

高泥尾砂浮选萤石实验研究

许道刚, 龙冰, 王小生, 谢加文, 吴江岳恩

(湖南柿竹园有色金属有限责任公司, 湖南 郴州 423037)

摘要: 为提高某铜锡萤石矿资源利用率, 对其浮铜—除硫—磁铁—选锡尾砂中的萤石资源进行再选。实验采用碳酸钠为 pH 值调整剂、水玻璃与酸化水玻璃为抑制剂、BK410A 为捕收剂, 经 1 粗 5 精 2 扫浮选闭路实验流程, 最终得到萤石精矿中 CaF_2 品位 90.51%、回收率 66.13%。

关键词: 萤石; BK410A; 浮选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.02.027

中图分类号: TD989 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2022) 02-0150-04

萤石又名氟石, 是一种战略性的非金属矿产资源, 不仅在传统工业中有着广泛的应用, 在高新技术产业中也有着越来越重要的应用^[1]。我国萤石资源储量非常丰富, 单一萤石矿储量较少, 共生萤石储量较大。随着易选萤石矿的不断减少, 开发利用复杂难选萤石矿日益重要^[2]。本实验针对高泥尾砂伴生萤石资源进行再选可选性研究, 为该类萤石资源的回收提供合理的选矿技术

方案。

1 实验矿样与性质

实验矿样来自湖南某铜锡矿经过浮铜—除硫—磁铁—选锡的尾砂。矿样中主要有价矿物为萤石, 脉石矿物主要有石英、方解石、石榴石、长石类、云母类等。实验矿样多元素分析结果见表 1, 矿样筛析实验结果见表 2。

表 1 矿样多元素分析结果 /%

Table 1 Multi-element analysis results of ore samples

CaF_2	CaCO_3	SiO_2	Fe	S	Cu	Sn	WO_3	Pb	Zn
20.68	7.65	41.02	1.56	1.1	0.05	0.21	0.11	0.1	0.26

表 2 矿样筛析实验结果

Table 2 Screen analysis test results of ore samples

粒度/ μm	产率/%	CaF_2 品位/%	CaF_2 分布率/%
+74	6.61	14.71	4.70
-74+38	19.04	19.11	17.59
-38+10	44.34	21.27	45.61
-10	30.01	22.12	32.10
合计	100	20.68	100

由表 1、表 2 可知, 矿样中 CaF_2 的含量 20.68%, SiO_2 含量高达 41.02%, CaCO_3 含量 7.65%; 矿样中 -38 μm 粒度分布率 77.71%, -10 μm 粒度分布率 32.1%, 泥化率高。因此, 在高泥化率情况下,

实现钙盐与萤石的有效分离及对细粒中萤石的回收是本实验的一个重点。

2 结果与讨论

2.1 粗选浓度实验

细粒矿样实验对浮选矿浆浓度要求更加高, 浮选矿浆浓度不仅会影响浮选时间, 还会影响药剂体积浓度与矿浆充气度。调剂矿浆的浓度, 可使浮选时间、药剂体积、矿浆充气度三者达到最佳, 从而得到最佳的浮选指标^[3]。实验固定 Na_2CO_3 调节 pH 值至 9.8, 水玻璃用量 3 kg/t, Bk410A 用量 150 g/t, 进行粗选矿浆浓度实验, 实

收稿日期: 2020-03-12

作者简介: 许道刚 (1988-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事选矿与资源综合利用研究。

验结果见图1。

由图1可知，随着矿浆浓度的增大，粗精矿品位逐渐降低，而回收率先升后降，回收率在矿浆浓度为40%时达到最大值。因此选择矿浆浓度40%。

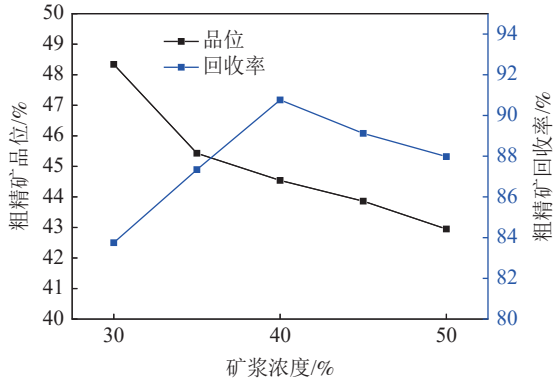


图1 矿浆浓度实验结果
Fig.1 Pulp concentration test results

2.2 粗选 pH 值实验

Na₂CO₃不但起到调节矿浆 pH 值的作用，还对矿泥具有良好的分散作用，以减弱或消除矿泥对浮选的不良影响^[4]。一般情况，碱性条件下，萤石浮选可保回收率，酸性条件可保品位，粗选保回收率，精选保品位，因此萤石浮选一般粗选选择碱性条件，精选选择酸性条件^[5]。实验固定矿浆浓度40%，水玻璃用量3 kg/t，Bk410A用量150 g/t，进行Na₂CO₃与NaOH分别作pH值调整剂粗选实验及对比，实验结果见图2。

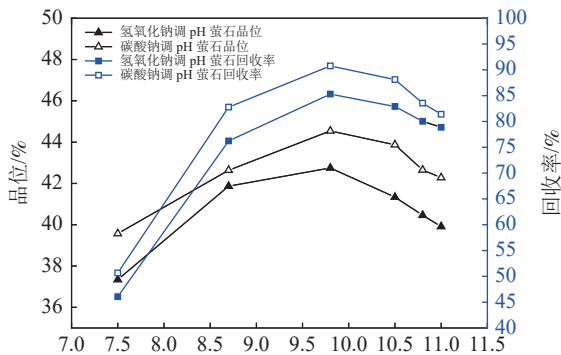


图2 pH值实验结果
Fig.2 pH value test results

由图2可知，随着pH值的增加，粗精矿品位与回收率都是先升后降，在pH=9.8时，该矿样中石英、含钙硅酸盐、方解石等脉石矿物的可浮性最差，萤石粗精矿品位与回收率达到较佳值，且Na₂CO₃作pH值调整剂要优于NaOH作pH值调

整剂。

2.3 粗选水玻璃用量实验

水玻璃是石英、硅酸盐类、含钙盐类脉石高效的抑制剂。随着pH值的不同，水玻璃在溶液的解离组分也不同，发生的抑制作用也就不同。pH>7，溶液中以SiO₃²⁻、HSiO₃⁻为主要组分；pH<7，溶液中以分散状态的胶体SiO₂为主要组分。水玻璃对脉石矿物的抑制顺序：石英>硅酸盐>含钙盐>其他盐类^[6]。固定矿浆浓度45%，Na₂CO₃调节pH值至9.8，Bk410A用量150 g/t，进行水玻璃用量实验，实验结果见图3。

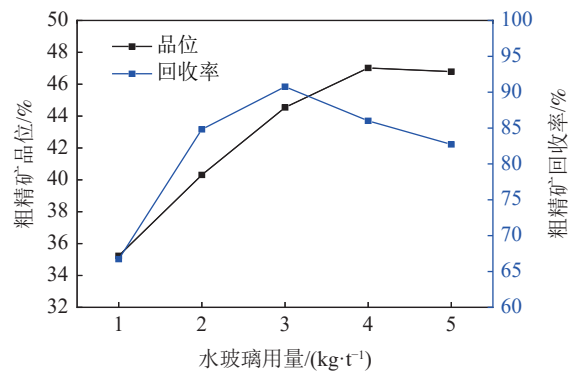


图3 水玻璃用量实验结果
Fig.3 Test results of sodium silicate dosage

由图3可知，水玻璃的添加对提高萤石精矿品位有利。随着水玻璃用量增加，粗精矿品位不断升高但增加幅度越来越小；回收率先升后降，表明一味地增加水玻璃用量对萤石浮选不是一直有利的。综合考虑，选择水玻璃用量3 kg/t。

2.4 粗选捕收剂实验

油酸、改性油酸、氧化石蜡皂731、733是萤石浮选中常用的捕收剂，即可单独使用，也可混合使用^[7]。为了比较BK410A的优势，进行油酸、BK410、BK410A的单一因素浮选对比实验，实验结果见图4。BK410A用量实验结果见图5。

由图4可知，使用油酸、BK410、BK410A这3种捕收剂，在其他条件相同的情况下，使用新型捕收剂BK410A，粗精矿品位比使用油酸高出3%左右，比使用BK410高出1%左右；回收率均比使用油酸、BK410高出5%左右，证明捕收剂BK410A对该高泥矿样的效果要优于其他2种捕收剂。

由图5可知，随着捕收剂BK410A用量的增加，粗精矿品位先升后降，回收率先逐渐升高。当BK410A用量大于150 g/t时，萤石回收率

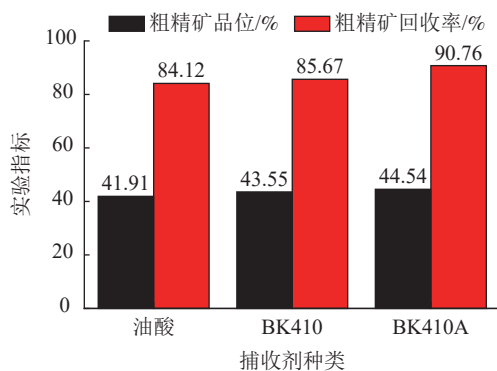


图4 捕收剂种类对比实验结果

Fig.4 Test results of collector type contrast

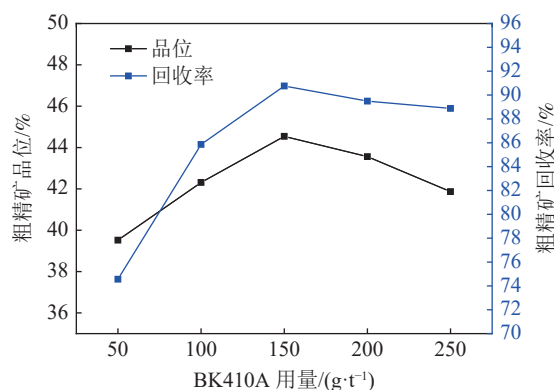


图5 BK410A 用量实验结果

Fig.5 Results of dosage test of BK410A

趋于平稳,表明捕收剂用量增加,会降低矿物分选的选择性。结果表明,当捕收剂 BK410A 用量为 150 g/t 时,可得到萤石粗选最佳指标,粗精矿品位 44.54%,回收率 90.76%。

2.5 全流程浮选闭路实验

在条件实验的基础上,进行了全流程浮选闭路实验。酸化水玻璃是萤石精选段良好抑制剂,

精选段用酸化水玻璃比水玻璃更有利于对方解石这类脉石矿物的抑制作用,更有利于提高萤石精矿的品位^[8]。精选段采用 4:1 的酸化水玻璃,实验流程和药剂制度见图 6,实验结果见表 3。

3 结论

(1) 矿样中主要有价矿物为萤石,脉石矿物

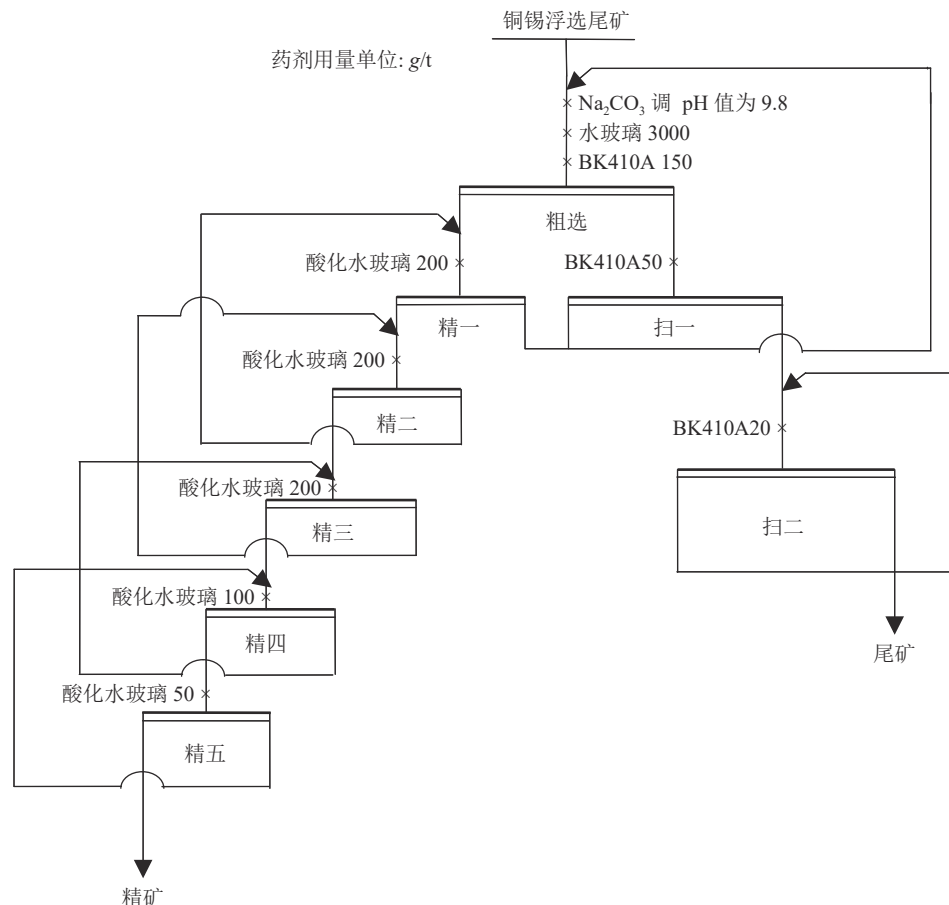


图6 闭路实验流程

Fig.6 Closed-circuit test flow chart

表 3 闭路实验结果

Table 3 Closed-circuit test results

产品名称	CaF ₂ 产率/%	CaF ₂ 品位/%	CaF ₂ 回收率/%
铜锡浮选尾矿	100.00	20.68	100.00
萤石精矿	15.11	90.51	66.13
萤石尾矿	84.89	8.26	33.87

主要有石英、方解石、石榴石、长石类、云母类等，其泥化率较高，要有效回收细粒中的萤石是本实验的一个重点。

(2) 通过条件实验，确定了高泥尾砂浮选萤石最佳浮选条件及获得了最佳浮选指标。在矿浆浓度为 45%，Na₂CO₃ 调 pH=9.8、水玻璃用量 3 kg/t、Bk410A 用量 150 g/t 的条件下，可得到品位 44.54%、回收率 90.76% 的萤石粗精矿，萤石粗精矿经过五次精选二次扫选中矿依序返回，最终得到了品位 90.51%、回收率 66.13% 的萤石精矿。

参考文献：

[1] 崔瑞, 王旭, 魏骞, 等. 湖北某重晶石-萤石型矿综合利用研究[J]. *矿产综合利用*, 2019(2):70-74.
CUI R, WANG X, WEI Q, et al. Study on comprehensive utilization of a barite-fluorite ore in Hubei province[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2019(2):70-74.

[2] 艾光华, 梁焘茂, 袁勤智, 等. 某低品位方解石-石英型萤石浮选试验研究[J]. *非金属矿*, 2018, 41(1):70-72.
AI G H, LIANG T M, YUAN Q Z, et al. Experimental study on flotation of a low-grade calcite and quartz fluorite[J]. *Nonmetallic Ore*, 2018, 41(1):70-72.

[3] 缪亚兵, 邓海波, 徐轲. 萤石在油酸和水玻璃体系中的浮选动力学模型及浮选行为研究[J]. *化工矿物与加工*, 2015(7):13-17.
MIAO Y B, DENG H B, XU K. Flotation kinetics model and flotation behavior of fluorite in oleic acid and sodium silicate system[J]. *Chemical Minerals and Processing*, 2015(7):13-17.

[4] 凌石生, 王中明, 刘方, 等. 湖南某多金属矿尾矿萤石选矿新工艺研究[J]. *有色金属(选矿部分)*, 2018(6): 57-61.
LING S S, WANG Z M, LIU F, et al. Nonferrous Metals (Mineral Processing Section), 2018(6): 57-61.

[5] 冯胜雷. 湖南某白钨尾矿回收低品位萤石矿的试验研究[J]. *非金属矿*, 2019, 42(4): 58-60.
FENG S L. Experimental study on recovery of low grade fluorite ore from a scheelite tailings in Hunan [J]. *Nonmetallic Minerals*, 219, 42(4): 58-60.

[6] 孙伟, 宋韶博. 水玻璃及其在白钨矿浮选中的应用和分析[J]. *中国钨业*, 2013, 28(4):22-25.
SUN W, SONG S B. Silicate glass and its application and analysis in scheelite flotation[J]. *China Tungsten Industry*, 2013, 28(4):22-25.

[7] 张行荣, 朴永超, 尚衍波, 等. 一种耐低温型捕收剂在萤石浮选中的应用[J]. *矿产综合利用*, 2015(3):28-31.
ZHANG X R, PIAO Y C, SHANG Y B, et al. Application of a low temperature resistant collector in fluorite flotation[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2015(3):28-31.

[8] 王长涛, 刘润清, 林上勇, 等. 湖南某萤石矿洗矿泥选矿工艺研究[J]. *矿冶工程* 2019, 39(4): 43-46.
WANG C T, LIU R Q, LIN S Y, et al. Study on beneficiation process of fluorite washing slime in Hunan [J]. *Mining and Metallurgical Engineering*, 219, 39(4): 43-46.

Experimental Research on Reprocessing Fluorite from High Mud Tailings

Xu Daogang, Long Bing, Wang Xiaosheng, Xie Jiawen, Wu Jianguye'en
(Hunan Shizhuyuan Nonferrous Metals Co., Ltd., Chenzhou, Hunan, China)

Abstract: In order to improve the utilization rate of a copper-tin mine, The fluorite resources in floating copper-sulfur-removal-magnet-tin tailings were reselected. Sodium carbonate was used as pH agent, water glass and acidic water glass as inhibitors, BK410A as collector. a roughing test, two scavenging, five cleaning of flotation test process. Finally, the fluorite concentrate was obtained and the CaF₂ grade and recovery was 90.51% and 66.13%.

Keywords: Fluorite; BK410; Flotation