

宣威组黏土岩中稀土和铌等多元素的分步提取富集

顾汉念^{1*}, 杨婷婷², 李开文³, 王宁¹

1. 中国科学院地球化学研究所 地球内部物质高温高压重点实验室, 贵阳 550081

2. 贵州工程应用技术学院 矿业学院, 毕节 551700

3. 河南省地质研究院, 郑州 450016

近年来研究发现在滇东—川南—黔西地区广泛发育有 Nb(Ta)-Zr(Hf)-REE-Ga 多金属矿化富集层, 该多金属矿化层在贵州地区属于上二叠统宣威组古风化壳, 其底部黏土岩以高岭石为主, 伴生有含量不等的钛质、铁质等矿物。目前, 有关稀土和铌的赋存状态相对明确, 铌主要赋存在锐钛矿、钛铁矿等钛矿物中, 而稀土主要以磷酸盐形式存在, 如磷铝铈矿(Li et al., 2023; Yang et al., 2024)。与此同时, 上述资源的分离提取工作也引起重视, 如采取焙烧将高岭石转化为偏高岭石, 再通过酸浸—碱浸分步去除 Fe、Al 和 Si, 实现 Nb 在富钛料中富集(Wang et al., 2018); 通过焙烧—硫酸 90℃ 浸出, 实现 La、Ce 等稀土的浸出(Li et al., 2023)。但在酸溶解过程中 Fe、Al 等会和稀土同步溶解, 稀土的提取没有选择性, 不利于后续分离纯化。

本研究基于磷铝铈矿的转化温度和偏高岭石的转化温度区间相接近, 并巧妙结合稀土(以 La、Ce 为主)溶出温度与 Fe、Al 溶出温度的差异(Ji et al., 2023), 提出焙烧—冷酸浸出—热酸浸出—碱浸的分步浸出技术路线, 实现稀土的选择性浸出, 和 Fe、Al、Si 的分步浸出分离, 并最终在残渣中富集铌和钛, 实现多种资源的综合利用。结果表明, 经 700℃ 焙烧处理后, 宣威组黏土岩中高岭石转变为偏高岭石, 磷铝铈矿转变生成稀土氧化物; 随后采用盐酸进行室温浸出, 黏土岩样品中稀土元素 La、Ce 选择性较高, 浸出率分别可达 77.04%、85.06%, Fe、Al 等其他元素浸出率均低于 5%; 再采用盐酸进行加热浸出, Fe、Al 元素浸出率分别可达 92.10%、91.27%, 其他元素浸出率低于 9%; 最后在氢氧化钠碱浸过程中, Si 元素浸出率可达 90.94%, 而 Nb、Ti 的损失低于 1%; 残渣是富 Nb 的钛氧化物。本研究结果有效实现稀土、铌以及铝硅钛等资源的分离, 为宣威组黏土岩各组分综合利用提供了一定参考。

关键词: 宣威组; 黏土岩; 分步提取; 稀土; 铌

参考文献:

- [1] Ji, B., Xia, A., Zhang, W., 2023. Thermal phase transformation behavior of florencite and implications on the leaching recovery of rare earth elements (REEs). *Powder Technology*, 429, 118900.
- [2] Li, H., Zhang, J., Mao, R. et al., 2023. Selective extraction of rare earth elements from florencite-rich sedimentary rare earth ore by sulfation. *Minerals Engineering*, 202, 108294.
- [3] Wang, N., Gu, H., Wen, H. et al., 2018. Enrichment of niobium and titanium from kaolin using an acid-alkali leaching process. *Metallurgical and Materials Transactions B*, 49(6), 3552-3558.
- [4] Yang, T., Wang, N., Ling, K. et al., 2024. Microanalysis revealing niobium distribution in kaolinitic clay rocks from the Xuanwei Formation, southwestern China. *Ore Geology Reviews*, 166, 105953.

基金项目: 国家自然科学基金(41972048), 河南省科技攻关项目(222102320324), 中国科学院青年创新促进会(2021400)