

某含炭低品位铜矿石浮选试验

何桂春, 曾安, 余新阳, 魏新安

(江西理工大学, 江西省矿业工程重点实验室, 江西 赣州 341000)

摘要:针对某矿山硫化铜矿含炭高、有用矿物嵌布粒度细、铜及伴生银矿物回收率低, 精矿质量差等问题, 本试验采用硫化钠做活化剂, 铁铬盐木质素作为炭质矿物的抑制剂, 丁基黄药与 FZ-9538 做组合捕收剂进行铜(银)硫混浮-铜硫分离, 且经过闭路试验获得了铜精矿中铜品位 22.23%、回收率 81.05%, 银品位 2010.85 g/t、回收率 69.80%, 硫精矿硫品位 36.28%、回收率 42.02% 的良好的选矿指标。

关键词:抑炭; 铜(银)硫混浮; 组合捕收剂; 伴生银

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2015.05.006

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2015)05-0028-04

众所周知, 炭对浮选药剂的消耗、工艺流程的制订和技术经济指标的提高都有显著的影响^[1]。为了消除炭的影响, 许多研究者做了大量的试验研究工作, 提出了许多适应不同矿石性质的降炭工艺和药剂。例如岳学晨等人经试验研究对含炭铅锌矿石提出了连续磨矿、多段抑炭的浮选工艺, 获得了较好的选矿指标^[2]。王勇海等人针对含炭高硫细粒嵌布铜铅锌多金属矿, 采用松醇油除炭工艺, 取得了较为满意的技术指标^[3]。而作者针对试验中可浮性较差的炭, 采用铁铬盐木质素为炭质抑制剂的抑炭工艺, 降低了炭质对矿物浮选指标的影响, 得到了良好的选矿指标。

1 矿石的性质

1.1 矿物组成

矿石采自内蒙古, 其组成比较复杂, 其中金属矿物主要以黄铁矿、黄铜矿为主, 矿石中还含有部分氧化铜矿石。伴生银矿物呈包裹体分布于硫化矿物中。脉石矿物以石英、碳质矿物、白云石、方解石为主。铜矿物主要由黄铜矿、铜蓝、斑铜矿、孔雀石组成。矿石呈灰黑色, 其中含有大量炭质矿物, 包括石墨、少量其他有机碳等, 大部分石墨呈微细包裹体存在, 只有少部分石墨呈解离体存在。原矿多元素分析结果见表 1, 铜物相分析结果见表 2。从表 1 和表 2 可以看出, 该矿石中的主要有价元素是铜、硫和银, 主要目的矿物为黄铜矿、黄铁矿和伴生银。

表 1 原矿多元素分析结果/%

Table 1 Main chemical components of the ore

Cu	S	Pb	Zn	Mo	Bi	Fe
0.77	4.11	0.14	0.16	0.0085	<0.016	4.26
SiO ₂	Al ₂ O ₃	As	Ag*	Au*	C	
5.17	5.14	<0.0025	80.66	<0.5	3.2	

* 单位为 g/t。

表 2 铜物相分析结果

Table 2 Copper phase analysis of the ore

相别	硫化铜	自由氧化铜	结合氧化铜	总铜
含量/%	0.65	0.071	0.045	0.766
分布率/%	84.86	9.27	5.87	100.00

2 选矿试验研究

2.1 磨矿细度试验

磨矿细度直接影响着浮选效果的好坏, 若磨矿不充分, 则有用矿物单体解离不彻底, 会影响精矿品位和回收率提高; 但如果磨矿细度过细, 则矿物易产生过粉碎和泥化现象, 所有这些都会恶化浮选效果。磨矿细度试验结果见图 1。

从图 1 可以看出, 随着磨矿细度的变细, 铜精矿铜品位基本保持不变, 但铜回收率先增加后降低。这是由于在细度-74 μm 55% 时有用矿物解离不充分, 而超过-74 μm 65% 时炭质矿物随着磨矿细度增加而解离出来, 从而消耗更多的浮选药剂, 恶化整个浮选过程。综合考虑, 确定粗选磨矿细度-74 μm

收稿日期: 2015-01-08

作者简介: 何桂春(1971-), 女, 博士, 教授, 硕士研究生导师。

65%,此时铜粗精矿中铜品位和回收率分别为11.66%和79.38%。

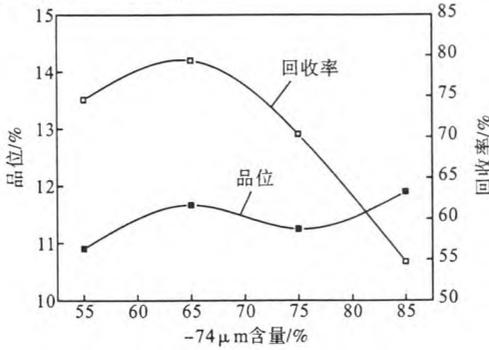


图1 磨矿细度试验结果

Fig. 1 Test results of grinding fineness

2.2 混合浮选粗选条件试验

2.2.1 抑炭浮选试验

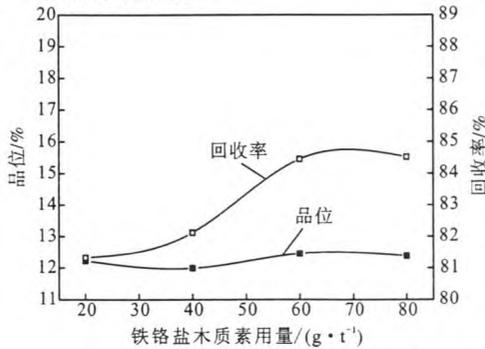


图2 铁铬盐木质素用量试验结果

Fig. 2 Test results of dosage of ferrochrome lignin

针对矿石中的炭质和有用矿物不同性质,一般来说有三种除炭方法,即:脱炭、抑炭、与有用矿物混浮后再分离。在脱炭的药剂选择上,松醇油的效果比较好。经多年研究发现,铁铬盐木质素抑制碳的效果最好^[4]。而对于本试验所用矿石中炭质矿物的可浮性较差,故决定采用抑炭工艺,采用铁铬盐木质素作为炭质矿物抑制剂。试验结果见图2。从图2可以看出,随着铁铬盐木质素用量的增加,精矿铜品位及回收率也随着增加,这是因为随着铁铬盐木质素用量的增加,对炭质的抑制效果也随之增加,减少了浮选过程中炭质的影响,且从图中可知,铁铬盐木质素为60 g/t时浮选效果较佳。

2.2.2 硫化钠用量试验研究

该矿石做物相分析发现,其中含有一定量的氧化铜,且通过前期试验研究,发现铜的粗选回收率仅有84%左右,这表明原矿中含有一部分可浮性相对较差的铜矿物。历年来浮选实践表明,浮选含有一定量氧化铜的硫化铜矿石时,在其浮选过程中添加适量的活化剂硫化钠能一定程度地改善铜矿物的可

浮性,提高铜精矿的回收率^[5]。因此,针对该矿石,作者考察了硫化钠用量对铜硫矿物可浮性的影响。试验结果见图3。由图3可以看出,在铜粗选过程中添加少量的硫化钠,可提高粗选铜回收率。随着硫化钠用量的增加,粗选铜精矿品位和回收率开始均表现出不同程度的上升,但当硫化钠用量超过150 g/t时,若继续增加其用量,铜回收率又开始下降,说明此时铜矿物已开始被抑制。最终决定,粗选采用150 g/t的硫化钠做活化剂,此时浮选粗精矿铜品位为11.21%、回收率88.35%。

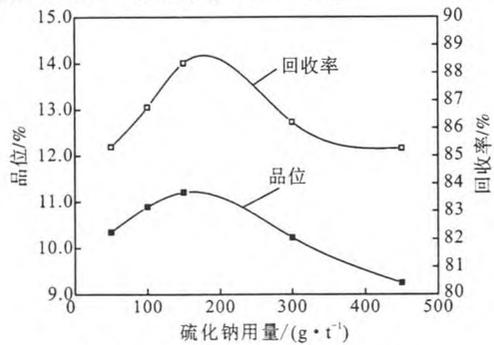


图3 硫化钠用量试验结果

Fig. 3 Influence of dosage of sodium sulphide Test results

2.2.3 捕收剂种类试验研究

捕收剂选择及用量是影响浮选过程的重要因素之一,选择合适的捕收剂可提高浮选效果。FZ-9538是北京矿冶研究总院研制的一种高效金银浮选增效剂,主要成分是多种含硫的有机化合物,对金银及其矿物具有较好的强化增效作用,且具有浮选速度快,选择性好,精矿富集比大等特点^[6]。丁胺黑药是硫化铜的优良捕收剂,但对银也有较好的捕收性能。针对本铜矿石中含高品位的银,作者决定在磨矿细度、硫化钠用量等试验研究的基上,对比用等量的FZ-9538和丁胺黑药与丁基黄药做组合捕收剂对矿物浮选行为的影响。试验结果见表3。

表3 捕收剂种类对比试验结果

Table 3 Comparative test results on various collectors

捕收剂用量/(g·t ⁻¹)	品位		回收率/%	
	Cu/%	Ag/(g·t ⁻¹)	Cu	Ag
丁基黄药:40	11.57	1161.11	85.32	86.05
丁基黄药:40	12.86	1401.75	83.51	87.38

由表3结果可知,在捕收剂用量相同的条件下,FZ-9538+丁基黄药配合使用的选矿指标与丁胺黑药+丁基黄药组合药剂的选矿指标相比:银精矿品位提高240.64 g/t,银回收率提高1.33%,虽然铜回收

率略有下降,但其品位也有提高,最终决定采用丁基黄药 40 g/t 与 FZ-9538 20 g/t 组合使用,此时,浮选粗精矿中铜品位 12.86%、银含量为 1401.75 g/t,铜回收率 83.51%,银回收率 87.38%。

2.3 铜硫分离试验研究

铜硫分离最常用的方法是添加石灰作为黄铁矿抑制剂^[7]。因此铜硫分离试验研究考察了石灰用量,试验结果见图 4。由图 4 可以看出,当石灰用量为 500g/t,此时的浮选指标最好,铜品位为 21.94%,铜回收率为 67.28%。

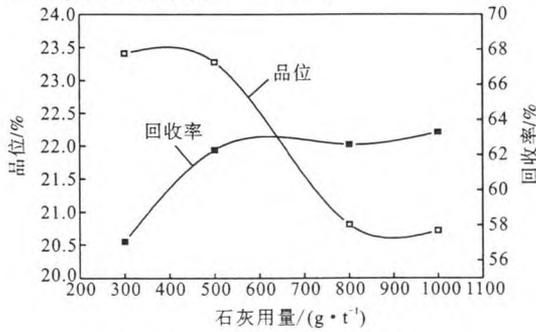


图 4 石灰用量试验结果

Fig. 4 Test results of lime dosage

2.4 浮选闭路试验

通过各条件试验和综合开路试验研究,进行了试验室小型闭路试验。试验工艺流程及药剂制度如图 5 所示,试验结果见表 4。

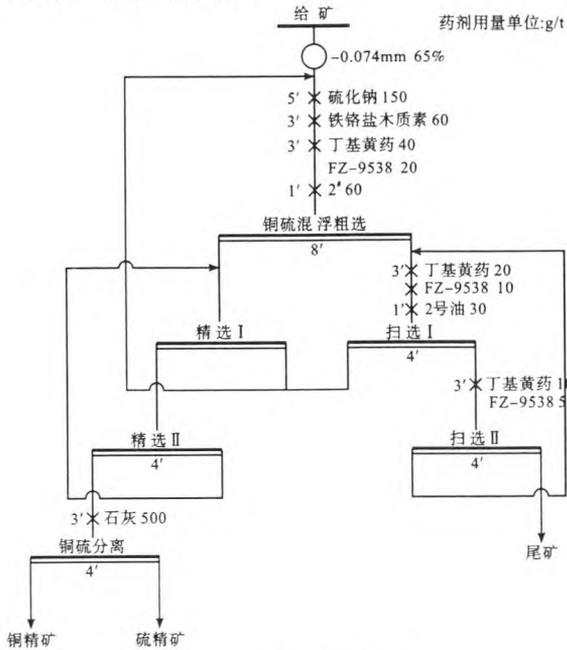


图 5 闭路试验流程

Fig. 5 Flowsheet of closed-circuit operation

从表 4 可以看出,采用一粗两扫三精闭合混浮

—分离流程,获得铜精矿铜品位 22.23%,回收率 81.05%;银品位 2010.85 g/t,回收率 69.80%;硫精矿硫品位 36.28%、回收率 42.02%的选矿指标,选矿指标良好。

表 4 闭路试验结果

Table 4 Results of closed-circuit operation

产品名称	产率 /%	品位/%			回收率/%		
		Cu	S	Ag*	Cu	S	Ag
铜精矿	2.80	22.23	31.45	2010.85	81.05	21.43	69.80
硫精矿	4.76	1.91	36.28	423.91	11.84	42.02	25.02
尾矿	92.44	0.06	1.63	4.52	7.11	36.55	5.18
原矿	100.00	0.77	4.11	80.66	100.00	100.00	100.00

*单位为 g/t。

3 结 论

(1)原矿多元素化学分析表明,原矿铜品位 0.77%、硫品位 4.11%、银含量 80.66 g/t。

(2)矿石中含有大量的炭质矿物,且其可浮性较差,采用适量的铁铬盐木质素可有效的抑制这种炭质矿物,减少其对浮选指标的影响。

(3)由于矿石银品位较高,采用 FZ-9538 捕收剂与丁基黄药组合可取得良好的选矿指标。

(4)对于该含炭质硫化矿,采用铜(银)硫混合浮选—铜硫分离工艺,铜硫混合浮选以硫化钠为调整剂,铁铬盐木质素做炭质矿物的抑制剂,丁基黄药和 FZ-9538 为组合捕收剂,铜硫分离以石灰为抑制剂,在给矿品位铜 0.77%、硫 4.11%、银 80.66 g/t 的条件下,获得铜精矿铜品位 22.23%,回收率 81.05%;银品位 2010.85 g/t,回收率 69.80%;硫精矿硫品位 36.28%,回收率 42.02%。

参考文献:

- [1]冯俊生.含碳铅锌多金属矿石除碳工艺[J].国外金属矿选矿,2001(06):6.
- [2]岳学晨.含碳多金属矿选矿工艺研究[J].有色金属:选矿部分,1998(04):13.
- [3]王勇海,马晶,牛芳银.国外某含碳高硫细粒嵌布铜铅锌多金属矿选矿工艺试验研究[J].有色金属:选矿部分,2012(02):21-25.
- [4]冯俊生.内蒙古含碳铅锌多金属矿石除碳工艺研究[J].包头钢铁学院学报,2000(04).
- [5]邱廷省,丁声强,张宝红.硫化钠在浮选中的应用技术现状[J].有色金属科学与工程,2012(06):43.
- [6]董贞允.金银浮选增效剂—FZ-9538 的研究及应用[J].有色金属:选矿部分,1999(01):26.
- [7]匡敬忠,李永峰,刘德华.铜硫分离中抑制剂的应用[J].矿业研究与开发,2013(05):52.

(下转 57 页)

的主要金属矿物为辉钼矿、黄铜矿。原矿中铜、钼矿物形态复杂,氧化率高,属复杂难选的含铜氧化型钼矿石。

(2)针对该含铜氧化型钼矿石开展的可选性试验,采用“铜钼混合浮选-铜钼分离”的工艺技术方案,可以得到高品质的钼精矿、低品位的铜精矿。

(3)小型闭路试验可得到产率0.49%、Mo品位51.95%、回收率69.47%的合格钼精矿;产率0.69%、Cu品位7.43%,回收率58.65%的铜精矿;针对该低铜高钼的氧化型矿石,达到了对伴生铜资源综合回收的目的。

参考文献:

[1]周峰,孙春宝,刘洪均,等.某低品位铜钼矿低碱度浮选

工艺研究[J].金属矿山,2011(3):80-83.

[2]王立刚,刘万峰,孙志健,等.蒙古某铜钼矿选矿工艺技术研究[J].有色金属:选矿部分,2011(1):10-13.

[3]胡真,李汉文,张慧,等.某铜钼矿合理选矿工艺的研究[J].矿冶工程,2008,28(6):29-32.

[4]谢卫红.富家坞难选铜钼矿浮选工艺研究[J].有色金属:选矿部分,2010(5):17-20.

[5]谷志君,苏凯,郝福来.铜、钼浮选分离探索试验研究[J].黄金,2009,30(10):42-45.

[6]邵福国,谭欣,罗思岗.某铜钼矿选矿工艺技术试验研究[J].有色金属:选矿部分,2011(2):1-4.

[7]袁明华,普仓凤.云南某低品位难选铜钼矿可选性试验研究[J].有色金属:选矿部分,2010(3):13-16.

[8]李志锋.某铜钼矿选矿试验研究[J].现代矿业,2011,7(7):13-17.

Experimental Research on Mineral Processing of Molybdenum Oxide Ore Containing Copper

Mao Yilin¹, Yang Huizhou², Chen Xiaoqing¹, Yang Jinzhong¹, Yan Weiping¹

(1. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS; Research Center of Multipurpose Utilization of Metal Mineral Resources of China Geological Survey, Chengdu, Sichuan, China;

2. Liangshan Mining Co., Ltd., Huili, Sichuan, China)

Abstract: In light of the fact that the oxidie molybdenum ore containing copper has the characteristics of low-grade of copper, high-grade molybdenum and high rate of oxidization, the flotation process of copper-molybdenum mixed flotation-copper-molybdenum separation was adopted. the associated low-grade copper can be recovered with the molybdenum recovery. molybdenum concentrate with molybdenum grade of 51.95% and recovery of 69.47% and copper concentrate with copper grade of 7.43% and recovery of 58.65% can be obtained, twchich realizes the comprehensive recovery of associated resources.

Keywords: Oxidie molybdenum ore containing copper; Comprehensive recovery; Bulk flotation; Cu-Mo separation

(上接30页)

Flotation Experiment of a Carbon-bearing and Low grade Copper Ore

He Guichun, Zeng An, Yu Xinyang, Wei Xinan

(Jiangxi University of Science and Technology,

Key Laboratory of Mining Engineering of Jiangxi province, Ganzhou, Jiangxi, China)

Abstract: Aiming at the problem of copper sulphide ore which include high carbon bearing, fine dissemination size of useful minerals, low rate of recovery of copper and associated silver minerals, poor quality of concentrate, this experiment adopted sodium sulfide as activator, ron-chromium salt of lignin as inhibitor of carbon, the Sodium O-butyl dithiocarbonate and FZ-9538 as mixture collector for copper(silver)-sulfur bulk flotation followed by the separation of copper. And through the close-circuit process, this experiment got copper concentrate with Cu grade of 22.23%, Ag grade of 2010.85 g/t, Cu recovery of 81.05%, Ag recovery of 69.80%, sulfur concentrate with S grade of 36.28%, S recovery of 42.02%, Provide technical support and basis for development and utilization of the mine.

Keywords: Curbing carbon; Copper(silver)-sulfur bulk flotation; Combined collectors; Associated silver