

文章编号: 1003-7837(2006)02-0080-04

TAO 系列捕收剂选别攀枝花钛铁矿的研究

魏 民

(长沙矿冶研究院, 湖南 长沙 410012)

摘 要:简要介绍了 TAO 系列钛铁矿捕收剂的合成方法. 钛铁矿和钛辉石的单矿物浮选试验表明: TAO 系列捕收剂对钛铁矿均有很强的捕收能力. 其中 TAO-3 在自然 pH 下对钛铁矿具有良好的选择性. 人工混合矿的浮选试验表明, 在不添加抑制剂和调整剂而在单独使用 TAO-3 的情况下, 可获得品位 (TiO_2) 48.4%、回收率 69% 的钛精矿.

关键词:TAO 系列; 钛铁矿; 钛辉石; 捕收剂

中图分类号:TD923.13 **文献标识码:**A

攀枝花钛铁矿资源已探明的储量占全国总储量的 90% 以上, 研究攀枝花地区的钛铁矿具有重要意义. 攀枝花浮钛给矿为选铁尾矿, 主要矿物有钛铁矿、含钛普通辉石和斜长石, 其质量分数分别为 13.8% ~ 15.2%, 49.2% ~ 51.2%, 27.0% ~ 28.2%, 这三种矿物的浮选分离是选别效果的关键.

为了找到高效低成本低毒的浮选细粒级钛铁矿的捕收剂, 经过探索, 合成了含羟基和羧基等官能团的 TAO 系列阴离子捕收剂. 单矿物和人工混合矿的浮选试验结果表明, TAO 系列捕收剂中的 TAO-3 在自然 pH 介质中对钛铁矿的捕收力强且选择性好.

1 试验部分

1.1 试样和试剂

钛铁矿矿样取自攀枝花选钛厂钛精矿, 钛辉石矿样取自攀枝花选钛厂电选尾矿. 矿样经电选和弱磁选反复除杂后人摇床分级提纯, 然后用球磨机研磨, 制成粒度小于 0.074 mm 的矿粉, 矿粉经浮选除硫后, 用 5% 稀盐酸浸泡 0.5 h, 再用一次蒸馏水冲洗至中性, 晾干备用. 经化学分析, 钛铁矿和钛辉石单矿物纯度均在 95% 以上. 人工混合矿是由钛铁矿

和钛辉石的单矿物按质量比 2:3 混合均匀而成, 其钛品位为 20.34%. TAO 系列捕收剂是在实验室合成的. 分别选用含一个羟基、二个羟基、三个羟基的低碳链含氮有机物与一种高级脂肪酸, 在 N_2 保护下置于 45℃ 恒温水浴槽中, 按摩尔比为 1:1 混合, 强烈搅拌 1 h, 可制得捕收剂 TAO-1, TAO-2 和 TAO-3. 该类产品为淡黄色膏状体, 易溶于水, 密度约 0.9 g/cm³. 用一次蒸馏水分别将三种捕收剂配成质量分数为 1% 的溶液, 备用.

1.2 试验方法

浮选试验设备为 XFG-76 型挂槽式浮选机, 浮选槽的有效容积为 80 mL. 试验矿样量 5 g, 依次添加调整剂、捕收剂、起泡剂, 并分别搅拌 3, 2, 1 min, 浮选时间为 3 min.

采用间接测定法确定药剂吸附量. 即在 50 mL 烧杯中加入矿样和 30 mg/L 药剂溶液, 充分搅拌达到平衡后, 离心分离并取上层澄清液, 然后采用 UV-2102PCS 型紫外/可见分光光度计测定澄清液的吸光度, 对照绘制的标准曲线确定残余浓度, 最后计算出药剂在矿物表面的吸附量.

2 试验结果

收稿日期: 2006-04-03

作者简介: 魏民(1981-), 男, 湖北襄樊人, 硕士研究生.

2.1 单矿物浮选试验

钛铁矿与长石的分选不难^[1],故主要研究了钛铁矿与钛辉石单矿物的浮选。在捕收剂 TAO-1 用量 40 mg/L、2 号油用量 1 mg/L 的条件下,介质 pH 对 TAO-1 捕收性的影响见图 1。从图 1 可以看出,当矿浆 pH 为 5.0~8.0 时,TAO-1 对钛铁矿有较好的捕收性;在 pH 为 5.0~7.0 即矿浆呈弱酸性时,TAO-1 对钛辉石的捕收力也较强,钛辉石回收率高达 90%。

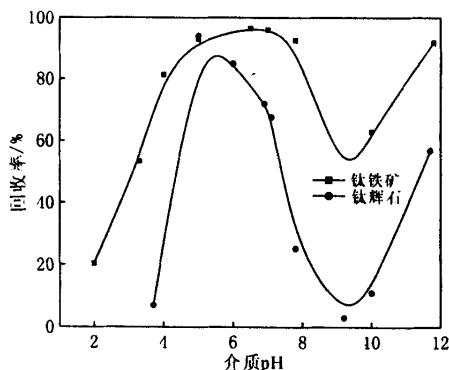


图 1 pH 值对 TAO-1 捕收性的影响

Fig. 1 Effect of pH value on flotation with TAO-1

在与 TAO-1 相同的试验条件下,介质 pH 值对 TAO-2 捕收性的影响见图 2。从图 2 可以看出,当矿浆 pH 为 6.0~8.0 时,TAO-2 对钛铁矿有很好的捕收性;在 pH 为 6.0~7.5 时,TAO-2 对钛辉石的捕收力也很强,随后它对钛辉石的捕收力急剧下降。

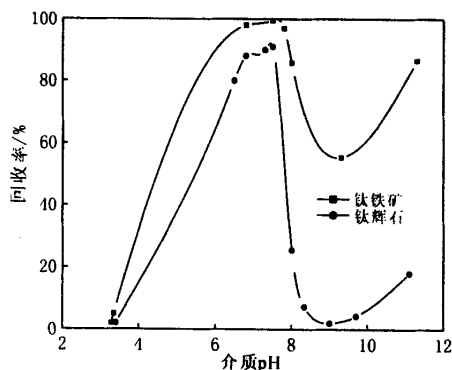


图 2 pH 值对 TAO-2 捕收性的影响

Fig. 2 Effect of pH value on flotation with TAO-2

在三种捕收剂试验条件相同的情况下,介质 pH

值对 TAO-3 捕收性的影响见图 3。从图 3 可以看出,当矿浆 pH 为 5.5~8.0 时,TAO-3 对钛铁矿的捕收力强;对钛辉石来说,pH 为 6.0~7.5 时回收率达到最高,随后急剧下降。在 pH 为 5.5~9.0 范围内,TAO-3 对钛铁矿和钛辉石单矿物体系中的钛铁矿有较好的选择性。

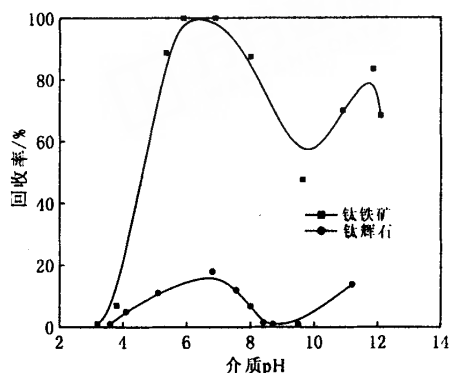


图 3 pH 值对 TAO-3 捕收性的影响

Fig. 3 Effect of pH value on flotation with TAO-3

根据以上试验结果,可知 TAO-1、TAO-2、TAO-3 三种捕收剂对钛铁矿的捕收能力基本一样,但其选择性 TAO-3 最好,TAO-1 次之,TAO-2 最差。

以 TAO-3 为捕收剂,当 pH=8.0 时,TAO-3 用量对钛铁矿可浮性的影响见图 4。从图 4 可以看出,随捕收剂 TAO-3 用量增加,钛铁矿的回收率逐渐增大。当 TAO-3 浓度高于 40 mg/L 之后,回收率增幅趋于缓和。

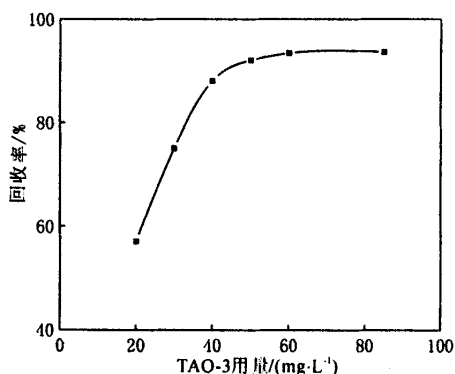


图 4 TAO-3 用量对钛铁矿可浮性的影响

Fig. 4 Effect of TAO-3 dosage on flotability of ilmenite

2.2 人工混合矿浮选

在 TAO-3 用量 40 mg/L、2 号油用量 1 mg/L 及不使用调整剂和抑制剂的情况下,进行人工混合矿的浮选分离试验,试验流程见图 5,试验结果列于表 1。由表 1 可知,品位(TiO_2)20.34%的人工混合矿经过一粗两精选别后,可得到品位(TiO_2)48.4%的钛精矿,其回收率为 69%,而尾矿品位(TiO_2)为 3.15%。

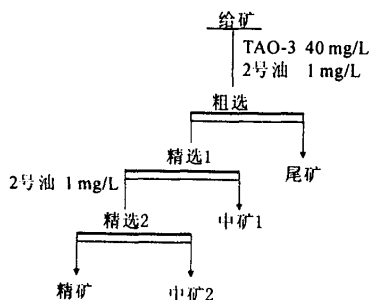


图 5 人工混合矿浮选流程

Fig. 5 Technological flow sheet of mixed mineral

表 1 人工混合矿浮选结果

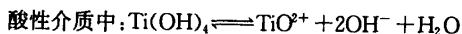
Table 1 Flotation results of mixed mineral

| 项目 | 产率/% | TiO_2 品位/% | 回收率/% |
|-----------|------|---------------------|-------|
| 精矿 | 29 | 48.41 | 69 |
| 中矿 1+中矿 2 | 28 | 17.65 | 24.3 |
| 尾矿 | 43 | 3.15 | 6.7 |
| 给矿 | 100 | 20.34 | 100 |

3 分析与讨论

3.1 矿物晶体化学特征与可浮性的关系

钛铁矿为三方晶系,其晶体结构与刚玉相似,不同之处是刚玉结构中 Al^{3+} 的位置被 Fe^{2+} 和 Ti^{4+} 替换并相间排列。根据 C. N. 波立金的数据,钛铁矿表面覆盖氢氧化类的化合物。氢氧化钛是两性的,其解离受 pH 影响,具体表示如下^[2-3]。



由溶液化学理论可知,钛铁矿颗粒表面上的 Ti, Fe 质点在水溶液中溶解并进行水化反应后,生成各种络合离子和中性络合物。在低 pH 值下,钛铁矿表面可能的定位离子是 Ti^{4+} , Ti(OH)^{3+} , Ti(OH)_2^{2+} , Ti(OH)_3^+ , TiO^{2+} 和 Fe^{3+} , 故表面显正电;在等电点 $\text{pH} = 6.6$ ^[4] 附近, Ti(OH)_4 ,

Fe(OH)^+ , Fe(OH)_2^- 是定位离子,故表面不显电;在高 pH 值下, TiO_3^{2-} 和 Fe(OH)_2^- 是可能的定位离子,此时钛铁矿表面显负电。

钛普通辉石是含钛的次透辉石-普通辉石的简称,为单链结构的硅酸盐矿物。它是由 $[\text{SiO}_4]$ 四面体共用两个顶角而形成的直线单 $[\text{Si}_2\text{O}_6]$ 结构相互联接而成,其晶体结构中的 $[\text{Si}_2\text{O}_6]$ 连结成无限延伸的二元单链,链与链之间通过活性氧与阳离子相连接,钛辉石解离平行于链延伸方向的 $\{210\}$ 和 $\{110\}$, 两组完全解离^[5]。在解离面上,根据类质同象取代量的不同,计算得 $\{110\}$ 面上质点的密度为: Al^{3+} 1.65 个/ nm^2 , Ti^{4+} 0.62 个/ nm^2 , Mg^{2+} 0.85 个/ nm^2 , Ca^{2+} 1.47 个/ nm^2 , Si^{4+} 2.94 个/ nm^2 。故钛辉石解离面上的主要活性质点为 Ca^{2+} , Mg^{2+} , Si^{4+} , Al^{3+} 和 Ti^{4+} 。

从矿物表面的质点组成看,钛铁矿和钛辉石表面均含有 Ti 质点,这使得它们的浮游性有一定的相似性,从而造成了攀枝花钛铁矿矿石在选矿实践中不易分离。

3.2 吸附量分析

用差减法确定 TAO-3 在矿物表面的吸附量,该法建立于所研究的捕收剂 TAO-3 在紫外可见光区具有吸收峰。为了确定分析 TAO-3 吸附量的方法,对 TAO-3 溶液、钛铁矿澄清液及钛辉石澄清液从 180~400 nm 进行紫外吸收检查,其图谱如图 6 所示。从图 6 可知,TAO-3 在 195 nm 处有吸光度 0.502 的峰,而钛铁矿澄清液和钛辉石澄清液在该波长附近的峰很弱。因此,在 195 nm 波长下测定 TAO-3 在矿物表面的吸附情况。

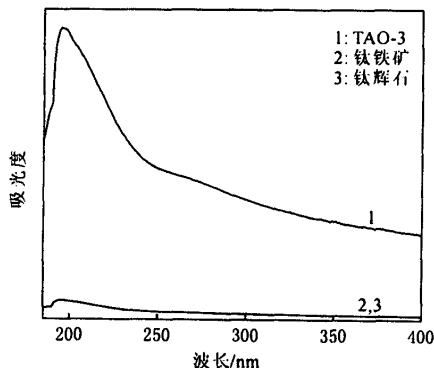


图 6 不同物质的紫外吸收光谱

Fig. 6 Ultraviolet spectrum

将 TAO-3 配成一系列不同浓度的标准溶液,以去离子水作参比,在 195 nm 波长下测定标准溶液吸光度。在质量浓度 0~25 mg/L 范围内,TAO-3 遵循 Lambert-Beer 定律,其浓度 C 与吸光度 A 的关系为 $C=40.18A$ 。

pH 值对矿物表面吸附 TAO-3 的影响如图 7 所示。由图 7 可知,钛铁矿和钛辉石表面对 TAO-3 吸附的变化趋势较为相似,它们都有一个吸附量高峰区域。不同的是钛铁矿对 TAO-3 的最高吸附量在 pH 6.0 左右,而钛辉石对 TAO-3 的最高吸附量在 pH 7.0 左右。

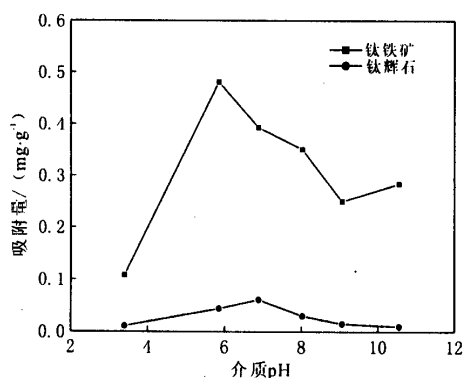


图 7 TAO-3 在矿物表面吸附量与 pH 的关系

Fig.7 Effect of pH value on adsorption capacity of TAO-3 at the surface of minerals

4 结 论

(1)TAO 系列捕收剂对钛铁矿有较强的捕收能力,其中 TAO-3 的选择性最好。在 pH 为 5.5~9.0 范围内,采用 TAO-3 可将钛铁矿与钛辉石有效分离。

(2)在自然 pH 下,以 TAO-3 为捕收剂,人工混合矿经一次粗选、两次精选的开路试验,可获得品位 48.4%、回收率 69% 的钛精矿,尾矿中的 TiO_2 含量可降至 3.15%。

(3)钛铁矿和钛辉石表面均含有钛活性质点是造成二者不易分离的关键。

参考文献:

- [1] 董宏军. 细粒钛铁矿浮选的研究[D]. 长沙:长沙矿冶研究院,1989:12.
- [2] 王濮,潘兆椿,翁玲宝,等. 系统矿物学[M]. 北京:地质出版社,1982:463-466.
- [3] 北京矿冶研究总院编写组. 有机浮选药剂分析[M]. 北京:冶金工业出版社,1987.
- [4] 许向阳,张泾生,王安五,等. 微细粒级钛铁矿浮选捕收剂 ROB 的作用机理[J]. 矿冶工程,2003,23(6):23-26.
- [5] 潘兆椿. 结晶学与矿物学[M]. 北京:地质出版社,1994.

Research on Panzhihua ilmenite flotation by using TAO collector series

WEI Min

(Changsha Research Institute of Mining and Metallurgy, Changsha 410012, China)

Abstract: New ilmenite collectors TAO(TAO-1, TAO-2, TAO-3) have been synthesized. And the collection behavior of TAO on ilmenite is studied by experiments of single mineral and mixed one. The single mineral flotation tests show that TAO have good recovery in fine ilmenite, and selectivity of TAO-3 is the best. The mixed mineral flotation tests show that good result can be obtained when using TAO-3 as ilmenite collector and without using depressor.

Key words: TAO; ilmenite; titanaugite; collector