

湖南某方解石型萤石选矿试验研究^{*}

胡瑞彪, 吉红, 陈典助, 荆正强

(长沙有色冶金设计研究院有限公司, 湖南 长沙, 410011)

摘要:湖南某方解石型萤石矿原矿含 CaF_2 56.72%, 属高品位萤石矿。结合该矿石的工艺矿物学特性, 采用碳酸钠为 pH 调整剂、水玻璃 + 淀粉为抑制剂、油酸钠为捕收剂进行浮选试验研究。闭路试验在粗选磨矿细度 -0.074 mm 占 65% 的情况下, 通过一粗五精一扫一粗精矿再磨的工艺流程, 可以获得品位 97.16%、回收率 80.38% 的萤石精矿, 且萤石精矿中含 SiO_2 1.20%、 CaCO_3 0.65%, 达到国家萤石粉 F97C 的质量标准。

关键词: 萤石; 浮选; 再磨; 方解石

中图分类号: TD971⁺.5 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2013)02-0015-04

Test Research on Beneficiation of Calcite Type Fluorite Ore in Hunan

HU Rui-biao, JI Hong, CHEN Dian-zhu, JING Zheng-qiang

(Changsha Engineering And Research Institute Ltd. Of Nonferrous Metallurgy, Changsha, Hunan, 410011, China)

Abstract: The CaF_2 grade of calcite type fluorite ore from Hunan is reaching up to 56.72%, regard as high-grades fluorite ore. According to the mineralogical characteristic of the ore, the fluorite was studied, Using sodium carbonate as pH adjusting agent, sodium silicate and starch as depressant, sodium oleate as collector, closed-circuit test were carried out in the condition that the roughing grinding fineness was -0.074 mm 65%. The grade and recovery of the fluorite concentrate were 97.16% and 80.38% respectively, and the content of SiO_2 and CaCO_3 meet the national standards. The results showed that concentrate were obtained by swept one rougher - five cleaners - one scavenging and coarse concentrate regrinding closed-circuit process.

Key words: fluorite; flotation; regrinding; calcite

尽管国内萤石资源较为丰富, 但 CaF_2 平均含量较低, 单一型萤石矿少, 绝大部分萤石矿与其它金属矿、非金属矿伴生^[1~2], 直接影响其在冶炼、水泥等行业的工业利用价值^[3]。因而如何获得高品位、高价值的萤石精矿已引起了各研究单位及高校的重视。随着萤石富矿资源的逐渐贫乏, 使得浮选法成为广泛回收利用萤石的最主要的方法^[4~5]。湖南某方解石型萤石矿萤石品位高, 有一定的资源储量, 十分有必要进行选矿试验研究, 以确定技术可行、经济

合理的选矿工艺。

1 矿石性质

岩矿鉴定结果和 XRD 分析表明, 原矿主要矿物为萤石、石英, 并含有少量的方解石、云母等, 原矿的化学多元素分析见表 1 所示。

* 收稿日期: 2013-02-22; 修回日期: 2013-03-15

作者简介: 胡瑞彪(1985-), 男, 山西大同人, 硕士, 工程师, 主要从事有色金属矿石设计工作。

表1 原矿多元素分析结果 /%

元素	CaF ₂	SiO ₂	CaCO ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	S	P
含量	56.72	21.82	12.64	3.80	1.51	1.02	0.92	0.031	0.024

由表1可见,该矿石主要有用矿物为萤石,石英和碳酸钙为主要的脉石矿物。碳酸钙矿物含量较高会对萤石的浮选带来一定的影响;其他杂质S、P等元素含量很低,不会对萤石精矿带来影响。

工艺矿物学研究表明,该萤石矿呈灰白色致密状结构,其中欲回收的目的矿物萤石呈自形晶和半自形晶及少量的它形晶均匀浸染分布,与石英、长石、辉石、云母、方解石等紧密嵌生,粒度不均匀,萤石内部有时可见其他矿物的包裹体或常被石英等交代;石英多呈它形粒状,分布在萤石中,含量在20%左右,有的石英呈斑点状穿插在萤石中,方解石呈块状,与石英和萤石紧密共生,偶见呈脉状嵌于石英、长石等脉石中或与萤石相穿插。

2 选矿试验

根据该萤石矿的性质,该萤石矿CaF₂品位较高,但是粒度分布不均匀,确定了阶段磨矿再分选的工艺以获得高品位萤石精矿^[6]。同时要注意碳酸钙矿物会影响萤石的分选,因此主要对磨矿细度、抑制剂种类和捕收剂种类进行了试验研究。

2.1 粗选磨矿细度试验

试验中浮选浓度为32%、矿浆温度30~35℃、调整剂碳酸钠用量为500g/t,抑制剂硅酸钠用量为1000g/t,捕收剂油酸钠用量为500g/t。在其他浮选条件不变前提下,改变粗选磨矿细度获得的试验结果如表2所示。

表2 磨矿细度试验结果 /%

磨矿细度(-74 μm 含量)	精矿产率	品位	CaF ₂ 回收率
60	82.31	68.23	99.01
65	76.98	72.06	97.79
70	70.63	77.21	96.14
75	65.23	81.46	93.68
80	58.13	86.16	88.30

由表2结果可知,随着磨矿细度的增加,粗选精矿的品位呈增高趋势,回收率逐渐降低,说明磨矿细度的增加在提高精矿品位的同时,也产生了过磨,造成部分有价元素损失。考虑粗选以提高回收率为主

以及萤石粒度分布的不均匀性,确定磨矿细度为-0.074 mm 占65%。

2.2 抑制剂种类试验

原矿中脉石矿物除硅酸盐外还含有一定量的碳酸钙矿物,与萤石均为含钙的矿物,可浮性相似,不易分离。研究表明当碳酸钙的含量>6%时,会对萤石浮选产生不利的影。一般在萤石浮选中常用的抑制剂分两种,一种是无机抑制剂,如水玻璃或者水玻璃+金属盐等;另一种是有机抑制剂,如淀粉、糊精等,将二者组合使用抑制效果最好。因此,结合萤石浮选的实践,本试验对不同抑制剂的种类进行了试验研究。

在其他浮选条件不变前提下改变抑制剂种类,分别添加水玻璃、淀粉及水玻璃+淀粉,试验结果如表3所示。

表3 抑制剂种类试验结果 /%

抑制剂名称及用量g/t	精矿产率	品位	CaF ₂ 回收率
水玻璃 1000	72.64	75.02	96.07
淀粉 1000	68.15	77.70	93.35
水玻璃 600 淀粉 400	67.58	80.02	95.34

由表3结果可知,采用水玻璃作抑制剂时,精矿回收率较高;而采用淀粉作抑制剂时,精矿品位较高,而将二者组合作为抑制剂使用,获得了更好的试验结果。

2.3 捕收剂种类试验

萤石最常用的捕收剂为油酸,但考虑到油酸的可溶性不好,尤其是气温较低时,不易在水中分散,会给萤石选厂的生产实践带来很大影响,因而一般将油酸皂化后使用。本试验中选用了油酸钠、醚胺和氧化石蜡皂作为该矿石的捕收剂,考察它们的捕收效果。在其他浮选条件不变的前提下改变捕收剂种类,分别添加捕收剂:油酸钠、醚胺、氧化石蜡皂各500g/t,试验结果如表4所示。

表4 捕收剂种类试验 /%

捕收剂名称	精矿产率	品位	CaF ₂ 回收率
油酸钠	69.83	76.12	93.71
醚胺	70.62	73.69	91.74
氧化石蜡皂	63.95	79.26	89.36

从表4的结果可以看出,油酸钠对萤石捕收能

力最好,回收率高达 93.71%,精矿品位为 76.12%;氧化石蜡皂选择性较好,精矿品位较高,但是回收率较低;醚胺的捕收效果则最差。综合考虑选矿指标和最终对精矿的要求,确定捕收剂为油酸钠。

2.4 粗精矿再磨细度试验

粗精矿再磨的目的是使萤石与脉石充分单体解离,提高萤石精矿品位,降低萤石精矿中硅及碳酸钡的含量。根据上述的矿石性质和一段磨矿结果均表明,粗精矿再磨对提高精矿回收率和品位均有利,因此在上述最佳磨矿细度和药剂制度条件下,对粗精矿进行了再磨细度试验。再磨细度试验采用的工艺流程为一粗二精。试验中粗选条件与上述相同,试验流程见图 1 所示,试验结果如表 5 所示。

表 5 再磨细度试验结果 /%

再磨细度 (-38 μm 含量)	精矿产率	品位			CaF ₂ 回收率
		CaF ₂	SiO ₂	CaCO ₃	
70	49.51	93.12	2.18	0.98	81.28
75	48.87	94.88	1.14	0.50	81.74
80	44.43	95.99	1.12	0.34	75.19

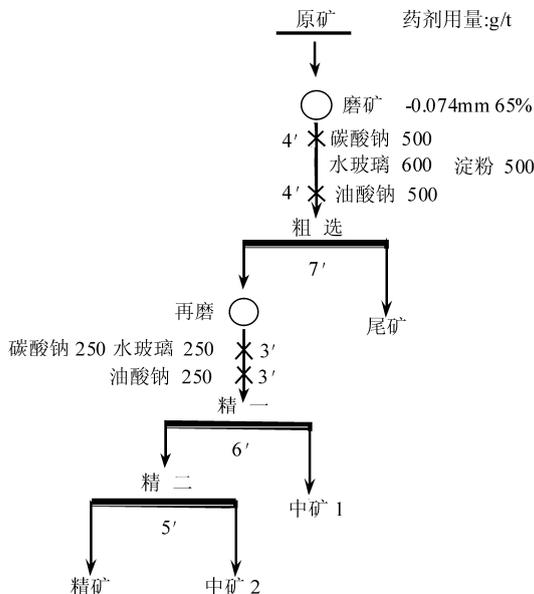


图 1 再磨试验流程图

由表 5 结果可知,随着粗精矿再磨细度不断增加,萤石精矿的品位逐渐升高, SiO₂ 和 CaCO₃ 含量均有所降低,选矿指标改善,但回收率下降,并且经过二次精选,精矿的品位虽然得到了很大提高,但是还未达到 97% 的品位,需要继续增加精选的次数,因此,综合考虑几项指标,确定再磨细度为 -400 目

含量为 75%。

3 浮选流程试验

3.1 开路试验

在最佳条件试验的基础之上进行了开路试验,试验流程如图 2 所示,试验结果见表 6。

表 6 开路试验结果 /%

产品名称	产率	CaF ₂ 品位		CaF ₂ 回收率
		CaF ₂	SiO ₂	
精矿	39.50	97.69	68.10	
尾矿	33.60	13.73	8.14	
中 1	7.66	35.67	5.14	
中 2	3.75	48.36	3.20	
中 3	4.92	39.26	3.48	
中 4	3.96	59.76	4.18	
中 5	3.19	69.23	4.26	
中 6	2.42	78.72	3.50	
原矿	100.00	56.66	100.00	

由 6 表结果可知,精选 5 次后,开路所得萤石精矿品位 97.69%,回收率 68.10%,产品满足要求,可以继续闭路试验。

3.2 闭路试验

在开路试验的基础上进行了闭路试验,其流程及药剂制度与开路基本相同,只是在精 4 作业中,又添加水玻璃 200 g/t,中矿顺序返回上一作业,试验结果见表 7 所示。

表 7 闭路试验结果 /%

产品名称	产率	品位			CaF ₂ 回收率
		CaF ₂	SiO ₂	CaCO ₃	
精矿	47.10	97.16	1.20	0.65	80.38
尾矿	52.90	21.12	—	—	19.62
原矿	100.0	56.93	—	—	100.0

由表可 7 可知,闭路获得的萤石精矿品位为 97.16%,回收率为 80.38% 的良好指标,杂质含量: SiO₂ 1.20%, CaCO₃ 0.65%,精矿产品质量达到了 F97C 的要求。

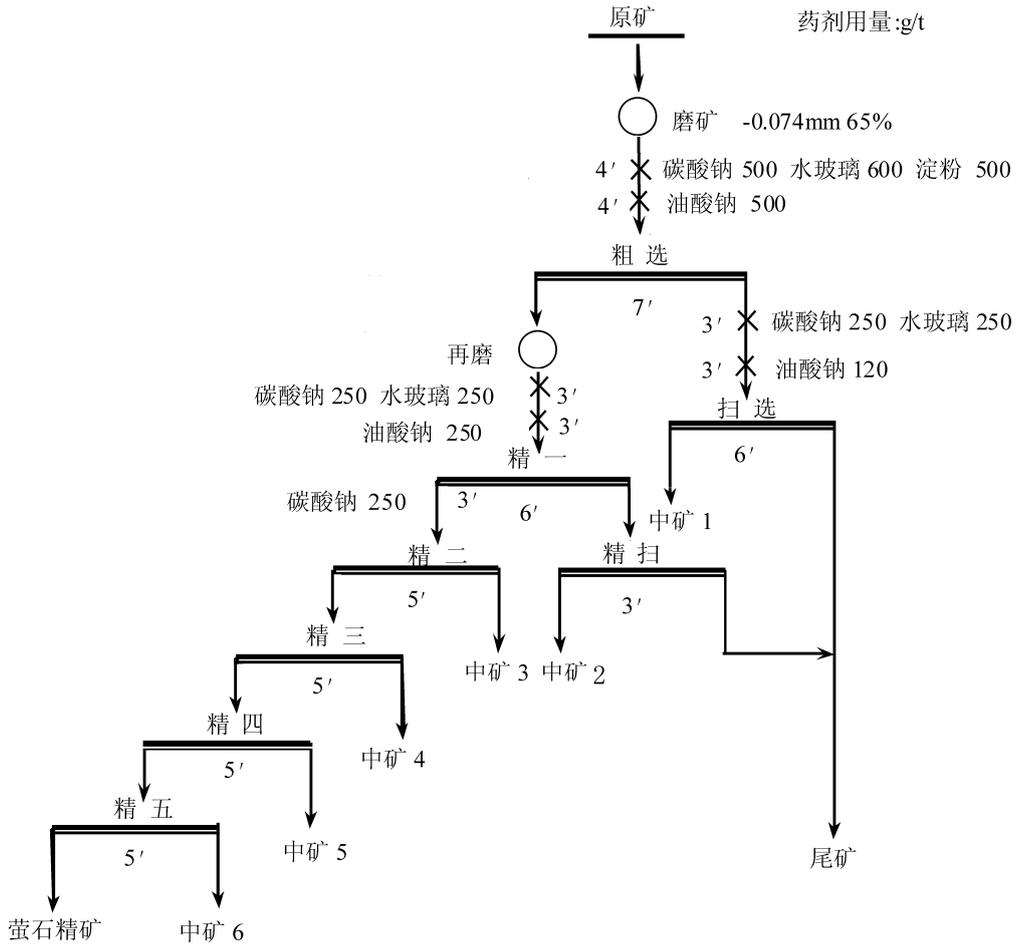


图 2 开路试验流程图

4 结论

(1) 该萤石矿属于中高品位含方解石型萤石矿, 主要有用矿物为 CaF_2 , 脉石矿物主要为石英 碳酸钙, 其次为长石、云母、褐铁矿等; 矿石中碳酸钙含量为 12.65 % 以及少量细粒萤石存在会对萤石的提纯和回收率不利;

(2) 根据该萤石矿的性质, 通过对磨矿细度、抑制剂和捕收剂的选择, 最终确定了以水玻璃 + 淀粉为组合抑制剂, 油酸钠为捕收剂, 粗精矿再磨、一段粗选一段扫选五段精选的工艺流程, 最终闭路获得了 CaF_2 品位 97.16%, 回收率为 80.38% 的萤石精矿, 达到了国家 F97C 萤石粉的要求, 为该地萤石矿的开发利用提供了依据。

参考文献:

[1] 宋忠宝, 栗亚芝, 张江华, 等. 一种非常重要的非金属资源—萤石矿的开发及利用[J]. 西北地质, 2005, 38(4): 57-59.

[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] 董风芝, 任京成, 刘心中, 等. 萤石的浮选及其与重晶石分离研究[J]. 非金属矿, 2001, (3): 36-37.

[4] 卢冀伟, 王乃玲, 印万忠, 等. 我国萤石矿选矿进展与展望[C]. 中国采选技术十年回顾与展望, 济南: 2012.

[5] 非金属矿工业手册编辑委员会. 非金属矿工业手册(下册)[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1992: 878-879

[6] 丁晓姜, 陈南华, 吴艳妮. 某含碳酸盐型萤石矿选矿试验研究[J]. 化工矿产地质, 2011, 33(2): 47-49.