文章编号:1674-2869(2025)01-0021-07

阴/阳离子组合捕收剂对川西呷基卡某锂辉石矿的浮选试验研究

赵 军,刘宇桐,舒 超,罗惠华*
武汉工程大学资源与安全工程学院,湖北 武汉 430074

摘 要:为了进一步合理地开发利用川西措拉地区的锂辉石资源,以其锂辉石矿为主要研究对象,采用选择性较好的阴/阳离子组合捕收剂ST-8进行浮选试验研究。试验结果表明:在磨矿细度为-0.074 mm占77.2%下,采用一次粗选三次精选一次扫选中矿顺序返回的闭路流程。粗选Na_2CO_3用量1 000 g/t加入磨机中,NaOH、$CaCl_2$和组合捕收剂ST-8用量分别为700、80、2 000 g/t;在精选中,精选Ⅰ、精选Ⅱ和精选ⅢNa_2CO_3用量分别为800、400、200 g/t;扫选中NaOH和组合捕收剂ST-8用量分别为100、500 g/t;最终得到锂辉石精矿品位为6.34%,精矿回收率为88.51%,得到较好浮选指标。试验说明采用阴/阳离子组合捕收剂能有效浮选低品位锂辉石。

关键词:锂辉石;浮选;阴/阳离子组合捕收剂
中图分类号:TQ421.2 **文献标识码**:A **DOI**:10.19843/j.cnki.CN42-1779/TQ.202211006

Experimental study on flotation of spodumene ore from Jiajika in Western Sichuan using anion/cation combined collectors

ZHAO Jun, *LIU Yutong*, *SHU Chao*, *LUO Huihua**
School of resources and safety engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: To further rationally develop and utilize spodumene resources in the Cuola area of western Sichuan, the spodumene ores there was taken as the main research objects, and a flotation test was carried out using the highly selective anion/cation combined collector ST-8. The test results showed that with a grinding fineness of −0.074 mm accounting for 77.2%, a closed circuit process consisting of one roughing, three cleanings, and one scavenging with sequential middling return was adopted. For the roughing, 1 000 g/t of Na_2CO_3 was added into the mill, and the dosages of NaOH, $CaCl_2$, and the combined collector ST-8 were 700, 80 and 2 000 g/t, respectively. In the cleanings, the dosages of Na_2CO_3 in cleaning Ⅰ, Ⅱ, and Ⅲ were 800 g/t, 400 g/t, and 200 g/t respectively. For the scavenging, the dosages of NaOH and the combined collector ST-8 were 100 g/t and 500 g/t, respectively. Eventually, a spodumene concentrate with a grade of 6.34% and a recovery rate of 88.51% was obtained, achieving good flotation indexes. The test indicated that the anion/cation combined collector can effectively float low grade spodumene.

Keywords: spodumene; flotation; anion/cation combined collector

在我国的川西地区,由于地质构造类型多样,地层发育完整,岩浆活动频繁,成矿条件有利,因此其矿产资源中主要包含了钴、铍、铌、钽石等多种稀有多金属。锂(Li)作为我国主要利用的一种

收稿日期:2022-11-02
基金项目:武汉工程大学研究生教育创新基金(CX2022578)
作者简介:赵 军,硕士研究生。Email:1716515792@qq.com
***通信作者**:罗惠华,教授。Email:luohh68@sina.cn
引文格式:赵军,刘宇桐,舒超,等.阴/阳离子组合捕收剂对川西呷基卡某锂辉石矿的浮选试验研究[J].武汉工程大学学报,2025,47(1):21-27.

绿色能源矿产，也将是支撑我国工业“十三五”发展规划重点发展方向的发展新型电子信息技术、节能与环保、高端装备制造业、新材料、新能源汽车产业和其他战略性新兴产业所需要用到的材料[1-4]。川西措拉地区稀有金属矿物和多种伴生金属矿物成分相当复杂，矿石中有用矿物为锂辉石，次要矿物为辉绿柱石(铍)矿等，脉石矿物为石英、长石及云母等。原矿品位低(平均只有1.02%)，由于原矿中泥块含量过多，造成了锂辉石矿和绿柱石矿与其他脉石矿物之间的分离十分困难，因此锂辉石精矿回收率一直处于较低的水平，甚至不足60%，并且精矿品位也仅为5%，低于目前国内精矿的回收率80%、品位6%的平均水平。而且矿石中一些稀有金属等都不能得到有效和合理地回收利用。因此，需要研究开发一种针对该地区的低品位难选锂辉石矿资源的新型分选新技术与新型锂辉石捕收剂，以促进该地区矿产资源的获得与综合利用，加快促进我国该省与战略性和新兴高技术性产业领域的协调发展，有着十分重要的经济意义与社会意义。

当前，手工选矿法、重介质选矿、浮选法和磁选法等[5-8]是锂辉石的主要选矿方法。随着选矿技术的不断发展与进步，浮选法是现在应用最为广泛和普遍，目前在国内在锂辉石矿的选别工艺设计中已普遍地使用添加了“三碱两皂”组分的浮选方法(Na_2CO_3、Na_2S、NaOH、环烷酸皂以及氧化石蜡皂)。

传统的阳离子型捕收剂包括胍基阳离子[9]，脂肪酸及其皂类、烷基硫酸盐及磺酸盐、羟肟酸[10]等也常用于锂辉石等矿的浮选研究，但浮选分离效果较差。孙传尧教授等还将目前最广泛用到的胺类阳离子捕收剂十二胺作为阳离子捕收剂，在一个比较均匀宽广稳定的pH区域范围里，锂辉石、长石以及石英矿等碱性矿物都能大量地上浮[11]。可以看出，传统单一捕收剂方法难以实现高效的浮选分离锂辉石等矿物，具有分离选择性较差、投加剂量过大等问题[12]，并且在高海拔地区应用比较困难。

因此，本论文对该地区低品位的锂辉石矿资源采用具有较好的选择性和较好的捕收性能的阴阳离子组合捕收剂ST-8进行浮选试验研究。

1 矿石性质

1.1 矿样多元素组成

试验中所用的矿样均来源于我国川西地区某大型锂矿矿区，经多次粉碎、筛选分离等一系列制样准备工作，将矿石粉碎生产加工成-3 mm以下粒度均匀的试样备用。矿样多相元素的分析结果如表1所示。

从表1可以看出，矿样中Li_2O的含量仅为1.19%，比较低；Nb_2O_5、Ta_2O_5、Rb_2O被用作稀土综合资源综合回收和再生利用评价的主要 参考评价指标中的品位分别为0.009 0%、0.006 8%、0.120 0%；伴生铌钽的综合回收参考指标$(Ta, Nb)_2O_5$≥0.007%~0.010%(质量分数)；伴生铷综合回收的最低工业品位Rb_2O=0.1%~0.2%；有害杂质TFe的质量分数仅为0.28%和P_2O_5的质量分数仅为0.30%，都偏低。

表1 矿样化学多元素分析结果

Tab. 1 Multi-element analysis of ore samples %

元素	Li_2O	P_2O_5	MnO	Cs_2O	Rb_2O	Na_2O	MgO	K_2O	Fe_2O_3
质量分数	1.19	0.30	0.15	0.012	0.12	3.95	0.022	2.27	0.80
元素	Al_2O_3	SiO_2	CaO	BeO*	Sn*	Ta_2O_5*	Nb_2O_5*	Ga*	TFe
质量分数	16.85	74.36	0.23	338	98.4	68. 5	90.1	29.4	0.28

注：*单位为10^{-6}。

1.2 矿物组成

利用MLA矿物自动分析仪对矿石中矿物的组成以及含量进行测定，测量结果见表2。

由表2的结果可以看出，矿物中最主要的含锂矿物成分是锂辉石，质量分数为13.68%。矿石中所含的主要脉石矿物成分石英、长石和云母类的质量分数分别为30.22%、46.09%、9.02%。长石按照其化学成分，又可以分为钠长石和钾长石，质量分数分别为34.93%、10.16%。铌钽矿物质量分数极其微小，仅为0.03%。此外还有磷灰石、铁锰类矿物、黄铁矿、闪锌矿和其他微量矿物等。

1.3 工艺特征

该锂辉石样品为伟晶岩型矿石，锂辉石质量分数占矿物总量的13.68%。该样品的锂辉石粒度一般比较粗大，结晶程度也比较好，同时还会存在一些较少量的细颗粒的花岗岩体型矿物，其中也会含有少量或者较少量的细颗粒状锂辉石。纯矿物主要化学分析结果和锂的元素分布如表3和表4

所示。

表2　矿物的组成及其质量分数

Tab. 2　The composition of minerals and their mass fractions　%

矿物名称	质量分数	矿物名称	质量分数	矿物名称	质量分数
锂辉石	13.68	钠长石	35.93	铁锰氧化物	0.29
石英	30.22	钾长石	10.16	铌钽矿物	0.03
磷灰石	0.42	黄铁矿	0.0024	其他微量矿物	0.242 6
云母类	9.02	闪锌矿	0.005 0	合计	100.00

表3　纯矿物化学成分分析结果

Tab. 3　Analysis of pure mineral chemical compositions　%

化学成分	Li_2O	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	Na_2O	K_2O
锂辉石	7.86	27.435	0.132	62.478	0.15	0.042
钠长石	—	20.583	0.254	66.532	11.50	0.144

表4　锂元素分布表

Tab. 4　Lithium element distribution　%

矿物名称	矿物含量	Li_2O品位	Li_2O配分比
锂辉石	13.68	7.590	93.76
石英	31.23	0.093	2.61
云母类	8.03	0.270	1.99
长石	46.09	0.038	1.64
其他	0.99	—	—
合计	100.00	1.190	100.00

上述两个矿石性质分析结果表明,尽管该矿锂辉石矿物颗粒较粗大,但是由于在精矿粉碎干燥过程中较易发生泥化,精矿实际生产过程中平均Li_2O的精矿理论品位为7.59%,精矿理论回收率为93.76%。

2　试验部分

2.1　试验药剂和设备

(1)Na_2CO_3:调整剂,分析纯,配成质量分数为5%的水溶液;(2)NaOH:调整剂,分析纯,配成质量分数为5%的水溶液;(3)$CaCl_2$:活化剂,分析纯,配成质量分数为1%的水溶液;(4)阳离子捕收剂:十二胺;(5)阴离子捕收剂:CMP、环烷酸皂、氧化石蜡皂、油酸钠、油酸;(6)阴/阳离子组合捕收剂ST-8:将阴离子捕收剂CMP和阳离子捕收剂十二胺(DDA)按照质量15∶1的比例进行混合,可用作分选川西呷基卡锂辉石矿的阴/阳离子组合捕收剂。

(7)XMQΦ240×90 mm型球磨机;XFD型单槽浮选机;MP502B型电子天平;XTLZ-Φ260/Φ200多用真空过滤机;101-4A型电热鼓风干燥箱。

2.2　试验方法

每次称取已进行破碎分样处理的锂辉石矿石试样量约1 000 g,将试样和Na_2CO_3一起加入球磨机中,在磨矿浓度为62.5%的条件下进行磨矿实验,磨完矿后的矿浆再倒入湿式分样机进行分样分成12份浓度均匀的样品,分样完成后对角取出6组样品分别进行浮选试验,最后将每组样品倒入浮选槽内进行浮选试验。

3　结果与分析

3.1　粗选条件试验

3.1.1　*磨矿细度试验*　矿样中锂辉石的嵌部颗粒一般相对都较短粗,而且由于锂辉石多为架状硅酸盐矿石,易于进行过细磨泥化,所以在进行磨矿试验时不能过磨,要选择合适的磨矿细度。工艺流程图和试验结果见图1和图2。

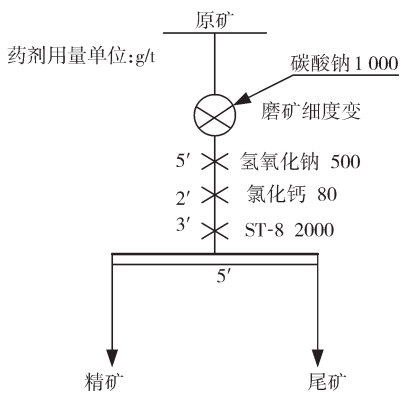


图1　锂辉石磨矿细度试验流程图

Fig. 1　Flow chart of spodumene grinding fineness test

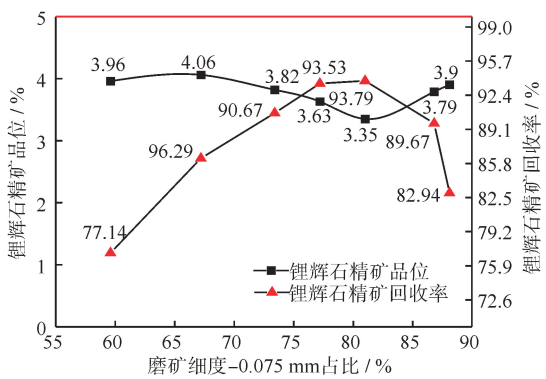


图2　锂辉石磨矿细度试验结果

Fig.2　Fineness test results of spodumene grinding

由图2结果可知,磨矿细度的大小对锂辉石的回收率影响较大,随着磨矿细度的增加,锂辉石精矿回收率先升高后降低,当磨矿细度为-0.075 mm占77.2%时,精矿回收率达到93.53%。随着磨矿细度的继续增加,锂辉石精矿回收率在逐渐降低,当磨矿细度为-0.075 mm占88.1%时,锂辉石精矿回收率只有82.94%。而随着磨矿细度的增加,锂辉石精矿的品位先降低后升高,在磨矿细度-0.075 mm

占81.0%时，锂辉石精矿品位降低到3.35%。因此综合考虑分析，在后续的试验中粗选的磨矿细度为−0.075 mm占77.2%，此时锂辉石精矿回收率为93.58%、精矿品位为3.63%。

3.1.2 粗选Na_2CO_3用量试验 Na_2CO_3作为锂辉石浮选工艺中最常使用的“三碱两皂”中的一种调整剂，它不仅可以清洗锂辉石矿物表面的一些杂质和泥土等以降低泥质对浮选的影响，还能够抑制脉石矿物石英和长石以及对受到金属离子活化的矿物[13]。试验中在磨矿细度为−0.074 mm占77.2%时，其他的药剂用量保持不变，研究了粗选Na_2CO_3用量的变化对浮选指标变化的重要影响，粗选的Na_2CO_3加入球磨机中，强化的浮选过程。试验结果见图3。

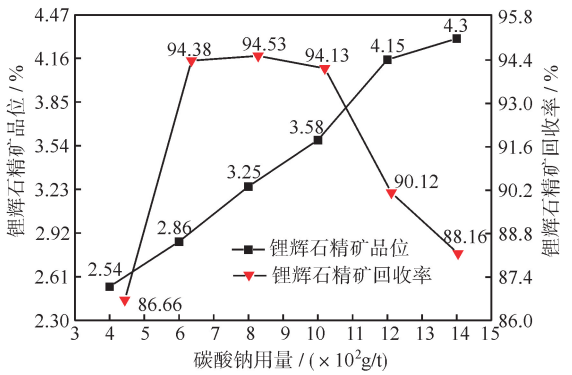


图3 粗选Na_2CO_3用量试验结果

Fig. 3 Results of Na_2CO_3 usage tests

由图3可知，当粗选Na_2CO_3用量为400 g/t时，锂辉石的精矿品位从2.54%逐渐升高到用量为1 400 g/t时的4.30%；锂辉石的精矿回收率先从Na_2CO_3用量为400 g/t时的86.66%升高到用量为600 g/t的94.38%，Na_2CO_3用量为600~1 000 g/t时锂辉石的回收率趋于稳定，在94%左右波动，而Na_2CO_3用量超过1 200 g/t时，锂辉石精矿回收率反而降低，降至90%以下。Na_2CO_3用量为1 000 g/t时的品位高于Na_2CO_3用量为600~800 g/t的品位，而回收率略低于Na_2CO_3用量为600和800 g/t的回收率。最后确定后续试验中Na_2CO_3的用量为1 000 g/t，Li_2O精矿品位为3.58%，精矿回收率为94.13%。

3.1.3 粗选NaOH用量试验 NaOH作为“三碱两皂”中另一种调整剂，不仅可以调节锂辉石浮选时矿浆的pH，同时矿浆中的硅酸盐矿泥还会与NaOH反应生成“自生水玻璃”，这些“自生水玻璃”也是一种调整剂，可以提高锂辉石的选择性[14]。磨矿细度不变情况下，粗选Na_2CO_3用量为1 000 g/t并加入磨矿中，不改变其他药剂的用量，研究了NaOH用量的变化对浮选指标变化的影响，试验结果见图4。

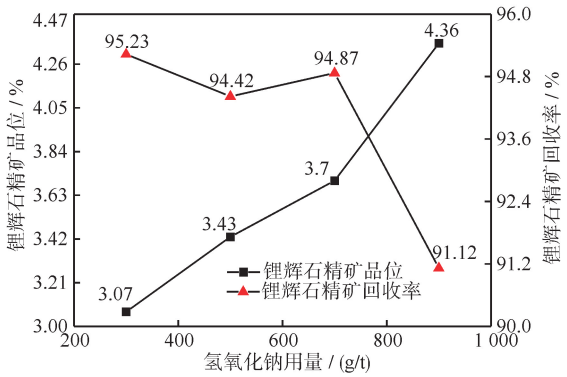


图4 粗选NaOH用量试验结果

Fig. 4 Results of NaOH usage tests

由图4可知，随着粗选NaOH用量的增加，锂辉石的精矿品位从NaOH用量为300 g/t时的3.07%不断升高到用量为900 g/t时的4.36%，其回收率在NaOH用量为300、500、700 g/t时在94%左右波动，并且波动变化不大，当NaOH用量为900 g/t时，回收率降低到91.12%。

当粗选NaOH用量为900 g/t时，锂辉石精矿品位为4.36%，高于其他NaOH用量的精矿品位，而精矿回收率只有91.12%，低于NaOH用量为700 g/t的94.78%；而NaOH用量为700 g/t时的品位高于NaOH用量为300和500g/t时的品位，并且精矿回收率相差不多。因此，确定后续试验中NaOH的用量为700 g/t，此时锂辉石的精矿品位为3.70%，精矿的回收率为94.78%。

3.1.4 粗选$CaCl_2$用量试验 在锂辉石的浮选中，最常使用活化锂辉石矿物的一种有效活化剂是$CaCl_2$，Ca^{2+}可以在较高的pH值条件下以羟基络合物的形态被吸附在矿石表层与捕收剂相互作用，进而实现对锂辉石矿物的活化[15]。在上述研究的基础上进行试验研究，试验结果见图5。

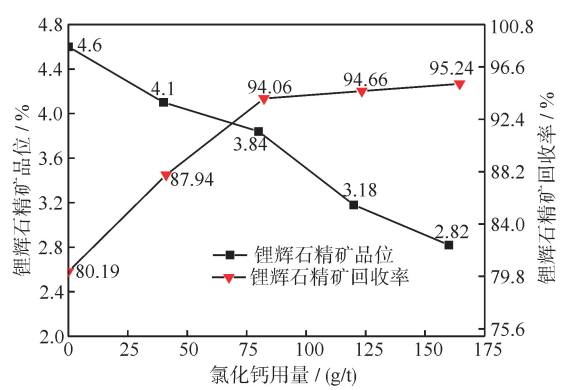
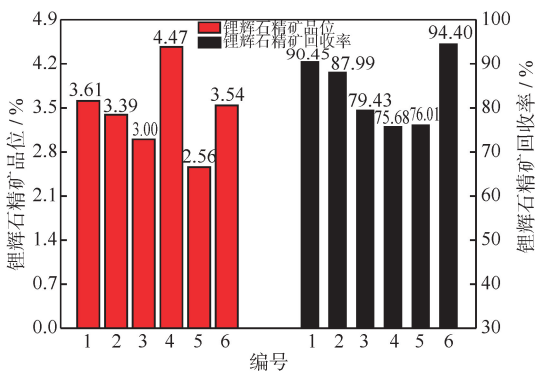


图5 粗选$CaCl_2$用量试验结果

Fig. 5 Results of $CaCl_2$ usage tests

由图 5 可知，随着粗选 $CaCl_2$ 用量的增加，锂辉石的精矿回收率从 $CaCl_2$ 用量为 0 g/t 时的 80.19% 不断升高到 $CaCl_2$ 用量为 80 g/t 时的 94.06%，$CaCl_2$ 用量为 120 和 160 g/t 的回收率也在升高但变化不大；而锂辉的石精矿品位从 $CaCl_2$ 用量为 0 g/t 的 4.60% 持续降低到 $CaCl_2$ 用量为 160 g/t 时的 2.82%。因此综合考虑分析，粗选选用 $CaCl_2$ 的用量为 80 g/t，此时 Li_2O 精矿品位为 3.84%，精矿的回收率为 94.06%。

3.1.5　阴/阳离子组合捕收剂与单一阴离子捕收剂对比试验　近年，对锂辉石矿浮选试验研究或生产实践中常用捕收剂为螯合捕收剂 YZB-17、两性捕收剂 YOA-15 和羟肟酸，阴离子型捕收剂主要是羧酸类的捕收剂，主要分为环烷酸皂、氧化石蜡皂、油酸等[16]。试验中依次添加药剂 Na_2CO_3、NaOH 和 $CaCl_2$，用量分别为 1 000、500、80 g/t，试验中捕收剂的用量均为 2 500 g/t，且试验中 pH 值调节到 10.69，进行阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 与单一阴离子捕收剂对比试验研究，结果见图 6。



注：1#- CMP；2#- 氧化石蜡皂；3#-环烷酸皂；4#-油酸钠；5#-油酸；6#-ST-8。

图 6　单一阴离子与 ST-8 组合捕收剂浮选试验结果

Fig. 6　Flotation test results using single anion and ST-8 combined collector

由图 6 可知，只添加阴离子捕收剂油酸钠时，锂辉石精矿品位达到最大值为 4.47%，但是精矿回收率却只有 75.68%；效果最好的阴离子捕收剂是 CMP，锂辉石精矿品位为 3.61%，锂辉石精矿回收率为 90.45%；而添加组合捕收剂 ST-8 时，锂辉石精矿品位为 3.54% 略低于 CMP，锂辉石精矿回收率为 94.40%，比 CMP 的锂辉石精矿回收率 90.45% 高了 3.95%。因此综合考虑分析，阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 的捕收效果要比单一阴离子捕收剂的捕收效果更加优越。

3.1.6　阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 的用量试验　在前面的试验确实阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 的捕收效果要优于单一阴离子捕收剂。捕收剂的用量对锂辉石浮选也有着较大的影响，首先试验中确定阳离子捕收剂 DDA 占阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 总用量的 6%。在磨矿过程添加了用量为 1 000 g/t 的 Na_2CO_3，磨矿细度−0.075 mm 占 77.2%，NaOH 和 $CaCl_2$ 的用量分别为 700、80 g/t，进行阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 用量的试验研究，试验结果见图 7。

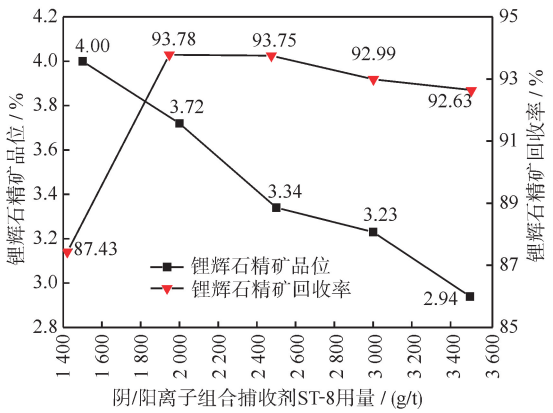


图 7　阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 用量试验结果

Fig. 7　Experimental results of dosage test of anion/cation combined collector ST-8

从图 7 试验结果可知，随着阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 用量的增加，锂辉石精矿的品位从捕收剂 ST-8 用量为 1 500 g/t 时的 4.00% 逐渐降低到捕收剂 ST-8 用量为 3 500 g/t 时的 2.94%，而锂辉石精矿回收率先从捕收剂 ST-8 用量为 1 500 g/t 时的 87.43% 升高到捕收剂 ST-8 用量为 2 000 g/t 时的 93.78%，而之后锂辉石精矿回收率逐渐降低。因此可以看出，阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 用量为 2 000 g/t 时最为合适，此时锂辉石精矿品位为 3.72%，锂辉石精矿回收率为 93.78%。

3.2　精选与扫选药剂制度试验

通过上述的试验研究，确定了粗选磨矿细度为−0.075 mm 占 77.2%，Na_2CO_3 用量为 1 000 g/t，并在磨机中加入 NaOH、$CaCl_2$ 和阴/阳离子组合捕收剂 ST-8，用量分别为 700、80、2 000 g/t。在精选试验中只需使用调整剂 Na_2CO_3 一种药剂，然后进行精选 Na_2CO_3 的用量试验，综合考虑分析，当精选 Na_2CO_3 的用量为 800 g/t 时，精矿 Li_2O 品位为 4.70%，作业回收率为 81.25%，都为最高值。因此，精 Ⅰ Na_2CO_3 用量为 800 g/t 最为合适。

在扫选试验中添加调整剂 NaOH 和阴/阳离子组合捕收剂 ST-8 两种药剂，通过改变两者之间的用量进行试验。试验结果表明，在第 1 组扫选试验

中，当NaOH用量为200 g/t时，即使捕收剂ST-8的用量添加到1 000 g/t，扫选的精矿回收率也只有18.76%。考虑到NaOH用量过多会对锂辉石的浮选起到一定的抑制作用，因此在第2次扫选试验中把NaOH用量降低至100 g/t，当捕收剂ST-8用量仅为500 g/t时，扫选精矿Li_2O品位为0.90%，作业回收率达到29.24%。因此，可以确定第2次扫选试验条件更为适宜，即NaOH用量为100 g/t，阴/阳离子捕收剂ST-8用量为500 g/t。

3.3 流程试验

3.3.1 *开路流程试验* 在粗选条件试验和精ⅠNa_2CO_3用量试验的基础上，完成了2次的一粗三精一扫的开路试验流程，在第1次开路试验中，粗选Na_2CO_3、NaOH、$CaCl_2$和阴/阳离子组合捕收剂ST-8的用量分别为1 000、700、80、2 000 g/t，3次精选的Na_2CO_3用量分别为800、600、400 g/t，扫选NaOH和阴/阳离子组合捕收剂ST-8的用量分别为100、500 g/t。随后对精选Na_2CO_3用量做出调整进行第2次开路试验，在试验中把第2次和第3次精选Na_2CO_3用量分别改为400和200 g/t，其他药剂制度不变。最后浮选试验结果显示2次开路试验中Li_2O回收率基本为43%左右，但是第1次开路试验Li_2O品位为5.76%，第2次开路试验Li_2O品位为6.05%，第2次比第1次的品位高0.29%。因此选定第2次开路试验的试验条件，即3次精选Na_2CO_3用量分别为800、400和200 g/t。

3.3.2 *闭路流程试验* 在磨矿细度为−0.074 mm占77.2%，粗选Na_2CO_3用量1 000 g/t并加入磨矿中，NaOH、$CaCl_2$和阴/阳离子组合捕收剂ST-8用量分别为700、80、2 000 g/t；精选Ⅰ、精选Ⅱ和精选ⅢNa_2CO_3用量分别为800、400、200 g/t；扫选NaOH用量为100 g/t，阴/阳离子捕收剂ST-8用量为500 g/t，进行的闭路试验流程为1次粗选3次精选1次扫选中矿顺序返回。流程与结果如图8和图9所示。

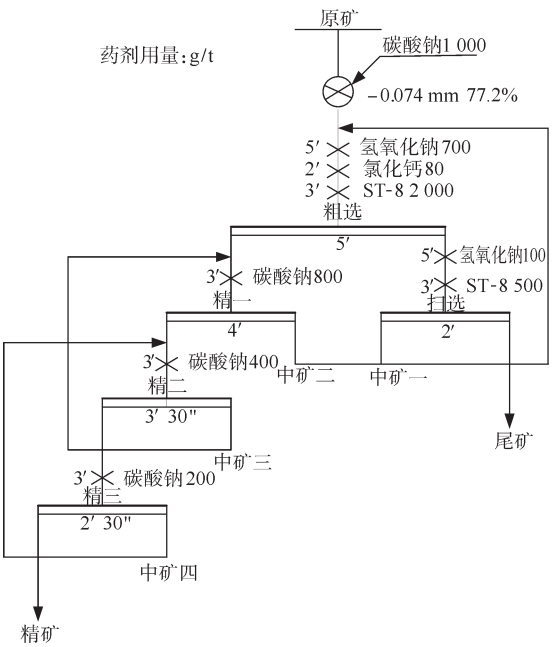


图8 闭路试验流程图

Fig. 8 Flow chart of closed-circuit test

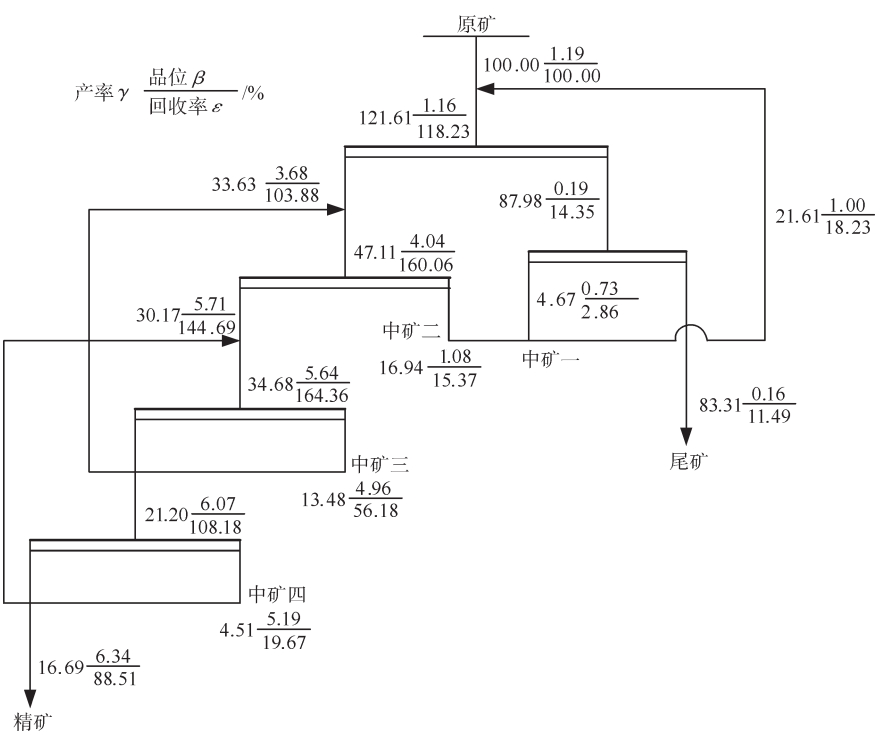


图9 闭路数质量流程图

Fig. 9 Flow chart of closed-circuit quantity-quality

由图8和图9闭路试验结果显示,在原矿Li_2O的品位为1.19%时,进行闭路流程为1次粗选3次精选1次扫选中矿顺序返回后,最终可以得到Li_2O品位为6.34%,Li_2O回收率为88.51%较好的浮选指标。

4　结　论

(1)川西呷基卡锂辉石矿原矿Li_2O含量为1.19%,其有用矿物为锂辉石,主要脉石矿物以长石、石英为主,其锂辉石矿晶粒较为粗大,并且在它的粉碎过程中较易发生泥化。工艺矿物学研究分析结果表明该锂辉石矿中Li_2O的理论品位为7.59%,理论回收率为93.76%。

(2)经多次试验后确定浮选的主要工艺流程,在磨矿细度为-0.074 mm占77.2%时,粗选Na_2CO_3用量为1 000 g/t并且加入球磨机中,NaOH、$CaCl_2$和阴/阳离子捕收剂ST-8用量分别为700、80、2 000 g/t;在精选中,精选Ⅰ、精选Ⅱ和精选ⅢNa_2CO_3用量分别为800、400、200 g/t;扫选中NaOH和组合捕收剂ST-8用量分别为100、500 g/t;经闭路流程为1次粗选3次精选1次扫选中矿顺序返回后,可以得到Li_2O品位为6.34%,Li_2O回收率为88.51%的浮选指标。

(3)由试验结果分析可以看出,采用单一阴离子型捕收剂对锂辉石矿进行浮选效果并不理想,单一阴离子捕收剂虽然具有较好的选择性,但是捕收性能比较弱,必须在较高的pH值条件下进行。而阴/阳离子组合捕收剂ST-8中存在的阴阳离子所具有的协同吸附效果将会进一步使目的矿物所吸附到的药剂层变得更多并且更加密集,进而能达到一个更好选择性和捕收性的浮选结果。因此,组合捕收剂将是锂辉石浮选药剂研究的重要方向。

参考文献

[1]　王登红,王成辉,孙艳,等.我国锂铍钽矿床调查研究进展及相关问题简述[J].中国地质调查,2017(5):1-8.

[2]　谢贞付,王毓华,于福顺,等.伟晶岩型锂辉石矿浮选研究综述[J].稀有金属,2013(4):641-649.

[3]　杨卉芃,柳林,丁国峰.全球锂矿资源现状及发展趋势[J].矿产保护与利用,2019(5):26-40.

[4]　何桂春,蒋巍,项华妹.锂辉石选矿研究现状及展望[J].矿业研究与开发,2014(4):61-65.

[5]　刘星,李成秀,程仁举,等.国外某锂多金属矿选矿试验研究[J].矿产综合利用,2019(2):65-69.

[6]　绵海.重介质选矿技术及其在锂辉石选矿中的应用[J].新疆有色金属,2018,41(增刊1):71-73.

[7]　刘广学,彭团儿,刘磊,等.重色浮联合选矿工艺回收某花岗岩型锂辉石中的锂[J].金属矿山,2021(3):124-129.

[8]　张杰,王维清,董发勤,等.锂辉石矿浮选试验研究[J].矿物学报,2013,33(3):423-426.

[9]　罗惠华,张正虎,刘幸,等.胍基阳离子捕收剂反浮选磷矿的性能与机理分析[J].武汉工程大学学报,2021,43(5):546-550.

[10]　徐彩丽,池汝安,吕仁亮,等.辛基羟肟酸浮选行为的研究进展[J].武汉工程大学学报,2019,41(6):566-572.

[11]　陈胜虎,罗仙平,杨备等.锂辉石的选矿工艺研究现状及展望[J].现代矿业,2010(7):5-7.

[12]　谢贞付.不同粒度锂辉石浮选特性及矿泥影响的研究[D].长沙:中南大学,2015.

[13]　庄杜娟.某锂辉石矿选矿工艺试验研究[J].新疆有色金属,2018,41(6):80-82

[14]　赵开乐,王昌良,邓伟,等.四川某锂辉石矿选矿试验研究[J].非金属矿,2014(3):48-51.

[15]　冯木.新型捕收剂在锂辉石浮选中的作用机理及表面化学分析[D].长沙:中南大学,2014.

[16]　罗仙平,吕玲芝,陈晓明,等.江西某低品位难选锂辉石矿直接浮选工艺[J].有色金属工程,2012(5):36-39.

本文编辑:张　瑞