

doi: 10.3969/j.issn.1005-7854.2020.06.012

福建某低品位金矿新型浸金剂浸金试验

何美丽

(紫金矿业集团股份有限公司, 福建 上杭 364200)

摘 要: 福建某斑岩型金矿品位低、规模大, 金主要以自然金形式存在, 可见金的粒度较大。为高效利用该低品位金矿, 开展新型浸金剂金蝉全泥浸出试验和柱浸试验。结果表明, 全泥浸出在磨矿细度 -0.074 mm 含量占 80% 、矿浆浓度 25% 、加石灰调 pH 值 11.0 左右、初始金蝉浓度 500 mg/L 和过程中控制金蝉浓度不小于 300 mg/L 条件下浸出 20 h , 金的浸出率为 93.43% , 金蝉消耗量为 1.02 kg/t ; 柱浸在矿石粒度为 -30 mm 条件下喷淋浸出 23 d , 金累计浸出率和金蝉累计消耗量分别为 86.54% 和 1.22 kg/t 。

关键词: 低品位金矿; 金蝉; 全泥浸出; 柱浸; 浸出率

中图分类号: TD953

文献标志码: A

文章编号: 1005-7854(2020)06-0062-05

Gold leaching test of new gold ligands for a low-grade gold mine of Fujian

HE Mei-li

(Zijin Mining Group Co. Ltd., Shanghang 364200, Fujian, China)

Abstract: A porphyry gold deposit in Fujian is characterized by low grade and large scale. The gold mainly exists in the form of natural gold, and the grain size of visible gold is relatively large. For the efficient utilization of the low grade gold mine, all-slimes leaching and column leaching experiment using Jinchan as a new type of gold leaching agent were carried out. The results show that the leaching rate of gold was 93.43% and Jinchan consumption was 1.02 kg/t under the all-slimes leaching conditions of grinding fineness of -0.074 mm accounting for 80% , pulp density of 25% , pH value of 11.0 adjusted with lime, initial golden cicada concentration of 500 mg/L and control of no less than 300 mg/L in the process, and leaching time of 20 h . The cumulative gold leaching rate and the cumulative gold cicada consumption were 86.54% and 1.22 kg/t , respectively, under the column leaching condition of ore particle size of -30 mm for 23 days .

Key words: low-grade gold deposit; Jinchan; all-slimes leaching; column leaching; leaching rate

目前, 我国黄金资源量 $1.5\sim 2\text{ 万 t}$, 保有黄金储量 $4\,634\text{ t}$, 其中岩金 $2\,786\text{ t}$ 、沙金 593 t 、伴生金 $1\,255\text{ t}$, 探明储量排名世界第 7 位^[1]。金矿资源可分为三大类: 伴生金、矿金和岩金, 岩金(黄金产于岩石中的石英脉里)是现今金矿资源开发中的主要资源^[2]。氰化法提金已有百年历史, 具有生产成本低、工艺简单、金浸出率高和工艺成熟等优点, 至今一直是金矿提金的最主要方法^[3-5]。但是,

氰化物是剧毒危险物品, 在运输和使用过程中严重危及人畜生命, 且废水达标排放处理难度大、成本较高、给黄金矿山的发展带来诸多不便^[6-10]。随着黄金生产规模的不断发展壮大以及人们对生态环境的要求越来越严格, 氰化物带来的环境问题也越来越受重视, 因此开发污染小、环境友好、性能稳定的新型浸金剂来代替氰化物迫在眉睫。

福建某斑岩型低品位金矿规模大、品位低, 矿石为氧化型金矿, 为实现该低品位金矿资源绿色、高效回收, 对该金矿石进行新型环保型浸金剂全泥浸出和柱浸对比试验。

收稿日期: 2020-06-21

作者简介: 何美丽, 学士, 工程师, 主要研究方向为有色金属选冶。

1 试验

1.1 原料

福建某斑岩型金矿石中的可见金的粒度较大，主要分布在 10~150 μm 内，+20 μm 占 85.61%，+74 μm 占 10.23%。贵金属矿物主要以金矿物和银矿物为主，金矿物以含银自然金为

主，其次是银金矿，自然金较少，银矿物主要以碲银矿、辉银矿、金银矿、自然银和硫铜铋银矿形式存在；金属矿物以黄铁矿为主，铜、铅、锌矿物含量微；非金属矿物主要是石英与硅酸盐矿物，碳酸盐矿物含量较少。矿样的主要化学成分、矿物种类及含量以及金的物相分析结果分别见表 1、表 2 和表 3。

表 1 福建某斑岩型金矿主要化学成分

Table 1 Main chemical compositions of a porphyry gold deposit in Fujian province /%							
元素	Au ¹⁾	Ag ¹⁾	S	Cu	Pb	Zn	Fe
含量	0.74	3.42	0.26	0.022	0.021	0.033	1.46

注：1)单位为 g/t

表 2 矿样主要矿物种类及含量

Table 2 Main mineral species and contents of the mineral samples /%					
矿物	含量	矿物	含量	矿物	含量
金矿物	微量	磁铁矿	0.17	黑云母	0.21
银矿物	微量	黄钾铁矾	0.39	绿泥石	0.26
黄铁矿	1.36	长石	54.03	金红石	0.11
闪锌矿	0.10	石英	24.30	钛铁矿	0.04
黄铜矿	0.07	白云母	14.02	重晶石	0.03
砷黝铜矿	0.05	铁白云石	2.29	阳起石	<0.01
斑铜矿	0.03	菱铁矿	0.84	透辉石	<0.01
方铅矿	0.01	石榴石	0.45	磷灰石	<0.01
针硫铋铅矿	<0.01	地开石	1.24	锆石等	<0.01

表 3 金的化学物相

Table 3 Chemical phases of gold					
项目	裸露金	碳酸盐及氧化物包裹金	硫化物包裹金	硅酸盐及其它包裹金	含量
含金量/(g·t ⁻¹)	0.603	0.042	0.081	0.014	0.74
占有率/%	81.49	5.68	10.95	1.89	100.0

由表 3 可知，金矿的裸露金比例为 81.49%，硫化物包裹金比例为 10.95%，其他包裹金合计比例为 7.57%。

1.2 样品制备

按图 1 流程对试验样品进行加工，得到柱浸样品、搅拌浸出样品、分析样品和备样。

1.3 试验方法

1.3.1 全泥浸出试验

控制磨矿细度为一定细度，加水调整矿浆浓度，然后加石灰调 pH 值为 10~11，加浸金药剂在振荡器上振荡浸出一定时间，反应结束后固液分离。

1.3.2 柱浸试验

将柱浸试验样品与一定量的石灰混合均匀，装在 Φ300 mm×2 000 mm 有机玻璃柱中，然后按表 4 的喷淋制度进行喷淋浸金。试验过程中每天对贵液进行计量，取样检测金浓度和药剂浓度，计算金浸出率和药剂消耗量。

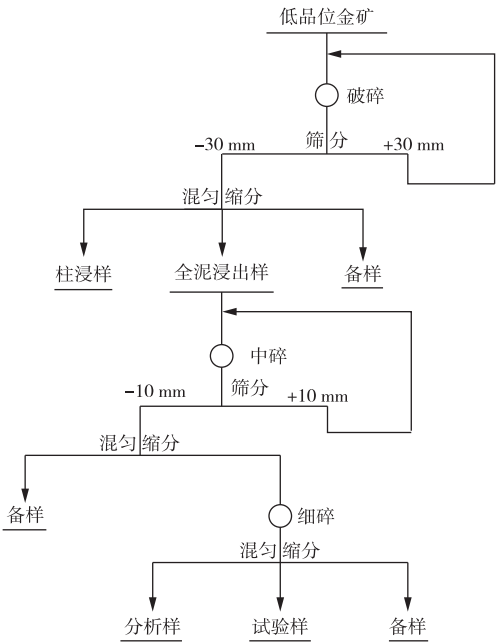


图 1 样品制备流程

Fig. 1 Sample preparation process

表 4 氰化喷淋制度

Table 4 Cyanide spraying system

喷淋时间/d	药剂浓度/(mg · L ⁻¹)	喷淋液 pH 值	喷淋方式	喷淋强度/(L · m ⁻² · h ⁻¹)	
初期	3	300	10.5~11.5	连喷喷淋	12
中期	7	150	10.5~11.5	连喷喷淋	10
后期	13	100	9.5~10.5	喷 16 h, 停 8 h	8

2 结果及讨论

2.1 全泥浸出试验

2.1.1 不同浸金药剂比较试验

试验条件：磨矿细度—0.074 mm 含量占

80%、矿浆浓度 25%，加石灰调 pH 值至 11.0 左右，浸出初始药剂浓度 500 mg/L，过程中控制药剂浓度不小于 300 mg/L，振荡浸出 24 h。氰化钠、圣的、绿金药、CG505 和金蝉药剂浸出比较试验结果见表 5。

表 5 不同浸金药剂比较试验结果

Table 5 Comparison experimental results of different leaching agents

浸出试剂	渣率/%	浸出渣金品位/(g·t ⁻¹)	金浸出率/%	浸金药剂耗量/(kg·t ⁻¹)
氰化钠	98.75	0.051	93.19	2.32
圣的	98.81	0.053	92.92	1.65
绿金药	98.42	0.052	93.08	1.09
CG505	98.31	0.077	89.77	1.27
金蝉	98.62	0.049	93.47	1.08

由表 5 可知，氰化钠、圣的、绿金药、CG505 和金蝉浸金相比较，药剂 CG505 对金的浸出效果最差，氰化钠、圣的和绿金药对金的浸出效果相当，金蝉对金的浸出效果最好，浸出率为 93.47%，且药剂消耗量(对原矿，下同)最低，为 1.08 kg/t。因此，综合考虑，后续全泥浸出和柱浸试验选择浸金剂金蝉来提取矿石中的金。

2.1.2 磨矿细度对金浸出率和金蝉消耗量的影响

试验条件：矿浆浓度 25%、加石灰调 pH 值至 11.0 左右、浸出初始金蝉浓度为 500 mg/L，过程中控制金蝉质量浓度不小于 300 mg/L，振荡浸出 24 h，结果如图 2 所示。

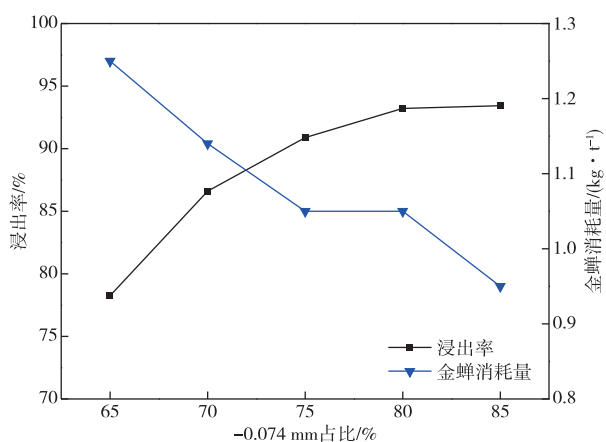


图 2 磨矿细度对金浸出率及金蝉消耗量的影响

Fig. 2 Effects of grinding fineness on gold leaching rate and Jinchan reagent consumption

由图 2 可知，金浸出率随原料细度增加而增

加，这是因为，原料越细，金的暴露程度越高，暴露金与浸出药剂接触越充分，但粒度过细，一方面造成磨矿工艺流程长、投资大、成本高，另一方面粒度过细会造成固液分离困难，导致已浸出金和药剂随尾渣排放损失^[5-6]。因此，综合考虑，选择福建某斑岩型金矿的磨矿细度为—0.074 mm 含量占 80%，此时，金的浸出率和金蝉消耗量分别为 93.21%和 1.05 kg/t。

2.1.3 金蝉初始浓度对金浸出率和金蝉消耗量的影响

试验条件：矿浆浓度 25%、加石灰调 pH 值至 11.0 左右、磨矿细度为—0.074 mm 含量占 80%，过程中控制金蝉浓度不小于 300 mg/L，振荡浸出 24 h，结果如图 3 所示。

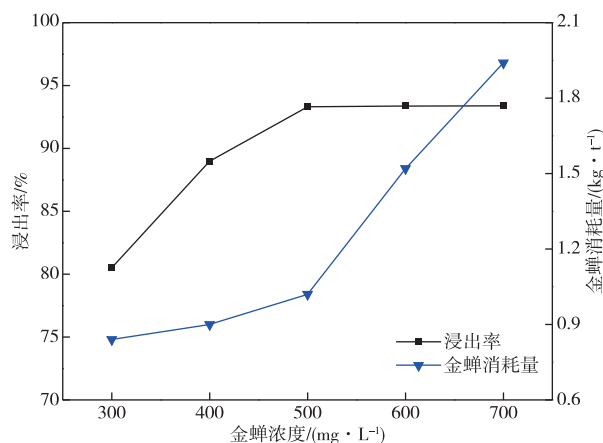


图 3 金蝉浓度对金浸出率及金蝉消耗量的影响

Fig. 3 Effects of the Jinchan concentration on gold leaching rate and Jinchan reagent consumption

由图 3 可知,当金蝉初始浓度小于 500 mg/L 时,金浸出率随金蝉初始浓度的增加而急剧增加,当金蝉初始浓度大于 500 mg/L 后,增加金蝉初始浓度对金浸出率影响很小,因此,浸出时初始金蝉浓度控制在 500 mg/L 为宜,在此条件下,金的浸出率和金蝉消耗量分别为 93.32% 和 1.02 kg/t。

2.1.4 浸出时间对金浸出率和金蝉消耗量的影响

试验条件:磨矿细度—0.074 mm 含量占 80%、矿浆浓度 25%、加石灰调 pH 值至 11.0 左右、初始金蝉浓度 500 mg/L,过程中控制金蝉质量浓度不小于 300 mg/L,结果如图 4 所示。

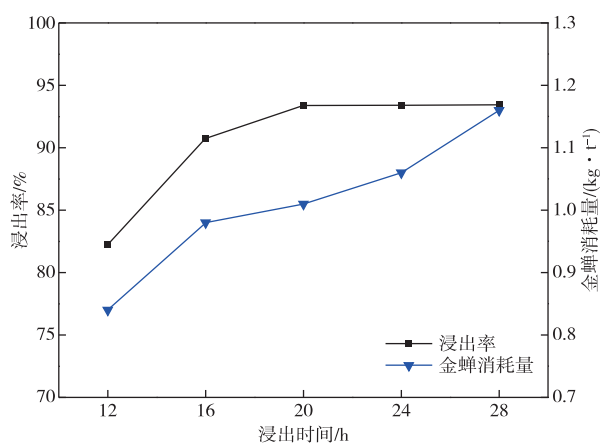


图 4 浸出时间对金浸出率及金蝉消耗量的影响

Fig. 4 Effects of leaching time on gold leaching and Jinchan reagent consumption

由图 4 可知,当浸出时间少于 20 h 时,金浸出率随浸出时间延长而急剧增加,当浸出率时间超过 20 h 后,再延长浸出时间,金浸出率增加幅度不大。因此,采用金蝉浸出时,较佳浸出时间为 20 h,在此条件下,金浸出率和金蝉消耗量分别为 93.38% 和 1.01 kg/t。

2.1.5 矿浆浓度对金浸出率和金蝉消耗量的影响

试验条件:磨矿细度—0.074 mm 含量占 80%、加石灰调 pH 值至 11.0 左右、振动浸出 20 h、浸出初始金蝉浓度 500 mg/L,过程中控制金蝉质量浓度不小于 300 mg/L,结果如图 5 所示。

由图 5 可知,金浸出率随矿浆浓度的增加而降低,这是因为,矿浆浓度增加导致扩散速率降低,同时矿浆浓度增加,也将导致搅拌器磨损增加,搅拌阻力增大^[11],但矿浆浓度较低时,一方面会降低系统处理能力,另一方面将增加药剂消耗量。综合考虑,选择矿浆浓度为 25%,在此条件下,金浸出率和金蝉消耗量分别为 93.28% 和 1.08 kg/t。

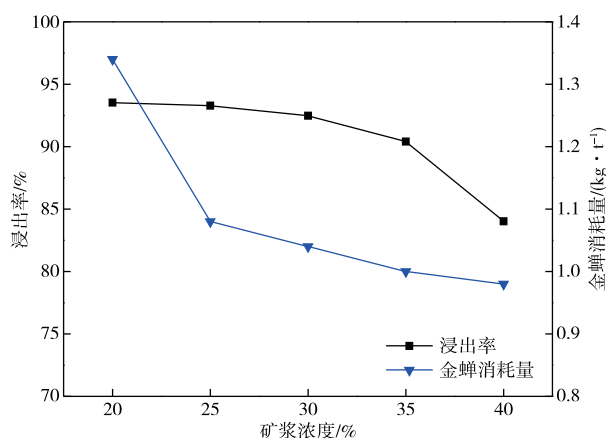


图 5 矿浆浓度对金浸出率及金蝉消耗量影响

Fig. 5 Effects of slurry concentration on gold leaching rate and Jinchan reagent consumption

2.1.6 综合条件试验

试验条件:磨矿细度为—0.074 mm 含量占 80%、矿浆浓度 25%、加石灰调 pH 值 11.0 左右、初始金蝉浓度 500 mg/L,过程中控制金蝉浓度不小于 300 mg/L,振动浸出 20 h。综合条件试验所得金浸出率为 93.43%,金蝉消耗量为 1.02 kg/t。

2.2 柱浸试验

采用金蝉溶液喷淋浸出 23 d,金日浸出率、累计浸出率和金蝉消耗量与浸出时间的关系如图 6 所示。

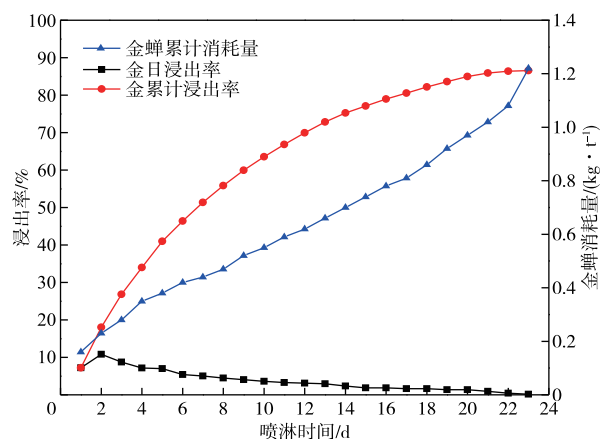


图 6 喷淋时间与金浸出率及药剂耗量关系

Fig. 6 Relationship among spraying time and gold leaching rate and reagent consumption

由图 6 可知,采用金蝉喷淋浸金效果较好,金在喷淋第二天达到浸出高峰期,当日金浸出率达 10.84%,前 5 d,金浸出相对较快,累计浸出率达 40.96%,之后,金浸出率随喷淋时间的延长逐渐

降低,当喷淋至 23 d 后,再延长喷淋时间,金浸出率提高幅度不大,因此,确定喷淋时间为 23 d,此条件下的累计金浸出率和累计金蝉消耗量分别为 86.54% 和 1.22 kg/t。

3 结论

1) 福建某斑岩型金矿品位低、规模大,金主要以自然金形式存在,可见金的粒度较大,采用金蝉全泥浸出,在磨矿细度 -0.074 mm 含量占 80%、矿浆浓度 25%、加石灰调 pH 值 11.0 左右、初始金蝉浓度为 500 mg/L 和过程中控制金蝉浓度不小于 300 mg/L 条件下浸出 20 h,所得金的浸出率为 93.43%,金蝉消耗量为 1.02 kg/t。

2) 将矿破碎至 -30 mm 进行柱浸试验,采用金蝉柱浸 23 d,累计金浸出率和累计金蝉消耗量分别为 86.54% 和 1.22 kg/t,柱浸效果较好。

3) 金蝉对金浸出率高、浸出速度较快,同时鉴于堆浸工艺简单、成本低,本文柱浸试验结果可为福建某斑岩型金矿下一步堆浸扩大试验或堆浸半工业试验提供基础数据。

参考文献

- [1] 朱军,刘苏宁. 难处理金矿浸出技术的现状与研究[J]. 矿业工程, 2010, 8(1): 35-37.
ZHU J, LIU S N. Status and research of leaching technology of gold ore that is difficult to be treated[J]. Mining and Metallurgical Engineering, 2010, 8(1): 35-37.
- [2] 魏春霞. 中国金矿资源的现状及前景分析[J]. 中国金属通报, 2018(1): 19-20.
WEI C X. Present situation and prospect analysis of gold resources in China[J]. China Metal Bulletin, 2018(1): 19-20.
- [3] 武俊杰,苏超,孙阳. 新疆某金矿氰化浸出试验研究[J]. 矿冶, 2017, 26(5): 59-61.
WU J J, SU C, SUN Y. Experimental study on cyanide leaching of a gold mine in Xinjiang [J]. Mining & Metallurgy, 2017, 26(5): 59-61.
- [4] 张景河. 环保提金剂浸出新疆某氧化型含砷金矿[J]. 资源节约与环保, 2018(8): 70-71.
ZHANG J H. Leaching of oxidized arsenic-bearing gold ore in Xinjiang with environmental gold extractant[J]. Resources Economization & Environmental Protection, 2018(8): 70-71.
- [5] 夏青,邱廷省. 提高含铜难处理金矿金浸出率的试验研究[J]. 四川有色金属, 2010(1): 22-25.
XIA Q, QIU T S. Experimental research on how to enhance gold leaching from a refractory gold ore containing copper[J]. Sichuan Nonferrous Metals, 2010(1): 22-25.
- [6] 邓冰,张渊,杨永涛,等. 金矿中金的全泥氰化浸出[J]. 矿冶, 2018, 27(6): 42-46.
DENG B, ZHANG Y, YANG Y T, et al. All-slime cyanidation leaching of a gold mine[J]. Mining & Metallurgy, 2018, 27(6): 42-46.
- [7] 宋伟. 多种环保型浸金剂浸出试验研究[J]. 黄金, 2017, 38(10): 53-56.
SONG W. Experimental study on several environmentally friendly gold leaching agents [J]. Gold, 2017, 38(10): 53-56.
- [8] 吴弋. 某环保型药剂在全泥炭浆提金工艺中的试验研究与生产实践[J]. 黄金, 2013, 34(5): 52-53.
WU G. Experimental study and production practice of one environmental friendly reagent in whole-ore CIP process[J]. Gold, 2013, 34(5): 52-53.
- [9] 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, 35(5): 60-64.
LYU C F, DANG X E, YUN Y X, et al. Experimental research on the extraction of gold from the concentrates by environment-friendly Jinchan leaching agents[J]. Gold, 2014, 35(5): 60-64.
- [10] 孟昭瑞,廖璐,李红立. 内蒙古某低品位金矿无氰环保浸出试验 [J]. 现代矿业, 2017, 36(5): 161-163.
MENG Z R, LIAO L, LI H L. Cyanide-free environmental leaching test of a low-grade gold mine in Inner Mongolia [J]. Modern Mining, 2017, 36(5): 161-163.
- [11] 谭希发,陈炳如. 某难处理金精矿热压预氧化—氰化浸金实验[J]. 贵金属, 2017, 38(3): 5-9.
TAN X F, CHEN B R. Study on extracting gold from a refractory gold concentrate by hot pressing preoxidation and cyanidation leaching [J]. Precious Metals, 2017, 38(3): 5-9.