

文章编号:1673-9981(2011)02-0140-05

黄沙坪低品位多金属矿钼铋回收的研究

刘 进

广州粤有研矿物资源科技有限公司,广东 广州 510650

**摘 要:**针对黄沙坪多金属矿矿石性质复杂,矿物品种多,有价矿物含量低的特点,采用先钼铋混浮、再钼铋分离的工艺回收钼铋。在钼铋混合浮选粗选作业,用 MG 油和 SN9 号作组合捕收剂,添加适量的碳酸钠和水玻璃,可获得品位和回收率较高的钼铋粗精矿;在钼铋分离作业,用硫化钠作硫化矿的抑制剂,添加适量的活性炭有助于提高钼精矿品位。在原矿 Mo 品位为 0.15%、Bi 品位为 0.030% 时,获得钼精矿 Mo 品位 53.85%、Mo 回收率 90.25% 和铋中矿 Bi 品位 2.88%、Bi 回收率 59.34% 的指标。

**关键词:**MG 油;辉钼矿;辉铋矿;多金属矿;混合浮选  
**中图分类号:**TD952;TD923      **文献标识码:**A

黄沙坪低品位多金属矿含钼、铋、钨、萤石和磁铁矿等矿物,矿石性质复杂,矿物品种多,有价矿物含量低,尤其是铋在原矿中含量仅 0.030%。有价矿物呈不均匀嵌布,并且氧化程度高,因此,该矿选矿难度很大<sup>[1]</sup>。现场用煤油作辉钼矿的浮选捕收剂,获得钼精矿 Mo 品位 44.54%,Mo 回收率 67.58%。为提高钼铋的选矿指标,实验中在钼铋混浮粗选作业使用广州粤有研矿物资源科技有限公司生产的 MG 油作为辉钼矿的捕收剂<sup>[2]</sup>,获得了钼精矿 Mo 品位 53.85%、Mo 回收率 90.25% 和铋中矿 Bi 品位 2.88%、Bi 回收率 59.34% 的指标。

1 原矿矿石性质

矿石中主要金属矿物为白钨矿、辉钼矿和辉铋

矿,及少量的黄铁矿、磁铁矿、闪锌矿、毒砂、锡石和赤铁矿,还有极少量的黑钨矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿和钛铁矿等。脉石矿物主要为钙铁榴石,占 50% 以上,其次为富钙矿物萤石和方解石,以及透辉石、石英和长石等。原矿多元素分析见表 1,原矿钼和铋物相分析见表 2。原矿 Mo 品位 0.15%,钼主要以硫化钼形式存在,辉钼矿占总钼的 96.67%。原矿 Bi 品位 0.030%,铋主要以辉铋矿和自然铋的形式存在,辉铋矿占总铋 79.73%,自然铋占总铋 13.62%。

在磨矿细度为-0.074mm 占 80.73% 时,辉钼矿和辉铋矿的解离度测定结果列于表 3。由表 3 可知,-0.074mm 占 80.73% 时,辉钼矿解离度达 93%,辉铋矿解离度约 66%。辉铋矿的嵌布粒度微细,在-0.01mm 时才有良好的解离。

表 1 原矿多元素化学分析结果  
Table 1 Multi-elementary analysis of the crude ore

元素	WO <sub>3</sub>	Mo	Bi	C	Fe	Mn	Pb	Zn	Cu	As	CaF <sub>2</sub>	Sb
含量 w/%	0.22	0.16	0.030	0.89	10.95	0.27	0.0080	0.11	0.032	0.11	7.10	0.020
元素	S	CaCO <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Au(g/t)	Ag(g/t)	Ca()		
含量 w/%	0.40	9.02	1.30	35.95	7.68	1.25	0.30	<0.1	4.34	19.70		

收稿日期:2011-03-09  
作者简介:刘进(1977—),男,江苏仪征人,工程师,硕士。

表 2 原矿钼、铋物相分析结果  
Table 2 Phase analysis of Mo and Bi of the crude ore

Mo 物相	Mo 含量 w/%	Mo 占有率/%	Bi 物相	Bi 含量 w/%	Bi 占有率/%
硫化钼	0.145	96.67	辉铋矿	0.024	79.73
氧化钼	0.005	3.33	自然铋	0.0041	13.62
总钼	0.15	100.00	氧化铋	0.002	6.65
			总铋	0.0301	100.00

表 3 -0.074mm 占 80.73% 时辉钼矿和辉铋矿解离度测定结果  
Table 3 The liberation degree of molybdenum glance and bismuth glance when grade -0.074mm accounts for 80.73%

粒级/mm	产率/%	品位/%		解离度/%	
		Mo	Bi	Mo	Bi
+0.10	5.75	0.90	0.023	85.31	4.46
-0.10+0.074	6.56	0.19	0.023	90.62	13.47
-0.074+0.043	40.25	0.13	0.026	97.44	60.29
-0.043+0.020	22.48	0.079	0.028	98.69	71.08
-0.020+0.010	11.03	0.075	0.036	99.12	80.43
-0.010	13.93	0.071	0.036	100.00	95.33
合计	100.00	0.15	0.029	总解离度 93.17	总解离度 66.56

2 实验结果及讨论

2.1 磨矿细度的确定

在碳酸钠 1000 g/t<sub>原矿</sub>、MG 油 140 g/t<sub>原矿</sub>、SN9 号 80 g/t<sub>原矿</sub>、2 号油 98 g/t<sub>原矿</sub> 的条件下进行磨矿实验,磨矿实验结果见图 1。图 1 表明,随着磨矿细度增加,Mo 和 Bi 浮选回收率略有增加;当磨矿细度超过-0.074mm 占 80.73% 时,回收率变化不大,但 Mo 和 Bi 品位明显下降。因此,确定磨矿细度为 -0.074mm 占 80.73%。

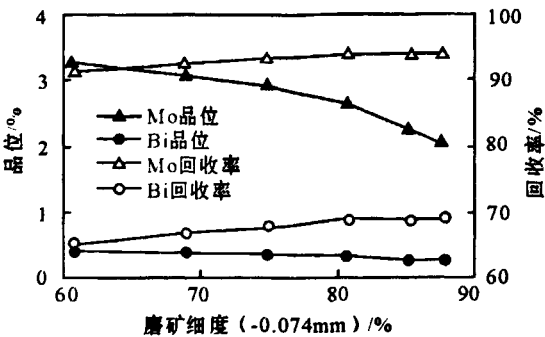


图 1 磨矿细度实验结果  
Fig. 1 Result of the test on grinding fineness

2.2 钼铋混浮

2.2.1 捕收剂的选择

煤油是辉钼矿的常用捕收剂, MG 油对辉钼矿具有较好的选择性捕收能力<sup>[3]</sup>。 SN9 号对辉铋矿具有较好的选择性捕收能力, 还可以强化 MG 油对辉钼矿的捕收作用。 因此, 确定钼铋混浮的捕收剂非常重要。

(1) 煤油和 MG 油对比实验

在不加任何调整剂、SN9 号用量为 80 g/t 的条件下, 分别用煤油和 MG 油作捕收剂进行钼铋混浮实验, 实验结果见图 2。 由图 2 可知, 用 MG 油作捕收剂时, 钼铋粗精矿的 Mo 品位和 Mo 回收率都比用煤油作捕收剂时高, 说明 MG 油对辉钼矿的选择捕收能力更强; MG 油对辉铋矿也有一定的捕收能力。 故选择 MG 油作辉钼矿的捕收剂, 最佳药剂用量为 140g/t<sub>原矿</sub>。

(2) SN9 号用量实验

在不加调整剂、MG 油 140 g/t、2 号油 98 g/t 的条件下, 进行 SN9 号用量实验, 实验结果见图 3。 由图 3 可知, 随着 SN9 号用量的增加, 钼铋回收率增加, 当用量超过 120g/t<sub>原矿</sub> 时, 钼铋回收率变化不大, 但钼铋混浮粗精矿品位下降比较明显。 故选择

SN9 号最佳用量为  $120\text{g/t}_{\text{原矿}}$ 。

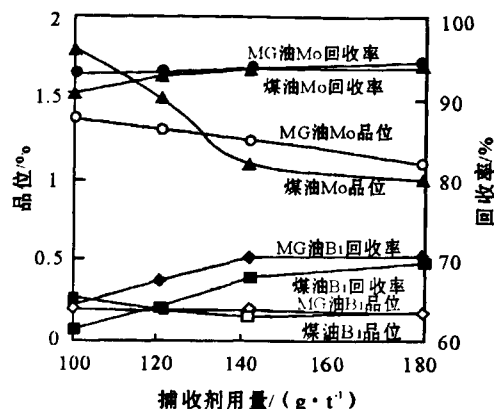


图2 煤油与MG油对比实验结果

Fig. 2 Contrast test on kerosene and MG oil

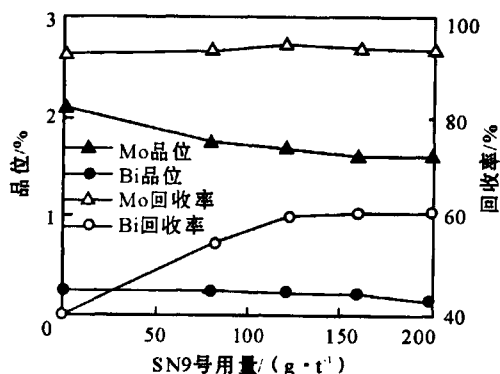


图3 钼铋混浮粗选 SN9 号用量的实验结果

Fig. 3 Result of the test on SN9 dosage in Mo and Bi rough bulk flotation

## 2.2.2 调整剂实验

### (1) 碳酸钠用量

矿浆 pH 值对钼铋粗精矿 Mo 品位的影响较大。矿浆 pH 值为碱性, 有利于提高钼铋粗精矿 Mo 品位。在水玻璃  $0.5\text{kg/t}_{\text{原矿}}$ 、MG 油  $140\text{g/t}_{\text{原矿}}$ 、SN9 号  $120\text{g/t}_{\text{原矿}}$ 、2 号油  $98\text{g/t}_{\text{原矿}}$  的条件下, 进行碳酸钠用量实验。实验结果见图 4。由图 4 可知, 添加碳酸钠可以提高钼铋粗精矿的钼铋品位, 对钼回收率的影响不大, 但会使铋的回收率略有降低。由于原矿钼的价值远远超过铋的价值, 在选择药剂用量时主要考虑钼的指标, 故选择碳酸钠量为  $1\text{kg/t}_{\text{原矿}}$ 。

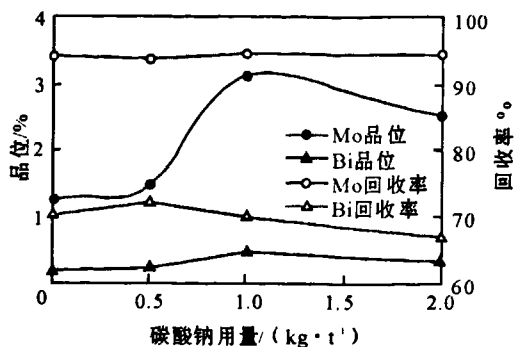


图4 钼铋混浮粗选碳酸钠用量的实验结果

Fig. 4 Result of the test on sodium carbonate dosage in Mo and Bi rough bulk flotation

### (2) 水玻璃用量

在矿浆呈碱性的条件下, 添加少量水玻璃, 有助于抑制微细粒脉石矿物, 提高钼铋粗精矿的钼铋品位。在碳酸钠  $1\text{kg/t}_{\text{原矿}}$ 、MG 油  $140\text{g/t}_{\text{原矿}}$ 、SN9 号  $120\text{g/t}_{\text{原矿}}$ 、2 号油  $98\text{g/t}_{\text{原矿}}$  的条件下, 进行水玻璃用量实验, 实验结果见图 5。由图 5 可知, 在水玻璃用量低于  $0.5\text{kg/t}_{\text{原矿}}$  时, 随水玻璃用量增加, 钼铋混浮粗精矿钼铋品位提高, 对钼铋回收率影响不大; 水玻璃用量高于  $0.5\text{kg/t}_{\text{原矿}}$  时, 随水玻璃用量增加铋的回收率降低。故选择水玻璃用量为  $0.5\text{kg/t}_{\text{原矿}}$ 。

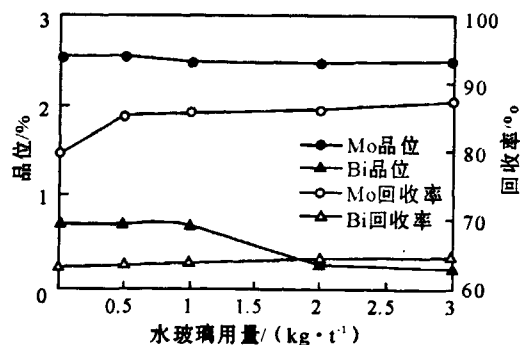


图5 钼铋混浮粗选水玻璃用量的实验结果

Fig. 5 Result of the test on sodium silicate dosage in Mo and Bi rough bulk flotation

## 2.3 钼铋分离

钼铋粗精矿的主要矿物是辉钼矿、辉铋矿及黄铁矿等。在钼铋粗精矿钼铋分离浮选中, 调整剂起着非常重要的作用。硫化钠对辉铋矿、黄铁矿等硫化矿有很强的抑制作用<sup>[4]</sup>, 活性炭对捕收剂具有很强的

解析吸附作用,它们均可增强钼铋分离效果.

2.3.1 硫化钠用量

在水玻璃 20 kg/t<sub>钼铋粗精矿</sub>, 煤油 374 g/t<sub>钼铋粗精矿</sub>, 2 号油 280 g/t<sub>钼铋粗精矿</sub> 的条件下,进行了硫化钠用量实验,实验结果见图 6. 由图 6 可知,随硫化钠用量增加,钼精矿钼品位提高,钼回收率略有提高,铋品位略有降低,但铋回收率大幅降低. 说明硫化钠可以有效抑制辉铋矿和黄铁矿,提高钼精矿钼品位,降低钼精矿中铋含量. 因此,确定硫化钠最佳用量为 100 kg/t<sub>钼铋粗精矿</sub>.

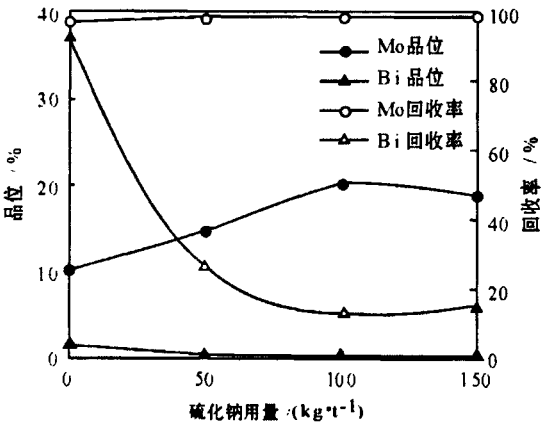


图 6 钼铋分离硫化钠用量的实验结果  
Fig. 6 Result of the test on sodium sulfide dosage in separation process of Mo and Bi

2.3.2 活性炭用量

在硫化钠 100 kg/t<sub>钼铋粗精矿</sub>、水玻璃 20 kg/t<sub>钼铋粗精矿</sub>、煤油 374 g/t<sub>钼铋粗精矿</sub>、2 号油 280 g/t<sub>钼铋粗精矿</sub> 的条件下,进行活性炭用量实验,实验结果见图 7. 由图 7 可知,添加活性炭可以明显提高钼精矿钼品位、降低铋的含量;当活性炭用量超过 5 kg/t<sub>钼铋粗精矿</sub> 时,钼精矿钼回收率下降明显. 说明活性炭对辉钼矿表面的捕收剂有较强的解析吸附作用,因此活性炭用量要适量. 故确定活性炭适宜用量为 5 kg/t<sub>钼铋粗精矿</sub>.

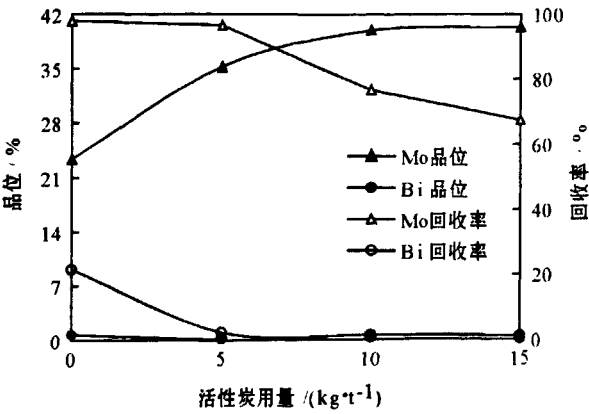


图 7 钼铋分离活性炭用量的实验结果  
Fig. 7 Result of the test on activated carbon dosage in separation process of Mo and Bi

2.4 全流程实验

根据条件实验确定的药剂制度,进行全流程闭路实验,其原则流程如图 8 所示. 全流程闭路实验结果列于表 4. 闭路实验结果表明,在钼铋混合粗选中以 MG 油和 SN9 号作辉钼矿和辉铋矿的捕收剂,在钼铋分离浮选中以硫化钠作为抑制剂、用活性炭脱药,可获得 Mo 品位 53.85%、Mo 回收率 90.25% 的钼精矿和 Bi 品位 2.88%、Bi 回收率 59.34% 的铋中矿.

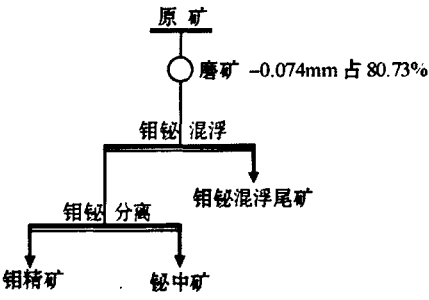


图 8 钼铋浮选原则流程  
Fig. 8 Principle flow-sheet of Mo and Bi flotation

表 4 钼铋混浮及钼铋分离的全流程闭路实验结果  
Table 4 Result of the total closed-circuit test on Mo and Bi bulk flotation and their separation

产品名称	产率 w/%	品位/%		回收率/%	
		Mo	Bi	Mo	Bi
钼精矿	0.25	53.85	0.13	90.25	1.10
铋中矿	0.61	0.16	2.88	0.66	59.33
钼铋混浮尾矿	99.14	0.014	0.012	9.09	39.57
原矿	100.00	0.15	0.030	100.00	100.00

## 4 结 论

在钼铋混合浮选粗选作业,用 MG 油和 SN9 号作为组合捕收剂,添加适量的碳酸钠和水玻璃,可获得品位和回收率较高的钼铋粗精矿;在钼铋分离作业,用硫化钠作硫化矿的抑制剂,添加适量的活性炭有助于提高钼精矿品位.在原矿 Mo 品位为 0.15%、Bi 品位为 0.030% 时,最终获得钼精矿 Mo 品位 53.85%、Mo 回收率 90.25% 和铋中矿 Bi 品位 2.88%、Bi 回收率 59.34% 的选矿指标.

## 参考文献:

- [1] 朱一民. 黄沙坪低品位多金属矿钼铋浮选回收的实验研究[J]. 湖南有色金属, 2010, 26(4): 18-20.
- [2] 赵伟, 宋翔宇, 李翠芬, 等. 河南某难选辉钼矿选矿工艺研究[J]. 矿产保护与利用, 2010 (3): 31-35.
- [3] 王淀佐, 孙水裕, 李柏淡, 等. 钼铋铁硫化矿浮选分离流程的设计和实验[J]. 中南矿业学院学报, 1993, 24(增刊): 306-311.
- [4] 王淀佐, 孙水裕, 黄开国, 等. 钼铋铁硫化矿石硫化钠诱导浮选和分离新技术的研究[J]. 中南矿业学院学报, 1993, 24(增刊): 312-317.

## Study on recycling of Mo and Bi from low grade polymetallic deposit in Huangshaping

LIU Jin

Guangzhou Yueyouyan Mineral Resources Research Technology Co. Ltd., Guangzhou 510650, China

**Abstract:** Based on the complexity, variety and low content of valuable mineral of the polymetallic deposit in Huangshaping, Mo and Bi in the deposit were recovered by Mo and Bi bulk flotation and then Mo and Bi separation process. In the rough bulk flotation process of Mo and Bi, a Mo and Bi rough concentrate of high grade and recovery was obtained by use of a combination collector comprising MG oil and SN9 #, and moderate additions of sodium carbonate and sodium silicate. In the separation process of Mo and Bi, sodium sulfide was applied as inhibitor, and a moderate addition of activated carbon could help improve the grade of Mo concentrate. When the Mo and Bi grades in the crude ore were 0.15% and 0.030% respectively, technical indexes such as Mo concentrate grade 53.85%, Mo recovery 90.25%, Bi grade in Bi middling 2.88% and Bi recovery 59.34% were obtained.

**Key words:** MG oil; molybdenum glance; bismuth glance; polymetallic deposit; bulk flotation