

某红土型金矿石制粒堆浸试验研究

姜良友¹, 胡志刚²

(1. 长春黄金设计院; 2. 辽宁省地质矿产研究院)

摘要: 辽宁某红土型金矿矿体规模较大, 黏土矿物含量高, 矿石金品位 $1 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$ 。应用制粒堆浸提金工艺处理该红土型金矿石, 有效克服了黏土矿物对堆浸的不利影响, 金浸出率高达 91.95%, 生产成本低, 经济效益显著。

关键词: 红土型金矿石; 制粒堆浸; 氰化

中图分类号: TF111.31

文献标识码: B

文章编号: 1001-1277(2005)06-0043-02

1 引言

红土型金矿石是在外生作用条件下(主要为风化作用), 先生成的含金地质体被加以改造(红土化), 经沉淀富集于风化剖面的有利部位而形成的表生金矿。世界上发现的第一个大型红土型金矿是澳大利亚的博丁顿金矿。在我国南方亦发现有红土型金矿。而在辽宁地区发现该类型金矿尚属首次。该矿石物质组成主要为红色黏土矿物及碎石, 金品位较低, 直接堆浸提金, 难以取得理想的经济技术指标。试验研究证明, 应用制粒堆浸工艺处理该矿石, 经济技术指标大大提高, 金浸出率可达 91.95%, 同时, 由于该金矿为表生金矿体, 易于开采, 生产成本较低。因此, 该金矿的开发前景极为广阔。

2 矿石性质

该红土型金矿石矿物组成主要为褐铁矿化绢英岩、褐铁矿化硅化石英岩和褐铁矿化黏土化绢英岩等。其中主要金属矿物为褐铁矿、赤铁矿和金, 并有少量黄铁矿。金以自然金形式存在, 多以晶隙金赋存于脉石及褐铁矿等载金矿物中。金的粒度以微细粒为主。其粒度分布见表 1。脉石矿物主要为黏土矿物和石英等。原矿中泥质黏土含量较高, -0.074mm 粒级含量高达 70.88%。

表 1 自然金在各粒级的分布

粒级/mm	> 0.037	0.01 ~ 0.037	< 0.01
金分布率/%	7.14	60.72	32.14

收稿日期: 2005-03-12

作者简介: 姜良友(1965-), 男, 黑龙江大庆人, 高级工程师, 长春黄金设计院副院长; 吉林省长春市南湖大路 4276 号, 130012

[13] Donati E, Pogliani C. Effect of the surface on biocatalysis of metal sulfide oxidation [J]. *Revista de Metalurgia*, 1990, 26(6): 24 ~ 32.

[14] 蒋金龙, 汪模辉, 王康林. 金属离子对细菌浸出复杂金属硫化矿的影响[J]. *成都理工学院学报*, 2001, 28(2): 210 ~ 214.

[15] Ahonen L, Tuovinen H. Silver catalysis of the bacterial leaching of chalcopyrite containing ore material in column reactor [J]. *Miner Eng*, 1990, 16(5): 25 ~ 31.

[16] 邓天龙, 廖梦霞, 汪模辉. 含砷金矿的磁场强化生物预氧化[J]. *应用化学*, 2000, 17(4): 362 ~ 365.

[17] 郑存江, 熊英, 柏全金, 等. 小河金矿的细菌预氧化研究[J]. *陕西地质*, 2000, 18(2): 92 ~ 97.

[18] Yunder S B, Radovich J M. Enhanced growth of *thiobacillus ferrooxidans* in the electrolytic bioractor [J]. *Biotech Bioeng*, 1985, 27(15): 89 ~ 95.

[19] 张在海, 王淀佐, 邱冠周, 等. 氧化亚铁硫杆菌亚铁氧化活性诱变育种理论探讨[J]. *铜业工程*, 2001(1): 12 ~ 15.

[20] 熊瑛, 胡建平, 林滨兰, 等. 氧化亚铁硫杆菌的驯化与诱变选育[J]. *矿产综合利用*, 2001, (6): 27 ~ 31.

[21] 刘振盈, 颜望明, 徐海岩, 等. 氧化亚铁硫杆菌质粒 pTT-52 限制图谱和嵌合质粒 pSDF-1 的构建[J]. *山东大学学报*, 1990, 25(3): 13 ~ 17.

A review of refractory gold ores pretreated by bio-oxidation

Zhang Liming^{1,2}, Zhou Lingfeng², Sun Desi^{1,2}

(1. Jiujiang Institute; 2. University of Science and Technology Beijing)

Abstract: This paper reviews the present studies and applications of bio-oxidation in refractory gold ores. Some problems and the future developments are also discussed.

Keywords: bio-oxidation; refractory gold ore; review

(编辑: 李玉敏)

3 堆浸试验

堆浸法提金自 20 世纪 70 年代初在美国问世以来,得到了迅速发展,目前已成为处理低品位金矿石的主要方法之一。制粒堆浸提金技术,亦可称为氰化法提金的一项重大突破,该方法由美国矿务局首先提出,并成功应用于生产实践。它与传统氰化提金工艺相比,具有投资少,成本低,工艺设备简单等优点,并且较好地解决了粉矿及黏土质矿石在堆浸中出现的矿堆孔隙度差,浸出液渗透速度慢,产生沟流和堵塞等问题,从而大大提高了金的浸出率。

红土型金矿黏土含量很高,必须经过制粒处理后才能进行堆浸提金。原矿中 +10mm 粒级碎石含量较少,先将原矿用筛孔为 10mm 的振动筛筛分,筛上产品破碎至 -10mm,与筛下产品混合后送至制粒机中,同时加入黏结剂和水进行制粒;合格的矿粒装入 $\phi 200\text{mm} \times 500\text{mm}$ 实验室堆浸柱内固化 48h,然后加入水,并用 CaO 调节 $\text{pH} = 10 \sim 11$,加入 NaCN 进行堆浸提金试验;定期循环浸出液,以使浸出液和矿堆充氧,并定期检测浸出液中 CaO 和 NaCN 的浓度,使其维持在一定的范围内;随着堆浸时间的增加,浸出液中金的含量亦随之增加并逐渐趋于稳定;当浸出液中金的含量基本稳定时,说明可溶金已被溶出。堆浸试验结束,将矿堆洗涤后,分别化验贵液、贫液及浸渣的金品位。

4 试验结果与讨论

4.1 黏结剂用量、制粒矿料湿度及固化时间

黏结剂的用量直接影响矿粒的强度和渗透性,黏结剂用量过低,矿粒强度不够,易松散塌堆。黏结剂用量过大,又会降低矿粒的渗透性。试验结果表明,黏结剂用量为 12~15kg/t 时,矿粒的强度和渗透性较好。

制粒过程中矿料湿度的控制对黏土质矿制粒的

成败有很大影响。湿度过小,加入的黏结剂不能充分发挥作用;湿度过大,大量的黏土矿物会使矿粒黏度增加,矿粒不易滚动,并黏附在制粒设备上,使制粒过程不能正常进行。制粒过程的矿料湿度控制在 15%~20% 较为适宜。

固化时间是影响矿粒强度及矿粒松散性的重要因素。经试验研究,对该红土型金矿石制粒,其适宜的固化时间为 48h。

4.2 氰化物及氧的浓度

氰化物的浓度直接影响金的浸出速度,在常规条件下,浸出液的氰化钠的质量分数在 0.05%~0.15% 时,金的溶解速度达到最大。试验结果表明,在堆浸前期,NaCN 质量分数控制在 0.08%~0.10%;在堆浸后期,NaCN 质量分数控制在 0.03%~0.05%。在此条件下金的浸出率最高,达到 91.95%。

氧因参与溶解金的氰化反应而影响金的溶解速度,提高浸出液氧浓度对提高金的浸出率有利。因此,除应使矿堆有较好的渗透性外,要制定适宜的浸出液喷淋制度或浸出液循环制度,使浸出液和矿堆能够与空气充分接触,以保证堆浸过程中浸出液的氧浓度。

4.3 氧化钙的浓度

为防止氰化物的不必要损失,堆浸时应保持浸出液 pH 值在 10~11 之间。试验以 CaO 来调整浸出液 pH 值。浸出液中 CaO 的质量分数控制在 0.02%~0.03% 之间。若 CaO 浓度过高,则会在金表面生成过氧化物薄膜,使金的溶解速度降低。

4.4 堆浸时间

由于原矿粒度较细,氧化程度高,矿石的裂隙较为发育,渗透性较好。金的粒度虽然较细,但多以晶隙金形式赋存,因此,金能与浸出液充分接触,金的溶解速度较快。堆浸时间与浸出液含金量的关系见表 2。堆浸时间为 26d 时,金即被较充分浸出,此时浸出液的金的质量浓度为 3.30mg/L,以后随着堆浸时间增加,浸出液金浓度增加缓慢。

表 2 红土型金矿石堆浸时间试验结果

堆浸时间/d	7	15	22	26	30	32	34	36
贵液 $\rho(\text{Au})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	1.66	2.53	2.91	3.30	3.42	3.55	3.60	3.60

5 结 语

(1) 辽宁红土型金矿矿石物质组成简单,原矿粒度较细且黏土矿物含量高,原矿金品位较低,金的嵌布粒度较细,晶隙金为金的主要赋存形式,直接氰化堆浸处理,难以取得较好的技术指标。

(2) 采用制粒堆浸提金工艺,提高了矿堆的渗透

性,有效克服了矿泥对堆浸造成的不利影响,获得了较好的金浸出率。

(3) 试验证明采用制粒堆浸工艺处理该红土型金矿石,金的浸出率高,浸出速度快,生产周期短,成本低。该红土型金矿矿床规模较大,其开发利用将会取得很好的经济效益。

N-丙基-N'-(氨基对苯磺酸钠)硫脲与金 显色反应的研究与应用

黄运瑞¹, 高书燕², 马东兰²

(1. 南阳师范学院; 2. 河南师范大学)

摘要:研究了 N-丙基-N'-(氨基对苯磺酸钠)硫脲(PSAT)与金的显色反应, 结果发现, 在 pH 5.0~6.0 的 HAc-NaAc 缓冲体系中, 溴化十六烷基三甲基铵(CTMAB)存在条件下, Au(Ⅲ)和显色剂形成 1:3 的黄色水溶性络合物。该络合物最大吸收波长为 313.0nm, 摩尔吸光系数为 $4.60 \times 10^4 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{cm})$, Au(Ⅲ)的质量浓度在 0~60 $\mu\text{g}/25\text{ml}$ 范围内符合比尔定律, 相关系数 $r = 0.9989$ 。该方法应用于矿石中金的测定, 结果令人满意。

关键词: N-丙基-N'-(氨基对苯磺酸钠)硫脲(PSAT); 金; 显色反应

中图分类号: O657.31

文献标识码: A

文章编号: 1001-1277(2005)06-0045-03

1 引言

N-丙基-N'-(氨基对苯磺酸钠)硫脲(PSAT)含有 S、N 两种配位原子, 能与某些金属离子作用生成稳定络合物; 其作为一类水溶性的新试剂, 目前已用于铜、钼、铂等元素的分析^[1~4]。笔者通过对其与金显色反应的研究, 发现在 pH 5.0~6.0 的 HAc-NaAc 缓冲体系中, 溴化十六烷基三甲基铵(CTMAB)存在条件下, 金和显色剂形成 1:3 的黄色水溶性络合物。该络合物最大吸收波长为 313.0nm, 摩尔吸光系数为 $4.60 \times 10^4 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{cm})$, Au(Ⅲ)的质量浓度在 0~60 $\mu\text{g}/25\text{ml}$ 范围内符合比尔定律, 相关系数 $r = 0.9989$ 。该方法应用于矿石中金的测定, 结果令人满意, 并且具有稳定性好, 显色反应快, 灵敏度高, 操作简便等优点。

2 实验部分

2.1 主要仪器和试剂

GBC916-紫外可见分光光度计(澳大利亚 GBC 公司)。

pHS-2 型酸度计(上海第二分析仪器厂)。

501 型超级恒温器(上海实验仪器厂)。

金标准溶液: 准确称取 0.100 0g 纯金(纯度 99.99%), 置于 100ml 烧杯中, 加入 4ml 王水, 10ml 20g/L 的 NaCl, 温热溶解, 加热蒸至近干, 然后加入少量 1mol/L HCl 溶解后, 转移至 100ml 容量瓶中, 用相同浓度的 HCl 定容, 摇匀。此溶液为 $\rho(\text{Au}) = 1.0\text{mg}/\text{ml}$ 的标准储备溶液; 使用时, 再稀释成 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 和 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的标准溶液。

PSAT 溶液: 0.05% 的水溶液。

HAc-NaAc 缓冲溶液: pH = 5.4。

CTMAB 溶液: $w = 1\%$ 。

其它所用试剂均为分析纯, 水为去离子水。

2.2 实验方法

准确移取适量的金(Ⅲ)标准溶液于 25ml 容量瓶中, 依次加入 pH 5.4 的 HAc-NaAc 缓冲溶液 2.0ml,

收稿日期: 2004-12-17

作者简介: 黄运瑞(1970-), 女, 河南西峡人, 讲师, 主要从事分析化学的研究工作; 河南省南阳市, 南阳师范学院化学系, 473061

~~~~~

## Experiment study on Agglomeration-heap Leaching of the laterite-type gold ore

Jiang Liangyou<sup>1</sup>, Hu Zhigang<sup>2</sup>

(1. Changchun Gold Design Institute; 2. Liaoning Academy of Geology and Mineral Resources)

**Abstract:** The reserve of laterite-type gold ore in liaoning is large and content of clay minerals high. The gold grade is varied from  $1 \times 10^{-6}$  to  $5 \times 10^{-6}$ . The gold leaching recovery of 91.95% could be achieved by agglomeration-heap leaching.

**Keywords:** laterite-type gold ores; agglomeration-heap leaching; cyanidation

(编辑: 李玉敏)