

某含铜氧化型钼矿选矿试验研究

毛益林¹, 杨恢州², 陈晓青¹, 杨进忠¹, 严伟平¹

(1. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 中国地质调查局金属矿产资源综合利用技术研究中心, 四川 成都 610041;
2. 凉山矿业股份有限公司, 四川 会理 615146)

摘要:针对某含铜氧化型钼矿低钼高、铜钼氧化率均较高等特点, 采用混合浮选-铜钼分离的浮选工艺流程, 在回收钼的同时对伴生的超低品位铜进行回收。试验得到钼品位 51.95%、回收率为 69.47% 的钼精矿和铜品位 7.43%、回收率 58.65% 的铜精矿, 实现了伴生资源的综合回收利用。

关键词:含铜氧化型钼矿; 综合回收; 混合浮选; 铜钼分离

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2015.05.013

中图分类号:TD913 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2015)05-0054-04

随着经济社会的发展, 铜钼等各种金属的需求量在不断增加。而随着铜钼矿石大规模的开发利用, 易采易选的矿石日渐枯竭, 现存的铜钼矿资源大多为“贫、细、杂”难选冶矿石, 制约了经济社会的发展。因此, 加大对铜钼矿资源尤其是难选的高氧化率铜钼资源的深度开发研究, 实现伴生元素的综合回收利用, 将释放大量复杂难处理的有色多金属矿资源, 形成新的资源利用增长, 缓解我国铜钼的供需矛盾, 及具有重大的经济意义和社会意义。

本研究针对某含铜氧化型钼矿石进行了试验研究, 获得了较好的选别效果。

1 矿石性质

1.1 矿石化学组成

原矿化学多项分析结果见表 1, 钼、铜物相分析结果分别见表 2、3。

表 1 原矿化学多项分析结果/%

Table 1 Analysis results of multi-elements of the raw ore

Cu	Mo	Pb	Zn	S	TFe	K ₂ O	Na ₂ O
0.087	0.37	<0.01	0.0091	0.54	7.12	0.23	0.18
CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	TiO ₂	WO ₃	As
35.64	2.39	7.14	27.74	<0.01	0.96	0.034	0.0053

Au*	Ag*	Sc*	Ga*	Pt*	Pd*	Re*	In*
0.056	3.42	9.19	1.46	0.048	0.005	0.56	0.61
Te*	Nb ₂ O ₅ *	Ta ₂ O ₅ *	TREO	灼失			
0.88	35.2	2.82	0.0073	12.44			

* 单位为 g/t。

表 2 钼化学物相分析结果

Table 1 Analysis results of molybdenum phase

相别	硫化钼	氧化钼	总钼
含量/%	0.258	0.112	0.37
占有率/%	69.73	30.27	100.00

表 3 铜化学物相分析结果

相别	原生 硫化铜	次生 硫化铜	结合 氧化铜	自由 氧化铜	硫酸 盐中铜	总铜
含量/%	0.034	0.019	0.007	0.026	0.001	0.087
占有率/%	39.08	21.84	8.05	29.88	1.15	100.00

表 2、3 结果表明, 矿石中钼、铜矿物形态复杂, 且氧化率较高, 综合回收利用存在较大难度。

1.2 矿物组成

矿石中金属矿物有辉钼矿、黄铜矿、辉铜矿、蓝辉铜矿、黄铁矿、斑铜矿、白钨矿、赤铁矿、钼钙矿、孔雀石、磁黄铁矿、磁铁矿、闪锌矿、褐铁矿、毒砂、钼华等。脉石矿物主要有钙铝(铁)榴石、方解石、透辉石、石英、绿泥石、云母、绿帘石、蛇纹石、闪石、萤石、少量粘土等, 约占矿石总量的 93.41%。

收稿日期: 2015-05-06

基金项目: 中国地质调查“超贫钒钛磁铁矿及铜钼多金属混合共生矿综合利用技术研究(12120113088500)”项目资助

作者简介: 毛益林(1983-), 男, 工程师, 硕士研究生, 主要从事矿物加工工程的研究工作。

1.3 主要矿物嵌布特征

辉钼矿:主要嵌布在石榴子石粒间,呈稀疏斑状、短脉状产出。部分嵌布在石榴子石粒间充填的方解石中,呈板片状产出。少量在方解石脉与石榴子石接触边界上,单独产出。也有少量包含在石榴子石、石英、透辉石中或与赤铁矿相互混杂嵌布在脉石中。

黄铜矿:黄铜矿多数以浸染粒状产出,偶见似条带状产出。颗粒较细,多为 -0.04 mm ,呈它形粒状集合体,最大颗粒 0.9 mm ,最小的仅 0.01 mm ,黄铜矿多数嵌布在硅酸盐粒间或方解石中。偶见黄铜矿与磁铁矿和黄铜矿与黄铁矿相互嵌布现象,部分矿石中见黄铜矿被斑铜矿和辉铜矿交代。

2 工艺流程选择

根据矿石性质分析,钼、铜矿物形态复杂,且氧化率较高。研究样铜品位 0.087% ,品位极低,但考虑到铜金属的综合回收利用,依照先疏后氧原则,拟采用铜钼混合浮选-铜钼分离-混合浮选尾矿选氧化钼的工艺流程,单独产生一个低品位的铜精矿与一个高品位的钼精矿。

3 硫化铜钼回收试验

3.1 粗选磨矿细度试验

磨矿细度决定了矿物达到单体解离的程度。在较细的磨矿细度下,黄铜矿与辉钼矿矿物均能得到较好的解离,但过磨时,产生的次生矿泥影响浮选效果,使矿物可浮性下降。必须选择合适的磨矿细度,尽可能减少过磨和次生矿泥的产生,以利于浮选回收铜钼矿物。粗选磨矿细度试验结果见图1。

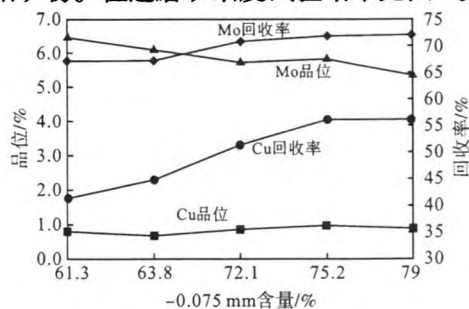


图1 磨矿细度试验结果

Fig. 1 Test results of grinding fineness

由图1可知,当磨矿细度 $-0.075\text{ mm } 72.1\%$ 时,精矿钼、铜回收率相对较高。增加磨矿细度钼回收率指标没有明显改善,且易造成鳞片状辉钼矿的过磨。故确定适宜的磨矿细度为 $-0.075\text{ mm } 72.1\%$ 。

3.2 介质调整剂 NaOH 用量试验

对于辉钼矿的浮选,pH值太高会影响其可浮

性。同时,由于原矿含有较多的矿泥,石灰对矿泥有团聚作用,考虑用氢氧化钠代替石灰作为介质调整剂。

试验条件:磨矿细度 $-0.075\text{ mm } 72.1\%$,水玻璃 1200 g/t ,煤油 210 g/t , $2^{\#}$ 油 150 g/t ,NaOH用量为变量。试验结果见图2。

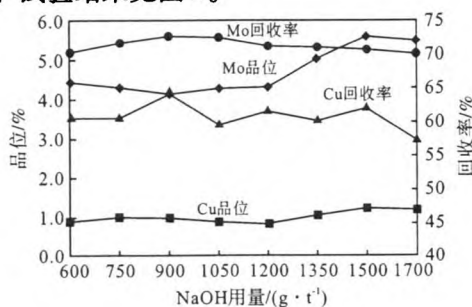


图2 NaOH用量试验结果

Fig. 2 Test results of NaOH dosage

由图2试验结果可知,当NaOH用量为 900 g/t 时,钼、铜回收率均较高,故确定钼NaOH用量为 900 g/t 。

3.3 抑制剂 EMF-19 用量试验

铜钼矿浮选时,一般采用水玻璃作为脉石抑制剂。但因脉石种类有差异,需选择适宜的脉石抑制剂,以达到较好抑制效果,脉石抑制剂种类的选择,对于改善技术指标尤为重要。通过探索试验对比,确定采用EMF-19作为抑制剂。

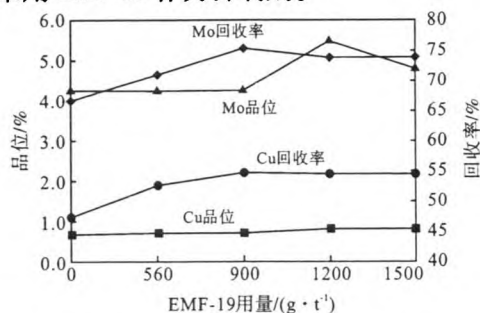


图3 EMF-19用量试验结果

Fig. 2 Test results of EMF-19 dosage

试验条件:磨矿细度 $-0.075\text{ mm } 72.1\%$,NaOH 900 g/t ,煤油 210 g/t , $2^{\#}$ 油 150 g/t ,抑制剂用量为变量。试验结果见图3。

由图3的试验结果可知,当EMF-19用量为 900 g/t 时,钼、铜回收率均处于较高水平,故确定钼EMF-19用量为 900 g/t 。

3.4 捕收剂用量试验

烃油是辉钼矿最常用的捕收剂,国内大多数选钼厂和铜钼选厂使用煤油或柴油捕收辉钼矿。试验

采用新型药剂 EM701 作为辉钼矿捕收剂,相比常规烃油类辉钼矿捕收剂,其选择性好、捕收能力强。同时,试验过程中为了保证铜的有效上浮,添加少量丁胺黑药作为辅助捕收剂,以利于铜的回收。

试验条件:磨矿细度 -0.075 mm 72.1%, NaOH 900 g/t, EMF-19 900 g/t,丁胺黑药 20 g/t,EM701 用量为变量。试验结果见图 4。

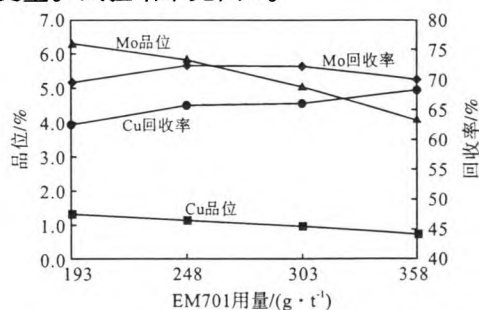


图 4 捕收剂 EM701 用量试验结果

Fig. 4 Test results of collector EM701 dosage

由图 4 试验结果可知,当 EM701 用量为 248 g/t 时,铜、钼回收率均较高。增加药剂用量对回收率增加没有明显影响,故选择 EM701 用量为 248 g/t。

3.5 铜钼混合精选再磨细度试验

铜钼混合精矿的进一步精选,一般需要再磨,以使铜、钼矿物与脉石矿物充分解离。试验结果见图 5。

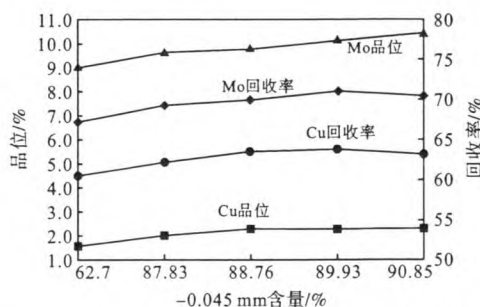


图 5 铜钼混合精矿再磨细度试验结果

Fig. 5 Test results of regrinding fineness of Cu-Mo mixed concentrate

由图 5 可知,混合粗精矿不再磨(-0.045 mm 62.7%)的指标明显较差,再磨后铜、钼指标较优,再磨磨矿细度为 -0.045 mm 89.93%时铜、钼指标较佳。确定粗精矿再磨磨矿细度为 -0.045 mm 89.93%。

3.6 铜钼分离抑制剂用量试验

硫化钠是铜钼混合精矿进行铜、钼分离最常用的药剂之一,它既是良好的脱药药剂又是铜矿物的抑制剂。在浮选过程中,硫化钠产生的 HS^- 排挤掉

铜矿物表面的捕收剂后,吸附在铜矿物的表面,使其疏水,已达到对铜矿物抑制的目的。

硫化钠用量试验结果见图 6。

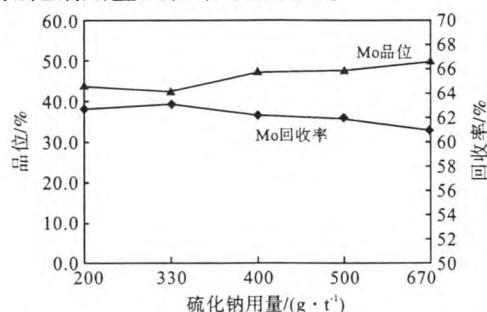


图 6 铜钼分离抑制剂硫化钠用量试验结果

Fig. 6 Test results of the dosage of collector sodium sulphide in Cu-Mo separation

由图 6 试验结果可知,随着硫化钠用量的增加,钼粗精矿中钼品位呈逐渐增加的趋势。同时,钼回收率呈下降趋势,综合考虑技术指标,铜钼分离硫化钠用量选择 500 g/t 较为适宜。

4 铜钼回收闭路试验

根据详细的条件试验和开路试验,进行了浮选闭路试验,其闭路试验结果见表 4。

表 4 小型闭路试验结果

Table 4 Results of bench-scale closed-circuit test

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Cu	Mo	Cu	Mo
钼精矿	0.49	0.14	51.95	0.78	69.47
铜精矿	0.69	7.43	1.80	58.65	3.39
尾矿	98.82	0.036	0.10	40.57	27.14
原矿	100.00	0.087	0.37	100.00	100.00

由于原矿中铜品位极低,且氧化率较高,导致闭路产品中铜精矿品位较低。但进行铜钼分离的工艺流程是十分必要的,对该矿区其他矿点铜的回收利用具有借鉴与指导意义。

5 尾矿氧化钼的回收利用

闭路试验中尾矿钼品位偏高,主要是由于该样品钼氧化率较高,且主要以钼钙矿形式存在,采用常规浮选硫化矿的方法及先硫化后浮选氧化矿的方法均不能将其有效回收。可考虑采用其他选别方法将其初步富集,然后通过冶金工艺进行综合回收。

6 结 论

(1)原矿中含铜 0.087%,含钼 0.37%,可回收

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]李志峰.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: Oxidiemolybdenum 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