

# 环保药剂“金蝉”取代氰化钠处理夏家店金矿的研究

李和付<sup>1</sup>,孙皞<sup>1</sup>,叶国华<sup>2\*</sup>,阙潇丰<sup>1</sup>,王亚伟<sup>1</sup>,陈阳<sup>1</sup>,陈斌<sup>1</sup>

1.山阳秦鼎矿业有限责任公司,陕西 商洛 726400;  
2.昆明理工大学国土资源工程学院,云南 昆明 650093

**摘要:**采用环保药剂“金蝉”处理夏家店金矿,并与NaCN处理效果进行了对比研究。结果表明:当“金蝉”药剂用量为200 g/t时,金浸出率为88.55%,与NaCN浸金的浸出率(88.73%)基本相同;当“金蝉”药剂用量为300 g/t时,可获得金浸出率为89.87%的良好指标,明显优于最佳条件下NaCN浸金效果(88.73%);使用“金蝉”药剂处理金矿石后,金吸附效果及载金炭解吸效果与氰化法接近(金解吸率分别为98.99%和98.97%),无不良影响;“金蝉”取代NaCN,可明显提高技术经济指标,此外,由于“金蝉”的低毒性,可在运输、管理、环保和安全等方面产生更多隐形效益。

**关键词:**金;氰化;非氰;环保药剂;浸出;吸附;解吸

中图分类号:TD953 文献标志码:A 文章编号:1005-2518(2018)05-0682-07 DOI:10.11872/j.issn.1005-2518.2018.05.682

引用格式:LI Hefu,SUN Hao, YE Guohua, et al. Treatment of Xiajiadian Gold Mine with Environment-friendly Reagent Jinchan as a Substitute for Sodium Cyanide[J]. Gold Science and Technology, 2018, 26(5): 682-688. 李和付,孙皞,叶国华,等. 环保药剂“金蝉”取代氰化钠处理夏家店金矿的研究[J]. 黄金科学技术, 2018, 26(5): 682-688.

氰化法(以NaCN等的水溶液作为浸出剂)是一种成熟而有效的提金方法,至今已有100多年的历史,具有浸出率高、生产成本低及对矿石适应性强等优点,是目前矿山企业提取黄金时采用的主要方法。据统计,在过去100多年中,全世界90%以上的黄金都是通过氰化法提取的<sup>[1-3]</sup>。但是,氰化法的缺陷也非常明显和致命,因为氰化物属于剧毒物质,在运输、保管和使用过程中都存在重大的安全隐患与环境污染风险<sup>[4-5]</sup>。此外,工业含氰废水和固体废弃物的排放会严重污染水源和土壤环境,进而影响周边居民的身体健康,破坏生态平衡。随着我国对环境安全的日益重视,氰化物的使用将愈来愈受到限制,相关规定有:2010年颁布的《工业企业设计卫生标准》规定,地面水中氰化物的最高允许浓度为0.05 mg/L,目前我国已严禁新建黄金矿山使用

NaCN,氰化法的生存空间将受到很大程度的挤压;2018年开始实行的《中华人民共和国环境保护税法》规定,含氰固废危险废物执行税额标准为1 000元/t,按现金价水平,税收费用相当于3~4 g/t含金原矿的价值。“绿水青山就是金山银山”,国家始终坚持“绿色发展”的理念,大力提倡绿色安全的生产工艺。随着新的《环境保护法》的实施,我国对环境保护、生产安全的规定将更为严格。因此,如何在保证浸出指标、不增加生产成本的前提下,实现绿色安全生产成为黄金提取中的主要问题,而无毒环保药剂的开发和使用无疑是解决该问题的根本途径<sup>[4-6]</sup>。

目前,非氰浸金药剂有很多,主要包括硫脲、硫代硫酸盐、卤化物、多硫化物和石硫合剂等,但这些药剂通常消耗量大且成本高,目前在工业上尚无法推广应用。近几年,关于新型环保浸金药剂的专利

收稿日期:2018-06-16;修订日期:2018-08-28

基金项目:国家自然科学基金地区基金项目“有色金属复杂矿强化分选过程的交互作用理论与调控机制”(编号:51764024)资助

作者简介:李和付(1986-),男,四川会东人,工程师,从事黄金提取研究工作。361109923@qq.com

\*通信作者:叶国华(1981-),男,河南虞城人,副教授,从事稀贵金属选冶研究工作。ghye581@163.com

陆续公布,国内市场上出现了多种新型环保浸金药剂,如“东北虎”、“金蝉”、“金欣”和“喜金”等<sup>[5-8]</sup>,环保浸金药剂的研发进入了一个快速发展的阶段。其中,环保药剂“金蝉”已开始应用于黄金的提取生产,此药剂继承了氰化法简便、经济的优点,浸出指标亦较为理想,且不改变原有浸出设备,可节省生产成本,能较好地满足绿色安全生产的要求<sup>[8]</sup>。鉴于此,本文对环保药剂“金蝉”取代NaCN处理陕西商洛夏家店金矿进行了研究,以期从源头上解决NaCN所带来的环境、安全问题,并为环保浸金药剂的研发和黄金矿山的绿色安全生产提供参考。

## 1 试验原料

### 1.1 原矿性质

原矿采自陕西省商洛市山阳县夏家店金矿,矿石类型为低硫化物—碎裂含炭铁硅质板岩型金矿,矿石自然类型为氧化矿,整体构造呈板理状,局部呈角砾状构造,其中金属矿物呈稀疏浸染状—星散状构造。矿石中金属矿物以褐铁矿为主,含少量黄铁矿和黄铜矿,金粒径在0.005~0.015 mm之间(属于显微金),多呈隐晶质—微隐晶质结构;非金属矿物主要有石英和玉髓,其次为绢云母、炭质和泥质,还有少量铁白云石和方解石等。原矿多元素分析和金物相分析结果分别见表1和表2。

表1 原矿多元素化学分析

Table 1 Multi-element analysis of raw ore (%)

成分	质量分数	成分	质量分数
Au	1.42	Na <sub>2</sub> O	0.28
Ag	3.6	S	0.026
Cu	0.014	P	0.36
Pb	0.008	TFe	2.30
Zn	0.043	TC	0.18
Ni	0.011	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.58
Co	0.006	SiO <sub>2</sub>	89.51
As	0.0115	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.06
Sb	0.0078	TiO <sub>2</sub>	0.14
Mo	0.013	CaO	1.30
Mn	0.16	MgO	1.34
K <sub>2</sub> O	0.78	LOI	0.86

注: Au和Ag元素质量分数单位为 $\times 10^{-6}$

由表1可知,矿石中主要成分为SiO<sub>2</sub>,质量分数高达89.51%,可供回收的金属组分为金,含量较低,仅为 $1.42 \times 10^{-6}$ ;其他伴生金属组分,如Ag、Cu、Mo和V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等含量较低,基本无综合回收价值;浸出时有害组分(如Sb、As、C等)含量也较低。由表2可知,金物相多为裸露和半裸露金,分布率高达91.59%,赋存于岩石裂隙和石英粒间,即以裂隙金和粒间金为主;包裹金含量较少,仅占金物相的8.41%。金的这种物相分布,将有利于其浸出提取。

表2 原矿金物相分析

Table 2 Au phase analysis of raw ore

相别	质量分数/ $\times 10^{-6}$	分布率/%
裸露及半裸露金	1.30	91.59
硫化物中包裹金	0.02	1.41
碳酸盐中包裹金	0.05	3.52
硅酸盐中包裹金	0.03	2.12
铁氧化物中包裹金	0.02	1.36
合计	1.42	100.00

综上,原矿属于氧化矿,其中金粒度极细,多呈隐晶质—微隐晶质结构,品位较低,物相主要为裸露和半裸露金,属于低品位易浸金矿。

### 1.2 环保药剂“金蝉”及其应用情况

(1)物质组成。“金蝉”是我国开发的具有自主知识产权的新型碱性环保浸出药剂,属于化工合成的混合物,并非单一的物质<sup>[9]</sup>。由于专利的保护性,“金蝉”的具体化学组分尚不清楚,但经过测定得知,其主要成分包括碳化三聚氰酸钠、碱性硫脲、碱性聚合铁、碱和碳酸盐等,其中碳化三聚氰酸钠(Na<sub>3</sub>(CN)<sub>3</sub>C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N<sub>6</sub>O<sub>3</sub>)是“金蝉”的核心组分,具有络合、溶解金、稳定核心物质结构的作用,化学结构如图1所示;辅助成分由少量络合剂和保护剂构成,主要作用是助浸、协助核心物质络合、溶解金及提高主要成分的稳定性等。

从图1可以看出,碳化三聚氰酸钠中的氰基(CN)是以共键价的方式连接在一起的,由于结构上的原因和空间位阻的关系,这类氰基(CN)在碱性条件下通常不会解离出游离氰根离子(CN<sup>-</sup>),因此与氰化物相比,毒性极低。同时,在浸金过程中,“金蝉”的辅助成分会产生协同作用,使氰基具有与

游离氰根类似的络合性能,可以络合、溶解金,进而达到提金的目的<sup>[5]</sup>。因此,“金蝉”的核心组分决定了其既有氰化物类似浸金效果的同时,又表现出低毒性的原理所在。

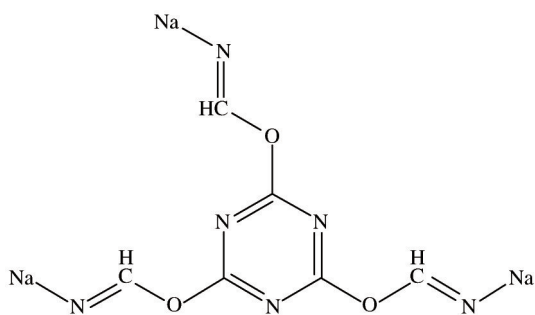


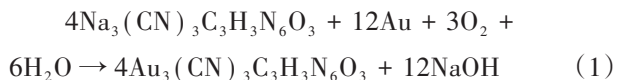
图1 碳化三聚氰酸钠化学结构图

Fig.1 Chemical structure diagram of carbonated cyanuric acid sodium

(2)浸金原理。在碱性溶液中,“金蝉”的主要物质组分和辅助组分可以产生协同配合的作用,络合、溶解矿石中的金,使其转移至液相中,达到浸出的目的。

“金蝉”药剂中最主要的成分为碳化三聚氰酸钠和硫脲(SC(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>),但是由于其他成分的协同配合作用,导致浸金原理极为复杂,有待于进一步的研究。本文只针对主要成分浸金原理作了大致表述,具体如下:

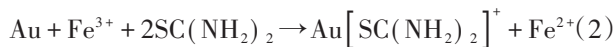
①碳化三聚氰酸钠浸金原理与氰化浸金的原理基本一致,但其他组分的协同作用尚不明确,主要化学反应如下:



②硫脲的化学性质不稳定,易在碱性条件下分解产生Na<sub>2</sub>S,使得溶液中的金离子与Na<sub>2</sub>S发生反应生成硫化物沉淀<sup>[10]</sup>,而碳化三聚氰酸钠在碱性溶液中能够在一定程度上抑制硫脲分解,原理是碳化三聚氰酸钠中的氧原子可以提供孤对电子与硫脲中的氢形成联氢键,构成稳定的环型结构,从而增强了硫脲稳定性。

此外,硫脲浸金反应的顺利进行必须要有氧化剂参与其中,但在碱性条件下,氧化剂的氧化能力不能过弱或过强,过弱浸出效果会变差,过强则会导致硫脲消耗过大,不利于浸出过程的进行<sup>[11]</sup>。而

“金蝉”药剂中的碱性聚合铁在碱性溶液中具有较强的稳定性,对硫脲的消耗较小,且能够满足硫脲浸金时的电势需求。硫脲浸金过程中的化学反应方程式如下<sup>[10-12]</sup>:



目前,在环保浸出药剂方面的机理研究尚不明确,难以对关键问题的解决提供指导,亟需在药剂组分分析的基础上,揭示其浸金机理。由于实验条件有限,本文在此方面的研究尚有许多不足之处,但希望能对环保药剂的工业应用起到一定的指导作用。

(3)应用情况。与氰化物相比,“金蝉”药剂的毒性很低,性质较为稳定。大量工业实践证明,该类药剂的适用范围与氰化物类似,广泛适用于金银的氧化矿石、原生矿石、高硫高砷矿石、氰化尾渣、硫酸渣、阳极泥和精矿等原料类型的堆浸、池浸和炭浆等选矿工艺流程。使用方法也与氰化物类似,使用时在常温下水充分溶解即可,一般采用石灰或烧碱调节溶液pH值,保持pH值在10~12之间。在工艺生产方面,无需增加或改造原氰化浸金的生产设备。

目前,由于“金蝉”药剂的专利保护和产业结构等原因,相关的研究和应用并不多见,且以与氰化物的对比试验研究为主。吕超飞等<sup>[13]</sup>对某难处理金精矿进行了“金蝉”浸金和传统氰化浸金的对比试验研究,结果发现,“金蝉”浸金金浸出率可达90%以上,略低于传统氰化浸金。郭鹏志等<sup>[14]</sup>在矿浆质量浓度为40%、石灰用量为3 kg/t、碱预处理时间为2 h、“金蝉”用量为600 g/t、浸出时间为24 h的条件下,进行了氰化浸出的对比试验,结果表明,“金蝉”浸金时浸出率可以提高1.4%、药剂消耗量减少200 g/t、浸出时间缩短12 h以上。宋坤等<sup>[9]</sup>对这2种药剂的对比试验显示,“金蝉”对金的浸出率比氰化浸出低1%~2%,但由于使用“金蝉”可以降低在运输、使用及废水废渣处理过程中的成本,进而提高了矿山企业的经济效益。

除了和氰化物的对比试验外,有关的影响因素试验相对较少。叶兴旺等<sup>[15]</sup>对国外某含砷金精矿进行了浸出试验,在预处理时间为48 h、“金蝉”药剂质量浓度为0.22%、液固比为1.5:1、矿浆pH=

10~11、浸出时间为36 h的条件下,金浸出率可达89.50%。佟红格尔等<sup>[16]</sup>在磨矿细度为-200目含量占95%、pH=11、矿浆质量浓度为35%、“金蝉”药剂用量为2.5 kg/t的条件下,经过搅拌浸出校正试验,金浸出率达90%以上。

综上可知,环保药剂“金蝉”可获得理想的浸出指标,可作为一种具有良好应用前景的浸金药剂予以进一步研究。

## 2 结果与讨论

### 2.1 实验室小型试验浸出效果对比

对“金蝉”和NaCN进行了实验室浸出对比试验。取500 g原矿磨细至-200目占65%(最佳生产细度),在pH=11、室温、搅拌强度为400 r/min的条件下,利用JJ-1精密增力电动搅拌器进行了浸出药剂种类及药剂用量对比试验,结果见表3。

表3 实验室试验浸出效果对比

Table 3 Leaching effect comparison of laboratory experiments

药剂名称	药剂用量/(g·t <sup>-1</sup> )	矿浆浓度/%	磨矿(-200目占比)/%	浸出时间/h	浸出率/%
NaCN	200	40	65	24	88.73
NaCN	300	40	65	24	88.73
金蝉	200	40	65	24	88.55
金蝉	300	40	65	24	89.84
金蝉	400	40	65	24	89.84

可以看出,在药剂用量为200 g/t的条件下,“金蝉”浸金的浸出率达88.55%,仅比NaCN的浸出率低0.18%,浸金效果较为理想;通过改变药剂用量的试验发现,氰化浸金中,当NaCN用量为200 g/t时已经达到最佳浸出效果,增加用量至300 g/t时金浸出率没有明显变化;“金蝉”药剂用量为200 g/t时,浸出效果与NaCN相当,增加药剂用量至300 g/t时,浸出效果优于NaCN浸出,金浸出率可提高一个百分点;继续加大“金蝉”药剂用量至400 g/t时,浸出效果没有明显变化,说明“金蝉”药剂用量为300 g/t已经达到理想的浸出效果。因此,确定在实验室中“金蝉”浸金的最佳条件如下:矿浆质量浓度为40%,药剂用量为300 g/t,磨矿细度(-200目占比)为65%,浸出时间为24 h。

### 2.2 工业试验浸出效果对比

在工业应用中,需要考虑经济效益和工作效率问题,浸出时间、矿浆浓度和磨矿粒度的选取与实验室试验有所不同。为了进一步确定“金蝉”药剂的浸出效果,为生产中替代NaCN工艺改造提供可靠的依据,在实验室小型试验的基础上开展了为期一个月、处理能力240 t/d小型炭浆厂的工业生产试验。试验过程中,保持矿浆pH≈11,并通过调节药剂用量分不同阶段进行,同时与以往使用NaCN的浸出效果进行对比,其结果如表4所示。

由表4可知,工业试验过程中指标变化与实验室小型试验结果保持一致,具有较高的可靠性。在使用“金蝉”药剂的整个工业试验过程中,浸出指标未出现大的波动,“金蝉”药剂用量与尾渣品位关系密切,药剂用量越高,尾渣品位越低。通过对表4数据进行分析,可得到如下结论:①“金蝉”替代NaCN浸金的使用过程指标平稳,无明显波动;②“金蝉”药剂与NaCN在相同的药剂用量(200 g/t)条件下,可以达到与NaCN相近的浸出率;③“金蝉”药剂用量为300 g/t时达到更为理想的浸出指标,当原矿品位为 $1.44 \times 10^{-6}$ 时,金浸出率高达89.87%,比药剂用量为200 g/t时的浸出指标提高1%左右;④增大药剂用量至400 g/t时,尾渣品位相比药剂用量为300 g/t时没有明显变化;另外,为了解矿浆温度对试验结果的影响,在试验过程中保持每班3次的矿浆温度测定频率,测定结果表明,昼夜矿浆温度变化仅在1℃左右,试验全程气候变化不大,矿浆温度保持在16℃左右,对浸出试验没有明显影响。

### 2.3 炭吸附效果对比

为了考察活性炭在不同药剂浸出液中对金的吸附选择性,在吸附时间为16 h、炭密度为15 g/L的条件下,对NaCN浸液和“金蝉”浸液的活性炭吸附效果进行了实验室试验,结果如表5所示。

由表5可以看出,使用“金蝉”药剂浸金,活性

炭的吸附效果与使用NaCN浸金时基本相同,不会产生不良影响。

### 2.4 载金炭解吸效果对比

为了考察不同浸金药剂对后续载金炭解吸的

影响,采用高温高压无氰解吸法对工业试验过程中的载金炭进行了解吸对比试验,结果见表6。由表6可知,使用环保药剂“金蝉”时,载金炭解吸效果与使用NaCN浸金时基本一致,无不良影响。

表4 工业试验浸出效果对比

Table 4 Comparison of leaching effect under industrial experiments

工业试验编号	“金蝉”用量/(g·t <sup>-1</sup> )	NaCN用量/(g·t <sup>-1</sup> )	磨矿细度(-200目占比)/%	矿浆质量浓度/%	原矿品位/(×10 <sup>-6</sup> )	浸出率/%
①	-	300	64.86	40	1.46	88.80
②	-	200	64.25	40	1.43	88.75
③	-	200	64.66	40	1.46	88.77
④	200	-	65.02	40	1.46	88.50
⑤	300	-	65.81	40	1.44	89.87
⑥	300	-	66.02	40	1.32	89.82
⑦	400	-	66.05	40	1.44	89.87

注:在工业试验中,每天进行试验的原矿品位并非固定,因此会出现波动,磨矿细度也会产生差异

### 2.5 “金蝉”与氰化钠毒性对比

环保药剂“金蝉”的一大优势就是低毒性,由上海化工研究院检测中心对“金蝉”药剂进行的毒性检测结果显示,“金蝉”对小鼠的急性经口毒性LD<sub>50</sub>值大于2 000 mg/kg BW,而NaCN对大鼠的急性经口毒性LD<sub>50</sub>值为6.44 mg/kg BW,以实际测定的急性经口毒性LD<sub>50</sub>为标准进行比较,“金蝉”药剂毒性约为NaCN的3.22‰。

表5 “金蝉”浸金与NaCN浸金的炭吸附效果对比  
Table 5 Comparison of carbon adsorption effects when leaching gold with Jinchan and NaCN

药剂名称	吸附时间/h	炭密度/(g·L <sup>-1</sup> )	尾液品位/(g·m <sup>-3</sup> )	吸附率/%
NaCN	16	15	0.017	98.51
金蝉	16	15	0.019	98.32

“金蝉”药剂低毒性可确保以下几点优势:①购买时审批流程简单,供货程序省时省力;②最大程度地避免中毒事故的发生,降低企业在安全环保方面承担的风险,且无需特殊防护要求,操作简便,降低企业运输和管理的成本;③不用配置保护碱,降低生产成本;④减轻了排放废水尾渣时安全管理的压力与成本,以及对周边环境的污染,改善了企业人员的工作和生活条件。

### 2.6 经济与环保效益对比

按照夏家店金矿年处理能力10万t原矿、NaCN

最佳用量为200 g/t、“金蝉”最佳用量为300 g/t(浸出率相比NaCN提高一个百分点)计算,进行技术经济指标对比分析,结果见表7。

表6 “金蝉”浸金与NaCN浸金的载金炭解吸指标对比  
Table 6 Comparison of desorption indexes of gold-loaded carbon when leaching gold with Jinchan and NaCN

药剂名称	载金炭品位/(×10 <sup>-6</sup> )	解吸时间/h	解吸贫碳品位/(×10 <sup>-6</sup> )	解吸率/%
NaCN	3 295.51	11	33.78	98.97
金蝉	3 270.01	11	32.87	98.99

由表7可知,单纯从药剂成本和浸出率考虑,与使用NaCN相比,使用“金蝉”药剂后每年可增加经济效益42.83万元。如果考虑处理NaCN尾矿使用的双氧水成本及使用“金蝉”带来的环保价值、安全价值、NaCN审批、运输、储存费用、公司安全管理成本等,使用“金蝉”药剂能够为企业带来更多隐形效益。

此外,在国家大力倡导“绿色发展”理念下,矿山企业安全环保形势日趋严峻,“金蝉”药剂的低毒性显现出了较大优势,其在黄金矿山具有很大的应用前景。

## 3 结论

(1) 夏家店金矿属于氧化矿,金粒度极细,品位较低,仅1.42×10<sup>-6</sup>,多为裸露和半裸露金。

表7 “金蝉”浸金与NaCN浸金的技术经济对比

Table 7 Comparison of technical and economic indicator when leaching gold with Jinchan and NaCN

药剂名称	年处理矿石量/( $\times 10^4$ t)	药剂用量/t	药剂价差/万元	节约药剂成本/万元	金回收增加效益/万元	合计增效/万元
NaCN	10	20	-	-	-	-
金蝉	10	30	1.25	9.6	33.23	42.83

注:后续吸附、解吸、冶炼综合回收率以90%计,金价按260元/g进行计算

(2)当药剂用量为200 g/t时,“金蝉”药剂与NaCN的浸出率相差不大,仅低0.18%;在“金蝉”用量为300 g/t、磨矿细度(-200目占比)为65%的条件下,获得了金浸出率达89.87%的良好指标,明显优于最佳条件下NaCN的浸金效果。

(3)使用“金蝉”药剂后,金的吸附与载金炭解吸效果同NaCN浸金基本相同,无不良影响。

(4)夏家店金矿年处理能力为10万t原矿,当“金蝉”药剂用量为300 g/t时,可增加经济效益42.83万元/年。而且,由于“金蝉”药剂的低毒性,将在运输、管理、环保和安全等方面产生更多隐形效益。

#### 参考文献(References):

- [1] 党晓娥,王璐,孟裕松,等.某环保药剂的浸金性能及贵液中金的活性炭吸附特性[J].黄金科学技术,2017,25(6):114-120.  
Dang Xiao'e, Wang Lu, Meng Yusong, et al. Performance of an environmental gold leaching agent and activated carbon adsorption characteristics of gold in the liquid [J]. Gold Science and Technology, 2017, 25(6): 114-120.
- [2] 殷璐,金哲男,杨洪英,等.我国黄金资源综合利用现状与展望[J].黄金科学技术,2018,26(1):17-24.  
Yin Lu, Jin Zhenan, Yang Hongying, et al. Present situation and forecast of gold resources utilization in China [J]. Gold Science and Technology, 2018, 26(1): 17-24.
- [3] Lei S B, Qing M, Niu C Y, et al. Current gold prospecting in China [J]. Acta Geologica Sinica, 2016, 90(4): 1298-1320.
- [4] 周衍波,代淑娟,朱巨建.氧化提金工艺现状及非氰提金工艺的应用前景[J].有色矿冶,2016,32(2):28-31.  
Zhou Yanbo, Dai Shujuan, Zhu Jujian. Status of gold extraction by cyanidation and application prospects of gold extraction by non-cyanidation [J]. Non-ferrous Mining and Metallurgy, 2016, 32(2): 28-31.
- [5] Oraby E A, Eksteen J J, Tanda B C. Gold and copper leaching from gold-copper ores and concentrates using a synergistic lixiviant mixture of glycine and cyanide [J]. Hydrometallurgy, 2017, 169: 339-345.
- [6] 王硕.甘肃某金矿浸金工艺试验研究[J].黄金科学技术,2017,25(4):122-127.  
Wang Shuo. Experimental study on gold leaching process of a gold mine in Gansu Province [J]. Gold Science and Technology, 2017, 25(4): 122-127.
- [7] Konyratbekova S S, Baikonurova A, Akcil A. Non-cyanide leaching processes in gold hydrometallurgy and iodine-iodide applications: A review [J]. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 2015, 36(3): 198-212.
- [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 Yi. Experimental study and production practice of one environmental friendly reagent in whole-ore CIP process [J]. Gold, 2013, 34(5): 52-53.
- [9] 宋坤,张呼生,张志华,等.环保药剂在炭浸法提金中的应用[J].现代矿业,2017(3):170-171.  
Song Kun, Zhang Husheng, Zhang Zhuhua, et al. Application of environmental reagent in extraction of gold by carbon-in-pulp leaching [J]. Modern Mining, 2017(3): 170-171.
- [10] Tanrıverdi M, Mordoğan H, İpekoğlu Ü. Leaching of Ovacık gold ore with cyanide, thiourea and thiosulphate [J]. Minerals Engineering, 2004, 18(3): 363-365.
- [11] Zheng S, Wang Y Y, Chai L Y. Research status and prospect of gold leaching in alkaline thiourea solution [J]. Minerals Engineering, 2005, 19(13): 1301-1306.
- [12] Örgül S, Atalay Ü. Reaction chemistry of gold leaching in thiourea solution for a Turkish gold ore [J]. Hydrometallurgy, 2002, 67(1): 71-77.
- [13] 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.  
Lü Chaofei, Dang Xiao'e, Yun Yaxin, 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.

[14] 郭鹏志,邱沙,吴艺鹏,等.采用环保“金蝉”药剂浸出老挝某金矿石试验研究[J].中国矿业,2015,24(12):131-135,141.

Guo Pengzhi, Qiu Sha, Wu Yipeng, et al. Experimental study on a gold ore in Laos with environment-friendly Jinchan leaching reagents [J]. China Mining Magazine, 2015,24(12):131-135,141.

[15] 叶兴旺.国外某含砷金精矿浸金工艺研究[J].现代矿业,2014(8):59-60.

Ye Xingwang. Study on leaching process of a gold concentrate containing arsenic in foreign country [J]. Modern Mining, 2014(8):59-60.

[16] 佟红格尔,樊丽丽,朱照照,等.石英脉型金矿非氰浸出试验研究[J].内蒙古科技与经济,2015(22):62-63.

Tong Honggeer, Fan Lili, Zhu Zhaozhao, et al. Experimental study on non-cyanide leaching of a quartz vein type gold ore [J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2015(22):62-63.

## Treatment of Xiajiadian Gold Mine with Environment-friendly Reagent Jinchan as a Substitute for Sodium Cyanide

LI Hefu<sup>1</sup>, SUN Hao<sup>1</sup>, YE Guohua<sup>2</sup>, QUE Xiaofeng<sup>1</sup>, WANG Yawei<sup>1</sup>, CHEN Yang<sup>1</sup>, CHEN Bin<sup>1</sup>

1. Shanyang Qinding Mining Co., Ltd., Shangluo 726400, Shaanxi, China;

2. Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan, China

**Abstract:** Environmental-friendly reagent Jinchan was used as a substitute for sodium cyanide to treat Xiajiadian gold mine, and the leaching effect of Jinchan and sodium cyanide was compared. The results showed that the leaching rate of Jinchan and sodium cyanide was 88.55% and 88.73% respectively, which was basically the same when the dosage of reagents was 200 g/t; When Jinchan dosage was 300 g/t, the leaching rate of 89.87% could be obtained, which was obviously better than the leaching effect of sodium cyanide under the optimal conditions; When using Jinchan, the adsorption and desorption effects were the same as that of sodium cyanide, with gold desorption rate of 98.99% and 98.97%, respectively; Jinchan as a substitute for sodium cyanide, could significantly improve technical and economic indicators, and moreover, in view of the non-toxicity of Jinchan, the invisible benefits of transportation, management, environmental protection and safety also would be obtained.

**Key words:** gold; cyanidation; non-cyanidation; environment-friendly reagent; leaching; absorption; desorption

### 澳大利亚发现世界级大金矿

据中国黄金网2018年9月25日报道,加拿大矿业公司RNC在西澳大利亚发现了价值超1500万澳元的金矿,地质学家甚至表示,“这是一个世纪才会出现一次的大发现”。消息传出后,RNC的股票在多伦多证券交易所收盘暴涨94%。

据澳大利亚ABC新闻报道称,加拿大矿业公司RNC Minerals在西澳大利亚的Beta Hunt(贝塔·亨特)矿区发现了罕见的金矿,4天内已开采出价值逾

1500万澳元的黄金。该公司表示,在过去一周,他们已经开采了9250盎司的高品位粗金,其中包括据称可能是有史以来最大的黄金发现之一的黄金镶嵌岩石。

塔斯马尼亚大学的地质学教授Ross Large更是对英国《金融时报》表示,这是一个惊人的发现,更可能是澳大利亚金矿区的世纪大发现,并称这极有可能引发澳大利亚新一轮勘探热潮。

(来源:中国黄金网)