维普资讯 http://www.cqvip.com

墨西哥某铜矿浮选－浸出－萃取－电积回收铜工艺研究

曹占芳 钟 宏 刘广义
（中南大学）

摘 要 墨西哥某矿为氧化铜矿物为主的混合矿，脉石主要为石英，矿石中还含有比较好浮的硫化铜矿物（黄铜矿），其酸浸效率不如氧化铜矿物，而且酸浸可能产生有害气体硫化氢。重点研究了浮选－浸出工艺，结果表明，采用硫化钠活化和丁黄药浮选，能获得铜品位为19.10%、铜回收率为35.02%的铜精矿；浮选尾矿直接用于后续浸出试验，H_2SO_4 浓度为1 mol/L，液固比为3，室温（15 ℃）下搅拌浸出1 h，铜浸出率83.33%。以原矿为计算基准，铜浸出率为54.16%，若浮选精矿加浸出铜的总回收率则达到89.18%。

关键词 氧化铜矿 浮选 搅拌浸出 萃取

Research on Copper Recovery from A Mexico Cooper Ore by Flotation-Leaching- Extraction-Electrowinning Process

Cao Zhanfang Zhong Hong Liu Guangyi
(*South Central University*)

Abstract A Mexico copper ore is a mixed one that contains mainly oxidized copper minerals, quartz which is the main gangue and copper sulfide mineral (chalcopyrite) which is easy to float but inferior to oxide copper minerals in acid leaching efficiency and may produce harmful gas-sulfureted hydrogen. The key in this research is flotation-leaching process. The results show that a cooper concentrate grading 19.10% at a copper recovery of 35.02% can be obtained when sodium sulfide is used for activation and butyl xanthate for flotation. The flotation tailings are directly used in the downstream flotation test under the conditions of H_2SO_4 concentration of 1mol/L, liquid-solid ratio of 3, and one hour agitation at ambient temperature of 15 ℃. The copper leaching rate is 83.33% and 54.16% if calculated according to the run-of-mine ore. The total recovery of the copper by both flotation and leaching has reached 89.18%.

Keywords Copper oxidized or, Flotation, Agitated leaching, Solvent extraction

随着科学技术的进步和经济的发展，国内外对铜产品的需求越来越大，但世界各地铜矿山中的富矿、易开采矿却在逐渐减少，同时人们的环保意识逐渐增强，致使火法炼铜面临越来越大的困难。铜矿石主要分为硫化矿和氧化矿两大类，对硫化铜矿石普遍采用浮选法回收得到硫化铜精矿，再经过火法回收得到金属铜。从氧化铜矿回收铜，除浮选法外，主要还采用湿法冶金的方法。自20世纪60年代以来，浸出－萃取－电积工艺以其工艺过程简单、投资少、能耗少、污染轻、材料消耗低、生产成本低等优点，已成为氧化铜回收的主要工艺。目前全世界用萃取－电积工艺生产的铜占全球产铜量的20%左右。

1 原矿性质分析

试验矿石为墨西哥某铜矿石，经发射光谱分析、化学分析和X－衍射分析，矿样含铜量1.19%。其中含氧化铜0.84%，硫化铜0.35%左右，属高氧化率的铜矿样。原矿的X－衍射图见图1。

矿物X－衍射分析结果表明，该矿石是以氧化铜矿物为主的混合矿，硫化铜矿物主要是黄铜矿，氧化铜矿物主要是绿锌铜矾和孔雀石；脉石矿物主要为石英。

矿石中硫化铜矿物（黄铜矿）酸浸可能产生有害气体硫化氢，考虑到黄铜矿的酸浸效率不如氧化铜矿物，为此对直接浸出和浮选浸出两种工艺进行试验研究。

曹占芳（1980—），男，中南大学化学化工学院，博士研究生，410083 湖南省长沙市岳麓山。

维普资讯 http://www.cqvip.com

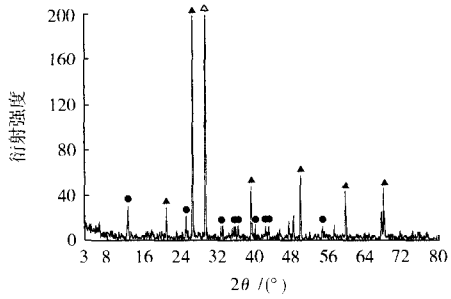


图 1　原矿的 X－衍射图

▲－SiO_2；△－$CuFeS_2$；●－$Cu_{15}(SO_4)_4(OH)_{22}\cdot 6H_2O$

2　试验研究

2.1　原矿直接酸浸

直接酸浸的条件为原矿 20 g，H_2SO_4 浓度 1 mol/L，固液比 1∶3，搅拌浸出 1 h，过滤，滤液 pH 值 1.5 左右；滤渣用 pH 值为 2 左右的弱酸溶液，每次 20 mL 淋洗 3 次，合并所有滤液，试验结果见表 1。

表 1　原矿直接酸浸试验结果　　%

产品名称	浸出液	滤　渣	原　矿
Cu 回收率/%	80.94	19.06	100.00

从表 1 可见，原矿直接酸浸能获得 80.94% 的浸出率。在浸出的过程发现浸出矿浆中产生难闻的气体，可能为硫化氢。考虑到铜的总浸出率偏低，并且产生较多的难闻气体，所以没有对原矿浸出进行进一步试验。

2.2　浮选工艺

由于原矿直接酸浸工艺中存在不足，所以重点对浮选－酸浸工艺进行试验研究。对该氧化铜矿，采用硫化钠活化和丁黄药浮选，能获得铜品位为 19.10%、铜回收率为 35.02% 的铜精矿。对浮选铜精矿进行了 X－衍射分析，结果表明，浮选铜精矿中铜矿物主要为黄铜矿、孔雀石和绿锌铜矾；浮选尾矿直接用于后续浸出试验。浮选精矿 X－衍射图见图 2。

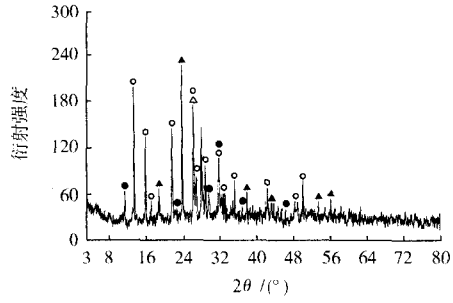


图 2　浮选精矿 X－衍射图

▲－SiO_2；○－$Cu_2(CO_3)(OH)_2$；

△－$CuFeS_2$；●－$Cu_{15}(SO_4)_4(OH)_{22}\cdot 6H_2O$

2.3　浮选尾矿酸浸试验方法

浸出试验在 500 mL 的烧杯中进行，每次试验称取矿样 20 g，按计算量加入所需的浸出剂，浸出后，对矿浆过滤，滤渣经洗涤、烘干、缩分后进行分析。对浮选尾矿进行 X－衍射分析（图 3），结果表明浮选尾矿虽然尚含铜 0.79%，但已看不到明显的黄铜矿衍射峰。说明在试验条件下，黄铜矿已基本浮选完全。浮选尾矿中的铜矿物主要为孔雀石和绿锌铜矾，适用于酸浸试验。

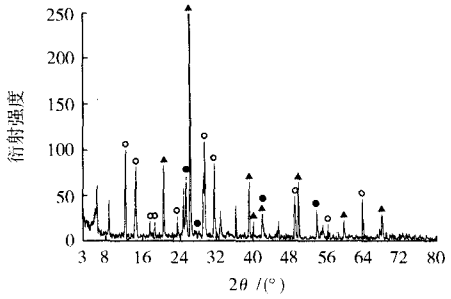


图 3　浮选尾矿 X－衍射图

▲－SiO_2；○－$Cu_2(CO_3)(OH)_2$；●－$Cu_{15}(SO_4)_4(OH)_{22}\cdot 6H_2O$

2.3.1　主要因素对铜浸出率的影响

试验就浸出液浓度、固液比、浸出时间、浸出温度、滤渣洗涤次数等对铜浸出率的影响进行考察，其结果见图 4～图 8。

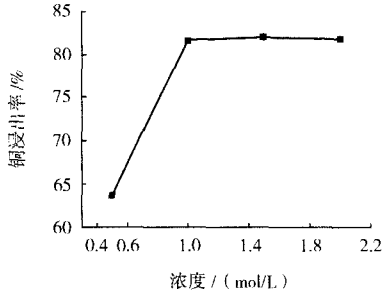


图 4　硫酸浓度对铜浸出率的影响

粒度－200 目＞80%，浸出时间 1 h；

$V_{液}:V_{固}=3:1$，室温

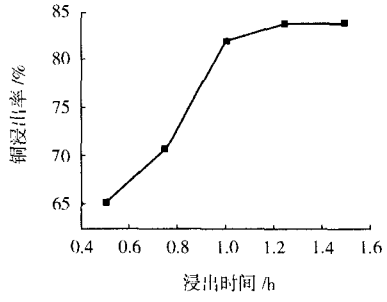


图 5　浸出时间对铜浸出率的影响

粒度－200 目＞80%，硫酸浓度 1 mol/L；

$V_{液}:V_{固}=3:1$，室温

维普资讯 http://www.cqvip.com

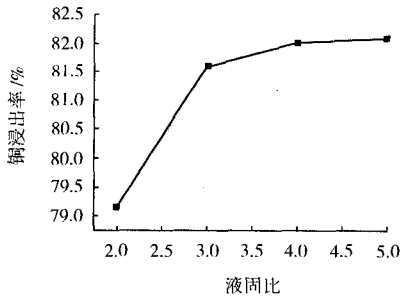


图 6　一定酸量条件下液固比对浸出率的影响

粒度 -200 目 >80%,室温,
浸出时间 1 h,总酸量 =5.88 g

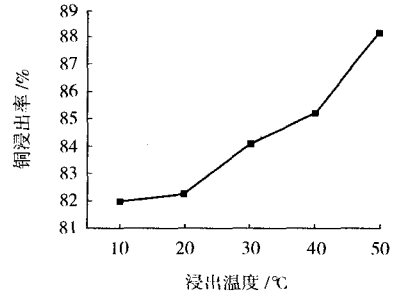


图 7　浸出温度对铜浸出率的影响

粒度 -200 目 >80%;浸出时间 1 h;
$V_{液}:V_{固}=3:1$,硫酸浓度 1 mol/L

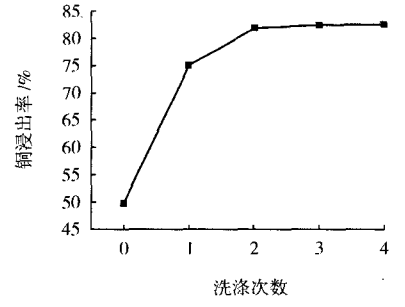


图 8　浸出渣洗涤次数对铜浸出收率的影响

粒度 -200 目 >80%;浸出时间 1 h;
$V_{液}:V_{固}=3:1$,硫酸浓度 1 mol/L,室温

从图 4 ~ 图 8 可看出,铜浸出率随硫酸浓度的增加、浸出时间的延长、液固比的增加、温度的升高而增大,洗涤两次可以基本洗涤干净。从经济角度考虑,试验选择的最佳浸出条件为液固比 3:1,室温条件下浸出时间 1 h,硫酸浓度 1 mol/L。

2.3.2　萃取 - 电积法提取试验

(1)萃取及反萃试验条件。有机相为 15%(*V/V*) LIX984N 的磺化煤油(260# 煤油)溶液,萃取相比 O/A(*V/V*)为 1,反萃相比 O/A(*V/V*)为 2。

(2)电积工艺参数及试验结果。槽电压 2 V,电流密度 170 A/m^2,萃取 - 电积法提取试验工艺流程及结果见图 9。

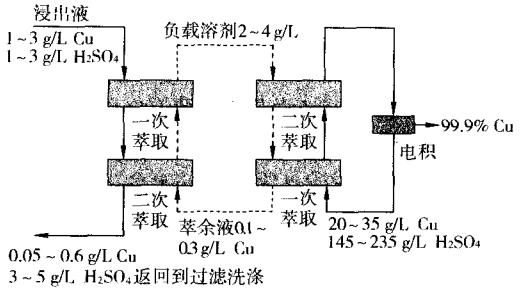


图 9　萃取 - 电积法提取试验工艺流程及结果

3　结　论

(1)该矿为氧化铜矿物为主的混合矿,矿石中含有比较好浮的硫化铜矿物(黄铜矿),且脉石矿物主要为石英,试验对直接浸出和浮选浸出两种工艺进行试验研究。结果表明,墨西哥氧化铜矿石采用直接浸出工艺可以获得约 81% 的铜浸出率,但浸出过程会产生污染较大的硫化氢气体。采用 160 g/t 硫化钠活化和丁黄药浮选,能获得铜品位 19.10%、铜回收率 35.02% 的铜精矿。

(2)浮选尾矿直接用于后续浸出试验,在 H_2SO_4 浓度为 98 g/L、液固比为 3、室温 15 ℃ 的条件下,拌浸出 1 h,铜的浸出率 83.33%。以原矿为计算基准,铜浸出率为 54.16%,浮选精矿加浸出铜的总回收率达到 89.18%。是墨西哥氧化铜矿石高效利用的有效技术。

(3)浸出液进一步萃取 - 电积可获得含 Cu 99.9% 的电积产品。

参　考　文　献

[1]　《浸矿技术》编委会. 浸矿技术[M]. 北京:原子能出版社,1994.

[2]　钱　鑫,张文彬,邓　彤. 铜的选矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1982.

[3]　王成彦,詹蕙芳. 中国低品位铜矿的浸出 - 萃取 - 电积技术现状及前景[J]. 有色金属矿产勘察,1997(5):303-306.

(收稿日期　2008-03-11)

(上接第 59 页)

[2]　胡为柏. 浮选[M]. 北京:冶金工业出版社,1989.

[3]　卢氏钼矿选矿可选性实验研究报告[R]. 北京:北京有色地质研究院,2006.

[4]　河南汝阳东沟钼矿选矿工艺试验报告[R]. 北京:北京有色地质研究院,2005.

[5]　《选矿手册》编辑委员会. 选矿手册:第八卷第二分册[M]. 北京:冶金工业出版社,1990.

(收稿日期　2008-03-09)