

遂昌坑口萤石矿浮选试验研究

曹占芳^{1,2}, 宋英³, 钟宏^{1,2}, 金火荣⁴, 胡向明⁴, 刘广义^{1,2}, 王帅^{1,2}

(1. 中南大学化学化工学院, 湖南 长沙 410083

2. 有色资源化学教育部重点实验室(中南大学), 湖南 长沙 410083;

3. 浙江工业大学药学院, 浙江 杭州 310014; 4. 龙泉氟矿有限责任公司, 浙江 龙泉 323706)

摘要:为了高效利用浙江遂昌萤石矿资源,该试验进行了矿石的主要化学成分及矿物组成、矿物浮选行为等研究。结果表明,试验所用的矿样属中低品位的单一硅酸盐(石英)型萤石矿,脉石矿物主要为石英,其次有长石、绢云母、方解石、高岭石等。以碳酸钠和水玻璃为调整剂,KY-108为捕收剂,采用粗精矿再磨再选闭路工艺流程能够得到高品位萤石精矿,CaF₂品位为97.59%,SiO₂和CaO含量小于1.5%,CaF₂回收率高达97.03%。

关键词:萤石;浮选;石英;捕收剂

中图分类号:TD 926.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2012)03-0026-04

萤石因其熔融温度较低,并且有较高的流动性,冶金上主要用作冶炼钢铁的熔剂^[1-3],是生产氢氟酸的主要原料,广泛用于化学工业中。我国是世界萤石资源大国,但矿石中CaF₂平均品位仅为34.7%,高品位的富矿仅占全国总量的2%^[4]。而浙江省萤石资源储量达3000多万t,占全国总储量的20%,名列全国第二,各级产品产量大约为每年80万t,产销量一直位居全国之首^[5]。

对浙江遂昌萤石矿以中南大学化工冶金研究所开发的新型药剂KY-108为捕收剂,采用粗精矿再磨再选闭路工艺流程能够得到CaF₂品位97%以上的萤石精矿,且回收率超过95%,实现了萤石资源的高质量的开发利用。

1 原矿性质

原矿化学成分分析和钙物相分析结果分别见表1、表2。由表1、表2可以看出,矿样中主要组分均为CaF₂和SiO₂,其含量分别为38.90%和46.50%。钙主要分布在萤石中,分布率为91.61%,硅酸盐中的分布率为6.94%。该矿样为中低品位的单一硅酸

盐(石英)型萤石矿,其主要组分为CaF₂和SiO₂^[6]。

表1 矿石的化学成分/%

Table 1 Chemical components of ore

Ca	CaF ₂	CaO	BaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O
20.27	38.90	2.38	0.26	0.18	46.50	4.47	1.64	0.076
TFe	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	S	P	C	F	Ig
1.21	0.30	1.40	0.07	0.08	0.028	0.14	17.64	5.96

表2 钙物相分析结果

Table 2 Analysis results of calcium phase

名称	萤石中钙	碳酸盐中钙	硅酸盐中钙	合计
CaO含量/%	25.99	0.41	1.97	28.37
Ca含量/%	18.57	0.29	1.41	20.27
分布率/%	91.61	1.45	6.94	100.00

工艺矿物学研究表明,矿石中矿物组成较为简单,主要矿物为萤石和石英,其次有长石、绢云母、方解石、高岭石等,此外还含有少量褐铁矿和微量的黄铁矿。

2 试验方法

取矿样300g,在XMQ-Φ240×90mm锥形球磨

收稿日期:2011-07-15

基金项目:浙江省重大科技专项基金资助项目(2010C13016);国家自然科学基金资助项目(21106188);中南大学中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2011QNZT050);中国博士后科学基金资助项目(2011M501299);中南大学贵重仪器设备开放共享基金资助(CSUZC2012038)

作者简介:曹占芳(1980—),男,讲师,博士,主要从事药剂的设计与合成、资源综合利用等领域工作。

机中进行磨矿,磨矿浓度为60%。浮选作业中,粗选、扫选均采用1L XFD-63型单槽浮选机,精选采用0.5L XFD-63型单槽浮选机,浮选温度28~35℃。试验所用油酸、碳酸钠、水玻璃等常规浮选药剂均为工业品,其中水玻璃的模数约为2.8;所用捕收剂KY-102、KY-108为中南大学化工冶金研究所开发的新型萤石捕收剂,其中KY-102为油酸与脂肪酸复配捕收剂,KY-108为油酸与羟肟酸的复配捕收剂。

3 试验结果与讨论

3.1 磨矿细度试验

按图1进行粗选磨矿细度试验,试验结果见表3。

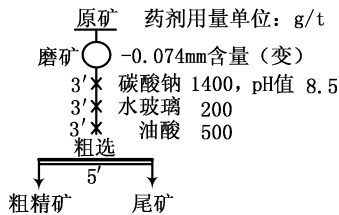


图 1 粗选磨矿细度试验流程

Fig. 1 Test flowsheet of grinding fineness for roughing

表 3 粗选磨矿细度试验结果

Table 3 Test resultst of grinding fineness for roughing

-0.074mm 含量/%	产品	产率/%	CaF ₂ 品位/%	CaF ₂ 回收率/%
60	粗精矿	46.73	81.23	97.76
	尾矿	53.27	1.63	2.24
	原矿	100.00	38.83	100.00
70	粗精矿	46.95	80.51	97.51
	尾矿	53.05	1.82	2.49
	原矿	100.00	38.77	100.00
85	粗精矿	46.63	81.28	96.25
	尾矿	53.37	2.77	3.75
	原矿	100.00	39.38	100.00

由表3看出,-0.074mm含量达到60%以上,CaF₂品位和回收率变化不大,因此,确定磨矿细度为-0.074mm60%。

3.2 捕收剂对比试验

磨矿细度为-0.074mm60%时,进行了捕收剂KY-102、KY-108、氧化石蜡皂733、油酸浮选对比试验。试验流程见图2,结果见表4。

从表4可以看出,油酸对萤石捕收能力强,回收率高,但精矿品位较低;氧化石蜡皂733的捕收能力

与油酸相当,但精矿品位更低。值得关注的是,KY-108对萤石浮选具有较好的性能,获得的精矿品位与回收率均优于油酸。而KY-102则表现出较高的选择性,获得较高的精矿品位。综合考虑选矿指标、药剂成本等因素,采用KY-108为捕收剂。

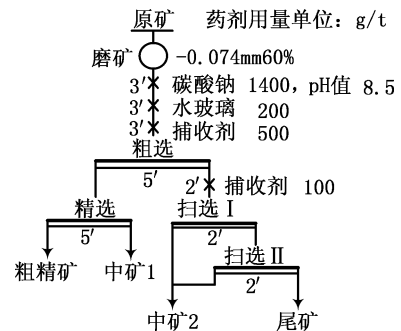


图 2 捕收剂种类对比试验流程

Fig. 2 Test flowsheet of comparison of collector type

表 4 捕收剂种类对比试验结果

Table 4 Test results of comparison of collector type

捕收剂种类	产品	产率/%	CaF ₂ 品位/%	CaF ₂ 回收率/%
油酸	粗精矿	40.62	87.89	93.79
	中矿1	6.12	18.75	3.01
	中矿2	1.28	31.59	1.06
	尾矿	51.98	1.56	2.13
	原矿	100.00	38.07	100.00
氧化石蜡皂733	粗精矿	43.87	84.29	94.03
	中矿1	7.37	14.52	2.72
	中矿2	4.51	19.30	2.21
	尾矿	44.24	0.92	1.04
	原矿	100.00	39.33	100.00
KY-108	粗精矿	40.36	89.23	94.44
	中矿1	6.90	15.98	2.89
	中矿2	0.44	62.79	0.72
	尾矿	52.30	1.42	1.95
	原矿	100.00	38.13	100.00
KY-102	粗精矿	39.81	92.01	92.31
	中矿1	7.98	20.87	4.20
	中矿2	1.53	40.08	1.55
	尾矿	50.68	1.52	1.94
	原矿	100.00	39.68	100.00

3.3 粗精矿再磨再选试验

粗精矿再磨所用的磨矿机为XMQ-Φ150×50mm锥形球磨机,再磨的矿浆浓度约为50%。粗精矿再磨后精选均采用0.5L XFD-63型单槽浮选机。试验流程见图3,结果见表5。

表 5 粗精矿再磨磨矿细度试验结果

Table 5 Test results of regrinding fineness of roughing concentrate

磨矿细度 -0.037mm/%	产品	产率/%	CaF ₂	CaF ₂
			品位/%	回收率/%
50	萤石精矿	33.49	97.82	85.16
	精选总中矿	6.93	59.41	10.70
	中矿 1	4.67	18.84	2.29
	中矿 2	0.88	34.82	0.79
	尾矿	54.04	0.75	1.05
	原矿	100.00	38.46	100.00
65	萤石精矿	33.64	98.55	84.98
	精选总中矿	7.54	59.24	11.45
	中矿 1	4.65	15.65	1.87
	中矿 2	0.87	33.64	0.75
	尾矿	53.30	0.70	0.96
	原矿	100.00	39.01	100.00

由表 5 可知,对一粗一精一扫流程所得的粗精矿直接进行再磨,当再磨-0.037mm50%时,经过 6 次精选,可以得到品位 97.82% 的萤石精矿;-0.037mm 65% 时,可以得到品位 98.55% 的萤石精矿。

药剂用量单位: g/t

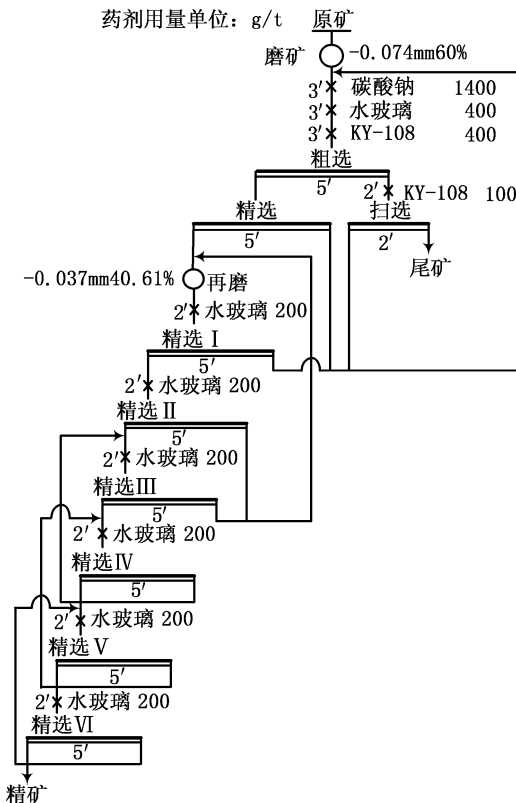


图 3 粗精矿再磨试验流程

Fig. 3 Test flowsheet of regrinding of roughing concentrate

3.4 闭路试验

在开路试验基础上,进行了闭路试验,试验流程见图 4,试验结果见表 6。对闭路试验所得萤石精矿进行 X—射线荧光检测,结果见表 7。

表 6 闭路试验结果

Table 6 Results of closed-circuit test

产品	产率/%	CaF ₂ 品位/%	CaF ₂ 回收率/%
萤石精矿	39.04	97.59	97.03
萤石尾矿	60.96	1.91	2.97
原矿	100.00	39.26	100.00

从表 7 可以看出,精矿中 SiO₂、CaO 含量仅为 1.25% 和 0.52%,精矿产品质量达到一级品要求^[7]。

表 7 萤石精矿的 X 荧光光谱分析结果/%

CaF ₂	SiO ₂	CaO	Mg	Al	P	S	Fe	Sr	Cu	Ti
97.59	1.25	0.52	0.034	0.102	0.019	0.007	0.073	0.013	0.004	0.007

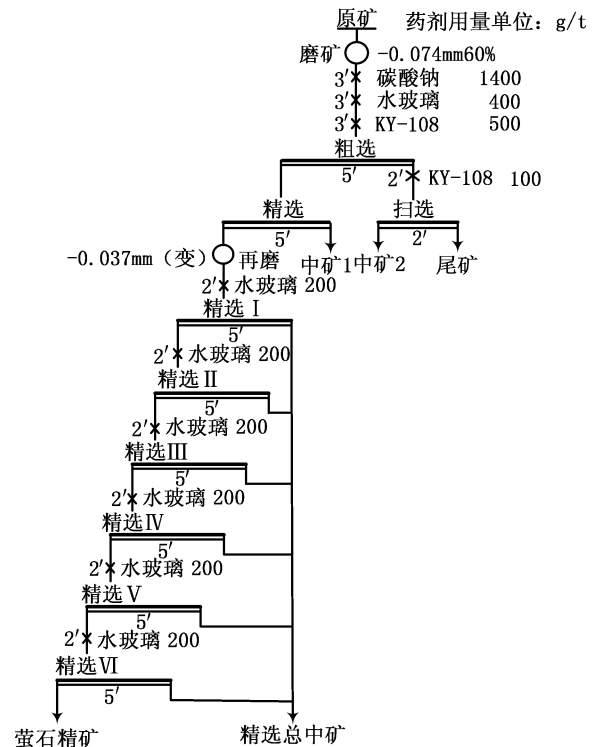


图 4 闭路试验流程

Fig. 4 Flowsheet of closed-circuit test

4 结 论

1. 矿石属中低品位的单一硅酸盐(石英)型萤石矿,其主要组分为 CaF₂ 和 SiO₂。脉石矿物主要为石英,其次有长石、绢云母方解石、高岭石等,含铁矿

物为褐铁矿及少量黄铁矿。矿石中少量细粒萤石的存在是影响萤石提纯和回收的不利因素。

2. 对于遂昌萤石矿样,以 KY-108 为捕收剂,采用粗精矿再磨再选闭路工艺流程能够得到 CaF_2 品位 97.59%,回收率 97.03% 的的萤石精矿,且产品质量能满足一级品要求。

参考文献:

- [1] 杨梅金, 马少建, 胡治流, 等. 萤石降硅浮选工艺研究 [J]. 金属矿山, 2002 (1): 38 - 39.
 [2] 岳成林. 萤石、重晶石和方解石的可浮性研究 [J]. 化

工矿物与加工, 2001 (9): 8 - 10.

- [3] Zhang Y, Song S. Beneficiation of fluorite by flotation in a new chemical scheme [J]. Minerals Engineering, 2003, 16 (7): 597 - 600.
 [4] 韩勇. 提高萤石精矿质量的途径 [J]. 金属矿山, 1989 (11): 52 - 55.
 [5] 杨华明. 浙江某萤石矿矿石提纯试验研究 [J]. 非金属矿, 2000 (11): 36 - 37.
 [6] 叶先贤. 萤石矿石的矿物组成及特性 [R]. 武汉: 武汉理工大学, 2002.
 [7] GB5690 - 85, 萤石精矿国家标准 [S].

Experimental Research on Flotation of Fluorite Ore in Kengkou Suichang

CAO Zhan-fang^{1,2}, SONG Ying³, ZHONG Hong^{1,2}, JIN Huo-rong⁴,

HU Xiang-ming⁴, LIU Guang-yi^{1,2}, WANG Shuai^{1,3}

(1. College of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha, Hunan, China;

2. Key Laboratory of Resources Chemistry of Nonferrous Metals (Central South University), Changsha, Hunan, China;

3. College of pharmaceutical science, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang, China;

4. Longquan Fluorspar CO., Ltd., Longquan, Zhejiang, China;)

Abstract: For high-efficiency utilization of fluorite ore in Kengkou Suichang, experimental research on main chemical components, mineral composition and mineral flotation of this ore was carried on. The results show that the ore samples belong to low-grade monosilicate fluorite and the main gangue mineral is quartz and then feldspar, sericite, calcite and kaolinite. When The closed-circuit technical flowsheet of coarse concentrate regrinding and re-cleaning was adopted by using sodium carbonate and water glass as regulator and KY-108 as collector, the high-grade fluorite concentrate could be obtained. The grade and recovery of CaF_2 could reach 97.59% and 97.03% respectively and the content of SiO_2 and CaO was less than 1.5%.

Key words: Fluorite; Flotation; Quartz; Collector

(上接 25 页)

Study on Comprehensive Recovery Process of Copper Tailings

LU Jun

(Zijin Design and Research Institute of Mining & Metallurgy, Shanghang, Fujian, China)

Abstract: In this paper, comprehensive recovery process of a copper dressing tailings was studied. Adopting all flotation process, all the useful components were high efficiently recovered. Closed-circuit experiment indexes as follows were obtained: high pure sulfur concentrate containing S51.12%、Cu0.13%、Fe45.7%, with a recovery of S 49.18%, alunite concentrate containing SO_3 23.99% (pure alunite 62.15%), with a recovery of SO_3 72.65%, rough dickite concentrate containing Al_2O_3 21.78% (pure dickite 80.53%), with a recovery of Al_2O_3 65.25% and the final tailings containing SiO_2 91.99%, which can be used as flux, foundry quartz sand or building materials.

Key words: Copper tailings; Alunite; Dickite; Comprehensive recovery