

文章编号:1007-3701(2003)03-0066-04

湘中南红土型金矿野外半工业堆浸试验

陈洋罗, 吴雪明

(湖南省地质调查院湘中地质矿产调查所, 湖南 娄底 417000)

摘要:为了开发利用湘中南红土型及部分卡林型金矿,对祁东县三德堂金矿点进行野外半工业氰化堆浸试验。试验结果表明:含泥小于 25% 的红土型金矿氰化浸出效果较好,致密的硅化较强的卡林型金矿氰化浸出效果较差,粒径小于 1 cm 的氧化矿石易于氰化浸出,最佳浸出时间是夏秋季节,为 30~40 天,本次氰化浸出率为 89.5%,利润率为 14.95%。湘中南红土型及部分卡林型金矿采用氰化堆浸法,技术上可行,经济上合算。

关键词:红土型与卡林型金矿;堆浸试验;氰化堆浸;喷淋浸出;湘中南

中图分类号:TF831;TF803.12

文献标识码:A

前人对湘中南红土型金矿及部分卡林型金矿氧化矿石多采用氰化池浸方法处理,池浸规模在 20~30 t,浸出时间为 10~15 天,浸出率在 40%~50%。418 队在湖南省祁东县三德堂金矿进行普查,并对此矿点进行开发,在室内进行氰化桶浸试验及小型堆浸试验的基础上,决定进行野外半工业堆浸试验,试验规模为 3 000 t。堆浸克服了池浸的缺点,具有基建投资少、速度快、成本低等优点。

1 矿石概况

金矿石的主要金属矿物有自然金、黄铁矿、辉锑矿、褐铁矿、辰砂、雄黄、雌黄等,非金属矿物有石英、方解石、玉髓、水云母、绢云母、伊利石、高岭石、蒙脱石等。矿石具显微粒状交代结构及交代残余粒状结构,块状、浸染状、角砾状、土状及似杏仁状构造。其中交代残余粒状结构及似杏仁状构造是该红土型金矿床的特有组构类型。矿石透水性、透气性较好。金颗粒为超显微粒状,500~1000 倍镜下肉眼难以辨别,大小和散布较均匀,比表面积较大。

主要成矿元素为 Au—Sb—As—Hg。Au 为唯一有用元素,Au 品位在 $0.80 \times 10^{-6} \sim 16.18 \times 10^{-6}$

间,平均品位 2.39×10^{-6} ;有害元素为 Sb,Cu,Pb,As 和 Sn 等。

矿石伴生元素 As 达 $(0.13 \sim 0.82) \times 10^{-2}$,Hg $(0.01 \sim 0.049) \times 10^{-2}$,Sb $(0.04 \sim 0.35) \times 10^{-2}$,Cu,Pb,Zn,Sn,Ni 等均在 $(0.01 \sim 0.02) \times 10^{-2}$,含 Ag $(0.005 \sim 0.074) \times 10^{-6}$,无综合回收利用价值。

矿石化学成分主要为:SiO₂ 57.31%,Al₂O₃ 17.98%,Fe₂O₃ 6.49%,CaO 3.81%。

本次试验矿石以氧化矿石为主,矿石较破碎,松散。矿床系露天开采,矿石含泥量不均,一般在 25%左右,少量矿石达 50%。

2 半工业堆浸试验

2.1 工艺流程

先对矿石进行室内氰化桶浸试验及小型堆浸试验,桶浸试验金回收率 75%,室内小型堆浸试验金的浸出率高达 85.9%,在此基础上再进行野外半工业堆浸试验,其试验规模为 3 000 t,采用短期氰化堆浸工艺,试验工艺流程见图 1^①。

矿石为露天开采,在采场内经爆破或人工方式挖掘采出,送至堆场边的堆矿坪,经人工破碎后再筑堆,矿堆筑好后,在矿堆四周围好 2~3 m 高的彩

收稿日期:2002-12-24

作者简介:陈洋罗(1965—),男,学士,工程师,主要从事地质矿产勘查工作。

①赵清文,国内堆浸法提金的工业实践,堆浸技术文集,1998.

篷布,架好喷淋塑管,然后用氰化钠水溶液喷淋浸出,矿堆经喷淋,从出水口流出的溶液先入贵液池,再泵入置换池沉淀,然后流入金箱开始用锌丝置换,置换后的溶液流入贫液池,经 pH 值及氰根浓度测试,适当补药剂再喷淋入矿堆。置换后的金泥

经浓 H_2SO_4 处理、焙干,再熔炼成成品金。

2.2 堆浸场地的布置及底垫的构筑

整个堆浸场地由堆矿坪、堆场、贫液池、贵液池、置换池、防洪池、防洪沟、工棚、冶炼棚、围布等组成,其分布见图 2。

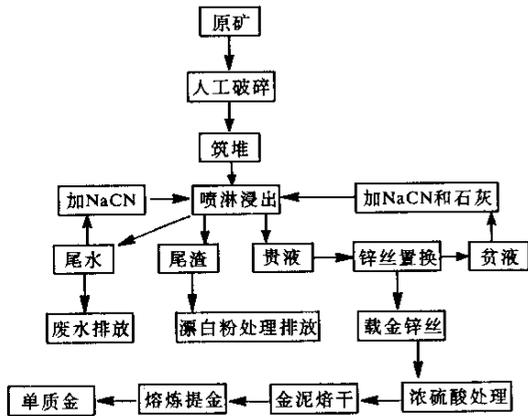


图 1 氰化堆浸试验工艺流程图

Fig. 1 The technological flow diagram of cyaniding stack-soak test

试验堆场长 40 m,宽 20 m,堆浸场坡角 $3^\circ \sim 7^\circ$,堆底在较平的实地上用黄土、细砂堆成所需的坡度后再压实,垫 2 层彩篷布(单层厚 0.5 mm),中间夹一层白塑料薄膜^[1],在塑料布上铺一层晒席(防止尖棱矿石刺穿底垫),晒席上再堆矿石。

采用人工筑堆,平均堆高 2 m,其底部由 10 cm 厚的粗粒矿石作为渗滤层。为防压实矿堆,在堆矿场旁搭一个 2 m 高的工作平台,由人工挑矿石从平台往堆场倒,矿石平着平台后,在矿石上铺竹架板再往堆场倒;在堆浸场的周边拉起 2~3 m 高的围布,以防喷液溅出。

2.3 氰化浸出

氰化浸出布液方式采用喷淋方式,开始时喷头网距为 $4\text{ m} \times 8\text{ m}$,发现有死角及部分干点,在场边加密至 $4\text{ m} \times 4\text{ m}$ 网距后未发现死角、干点及沟流现象。喷淋系统采用塑料件,由水泵(750 W)、主输液管($d = 5\text{ cm}$)、分流开关、支管($d = 3\text{ cm}$)、旋转摇摆式喷头(喷淋半径 4~6 m)组成。

整个试验从 1998 年 2 月 8 日开始至 5 月 10 日结束,历时 92 天。

从时间上可划分三个浸出阶段:

(1) 喷淋浸出阶段

2 月 8 日至 3 月 18 日,历时 39 天,其生产技

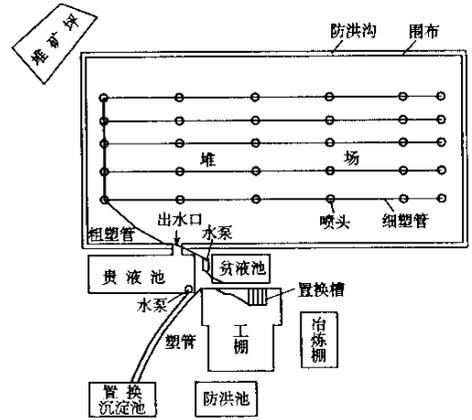


图 2 堆场平面示意图

Fig. 2 Plane sketch map of stack field

术条件如下:

pH 值: $10 \sim 11$ ^①; CN^- 浓度: 开始为 $(0.08 \sim 0.1) \times 10^{-2}$, 后期为 $(0.05 \sim 0.07) \times 10^{-2}$; 喷淋强度: $10\text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$; 喷淋时间: $8 \sim 10\text{ h/d}$, 每喷 1 h 间歇 1 h。

根据此阶段溶液品位的变化情况,金的浸出经历了峰期、中期、尾期三个阶段,各期的时间、品位、尾水 CN^- 浓度变化见表 1。

(2) 验证阶段

试验进入尾期时,为了提高回收率,验证矿石的浸出效果,3 月 18 日~3 月 27 日,在矿堆上按 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的网度,用洛阳铲施工 22 个孔,共取样 75 个,进行 Au 快速分析,边坡部位样品 Au 含量稍高,其余孔品位一般都在 0.2×10^{-6} 左右。

矿石总体透水性较好,个别孔底部有板结现象,主要是采场矿石含泥量高引起,因为细粒物质随水流动及泥质物膨胀易造成板结。

对不同粒级的矿石进行了快速分析,结果见表 2。

从快速分析结果可知:硅化较强的矿石致密,孔隙度低,存在二氧化硅包裹金,其内外扩散阻力

① 任永远,低品位含金氧化矿堆浸提金试验与实践,堆浸技术文集,1998。

表1 各期品位、尾水 CN^- 浓度Table 1 Grade and tail water CN^- concentration during every period

	峰 期 (1998.02.08~1998.03.06)	中 期 (1998.03.06~1998.03.15)	尾 期 (1998.03.15~1998.03.18)
贵液 $Au/10^{-6}$	3~1.5	1.5~0.5	0.6~0.4
贫液 $Au/10^{-6}$	0.8~0.5	0.5~0.2	0.2~0.3
贫液池 $CN^-/10^{-2}$	0.035~0.065	0.06~0.065	0.065~0.07

表2 不同粒度矿石快速分析结果

Table 2 The high speed analysis result of different size ores

粒级/cm	0.5~1.5	1.5~2.5	2.5~3.5	>3.5
$Au/10^{-6}$	2	2	2.5	2.5

较大,浸取速率和金属回收率必然较低。经机械破碎到适当粒度,使矿石微裂隙增多,比表面积增大,更有利于氰化浸出。

(3) 边坡重点喷淋阶段

为尽可能提高回收率,根据快速分析结果,适当降低矿堆边坡的高度,减缓边坡角,并将喷头向边坡移动,增加喷淋强度;因值雨季,此阶段自3月28日至5月10日才结束。本阶段各种生产技术条件控制为:pH值:9~11; CN^- 浓度:(0.05~0.08) $\times 10^{-2}$;喷淋强度:10 l/m²·h;喷淋时间:3~5 h/d。

2.4 金的提取

贵液中的 Au^+ 用锌丝置换沉淀,所得载 Au 锌丝用稀 H_2SO_4 溶解,过滤后用浓 H_2SO_4 煮沸处理得金泥,将金泥烤干,加熔剂进行熔炼提纯,成色达98%以上。

3 氰化堆浸的影响因素

影响氰化浸出率的主要因素有矿石结构、矿石粒度、气候和有害杂质等。

(1) 矿石结构:本次堆浸矿石有两大类,一类为红土型金矿,其中含泥较高的矿石,渗透性较差,并使矿堆局部板结,影响 Au 的浸出,含泥较低含粉砂质高的矿石有利于氰化浸出;另一类为硅化较强的卡林型金矿,矿石结构致密,渗透差,不利于 Au 的氰化浸出,而氰化矿石的金颗粒为细粒或超显微粒状,大小均匀,比表面积大,有利于氰化浸出。

(2) 矿石粒度:本次试验矿石未经机械破碎,在采场用爆破法或人工破碎到最大粒径小于5 cm,入堆矿石90%以上粒径小于1 cm,细粒矿石除局部因板结浸出率较低外,其余尾渣 Au 为 0.2×10^{-6} ,浸出率达91.6%;粒级大于1 cm的粗粒矿石 Au 为 $(2\sim5) \times 10^{-6}$,平均为 3.5×10^{-6} ,粒级大于1 cm的尾砂 Au 为 2.2×10^{-6} ,浸出率为40%左右。

(3) 气候:本次试验正值梅雨季节,雨水较多,过多的雨水降低了药剂的浓度、增加了氰化钠、片碱的消耗量,延长了生产周期;由于雨水将大量的泥质物流入贫液池,为控制pH值,加入大量的片碱,使泥质物呈悬浮状态,影响了金的浸出和锌丝的置换,降低了 Au 的回收率。

(4) 有害杂质:试验矿石的伴生矿物主要为辉锑矿、雄黄、雌黄、辰砂、黄铁矿等,此类伴生矿物均为低价化合物,在氰化过程中发生氧化或复分解反应,消耗大量的氰化钠及片碱,因本次试验此类矿物含量低,对 Au 的浸出影响不大,主要伴生元素 $As(0.13\sim0.82) \times 10^{-2}$, $Hg(0.01\sim0.049) \times 10^{-2}$, $Sb(0.04\sim0.35) \times 10^{-2}$,其他元素含量低;因 Hg 与 Zn 反应生成 $ZnHg$,使锌丝变脆,妨碍 Au 的置换沉淀,延长了生产周期,降低了回收率。

4 浸出工艺指标和环保措施

本次氰化堆浸试验的工艺指标为:生产规模3 000 t,原矿品位 $Au 2.39 \times 10^{-6}$,尾砂品位 $Au 0.25 \times 10^{-6}$,浸出率89.5%,氰化钠耗量0.53 kg/t,石灰耗量8 kg/t,pH值10~11,喷淋强度10 l/m²·h。

试验过程中切实做好了防渗、防塌、防洪、防溢、防药品散失等措施,并对废液和废渣进行了认

真处理。具体体现在:(1)堆浸试验场地选择在远离居民住地及水源的荒山里;(2)设置了防洪沟;(3)氰化物专人管理、购买、有专用仓库;(4)试验场地24小时专人值班,谢绝参观;(5)废弃矿液、矿渣,严格按照规定程序处理。

堆浸生产废弃的尾矿无尘害,生产过程中不排出废气,浸出液和解吸液循环使用,基本上无污水排放,当全部作业结束后,矿堆进行多次清水冲洗,洗涤液经锌丝还原排入尾液池留待下次浸出用,最后需排放的含氰水和尾渣又经漂白粉消毒处理^①,消除剩余氰根离子,因此堆浸法生产符合环保要求。

工业漂白粉有效氯含量为35%,其用量按矿堆含水及排出液含量计算为氰化物数量的15~20倍。消毒处理的矿堆排出水含氰0.2~0.4 mg/l,

可直接排放,堆场下方监测井内取样测定氰含量极度微(<0.005 mg/l)。

5 结语

本次红土型与卡林型金矿野外半工业堆浸试验采用氰化堆浸工艺,生产规模为3000 t,氰化浸出率为89.5%,利润率为14.95%,为湘中南红土型和卡林型金矿大规模生产提供了生产技术流程和实验数据。

参考文献:

- [1]赵传卿,王红岩.铺塑防渗技术在尾矿库的成功实践[J].黄金,2002,23(11):39—43.

The field half industry stack-soak test of red land type gold deposits in central-south Hunan Province

CHEN Yang-luo, WU Xue-ming

(Middle Hunan Institute of Mineral Resources and Geology Survey, Loudi 417000, China)

Abstract: In order to make use of red land type and carlin type gold ores in central-south Hunan Province, a field half industry stack-soak test for the Sandetang gold spot was made. Research shows that the red land type ores containing mud less than 25% had a better cyaniding result, the cyaniding rate of gold became worse with the compacted carlin type gold ores, but the ores less than 1 cm in size can be easily cyanided. The favorite period for cyaniding is summer and autumn and the best cyaniding time is 30 to 40 days. The test cyaniding rate is 89.5% with a profit margin to be 14.95%. So, the cyaniding method is technically and economically suited for red land type and carlin type gold ores in central-south Hunan.

Key words: red land type and carlin type gold deposits; stack-soak test; cyanide stack-soak; spray soak; central-south Hunan

^①于海.堆浸法提金生产与实践,堆浸技术文集,1998.