

氢氧化钠浸出含砷金矿中砷

马红周¹, 燕 超¹, 王耀宁¹, 仵宇轩¹, 张向昭²

(1. 西安建筑科技大学 冶金工程学院, 陕西省冶金工程技术研究中心, 陕西省黄金与资源重点实验室, 西安 710055;
2. 灵宝黄金股份有限公司, 河南 灵宝 472500)

摘 要: 随着易处理金矿的减少, 含砷金矿已成为金提取的重要资源, 但砷对金浸出有不利影响, 需要在浸金之前进行去除。进行了氢氧化钠溶液浸出金矿中砷的研究, 考察了浸出时间、氢氧化钠用量及液固比等因素对金矿中砷浸出的影响。氢氧化钠溶液可以将金矿中的 FeAsS 及 AsS 分解为 FeS_2 和 As_2O_3 , 通过正交实验及单因素实验获得了较优的砷浸出条件。在温度 100°C 、氢氧化钠用量 500 kg/t 、浸出时间 2.5 h 、液固比 $5:1$ 的条件下, 砷的浸出率达到 80.10% 。

关键词: 有色金属冶金; 金矿; 砷; 氢氧化钠; 浸出

中图分类号: TF831 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0676(2015)01-0014-03

Leaching the Arsenic in the Gold Ore by Sodium Hydroxide

MA Hongzhou¹, YAN Chao¹, WANG Yaoning¹, WU Yuxuan¹, ZHANG Xiangzhao²

(1. Shaanxi Technological Institute of Metallurgical Engineering, Shaanxi Key Laboratory of Gold and Resource, School of Metallurgical Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China;
2. Lingbao Gold Company Ltd., Lingbao 472500, Henan, China)

Abstract: With the increasingly reduction of easily leachable gold ores, the gold ore contain arsenic has become an important resource. The arsenic in the gold ore must be removed before leaching because it will have negative effect on leaching gold in the ore. The sodium hydroxide solution was used to leaching the arsenic in the gold ore. The effects of influential factors on the leaching arsenic in the gold ore were investigated. These factors included leaching time, sodium hydroxide concentration and ratio of liquid to solid. Sodium hydroxide solution can decompose FeAsS and AsS into FeS_2 and As_2O_3 . The optimal leaching conditions were worked out through orthogonal test and single factor test. The optimal conditions are as follows: temperature 100°C , sodium hydroxide concentration 500 kg/t , leaching time 2.5 hours and ratio of liquid to solid is $5:1$, the leaching rate of arsenic up to 80.10% .

Key words: nonferrous metallurgy; gold ore; arsenic; sodium hydroxide; leaching

高砷金矿较为常见的伴生组分主要是砷硫化物如毒砂、砷黄铁矿、黄铁矿、雄黄、雌黄等, 属于难处理金矿^[1-2]。随着世界上易浸金矿资源日渐减少, 难浸矿石已成为提取金的重要来源。高砷金矿是一类重要的难处理金矿, 必须经过预处理才能回收。目前金矿脱砷的方法主要有焙烧、热压酸浸、热压碱浸、细菌氧化等。一些预处理方法^[3]已经在

工业上成功应用。焙烧法污染较大; 热压法技术要求高, 设备需耐腐蚀, 有高压高氧危险, 投资大; 细菌氧化法预处理矿浆浓度低, 预氧化时间长, 投资高, 在菌种适用性上也受到种种限制; 碱性常压浸出金矿中的砷利用边磨边浸工艺对矿物进行超细磨, 而后用氢氧化钠浸出矿物中的砷、硫^[4-5]。本文利用碱溶液浸出含砷金矿, 研究含砷金矿中砷的浸

收稿日期: 2014-05-06

基金项目: 陕西省科技厅项目(2014JM7259), 陕西省教育厅项目(12JK0790), 国家级大学生创新创业项目(201310703036)。

第一作者: 马红周, 男, 博士, 副教授, 研究方向: 冶金工艺。E-mail: mhzwyn@126.com

出规律及碱对金矿中含砷物相的作用规律。

1 实验方法

将一定重量的金矿样与一定浓度的碱溶液经调浆后放入烧杯中进行搅拌浸出，浸出后矿浆进行固液分离，分离后对浸出渣中的砷进行测定，砷的测定采用卑磷酸盐滴定法，含砷金矿原矿进行了主要元素分析，原矿分析结果见表 1，原矿和浸出渣均进行 X 射线衍射分析。

表1 矿物主要成分

Tab.1 Main components of ore					
元素	As	Fe	S	Cu	Au/(g/t)
含量/%	6.87	20.2	18.5	0.89	60.1

2 结果与讨论

2.1 氢氧化钠用量对砷浸出的影响

直接用氢氧化钠溶液浸出金矿中的砷，在碱浸试验过程中改变氢氧化钠的用量，液固比为 5:1，浸出温度 100℃，搅拌浸出时间 30 min，试验结果见图 1。由图 1 可看出，随氢氧化钠浓度的增加，砷的浸出率在升高，在氢氧化钠用量为 500 kg/t 及以上时，砷的浸出率的变化较小，所以以下的实验中将氢氧化钠的用量确定为 500 kg/t。

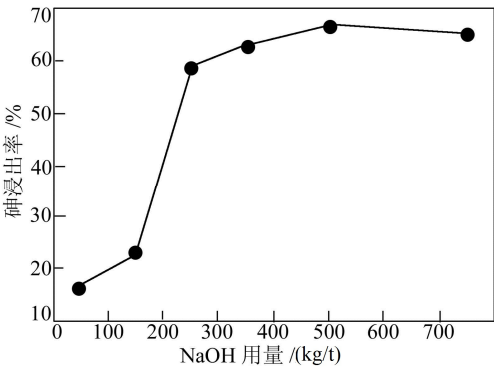


图 1 氢氧化钠用量对砷浸出率的影响

Fig.1 The influence of sodium hydroxide amounts on leaching rate of arsenic

2.2 浸出时间对砷浸出的影响

在氢氧化钠用量为 500 kg/t，浸出温度 100℃，液固比为 5:1 的条件下，改变浸出时间，不同浸出时间下砷的浸出率变化见图 2。由图 2 可以看出，浸出时间为 2.5 h 时砷浸出率最高。

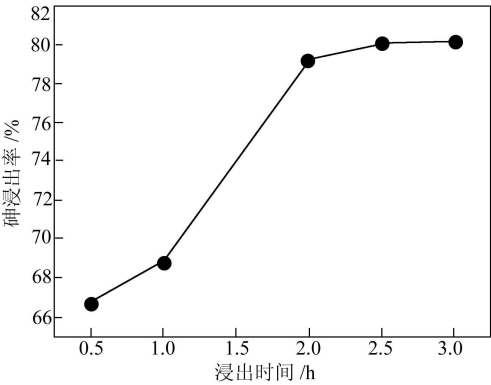


图 2 浸出时间对砷浸出率的影响

Fig.2 The influence of leaching time on leaching rate of arsenic

2.3 液固比对砷浸出的影响

改变浸出液固比，氢氧化钠用量为 500 kg/t，浸出温度 100℃，浸出时间 2.5 h，改变液固比浸出砷的结果见图 3，由图 3 可以看出，液固比增大对砷浸出有利。

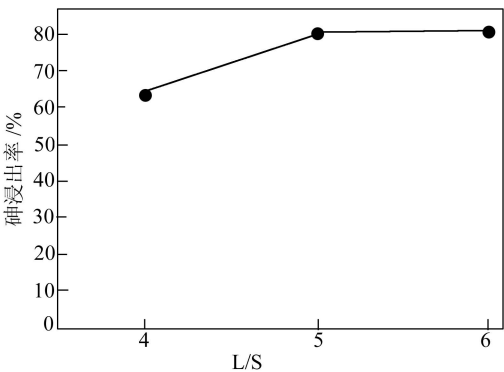


图 3 液固比对砷浸出率的影响

Fig.3 The influence of liquid-solid ratio on leaching rate of arsenic

2.4 正交实验

在单因素实验的基础上，进行正交实验研究，正交实验因素水平见表 2，正交实验结果见表 3。

表2 正交实验因素水平表

Tab.2 Experimental factors and factor level of orthogonal experiment				
因素	氢氧化钠 用量/(kg/t)	预处理浸出 时间/h	预处理 液固比	
水平	1	250	1	4:1
	2	350	2	5:1
	3	500	2.5	6:1

表3 正交试验计算结果

Tab.3 Results of orthogonal experiment

编号	氢氧化钠 用量(A)/(kg/t)	浸出时间 (B)/h	液固比 (C)	砷浸出 率/%
1	250	1	4:1	60.40
2	250	2	5:1	69.08
3	250	2.5	6:1	69.35
4	350	2	6:1	78.55
5	350	1	5:1	68.31
6	350	2.5	4:1	68.32
7	500	2.5	5:1	80.10
8	500	1	6:1	71.11
9	500	2	4:1	62.97
I	198.83	199.82	191.69	
II	215.18	210.60	217.49	
III	214.18	217.77	219.01	
I/3	66.28	66.61	63.90	
II/3	71.73	70.20	72.45	
III/3	71.39	72.59	73.00	
R	5.45	5.98	9.10	
因素主次	C > B > A			
较优条件	A3、B3、C2			

由表 2、3 正交实验分析结果可以得出,液固比对砷浸出的影响属于主要影响因素,影响因素的主次为液固比、浸出时间、氢氧化钠用量。经正交实验获得的较优条件为:氢氧化钠用量 500 kg/t、浸出时间 2.5 h、液固比 5:1,此时砷的浸出率达到 80.10%。

2.5 氢氧化钠浸出过程中金矿物相的转变

含砷金矿原矿及碱浸出渣的 X 射线衍射分析结果分别见表 4、5。

表4 含砷金矿原矿的X射线衍射结果

Tab.4 X-ray diffraction of ore

物相名称	CaCO ₃	SiO ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O	AsS	FeAsS
含量/%	8.57	50.61	7.18	19.82	5.02

表5 含砷金矿碱浸出渣的X射线衍射结果

Tab.5 X-ray diffraction of leaching residue

物相名称	As ₂ O ₃	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	FeAl ₂ O ₄	SiO ₂	FeS ₂
含量/%	7.14	4.67	4.18	66.48	17.53

对比表 4、5 可知,采用氢氧化钠溶液浸出含砷

金矿中的砷,氢氧化钠可以将金矿中的 AsS 和 FeAsS 分解,随氢氧化钠浓度的升高,砷的浸出率升高,依据文献[6]计算的 FeS₂-FeAsS-H₂O 系电位-pH 图可以得出,在较低的电位条件,FeAsS 可以转变为 H₃AsO₃ 或者 FeS₂,随着溶液 pH 值的升高,H₃AsO₃ 的稳定区在扩大,因此提高溶液的氢氧化钠浓度有利于 FeAsS 的分解。从原矿及浸出渣中的含砷物相来看,氢氧化钠已将 AsS、FeAsS 充分的分解,但在浸出渣中出现了 As₂O₃ 物相。依据文献[7],在浸出溶液酸度较大时,砷转变为 H₃AsO₃,具有很大的稳定区,而本实验是在高 pH 及未添加氧化剂的条件下进行,因此,碱浸出渣中出现了 As₂O₃。

3 结 论

采用氢氧化钠可以较有效的浸出含砷金矿中的砷,金矿中的主要含砷物相 AsS 及 FeAsS 被分解,FeAsS 转变成为 FeS₂ 和 As₂O₃。通过正交实验,获得砷浸出的较优条件是:氢氧化钠用量 500 kg/t,浸出时间 2.5 h,液固比 5:1,此时砷的浸出率达到 80.10%。

参考文献:

[1] 刘俊壮,黄万抚. 含高砷金矿浸金工艺研究现状[J]. 现代矿业, 2010(10): 26-29.
Liu J, Huang W. Progress of gold leaching process from the high arsenic gold ore[J]. Morden Mining, 2010(10): 26-29.

[2] 杨天足,陈庆邦,卢宜源,等. 含砷难处理金矿预处理研究(I)重铬酸钠浸出法[J]. 黄金, 1992, 13(12): 33-37.
Yang T, Chen Q, Lu Y, et al. Pretreatment of arsenical refractory gold concentrate-(I) Leaching by sodium-dichromate[J]. Gold, 1992, 13(12): 33-37.

[3] 刘志楼,杨天足. 难处理金矿的处理现状[J]. 贵金属, 2014, 35(1): 79-83.
Liu Z, Yang T. Treatment status for refractory gold ores [J]. Precious Metals, 2014, 35(1): 79-83.

[4] 孟宇群,吴敏杰,宿少玲,等. 难浸金矿常温常压强化碱浸预处理新工艺[J]. 有色金属, 2003, 55(1): 43-47.
Meng Y, Wu M, Su S, et al. Intensified alkiline leaching pretreatment of refractory gold ore at ambient temperature and atmosphere pressure[J]. Nonferrous Metals, 2003, 55(1): 43-47.