提高某钨钼铋多金属矿钼选矿回收率的试验研究*

李杰[1,2]，祁忠旭[1,2]，纪道河[3]，陈学松[4]，王传龙[4]，孙大勇[1,2]，朱志伟[1,2]

（1.长沙矿山研究院有限责任公司， 湖南 长沙 410012；
2.湖南省矿山固废综合利用工程技术研究中心， 湖南 长沙 410012；
3.湖南有色黄沙坪矿业有限公司， 湖南 郴州市 424421；
4.五矿有色金属股份有限公司， 北京 100044）

摘要：针对湖南某钨钼铋多金属矿原矿含磁性铁、钼品位低且波动大、泥质脉石含量高等特点，为提高钼选矿回收率，开展了选矿工艺及药剂制度优化试验研究。研究结果表明：采用“先磁后浮—钼铋等可浮—混合浮选剩余硫化矿”工艺，CD-N为调整剂，B-8与丁黄药组合为硫化矿捕收剂，F6为起泡剂，可获得较好的选矿指标。选钼闭路试验获得Mo品位为3.46%、Bi品位为2.03%、Mo回收率为85.40%、Bi回收率为80.05%的钼铋混合精矿，较现场生产条件下钼回收率提高了近5个百分点，实现了钼的高效回收。且新药剂体系不影响后续白钨浮选，为该钨钼多金属矿后续选厂改扩建提供了技术依据。

关键词：钨钼铋多金属矿；浮选；等可浮浮选；调整剂；回收率

中图分类号：TD95 **文献标识码**：A **文章编号**：1005-2763(2025)01-0246-07

Experimental Study on Improving the Beneficiation Recovery Rate of Molybdenum in a Certain Tungsten-Molybdenum-Bismuth Polymetallic Mine

LI Jie[1,2], *QI Zhongxu*[1,2], *JI Daohe*[3], *CHEN Xuesong*[4], *WANG Chuanlong*[4], *SUN Dayong*[1,2], *ZHU Zhiwei*[1,2]

(1.Changsha Institute of Mining Research Co., Ltd., Changsha, Hunan 410012, China;
2.Hunan Provincial Engineering Research Center for Comprehensive Utilization of Mine Solid Waste, Changsha, Hunan 410012, China;
3.Hunan Nonferrous Metals Huangshaping Mining Co., Ltd., Chenzhou, Hunan 424421, China;
4.China Minmetals Nonferrous Metals Co., Ltd., Beijing 100044, China)

Abstract: In response to the characteristics of a tungsten-molybdenum-bismuth polymetallic mine in Hunan Province, which contains magnetic iron, low and fluctuating molybdenum grade, and high content of mudstone gangue, an experimental research was conducted to optimize the beneficiation process and reagent system in order to improve the beneficiation recovery rate of molybdenum. The research results show that adopting the process of "magnetic separation followed by flotation—molybdenum-bismuth iso-floatability flotation—bulk flotation of residual sulfide ore", good mineral processing indicators can be achieved by taking CD-N as the regulator, B-8 combined with butyl xanthate as the sulfide ore collector, and F6 as the frother. The molybdenum closed circuit test obtained a molybdenum-bismuth mixed concentrate with Mo grade of 3.46%, Bi grade of 2.03%, Mo recovery rate of 85.40%, and Bi recovery rate of 80.05%. Compared with the on-site production conditions, the recovery rate of molybdenum is increased by nearly 5 percentage points, achieving efficient recovery of molybdenum. The new reagent system doesn't affect the subsequent scheelite flotation, providing a technical basis for the subsequent expansion and renovation of beneficiation plant in the tungsten-molybdenum polymetallic mine.

Key words: Tungsten-molybdenum-bismuth polymetallic mine, Flotation, Iso-flotability flotation, Regulator, Recovery rate

0 引言

钼作为一种战略性稀有金属，具有多种高效优质功能而被广泛应用于钢铁冶金、电子化工、电子元件等工业领域[1]。我国是世界上钼资源最为丰富的国家，然而，这一资源优势正在逐步减弱[2]。钼矿床

* **收稿日期**：2024-02-23
基金项目：中国五矿科技专项计划项目(2022ZXB04-4)
作者简介：李杰(1991—)，男，河南信阳人，硕士，工程师，主要从事选矿工艺及药剂研发工作。E-mail:1021773179@qq.com

类型较多,以斑岩型和矽卡岩型为主[3],其中矽卡岩型钼矿受邻近岩体接触带矽卡岩和云英岩蚀变影响,多产出大型多金属矿床,如湖南柿竹园 W-Sn-Mo-Bi 多金属矿[4]、黄沙坪 W(Sn)-Mo-Bi-Fe 多金属矿[5]等。

受成矿影响,钨钼多金属矿的选矿加工过程较为复杂,历经三十余年的技术迭代,在“柿竹园法”[6]的基础上不断改进,形成了“原矿—磁选铁—钼铋硫混合浮选—钼铋硫分离—‘金属-有机配合物’选白、黑钨—钨尾矿活化后浮选萤石”的原则工艺方案[7-8],实现了钨、钼、铋、铁、硫和萤石等多种有价组分的综合回收,具有较高的技术先进性。但该工艺仍面临着流程长、能耗高、药剂成本高、钼回收率偏低、主金属浮选指标易波动以及伴生锡回收困难等问题[9-10],且随着矿石性质的进一步变化,其中钼铋硫化矿分选的原则工艺需进一步改进。

湖南某矽卡岩型钨钼铋多金属矿矿区钼资源储量规模为大型,主要有价组分为钨、钼、铋、铁和萤石。随着地下开采的深入,矿石性质发生了较大变化,钼品位波动大,原矿中蚀变碳酸盐和易泥化硅酸盐脉石明显增多,这导致原设计的“钼铋硫全浮选—钼与铋硫分离”和水玻璃抑制体系的选择性及矿石适应性降低[11-13],导致钼的分选效率下降,生产工艺稳定性变差。因此,开展了提高钼选矿回收率的试验研究,查明影响钼回收率的关键因素并研发改进措施,实现了钼的高效回收,为选厂改扩建提供技术依据,并为行业类似技术问题提供参考借鉴。

1 矿石性质

湖南某钨钼铋多金属矿试样的化学多元素分析结果见表 1,主要矿物组成分析结果见表 2,钼的物相分析结果见表 3,微观形貌特征如图 1 所示。由矿物分析结果可知,试样中可供选矿回收的主要组分是钼、钨、萤石、铋、铁和锡等,其中 Mo 品位为 0.083%;矿石中矿物组成较复杂,钼矿物主要为辉钼矿,钼分布率为 89.16%;钨矿物主要为白钨矿及钼钨钙矿,少量黑钨矿;锡矿物主要为锡石;铋矿物主要为辉铋矿;铁矿物主要为磁铁矿,少量菱铁矿、有机碳等;脉石矿物主要为石榴石(钙铁榴石和钙铝榴石为主)和石英,其次为方解石、角闪石等。不考虑钨钼钙矿中钼的回收,则钼的最大理论回收率为 89.16%,现场生产实际回收率约为 80%,钼选矿回收率仍有较大提升空间。

表 1 矿物化学多元素分析结果

Table 1 Chemical multi-element analysis results of minerals %

Mo	WO_3	CaF_2	Bi	TFe	SiO_2	CaO
0.083	0.26	14.30	0.055	12.05	28.66	32.60
Al_2O_3	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	Sn	S
4.46	1.15	0.80	0.47	0.16	0.11	0.42
Cu	Zn	Pb	As	其他	烧失	
0.005	0.13	0.012	0.036	2.523	1.716	

表 2 主要矿物组成分析结果

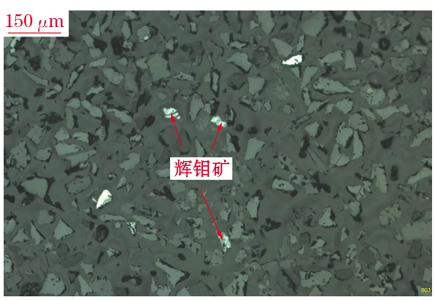
Table 2 Results of main mineral composition analysis %

辉钼矿	白钨矿	锡石	辉铋矿	萤石	黑钨矿
0.14	0.36	0.15	0.062	14.30	微量
磁铁矿	赤/褐铁矿	菱铁矿	黄铁矿	磁黄铁矿	闪锌矿
5.02	0.11	0.83	0.25	0.09	0.21
石榴石	石英/长石	方解石	角闪石/辉石	云母	绿泥石
38.28	12.33	6.42	16.31	1.31	1.02

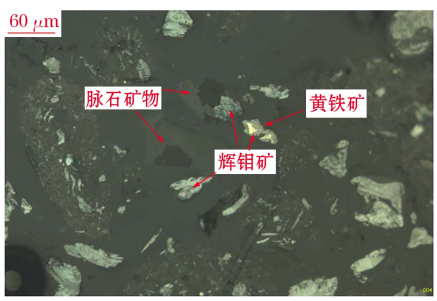
表 3 矿石中钼的化学物相分析结果

Table 3 Chemical phase analysis results of molybdenum in ore %

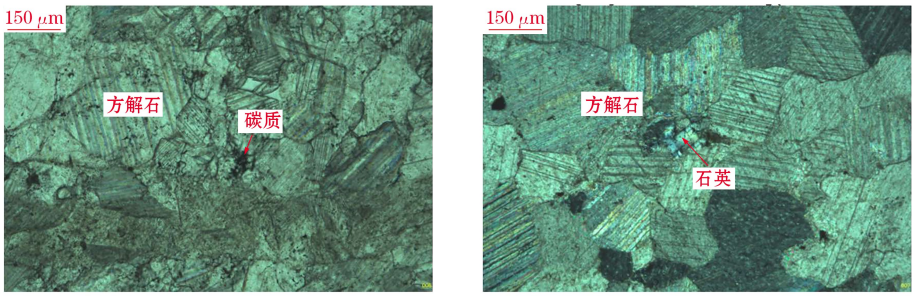
矿物	钼含量	钼分布率
辉钼矿	0.074	89.16
白钨矿	0.006	7.23
其他矿物	0.003	3.61
合计	0.083	100.00



(a) 辉钼矿分布特征



(b) 辉钼矿连生体



（c）碳质沿方解石粒间或节理分布　　（d）方解石节理发育特征

图 1　矿物微观形貌特征

Fig.1　Microscopic morphology characteristics of minerals

2　试验研究

2.1　磁选与浮选顺序试验

现场选矿工艺流程为：原矿磨细至－0.074 mm含量为75%～80%，先磁选回收铁，然后矿浆质量浓度至50%，全浮选分离硫化矿中的钼与铋硫；硫化矿混合浮选后的尾矿再经过调浆处理以浮选回收白钨和萤石。该工艺已稳定运行多年，对于白钨和萤石的回收较有利，但由于在钼的浮选阶段矿浆质量浓度较高，加之原矿中易泥化的蚀变脉石含量增加，影响了钼的浮选效果。基于此，考虑到硫化矿磨矿后保留大量新鲜表面而具备良好天然可浮性的特点，拟将现场“磨矿—选铁—浓缩—选钼铋硫—选白钨”原则工艺调整为“磨矿—选钼铋硫—选铁—浓缩—选白钨”，以最大化实现钼金属的回收。参考现场药剂制度，进行了钼铁选矿顺序对比试验，并考察了不同工艺对白钨浮选效果的影响，试验工艺流程见图2(先磁后浮工艺对应调整分选顺序，不另绘图)，试验结果见图3。其中，MTC为苯甲羟肟酸。

根据试验结果可知，采用“先浮选钼后磁选铁”工艺有助于铋的上浮，且对钼的回收率影响不大，但该条件下后续白钨浮选回收率较低，白钨较难上浮。综合考虑白钨的回收，认为“先磁选铁后浮选钼”的原则工艺实施效果较好。

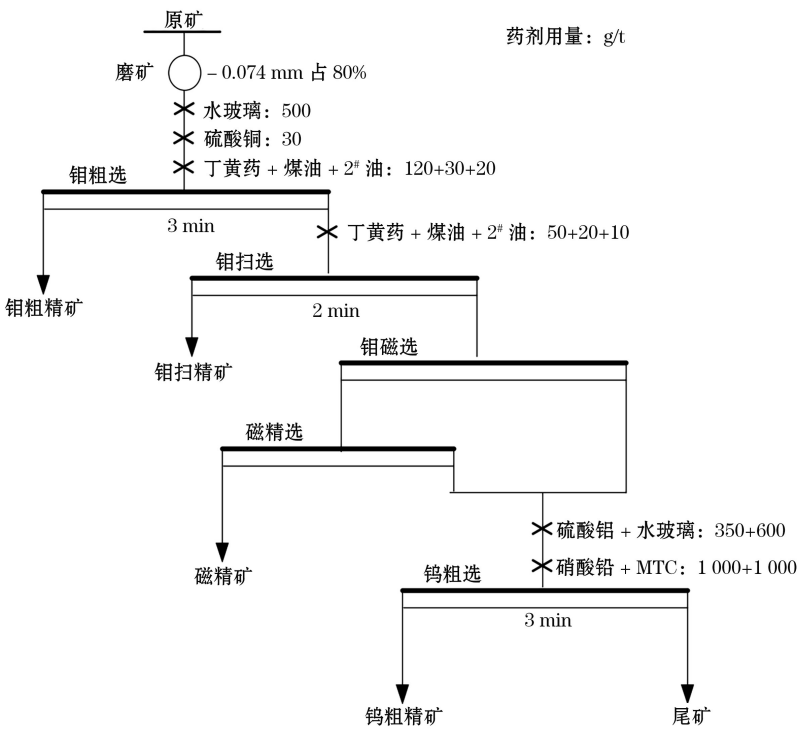


图 2　磁选与浮选顺序试验工艺流程

Fig.2　Test process of magnetic separation and flotation sequence

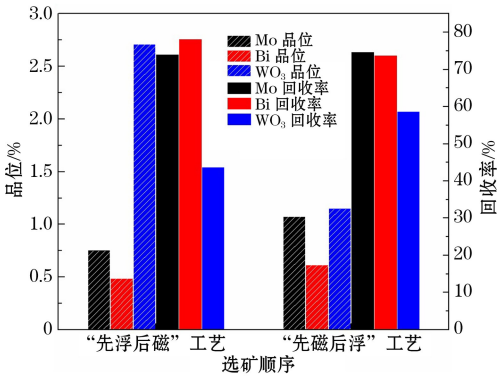


图 3 磁选与浮选顺序试验结果

Fig.3 Test results of magnetic separation and flotation sequence

2.2 选钼工艺结构试验

为选择更加适应矿石性质且更加高效的选矿工艺,在磁选与浮选顺序试验的基础上,采取现场磁选尾矿浓缩样(矿浆质量浓度为 50%),参考现场药剂制度,进行了"钼铋硫混合浮选""钼快速浮选—混合浮选剩余硫化矿""钼铋等可浮浮选—混合浮选剩余硫化矿"和"优先浮选钼—混合浮选剩余硫化矿"等 4 种选钼工艺结构试验。"钼铋等可浮浮选—混合浮选剩余硫化矿"工艺流程见图 4,试验结果见图 5(双精矿产品为加权统计的数据,下同)。

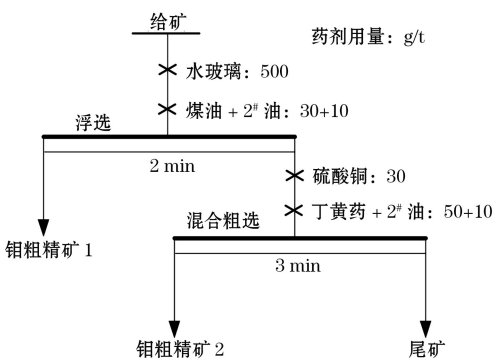


图 4 "钼铋等可浮浮选—混合浮选剩余硫化矿"试验流程

Fig.4 Test process of molybdenum bismuth iso-floatability flotation—bulk flotation of sulfide ore

根据试验结果可知,"钼铋等可浮浮选"工艺整体优势较明显,该工艺将可浮性好且相近的辉钼矿、辉铋矿快速同步回收,再分步回收剩余硫化矿,有利于提升选矿工艺的综合效率;"优先浮选钼"工艺选矿指标较差,被抑制的辉铋矿在后续工艺流程中,即使添加足量硫酸铜也难以再活化,对铋的回收造成了不利影响,残留的铋矿物还将对白钨浮选作业产生干扰。综合考虑,认为选钼工艺流程的优势排序为:"钼铋等可浮浮选"优于"钼铋硫混浮"优于"钼快速浮选"优于"优先浮选钼"。

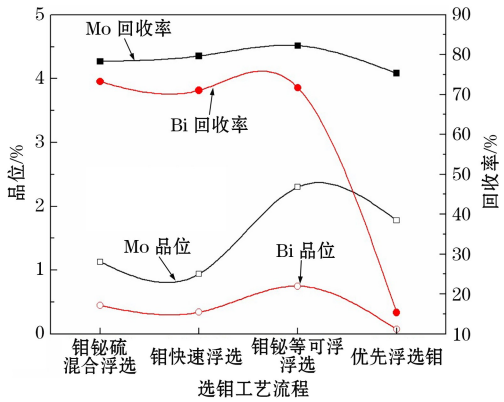


图 5 选钼工艺结构试验结果

Fig.5 Test results of molybdenum selection process

2.3 选钼药剂制度试验

由于原矿中易泥化矿物含量较高,如方解石、角闪石/辉石、石榴石(钙铝榴石)和绿泥石等碳酸盐和硅酸盐脉石,在中矿循环后,形成的矿泥会对钼的选择性高效回收产生较大影响[14],导致混合精矿中脉石含量高、钼品位低、回收率低等问题。因此,需要对当前"丁黄药+煤油、2# 油"的捕收与起泡药剂体系进行适当优化调整,以净化浮选矿浆环境、提高钼矿物上浮速率和效率、减弱泥质脉石的夹带上浮及其对钼浮选的干扰[15],为钼的高效回收提供更加良好的条件。采用"钼铋等可浮浮选—混合浮选剩余硫化矿"工艺,进行了选钼药剂制度试验。

2.3.1 矿泥调整剂种类及用量试验

针对钼浮选过程中细泥大量夹带上浮的关键问题,首先进行了矿泥调整剂种类及用量试验,其他药剂条件不变,试验流程见图 4,试验结果见图 6。

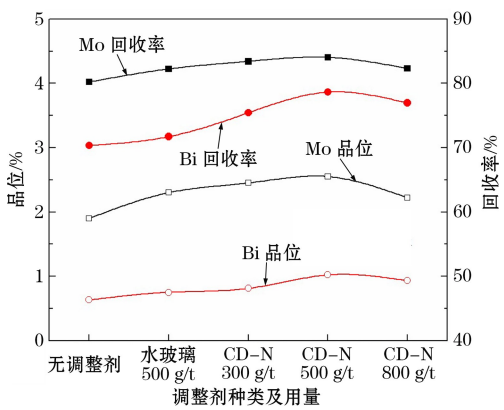


图 6 矿泥调整剂种类及用量试验结果

Fig.6 Test results of types and dosages of mud regulator

由图 6 可知,CD-N(柠檬酸钠和古尔胶按比例的混配物)用量为 500 g/t 时,粗精矿 Mo 回收率约为 85%,Mo 品位约为 2.60%,获得了良好的选矿指标,即采用矿泥调整剂 CD-N 用量为 500 g/t 可有效提高钼矿物浮选速率和浮选效果。

2.3.2 选钼捕收剂种类试验

煤油是辉钼矿最常用的捕收剂之一[16-17],然而在处理含泥量高的矿石时,煤油作为捕收剂容易导致矿浆分散能力差、易夹带矿泥、流程稳定性差等问题,并且消泡能力较强,在实际生产中需要与起泡剂 2# 油紧密结合调整用量,操作流程繁琐。因此需基于目前的药剂制度筛选出更加适合矿石性质的钼捕收剂,以提高分选效率。乳化改性烃油是辉钼矿捕收剂优化的重点方向。在矿泥调整剂种类及用量试验的基础上,选钼捕收剂用量均为 30 g/t,试验流程见图 4,试验结果见图 7。由图 7 可知,B-8(经乳化的矿物质油,B-10 类似)的选矿指标较好,粗精矿 Mo 品位为 2.65%、回收率为 85.41%,粗精矿 Bi 品位为 1.22%、回收率为 81.01%。

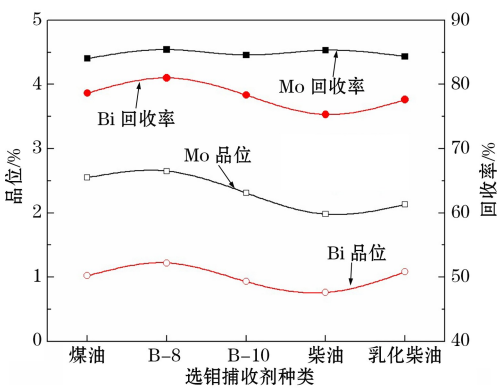


图 7 选钼捕收剂种类试验结果

Fig.7 Test results of molybdenum collector types

2.3.3 起泡剂种类及用量试验

2# 油是选矿中的常用起泡剂,具有起泡能力强、价格适中、原料易得等优点,但其具备一定的捕收能力,过量使用或原矿含泥量增加时,都会加剧泡沫发黏现象,并导致泥质脉石等非选择性矿物的非选择性捕收上浮,影响金属矿物的分选效果。为优化选矿工艺流程,进行了起泡剂种类及用量试验,试验流程见图 4,试验结果见图 8。

根据试验结果可知,采用 MIBC(甲基异丁基甲醇)和 F4(混合的二元仲醇)作为起泡剂时,选择性较高但不利于钼、铋金属的回收;采用 F6(松醇油与醇类的混合物)为起泡剂,用量为 10 g/t 时,综合效果较好,可获得粗精矿 Mo 品位为 2.78%、回收率为 85.66%,粗精矿 Bi 品位为 1.34%、回收率为 81.04%的选矿指标。同时,采用 F6 为起泡剂可降低产率,进一步减少了泥质脉石的夹带捕收上浮现象,有利于中矿循环后选矿指标的提升与浮选流程的稳定。

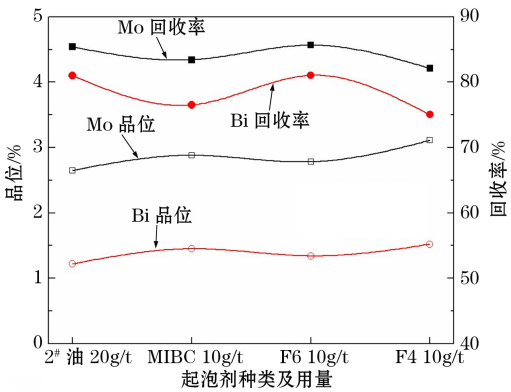


图 8 起泡剂种类及用量试验结果

Fig.8 Test results of types and dosages of frother

2.4 闭路试验

在条件试验的基础上,取现场磁选尾矿浓缩样,采用“钼铋等可浮浮选—混合浮选剩余硫化矿”工艺,采用 CD-N 为调整剂,B-8 与丁黄药组合为硫化矿捕收剂,硫酸铜为活化剂,F6 为起泡剂,进行了选钼主干的闭路试验,并对尾矿进行了白钨回收试验。闭路试验流程见图 9,试验结果见表 4。

表 4 闭路试验结果

Table 4 Results of closed circuit test %

产品	产率	品位			回收率		
		Mo	Bi	WO_3	Mo	Bi	WO_3
混合精矿	2.01	3.460	2.030	0.230	85.40	80.05	1.72
钨粗精矿	15.31	0.028	0.034	1.380	5.26	10.21	78.60
尾矿	82.68	0.009	0.006	0.064	9.34	9.74	19.68
给矿	100.00	0.081	0.051	0.270	100.00	100.00	100.00

试验结果表明,优化后的工艺流程和药剂制度大幅提高了钼的浮选效果,有效减弱了钙质和硅质矿泥对浮选过程的干扰,获得了产率为 2.01%、Mo 品位为 3.46%、Bi 品位为 2.03%、Mo 回收率为 85.40%、Bi 回收率为 80.05%的混合精矿。同时,白钨回收试验获得了 WO_3 品位为 0.23%、回收率为 1.72%的钨粗精矿,新药剂体系未对钨回收产生影响,取得良好的技术指标。

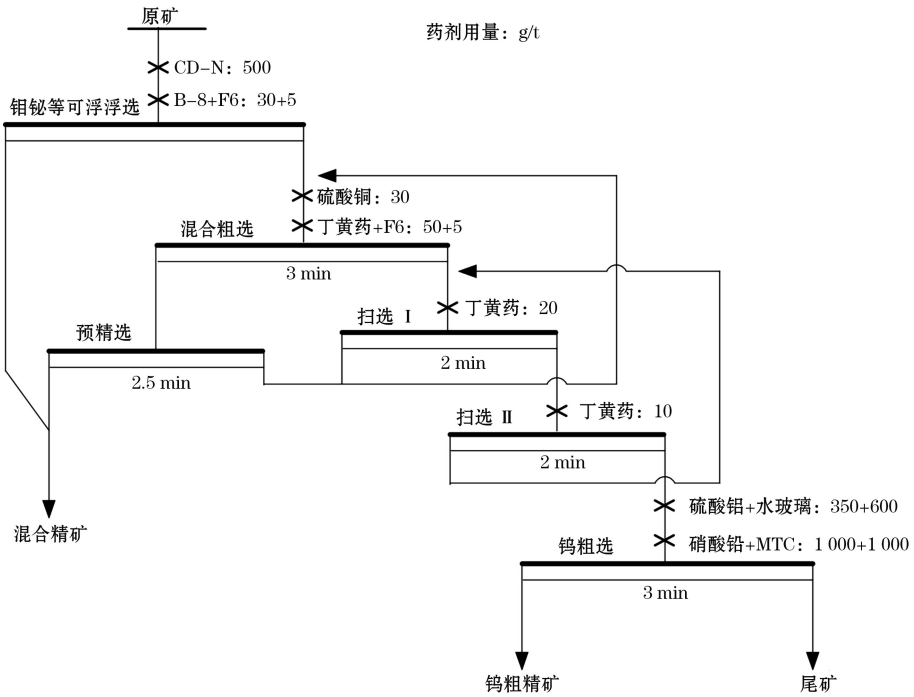


图 9　闭路试验流程

Fig.9　Closed circuit test process

3　结论

(1) 湖南某钨钼铋多金属矿有价组分较多,钼矿物主要为辉钼矿,钨矿物主要为白钨矿及钼钨钙矿,铋矿物主要为辉铋矿,铁矿物主要为磁铁矿,Mo品位为0.083%,钼的最大理论回收率为89.16%,现场生产实际回收率约为80%,钼选矿回收率仍有较大提升空间。

(2) 针对矿石性质特点,经过多种选矿流程、工艺结构和浮选药剂体系的对比试验,最终确定选矿工艺为"先磁选铁后浮选钼—钼铋等可浮浮选—混合浮选剩余硫化矿",选矿药剂体系为采用CD-N为调整剂,B-8与丁黄药组合为硫化矿捕收剂,F6为起泡剂。

(3) 对现场生产的选钼给矿样品开展选钼主干的闭路试验,获得产率为2.01%、Mo品位为3.46%、Bi品位为2.03%、Mo回收率为85.40%、Bi回收率为80.05%的混合精矿。同时,新药剂体系不影响后续白钨浮选效果,实现了钼的高效回收,技术指标良好。

(4) 研究根据钨钼铋多金属矿的矿石性质特点,从选矿工艺流程结构和浮选药剂体系的深度优化着手,实现了钼矿物浮选效率的提升和对含钙、镁硅酸盐和碳酸盐等易浮或易泥化脉石浮选过程的合理调控,新的工艺和药剂体系具有矿石性质适应性强、选矿指标优的特点,可作为该矿选厂改扩建工程的技术依据,同时为类似多金属矿的分选提供借鉴。

参考文献(References):

[1] 刘萌,刘沛源,李伟.2019年钼工业发展报告[J].中国钼业,2020,44(2):7-12.
LIU Meng, LIU Peiyuan, LI Wei. Molybdenum industry development report in 2019 [J]. China Molybdenum Industry,2020,44(2):7-12.

[2] 周园园,王京,唐萍芝,等.全球钼资源现状及供需形势分析[J].中国国土资源经济,2018,31(3):32-37.
ZHOU Yuanyuan, WANG Jing, TANG Pingzhi, et al. The global molybdenum resources and recently supply-demand [J]. Natural Resource Economics of China, 2018, 31(3): 32-37.

[3] 季根源,邓会娟,王春女,等.中国钼矿资源现状及国家级钼矿床实物地质资料筛选[J].中国矿业,2016,25(1):139-145.
JI Genyuan, DENG Huijuan, WANG Chunnv, et al. Current status of molybdenum-ore resources in China and screening of national molybdenum-ore geological material deta[J]. China Mining Magazine,2016,25(1):139-145.

[4] 陶思源,马星华.湖南柿竹园超大型W-Sn-Mo-Bi矿床研究进展与主要科学问题[J].矿物学报,2022,42(6):793-806.
TAO Siyuan, MA Xinghua. Research progresses and key scientific issues of the super-large Shizhuyuan W-Sn-Mo-Bi polymetallic deposit in Hunan Province, China[J]. Acta Mineralogica Sinica,2022,42(6):793-806.

[5] 赵飞,尹京武,王梦亚,等.湖南黄沙坪矽卡岩矿物学特征及地质意义[J].现代地质,2016,30(5):1038-1050.

ZHAO Fei, YIN Jingwu, WANG Mengya, et al. Skarn mineral characteristics and their geological significance of the Huangshaping deposit in Hunan Province[J]. Geoscience, 2016,30(5):1038-1050.

[6] 孙传尧,程新朝,李长根.钨铋钼萤石复杂多金属矿综合选矿新技术:柿竹园法[J].中国钨业,2004(5):13-19.
SUN Chuanyao, CHENG Xinchao, LI Changgen. Shizhuyuan method a new technology for comprehensive processing of the complex multi-metal ore containing W, Bi, Mo and Fluorite[J]. China Tungsten Industry, 2004(5): 13-19.

[7] 邵伟华,赵平,王洪杰,等.某低品位氧化钼钨粗精矿精选试验研究[J].矿业研究与开发,2014,34(2):41-44.
SHAO Weihua, ZHAO Ping, WANG Hongjie, et al. Concentration experimental research on low grade molybdenum tungsten oxide rough concentrates[J]. Mining Research and Development,2014,34(2):41-44.

[8] 卫召,孙伟,韩海生,等.钨矿浮选工艺进展与实践[J].金属矿山,2021(6):60-72.
WEI Zhao, SUN Wei, HAN Haisheng, et al. New technology and practice of tungsten ore flotation[J]. Metal Mine,2021(6):60-72.

[9] 彭远伦,杨若瑜,吕向文,等.云南某斑岩型铜矿铜钼分离药剂制度优化研究及工业应用[J].矿业研究与开发,2022,42(6):40-43.
PENG Yuanlun, YANG Ruoyu, LYU Xiangwen, et al. Optimization research on flotation reagent system for copper-molybdenum separation in a porphyry copper mine in Yunnan and its industrial application[J]. Mining Research and Development,2022,42(6):40-43.

[10] 李立园,聂庆民,钟建峰,等.某高品位钼铋硫化矿选矿试验研究[J].有色金属科学与工程,2016,7(4):85-90.
LI Liyuan, NIE Qingmin, ZHONG Jianfeng, et al. Experimental study on a high grade molybdenum-bismuth sulfide ore[J]. Nonferrous Metals Science and Engineering, 2016,7(4):85-90.

[11] 李杰,王龙,祁忠旭,等.河南某低品位钼铅矿选矿试验研究[J].矿业研究与开发,2023,43(4):217-223.
LI Jie, WANG Long, QI Zhongxu, et al. Experimental study on beneficiation of a low grade molybdenum-lead ore in Henan[J]. Mining Research and Development, 2023, 43(4):217-223.

[12] 朱一民.黄沙坪低品位多金属矿钼铋浮选回收的试验研究[J].湖南有色金属,2010,26(4):18-20+53.
ZHU Yimin. Experimental study of recovering molybdenum and bismuth by flotation from the low-grade polymetallic ore in Huangshaping[J]. Hunan Nonferrous Metals, 2010, 26(4):18-20+53.

[13] 刘智林,叶雪均,吕炳军,等.某低品位钼多金属矿浮选试验研究[J].矿业研究与开发,2009,29(5):39-40+75.
LIU Zhilin, YE Xuejun, LYU Bingjun, et al. Experimental study on flotation of a low-grade polymetallic molybdenum ore[J]. Mining Research and Development,2009,29(5):39-40+75.

[14] YANG Bingqiao, WANG Deru, WANG Tianshuai, et al. Effect of Cu^{2+} and Fe^{3+} on the depression of molybdenite in flotation[J]. Minerals Engineering,2019,130:101-109.

[15] 李碧平.西藏中凯矿业钨钼铋多金属矿中辉钼矿的浮选试验研究[J].有色金属(选矿部分),2010(5):6-8.
LI Biping. The study of test on molybdenite flotation from Mo, Bi, W complex mine in Xizang Zhongkai [J]. Nonferrous Metals(Mineral Processing Section),2010(5): 6-8.

[16] LI Hui, XIAO Wei, JIN Jianping, et al. Influence mechanism of magnetized modified kerosene on flotation behavior of molybdenite[J]. Minerals,2022,12(1):149-150.

[17] 何廷树,郭玉凤,王宇斌,等.利用稠环芳烃优化某钼选厂粗选药剂制度[J].矿业研究与开发,2017,37(4):34-37.
HE Tingshu, GUO Yufeng, WANG Yubin, et al. Optimization on rough reageat system of molybdenum ore plant by polycyclic aromatic hydrocarbon [J]. Mining Research and Development,2017,37(4):34-37.