

加纳某氧化金矿的全泥氰化炭浆工艺研究

张晓平, 崔长征

(陕西省地质矿产实验研究所, 陕西 西安 710054)

摘要:通过岩矿鉴定分析,查明加纳某氧化金矿石是以微细粒金为主的氧化金矿,且矿石氧化程度非常高,含泥量大;该矿石物质成分简单,金主要以自然金形态存在。采用全泥氰化炭浆工艺回收矿石中的金,确定氰化浸出条件为磨矿细度-0.074mm 90%,石灰用量2.5kg/t, pH=10~11, NaCN用量1.5kg/t,浸出时间20h,矿浆浓度40%;炭浸吸附试验条件为活性炭选用南宁椰壳炭,活性炭粒度>1.18mm,活性炭密度3g/L,吸附时间4h。最终获得的选矿指标为浸渣金品位为 0.12×10^{-6} ,金浸出率为96.48%,金吸附率可达99.13%。炭浸回收率为95.64%。

关键词:氧化金矿;全泥氰化;炭浆工艺

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2013.05.008

中图分类号:TD953 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2013)05-0027-04

John Macarthur等公布用氰化物处理金银矿的专利后,新西兰、南非、美国分别建立了氰化浸出-锌粉置换提金厂。炭浆法是氰化提金法的重要发展,完善的炭浆工艺于1973年首次用于美国南达科他州霍姆斯特克选矿厂,其日处理量2250t^[1]。在我国,随着黄金事业的迅速发展和科学技术的不断进步,全泥氰化炭浆提金工艺也得到很快发展^[2]。

全泥氰化炭浆法提金是利用活性炭的吸附性能,从氰化矿浆中吸附易溶金,然后再从活性炭上提取金的一种提金方法。它克服了传统氰化浸出、锌

粉(丝)置换法固液分离系统占地面积大、投资和生
产费用高的缺点,具有工艺流程简单、成本低、易于
操作等优点,已经被广泛应用于金的选矿工艺^[3]。

1 矿石性质

1.1 物质组成

根据矿石的光薄片,人工重砂鉴定,X衍射分析,组成矿石的矿物约有22种,主要矿物为石英、高岭石、绢云母。其次为长石、白云母、褐铁矿、磁铁矿等。金矿物为自然金。化学多项分析结果见表1。

表1 原矿化学多项分析结果/%

Table1 The analysis results of the multi-elements of the raw ore

Cu*	Pb*	Zn*	Sb*	As*	Ag*	Au*	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
350	1325	133	1.19	10.8	1.88	3.41	1.46	0.14	0.26	0.20
S	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	C	SiO ₂	CO ₂	MnO	H ₂ O ⁻		
0.076	1.24	15.97	12.14	0.11	60.53	0.11	0.35	6.77		

* 单位为g/t。

从表1可看出,该矿石中可回收元素只有金。由于该矿氧化程度非常高,含泥量大,物质成分简单,含碳、砷、锑、硫、铜等有害元素少,不适合于浮选、重选和堆浸选别,但非常适合于氰化法提金。

1.2 金的赋存状态

1.2.1 金的特征及嵌布粒度

经显微镜观察确认该矿物中的金主要为自然金,呈强金属光泽,具延展性,硬度低。反光显微镜

下呈亮金黄色,双反射光,目测反射率65%左右,均质性,无内反射。主要为角砾状,不规则状,其次为浑圆状和麦粒状。

经过对5kg人工重砂的分级淘洗,共见自然金671粒,以短径大小进行归级统计,结果见表2。

由表2可以看出,在统计的671粒自然金中,微粒级占472粒,粗粒级仅有20粒,显然微粒级占多数,但面积含量则相反,以粗粒级为主。而光片在矿

收稿日期:2013-01-29;改回日期:2013-05-08

作者简介:张晓平(1962-),男,高级工程师,主要从事选矿技术研究。

相显微镜下观察,见自然金 280 粒,按短径归级全部为-0.01mm 的微粒级。综合以上粒度统计情况,重砂金明显偏粗,原因是实体显微镜放大倍数有限,包裹金无法统计。由此可见,本矿床中自然金粒度以细粒为主,但中、粗粒级自然金的存在不容忽视。

表 2 自然金粒度统计表

Table 2 The particle size of the natural gold

粒级 /mm	颗粒数 /个	颗粒数分布率 /%	面积 /mm ²	面积分布率 /%
粗粒-0.295+ 0.074	20	2.98	0.43705	52.15
中粒-0.074+ 0.037	44	6.56	0.22016	26.26
细粒-0.037+ 0.01	135	20.12	0.139165	20.18
微粒-0.01	472	70.34	0.01185298	1.41
总计	671	100.00	0.83822798	100.00

1.2.2 金在矿石中的分布

为了查清自然金的分布情况,作了以下工作:

1)将 5kg 人工重砂筛析,分级缩分,各取出 20g 以上样品,作金的化学分析,-0.074mm 为脱泥分析结果,检查金分布于多大粒级中,结果见表 3。

表 3 各筛析粒级金含量

Table 3 The gold content of the different sieve fractions

粒级/mm	重量/g	产率/%	金品位/ 10^{-6}
-0.5+0.25	964.30	19.29	5.82
-0.25+0.1	1064.30	21.29	5.60
-0.1+0.074	134.30	2.69	5.90
-0.074+0.05	173.30	3.46	18.40
-0.05	2663.80	53.27	1.48
合计	5000.00	100.00	3.90

从表 3 中各粒级的产率和金品位以及镜下检查认为,前两级矿物间基本未解离,品位相差不大。后三级解离较好,-0.074mm 以下金含量较高。因此,金主要集中在-0.074mm 以下粒级中。

2)单矿物分析

共分析 2 个单矿物,即石英和褐铁矿。分析结果:石英中含金 1.05×10^{-6} ;褐铁矿含金 88.7×10^{-6} 。根据矿物含量,石英含金量约占矿石中金含量的 12.12%,而褐铁矿总含量不足矿石中的 1%,表明 80% 以上的金分布在其他矿物中或粒间。

3)镜下观察自然金的赋存形式

在镜下见到的 280 粒自然金中,自然金仅与石英、绢云母(水云母)和高岭石有关,见表 4。

综合以上分析结果认为,自然金主要分布在-0.074mm 石英、绢云母、高岭石矿物中或粒间。少

量含于褐铁矿中。

表 4 矿石中自然金的赋存形式

Table 4 The occurrence of the natural gold in the ore

金与矿物的关系	颗粒数/个	面积/mm ²	含量/%
在石英内及裂隙中	3	0.00036	19.91
在石英粒间	12	0.0000156	0.86
在绢云母和高岭石间	265	0.00143212	79.23
总计	280	0.00180772	100.00

2 全泥氰化试验

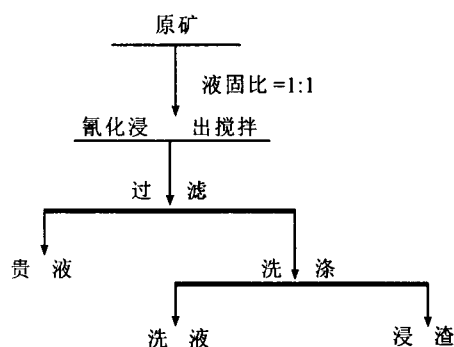


图 1 全泥氰化试验原则流程

Fig. 1 The principal flowsheet of the all-slime cyanidation test

由于该矿氧化程度非常高,含泥量大,物质成分简单,含炭、砷、锑、硫、铜等有害元素少,不适合于浮选和重选选别,但非常适合于氰化法提金。但应注意,因其含粘土(高岭土)矿物很多,且又因含 52.15% 粗粒金,则氰化时会影响氰化物用量和氰化时间。所以,选矿试验首先直接进行全泥氰化试验,其原则流程见图 1。

2.1 氰化钠用量及氰化时间试验

固定矿浆浓度 40%,石灰用量 2kg/t, pH=9~10(活性 CaO 含量 75.68%),磨矿细度-0.074mm 90%,进行氰化钠用量及氰化时间试验,试验结果分别见图 2、图 3。

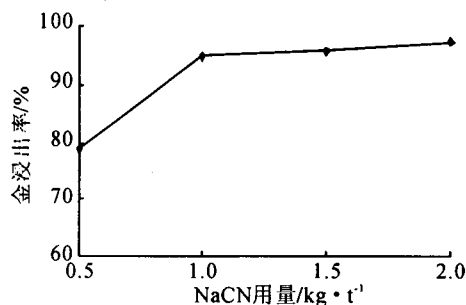


图 2 氰化钠用量与浸出率的关系

Fig. 2 The relation between the dosage of sodium cyanide and the leaching rate

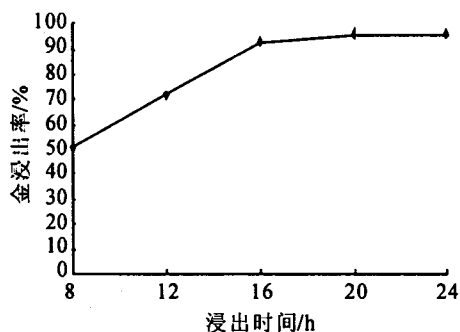


图3 氰化浸出时间与浸出率的关系

Fig. 3 The relation between the leaching time and the leaching rate

从图2、3可以看出,NaCN用量越大,金浸出率越高,但是用量超过1kg/t后金浸出率的增加趋于平缓。考虑经济效益和环保等问题,选用NaCN用量1.5kg/t为宜。浸出时间越长,浸出效果越好。但当浸出时间达到20h以上时金浸出率基本保持不变,故选20h为较佳浸出时间。

2.2 磨矿细度对金浸出率的影响

在矿浆浓度40%,石灰用量2.5kg/t, pH=10~11, NaCN用量1.5kg/t, 浸出时间20h的条件下进行磨矿细度试验,磨矿细度对金浸出率的影响见图4。

从图4看出,磨矿细度-0.074mm90%比较合适。石灰用量增加0.5kg/t, pH=10~11时,金浸出率没有影响。为进一步考察石灰用量对金浸出率的影响,进行了矿浆浓度试验。

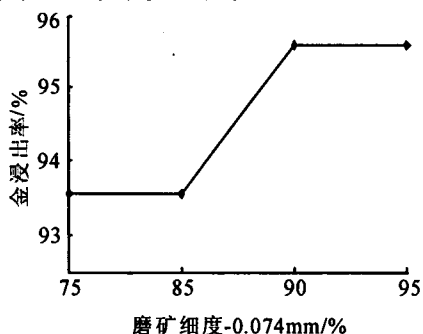


图4 磨矿与金浸出率的关系

Fig. 4 The relation between the grinding fineness and the leaching rate

2.3 矿浆浓度对金浸出率的影响

在磨矿细度-0.074mm 90%,石灰用量2.5kg/t, pH=10~11, NaCN用量1.5kg/t, 浸出时间20h的条件下进行矿浆浓度试验,矿浆浓度对金浸出率的影响见图5。

从图5可以看出,浓度增加金浸出率增加,但浓

度增加到40%以上时,金浸出率保持不变,故金浸出最佳矿浆浓度定为40%。而石灰用量由2.0kg/t增加到2.5kg/t时,金浸出率增加。

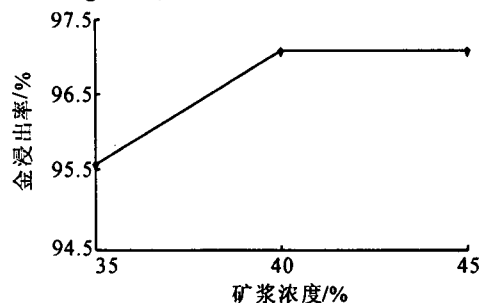


图5 矿浆浓度与金浸出率的关系

Fig. 5 The relation between the pulp density and the leaching rate

通过以上条件试验得出,该矿氰化浸出条件为:磨矿细度-0.074mm 90%,石灰用量2.5kg/t, pH=10~11, NaCN用量1.5kg/t, 浸出时间20h,矿浆浓度40%。

3 炭浸吸附试验

炭浸吸附法提金工艺试验流程及条件见图6。

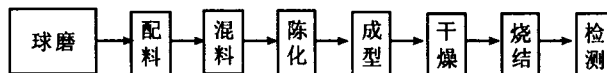


图6 炭浸吸附试验流程

Fig. 6 The flowsheet of the charcoal adsorption test

3.1 不同类型活性炭吸附试验

活性炭是氰化炭浆法提金中的重要材料,为了保证炭吸附的工艺指标,活性炭的选择问题至关重要。目前炭浆厂所采用的活性炭是粒状活性炭,按活性炭生产原料的不同可分为木质活性炭,煤质活性炭和果壳、果核类活性炭。在矿浆浓度40%,活性炭粒度>1.18mm,活性炭浓度3g/L,吸附时间4h的条件下。本试验对三种不同产地、类型的活性炭进行了吸附试验,试验结果见表5。

表5 不同类型活性炭吸附试验结果

Table 5 The absorption test results of different types of charcoal

活性炭产地类型	金品位/mg · L ⁻¹		金吸附率/%
	贵液	贫液	
甘肃杏核炭	2.18	0.02	99.09
南宁椰壳炭	2.18	0.019	99.13
内蒙椰壳炭	2.18	0.02	99.09

从表5可看出,在相同的试验条件下南宁椰壳

炭的吸附强度较高,故试验选用南宁椰壳炭。

3.2 活性炭吸附时间试验

试验选用南宁椰壳炭,在矿浆浓度 40%,活性炭粒度 $>1.18\text{mm}$,活性炭浓度 3g/L 的条件下,进行活性炭吸附时间试验试验结果见表 6。

表 6 活性炭吸附时间试验结果

Table 6 The test results of the different absorption time

吸附时间/h	金品位/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$		金吸附率/%
	贵液	贫液	
2	2.18	0.048	97.84
4	2.18	0.019	99.13
6	2.18	0.019	99.13
8	2.18	0.019	99.13
10	2.18	0.019	99.13

从表 6 看出,吸附时间取 4h 即可。

3.3 活性炭浓度试验

试验选用南宁椰壳炭,在矿浆浓度 40%,活性炭粒度 $>1.18\text{mm}$,活性炭吸附时间 4h 的条件下,进行活性炭浓度试验。试验结果见表 7。

表 7 活性炭浓度试验结果

Table 7 The test results of the different density

活性炭浓度/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	金品位/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$		金吸附率/%
	贵液	贫液	
3	2.18	0.019	99.13
5	2.18	0.019	99.13
10	2.18	0.019	99.13
15	2.18	0.019	99.13
20	2.18	0.019	99.13

从表 7 可以看出,活性炭浓度在 $3 \sim 20\text{g/L}$ 的吸附率完全一致,故试验选用 3g/L 。

4 结 论

(1)该矿氧化程度较深,含泥量大;金矿物为自然金,粗粒金重量百分率较高,有少量包裹体。其他矿物主要有石英、高岭石、绢云母,其次有长石、白云母、褐铁矿和磁铁矿等。

(2)本矿石适合于全泥氰化炭浸吸附工艺回收金。含金 3.41×10^{-6} 的原矿,经全泥氰化炭浸吸附后,浸渣金品位为 0.12×10^{-6} ,金浸出率为 96.48%,金吸附率可达 99.13%。炭浸回收率为 95.64%。

(3)矿石疏松易碎,原矿 -0.074mm 已达 60.2%,因而磨矿费用低。

(4)本工艺采用边浸出边吸附的方法,减少了浸出槽数,省掉固液分离作业,缩短了流程,因而可以节省建设投资。

参考文献:

- [1]张彩轩.全泥氰化炭浆提金工艺在我国的应用[J].中国矿山工程,1988(12).
- [2]赵英良.全泥氰化炭浆法提金生产中几个常见问题的探讨[J].中国矿业,2011(07).

Research on All-slime Cyanidation CIP Process for Oxidized Gold Ore in Ghana

ZHANG Xiao-ping, CUI Chang-zheng

(Experimental Institute of Geology and Mineral Resources of Shaanxi province, Xi'an, Shaanxi, China)

Abstract: According to the rock-mineral identification and analysis, it is an oxidized gold ore, mainly as micro-fine gold. The oxidation degree of the ore is very high, with large amount of slime. The ore material composition is simple and the gold morphology is mainly native gold. Exploratory experiments were carried out to determine the all-slime cyanidation CIP process, which condition is that the grinding fineness is -0.074mm 90%, the lime dosage 2.5kg/t , the value of pH 10~11, the amount of NaCN 1.5kg/t , the leaching time 20h, the pulp density 40%. The carbon leaching assay condition is that Nanning coconut shell charcoal is selected, the activated carbon particle size is over 1.18mm , the density 3g/L , the adsorption time 4h. Finally, the indexes with the gold grade as 0.12g/t , the gold leaching rates 96.48%, the gold adsorption rates up to 99.13% and the carbon leaching recovery is 95.64% were obtained.

Key words: The oxidized gold mine; All-slime cyanidation; CIP process