

一水硬铝石焙烧矿增浓溶出及其机理

周秋生¹, 李小斌^{1,2}, 彭志宏¹, 刘桂华¹, 翟玉春²

(1. 中南大学 冶金科学与工程系, 湖南 长沙 410083;
2. 东北大学 材料冶金学院, 辽宁 沈阳 110006)

摘要: 为了深入研究焙烧对一水硬铝石矿增浓溶出过程的影响及其活化焙烧强化溶出的机理, 采用化学法提纯, 从铝土矿中得到了高纯的一水硬铝石矿; 经不同温度焙烧后进行增浓溶出, 考察了焙烧温度对铝土矿增浓溶出效果的影响. 研究表明: 在一定温度范围内, 焙烧矿的溶出性能优于未焙烧矿; 当焙烧时间一定时, 在 525 °C 焙烧的一水硬铝石矿溶出性能明显改善, 焙烧矿石中氧化铝可几乎全部溶出. 通过 X 射线衍射对物相、晶体点阵常数的测定以及扫描电镜对焙烧提纯矿形貌的观察, 认为强化溶出的主要机制为: 一水硬铝石提纯矿在一定条件下焙烧后, 由结晶完整的一水硬铝石正交晶型逐渐向结晶不完整的刚玉转变, 且矿石表面出现大量的裂纹和孔洞, 增加了矿石的比表面积, 从而强化了其与碱液反应的能力, 溶出性能得到明显改善.

关键词: 提纯; 一水硬铝石矿; 焙烧; 强化溶出; 机理

中图分类号: TF821 文献标识码: A 文章编号: 1005-9792(2001)04-0360-03

我国铝土矿主要是高硅、低铁的一水硬铝石矿, 这种矿石自身的局限性严重地制约了我国氧化铝工业的发展^[1-3]. 近年来, 科技工作者提出了许多强化氧化铝生产的新工艺, 焙烧后的一水硬铝石矿作为后加矿进行增浓溶出新工艺便是其中之一^[4,5]. 在此, 作者对焙烧提纯一水硬铝石矿作为后加矿在增浓溶出过程中的强化溶出机制进行探讨.

1 实验结果及讨论

1.1 实验设备

溶出实验在 XYF-Φ44×6 型熔盐加热、转动框架上的钢弹中进行, 温度由 TA-641 型自动控温仪控制, 精度为 ±1 °C. 为改善矿浆的搅拌条件, 每次加入 4 颗直径为 6 mm 的小钢球.

用 Siemens D-500 X 射线衍射仪进行物相鉴定和晶胞点阵常数的测定, 焙烧矿的形貌观察在 JSM 5600LV(日本)型扫描电镜上进行.

1.2 实验结果及讨论

1.2.1 用化学法提纯一水硬铝石矿

对河南铝土矿进行化学提纯处理, 处理后得到的一水硬铝石矿的成分如表 1 所示. 可见, 提纯矿中

氧化铝的含量已接近纯一水硬铝石中氧化铝的理论含量.

表 1 用化学法提纯得到的一水硬铝石矿成分 w / %

Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	其他	灼减
83.23	0.25	0.48	0.82	1.03	14.69

1.2.2 焙烧提纯一水硬铝石矿的增浓溶出

增浓溶出用母液的化学成分见表 2. 按配料苛性分子比 1.32 配入焙烧提纯矿. 提纯一水硬铝石矿分别在 400, 525 °C 和 650 °C 3 个不同的温度下焙烧一定时间, 然后在不同溶出温度下进行增浓溶出实验. 各焙烧矿的化学成分如表 3 所示.

表 2 溶出用的母液成分 ρ / (g·L⁻¹)

Na ₂ O	Al ₂ O ₃	苛性分子比 α _k
224.70	242.67	1.52

表 3 不同焙烧温度下焙烧铝土矿中的氧化铝含量 w / %

400 °C	525 °C	650 °C
84.70	97.56	97.58

收稿日期: 2000-09-20

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G1999064902-1)

作者简介: 周秋生(1972-), 男, 湖南涟源人, 中南大学博士研究生, 从事氧化铝基复合陶瓷制备研究.

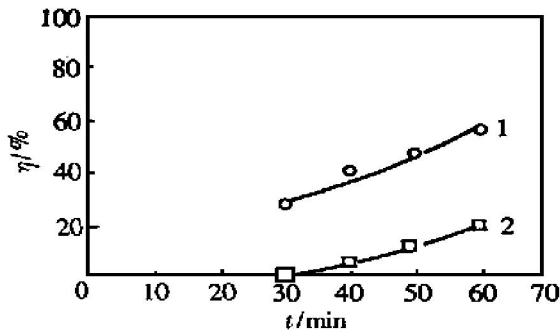
从焙烧矿的化学成分分析结果可以推断出:提纯矿在 400 °C 时焙烧后,与提纯一水硬铝石矿无多大区别,而在 525 °C 和 650 °C 时焙烧同样时间后,氧化铝的含量已经明显升高,表明一水硬铝石矿已发生脱水反应,可能生成了新物质。

提纯矿经不同温度焙烧后在不同条件下进行增浓溶出的实验结果如图 1~ 3 所示。从增浓溶出结果可知:提纯矿在 525 °C 时焙烧一定时间后,当溶出温度为 210 °C 时,60 min 的氧化铝溶出率可达 60% 左右。若把溶出温度提高到 220 °C,则焙烧 40 min 的氧化铝溶出率就可达 97% 以上,矿石中氧化铝能充分

溶出,溶出性能明显优于 400 °C 和 650 °C 时的焙烧矿、原矿和未焙烧的提纯矿。

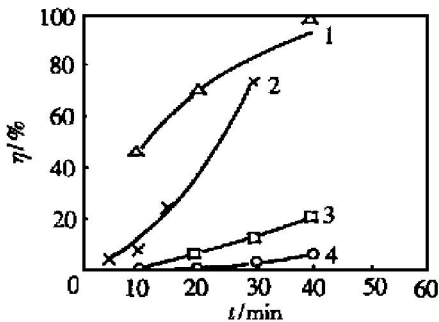
2 强化溶出机理

图 4 分别为提纯一水硬铝石矿在 400, 525 °C 和 650 °C 时焙烧一定时间后的 X 射线衍射图谱。从图 4 可知,提纯一水硬铝石矿在 400 °C 焙烧后其结构未发生根本性变化,仍为一水硬铝石,但通过 X 射线衍射对其晶胞点阵常数进行测定,证明其点阵常数已经发生改变。其点阵常数为: $a_1 = 4.326 \times 10^{-10} \text{ m}$, $b_1 = 9.417 \times 10^{-10} \text{ m}$, $c_1 = 2.864 \times 10^{-10} \text{ m}$, 和标准的一水硬铝石的晶胞点阵常数 $a_0 = 4.396 \times 10^{-10} \text{ m}$, $b_0 = 9.426 \times 10^{-10} \text{ m}$, 和 $c_0 = 2.844 \times 10^{-10} \text{ m}$ 相比, a 和 b 的值变小,而 c 的值变大,可以认为此时一水硬铝石的晶体结构已经发生了变化。而提纯一水硬铝石矿在 525 °C 和 650 °C 时焙烧后,其原子已经发生重组,由原来属于正交晶系 $Pbnm$ 的 $Al(O, OH)_6$ 八面体



1—525 °C 时焙烧提纯矿; 2—650 °C 时焙烧提纯矿

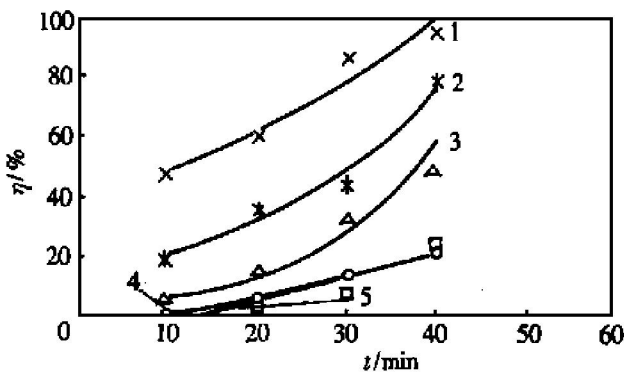
图 1 210 °C 时氧化铝的溶出率 η 曲线



1—525 °C 时焙烧提纯矿; 2—650 °C 时焙烧提纯矿;

3—400 °C 时焙烧提纯矿; 4—未焙烧提纯矿

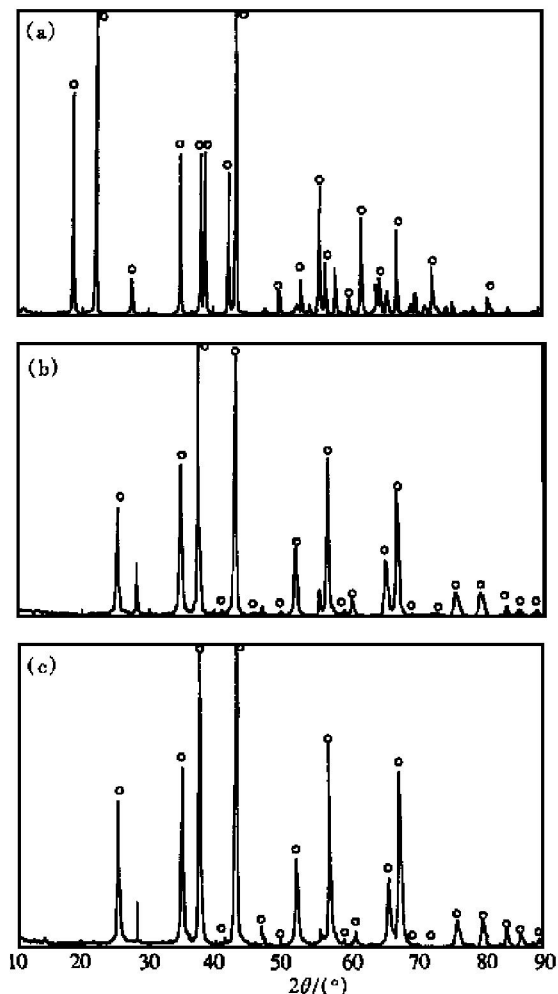
图 2 220 °C 时氧化铝的溶出率 η 曲线



1—525 °C 时焙烧提纯矿; 2—650 °C 时焙烧提纯矿;

3—400 °C 时焙烧提纯矿; 4—原始铝土矿; 5—未焙烧提纯矿

图 3 230 °C 时氧化铝的溶出率 η 曲线



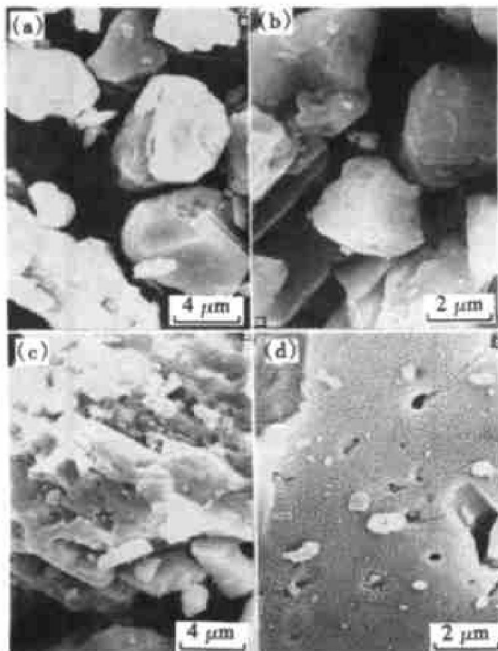
(a) —400 °C 时焙烧一水硬铝石; (b) —525 °C 时焙烧刚玉;

(c) —650 °C 时焙烧刚玉

图 4 提纯一水硬铝石矿在不同温度下焙烧后所得产物的 X 射线衍射图谱

变成了属于三方晶系 R3c 的 AlO_6 八面体; 由结晶完整的一水硬铝石变成了结晶不完整的刚玉, 其具体转变过程有待进一步研究.

图 5 分别为 400, 525 °C 和 650 °C 时焙烧一定时间后所得产物的扫描电镜照片. 从图 5 可知, 不论是一水硬铝石矿, 还是焙烧后生成的刚玉, 其表面都有许多微裂纹和细小孔洞, 从而大大增加了矿石与碱液反应的面积, 增强了其反应能力. 因此, 经上述温度焙烧后, 一水硬铝石矿的溶出性能明显改善.



(a) —400 °C; (b) —525 °C; (c) —650 °C (低倍); (d) —650 °C (高倍)

图 5 提纯一水硬铝石矿在不同温度时焙烧后所得产物的扫描电镜照片

3 结 论

a. 提纯的一水硬铝石矿在一定条件下焙烧后, 其溶出性能得到明显改善, 可作为后加矿进行增浓溶出, 能提高整个氧化铝生产工艺的技术经济指标.

b. 焙烧提纯矿的溶出性能得到改善的主要原因是: 一方面, 在一定温度范围内, 一水硬铝石提纯矿通过焙烧后, 晶体结构由原来结晶完好的一水硬铝石变成了结晶不完整的活性刚玉; 另一方面, 在焙烧过程中, 矿石表面生成了许多微裂纹和细小孔洞, 大大增加了矿石的比表面积, 从而在很大程度上提高了其溶出性能.

参考文献:

- [1] 赵清杰. 一水硬铝石矿溶出新工艺的研究[J]. 轻金属, 2000, (1): 17-21.
- [2] CAO Rong jiang, CHEN Liang, WANG Xiang dong. Some additives in layer process with tube reactor[J]. Light Metals, 1990, (2): 311-315.
- [3] 李小斌, 周秋生, 刘桂华, 等. 高苛性比铝酸钠溶液硅、铝分离的研究[J]. 矿冶工程, 1998, 18(2): 46-48.
- [4] 李小斌, 周秋生, 彭志宏, 等. 活化焙烧一水硬铝石矿增浓溶出过程动力学[J]. 中南工业大学学报(自然科学版), 2000, 31(3): 219-221.
- [5] 周秋生. 焙烧一水硬铝石型铝土矿增浓溶出工艺研究[D]. 长沙: 中南大学冶金科学与工程系, 1998.

Strengthening digestion of roasted diaspore purified by chemical method and its mechanism

ZHOU Qiu-sheng¹, LI Xiao-bin^{1,2}, PENG Zhi-hong¹, LIU Gui-hua¹, ZHAI Yu-chun²

(1. Department of Metallurgical Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Institute of Material and Metallurgy, Northeastern University, Shenyang 110006, China)

Abstract: The influence of roasting temperature on digestibility of diaspore and its mechanism of strengthening digestion of the roasted diaspore in the sweetening process were preliminarily studied. Diaspore with high purity was obtained from diaspore bauxite by chemical method in this paper. Strengthening digestion of roasting production of purified diaspore was carried out. The results indicate that roasting production of purified diaspore has better digestibility than that of the unroasted one and that diaspore roasted at 525 °C for a certain time has the best digestibility. Alumina in the roasting production of purified diaspore at 525 °C can almost be turned into the aluminate solution. With scanning electronic micrographs and the measurement of lattice parameters of roasting production of diaspore, the strengthening mechanism of roasting production of purified diaspore was investigated. The results show that strengthening effect should be attributed to the change of structure of diaspore crystal from well crystallized diaspore to worse crystallized corundum and lots of cracks and pores on the surface of activated corundum formed during the roasting process.

Key words: purification; diaspore; roasting; strengthening digestion; mechanism