

铝土矿浮选尾矿中铁的溶解行为

袁明亮, 赵国魂, 胡岳华

(中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘要:研究了复杂铝土矿浮选尾矿在酸介质中铁的溶解行为. 结果表明, 在一定的温度下, 铝土矿中的赤褐铁矿能较好地溶于硫酸溶液中, 而铝土矿中矿物等的性质不发生变化, 这为铝土矿尾矿的进一步加工利用提供了条件. 实验详细讨论了反应温度、反应时间、硫酸浓度等因素对铁溶解行为的影响, 得出在反应温度 80°C、反应时间 3 h、硫酸浓度 2.70 mol/L、草酸浓度 0.25 mol/L、液固比 1:6 时除铁率可达 90%左右.

关键词: 铝土矿; 草酸; 铁矿; 硫酸; 溶解

中图分类号: TP111.31 文献标识码: A 文章编号: 1009-606X(2004)01-0012-04

1 前言

普通陶瓷、耐火砖、电陶瓷、橡胶、石油催化剂、造纸填料、涂料等行业对高质量硅酸盐矿物的需求量愈来愈大^[1]. 例如, 2000年, 我国用于造纸涂料的高岭土需求量 21~23 万吨. 我国高岭土资源丰富, 生产历史悠久, 但产品中杂质尤其是铁含量高, 严重影响了使用性能^[2-5]. 目前, 硅酸盐矿物的除铁技术主要包括浮选、重选、磁选等物理选矿法、直接酸浸法、还原酸浸法、氯化焙烧法和生物浸出法等, 一般是根据原料中具体的矿物结构、铁的赋存形态来选择相应的工艺^[6-10].

目前我国铝土矿尾矿的综合利用基本还不能应用于工业生产, 这样不仅浪费了铝土矿资源, 还占用了大量的本就缺乏的土地资源. 因此对铝土矿尾矿的综合利用势在必行. 郑州铝土矿尾矿基本上采用丢弃的办法, 本研究针对郑州的一水硬铝矿浮选尾矿, 采用磁选、直接酸浸、还原酸浸法、氯化焙烧法等多种方法试图脱除原料中的铁杂质. 研究比较发现, 在酸性溶液中采用络合法能有效降低铝土矿中的铁含量, 从而为铝土矿尾矿合成陶瓷、耐火材料等材料产品奠定了基础.

2 原料和研究方法

实验采用的铝土矿原料为郑州中国长城铝业公司的一水硬铝石型铝土矿浮选尾矿, 对其进行了化学成份分析, 铝土矿尾矿主要的化学成份见表 1.

表 1 尾矿主要化学成份

Table 1 The main chemical composition of bauxite floated tails (%)

Component	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Content	39.92	28.75	7.31	3.25	0.61	0.46	4.71	0.82

对铝土矿原料进行了 X 衍射分析, 结果见图 1. 从分析结果可以看到, 样品中的铝矿物主要是一水硬铝石、伊利石等, 化学物相分析表明其中一水硬铝石含量为 17.29%, 高岭石含量为 20.79%, 杂质矿物主要是赤铁矿和锐钛矿. 为了进一步确定矿物中铁的赋存形态, 以选择合适的杂质处理技术, 对样品中的铁进行了化学物相检测, 结果见表 2.

收稿日期: 2003-03-28, 修回日期: 2003-09-18

基金项目: 国家重点基础研究发展规划资助项目(编号: G1999064901)

作者简介: 袁明亮(1968-), 男, 安徽省马鞍山市人, 博士, 副教授, 无机非金属材料专业.

表 2 尾矿中铁的赋存形态
Table 2 The existence of iron in bauxite tails (%)

Component	Iron carbonate	Pyrites	Magnetite	Limonite	Iron silicate
Content	0.033	0.013	0.084	6.52	0.66

实验中先配制一定浓度的稀硫酸溶液，启动搅拌器并加入 50 g 铝土矿样品，将反应体系加热至指定温度，以温度控制仪控制反应过程温度，反应结束后进行固液分离，渣洗涤 2 次，烘干并检测样品中的铁含量和相应的矿物组份。

3 结果及讨论

3.1 硫酸浓度对铁溶解行为的影响

图 2 是根据实验数据作出的硫酸浓度与除铁率的关系图。从图可知，当硫酸浓度为 0.61 mol/L 时除铁率较低；随着硫酸浓度的增大，除铁效果显著提高。当硫酸浓度增大到 1.2 mol/L 后，再增加硫酸初始浓度除铁率的变化趋势趋于平缓。

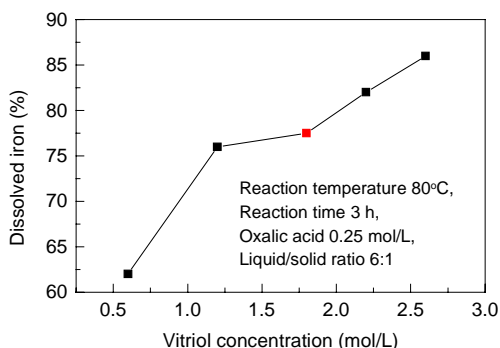


图 2 硫酸初始浓度对除铁率的影响

Fig.2 Effect of initial vitriol concentration on iron removal

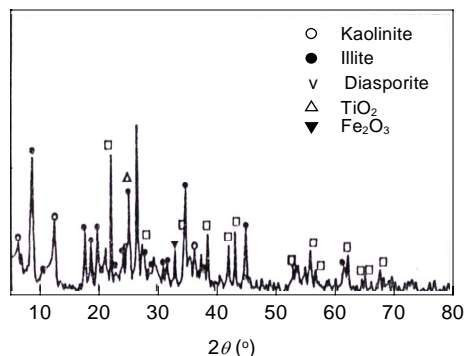


图 1 尾矿矿物成份 X 射线衍射分析图

Fig.1 The XRD patterns of composition of bauxite tails

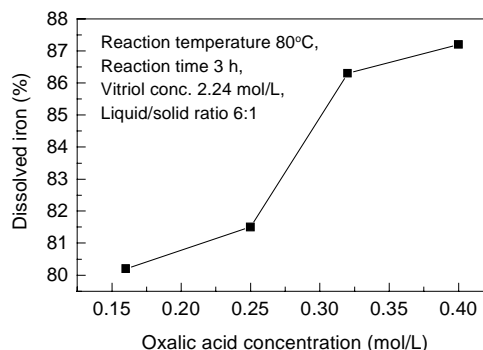


图 3 草酸初始浓度对除铁率的影响

Fig.3 Effect of initial oxalic acid on iron removal

3.2 草酸对铁溶解行为的影响

图 3 描述了草酸与除铁率的变化关系，从图中可以看出，在一定范围内，随着草酸初始浓度的增大，除铁率提高；当草酸初始浓度在 0.25~0.32 mol/L 之间，除铁率有显著提高，之后趋于稳定。

3.3 反应时间和反应温度

由图 4 可知，反应时间越长除铁效果越好；但反应时间延长到 5 h 之后，除铁率基本没有变化。当反应温度为 70°C 时反应时间延长到 5 h，这是因为反应温度较低，反应的速度变慢，反应时间相对要长。

反应温度的提高会加快分子的扩散速度，有利于反应进行。但草酸的分解温度大约在 85°C 左右，因此本实验反应温度均控制在 80°C 以下。

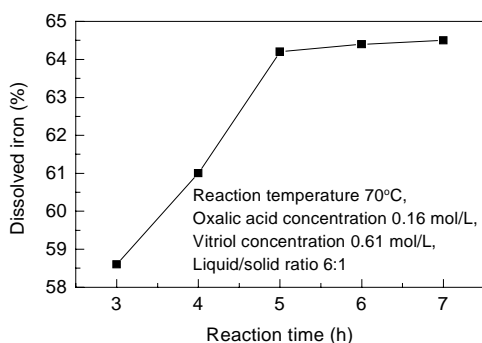


图 4 反应时间对除铁率的影响
Fig.4 Effect of reaction time on iron removal

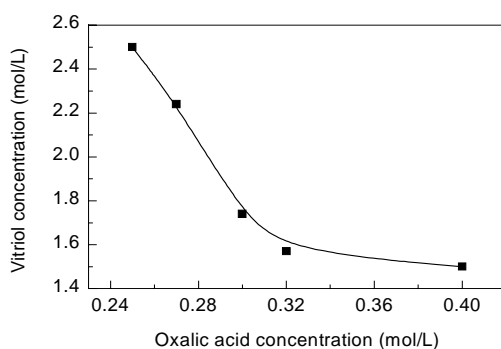


图 5 草酸用量与硫酸用量关系
Fig.5 Curve of oxalic acid concentration vs. vitriol conc.

3.4 硫酸与草酸用量的相互作用

在大量实验数据中发现, 硫酸与草酸的用量之间存在着一定关系. 在铁含量基本相同的情况下(其余条件固定), 硫酸的加入量与草酸的加入量并不是固定不变的, 而是有一定的函数关系. 从中选取部分数据, 作图 5. 除铁率大约在 80%左右时, 硫酸与草酸用量大致成反比关系. 这是作者的一些大胆的推测, 还需在今后的工作中进一步探索和论证.

3.5 产品检测

通过大量的实验得出最佳的工艺条件为反应温度 80°C、反应时间 3 h、硫酸浓度 2.70 mol/L、草酸浓度 0.25 mol/L、液固比 1:6, 在此条件下, 除铁率可达 90%左右. 对其进行 X 衍射分析, 结果如图 6 所示.

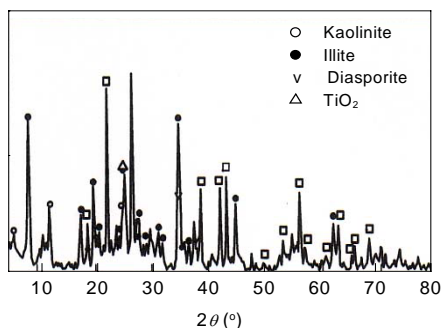


图 6 除铁后样品矿物成份 X 射线衍射分析图
Fig.6 XRD patterns of composition of sample after iron removal

浸化学方法处理铝土矿尾矿, 可以明显降低含铁率, 而不会改变样品的化学性质, 为铝土矿浮选尾矿的高质化综合利用提供了条件, 是一种有效、实用的方法. 可以看出, 络合酸浸的方法对脱除铝土矿中的铁矿物杂质非常有效, 但对铝矿物中的钛作用不大.

4 结论

(1) 加入草酸络合酸浸除铁的方法处理铝土矿浮选尾矿获得了较为理想的效果. 实验表明, 在温度 80°C、反应时间 3 h、硫酸浓度 2.70 mol/L、草酸浓度 0.25 mol/L、液固比 1:6 的条件下, 铁的脱除率可达 90%左右, 有用于工业生产的潜力.

(2) 在对铝土矿进行酸浸除铁时, 产品中的一水硬铝石等含铝的矿物含量和性质不发生变化, 这为铝土矿尾矿的高质化综合利用提供了条件.

参考文献：

- [1] 姚绍德, 余红, 雷绍明. 高岭土深加工技术研究的进展 [J]. 金属矿山, 1996, (1): 37–43.
- [2] 任予敏, 夏云凯. 煤系高岭土加氯沸腾煨烧工艺 [J]. 非金属矿, 1998, (4): 29–42.
- [3] 雷绍明, 崔国治. 鄂西含碳硬质高岭土提纯试验研究 [J]. 武汉工业大学学报, 1994, 16(2): 84–87.
- [4] 欧阳坚, 卢寿慈. 我国铝土矿资源特征与选矿加工研究 [J]. 矿产综合利用, 1995, (2): 24–27.
- [5] 周国华, 薛玉兰, 何伯泉. 铝土矿选矿除铁研究进展概况 [J]. 矿产保护与利用, 1999, (4): 44–47.
- [6] 袁延英. 高岭土的几种除铁方法 [J]. 国外金属矿选矿, 2000, (9): 19–23.
- [7] 陈霞, 张连信, 张兴, 等. 高岭土漂白的途径—酸溶氢气还原法 [J]. 中国矿业大学学报, 1998, (1): 99–102.
- [8] 陈霞, 倪嘉宝, 李新华, 等. 煤系高岭岩酸溶氢气还原法增白提质新工艺 [J]. 非金属矿, 1997, (4): 53–55.
- [9] 孙保岐. 高岭土的化学漂白提纯 [J]. 江苏陶瓷, 1994, (1): 2–7.
- [10] 孙报岐, 吴一善, 梁志表, 等. 非金属矿深加工 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999. 50–53.

Acidic Dissolution Behavior of Iron in the Floated Tails of Complicated Bauxite

YUAN Ming-liang, ZHAO Guo-hun, HU Yue-hua

(*Col. Res. Proc. & Bioeng., South China Univ., Changsha, Hunan 410083, China*)

Abstract: The dissolving behavior of iron in bauxite tails in vitriol solution was studied. The results show that the Fe_2O_3 in tails can dissolve in vitriol solution rapidly, and the property of aluminum bronze in bauxite is not changed, which offers good conditions to processing and utilization of bauxite tails. The effects of reaction temperature, oxalic acid and vitriol concentration on the dissolving rate of iron were discussed in detail and the best conditions of reaction temperature 80°C , reaction time 3 h, vitriol concentration 2.70 mol/L, oxalic acid concentration 0.25 mol/L, liquid solid ratio 1:6 are suggested.

Key words: bauxite; oxalic acid; iron; vitriol; dissolution