

吉林某难处理含铜金精矿硫脲浸金试验研究

马龙

(厦门紫金矿冶技术有限公司, 福建 厦门 361101)

摘要:针对吉林某难处理含铜金精矿进行了硫脲浸金试验研究,考察了硫脲用量、硫脲浓度、三价铁离子浓度和浸出时间等因素对浸金效果的影响。试验结果表明,在矿浆液固比为 4:1,矿浆 pH 值为 1,硫脲用量 160kg/吨,常温浸出 8h 金的浸出率可由全泥氰化浸出的 57.14% 提升至 91% 以上。浸金过程中铜的浸出率保持在 2.5% 以下,铜浸出较少。

关键词:硫脲;金精矿;黄铜矿;浸出

中图分类号:TF111.31 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2011)04-0018-04

氰化法是目前最广泛使用的浸金工艺方法,由于氰化物有剧毒,对环境危害较大。金的溶解动力学较慢,而且对低品位矿或难处理金矿,氰化物浸出试剂消耗过大或受其他伴生金属元素的影响严重,浸出效果差。

针对氰化法的这些不足,非氰化浸金提金技术的研究得到了迅速发展。硫脲提金是目前较好的非氰浸金工艺,在许多国家已经进入工业生产阶段^[1]。硫脲浸金法的主要特点是无剧毒,浸金过程中溶金速度快,干扰离子少,不受 Cu、Pb、As、Ti 等金属离子的干扰^[2]。

硫脲(H₂NCSNH₂,以下简称 TU)易溶于水,可以与多种金属离子形成配合物。硫脲具有还原性,在酸性溶液中可被氧化为二硫甲脒((SCN₂H₃)₂),在有其他氧化剂(如 O₂, Fe³⁺)存在时,金能强烈地与硫脲形成配位阳离子而迅速溶解。在氧化剂存在的条件下,硫脲浸金的溶金过程实质上是一个电化学氧化还原过程,金的浸出率与氧化还原电势、溶液 pH 值和硫脲浓度等诸多因素有关^[3-6]。同时,从反应热力学和动力学角度考虑,浸出过程中还可以控制矿浆中金浓度在最低值,以促使反应向溶金方向进行;通过磁场、超声波等强化手段,增快溶金反应中控速步骤即扩散过程的反应速度,以提高金的溶解速度及浸出率^[7]。

针对难处理含铜金精矿进行直接硫脲浸金试验

研究,考察各因素对浸金效果的影响,获得了较好的浸金效果。

1 试验原料及检测方法

1.1 矿石性质

矿石化学多元素分析见表 1,矿物种类及含量见表 2,金的物相分析结果见表 3。

表 1 含铜金精矿的主要元素化学分析结果 /%

Au*	Ag*	Cu	总 S	TFe	SiO ₂	Al ₂ O ₃
41.20	69.63	13.03	28.83	28.71	14.76	5.34

* 单位为 g/t

表 2 含铜金精矿中主要金属矿物种类及含量

矿物种类	黄铜矿	方黄铜矿	黄铁矿	铜蓝
含量 /%	40	2	10	5

表 3 含铜金精矿中金的物相分析结果

化学物相	自然金	硫化物包裹金	碳酸盐包裹金	硅酸盐包裹金	合计
含量 /g·t ⁻¹	27.89	7.36	5.50	0.34	41.09
占有率 /%	67.88	17.91	13.38	0.83	100.00

从表 3 可知,金主要以自然金形式存在,约占总金量的 68%。其余金以包裹金、裂隙金的形式赋存于其他金属矿物中,特别是存在于黄铜矿中的这部分金难以通过常规氰化工艺进行回收,属于难处理

收稿日期: 2010-11-22

基金项目: 福建省科技厅科技计划项目资助 (201H7018)

作者简介: 马龙 (1982-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事湿法冶金工艺、矿物材料开发研究。

金矿。有研究表明,该精矿直接全泥氰化 72h, NaCN 耗量为 34kg/t 金浸出率仅为 57.14%。

1.2 检测方法与试验试剂

主要检测水样中金、铜、三价铁离子及渣样中金、铜等元素,具体检测方法见表 4。

表 4 试验元素检测方法

检测种类	检测元素	检测方法	仪器
水样	Au	原子吸收	AAZ-2000
	Cu	ICP	2100DV
	Fe ³⁺	原子吸收	AAZ-2000
渣样	Au	原子吸收	AAZ-2000
	Cu	ICP	2100DV

试验中采用的主要试剂有硫脲、三氯化铁、硫酸,均为分析纯。

2 酸性硫脲浸金试验方法

取矿石粒度为 -400 目 97% 的精矿样品 100g 按一定的液固比倒入烧杯中,加入一定量的 FeCl₃, 用 1:1 的硫酸调矿浆 pH 至设计值,然后再加入一定量的硫脲,在室温 (20℃) 条件下将烧杯置于 JJ-3 控温定时电动搅拌器上搅拌浸出。在浸出过程中,根据矿浆 pH 的变化补加硫酸使矿浆 pH 稳定在设计值。浸出结束后,用 XTLZ 型多用真空抽滤机进行固液分离,并用 pH 值为 2 的酸水 600mL 分四次洗涤浸渣,浸渣烘干称重、滤液计量,浸渣和滤液取样送化验分析,考察金的浸出行为。

3 试验结果与分析

3.1 酸性体系硫脲浸金探索试验

首先对酸性体系硫脲浸金的硫脲用量、三价铁离子浓度、浸出时间进行了条件探索试验。

试验固定条件为:矿浆液固比为 4:1;矿浆 pH 值为 0.5;浸出温度为室温 (20℃)。正交试验结果见表 5。

表 5 探索试验结果

TU 用量 ₁ /kg·t	Fe ³⁺ 浓度 /%	浸出时间 /h	金浸出率 /%
20	0.2	4	30.51
20	0.5	8	3.19
80	0.2	8	82.75
80	0.5	4	75.71

从表 5 可以看出,在硫脲用量为 80kg/t 初始三价铁离子浓度 0.2%、浸出时间为 8h 条件下,具有较高的金浸出率。由正交试验极差分析方法可知,对金浸出率影响最大的因素是硫脲用量, I(TU) = 62.38; 其次是三价铁离子加入量, I(Fe³⁺) = -17.18; 时间因素对金浸出率的影响相对较小。即较高的硫脲用量、较低三价铁离子浓度和较长的浸出时间,有利于金浸出率的提高。后续条件试验将在此基础上展开。

3.2 硫脲用量和浓度条件试验

对硫脲浸金过程中最重要的因素硫脲用量进行了条件试验。

试验固定条件为:矿浆 pH 值为 1; 三价铁离子浓度为 0.2%; 浸出时间为 8h; 浸出温度为室温 (20℃)。由于在一般硫脲浸金试验中硫脲用量在理论用量的 3400 倍左右^[1], 试验选取在 2500 倍用量 (80kg/t) 到 5000 倍用量 (160kg/t) 范围内进行硫脲用量条件试验, 试验结果见表 6。

表 6 硫脲用量和浓度条件试验结果

TU 用量 ₁ /kg·t	液固比	TU 浓度 ₁ /g·L	金浸出率 /%
80	4:1	20	86.56
100	4:1	25	87.94
120	4:1	30	88.91
160	4:1	40	90.40
80	2:1	40	88.55

从表 6 可以看出,通过加大硫脲用量,可以有效地提高金的浸出率,在矿浆液固比为 4:1, 硫脲用量为 160kg/t 可以得到高于 90% 的金浸出率。

同时,考察了硫脲浓度对金浸出的影响。在硫脲用量 80kg/t 条件下,将矿浆液固比由 4:1 调整为 2:1, 以此将矿浆中硫脲浓度由 20g/L 提高到 40g/L, 可使金的浸出率由 86.6% 提高至 88.5%。

但对比硫脲浓度同为 40g/L 条件的试验可以发现,硫脲用量从 80kg/t 增至 160kg/t 时,仍可使金的浸出率由 88.5% 提高至 90.4%。

由此可见,在硫脲浸金过程中,金的浸出效果与体系中硫脲总量密切相关,硫脲用量越大,金的浸出率越高;即使实际加入量已远大于理论用量时(理论用量的 2500 倍以上),继续增加硫脲用量,仍能够进一步提高金的浸出率;在相同硫脲用量条件下,提高矿浆中的硫脲浓度也有利于提高金的浸出率。同

时,反应中消耗的硫脲占硫脲用量的一部分,溶液中仍有大量硫脲剩余。

3.3 初始三价铁离子浓度条件试验

在硫脲浸金过程中,三价铁离子一方面作为氧化剂参与溶金反应,另一方面也将矿浆中的硫脲直接氧化,加大了硫脲的消耗。因此,进行了初始三价铁离子浓度条件试验。

试验固定条件为:矿浆液固比为 4:1;矿浆 pH 值为 1;TU 用量为 160kg/t 浸出时间为 8h 浸出温度为室温 (20℃)。

三价铁离子添加量条件试验的试验结果见图 1。

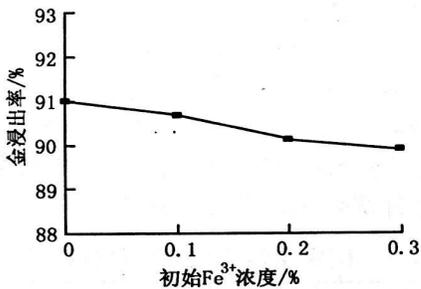


图 1 初始三价铁离子浓度试验结果

从图 1 可以看出,随着三价铁离子浓度的减少,金的浸出率有序升高,不添加三价铁离子时,金的浸出率最高,达到 91% 以上。

这表明矿浆体系本身氧化还原电势较高,能够在不添加额外氧化剂的条件下完成硫脲浸金的反应;添加三价铁离子后,由于氧化还原电势过高,加大了硫脲氧化分解的程度,反而影响了金的浸出效果。

3.4 浸出时间条件试验

在固定条件为:矿浆 pH 值为 1;TU 用量为 160kg/t 浸出温度为室温 (20℃) 的条件下,进行浸出时间试验研究。

试验结果表明,当浸出时间由 8h 延长至 24h,金浸出率由 91.00% 提高至 91.47%,仅提高约 0.5 个百分点,金的浸出率指标并没有显著提高。

由此可见,硫脲浸金过程中,反应速度较快,在 8h 内基本完成绝大部分反应,延长浸出时间,金的浸出效果并无显著提高。

最终确定硫脲浸金工艺较优试验参数为硫脲用量为 160kg/t 矿浆液固比为 4:1 矿浆 pH 值为 1,不

额外添加三价铁离子,浸出时间为 8h 浸出温度为室温 (20℃)。

3.5 金铜选择性浸出对比试验

由于在含铜金精矿浸金过程中,铜与金会产生竞争吸附,从而增加药剂耗量,同时过多的铜进入后段金回收工艺,会增加载金炭解吸成本。考察了浸金过程中对金铜的浸出选择性,对比了全泥氰化工艺和硫脲浸金工艺中对金铜的选择性浸出情况,对比试验结果见表 7。

表 7 金铜的选择性浸出对比试验结果

试验编号	浸出时间/h	金浸出率/%	铜浸出率/%
全泥氰化	72	57.14	14.93
硫脲浸金	8	91.00	2.41

含铜金精矿中铜矿物主要类型为黄铜矿,属于常规条件较难浸出的铜矿石。从表 7 可以看出,直接全泥氰化试验中铜的浸出率达到 14.93%,即全泥氰化条件对铜金的浸出没有选择性,而硫脲浸金条件下,铜的浸出率仅为 2.41%,硫脲浸金条件对金的选择性较好。

4 结 语

对吉林某难处理含铜金精矿直接硫脲浸出,在矿浆液固比为 4:1 矿浆 pH 值为 1,硫脲用量 160kg/t 时,常温 (20℃) 浸出 8h 金的浸出率可由全泥氰化浸出的 57.14% 提升至 91% 以上。含铜金精矿的硫脲浸金过程中铜浸出较少,铜的浸出率保持在 2.5% 以下,对金的浸出回收及后续铜的回收工艺影响较小,试验中硫脲用量 160kg/t

硫脲浸金工艺金浸出效果较好,可以作为难处理含铜金精矿的提金工艺。但药剂用量较大,还需要进行更详细的浸出添加剂研究以及循环浸出工艺研究,以降低硫脲耗量、充分利用残余药剂、降低生产成本。

参考文献:

- [1] 鲁志祥,王英滨,陈力平. 硫脲浸金的现状和发展前景 [J]. 黄金, 2003, 24(7): 34-38.
- [2] 程东会, 李国斌, 张晓燕, 等. 含铜金精矿选择性浸金研究 [J]. 黄金, 2009, 30(3): 43-46.
- [3] N. Gönen. Leaching of finely disseminated gold ore with cyanide and thiourea solutions [J]. Hydrometallurgy, 2003, 69: 169-176.

[4] D. S. R. Murthy, Vinod Kumar K. V. Rao. Extraction of gold from an Indian low-grade refractory gold ore through physical beneficiation and thiourea leaching [J]. Hydrometallurgy, 2003, 68: 125—130.

[5] 刘建, 闫英桃, 曹成东. 一种新的添加剂 (Re-1) 在硫脲浸金中的应用 [J]. 贵金属, 2001, 22(2): 20—24.

[6] D. S. R. Murthy, P. M. Prasad. Leaching of gold and silver from Miller Process dross through non-cyanide leachant [J]. Hydrometallurgy, 1996, 42: 27—33.

[7] 王艳丽, 黄英. 硫脲提金技术发展现状 [J]. 湿法冶金, 2005, 24(1): 1—4.

Extraction of Gold from a Refractory Gold Concentrate Containing Chalcopyrite by Thiourea Leaching in Jilin

MA Long

(Zijin Mining and Metallurgy Technology Co., Ltd., Xiamen, Fujian, China)

Abstract: Experimental research on thiourea leaching of gold was carried out on a refractory gold concentrate which contains chalcopyrite, investigating the effects of dosage and concentrate of thiourea, ferric ion and leaching time on gold leaching. When the ration of liquid to solid is 4:1, pH value is 1 and leaching time is 8h under the usual temperature, the leaching rate of gold is improved from 57.14% to 91%. During the course the leaching rate of copper is less than 2.5%, which has little influence on gold recovery and the following copper recovery.

Key words: Thiourea; Gold concentrate; Chalcopyrite; Leaching

皖南新发现一中型钨钼矿床

由《中国国土资源报》获悉,华东冶金地质勘查局物探队经过 2 年勘查,在安徽祁门县粒七湾地区初步探明一座钨钼矿床,其中钨金属量 20452.2 吨,平均品位 0.139%,达中型规模,钼金属量 7173.5 吨,平均品位 0.044%,达小型规模。

粒七湾钨钼矿位于祁门县西南约 40 千米处,地处皖南钨钼金多金属成矿区西部。现初步查明,该矿床明显具斑岩型矿床特征,矿体赋存于岩体内部,矿化与岩体内部石英细脉和微裂隙密切相关,矿石类型为细脉浸染型,与同处祁门县的东源大型钨矿极为相似,该矿床可能成为继东源钨矿之后皖南地区又一重大找矿突破。

中铝公司与力拓集团成立合资公司深度勘探开发中国铜煤等资源

由《中国国土资源报》获悉,6 月 1 日,中国铝业公司与力拓集团在京签订正式协议,共同出资成立合资勘探公司,这标志着中铝公司和力拓集团在勘探领域进入实质性合作阶段。根据协议,在新成立的合资公司中,中铝公司将拥有 51% 的股权,力拓将拥有 49% 的股权,新公司的总部将设在北京。合资勘探公司以寻找世界级矿产资源为目标,致力与中国境内铜、煤炭、钾肥等资源的深度勘探与开发。

近年来,中铝公司在国际化经营、全方位深度结构调整和战略转型中,明确了着力打造最具成长性的世界一流矿业公司的目标,在世界 20 多个国家和地区广泛开展业务,与多家知名跨国公司成功合作。目前,中铝公司已成为力拓公司最大的单一股东。