

四川某地矽卡岩型钼矿石浮选工艺研究

曾祥龙

(大冶有色金属有限公司设计研究院,湖北 黄石 435005)

摘要:某矽卡岩型钼矿石含 Mo 0.06% ~ 0.45%, CaF₂ 15%, 采用一段细磨、粗精矿不脱药再磨优先浮选法回收钼, 弱碱介质粗选 - 弱酸介质精选浮选法综合回收萤石, 开路流程获钼精矿含 Mo 37% ~ 46%, 钼回收率 56% ~ 67%; 萤石精矿含 CaF₂ 97.2%, 回收率 62.5%。

关键词:钼矿石; 浮选工艺; 分离浮选; 综合回收

中图分类号:TD923 **文献标识码:**A **文章编号:**1003 - 5540(2005)06 - 0004 - 04

我国钼矿石资源丰富, 各种矿石类型、伴生元素种类较多, 综合回收工艺差异较大。工业上常用浮选法回收辉钼矿, 重、磁、浮联合法回收矿石中其它有价元素。四川某地矽卡岩型钼矿, 矿石储量较大, 伴生有价元素种类多, 资源较为丰富, 针对该矿石进行了浮选工艺研究, 为开发利用矿石资源提供决策依据。

1 工艺矿物学研究

1.1 试验矿样与制备

辉钼矿粒度为中细粒嵌布, 与其它硫化物共生密切。萤石以致密块状为主, 部分呈粒状, 极少量呈细脉状, 粒度不均匀。萤石和石英一起充填于破碎带中, 部分与硫化物共生。

工艺矿物学研究表明矿石中主要可供回收的对象为钼、萤石等, 本研究主要针对辉钼矿和萤石浮选回收。

2 浮选工艺研究

2.1 钼矿浮选条件试验

2.1.1 磨矿细度试验

根据钼矿物嵌布中细粒不均匀特征和与其它硫化物共生关系密切这一特点, 选矿工艺采用“一段磨矿浮选, 粗精矿再磨优先浮选钼、多次精选”流程, 磨

试验矿样为四川某地矽卡岩型钼矿石, 按照试验矿样加工标准流程制成选矿试验用矿石样品。

1.2 矿石性质

试验矿样为矽卡岩型钼矿石, 主要硫化物为辉钼矿、黄铁矿、毒砂、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿, 伴生有少量金银矿物, 共生有用金属矿物为稀土矿、磁铁矿、赤铁矿等; 脉石矿物主要有钙 - 石榴石、透辉石、萤石、石英石、方解石、重晶石、绿泥石、绢云母等。矿样多元素分析结果列于表 1。

表 1 多元素分析结果

元素	Mo	S	Cu	Pb	Zn	TFe	Au	Ag	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaF ₂
含量	0.441	2.12	0.022	0.15	0.057	8.5	0.08	2.2	4.51	0.88	65.68	10.60	15.13

矿细度条件试验流程如图 1 所示, 试验结果见图 2、图 3。

从图 2、图 3 可看出: 钼(作业)回收率随磨矿细度增加有明显升高趋势, 当再磨细度超过 -0.043 mm 70% 时, 回收率有所降低。综合考虑: 一段细度 -0.074 mm 75%, 粗精矿再磨细度 -0.043 mm 70%。

2.1.2 捕收剂试验

钼主要以辉钼矿存在, 宜用煤油作捕收剂。添加硫化矿捕收剂会影响其它硫化物(铜铅锌硫)的浮选, 进而影响钼的浮选回收。为了提高钼回收率, 探讨了不同种类捕收剂对钼浮选的影响, 试验结果列于表 2。

从表 2 试验结果可以看出: 单用煤油有利于提高钼的精矿品位, 煤油与适量巯基捕收剂混合使用更利于钼回收率提高。

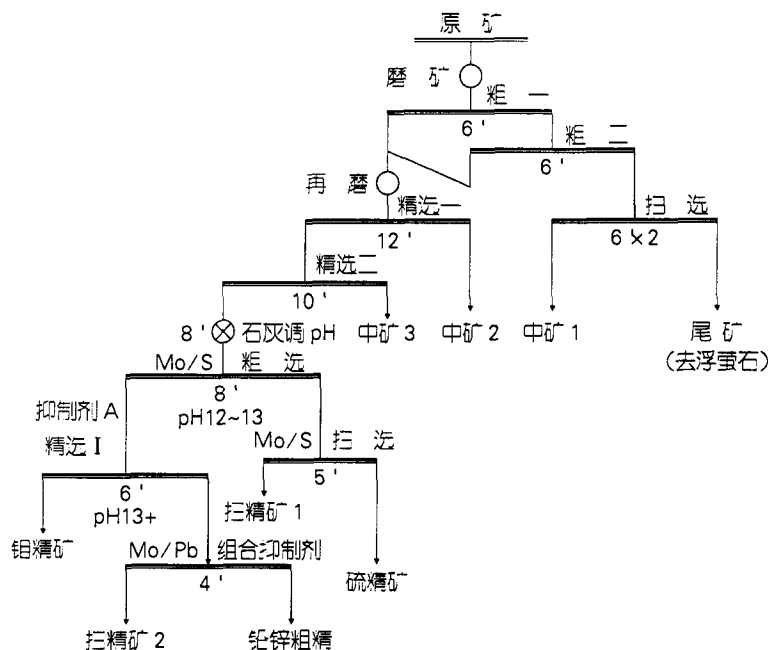


图 1 磨矿细度(粗精矿再磨)试验流程

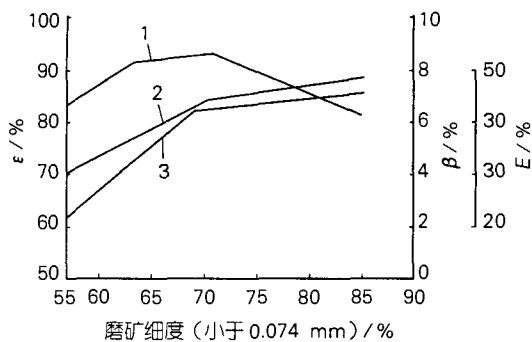


图 1 一段磨矿细度试验曲线
1—钼品位;2—钼回收率;3—综合效率

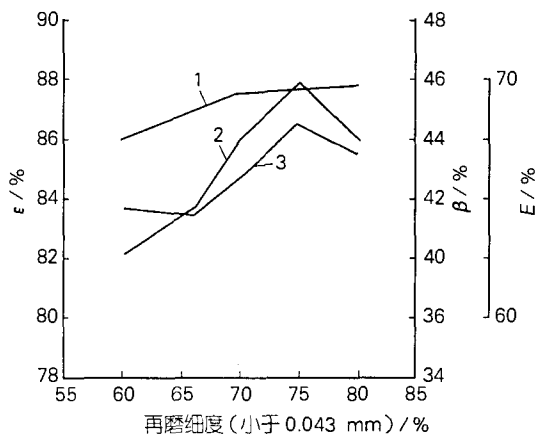


图 3 粗精矿再磨细度试验曲线
1—钼品位;2—钼回收率;3—综合效率

表 2 捕收剂试验结果 %

产品名称	产率	Mo 品位	Mn 回收率	备注
粗精矿	5.061	7.90	88.87	
钼精矿	3.168	0.42	2.96	煤油 180
尾矿	91.771	0.04	8.17	
合计	100.00	0.45	100.00	
粗精矿	5.506	6.88	90.15	
扫精矿	3.332	0.26	2.04	煤油 180
尾矿	91.172	0.036	7.81	丁基黄药 20
合计	100.00	0.42	100.00	
粗精矿	8.096	4.899	94.38	煤油 180
扫精矿	2.537	0.46	2.50	丁基黄药 70
尾矿	89.367	0.015	3.12	丁铵黑药 30
合计	100.00	0.431	100.00	

2.1.3 抑制剂试验

钼与硫化物分离浮选宜采用优先浮钼工艺。同时应选择适合的抑制剂,抑制剂试验结果列于表 3。

综合前述再磨细度对钼的回收影响可知:辉钼矿与其它硫化物分离一方面与再磨细度有关;另一方面与硫化物的抑制剂关系较大。再磨细度(-0.043 mm 70%~75%)适宜时,分离粗选作业石灰用量(调 pH12~13)和搅拌强度影响抑制黄铁矿的效果。分离精选 I、扫选所采用组合抑制剂(硫化钠和硫酸锌、亚硫酸钠)的用量和配比会影响抑制铜、铅、锌等的效果。再磨细度和抑制剂两者匹配是否合适,应以钼在硫精矿和铅锌混合粗精矿中损失最小来确定。

表 3 抑制剂试验结果

产品名称	产率	品位				回收率				备注(抑制剂 配比 1:1.5:1)
		Mo	Pb	Zn	S	Mo	Pb	Zn	S	
硫精矿	0.30	9.27				50.92				粗精矿不再磨
硫精矿	0.302	5.31			13.88	27.75				再磨 - 43μm 65%
锌铅粗精	0.525	3.00				3.50				- 43μm 70%石灰 3 000
硫精矿	0.319	24.95				17.69				pH12 ~ 13 组合抑制剂 2 500
锌铅粗精	0.759	1.89	43.75	10.72	18.13	3.40				- 43μm 70%石灰 3 000
硫精矿	0.192	13.35	15.26	2.18	21.02	6.10				pH12 ~ 13 组合抑制剂 3 000
锌铅粗精	2.754	0.60	15.23	5.18	35.38	3.84				- 43μm 70%石灰 3 000
硫精矿	0.744	0.80	1.09	1.20	42.36	0.38				pH12 ~ 13 组合抑制剂 3 500

表 4 钼浮选全流程开路试验结果

产品名称	产率	品位				Mo 回收率	备注
		Mo	Pb	Zn	S		
钼精矿	0.507	46.73	2.63	0.50	31.97	56.35	
中矿 5	0.030	24.06				1.72	
中矿 4	0.046	26.94				2.95	
中矿 3	0.123	20.63				6.04	
扫精 2	0.033	28.28				2.22	
钼粗精	0.759	1.89	43.75	10.72	18.13	3.40	捕收剂煤油
扫精 1	0.076	25.50				4.61	组合抑制剂
硫精矿	0.192	13.35	15.26	2.18	21.02	6.10	3 000
中矿 2	3.740	0.76				6.76	
粗精矿	5.506	6.88				90.15	
中矿 1	3.322	0.26				2.04	
尾矿	91.172	0.036	0.26	0.074	9.55	7.81	
合计	100.00	0.42				100.00	
钼精矿	0.770	37.62	2.82	0.53	29.14	67.26	
中矿 5	0.093	24.42				5.27	
中矿 4	0.113	17.02				4.46	
中矿 3	0.370	6.50				5.58	
扫精 2	0.177	5.86				2.41	
钼粗精	2.754	0.60	15.23	5.18	35.38	3.84	捕收剂煤油
扫精 1	0.027	6.53				0.41	黄药混用
硫精矿	0.744	0.80	1.09	1.20	42.36	1.38	组合抑制剂
中矿 2	3.248	0.50				3.77	3 500
粗精矿	8.096	4.899				94.38	
中矿 1	2.337	0.460				2.50	
尾矿	89.367	0.015				3.12	
合计	100.00	0.4307	0.057	0.020	9.22	100.00	

2.2 钼矿浮选开路流程试验

根据条件试验所确定的工艺优化条件进行了钼浮选的全流程开路试验,试验流程如图 1 所示(增加三次精选),试验结果列于表 4。

从表 4 结果可以看出:钼与硫化物分离条件适宜时,开路流程获钼精矿品位 37.62%,钼回收率 67.26%(预计闭路总回收率为 85%左右)。在硫精矿和铅锌粗精矿中钼损失仅为 5.22%,尾矿钼损失仅为 3.12%,效果良好,说明本研究工艺条件适宜。

2.3 萤石的综合回收

2.3.1 萤石浮选条件试验

钼浮选尾矿中萤石含量约 16%,采用碳酸钠调 pH 值 8 ~ 9,水玻璃作抑制剂,731 合剂作捕收剂进行粗选,重点探讨了药剂制度对萤石精选的影响。条件试验流程如图 4 所示,试验结果列于表 5。

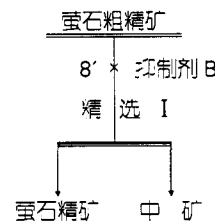


图 4 萤石精选条件试验流程

表 5 萤石精选条件试验结果

产品名称	用量		精矿品位			回收率 CaF ₂		备注
	对给矿	对作业	CaF ₂	SiO ₂	CaCO ₃	对作业	对给矿	
萤石精矿	15.31	57.69	82.07	2.10	1.50	89.92	77.55	水玻璃
中矿		42.31	12.54			10.08		1 000
粗精矿	26.53	100.00	52.75			100.00	86.24	pH8
萤石精矿	14.91	56.21	84.75	1.60	1.20	90.24	77.99	碳酸钠 500
中矿		43.79	11.77			9.76		水玻璃 500
粗精矿	26.52	100.00	52.79			100.00	86.43	CMC150pH8
萤石精矿	14.70	55.19	86.11	1.10	1.00	90.45	78.12	改性水玻璃
中矿		44.81	11.20			9.55		1 000
粗精矿	26.63	100.00	52.54			100.00	86.37	pH6.5

从表 5 结果可以看出:矿浆 pH 值对萤石精选影响较大,弱酸性介质精选较弱碱性介质精选能增加分离选择性,提高萤石精矿质量。

2.3.2 萤石浮选开路流程试验

根据条件试验确定的优化工艺条件进行了萤石浮选全流程开路试验,流程如图 5 所示,试验结果列于表 6。为了进一步考查药剂制度对萤石分离浮选的影响,将萤石精选采用几种抑制剂的试验结果一并列入表 6 中。

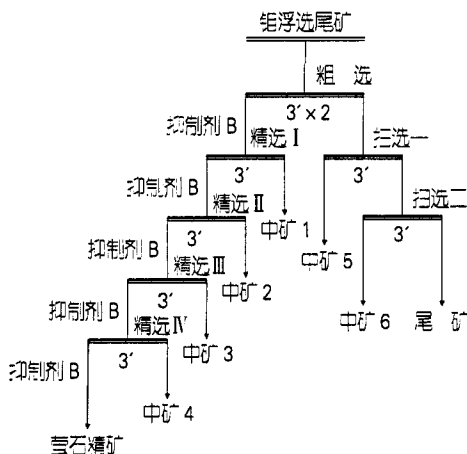


图 5 萤石浮选全流程开路流程试验

表 6 萤石浮选开路试验结果

精选抑制剂名称	药剂用量 /g·t ⁻¹	精矿品位/%			回收率/%
		CaF ₂	SiO ₂	CaCO ₃	CaF ₂
水玻璃 pH8	2 000	97.1	1.05	1.1	58.6
碳酸钠	1 000				
水玻璃	1 000	97.2	0.8	0.9	57.8
CMC pH8	300				
731 合剂	30				
改性水玻璃 pH6.5	2 000	97.2	0.66	0.8	62.5

从表 6 试验结果可以看出,弱碱性介质粗选,弱酸性介质精选更有利于提高萤石的精矿质量和回收率。

3 结 语

1. 试验研究采用一段细磨、粗精矿不脱药再磨分步分离浮选法回收钼。开路流程获钼精矿含 Mo 37% ~ 46%, 钼回收率 56% ~ 67% (预计闭路总回收率为 85% 左右)。在硫精矿和铅锌粗精中钼损失仅为 5.22%, 尾矿钼损失仅为 3.12%, 回收效果良好, 说明本研究工艺条件适宜。

2. 影响钼选矿指标的主要工艺因素是:磨矿细度、药剂制度、矿浆 pH 值。捕收剂单用煤油有利于提高钼精矿品位,煤油与适量黄药混用有利于提高钼回收率,一段细度小于 74 μm 占 70% ~ 75%,再磨细度小于 43 μm 占 70% ~ 75%,钼与硫分离 pH12 ~ 13,钼与其它硫化物分离 pH13。

3. 影响萤石选矿指标的主要工艺因素是矿浆 pH 值,浮选流程、药剂制度。弱碱介质粗选 - 弱酸介质精选适宜该矿石中萤石的浮选回收。

参考文献:

- [1] 冯其明,陈葶. 硫化矿物浮选电化学[M]. 长沙:中南工业大学出版社,1992.
- [2] 王淀佐. 浮选药剂作用原理及应用[M]. 北京:冶金工业出版社,1981.
- [3] 胡熙庚. 浮选理论与工艺[M]. 北京:冶金工业出版社,1991.

收稿日期:2005 - 09 - 20

Flotation Technics Research on A Sika Molybdenum Ore in Sichuan

ZENG Xiang-long

(Design & Research Institute of Daye Nonferrous Metals Co. Ltd, Huangshi 435005, China)

Abstract: A certain sika Molybdenum ore contents 0.06% ~ 0.45% of Mo. Molybdenum was recovered through floatation and rough concentrates detached step by step after fine milling. Fluorite was synthetically recovered by use of thin alkali medium for rough concentrating and thin acid medium for fine concentrating. Molybdenum concentrates was got from an open flow. Molybdenum content is 37% ~ 46% in the concentrates. Recover rate of Molybdenum is 56% ~ 67%. Content of CaF₂ in fluorite is 97.2%, its' recover rate is 62.5%.

Key words: Molybdenum ore; floatation technics; separation; synthetically recover