

[文章编号] 1004- 0609(2001)04- 0712- 04

捕收剂 RL 在铝土矿浮选中的应用^①

张国范, 卢毅屏, 欧乐明, 冯其明

(中南大学 矿物工程系, 长沙 410083)

[摘要] 研究了一水硬铝石、高岭石及叶腊石等单矿物在 RL 为捕收剂时的浮选特性, 考察了各种调整剂、难免离子对浮选体系的影响, 在此基础上进行了人工混合矿和实际矿石的分离试验。实际矿石闭路试验结果表明: 采用 RL 为捕收剂, 碳酸钠和六偏磷酸钠为调整剂, 精矿中 Al_2O_3 和 SiO_2 的品位分别为 70.74% 和 6.37% (精矿铝硅比为 11.11), Al_2O_3 的回收率达到 90.52%。

[关键词] 捕收剂; 调整剂; 难免离子; 浮选特性; 铝土矿

[中图分类号] TD 923

[文献标识码] A

我国铝土矿资源丰富, 探明储量达 23 亿 t, 居世界第五位^[1]。主要为一水硬铝石型的铝土矿, 占量的 91.33%^[2], 有高铝、高硅、低铁、铝硅比低、矿物结晶粒度细、相互嵌布关系复杂且含硅矿物多、组成复杂的特点。由于我国大部分铝土矿的铝硅比为 4~ 6, 不能满足拜耳法生产氧化铝对原料的要求(铝硅比 > 8), 因而目前我国氧化铝工业主要采用联合法和烧碱法生产氧化铝^[3], 其生产工艺流程复杂, 生产成本低, 缺乏市场竞争力, 制约了我国氧化铝工业的进一步发展。如何经济有效地采用选矿脱硅技术, 提高中等品位铝土矿的铝硅比, 成为我国铝工业目前亟待解决的课题。随着铝土矿正浮选工业试验在河南省小关矿的成功进行, 采用浮选脱硅的可能性和现实意义已进一步为人们所认识。但目前就一水硬铝石和含铝硅酸盐矿物的浮选分离报道很少。

铝土矿浮选采用的浮选捕收剂主要可分为两类: 阳离子捕收剂和阴离子捕收剂, 如十二胺和油酸钠。有关这些捕收剂的捕收能力已经有许多文献进行了报道^[4~ 6]。本文作者着重研究了一种新型捕收剂 RL, 并考查了其在一水硬铝石和铝硅酸盐浮选分离过程中的作用。

1 试样来源

一水硬铝石取自河南省渑池, 高岭石和叶腊石由北京地质博物馆提供, 破碎至小于 74 μm 进行浮

选试验。试样的化学分析结果见表 1。

表 1 矿物中 Al_2O_3 和 SiO_2 的含量

Table 1 Contents of Al_2O_3 and

| Mineral | SiO ₂ in minerals | | % |
|--------------|------------------------------|---------------|---|
| | w (Al_2O_3) | w (SiO_2) | |
| Diaspore | 80.00 | 0.83 | |
| Kaolinite | 37.35 | 46.85 | |
| Pyrophyllite | 26.27 | 64.20 | |

每次取 2 g 试样, 加 pH 调整剂后搅拌 1 min, 加捕收剂后搅拌 3 min, 浮选 6 min。

2 实验结果与讨论

2.1 矿物可浮性试验

图 1 和图 2 所示分别是矿浆 pH 值、捕收剂浓度与矿物回收率的关系曲线。结果表明: 在采用 RL 为捕收剂时, 3 种矿物可浮性的强弱顺序为一水硬铝石 > 叶腊石 > 高岭石。RL 是一种螯合捕收剂, 其与矿物表面的 Al^{3+} 发生反应, 生成金属螯合物, 因此矿物表面 Al^{3+} 数量的不同导致了矿物可浮性的差异。一水硬铝石被破碎时, 晶体表面的 Al—O 键断裂; 高岭石和叶腊石为层状铝硅酸盐矿物, 当被破碎时, 在晶体(010)面存在断裂的 Al—O 键和 Si—O 键, 而在晶体的(001)层面, 只存在分子键断裂。因此在这 3 种矿物中, 一水硬铝石表面的 Al^{3+} 最多, 所以其可浮性最好。

① [基金项目] 国家重点基础研究发展规划项目(G1999064901- 1)
[作者简介] 张国范(1970-), 男, 博士研究生。

[收稿日期] 2000- 08- 21; [修订日期] 2000- 12- 12

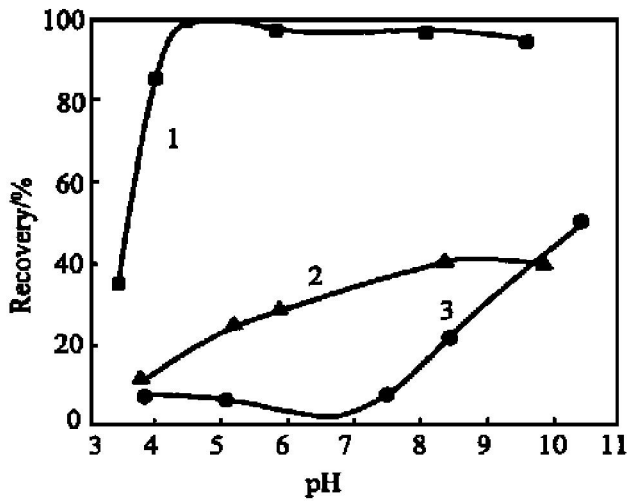


图 1 pH 值对矿物回收率的影响

Fig. 1 Effects of pH value on recovery of minerals
1—Diaspore; 2—Kaolinite; 3—Pyrophyllite
RL: 60 mg/L; pH regulators: H₂SO₄ and NaOH

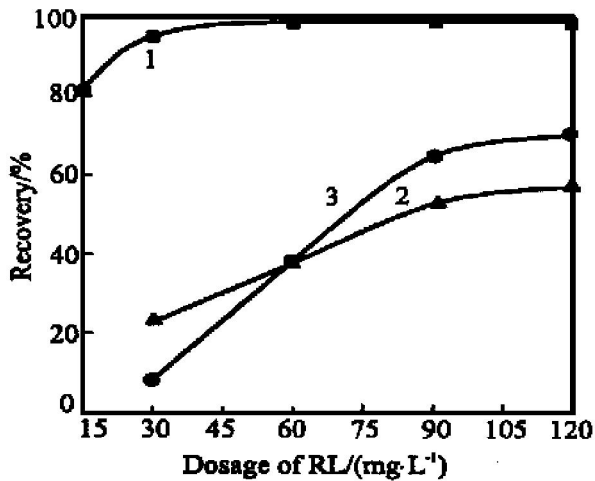


图 2 捕收剂 RL 用量对矿物回收率的影响

Fig. 2 Relation between recovery of minerals and dosage of RL at pH 8.5~ 9.0
1—Diaspore; 2—Kaolinite; 3—Pyrophyllite

2.2 六偏磷酸三钠试验

六偏磷酸三钠常用作石英和硅酸盐的抑制剂, 另外也用作分散剂^[7]。六偏磷酸三钠在水溶液中电离生成阴离子, 这些阴离子首先与矿浆或矿物表面的金属离子形成难溶盐, 然后转化为稳定的可溶性络合物, 导致矿物表面亲水。同时, 六偏磷酸三钠能降低矿物表面的动电位, 增强了矿物颗粒之间的静电斥力, 因而其在矿物浮选过程中用作分散剂。

图 3 所示是六偏磷酸三钠对矿物回收率的影响曲线。结果表明, 六偏磷酸三钠的添加会降低一水硬铝石和高岭石的浮选回收率, 而对叶腊石的浮选没有影响; 另外, 在合适的用量条件下, 六偏磷酸三钠能增大一水硬铝石和高岭石矿物的可浮性差异, 这有利于矿物的分离。

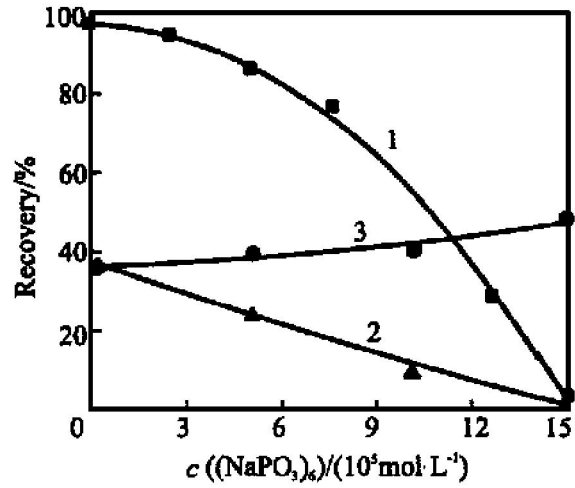


图 3 六偏磷酸钠的用量对矿物回收率的影响

Fig. 3 Effects of (NaPO₃)₆ on recovery of minerals
1—Diaspore; 2—Kaolinite; 3—Pyrophyllite
pH= 8.8~ 8.9; RL: 60 mg/L

2.3 Ca²⁺ 试验

当使用一些阴离子捕收剂如油酸钠作捕收剂时, Ca²⁺ 的存在将恶化一水硬铝石、高岭石、叶腊石的浮选, 主要原因是溶液中 Ca²⁺ 与阴离子捕收剂发生反应, 导致矿浆中捕收剂的有效含量降低。图 4 表明, 当使用 RL 作捕收剂时, 随着 Ca²⁺ 浓度增加, RL 对一水硬铝石和高岭石的捕收能力降低, 但 Ca²⁺ 的存在对叶腊石的浮选没有影响。

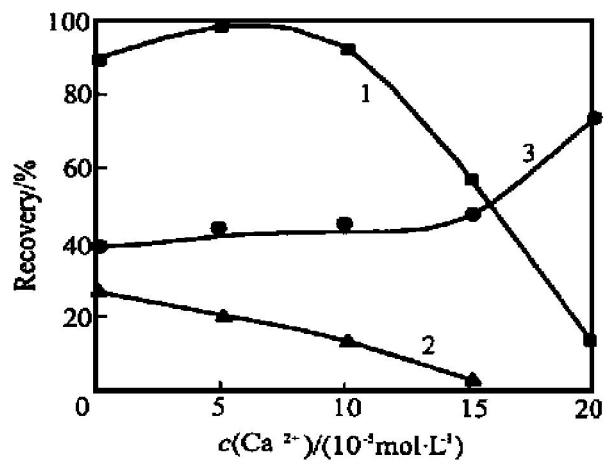


图 4 Ca²⁺ 对矿物回收率的影响

Fig. 4 Effects of Ca²⁺ on flotation of minerals
1—Diaspore; 2—Kaolinite; 3—Pyrophyllite,
RL: 60 mg/L; c((NaPO₃)₆): 5 × 10⁻⁵ mol/L,
pH= 8.5~ 8.9

2.4 人工混合矿试验

一水硬铝石和硅酸盐矿物(高岭石、叶腊石)以 1:1 质量比混合, 浮选条件和试验结果如表 2 所

表2 人工混合矿试验结果

Table 2 Results of experiments of mixed minerals separation

| Samples (1:1) | RL mass concentration / (mg·L ⁻¹) | c((NaPO ₃) ₆) / (10 ⁻⁵ mol·L ⁻¹) | pH modifier | Recovery/ % | |
|---------------|---|---|---------------------------------|-------------|-----------------|
| | | | | Diaspore | Aluminosilicate |
| A+ B | 30 | | NaOH | 92.8 | 13.2 |
| A+ B | 45 | 5 | Na ₂ CO ₃ | 97.9 | 18.9 |
| A+ C | 45 | | NaOH | 84.4 | 36.5 |
| A+ C | 120 | 10 | Na ₂ CO ₃ | 94.3 | 20.4 |

A—Diaspore; B—Kaolinite; C—Pyrophyllite

示。结果表明,使用RL为捕收剂能成功地分离一水硬铝石和高岭石,通过增大RL用量,并采用碳酸钠和六偏磷酸钠的调整剂组合,可实现块状一水硬铝石和叶腊石的浮选分离。

2.5 实际矿石试验

为了进一步研究捕收剂RL,进行了实际矿石试验。试验矿样取至河南省中西部地区,为渑池、洛阳、小关、济源、沁阳等几个铝土矿区的矿样混合样。矿石的多元素分析见表3,实验的烧结损失13.18%,铝硅比5.86。其中含铝矿物的物相分析见表4。

表3 原矿多元素分析

Table 3 Analysis results of multi-elements of ore

| Species | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ |
|------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
| Content/ % | 65.30 | 11.14 | 6.02 | 3.05 |
| Species | CaO | MgO | K ₂ O | S |
| Content/ % | 0.24 | 0.18 | 0.92 | 0.10 |

表4 含铝矿物的物相分析结果

Table 4 Analysis results of matter phase of ore

| Phase | Content/ % | Occupancy/ % |
|--------------------------------------|------------|--------------|
| Gibbsite and boehmite | 1.60 | 2.45 |
| Diaspore | 56.09 | 85.9 |
| Kaolinite, illite and pyrophyllite | 7.61 | 11.65 |
| Total Al ₂ O ₃ | 65.30 | 100.00 |

矿样中Al₂O₃含量为65.30%, SiO₂含量为11.14%,其中85.9%的含铝矿物为一水硬铝石,主要硅酸盐矿物为高岭石、伊利石和叶腊石。

闭路试验条件为:捕收剂RL用量120 g/t,六偏磷酸三钠76 g/t,矿浆pH值9.0, pH调整剂为碳酸钠。试验流程图如图5所示,试验结果如表5所示。

表5表明,闭路试验获得了很好的浮选指标:精矿Al₂O₃品位70.74%,回收率90.52%,精矿中SiO₂含量从11.4%降低到6.37%,精矿铝硅比达

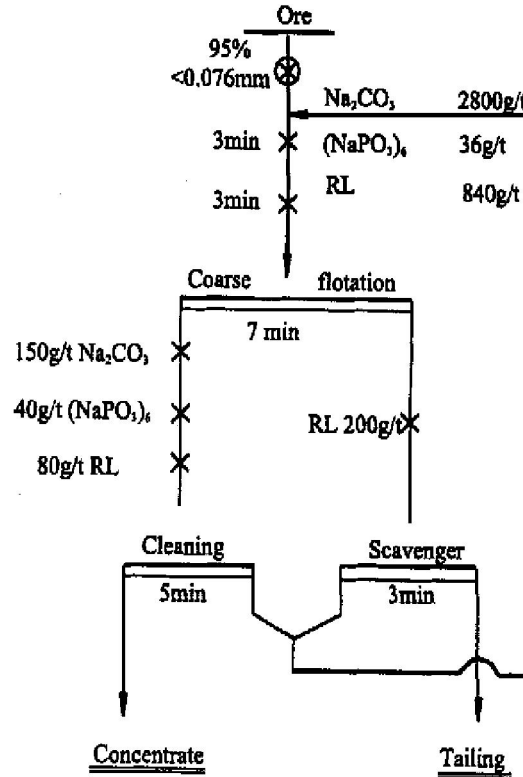


图5 闭路试验流程图

Fig. 5 Process flowsheet of closed circuit flotation experiment

表5 闭路试验结果

Table 5 Results of closed circuit flotation experiment

| Production | Productivity / % | Grade/ % | | Recovery/ % | | A/S |
|-------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|-------|
| | | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | |
| Concentrate | 83.42 | 70.74 | 6.37 | 90.52 | 47.87 | 11.11 |
| Tailing | 16.58 | 37.27 | 34.90 | 9.48 | 52.13 | |
| Ore | 100.00 | 65.19 | 11.10 | 100.00 | 100.00 | 5.87 |

到11.11,超过国家“九五”攻关指标(Al₂O₃回收率78%,铝硅比10)。

3 结论

1) RL是一种有效的一水硬铝石和铝硅酸盐矿物浮选分离的捕收剂。采用RL为捕收剂,碳酸钠

和六偏磷酸钠为调整剂, 在矿浆 pH 8.5, 能实现人工混合矿的有效分离。

2) 当 RL 用量为 1 120 g/t, 六偏磷三钠 76 g/t, 碳酸钠 2 800 g/t, pH 为 9.0, 原矿铝硅比为 5.86, 闭路试验指标为: 精矿 Al_2O_3 品位 70.74%, 精矿中 SiO_2 为 6.37%, 回收率 90.52%, 精矿铝硅比上升到 11.11, 达到并超过国家“九五”攻关指标, 浮选精矿能够用于拜尔法生产氧化铝。

[REFERENCES]

- [1] ZHAO Zhude(赵祖德). Bauxite and Alumina Industry of World(世界铝土矿和氧化铝工业) [M]. Beijing: Science Press, 1994. 141.
- [2] XIE Min(谢岷). Necessity and possibility of bauxite flotation(论铝土矿选矿的必要性和可行性) [J]. Metallic Ore Dressing Abroad(国外金属矿选矿), 1991 (7/8): 69- 76.
- [3] CHENG Dai(程代). Status and development of China alumina(我国氧化铝现状和发展) [J]. Light Metals (轻金属), 1997(1): 12- 19.
- [4] XIE Min(谢岷), Experiments of bauxite floatation(铝土矿浮选试验研究) [J]. Nonferrous Metal: Apartment of Dressing(有色金属(选矿部分)), 1995, 6: 12- 16.
- [5] Somasundaran P. The action of ion-molecular association of surfactant on flotation(离子-分子表面活性剂络合物在浮选中的作用) [J]. Journal of Central South Institute of Mining and Metallurgy(中南矿冶学院学报), 1983(Suppl. 2): 55- 59.
- [6] Salatic D. Flotability of boehmite and kaolin with anionic collectors [J]. Trav Com Int Edute Bauxite, Alumine Alum, 1979, 15: 151- 159.
- [7] ZHU Yrshuang(朱玉霜) and ZHU Jian-guang(朱建光). Chemistry Fundamentals of Flotation Reagent(浮选药剂的化学原理) [M]. Changsha: Central South University of Technology Press, 1987. 78.
- [8] JIAN Barxi(见百熙). Flotation Reagent(浮选药剂) [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1981. 126.

A new collector RL for flotation of bauxite

ZHANG Guofan, LU Yiping, OU Leming, FENG Qiming
(Department of Mineral Engineering, Central South University,
Changsha 410083, P. R. China)

[Abstract] The flotation properties of single minerals such as diaspore, kaolinite and pyrophyllite in bauxites have been investigated using RL as collector. Effects of regulators and unavoidable ion on flotation have also been studied. Based on the results of single minerals tests, the separation experiments of artificial mixed minerals and bauxite ore have been carried out. The concentrate with the grade of Al_2O_3 70.74% and SiO_2 6.37%, and the recovery of Al_2O_3 90.52% is obtained by means of closed circuit experiment of ore when using RL as collector, Na_2CO_3 and $(\text{NaPO}_3)_6$ as modifiers.

[Key words] collector; modifier; unavoidable ion; flotation properties; bauxite

(编辑 龙怀中)