

# 硫酸浸出法提取铝土矿中氧化铝的研究

牟文宁, 翟玉春, 吴艳, 石双志  
(东北大学材料与冶金学院, 辽宁 沈阳 110004)

**摘要:**对硫酸浸取铝土矿中氧化铝进行了研究,并考察了硫酸浓度、酸浸温度、酸浸时间、液固比、原料粒度对氧化铝浸出率的影响。结果表明,当硫酸浓度90%、温度220℃、时间1h、液固比5:1、粒度小于141μm时,氧化铝的浸出率可达85%以上。

**关键词:**氧化铝; 铝土矿; 硫酸浸出

**中图分类号:**TF803.21 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2008)03-0018-03

铝土矿是氧化铝生产中最主要的矿产资源,它是一种组成复杂、化学成分变化很大的含铝矿物,主要化学成分为 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ ;并含少量的CaO、MgO、S、Ga、V、Cr、P等。其中氧化铝主要以三水铝石 $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ ,或一水软铝石 $[\gamma - \text{AlO}(\text{OH})]$ 及一水硬铝石 $[\alpha - \text{AlO}(\text{OH})]$ 状态存在<sup>[1]</sup>。我国铝土矿资源丰富,但主要为一水硬铝石矿。该类型矿石具有氧化铝含量高、二氧化硅含量高、氧化铁含量低(除平果矿)的特点,其铝硅比(A/S)较低,大多数在4~7之间<sup>[2]</sup>。

国内外生产 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的方法就碱法而言可分为拜耳法、烧结法和联合法三大类<sup>[3]</sup>。我国氧化铝工业87%以上采用烧结法和联合法,仅有广西平果铝厂采用拜耳法。拜耳法生产氧化铝流程简单、能耗低,但要求铝土矿铝硅比(A/S)值大于8。烧结法和联合法虽然可处理中低品位的铝土矿,但存在工艺流程长、生产能耗高、成本高、建设投资大等缺点,并且会产出大量的赤泥而不能得到充分利用<sup>[4]</sup>。针对我国铝土矿资源的特点,如何利用中、低品位的铝土矿,解决因渣(赤泥)利用率低而大量堆放占用耕地和污染环境的问题,寻求探索低能耗、低成本、低污染的氧化铝生产新工艺,是我国氧化铝工业的发展方向<sup>[5]</sup>。因此,开发可处理我国低铝硅比(A/S)铝土矿资源的新方法和新技术迫在眉睫。

酸法处理各种非铝土矿资源生产氧化铝,在铝土矿资源缺乏的国家已经取得了较大的进展,并证

明了采用此法处理高铝高硅的低铝硅比原料是合理、可行的<sup>[6]</sup>。本文结合我国铝土矿铝硅比低的特点,采用硫酸浸出的方法,探讨了硫酸浓度、酸浸温度、酸浸时间、液固比、原料粒度对氧化铝浸出率的影响,并确定了常压硫酸浸出法提取铝土矿中氧化铝的最佳工艺参数。

## 1 实验

### 1.1 原料

采用山西某地铝土矿为原料,其主要化学组成见表1。

浓硫酸,工业级。

表1 铝土矿的主要化学成分/%

| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{SiO}_2$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{TiO}_2$ | CaO  | $\text{K}_2\text{O}$ |
|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------|----------------------|
| 65.3                    | 23.1           | 4.82                    | 3.47           | 1.59 | 0.49                 |

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 铝土矿酸浸实验方法

将经过研磨处理的铝土矿与一定浓度的硫酸混合,用加热套加热并机械搅拌,控制反应温度使两者充分反应一段时间后,自然冷却,然后真空抽滤,滤饼在水浴中进行多次水洗溶出,溶出液即为硫酸铝溶液。

#### 1.2.2 分析方法

使用EDTA络合滴定法测定硫酸铝溶液中铝的含量<sup>[7]</sup>,并转换为铝土矿中 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的浸出率。

收稿日期:2007-10-25

作者简介:牟文宁(1982-),女,博士研究生,主要从事冶金资源综合利用与环境的物理化学研究。

## 2 结果与讨论

### 2.1 硫酸浓度对 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 浸出率的影响

控制反应温度为  $200^\circ\text{C}$ 、反应时间为 1h、液固比为 5:1、搅拌速度为  $450\text{r/min}$ 、原料粒度为  $141\mu\text{m}$ , 考察不同的硫酸浓度对氧化铝浸出率的影响, 结果如图 1 所示。

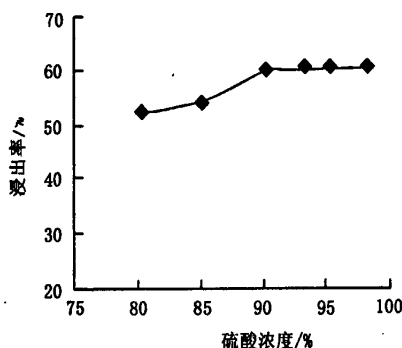


图 1 硫酸浓度对氧化铝浸出率的影响

由图 1 可以看出:随着硫酸浓度的增大,氧化铝浸出率逐渐增大。这是因为硫酸浓度增大,与氧化铝接触的  $\text{SO}_4^{2-}$  增多,反应速率增大,时间相同条件下,氧化铝的溶出率随之增大。当硫酸浓度大于 90% 时,氧化铝浸出率曲线趋于平缓。考虑到酸耗和能耗,实验中硫酸浓度控制在 90% 为宜。

### 2.2 酸浸温度对 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 浸出率的影响

控制硫酸浓度为 90%、反应时间为 1h、液固比为 5:1、搅拌速度为  $450\text{r/min}$ 、原料粒度为  $141\mu\text{m}$ , 考察不同的反应温度对氧化铝浸出率的影响, 结果如图 2 所示。

由图 2 可以看出:随着温度的提高,氧化铝浸出

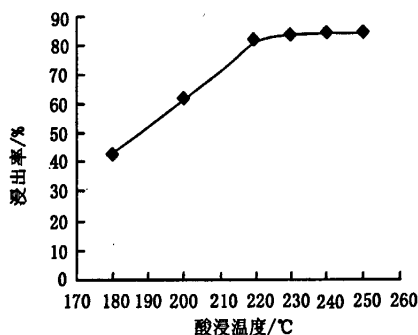


图 2 酸浸温度对氧化铝浸出率的影响

率逐渐增大,当温度高于  $220^\circ\text{C}$  时,曲线趋于平缓。这是因为温度升高有利于  $\text{Al}-\text{O}-\text{Si}$  键的断裂,使玻璃体中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  变成活性  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,易于与硫酸反应。但温度太高,反应物料中的水分蒸发速率较快,溶液粘度随之增大,物质扩散阻力增大,会阻止反应的进行。因此,酸浸温度控制在  $220^\circ\text{C}$  为宜。

### 2.3 酸浸时间对 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 浸出率的影响

控制硫酸浓度为 90%、反应温度为  $220^\circ\text{C}$ 、液固比为 5:1、搅拌速度为  $450\text{r/min}$ 、原料粒度为  $141\mu\text{m}$ , 考察不同的反应时间对氧化铝浸出率的影响, 结果如图 3 所示。

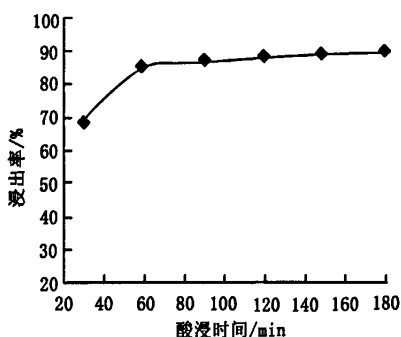


图 3 酸浸时间对氧化铝浸出率的影响

由图 3 可以看出:氧化铝浸出率随着反应时间的延长逐渐增大,当时间大于 60min 时,氧化铝的浸出率曲线基本趋于平缓。硫酸与铝土矿反应为一个典型的液-固反应<sup>[8]</sup>,对于固体无孔的实心颗粒,酸从液相向固相扩散,需要一定的时间,并且随着扩散的进行,反应也在进行。当达到反应温度后,经过 60min,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  基本反应完全,硫酸很难向铝土矿内部扩散,而达到反应极限。如果继续延长反应时间,氧化铝浸出率提高不大,反而会增加能耗,降低生产能力。因此,综合考虑控制反应时间以 60min 为宜。

### 2.4 液固比对 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 浸出率的影响

控制硫酸浓度为 90%、反应温度为  $220^\circ\text{C}$ 、反应时间为 1h、搅拌速度为  $450\text{r/min}$ 、原料粒度为  $141\mu\text{m}$ , 考察不同的液固比对氧化铝浸出率的影响, 结果如图 4 所示。

由图 4 可以看出:氧化铝的浸出率随着液固比的增大而逐渐增大。当液固比达到 5:1 以上时,氧化铝浸出率的变化不明显。因为随着液固比的增大,氧化铝与硫酸接触机会增多,反应速率提高,氧

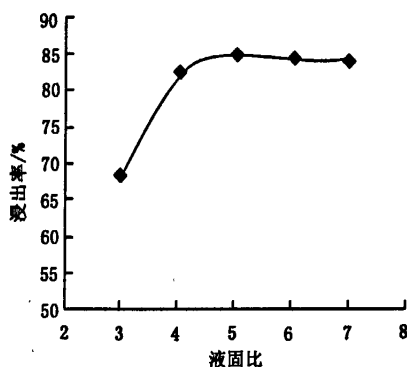


图4 液固比对氧化铝浸出率的影响

化铝的浸出率增大。但液固比过大,会导致硫酸的大量浪费,综合考虑液固比控制在 5:1 为宜。

### 2.5 铝土矿粒度对 $Al_2O_3$ 浸出率的影响

控制硫酸浓度为 90%、反应温度为 220℃、反应时间为 1h、液固比为 5:1、搅拌速度为 450r/min,考察不同粒度的铝土矿对氧化铝浸出率的影响,结果如图 5 所示。

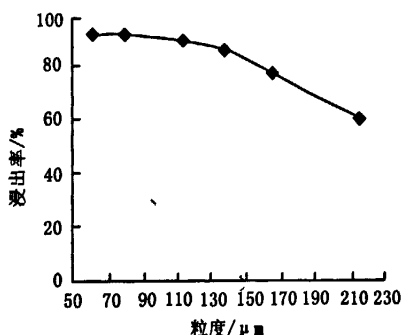


图5 铝土矿粒度与浸出率的关系

由图 5 可以看出:随着铝土矿粒度的减小,氧化铝的浸出率逐渐增大,当粒度小于 141 μm 时,浸出率曲线趋于平缓。这是因为铝土矿经研磨,一方面,一些玻璃体发生破裂,使得硫酸的扩散阻力变小,容易发生反应;另一方面,铝土矿粒度减小,比表面积增大,与硫酸的接触面积变大,反应速率提高。当粒度小于 141 μm 时,氧化铝的浸出率大于 85%。

## 3 结 论

通过实验确定了硫酸浸出铝土矿中氧化铝的优化工艺条件为:硫酸浓度 90%,温度 220℃,时间 1h,液固比 5:1,粒度小于 141 μm。在此条件下,氧化铝的浸出率可达 85% 以上。

### 参考文献:

- [1] 毕诗文. 氧化铝生产工艺[M]. 北京:化学工业出版社, 2006.
- [2] 魏新超,韩跃新. 铝土矿选矿脱硅的研究现状及进展[J]. 黄金学报, 2001, 3(4): 269~272.
- [3] 杨重恩. 轻金属冶金学[M]. 北京:冶金工业出版社, 1991.
- [4] 樊青枝. 我国氧化铝工业的生产现状及发展战略[J]. 山西财经大学学报, 2000, 22(4): 38~39.
- [5] 赵恒勤,王立卓,等. 中国铝土矿资源及氧化铝生产状况透析[J]. 矿产保护与利用, 2001(5): 38~42.
- [6] 杨重恩. 氧化铝生产工艺学[M]. 北京:冶金工业出版社, 1981.
- [7] 《有色金属工业分析丛书》编辑委员会. 轻金属冶金分析[M]. 北京:冶金工业出版社, 1990.
- [8] 蒋汉瀛. 湿法冶金过程物理化学[M]. 北京:冶金工业出版社, 1984.

## Leaching Alumina from Bauxite by Sulfuric Acid

MOU Wen-ning, ZHAI Yu-chun, WU Yan, SHI Shuang-zhi

(Northeastern University, Shenyang, Liaoning, China)

**Abstract:** In this paper, the leaching behaviour of alumina from bauxite by sulfuric acid was described. The effects of sulfuric acid concentration, acid-leaching temperature, acid-leaching time, liquid to solid ratio and particle size of materials on leaching rate of alumina were investigated. The optimum conditions of the acid-leaching technology were established, that is, sulfuric acid concentration 90%, acid-leaching temperature 220℃, acid-leaching time 1h, liquid to solid ratio of 5:1, particle size of materials is less than 141 μm, leaching rate of alumina can reach more than 85%.

**Key words:** Alumina; Bauxite; Leaching by sulfuric acid