

无氰工艺回收利用黄金尾矿试验研究

廖璐, 李红立, 任大鹏

(内蒙古自治区矿产试验研究所, 内蒙古 呼和浩特 010031)

摘要: 为了综合回收利用内蒙古某黄金矿山堆浸尾矿中的金、银, 采用无氰浸出工艺, 选用新型无氰环保药剂作浸出剂, 在矿浆质量浓度 33%、pH=11、浸出剂用量 2.0 kg/t、浸出时间 24 h 的条件下, 金浸出率达 52%, 银浸出率约 59%, 浸出指标稳定。该工艺简单易行, 可实现尾矿资源的二次利用, 并能取得较大的经济效益。

关键词: 无氰; 金矿; 尾矿; 浸出率

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2019.02.022

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2019) 02- 0109-03

过去几十年黄金选矿工艺落后等原因, 致使我国多数金矿尾矿中残余金含量较高, 并且随着我国黄金提金技术的高速发展, 开采强度日益增大, 随之而来的尾矿量也猛增, 不仅占用大量土地, 还对环境造成污染^[1-2]。随着黄金资源的日益枯竭, 黄金尾矿成为宝贵的二次资源, 开展尾矿再选是提高资源利用率的重要措施^[3-4]。

内蒙古某黄金矿山堆浸尾矿堆存量已达约 200 万 t, 尾矿金平均品位为 0.41 g/t, 具有较大回收价值。本项目采用新型无氰环保工艺二次回收该黄金尾矿, 既有助于节约利用矿产资源, 又能够为矿山企业创收。

1 矿石性质

试验矿样来源于内蒙某黄金矿山尾矿, 粒度较细, -0.074 mm 90%。矿石中金属矿物主要有自然金、赤铁矿、褐铁矿及黄铁矿等, 脉石矿物主要有石英、长石、绢云母等。金主要以自然金形式存在, 部分包裹于赤铁矿中。矿石中除金外, 伴生元素银也具有综合回收价值。矿石主要化学成分分析结果见表 1。

表 1 矿石主要化学成分分析结果 /%

Table 1 Analysis results of main chemical composition of the ore

Au*	Ag*	Zn	TFe	Pb	As	S	CaO	SiO ₂	MgO
0.41	3.25	0.15	3.83	0.12	0.015	0.21	5.75	11.46	1.48

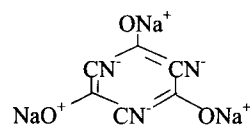
* 单位为 g/t。

2 选矿试验

2.1 试验原理及方法

根据矿石性质可知, 宜采用浸出工艺回收该尾矿中金。传统浸金工艺采用氰化钠作浸金剂, 由于氰化钠为剧毒药品, 不仅存在安全隐患, 还对环境造成污染。

本试验浸金剂采用新型环保无氰药剂——“金蝉”黄金选矿剂, 其主要有效成分为碳化三聚氰酸钠 (化学分子式: C₃Na₃O₃N₃), 其分子聚合结构为:



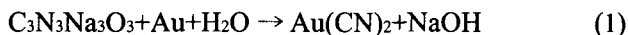
收稿日期: 2017-12-04; 改回日期: 2018-08-12

基金项目: 内蒙古自治区矿山尾矿调查评价项目 (12120101700015000104)

作者简介: 廖璐 (1986-), 女, 工程师。

由于碳化三聚氰酸钠其中的类氰基(CN^-)以强链接键络合在一起,因此处于稳定的络合化合物状态,而不是游离状的氰基(CN^-),呈现无毒特性^[5]。

碳化三聚氰酸钠主要的析金反应方程式为^[6]:



将试验尾矿制成一定质量百分浓度的矿浆,用 NaOH 调节 pH 值至 11,加入“金蝉”置于搅拌浸出机中,在常温常压下进行搅拌浸出试验,浸出一定时间后过滤尾渣并水洗直至中性,尾渣缩分制样用于分析化验。通过浸出剂用量、浸出时间条件试验确定较佳工艺参数,并进行验证试验。试验流程见图 1。

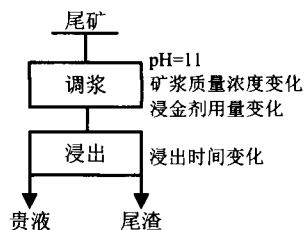


图 1 搅拌浸出试验流程

Fig.1 Stirring leaching test procedure

2.2 矿浆质量浓度条件试验

浸出剂用量 1.5 kg/t, 浸出时间 12 h, 矿浆质量试验结果见图 2。

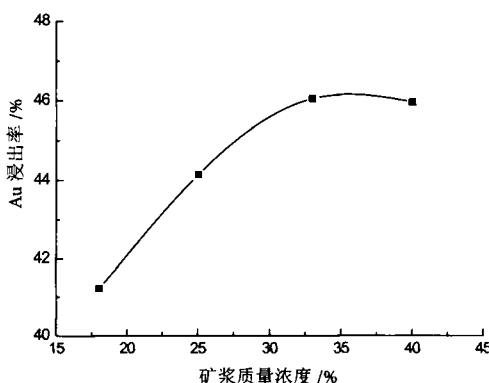


图 2 矿浆质量浓度条件试验结果

Fig.2 Condition test results of pulp mass concentration

从图 2 可知,矿浆质量浓度从 18% 增加到 33% 时,单位体积内矿粒数增加,Au 浸出率逐渐增加;当矿浆浓度继续增加到 33% 以上时,矿浆粘稠度增加,流动性变差,导致反应速度下降,Au 浸出率略微降低。由此可见,本试验矿浆质量浓度以 33% 为较佳。

2.3 浸出剂用量条件试验

矿浆质量浓度 33%, 浸出时间为 12 h, 浸出剂“金蝉”试验结果见图 3。

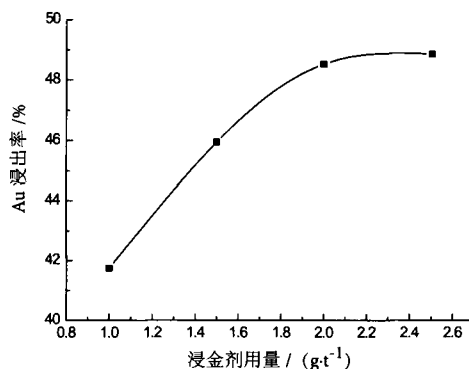


图 3 浸出剂用量条件试验结果

Fig.3 Condition test results of leaching agent dosage

由图 3 可知,Au 浸出率随浸出剂用量增加而升高;当药剂用量超过 2.0 kg/t 后,Au 浸出率增幅较小,表明此时矿浆中可用“金蝉”药剂浸出的金基本反应完全,继续增加药剂用量不能有效提高 Au 浸出率。综合考虑浸出率指标及药剂成本,“金蝉”用量以 2.0 kg/t 为宜。

2.4 浸出时间条件试验

矿浆浓度 33%, 浸出剂用量取 2.0 kg/t, 浸出时间试验结果见图 3。据图 3 可以看出,浸出时间从 6 h 延长到 24 h 时,Au 浸出率显著增加;浸出时间继续延长至 36 h 时,Au 浸出率基本无变化,表明此时矿浆中浸金反应基本已达平衡,再延长浸出时间对提高 Au 浸出率无太大意义。因此,浸出时间选取 24 h 较适宜。

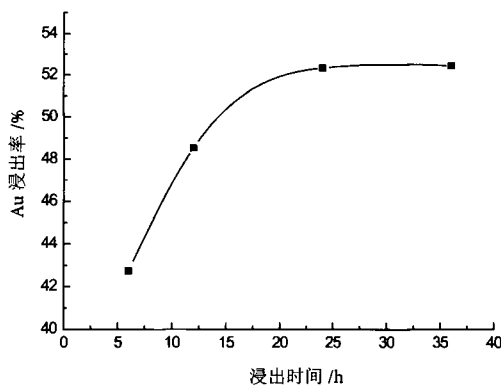


图 4 浸出时间条件试验结果

Fig.4 Condition test results of leaching time

2.5 验证试验

矿浆质量浓度 33%，浸出剂用量 2.0 kg/t，浸出时间 24 h，在此较佳工艺参数条件下进行三次验证试验，试验结果见表 2。从表 2 可以看出，本试验黄金尾矿经无氰浸出工艺，有价元素金、银均得到有效回收，Au 浸出率达 52% 以上，Ag 浸出率约 59%。三次验证试验中金、银浸出率指标比较稳定，试验重现性较好。

表 2 验证试验结果
Table 2 Results of verification test

试验次数	尾渣品位 / (g·t ⁻¹)		浸出率 / %	
	Au	Ag	Au	Ag
1	0.195	1.33	52.44	59.08
2	0.196	1.34	52.20	58.77
3	0.194	1.32	52.68	59.38

2.6 经济效益评估

该工艺采用无氰环保药剂取代传统氰化钠作浸出剂，无需改变选厂原有堆浸工艺设备，无形中降低了尾矿处理成本。按年处理金矿尾矿量 10 万 t 估算，尾矿金平均品位 0.41 g/t，金浸出率按 52% 计，预计年产黄金 21.32 kg，近 3 年黄金销售市场平均价为 250.00 元 /g，则年销售收入 533.00 万元，经济效益可观。

3 结 论

(1) 以内蒙古某黄金尾矿为研究对象，采用浸出工艺，选用无氰环保药剂作浸出剂回收其中

的有价元素金、银，主要对矿浆质量浓度、浸出剂“金蝉”药剂用量、浸出时间几方面开展条件试验，并根据较佳工艺条件进行验证试验。结果表明：在矿浆质量浓度 33%、pH=11、浸出剂用量 2.0 kg/t、浸出时间 24 h 的条件下，金浸出率达 52%，银浸出率约 59%，浸出指标稳定。

(2) 该无氰工艺具有基建时间短、生产环节少、易于操作、生产成本低、环境污染小等优点。将黄金矿山尾矿作为二次矿产资源进行回收利用，不仅可以变废为宝，提高资源利用率，还能获得可观的经济效益。

参考文献：

- [1] 齐蕊霞, 徐小军, 刘红东, 等. 甘肃某金矿堆浸尾矿二次回收试验研究 [J]. 黄金科学技术, 2009, 17(6): 59-61.
- [2] 杨剧文, 王二军. 黄金选冶技术进展 [J]. 矿产保护与利用, 2007(4): 34-38.
- [3] 孙广周, 单勇, 黄斌, 等. 云南大理氧化金堆浸尾矿二次提金试验研究 [J]. 矿产综合利用, 2017 (2): 95-98.
- [4] 薛彦辉, 薛大兵, 周宝友. 金尾矿综合利用技术的研究 [J]. 黄金科学技术, 2008, 16 (5): 51-53.
- [5] 吕超飞, 党晓娥, 负亚新, 等. 环保型“金蝉”浸出剂处理金精矿的试验研究 [J]. 黄金, 2014 (5): 60-64.
- [6] 郭鹏志, 邱沙, 吴艺鹏, 等. 采用环保“金蝉”药剂浸出老挝某金矿石试验研究 [J]. 中国矿业, 2015, 24 (12): 131-135.

Experimental Study on Non-cyanide Leaching of Tailings of Gold Ores

Liao Lu, Li Hongli, Ren Dapeng

(Inner Mongolia Minerals Experiment Research Institute, Hohhot, Inner Mongolia, China)

Abstract: In order to recycle the gold and silver in the tailings of gold ores from Inner Mongolia, a non-cyanide leaching process with a new type of non-cyanide leaching agent was used. The pulp density was 33%, pH value was 11, the leaching agent was 2.0 kg/t, and the leaching time was 24 h. The results showed that, the gold leaching rate was over 52%, while the silver leaching rate was about 59 %. The leaching indexes were stable. This process is simple and easy to operate, and it not only can recycle the tailing ores, but also can achieve great economic benefits.

Keywords: Non-cyanide; Gold ores; Tailings; Leaching rate