

## 广西某低品位金矿氰化浸出助浸剂实验研究

苑林松<sup>1</sup>, 代淑娟<sup>1</sup>, 苏馨<sup>2</sup>, 余鑫<sup>1</sup>, 岳翔<sup>1</sup>, 刘春琦<sup>1</sup>

(1. 辽宁科技大学矿业工程学院, 辽宁 鞍山 114051; 2. 攀钢集团矿业有限公司设计研究院, 四川 攀枝花 617036)

**摘要:** 广西某低品位金矿石含金量为 1.29 g/t, 脉石矿物以石英为主, 有色金属铜、铅、锌等及有害元素砷的含量极低。对该矿石进行氰化浸金实验研究, 分别考查磨矿细度、溶液 pH 值、氰化物用量、搅拌转速、浸出时间对金浸出效果的影响; 通过单矿物氰化助浸实验, 确定多种助浸效果较好的助浸剂, 并按同一比例混合, 获得了三种新型助浸剂 A、B、C; 针对广西某低品位金矿石, 进行氰化浸出助浸实验。结果表明, 矿样细度-0.074 mm 93.27%, 溶液 pH 值为 10.5, 氰化钾用量为 4 kg/t, 搅拌转速为 1500 r/min, 浸出时间为 24 h 的实验条件下, 金的浸出率为 92.58%; 而氰化钾用量减少至 3 kg/t, 其余条件不变的情况下, 加入新型助浸剂 A 浸出 18 h 后, 金的浸出率可达 93%。新型助浸剂的加入有效地提高了金的浸出率, 同时将氰化物的损耗降低了 25%, 浸出时间缩短了 6 h 以上。

**关键词:** 金; 氰化浸出; 助浸剂

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2023.02.012

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2023) 02-0063-07

氰化浸出工艺是从矿石或精矿中提取金的主要方法<sup>[1]</sup>。目前世界上约一半以上的金矿都采用氰化法提金, 该方法具有诸多优点且其他提金方法无法替代, 但也存在着浸金速率低、具有剧毒性, 对含砷、含硫、含铜和含碳等难处理金矿直接浸出效果不理想、对金回收影响较大等问题<sup>[2-4]</sup>。氰化浸金的过程中加入某种药剂可以有效提高浸出率和浸出效果, 此类药剂统称为助浸剂。国内外科研人员研究了在氰化浸金液中直接添加助浸剂的方法来处理金矿石<sup>[5]</sup>, 此方法不影响原本的工艺流程, 可提高矿浆中含氧量, 减少氰化物的消耗, 加快浸金速率, 大大缩短浸金时间且操作简单。某种程度上也可抑制或消除有害元素对氰化浸金的影响, 分散矿浆, 增大氧化物与金颗粒的接触面积。

王梅君等<sup>[6]</sup>研究表明, 超细磨-氰化工艺对提高金浸出率的效果不明显, 而通过焙烧预氧化-氰化和加压预氧化-氰化工艺可有效提高金浸出

率, 两种工艺分别将金浸出率提高到 91.50% 和 97.02%。邓元良等<sup>[7]</sup>研究表明, 精矿中的硫化矿物焙烧氧化不充分, 会影响氰化钠用量及金浸出率; 提高磨矿细度, 延长后续的氰化浸出时间, 增大包裹金单体解离度, 可有效提高金回收率。李大江等<sup>[8]</sup>针对国内氰化尾渣浮选硫精矿焙砂分别进行了常规酸浸氰化提金和熔融氯化提金两种工艺对比实验, 结果表明, 使用酸浸氰化提金法, 金浸出率为 68.49%, 而熔融氯化提金法可使金的挥发率达到 98.2%; 熔融提金工艺对处理焙砂有更为显著的回收效果, 且处理过程无氰化物参与, 更加环保清洁。

本论文以广西某低品位金矿石为研究对象, 对其进行氰化浸出实验, 研究了磨矿细度、搅拌转速、溶液 pH 值、氰化钾用量以及浸出时间对该矿石氰化浸金行为的影响, 以确定出较佳条件。根据单一助浸剂氰化浸金助浸实验, 选择浸金效果较好的多种不同种类的助浸剂。通过组合两种

收稿日期: 2022-04-07

基金项目: 国家自然科学基金 (51574146)

作者简介: 苑林松 (1997-), 男, 硕士, 研究方向为硫化矿浮选。

通信作者: 代淑娟 (1967-), 女, 博士, 教授, 研究方向为难处理金选冶及菱镁矿选矿研究。

或多种助浸剂，获得一种或多种效果甚佳的新型助浸剂。加入新型助浸剂来探究氰化浸金指标的变化，降低含硅矿物对金氰化浸出的消极影响，提高浸金效率，缩短浸金时间。

## 1 实验原料及实验药剂

### 1.1 实验原料

金矿石取自广西地区，采用 X 射线荧光光谱分析法和化学多元素分析法，对矿石化学成分及

表 1 广西某金矿石 X 射线荧光光谱分析/%

Table 1 X-ray fluorescence spectrum analysis of a gold ore in Guangxi

Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	Ag	PbO
0.032	0.175	6.926	90.13	0.027	0.118	0.815	0.133	0.099	0.011	1.452	0.006	0.002	0.021	0.003	0.012

表 2 广西某金矿石化学多元素分析/%

Table 2 Multi-element analysis of petrochemistry of a gold mine in Guangxi

Au/(g·t <sup>-1</sup> )	Zn	TFe	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	S	SiO <sub>2</sub>
1.29	0.005	1.221	0.164	6.897	0.095	0.092	91.051

### 1.2 实验药剂

本实验采用四类常用助浸剂，分别为氧化型助浸剂，即过氧化氢（H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>）、高锰酸钾（KMnO<sub>4</sub>）、重铬酸钾（K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>）；氨类助浸剂，即磷酸氢二铵（ADP）、氯化羟胺（HH）、硫酸铵（AS）；有机型助浸剂，即柠檬酸三钠（TC）、EDTA-4Na、蔗糖（Suc）；重金属类助浸剂，即硝酸铅（Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>）。为了增强混合药剂的助浸效果，采用十二烷基硫酸钠来增加矿物表面活性。

## 2 结果及分析

### 2.1 广西低品位金矿石氰化浸金实验

#### 2.1.1 磨矿细度对金氰化浸出的影响

取不同细度矿样 400 g，浸出浓度为 28.57%，氰化钾用量为 5 kg/t，pH 值约为 10.5，搅拌转速为 1500 r/min，浸出时间为 24 h，室温下进行氰化浸出实验，考查磨矿细度对金浸出率的影响，实验结果见图 1。

由图 1 可知，随着 -0.074 mm 粒级含量的增大，金的浸出率逐渐增加。当 -0.074 mm 粒级质量分数低于 90% 时，金的浸出率增加较为明显，是由于随着细度的增加，金颗粒的单体解离度增

含量进行检测，结果分别见表 1、2。

由表 1、2 可知，该金矿石除金元素外其他元素的含量均较低，没有回收价值，且其中铜、砷等有害元素的含量极低，脉石矿物主要以为石英为主，符合含硅矿物对金浸出影响的要求。

本实验涉及部分单矿物实验。金矿物采用纳米级金粉，粒级为 20~30 nm，纯度为 99.95%；单矿物石英取自内蒙古地区，纯度为 96%。

加，金颗粒与氧化物的接触增多，使金的浸出率有效提高；当 -0.074 mm 粒级含量达到 93.27% 时，金的浸出率达到较高的水平且上升趋势颇不明显。综合上述实验结果，既要满足浸出过程的粒度要求，又需要考虑能耗及浸出效果，故选择 -0.074 mm 粒级含量为 93.27%。

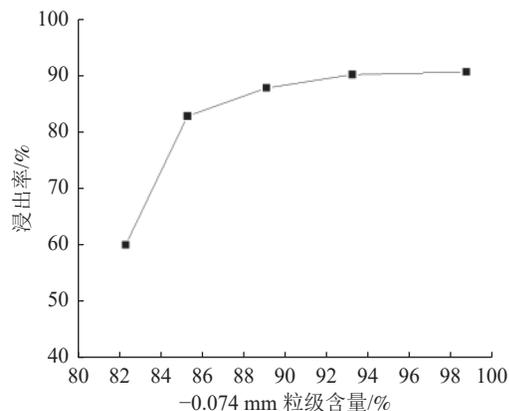


图 1 磨矿细度对金的浸出率的影响

Fig.1 Effect of grinding fineness on gold leaching rate

#### 2.1.2 溶液 pH 值对金氰化浸出的影响

溶液的 pH 值是影响金的浸出率的一个重要条件，实验中所用的氰化钾在 pH 值较低条件下，会产生有毒的氢氰酸，因此实验讨论的 pH 值在 9.5~11.5 之间。取 400g 金矿石，细度为 -0.074 mm 93.27%，氰化钾用量为 5 kg/t，搅拌转速为 1500 r/min，室温条件下，进行搅拌浸出实验，浸出时间为 24 h，探究溶液的 pH 值对金浸出率的影响，实验结果见图 2。

由图 2 可知，当溶液 pH 值处于 9.5~11.5 的范围内，金的浸出率会随着 pH 值的增加而降低，

这是由于溶液中的OH<sup>-</sup>浓度会随着pH值升高而增大，当pH值增大到11.5时，OH<sup>-</sup>与溶液中的CN<sup>-</sup>的竞争作用迅速增大，致使金表面的CN<sup>-</sup>的数量明显减少，降低了氰化物对金的溶解。既要防止矿浆中的氰化钾水解，又要提高金的浸出率，故在接下来的浸出实验中，溶液的pH值取10.5。

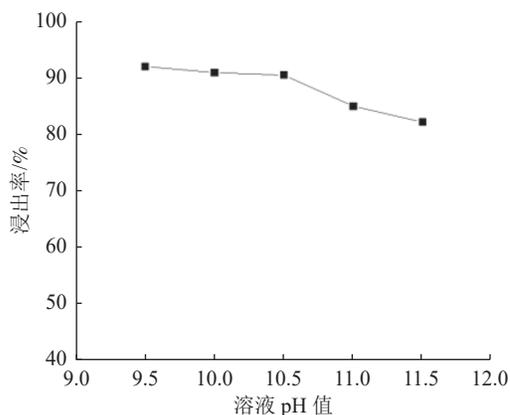


图2 溶液 pH 值对金的浸出率的影响  
Fig.2 Effect of solution pH value on gold leaching rate

### 2.1.3 氰化物用量对金氰化浸出的影响

在磨矿细度为-0.07 mm 93.27%，搅拌转速为1500 r/min，溶液pH值为10.5，室温条件下，进行搅拌浸出实验，浸出时间为24 h，探究氰化物用量对金氰化浸出率的影响，实验结果见图3。

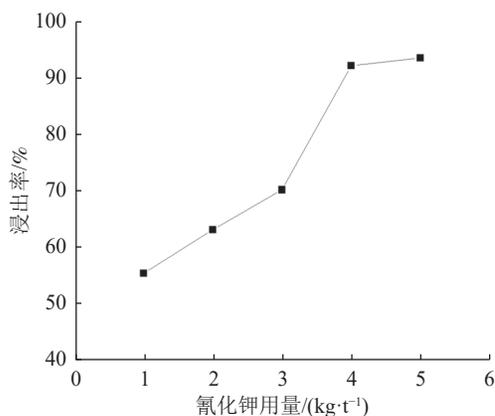


图3 氰化钾用量对金的浸出率的影响  
Fig.3 Effect of potassium cyanide dosage on gold leaching rate

由图3可知，浸出时间24 h内，随着氰化钾用量的增加，浸出率逐渐增加，当氰化钾用量为1 kg/t时，浸出率为55.25%，随着氰化钾用量增加到3 kg/t时，金的浸出率逐渐增加到70.07%；当氰化钾用量为4 kg/t时，浸出率为92.01%；当氰化钾用量大于4 kg/t时，浸出率缓慢增加，氰化钾

用量增加到5 kg/t时，金的浸出率为93.27%。综合药剂成本和保护环境的角度考虑，取氰化钾用量为4 kg/t。

### 2.1.4 搅拌转速对金氰化浸出的影响

由于搅拌转速影响着金与溶液中CN<sup>-</sup>的接触，故搅拌转速也成为考查条件。在磨矿细度为-0.074 mm 93.27%，氰化钾用量为4 kg/t，溶液pH值为10.5，室温条件下，进行搅拌浸出实验，浸出时间为24 h，考查搅拌转速对金氰化浸出率的影响，实验结果见图4。

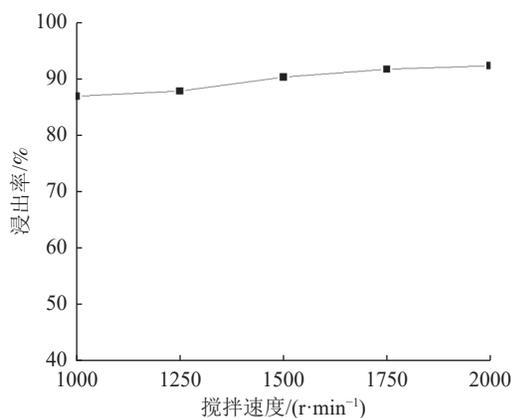


图4 搅拌转速对金的浸出率的影响  
Fig.4 Effect of stirring speed on gold leaching rate

由图4可知，在24 h的浸出过程中，金的浸出率随着搅拌转速的增加，金的浸出率也迅速增加，当转速由1000 r/min增加到2000 r/min时，浸出率从87.25%增加到92.57%；当转速由1500 r/min增加到2000 r/min时，浸出率缓慢增加，浸出率增加幅度不大，说明在一定的范围内，继续增加搅拌转速对金的浸出率影响不大。氰化浸金反应在固-液-气三相界面进行，通过搅拌的作用，可使浸出所需要的溶解氧和氰化物较易扩散到矿物表面，加速金的溶解。同时，随着转速的增加金粒始终能充分暴露表面，综合考虑取搅拌转速为1500 r/min。

### 2.1.5 浸出时间对金氰化浸出的影响

金浸出率会随着浸出时间的增长而有所提高，在磨矿细度为-0.074 mm 93.27%，氰化钾用量为4 kg/t，溶液pH值为10.5，搅拌转速为1500 r/min，室温条件下，进行搅拌浸出实验，考查浸出时间对金氰化浸出率的影响，实验结果见图5。

由图5可知，浸出时间为6 h，金浸出率达到45.37%。随着浸出时间的增大，金浸出率增幅明

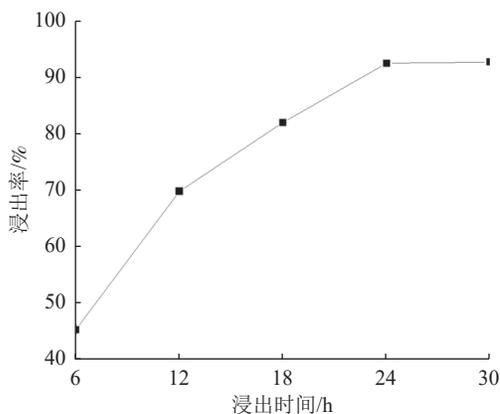


图 5 浸出时间对金的浸出率的影响  
Fig.5 Effect of leaching time on gold leaching rate

显, 当浸出时间达到 24 h 时, 浸出率从 45.37% 提高到 92.58%, 此时浸出率达到较高水平; 随着浸

出时间延长至 30 h, 金浸出率提升缓慢, 与 24 h 的时间节点相比, 浸出率只提高了 0.21%, 达到 92.79%。根据上述实验现象可说明, 浸出时间达到 24 h 后, 继续增大浸出时间, 金浸出率增幅不明显, 综合考虑取浸出时间为 24 h。

## 2.2 单矿物氰化浸金助浸实验

### 2.2.1 单一助浸剂助浸实验

本节内容以金粉、石英为研究对象, 取金粉 0.02 g, 石英 1 g, 二者混匀置于烧杯中, 加去离子水至 80 mL, 用 NaOH 溶液调节 pH 值为 10.5, 搅拌转速为 500 r/min, 氰化钾浓度为  $1.875 \times 10^{-2}$  mol/L, 各类助浸剂用量统一为 0.1 g/L, 浸出时间为 1.5 h, 温度为室温的条件下进行氰化浸出实验, 考查各类助浸剂的助浸效果, 结果见表 3。

表 3 助浸剂氰化浸出实验结果  
Table 3 Cyanide leaching test results of leaching aid

药剂种类	氧化型			氨类			有机型		重金属	
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	KMnO <sub>4</sub>	KCrO <sub>7</sub>	ADP	HH	AS	TC	EDTA-4Na	Suc	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
浸出率/%	92.5	84.5	51.8	84.5	99.3	96.7	99.5	99.5	94.3	99.6

由表 3 可知, 氧化型助浸剂中, 过氧化氢助浸实验的浸出率达到了 92.5%, 助浸效果良好; 氨类助浸剂中, 氯化羟胺助浸后的浸出率达到了 99.3%, 助浸效果尤为显著; 有机型助浸剂中, 柠檬酸三钠与 EDTA-4Na 参与助浸的浸出率都达到了 99.5%, 助浸效果良好; 重金属类助浸剂只有硝酸铅一种药剂, 加入该药剂浸出 1.5 h 后, 金浸出率达到了 99.6%, 助浸效果比较理想; 综上所述, 针对广西某金矿石的氰化浸出实验助浸剂选择过氧化氢、氯化羟胺、柠檬酸三钠、EDTA-4Na 和硝酸铅。

### 2.2.2 两种助浸剂混合助浸实验

将过氧化氢、氯化羟胺、柠檬酸三钠、EDTA-4Na 和硝酸铅五种助浸剂按①~⑤编号, 两两组合组成混合助浸剂, 二者质量比为 1:1。取金粉 0.02 g, 石英 1 g, 二者混匀置于烧杯中, 加去离子水至 80 mL, 用 NaOH 溶液调节 pH 值为 10.5, 搅拌转速为 500 r/min, 氰化钾浓度为  $1.875 \times 10^{-2}$  mol/L, 助浸剂组合的用量统一为 0.1 g/L, 浸出时间为 1.5 h, 温度为室温的条件下进行氰化浸出实验, 结果见表 4。

表 4 两种助浸剂混合助浸实验结果  
Table 4 Results of two leaching aids mixed with leaching aids

助浸剂组合	①+②	①+③	①+④	①+⑤	②+③	②+④	②+⑤	③+④	③+⑤	④+⑤
浸出率/%	91.84	92.61	77.78	91.77	82.82	98.29	80.89	91.15	81.14	99.34

由表 4 可知, 金浸出率较高的三组为①+③、②+④、④+⑤, 即过氧化氢和柠檬酸三钠、氯化羟胺和 EDTA-4Na、EDTA-4Na 和硝酸铅。三组的浸出率分别达到了 92.61%、98.29% 和 99.34%。

### 2.2.3 三种助浸剂混合助浸实验

取金粉 0.02 g, 石英 1 g 并混匀, 置于烧杯中, 加去离子水至 80 mL, 用 NaOH 溶液调节 pH

值为 10.5, 搅拌转速为 500 r/min, 氰化钾浓度为  $1.875 \times 10^{-2}$  mol/L, 温度为室温的条件下, 将 2.2.2 中的过氧化氢和柠檬酸三钠两种药品分别与氯化羟胺、EDTA-4Na 和硝酸铅以及表面活性剂十二烷基硫酸钠等比例配成混合药剂, 进行氰化浸出实验, 浸出时间为 2 h, 考查三种助浸剂混合后对金氰化浸出的影响, 结果见图 6; 将 2.2.2 中的氯化

羟胺和 EDTA-4Na 两种药品分别与过氧化氢、柠檬酸三钠和硝酸铅以及表面活性剂十二烷基硫酸钠等比例配成混合药剂，进行氰化浸出实验，浸出时间为 2 h，结果见图 7；将 2.2.2 中的 EDTA-4Na 和硝酸铅两种药品分别与过氧化氢、氯化羟胺、柠檬酸三钠以及表面活性剂十二烷基硫酸钠等比例配成混合药剂，进行氰化浸出实验，浸出时间为 2 h，结果见图 8。

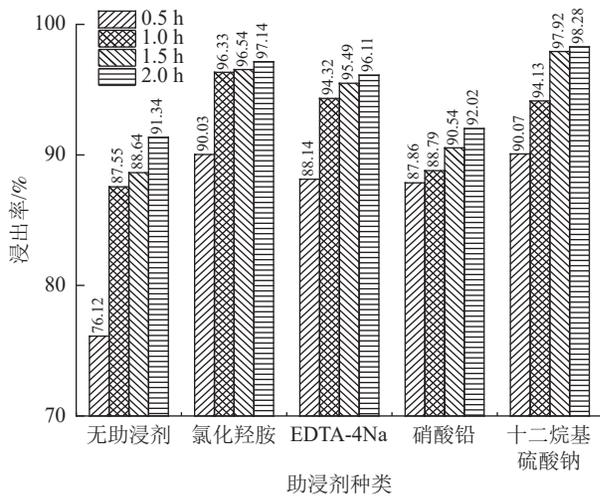


图 6 过氧化氢和柠檬酸三钠助浸氰化浸出效果  
Fig.6 Hydrogen peroxide and sodium citrate assisted cyanide leaching

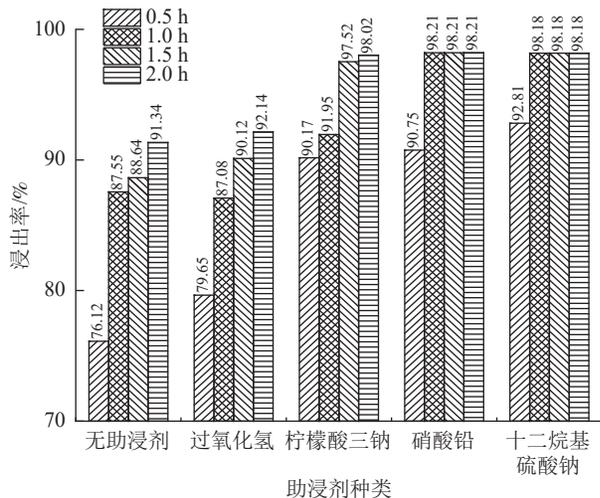


图 7 EDTA-4Na 和氯化羟胺助浸氰化浸出效果  
Fig.7 Effect of EDTA-4Na and hydroxylamine chloride assisted leaching with cyanide leaching

由图 6 可知，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、柠檬酸三钠与十二烷基硫酸钠的混合助浸效果较好，浸出率最高指标达到 98.28%，将此组合用代号 A 来表示。

由图 7 可知，EDTA-4Na 和氯化羟胺与硝酸铅、十二烷基硫酸钠的混合助浸效果较好，当浸

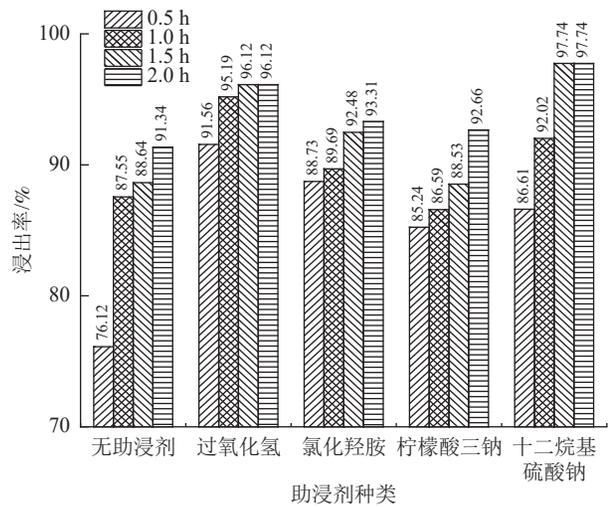


图 8 EDTA-4Na 和硝酸铅助浸氰化浸出效果  
Fig.8 Effect of EDTA-4Na and lead nitrate assisted leaching with cyanide leaching

出时间为 1 h 时，两组浸出率都超过了 98%。将 EDTA-4Na、氯化羟胺与十二烷基硫酸钠的组合用代号 B 表示；将 EDTA-4Na、氯化羟胺与硝酸铅的组合用代号 C 表示。

由图 8 所知，EDTA-4Na、硝酸铅和过氧化氢、十二烷基硫酸钠的混合剂与其他助浸剂的混合剂相比，浸出效果明显，可以在短时间内有效地提高金的浸出率，但两组实验的浸出率最高指标均未达到 98% 以上，故不选用此两种组合。

综上所述，三种新型助浸剂的组成分别为：

- A：过氧化氢、柠檬酸三钠和十二烷基硫酸钠。
- B：EDTA-4Na、氯化羟胺和十二烷基硫酸钠。
- C：EDTA-4Na、氯化羟胺和硝酸铅。

### 2.3 新型助浸剂 A、B、C 对广西某低品位金矿氰化浸出的影响

本节研究对象以广西某低品位金矿石为主，取 400 g 金矿石，磨矿细度为 -0.074 mm 粒级含量为 93.27%，pH 值为 10.5，室温条件下，搅拌转速为 1500 r/min，常规条件氰化钾用量为 4 kg/t，此次实验中助浸剂 A、B、C 的用量为 0.5 kg/t，氰化钾用量减少至 3 kg/t，进行氰化浸出实验，浸出时间为 24 h，实验结果见图 9。

从图 9 可以看出，助浸剂 A、B、C 的加入，都明显提高了金矿石的浸金效率。从整体上看，加入助浸剂 A、B、C 后，仅 14 h 金浸出率就接近或超过常规氰化浸出 22 h 的浸出率 89.77%，三者的浸出率分别为 91.4%、91.22%、88.12%。随着浸出时间达到 24 h，三种助浸剂对应的浸出率皆

超过了常规条件下的最高水平。从个体上看，加入助浸剂 A 后，仅 10h 金的浸出率就达到了 88.25%，接近常规氰化浸金 22 h 的浸出率 89.77%；加入助浸剂 B 后，仅 6 h 金的浸出率就达到了 76.88%，超过了常规氰化浸金 14 h 的浸出率 75.33%；加入助浸剂 C 与加入助浸剂 A 或 B 相比，在整体趋势上看并没有较大差异，但助浸剂 A、B 要比助浸剂 C 的助浸效果好。由于 A、B 组合中包含十二烷基硫酸钠，此药剂能更好的改变石英的表面性质，减弱了石英与金的吸附，从而提高了金的浸出率。

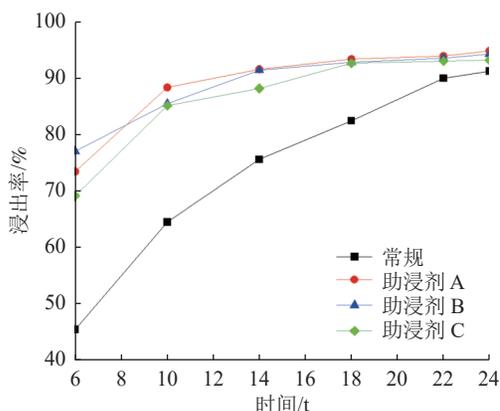


图 9 助浸剂 A、B、C 对金的浸出率的影响  
Fig.9 Effect of leaching aids A, B and C on gold leaching rate

对比助浸剂 A、B、C，三者皆在浸出时间为 18 h 时将金浸出率提升至较高水平，而后助浸效果较弱；助浸剂 C 在前期更容易起到促进效果，后期实验中的助浸作用不如助浸剂 A、B；在提高浸出率上来看助浸剂 A 要优于助浸剂 B、C，但整体上三种助浸剂，都有效的提高了金的浸出率，为后续实验节约了时间成本。

2.4 新型助浸剂 A、B、C 助浸后的红外光谱分析

取金粉（粒级为 20~30 nm，品位为 99.95%）0.02 g，石英为 1 g 并混匀，置于烧杯中，加入去离子水至 50 mL，用 1%NaOH 将溶液体系调整为碱性，加入浸出剂氰化钾，助浸剂 A、B、C，搅拌 2 h 后过滤并低温烘干，用研钵研磨至 -5 μm，采用 KBr 压片法压片，放入红外光谱仪进行测试分析。结果见图 10。

通过对比可知，三种助浸剂都与石英发生吸附而生成新的特征峰，阻碍了金与石英间的吸附，削弱了石英对金的影响，从而达到了提高金浸出的效果；但并不是药剂的所有组成部分都与

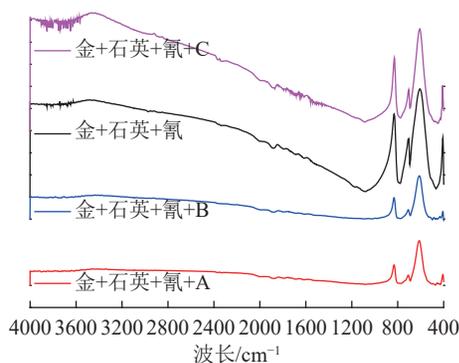


图 10 助浸剂助浸氰化浸金后的红外光谱  
Fig.10 Infrared spectrogram of gold leaching with leaching agent

石英发生了吸附，如在药剂 A 中，并没有观察到 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的峰值，是因为其直接参与了浸金的氧化还原反应，不仅能为反应提供所需要的氧，还能作为氧化剂直接参与反应，从而提高金浸出率；而十二烷基硫酸钠作为表面活性剂，改变了石英的表面活性，与其他两种药剂协同作用，使药剂的效果愈加明显。虽然药剂的组成各不相同，但都是针对金与石英间的吸附，机理上表现相同，为氰化浸金提供了重要的理论支持。

3 结 论

(1) 磨矿细度为 -0.074 mm 粒级含量 93.27%，pH 值为 10.5，搅拌转速为 1500 r/min，氰化钾浓度为 4 kg/t，浸出时间为 24 h 的条件下，达到了该矿石的较佳浸出条件。

(2) 常规氰化浸金 24 h 金的浸出率为 92.58%，而加入新型助浸剂后，仅在 18 h 浸出率便达到 93% 以上，明显提高了金矿石的浸金率，有效缩短了浸金时间。

(3) 新型助浸剂的加入将常规氰化浸出的氰化物用量降低了 25%，减少了药剂成本。

(4) 通过对多种常用助浸剂加以混合应用，提高了金矿石氰化浸出的效率，节约了时间与药剂成本且操作过程简便，避免了氰化物的过量使用对环境造成污染，对氰化浸金助浸工艺的发展具有一定的参考价值。

参考文献：

[1] 申大志, 庄荣传, 谢洪珍. 强化氰化浸金技术进展[J]. 矿产综合利用, 2014(2):15-19.  
SHEN D Z, ZHUANG R C, XIE H Z. Research and application

of intensifying cyanide leaching for gold[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2014(2):15-19.

[2] 张兴仁. 强化氰化工艺, 提高浸金效果[J]. *矿产综合利用*, 1994(6):35-41.

ZHANG X R. Strengthen the cyanidation process to improve the effect of gold leaching[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 1994(6):35-41.

[3] 雷占昌, 韩斯琴图, 蒋常菊. 酸浸预处理提高金矿焙烧烟尘中金浸出率的研究[J]. *矿冶工程*, 2019, 39(3):107-109.

LEI Z C, HANSI Q T, JIANG C J. Pretreatment of acid leaching for increasing the leaching rate of gold from refractory gold ore roasting dust[J]. *Mining and Metallurgical Engineering*, 2019, 39(3):107-109.

[4] 梁晓, 胡瑞彪, 冯泽平. 广东某复杂难选难浸金矿工艺矿物学[J]. *矿产综合利用*, 2019(6):65-68.

LIANG X, HU R B, FENG Z P. Study on the technological mineralogy of a complex refractory gold ore in Guangdong[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2019(6):65-68.

[5] 李敦钊. 氨水对浸金氰化液离子平衡影响分析[J]. *昆明理工大学学报*, 2001, 26(2):12-15.

LI D F. Analysis of influence of ammonia on ionic equilibrium in cyanide solution[J]. *Journal of Kunming University of Science and Technology*, 2001, 26(2):12-15.

[6] 王梅君, 谢洪珍. Solomon 某金矿浸出工艺探索研究[J]. *矿产综合利用*, 2020(2):71-74.

WANG M J, XIE H Z. Study on leaching technology of a gold ore in Solomon[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2020(2):71-74.

[7] 邓元良, 明平田, 王广伟, 等. 某金精矿焙烧氧化-氰化尾矿工艺矿物学研究[J]. *矿产综合利用*, 2020(4):121-125.

DENG Y L, MING P T, WANG G W, et al. Research on process mineralogy of roasting oxidation - cyanide tailings of a gold concentrate[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2020(4):121-125.

[8] 李大江, 郭持皓, 袁朝新, 等. 氰化尾渣浮选精矿焙砂提金工艺研究[J]. *矿产综合利用*, 2019(5):107-110.

LI D J, GUO C H, YUAN C X, et al. Study on gold recover from cyanide tailings floatation sulfur concentrate roasting residue[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2019(5):107-110.

## Experimental Study on Cyanidation Leaching of a Low-grade Gold Mine in Guangxi

Yuan Linsong<sup>1</sup>, Dai Shujuan<sup>1</sup>, Su Xin<sup>2</sup>, Yu Xin<sup>1</sup>, Yue Xiang<sup>1</sup>, Liu Chunqi<sup>1</sup>

(1.School of Mining Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning, China; 2.Design and Research Institute of Pangang Group Mining Co. Ltd., Panzhihua, Sichuan, China)

**Abstract:** Gold content of a low-grade gold ore in Guangxi is 1.29 g/t, the gangue minerals are mainly quartz, and the content of non-ferrous metals such as copper, lead, zinc and other harmful elements arsenic is extremely low. The cyanide gold leaching test was carried out on the ore, and the effects of grinding fineness, pH value of solution, cyanide dosage, stirring speed and leaching time on the gold leaching effect were investigated respectively; The leaching aids with better leaching effect were mixed in the same proportion, and three new leaching aids A, B and C were obtained; for a low-grade gold ore in Guangxi, a cyanide leaching aid leaching test was carried out. The results show that the sample fineness of -0.074 mm accounts for 93.27%, the pH value of the solution is 10.5, the dosage of potassium cyanide is 4 kg/t, the stirring speed is 1500 r/min, and the leaching time is 24 h, the gold leaching rate is 24 h. 92.58%; the amount of potassium cyanide was reduced to 3 kg/t, and the other conditions remained unchanged, after adding the new leaching aid A for 18 h, the leaching rate of gold could reach more than 93%. The addition of the new leaching aid effectively improves the leaching rate of gold, reduces the loss of cyanide by 25%, and shortens the leaching time by more than 6 h.

**Keywords:** Gold; Cyanide leaching; Leaching aid