维普资讯 http://www.cqvip.com

第27卷第2期
2005年6月

甘 肃 冶 金
GANSU METALLURGY

Vol. 27 No. 2
Jun. ,2005

文章编号:1672-4461(2005)02-013-03

含金矿石的机械活化浸出工艺研究

王 越[1],李 骞[2]

(1. 西北矿冶研究院 冶金新材料研究所,甘肃 白银 730900; 2. 中南大学 资源生物学院,湖南 长沙 410083)

摘 要:本文进行了机械活化法强化氰化浸金的研究。对现场生产中需要采用两段共48 h浸出的金精矿,采用磨浸仅3 h即可达到53%以上的浸出率,若辅以过氧化氢和氨水联合助浸,则磨浸2 h即可达近70%的浸出率。在此基础上,提出了磨浸-搅拌联合浸出的工艺路线,磨浸1 h后再搅拌12 h即可达93%以上的浸出率,极大地加快了浸金速率,缩短了浸金时间。为氰化浸金这一传统工艺提供了一条崭新的发展思路。

关键词:氰化;浸出;机械活化;金矿石

中图分类号:TF803.21 **文献标识码**:A

作为当今最重要的提金方法,氰化法具有工艺成熟、流程简单、回收率高、对矿石适应性强以及成本低等优点。然而,氰化法也有浸出周期过长的不足之处。这主要是因为氰化浸金过程中充当浸出剂的CN^-和O_2由液相扩散到达金粒表面的速度比较慢,从而造成整个过程的反应速度缓慢。

近年来,机械活化在强化湿法冶金过程中的作用逐渐被人重视。矿物经机械活化后,反应性增强,可大大强化浸出过程。同时,过氧化氢、氨水作为助浸剂在国内外也有研究报道。本研究基于对机械活化浸金工艺的认识,以某含铜浮选金精矿为对象进行了试验研究,旨在对氰化浸金过程中的强化措施进行一些探索,从而为提高浸金效率寻找一些新的突破口。

1 原料性质与试验研究方法

氰化浸金试料为某浮选金精矿,Au、Ag品位比较高。浮选金精矿多元素分析结果见表1。此外,较高含量的磁黄铁矿、白铁矿和辉铜矿、斑铜矿分别属于快速氧化铁和氰化易溶铜,对氰化过程有严重危害。

表1 含铜金精矿多元素分析结果(%)

元素	Au	Ag	Cu	Fe	S	Zn	Pb
含量	57.8 g/t	1 020 g/t	1.05	31.10	38.20	1.37	0.47

试验中所用试剂主要有氰化钠、生石灰、过氧化氢和氨水。氰化钠为化学纯试剂,使用时配成一定浓度的溶液添加。生石灰为分析纯试剂,经研钵研磨后使用。氨水为化学纯试剂,NH_3含量25%~28%,浓度0.9 g/mL。过氧化氢为分析纯试剂,浓度30%左右,密度1.1 g/mL。

本试验的主体设备是XMQ-Φ150×50锥型球磨机和XJT型搅拌机。球磨机的转速112 r/min,容积1 L,入料粒度要求小于3 mm,出料粒度小于0.074 mm。辅助设备有pHS-3C型酸度计、真空抽滤机、FH-1型烘箱等。

试验时,称取原料100 g,置于球磨机内,加入适量的生石灰(调pH至11左右)和一定量的氰化钠和(或)过氧化氢和(或)氨水。然后根据试验要求,磨浸一定时间,浸出后过滤,滤液进行无毒处理,滤饼采用电热干燥箱干燥。采用原子吸收光谱法对浸出渣和滤液进行分析。通过计算确认金属平衡后,按下式计算金的浸出率:

金的浸出率(%)=(1-浸出渣量×渣中金的品位/原矿重量×原矿中金的品位)×100

2 结果与讨论

2.1 常规氰化法浸金

称取100 g矿样置于球磨机内,加200 mL水,磨矿细度至99.50%-200目。然后取出放入搅拌槽内搅拌浸出,浸出条件为NaCN浓度0.25%、pH值11左右。试验结果见图1。常规浸金浸出时间比较长,效率比较低,搅拌浸出24 h,浸出率才达47.74%。

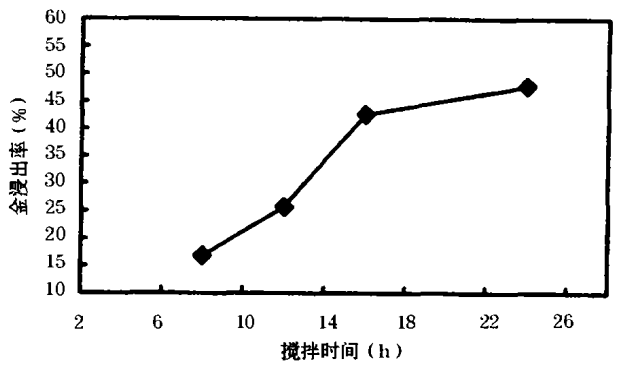


图1 常规浸金中搅拌时间试验结果

2.2 机械活化浸出

根据文献报道,机械活化可以增强矿物的反应性,强化

蓝野监理 LANYE SUPERVISION E-mail:GSLYJL@126.com Tel: 0931-8768963

维普资讯 http://www.cqvip.com

浸出过程。若在氰化浸金中采用机械活化法，或许能解决其浸出时间长的问题。基于此，作者对金的机械活化浸出进行了一定的研究。

2.2.1 基准磨浸试验

磨浸时间对机械活化浸金的影响见图2。随着磨浸时间的延长，金的浸出率增加。磨浸3 h金浸出率可达53.37%，比常规浸出24 h(浸出率47.74%)高出了5.6%。这是因为磨浸使矿粒变细，金粒充分暴露，金的总表面积增大，且其表面总是保持新鲜，消除了不溶杂质或固体反应物膜的阻碍作用，CN^-和O_2容易扩散到金粒表面与之反应，使金浸出过程大大强化，提高了浸出效率。

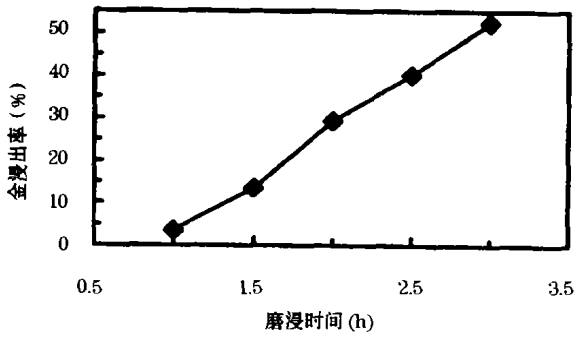


图2 磨浸时间对机械活化浸金的影响

初始NaCN浓度0.25%，液固比2:1

矿浆浓度对浸金的影响见图3。矿浆浓度对浸金影响较大，随矿浆浓度的减小金浸出率增大。这是因为溶液浓度减小，溶液黏度减小，有利于CN^-和O_2扩散，金浸出率就提高。但提高液固比，就需要大容积的浸出设备，且液固分离困难。所以，在以后的试验中液固比选为2:1。

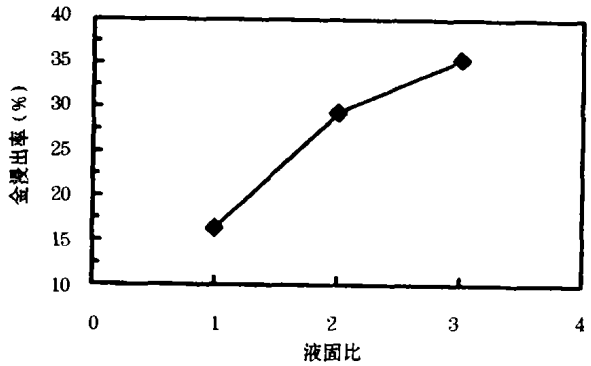


图3 液固比对浸金的影响

初始NaCN浓度0.25%，液固比2:1

氰化物浓度与金浸出率的关系见图4。氰化钠浓度的增大，对金浸出率影响并不明显。据文献报道，氰化浸出剂中氰根浓度与溶解氧浓度的比值为4.6~7.4时，金的溶解速度达最大值。由此可知，在试验所采用的氰化钠浓度范围内，氰化物浓度较氧的浓度高，控制因素是氧浓度，要继续提高金浸出率，就要补充氧化剂。

2.2.2 助浸剂的研究

为了加快金浸出率，德国Degussa公司在1987年提出了以H_2O_2为氰化浸出的液体氧化剂的PAL工艺。试验通过考察过氧化氢在磨浸中的应用效果发现，见图5。矿浆中加入

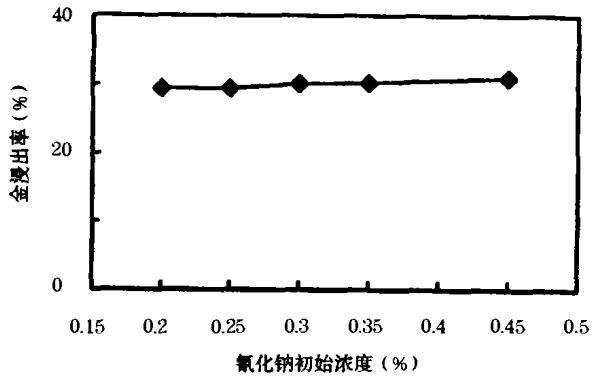


图4 氰化物浓度对机械活化浸金的影响

磨浸时间2 h

适量过氧化氢可以大大提高磨浸效率，缩短磨浸时间。但是由于H_2O_2的强氧化性，过量的H_2O_2会将溶液中的CN^-氧化成无用的氰酸盐，降低CN^-的浓度，使金溶解速度减慢，且金浸出后，还有少量的H_2O_2过剩，这些过剩的H_2O_2会将$Au(CN)_2^-$破坏，导致金的浸出量减少。可见，如何控制好H_2O_2浓度是该法助浸的关键。

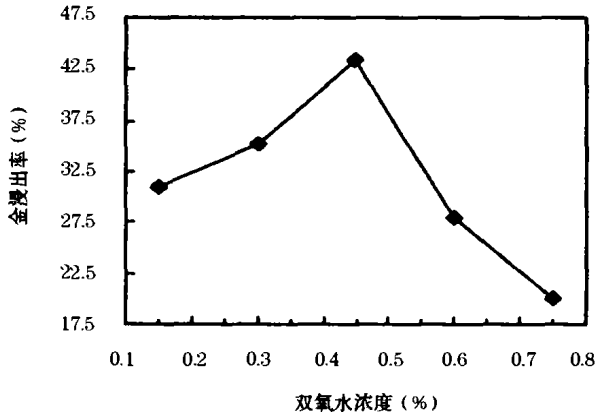


图5 矿浆初始过氧化氢浓度对浸金的影响

磨浸时间2 h，初始NaCN浓度0.25%

由于矿样中含有大量的黄铜矿，以及少量的斑铜矿和辉铜矿。它们都属于氰化易溶铜，在氰化过程中，既消耗氰化物，又消耗溶解氧，降低了溶液中氰化物和氧的浓度，从而使金溶解速度降低，金浸出率也降低。研究和实践证明：氰-氨体系可从含铜金矿石中选择性浸出金，即氨水与铜反应，而氰根离子CN^-直接与金反应，从而加速了金的溶解。

矿浆中氨水初始浓度对浸金的影响见图6。从图可知，矿浆中加入适量氨水可以大大提高磨浸效率。这是因为NH_3优先与铜发生络合反应，使得氰根离子直接参与金的浸出反应；又加上$Cu(NH_3)_4^{2+}$的电化学催化作用，提高了金的浸出速度及金的浸出率。但氨浓度过高，使得矿浆pH增大，从而影响金的浸出。

从以上试验结果可以看出，加入适量的氨水或过氧化氢都有利于金的浸出。如果二者同时加入氰化体系，有可能同时实现二者的助浸作用，进一步提高金的浸出率。

图7示出了不加助浸剂、只添加过氧化氢以及和氨水联合助浸时，氰化钠初始浓度对氰化浸金的影响。当用H_2O_2

蓝野监理 LANYE SUPERVISION E-mail:GSLYJL@126.com Tel: 0931-8768963

维普资讯 http://www.cqvip.com

助浸时,氰化钠浓度增加,金的浸出率提高。这说明加入 H_2O_2 后,提高了氧的浓度,扩散速度又受氰根离子浓度控制,所以随着氰化钠浓度的升高金的浸出率升高。联合助浸时,其规律同不使用助浸剂时基本一样,但金的浸出率高出了 50% 左右。结合过氧化氢助浸下氰化物浓度变化规律说明,铜与氨水反应从而释放出与之反应消耗的氰根离子,氰浓度相应提高,加上 $Cu(NH_3)_4^{2+}$ 的电化学催化作用,所以金的浸出率大大提高。

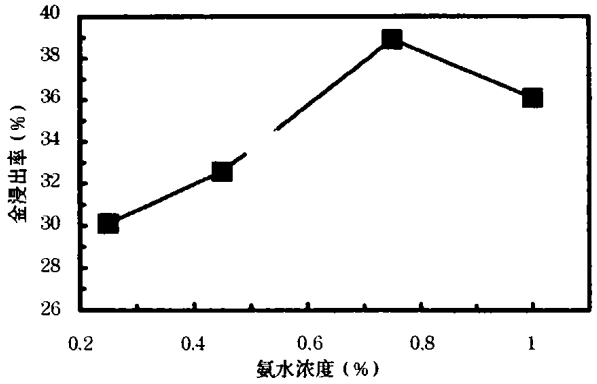


图 6　矿浆中氨水初始浓度对浸金的影响

初始 NaCN 浓度 0.25%,磨浸时间 2 h

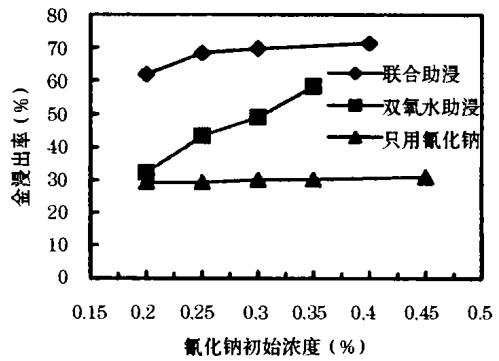


图 7　联合助浸初始氰化钠浓度对浸金的影响

初始浓度 H_2O_2 0.45%,$NH_3 \cdot H_2O$ 0.75%,磨浸时间 2 h

2.3　磨浸 - 搅拌浸联合浸金研究

磨浸 2 h 后,尾矿中金的品位还较高(10.5 g/t),约有 30% 的金未被浸出。这时,再继续磨浸,金的浸出速率就比较小,浸出率的增加也不明显,而且细化越厉害,矿浆黏度越大,造成贵液与尾渣难以分离。所以,作者提出了磨浸 - 搅拌浸联合浸出工艺。磨浸 - 搅拌浸联合浸金试验结果见图 8。由边磨边浸 1 h 和只磨 1 h 不加浸出剂的结果对比可知,磨浸对磨浸 - 搅拌浸联合浸金出影响特别明显。只磨不浸,搅拌浸时金粒表面失去了机械活化作用,矿物反应性剧烈下降,降低了浸金动力学速度,所以金浸出率低。

从图中还可看出,磨浸 2 h,搅拌浸出速率最小,磨浸 1 h,搅拌浸出速率最大。这说明磨浸与矿粒细度有关。当矿粒越细(即磨浸时间越长),金充分暴露且总表面积增大,浸出速率提高;浸出时间增大,相应浸出率就高(从搅拌时间为零的浸出率可以看出),因此,磨浸时间越长越好。但当搅拌浸出时,矿粒越细,反而影响金的浸出速率和浸出率。这

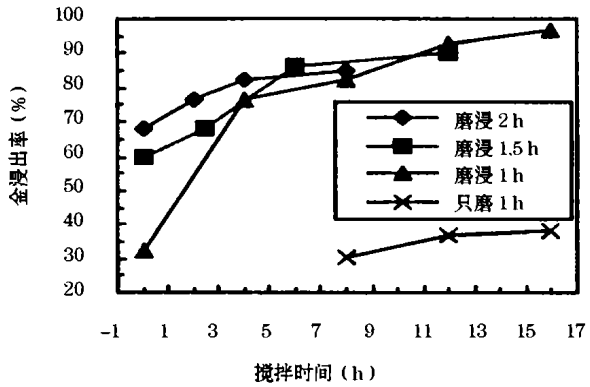


图 8　搅拌浸金时间对浸金的影响

磨浸和搅拌浸:初始浓度 H_2O_2 0.45%,$NH_3 \cdot H_2O$ 0.75%,NaCN 0.25%;液固比 5:1

是由于磨浸时间越长,矿粒越细,杂质离子也溶解越多,搅拌浸出时与 CN^- 和 O_2 反应的速度大大削弱了与金的反应,且细化后,黏度增大,从而增大了 CN^- 和 O_2 的扩散阻力,所以溶金速度降低。因此,在磨浸 - 搅拌浸联合采用时,一定要注意磨矿细度,防止过度细化给搅拌浸金带来的危害。

3　结论

(1)把机械活化技术应用于氰化浸金中,强化了浸出过程,从而提高了浸出速率,大大缩短了浸出时间。

(2)在矿浆中加入适量过氧化氢和氨水可以提高金的浸出速率,强化了机械活化浸出效果。

(3)磨浸 - 搅拌浸联合浸金,既消除了机械活化浸金时间的不足,又克服了搅拌浸时间长的缺点。大大提高了浸金效率。但在时间匹配方面一定要谨慎。

参考文献:

[1] 赵中伟,赵天从,李洪桂,等. 机械活化对硫化锌精矿浸出动力学的影响[J]. 有色金属,1995,47(2):81 ~ 83.

[2] 赵中伟. 固体机械力学[J]. 湖南有色金属,1995,11(2):44 ~ 48.

[3] 刘亚川,谷晋川. 金矿氰化浸出强化技术研究[J]. 矿产综合利用,1999(2):11 ~ 15.

[4] 张金叶,王晓飞,陈金武. 过氧化氢在氰化法浸金中的应用[J]. 黄金,1991,12(12):42 ~ 44.

[5] 张九辉,刘　惠. 过氧化氢助浸小型试验和半工业试验[J]. 黄金,1996,17(6):45 ~ 46.

[6] 陈　卫. 浅谈过氧化物助浸氰化提金[J]. 黄金,1997,18(8):35 ~ 37.

[7] 胡春融. 黄金选冶技术发展评述[J]. 黄金,2000,21(1):29 ~ 37.

[8] 夏光辉,石　伟,吴林荣,等. 碱性催化剂催化氧化含砷难处理金矿的理论及工艺研究[J]. 黄金,1996,17(2):27 ~ 33.

[9] 姜　涛. 提金化学[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,1998.

[10] L Guzman, M Segarra. Gold cyanidation using hydrogen peroxide [J]. Hydrometallurgy, 1999, 52: 21 ~ 35.

收稿日期:2005-01-05

作者简介:王　越(1976-),助理工程师。

蓝野监理 LANYE SUPERVISION E-mail:GSLYJL@126.com Tel: 0931-8768963