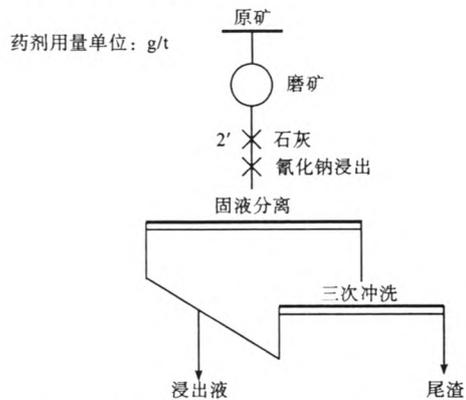


图 3 全泥氰化浸出试验流程

Fig. 3 The flowsheet of all-slime cyanidation leaching test

2.3.1 磨矿细度条件试验

固定矿浆浓度为 40%,石灰用量为 3000 g/t,氰化钠用量为 1000 g/t,浸出时间为 32 h 条件下,考察了不同磨矿细度下的浸出效果,试验结果见图 4。

图 4 结果表明,随着磨矿细度的不断提高,银和金的浸出率随之提高,综合考虑磨矿成本和试验指标,确定磨矿细度为 -0.074 mm 92%。

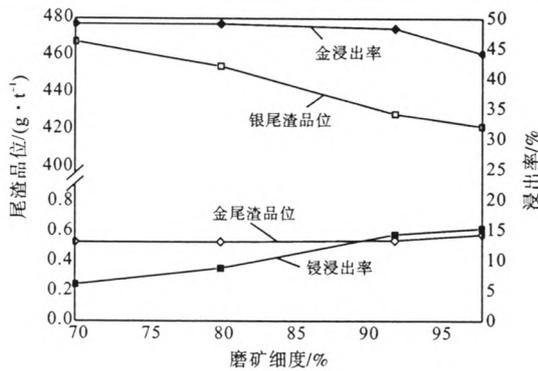


图4 磨矿细度条件试验

Fig. 4 The condition test of grinding fineness

2.3.2 氰化钠用量条件试验

由于矿样中银品位较高,因此氰化钠消耗较大,在磨矿细度为-0.074 mm 92%,矿浆浓度为40%,石灰用量为3000 g/t,浸出时间为32 h条件下,考察了氰化钠用量对浸出效果的影响,试验结果见图5。

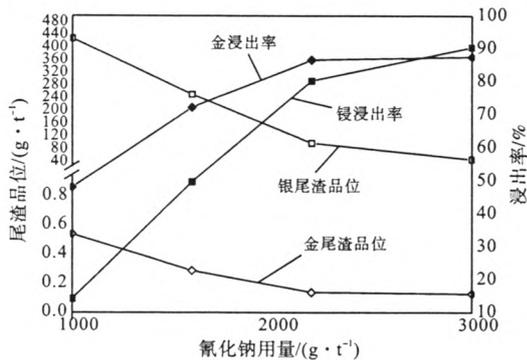


图5 氰化钠用量条件试验

Fig. 5 The condition test of sodium cyanide dosage

从图5可以看出,随着氰化钠用量的增加,银和金的浸出率均明显提高,特别是矿样中银的浸出率提高明显。综合考虑,选择适宜的氰化钠用量为3000 g/t,此时银的浸出率为90.40%,金的浸出率为87.80%。

2.3.3 石灰用量试验

在磨矿细度为-0.074 mm 92%,矿浆浓度为40%,氰化钠用量为3000 g/t,浸出时间为32 h条件下,考察了石灰用量对浸出效果的影响,试验结果见图6。

试验结果表明,随着石灰用量的提高,矿石中银的浸出率也随之提高。当石灰用量为4000 g/t时,银和金的浸出率均达到最高,此时银的浸出率达到93.95%,金的浸出率为92.48%,趋于平稳,因此确定适宜的石灰用量为4000 g/t。

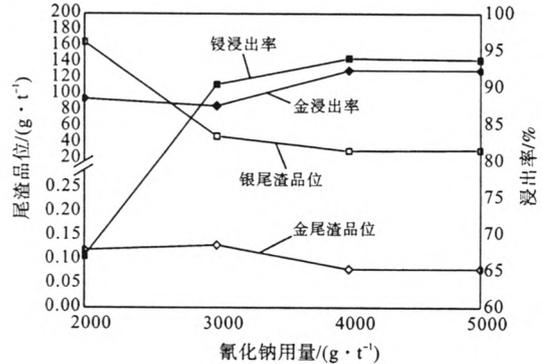


图6 石灰用量试验

Fig. 6 The test of lime dosage

2.3.4 氰化浸出时间条件试验

在磨矿细度为-0.074 mm 92%,矿浆浓度为40%,石灰用量4000 g/t,氰化钠用量为3000 g/t条件下,考察了浸出时间对浸出效果的影响,试验结果见图7。

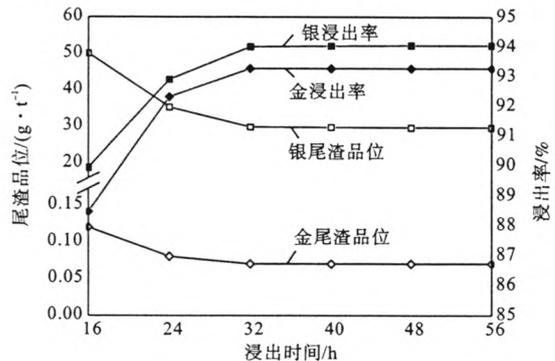


图7 氰化浸出时间条件试验

Fig. 7 The condition test of cyanide leaching time

由图7试验结果可知,随着浸出时间的增长,银和金的浸出率逐渐提高,尾渣品位逐渐降低,当浸出时间达到32 h时,矿样中银的浸出率达到94.01%,金的浸出率达到93.27%,之后浸出率提高不明显,因此确定浸出时间以32 h为宜。

### 3 结 论

(1)该矿样中主要有价金属矿物为银和金,还有一定的铅和锌具有回收价值,主要脉石矿物为石英、方解石和蒙脱石。

(2)柱浸试验研究表明,该矿石在粒度为-2 mm 时,银的浸出效果不理想,仅为 45.13%,而继续降低粒度,一方面渗透性急剧降低,另一方面经济不可行,因此不推荐采用堆浸工艺。

(3)浮选试验表明,矿石中铅、锌易浮,同时可兼顾回收矿石中的银和金,铅锌回收率可达 75% 以上,银回收率可达 90% 以上,但浮选存在铅锌难分离,和金回收率不高等问题,金回收率仅为 30% 左右,仍有约 70% 进入浮选尾矿中。

(4)氰化浸出试验能够有效回收矿石中的银和金,试验获得理想工艺参数为:磨矿细度为-0.074 mm 92%,矿浆浓度为 40%,石灰用量 4000 g/t,氰化钠用量为 3000 g/t,浸出时间 32 h 时,银的浸出率

达到 94.01%,金的浸出率达到 93.27%。

### 参考文献:

- [1]宋国明.墨西哥矿产资源开发与投资环境[J].国土资源情报.2010(11):16-21.
- [2]宋国明.墨西哥金属矿业概览[J].中国金属通报.2010(9):36-37.
- [3]张崇森.矿石中银的提取方法及其展望[J].矿业研究与开发.2003(1):25-28.
- [4]张秀华.银矿选矿工艺特性的研究[J].矿产保护与利用.1994(2):28-32.
- [5]李文娟,刘爽,宋永胜,等.某铅锌银复杂多金属硫化矿的浮选工艺研究[J].稀有金属.2015(2):159-168.
- [6]邱延省,赵冠飞,朱冬梅,等.四川某难选硫化铅锌银矿石浮选试验[J].金属矿山.2012(12):62-65,94.
- [7]宋丽丽.某含金银矿石氰化提金试验[J].煤炭技术.2008(9):131-132.
- [8]黄礼煌.金银提取技术[M].北京:冶金工业出版社,1995.

## Exploratory Test of Treatment Process of a Silver-gold Ore in Mexico

Kang Weigang, Qiu Sha, Wu Yipeng, Peng Zhibing

(Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin, China)

**Abstract:**The mainly valuable metals of a silver-gold ore in Mexico are silver and gold, and also include a certain amount of lead and zinc with receiving value. By developing test of column leaching, floatation and all-slimes cyanide leaching, the results showed that floatation can effective recovering of lead and zinc in the ore, but recovery rate of gold was only about 30%; Under the optimal conditions, all-slimes cyanide leaching can be obtained that recovery rate of silver was 94.01%, recovery rate of gold was 93.27%.

**Keywords:**Silver-gold ore; Column leaching; Floatation; All-slimes cyanide leachin

欢迎投稿    欢迎订阅    欢迎刊登广告