

文章编号: 1003-7837(2006)04-0236-04

# 萤石与方解石和云母浮选分离的研究

周晓彤, 邓丽红

(广州有色金属研究院, 广东 广州 510651)

摘 要: 湘南某矿萤石与含炭方解石和鳞片状绢云母紧密嵌布, 萤石中有微细粒的方解石包裹体, 提高萤石精矿品位的难度很大. 经试验研究, 选用油酸 T 为捕收剂及组合药剂 NC+TT、组合药剂 NA+TH 和 TD 药剂为调整剂, 当浮选萤石给矿品位为 43.95%, 其中含 14.03%  $\text{CaCO}_3$  和 13.51%  $\text{SiO}_2$  时, 经一次粗选九次精选, 可获得萤石精矿品位为 97.50% (其中含 0.93%  $\text{CaCO}_3$  和 0.89%  $\text{SiO}_2$ ), 回收率 80.97% 的选别指标.

关键词: 萤石; 方解石; 云母; 浮选; 调整剂; 油酸  
中图分类号: TD97 文献标识码: A

湘南某矿赋存含炭质方解石—鳞片状绢云母—萤石矿. 由于该萤石矿矿石中含有炭质方解石和云母, 使萤石浮选比较困难. 国内多家研究单位对该矿石进行了试验, 均未获得预期效果, 以致该矿资源长期未能开发利用. 本文对该矿石进行了浮选小型试验研究, 当萤石给矿品位为 43.95% 时, 得到萤石精矿品位 97.50% 和回收率 80.97% 的选别指标.

## 1 矿石性质

### 1.1 矿物组成

矿石中主要矿物有: 萤石、方解石、绢云母、白云母、水黑云母、玉髓、石英、重晶石、褐铁矿及微量的黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等. 各矿物含量列于表 1.

### 1.2 矿物嵌布特性

萤石在矿石中多呈半自形或它形的聚晶粒状或块状集合体. 由于后期的碎裂和溶蚀作用, 萤石聚晶集合体的碎裂缝隙和溶蚀孔洞被含炭质方解石和鳞片状绢云母充填交代, 局部有玉髓或褐铁矿充填交代, 且沿萤石的解理面定向排布的细小溶蚀孔洞

| 表 1 原矿主要矿物含量                               |           |
|--|-----------|
| Table 1 Main mineral contents of crude ore |           |
| 矿物   | 含量 $w/\%$ |
| 萤石   | 44.16     |
| 绢云母、白云母、玉髓、石英                              | 35.61     |
| 方解石  | 14.57     |
| 褐铁矿  | 3.35      |
| 重晶石  | 1.10      |
| 硫化矿物                                       | 1.02      |
| 合计   | 100.00    |

常被方解石或绢云母充填. 粗晶粒萤石也不纯净, 其中包裹着  $1\sim 10\ \mu\text{m}$  微细粒的其它矿物. 这些矿物与萤石形成复杂且紧密的嵌布, 同时萤石中含有无法解离的杂质矿物包裹体, 因此很难得到高品位萤石精矿.

## 2 浮选流程的确定

含炭质方解石和鳞片状绢云母的可浮性与萤石相当, 粗选中大部分的萤石与部分的含炭质方解石

收稿日期: 2005—12—05  
作者简介: 周晓彤(1967—), 女, 湖南武冈人, 高级工程师, 大学本科.  
万方数据

和绢云母同时进入泡沫产品中,为了提高萤石精矿的品位和回收率,采用一次粗选九次精选浮选工艺流程. 由于精选 1~4 的中矿顺序返回前一作业或集中返回粗选作业对最终的萤石精矿质量影响很大,因此精选 1~4 的中矿采用开路. 精选 5 的中矿也采用开路,其作为萤石副产品的给矿. 精选 6~9 的中矿顺序返回前一作业,既可提高萤石精矿的品位又可获得较高的回收率.

3 试验结果及讨论

3.1 捕收剂的选择

试验选择油酸作为萤石与方解石和云母浮选分离的捕收剂. 因油酸原料及加工程序不同,其相应的浮选效果差别很大. 选用不同的油酸对该萤石矿石进行浮选试验,结果列于表 2.

由表 2 可知,在三种捕收剂中,以油酸 T 为捕收剂的选别指标最好,萤石粗精矿品位 64.44%,回收率 88.28%. 故选用油酸 T 为萤石捕收剂.

3.2 调整剂的对比

3.2.1 粗选

在捕收剂油酸 T 用量为 400 g/t 的条件下,进行粗选调整剂对比试验,结果列于表 3.

表 2 不同油酸浮选试验结果  
Table 2 Experimental results of flotation by using different options of oleic acid

| 捕收剂 <sup>1)</sup> | 给矿品位<br>$w(\text{CaF}_2)/\%$ | 萤石粗精矿 $w/\%$         |       |
|-------------------|------------------------------|----------------------|-------|
|                   |                              | 品位( $\text{CaF}_2$ ) | 回收率   |
| 油酸 A              | 43.82                        | 66.53                | 73.71 |
| 油酸 M              | 43.96                        | 62.00                | 84.31 |
| 油酸 T              | 43.97                        | 64.44                | 88.28 |

注:1)捕收剂用量为 400 g/t

由表 3 可知,选用组合药剂 NC+TT+NS 及组合药剂 NC+TT 作调整剂,选别指标接近,都能有效地抑制玉髓等脉石矿物,使萤石浮游性好. 由于 NC+TT 组合药剂比 NC+TT+NS 组合药剂的种类少、添加简单、操作方便,因此选用 NC+TT 组合药剂为粗选调整剂,NC 和 TT 用量分别为 4000 g/t 和 1000 g/t.

表 3 粗选调整剂对比试验结果  
Table 3 Results of comparative experiments of adjusting agents for roughing

| 调整剂的组合                          | 调整剂用量/( $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$ ) |      |      |                         |       |      | 给矿品位/ $\%$ | 萤石粗精矿/ $\%$ |       |
|---------------------------------|--|------|------|-------------------------|-------|------|------------|-------------|-------|
|                                 | NC                                       | TT   | NS   | $\text{H}_2\text{SO}_4$ | H1105 | TH   |            | 品位          | 回收率   |
| NC+TT                           | 4000                                     | 1000 | —    | —                       | —     | —    | 43.80      | 60.23       | 96.80 |
| NC+ NS                          | 4000                                     | 3000 | —    | —                       | —     | —    | 43.90      | 58.96       | 98.89 |
| NC+TT+ NS                       | 4000                                     | 1000 | 3000 | —                       | —     | —    | 43.56      | 60.66       | 96.70 |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$ + H1105 | —  | —    | —    | 600                     | 1800  | —    | 43.82      | 67.03       | 73.75 |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$ + TH    | —  | —    | —    | 600                     | —     | 1800 | 43.85      | 65.52       | 79.30 |

3.2.2 精选

在粗选的基础上,进行了精选调整剂试验. 由于 NA 和 TH 对炭质方解石有明显的抑制作用,故精选 1~4 调整剂选用 NA 和 TH. 由表 4 可知,当调整剂 NA 和 TH 用量分别为 600 g/t 和 1800 g/t 时,选别指标最好,并且在此精选段有 50% 的方解石被抑制. 因此,选 NA 和 TH 的用量分别为 600 g/t 和 1800 g/t.

在精选 5~9 段,调整剂用量为 2700 g/t 的条件下,分别进行 TOA, TDB, TDC, TD 四种调整剂试

验,结果列于表 5. 由表 5 可知,用 TD 作为调整剂,选别指标较好,精矿品位 97.31%,回收率 46.27%. 综合考虑萤石精矿的品位和回收率,决定选用 TD 作为精选 5~9 的调整剂,TD 能有效阻止鳞片状绢云母上浮.

以 TD 为精选 5~9 段的调整剂,其用量试验结果列于表 6. 由表 6 可知,当 TD 用量为 1800 g/t 时,得到精矿品位为 97.29%,回收率为 75.18% 的选别指标. TD 在抑制绢云母的同时,进一步抑制了方解石及其连生体. 因此,选 TD 的适宜用量为 1800 g/t.

表 4 精选 1~4 调整剂用量试验结果

Table 4 Experimental results of usage of adjusting reagent for first to fourth stage of concentration

| 调整剂用量/(g·t <sup>-1</sup> ) |      | 给矿品位                   | 萤石精矿 w/%              |       |
|----------------------------|------|------------------------|-----------------------|-------|
| NA                         | TH   | w(CaF <sub>2</sub> )/% | 品位(CaF <sub>2</sub> ) | 回收率   |
| 600                        | 1800 | 43.93                  | 83.95                 | 93.70 |
| 900                        | 2700 | 43.90                  | 82.01                 | 94.40 |
| 1050                       | 3150 | 43.91                  | 84.91                 | 88.91 |

表 5 精选 5~9 的调整剂种类试验结果

Table 5 Experimental results of types of adjusting reagents for fifth to ninth stage of concentration

| 调整剂种类 | 给矿品位<br>w(CaF <sub>2</sub> )/% | 萤石精矿 w/%              |       |
|-------|--------------------------------|-----------------------|-------|
|       |                                | 品位(CaF <sub>2</sub> ) | 回收率   |
| TDA   | 43.95                          | 97.39                 | 16.33 |
| TDB   | 43.90                          | 95.07                 | 65.53 |
| TDC   | 43.97                          | 95.89                 | 60.99 |
| TD    | 43.98                          | 97.31                 | 46.27 |

表 6 精选 5~9 调整剂 TD 用量试验结果

Table 6 Experimental results of usage of adjusting reagent TD for fifth to ninth stage of concentration

| TD 用量<br>/(g·t <sup>-1</sup> ) | 给矿品位<br>w(CaF <sub>2</sub> )/% | 萤石精矿 w/%              |       |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------|
|                                |                                | 品位(CaF <sub>2</sub> ) | 回收率   |
| 9450                           | 43.90                          | 96.13                 | 79.23 |
| 1800                           | 43.94                          | 97.29                 | 75.18 |
| 2250                           | 43.90                          | 96.32                 | 71.18 |

表 7 萤石与方解石和云母浮选分离全流程指标

Table 7 Experimental results of whole flowsheet of flotation-separation of fluorite from calcite and mica

| 产品   | 产率 w/% | 品位 w/%           |                  |                   | 分布率 w/%          |                  |                   |
|------|--------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
|      |        | CaF <sub>2</sub> | SiO <sub>2</sub> | CaCO <sub>3</sub> | CaF <sub>2</sub> | SiO <sub>2</sub> | CaCO <sub>3</sub> |
| 萤石精矿 | 36.50  | 97.50            | 0.89             | 0.93              | 80.97            | 2.41             | 2.42              |
| 中矿 2 | 9.11   | 48.60            | 3.29             | 35.16             | 10.07            | 2.22             | 22.84             |
| 中矿 1 | 23.89  | 12.49            | 14.80            | 29.20             | 6.79             | 26.18            | 49.74             |
| 尾矿   | 30.50  | 3.12             | 30.64            | 11.50             | 2.17             | 69.19            | 25.00             |
| 给矿   | 100.00 | 43.95            | 13.51            | 14.03             | 100.00           | 100.00           | 100.00            |

4 全工艺流程试验

在给矿细度为 97.48%—0.074 mm (其中—0.043mm 质量分数为 91.42%),矿浆浮选温度为 25~29℃的条件下,进行了浮选全流程试验.浮选全工艺流程见图 1,试验结果列于表 7.由表 7 可知,当给矿品位 43.95% 时,可得到萤石精矿品位 97.50%,回收率 80.97% 的选别指标,萤石精矿达到了 GB5690—85 二级品的要求.由于市场对品位 85% 左右的萤石产品需求量增加,将中矿 2 经 5 次精选,可得到品位 85.77%,回收率 7.75% 的萤石精矿副产品.这对提高资源综合利用率,增加企业的经济效益有重要意义.

5 结 论

(1)采用一次粗选 9 次精选的浮选工艺流程,当给矿细度为 97.48%—0.074 mm,给矿中含 43.95% CaF<sub>2</sub>,14.57% 方解石,35.61% 云母、白云母和玉髓时,可获得品位 97.50%,回收率 80.97% 的萤石精矿.

(2)粗选段用油酸 T 为捕收剂,NC 和 TT 为调整剂,其用量分别为 400 g/t,4000 g/t 和 1000 g/t 时,可获得回收率约 97% 的萤石粗精矿;在精选 1~4 段,当调整剂 NA 和 TH 用量分别为 600 g/t 和 1800 g/t 时,约 50% 的方解石被抑制;在精选 5~9 段,当调整剂 TD 用量为 1800 g/t 时,在抑制绢云母的同时,进一步除去残留的方解石及其连生体.该研究为复杂萤石矿的选别提供了新的浮选药剂组合.

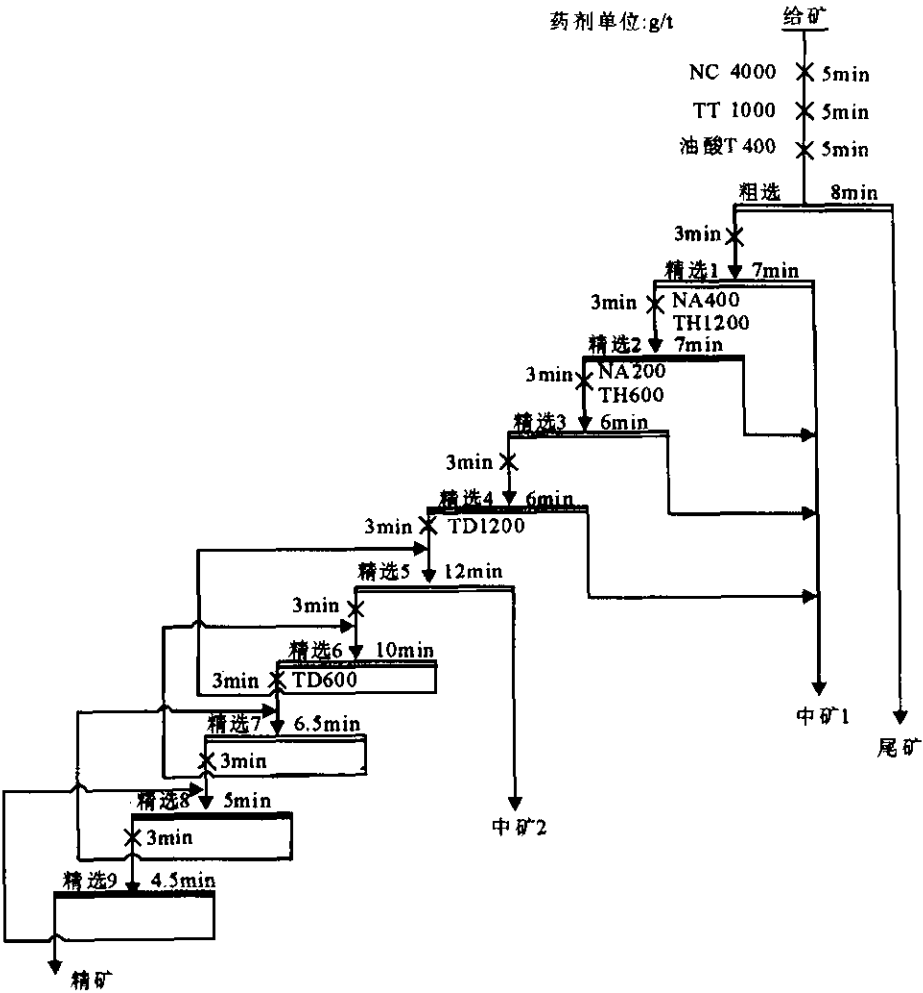


图 1 萤石与方解石和云母浮选分离试验流程图

Fig. 1 Experimental flow chart of flotation-separation of fluorite from calcite and mica

Study on flotation-separation of fluorite from calcite and mica

ZHOU Xiao-tong, DENG Li-hong

(Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

**Abstract:** The fluorite is closely disseminated with carbon containing calcite and scale-like sericite and in some mine of Hunan province, improving the grade of fluorite concentrate is of great difficulty due to fine Inclusions of calcite in the fluorite. The experimental study shows: by adopting high efficiency collector oleic acid T, specific adjusting reagents NC+TT combined reagent and NA+TH combined reagent as well as reagent TD, fluorite concentrate containing 97.50%  $\text{CaF}_2$ , 0.93%  $\text{CaCO}_3$  and 0.89%  $\text{SiO}_2$  with a recovery of 80.97% can be obtained from flotation feed containing 43.95%  $\text{CaF}_2$ , 14.03%  $\text{CaCO}_3$  and 13.51%  $\text{SiO}_2$ .

**Key words:** fluorite; calcite; mica; flotation; adjusting agent; oleic acid