

# 用辐射法选别哈萨克斯坦铝土矿的可能性

B. C. 舍姆雅金等

供给巴夫洛达尔铝厂生产氧化铝的哈萨克斯坦铝土矿是由致密的、疏松的和高岭土类物质组成的,属于三水铝石型、高岭石—三水铝石型和三水铝石—高岭石型矿石,并含有碳酸盐,高岭石,黄铁矿,磁铁矿,针铁矿,硅化木碎屑。致密的和疏松的铝土矿的主要矿物是三水铝石,伦琴结构分析发现有少量的勃母石。高岭石是铝土矿中氧化硅的主要载体矿物,其中有70—75%的二氧化硅赋存于高岭石中。在致密的矿石类型中,二氧化硅的含量较少,但在疏松铝土矿和粘土质铝土矿中发现有大量的二氧化硅,而在高岭石中,这种造岩矿物的含量有时超过三水铝石的含量。很少看到有大量的石英。在灰色粘土的夹层中石英占优势。二氧化硅的第三个载体矿物是鲕绿泥石,在致密型铝土矿中常见的是石英细脉,从现行供给巴夫洛达尔铝厂的矿石中采取的铝土矿样品(表1)表明,大于10毫米的级别主要是致密铝土矿,并具有大于6的铝硅比(原矿中为4.1)。在+25毫米粗粒级中鲕绿泥石的含量比原矿几乎高一倍。随着矿石粒度的减小,高岭石的含量增加,由于+10毫米粒级的产率很大(30%以上),因此,这种铝土矿基本上属于致密型矿石。作者研究了该粒级的对比率,并选择了分离标志。从+10毫米粒级中,取出了100个样品,它们的化学成分平均为(%): $\text{Al}_2\text{O}_3$  43.9;  $\text{SiO}_2$  6.2;  $\text{CO}_2$  2;  $\text{S}_{\text{总}}$  0.12。

哈萨克斯坦阿亚茨基铝土矿样品筛析结果

表 1

| 粒 级<br>(毫米) | 产率 (%) |       | 品 位 (%)                 |                |               | 回 收 率 (%)               |                |               | 各 粒 级<br>铝 硅 比 |
|-------------|--------|-------|-------------------------|----------------|---------------|-------------------------|----------------|---------------|----------------|
|             | 部分     | 累计    | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{SiO}_2$ | $\text{CO}_2$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{SiO}_2$ | $\text{CO}_2$ |                |
| +50         | 5.2    | 5.2   | 43.4                    | 4.10           | 2.10          | 5.43                    | 2.11           | 5.75          | 10.6           |
| -50+25      | 13.4   | 18.6  | 44.5                    | 7.40           | 2.00          | 14.33                   | 9.82           | 14.11         | 6.0            |
| -25+10      | 11.8   | 30.4  | 42.7                    | 7.80           | 2.05          | 12.11                   | 9.11           | 12.73         | 5.5            |
| -10         | 69.6   | 100.0 | 40.7                    | 11.46          | 1.94          | 68.13                   | 78.96          | 67.4          | 3.6            |
| 总计(原样)      | 100.0  | —     | 41.6                    | 10.10          | 1.90          | 100.0                   | 100.0          | 100.0         | 4.1            |

各粒级铝土矿中有益组分的不均匀性是矿石最重要的特征之一,即可作为评价对比率M的参数。根据这个值可以确定矿石分选的优劣程度。

作者确定,根据两种主要有害杂质—— $\text{SiO}_2$ 和 $\text{CO}_2$ ,粗粒级铝土矿的对比率为1.0—1.2。在+10毫米粒级取出的各个样品中, $\text{SiO}_2$ 的品位波动在1.0到41%之间,而 $\text{CO}_2$ 则从0到18%。考虑到阿亚茨基矿床铝土矿粗粒级中 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{CO}_2$ 分布的不均匀性(见图)和对比率指标高的情况,这种矿石可能属于高对比率和易选矿石。必须确定怎样才能用辐射选

矿法将粗粒级别有效地分选成高质量的铝土矿和高硅产品。在粗粒级别中高硅矿物主要是高岭石和鲕绿泥石。并研究了用光度和放射谐振选矿法确定它们的分离标志(Π)的方法。

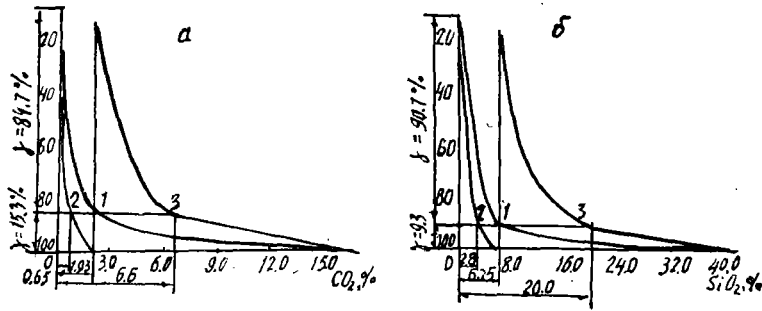


图 按  $\text{CO}_2$  (a) 和  $\text{SiO}_2$  (b) 铝土矿的对比率 (M)。

铝土矿: 1—原矿; 2—精矿; 3—尾矿, M: a—1.17 b—1.0。

在  $\text{C}\Phi-18$  型分光光度计上摄取了每个矿样的可见光波长范围内的慢反射指数。业已确定在 100 个矿样中这个指数变化在 1.0—80% 之间。当波长为  $420-500 \cdot 10^{-6}$  米时, 这些样品的反射率差最大。为了定量地评价样品的漫反射强度间的对应关系和铝硅比, 利用了分离标志指标(Π), 分离标志是根据表 2 资料绘制的可选性曲线确定的, 其公式为:

$$\Pi = 2rk \left( \frac{\mu_1}{\mu_2} - 1 \right), \text{ 式中, } \Pi \text{—分离标志指数; } rk \text{—铝土矿的选矿产率\%; } \mu_1, \mu_2 \text{—}$$

铝土矿原矿和分选后的铝硅比, 按铝硅比分离标志指数  $\Pi = 0.55$ 。

试验证明, 在  $\text{K}\Phi\text{M}-1$  型摄影分光光度计上, 理论上可获得铝硅比大于 12.5 的铝土矿精矿(原矿为 6.6), 选出铝土矿精矿的产率为 52% (表 3)。

辐射谐振分选法同样可以把铝土矿分为高质量和低质量的产品。在试验室条件下, 用质量计测定了每个被研究的样品对线圈电磁场质量因数的影响, 矿物的导电性和磁导率对线圈质量因数变化是有影响的。当线圈的原始质量因数为 390 时, 确定, 当矿物样品放入线圈电磁场, 电回路频率为 13.6~20.0 兆周, 质量因数变化最大。对不同的样品线圈质量因数  $\Delta Q$  变化在 0.1 至 30 之间。根据铝硅比与  $\Delta Q$  的关系确定分离标志  $\Pi$ , 当频率为 13.6—20.0 兆周时,  $\Pi$  为 0.3—0.4。

铝土矿的质量与矿物电磁特性关系的研究结果表明, 当线圈最佳频率为 13.6—20.0 兆周时, 可从哈萨克斯坦粗粒级 (+10 毫米) 铝土矿中选出铝硅比为 9.7 至 11.0 的铝土矿精矿, 产率为 50—63% (表 4)。因此, 用光度法和辐射谐振法可分选出优质(铝硅比大于 10)的精矿。这是由于:

1、进行光度分选时, +10 毫米粒级中的部分高岭石为具有高漫反射指数的浅色变种。

2、当辐射谐振分选时, 部分的含硅矿物——高铁绿泥石(鲕绿泥石)对线圈电磁场的导电率, 特别是磁导率产生影响。这种影响是由于绿泥石中存在有二价铁的缘故。

从哈萨克斯坦阿亚斯基矿床铝土矿选矿方案中提出的辐射分选流程为:

表 2

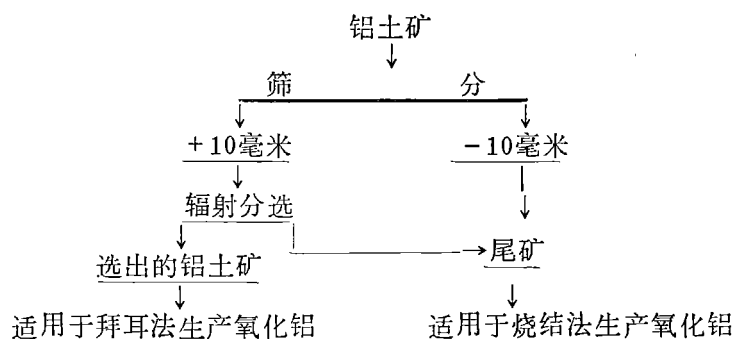
哈萨克斯坦铝土矿矿物的漫反射指数的测定结果

| 漫反射指标     | 原 矿           |                 |                  | 铝土矿精矿                          |       |       |                 | 尾 矿              |                                |       |       |
|-----------|---------------|-----------------|------------------|--------------------------------|-------|-------|-----------------|------------------|--------------------------------|-------|-------|
|           | 级别<br>产率<br>% | CO <sub>2</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | μ si  | 总产率   | CO <sub>2</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | μ si  | 总产率   |
| 1.0+2.0   | 7.63          | 0.40            | 2.68             | 45.49                          | 16.97 | 7.63  | 0.40            | 2.68             | 45.49                          | 16.97 | 100.0 |
| 2.5-5.5   | 6.56          | 3.01            | 1.29             | 39.84                          | 30.88 | 14.19 | 1.61            | 2.04             | 42.88                          | 21.02 | 92.37 |
| 6.0-7.5   | 9.46          | 0.41            | 8.21             | 42.46                          | 5.17  | 23.65 | 1.13            | 4.51             | 42.71                          | 9.47  | 85.81 |
| 8.5-10.0  | 12.44         | 2.94            | 2.42             | 44.17                          | 18.25 | 36.09 | 1.75            | 3.79             | 43.31                          | 11.40 | 76.35 |
| 11.5-13.5 | 16.10         | 3.99            | 2.81             | 45.85                          | 16.32 | 52.19 | 2.44            | 3.39             | 44.03                          | 12.62 | 63.91 |
| 14.0-17.0 | 13.91         | 1.02            | 10.69            | 39.89                          | 3.72  | 661.0 | 2.14            | 3.0              | 43.16                          | 7.63  | 47.81 |
| 17.5-20.0 | 8.39          | 0.71            | 4.77             | 46.81                          | 9.81  | 74.49 | 1.98            | 4.96             | 43.57                          | 8.78  | 33.90 |
| 21.0-30.0 | 15.99         | 3.21            | 11.09            | 45.27                          | 4.08  | 90.48 | 2.20            | 6.06             | 43.87                          | 7.24  | 25.51 |
| 32.5-40.0 | 6.36          | 4.08            | 8.59             | 48.64                          | 5.66  | 96.84 | 2.32            | 6.25             | 44.18                          | 7.10  | 9.52  |
| 45.0-80.0 | 3.16          | 2.25            | 21.21            | 45.63                          | 2.15  | 100.0 | 2.32            | 6.70             | 44.23                          | 6.60  | 3.16  |
| 合 计       | 100.0         | 2.32            | 6.70             | 44.23                          | 6.60  | —     | —               | —                | —                              | —     | —     |

表 3

根据漫反射指数理论上可达到的选矿指标

| 产 品   | 漫反射指数<br>% | 产 品<br>产 率<br>% | 品 位<br>%        |                  |                                | 铝 硅<br>比 | SiO <sub>2</sub> 的分布率<br>% |
|-------|------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------------------|----------|----------------------------|
|       |            |                 | CO <sub>2</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |          |                            |
| 铝土矿精矿 | 13.5       | 52.19           | 2.44            | 2.49             | 44.03                          | 12.62    | 27.19                      |
| 尾 矿   | 14.0       | 47.81           | 2.19            | 10.20            | 44.45                          | 4.36     | 72.81                      |
| 原 矿   | —          | 100.00          | 2.32            | 6.70             | 44.23                          | 6.60     | 100.00                     |



根据质量因数变化指数理论上可达到的选矿指标

表 4

| 产品名称                | 指标 Δ Q    | 产品的<br>产率 % | 品 位 %           |                  |                                | 铝 硅 比 | 分布率<br>SiO <sub>2</sub> % |
|---------------------|-----------|-------------|-----------------|------------------|--------------------------------|-------|---------------------------|
|                     |           |             | CO <sub>2</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |       |                           |
| 铝土矿精矿<br>尾 矿<br>原 矿 | 波长为13.6兆周 |             |                 |                  |                                |       |                           |
|                     | 4.4       | 62.58       | 1.80            | 4.57             | 44.49                          | 9.74  | 41.09                     |
|                     | 4.0       | 37.42       | 3.05            | 10.95            | 44.12                          | 4.03  | 58.91                     |
|                     |           | 100.0       | 2.27            | 6.69             | 44.35                          | 6.37  | 100.0                     |
| 铝土矿精矿<br>尾 矿<br>原 矿 | 波长为20.0兆周 |             |                 |                  |                                |       |                           |
|                     | 3.1       | 51.21       | 2.83            | 4.31             | 48.05                          | 11.15 | 35.37                     |
|                     | 3.5       | 48.79       | 1.63            | 8.25             | 41.53                          | 5.03  | 64.63                     |
|                     | —         | 100.0       | 2.25            | 6.24             | 44.81                          | 7.19  | 100.0                     |

显然，无论是光度法，还是辐射谐振分选法，都可以进行选矿。此外，使用光度分选法和辐射谐振分选法都能用于分选粗粒级高岭石和鲕绿泥石的流程。

江 波 译自《Комп.испол.минер.сырья》，1984.№8.

石 磊 校