

提高月山铜矿铜精矿含银量选矿实验研究

何永安¹, 王重庆²

(1. 铜陵有色股份安庆月山矿业有限公司, 安徽 安庆 246231; 2. 中南大学 化学化工学院, 长沙 410083)

摘 要: 铜矿石中常伴生金、银等贵金属, 但浮选所得铜精矿中贵金属的品位有时低于相关标准而难以计价。针对安徽月山铜矿矿石, 在不改变现场浮选设备的情况下, 通过浮选药剂的调整、工艺流程的改进等措施来探讨提高铜精矿含银量的途径。通过药剂和工艺调整, 铜精矿品位达到 32% 左右, 铜回收率维持在 96.6% 以上, 同时铜精矿含银量能够达到 23 g/t 以上。

关键词: 贵金属; 铜精矿; 伴生银; 浮选; 品位

中图分类号: TD953 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0676(2013)04-0029-04

Experimental Study on Improving Silver Grade in the Concentrate of Yueshan Copper Mine

HE Yong'an¹, WANG Chongqing²

(1. Yueshan Mining of Tongling Nonferrous Metals Group Co. Ltd., Anqing 246231, Anhui, China;

2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: There exist associated precious metals such as gold and silver in copper ores, and the grade of precious metals is less than relevant standard and thus the valuation of these metals is overlooked. The content of silver in copper concentrate from copper mineral of Yueshan Mine was upgraded by adopting some measures, such as adjustment of flotation reagents and technological improvement. Silver content in the concentrate was increased to 23 g/t while copper was elevated to about 32% with a recovery of 96.6%.

Key words: precious metal; copper concentrate; associated silver; flotation; grade

铜矿石中常常伴生金、银等贵金属, 其品位高低不一, 赋存状态也各不相同。一般情况下, 大部分金、银能和硫化铜矿物一同浮起而进入铜精矿, 达到综合回收的目的, 但很多情况下金、银等贵金属的品位很低。因此, 如何将贵金属的品位提高到计价标准以上是选矿过程中的一个重要问题。

提高伴生贵金属的回收率, 实际上是既要提高硫化铜矿物的回收率, 也要提高含贵金属比较多的其他矿物的回收率。这些矿物在可浮性上存在差异, 要实现充分分离回收, 一是采用较强的捕收剂, 促使可浮性稍差的含金矿物上浮, 但是可能降低铜精矿的品位; 二是将不同性能的捕收剂组合使用, 以适应可浮性不同的矿物的需要。国内很多研究者对捕收剂进行过大量的研究。向平等^[1]用硫化铜和氧化铜矿混合浮选流程, 使用相同的药剂用量, 用

Y89-0替代异丁基黄药, 铜的回收率提高1.37%, 金的回收率提高9.32%; 汤雁斌^[2]把新型螯合捕收剂B-130应用于铜绿山难选氧化铜矿, 从小型试验到工业试验, 相比于常规硫化浮选法, 在保证铜精矿品位的前提下, 铜回收率都提高了10%以上, 对伴生金银的回收率也有较大幅度的提高。捕收剂的混合使用, 也是浮选药剂研究的重要方向, 其中对硫化铜矿石捕收剂的研究, 多集中在提高铜和贵金属的综合回收指标^[3-4]。罗传胜^[5]提出羟肟酸钠与丁黄药组合使用做捕收剂浮选大冶铜录山氧化铜矿, 在小型试验中获得含铜17.68%、含金25.07 g/t的铜精矿, 铜和金的回收率分别提高了12.60%和16.71%; 高洪山等^[6]采用混合捕收剂(35#黑药、丁黄药、羟肟酸)浮选湖北石头嘴铜矿, 铜和金的回收率分别提高25.98%和10.81%; 刘广义等^[7]采用Mac-12和少量丁

黄药作捕收剂,使铜的回收率提高1%,金的回收率提高了7%;叶志中^[8]采用TLF-201捕收剂代替Y-89浮选冬瓜山铜矿,提高了选择性和金银回收率。此外,很多学者对铜矿中伴生贵金属的回收工艺进行了大量的相关实验研究^[9-15]。

月山铜矿位于安徽省安庆市月山镇,原矿处理能力为350 t/d,原矿矿石具有极好的可浮性。经过多年努力,矿山取得了铜精矿品位28%、回收率97%左右的优良指标。但是,一段时间以来,随着原矿性质的波动铜精矿含银量难以达到20 g/t的销售标准,致使铜精矿含银无法计价,给矿山带来很大经济损失。本试验的目的是在不改变现场浮选设备的情况下,通过浮选药剂的调整、工艺流程的改进等措施来探讨提高铜精矿含银量的途径,实验结论对铜矿中贵金属的回收有很大借鉴意义。

1 矿石性质及选矿现状

矿石中金属矿物主要有黄铜矿、斑铜矿、辉钼矿、辉铜矿、磁铁矿以及少量铜蓝和黄铁矿等。原矿含铜0.95%左右,铜矿物中硫化铜占98%,其中黄铜矿为39.65%,斑铜矿为55.51%,辉铜矿为4.84%。脉石矿物主要有石英、钾长石、方解石、粘土,以及少量角闪石、黑云母、磷灰石等。硫化铜矿物的单体解离粒度一般在0.2~0.1 mm之间,部分为0.1~0.04 mm,少量在20 μm 以下。此外,在铜矿物中有少量细微粒辉钼矿。金和银主要以独立矿物含银自然金、银金矿和自然金等赋存于石英脉型铜矿石及闪长岩型铜矿石中,与之共生的矿物为黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、辉钼矿和石英等,矿石中金、银的平均含量为0.3 g/t及0.8 g/t,具有综合利用价值。石英和钾长石的单体解离粒度大部分比有用金属矿物粗,一般为1~0.3 mm,部分为0.2~0.1 mm的脉石中尚有铜矿物的微细粒连生体。

选矿厂设计流程为一段磨矿,一次粗选,二次精选,二次扫选。加入石灰做调整剂、丁基黄药做捕收剂,起泡剂为松醇油,在磨矿细度-0.074mm占65%左右条件下进行浮选,铜精矿品位和回收率分别达到28%和97%左右,铜精矿中金含量符合计价标准,但银含量在20 g/t以下(一般在18 g/t左右)。

2 选矿实验研究

2.1 开路实验

鉴于现场磨矿能力已定,本试验的磨矿细度选

定为-200目占65%左右;为了避免对银矿物的抑制,浮选调整剂石灰尽量少加,但根据以往的经验,一方面铜矿物的浮选应该在偏碱性矿浆环境下进行,另一方面少量石灰的加入是磨矿过程所必须的(石灰的助磨和缓蚀作用),试验中石灰的加入量为1000 g/t;试验中选用的捕收剂包括乙基黄药、丁基黄药、高级黄药Y89以及硫胺酯类捕收剂T-2K。试验流程如图1所示,试验结果列于表1。

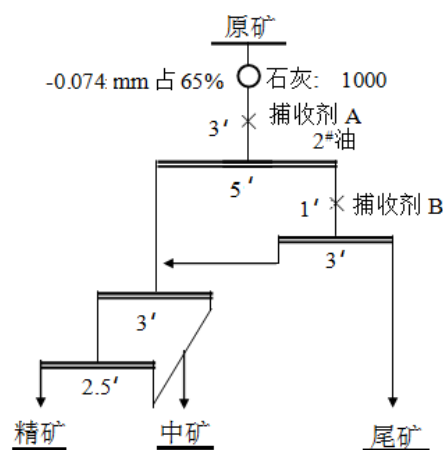


图 1 开路浮选试验工艺流程

Fig.1 Flowsheet for the open circuit flotation experiment

试验结果表明:

(1) 根据以往的经验,对于易浮矿物,按图 1 流程浮选,铜粗精矿(精矿+中矿)回收率与闭路浮选时铜精矿的回收率十分接近。由此可以断定,单独使用丁基黄药、单独使用 Y89、乙基黄药和丁基黄药分批使用、T-2K 和丁基黄药分批使用浮选月山铜矿矿石,所得的铜精矿闭路回收率基本一致(铜粗精矿回收率分别为 97.91%、98.03%、97.45%、97.79%),而且与现场浮选指标基本一致,表明提高铜回收率的潜力是有限的。同时表明现场采用的丁基黄药、BK₂₀₁、SF₃ 药剂制度是合理的,要提高铜精矿含银量只能从工艺上采取措施。

(2) 试验中采用上述 4 种药剂制度获得的铜精矿含银量均超过 20 g/t,与现场情况不同,试验中获得的铜精矿品位较高。铜精矿含银量和铜精矿品位的关系如图 2 所示。由图 2 可见,随着铜精矿品位提高,铜精矿含银量逐渐上升,要想铜精矿含银量超过 20 g/t,铜精矿品位最好达到 30%以上。

(3) 从图 2 可见,银在含铜矿物中的富集程度相对大一些,在铜回收率已达 96%~98%的情况下,

进一步提高银回收率势必导致铜精矿品位和铜精矿含银量的下降。因此，对于试验矿样，提高银回收率同时确保铜精矿含银量的相对值是不现实的。

(4) 在确保铜精矿回收率的前提下，适当提高铜精矿品位(30%以上)是提高铜精矿含银量(超过 20 g/t)的一条有效途径。

表 1 开路浮选试验条件和结果

Tab.1 The conditions and results of the open circuit flotation experiments

试验条件(g/t)	产品名称	产率/%	品位		回收率/%	
			Cu/%	Ag/(g/t)	Cu	Ag
捕收剂 A: 丁基黄药(40), 2 [#] 油: (25) 捕收剂 B: 丁基黄药(15)	精矿 ⁺	2.601	30.41	21.7	83.29	68.00
	中矿 ⁺	28.934	0.48	0.65	14.62	22.66
	尾矿 ⁺	68.465	0.029	0.12	2.09	9.34
	原矿 ⁺	100.000	0.95	0.83	100.00	100.00
捕收剂 A: Y89(30) 2 [#] 油: (25) 捕收剂 B: Y89(10)	精矿 ⁺	2.680	29.58	20.3	83.45	68.00
	中矿 ⁺	30.481	0.46	0.61	14.76	23.24
	尾矿 ⁺	66.839	0.026	0.11	1.79	8.76
	原矿 ⁺	100.000	0.95	0.80	100.00	100.00
捕收剂 A: 乙基黄药(50) 2 [#] 油: (25) 捕收剂 B: 丁基黄药(15)	精矿 ⁺	2.460	32.01	23.2	82.03	71.34
	中矿 ⁺	18.504	0.80	0.63	15.42	14.57
	尾矿 ⁺	79.036	0.031	0.14	2.55	14.09
	原矿 ⁺	100.000	0.96	0.80	100.00	100.00
捕收剂 A: T-2K(50) 2 [#] 油: (0) 捕收剂 B: 丁基黄药(15)	精矿 ⁺	2.470	33.13	24.1	85.24	72.59
	中矿 ⁺	24.096	0.50	0.60	12.55	17.63
	尾矿 ⁺	73.434	0.029	0.11	2.21	9.78
	原矿 ⁺	100.000	0.96	0.82	100.00	100.00

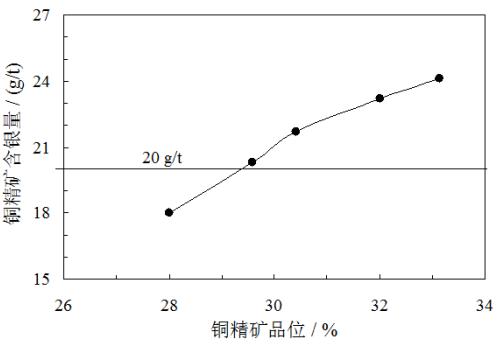


图 2 铜精矿含银量与铜精矿品位的关系

Fig.2 The relationship between content of silver and grade of copper concentrate

2.2 闭路试验

从开路试验情况可见，单独使用丁基黄药或者单独使用 Y89 作捕收剂，获得的闭路铜精矿品位将难以达到 30%以上。因此，就乙基黄药和丁基黄药分批使用、T-2K 和丁基黄药分批使用分别进行了闭

路试验，主要考查提高铜精矿品位对铜回收率的影响。试验流程如图 3 所示，试验结果列于表 2 中。

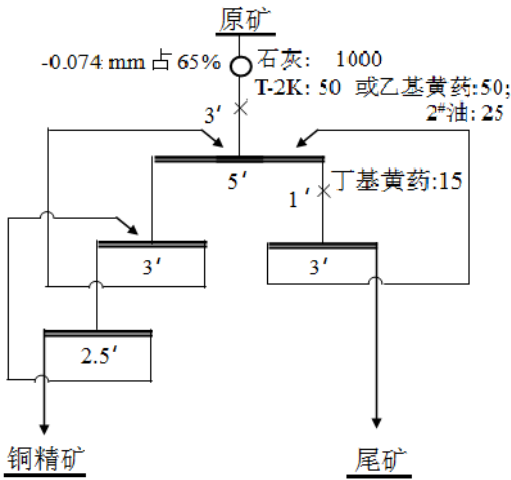


图 3 闭路浮选试验工艺流程

Fig.3 Flowsheet for the closed circuit flotation experiment

表 2 闭路浮选试验条件和结果

Tab.2 The conditions and results of the closed circuit flotation experiments

试验条件	产品 名称	产率 /%	品位		回收率/%	
			Cu(%)	Ag/(g/t)	Cu	Ag
T-2K+ 丁基黄药	铜精矿	2.87	32.57	23.50	96.99	83.27
	尾矿	97.13	0.030	0.14	3.01	16.73
	原矿	100.00	0.964	0.81	100.00	100.00
乙基黄药 +2#油+ 丁基黄药	铜精矿	2.91	31.89	23.30	96.67	81.69
	尾矿	97.09	0.033	0.16	3.33	18.31
	原矿	100.00	0.960	0.83	100.00	100.00

结果表明, 由于铜矿物良好的可浮性, 提高铜精矿品位未对铜回收率产生负面影响。铜精矿品位达到32%左右, 铜回收率维持在96.67%以上, 同时铜精矿含银量能够达到23 g/t以上, 证明通过提高铜精矿品位来提高铜精矿含银量在技术上是可行的。

3 结语

对于试验矿样, 银在矿物中的赋存状态决定了同时提高银回收率和铜精矿含银量是难以实现的。但是, 通过提高铜精矿品位来提高铜精矿含银量在技术上是可行的, 而且由此产生的效益是精矿品位和含银量双方面的。由于铜矿物良好的可浮性, 提高铜精矿品位并未对铜回收率产生负面影响。铜精矿品位达到 32%左右, 铜回收率维持在 96.67%以上, 同时铜精矿含银量能够达到 23 g/t 以上。

参考文献:

- [1] 向平, 顾愚. 用高效捕收剂 Y89 分选铜录山难选泥质氧化铜矿石的研究[J]. 广东有色金属学报, 2000, 10(2): 100-103.
Xiang Ping, Gu Yu. Separation of the refractory earthy CuO ore in Tonglushan Mine by a high-efficiency collector Y89[J]. Journal of Guangdong Non-ferrous Metals, 2000, 10(2): 100-103.
- [2] 汤雁斌. B-130 在铜录山矿难选氧化铜矿选矿中的应用[J]. 四川有色金属, 2005(2): 1-3.
Tang Yanbing. Application of B-130 used in oxidized copper ore[J]. Sichuan Nonferrous Metals, 2005(2): 1-3.
- [3] 孙传尧. 当代世界的矿物加工技术与装备: 第十届选矿年评[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [4] 朱建光. 2007 年浮选药剂的进展[J]. 国外金属选矿, 2008, 45(4): 3-11.
- [5] 罗传胜. 羟肟酸钠浮选氧化铜矿的研究[J]. 广东有色金属学报, 1997, 7(2): 85-89.
Luo Chuansheng. Application study on the flotation of copper oxide ore by using sodium alkyl hydroxamate[J]. Journal of Guangdong Non-ferrous Metals, 1997, 7(2): 85-89.
- [6] 高洪山, 杨奉兰. 提高难选氧化铜矿有用矿物回收率的进矿工艺[J]. 矿冶工程, 1999, 19(2): 44-46.
Gao Hongshan, Yang Fenglan. Mineral processing technology for improving the recovery of valuable minerals in refractory copper oxide ore[J]. Mining and Metallurgical Engineering, 1999, 19(2): 44-46.
- [7] 刘广义, 钟宏, 戴塔根, 等. 用 Mac-12 提高德兴铜矿铜金钼回收率的研究[J]. 金属矿山, 2005(10): 33-36.
Liu Guangyi, Zhong Hong, Dai Tegen, et al. Research on raising copper and molybdenum recoveries by Mac-12 in Dexing copper mine[J]. Metal Mine, 2005(10): 33-36.
- [8] 叶志中. 新型捕收剂 TLF201 对冬瓜山铜矿的浮选研究[J]. 矿产保护与利用, 2004, 8(4): 36-38.
Ye Zhizhong. Study on flotation of copper ore with new collector TLF201 in Dongguashan copper mine[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2004 8(4): 36-38.
- [9] 刘新权. 提高红透山铜矿金银回收率研究[J]. 有色矿冶, 1991(2): 15-22.
- [10] 雷贵春. 德兴铜矿伴生金的回收研究与实践[J]. 黄金, 2000, 21(9): 32-34.
Lei Guichun. Study and practice of the recovery of associated gold in Dexing copper mine[J]. Gold, 2000, 21(9): 32-34.
- [11] 杨玉珠, 张杰, 郭宇, 等. 提高云南普朗斑岩铜矿石中贵金属回收率的研究[J]. 矿产综合利用, 2009(6): 25-28.
Yang Yuzhu, Zhang Jie, Guo Yu, et al. Study on increasing recovery of precious metals from porphyry copper ore in Pulang copper mine Yunnan[J]. Multi-purpose Utilization of Mineral, 2009(6): 25-28.
- [12] 陈会全. 大红山铜矿伴生金银综合回收技术试验研究[J]. 云南冶金, 2005, 34(3): 24-26.
Chen Huiquan. Experiment on complex recovery of associated gold and silver from ore of Dahongshan copper mine[J]. Yunnan Metallurgy, 2005, 34(3): 24-26.

(下转第 36 页)