

黔中地区梁山期喀斯特型风化壳中 稀土的超常富集

张迎迎^{1,2}, 钱志宽^{3*}, 罗泰义^{1*}

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550081; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;
3. 贵州民族大学建筑工程学院, 贵州 贵阳 550005)

以遵义中桥-余庆松烟为分界线, 黔中-渝南铝土矿带可划分为南部九架炉组和北部大竹园组(或梁山组)两套铝质岩系, 两套铝质岩系都报道了具有综合利用价值的稀土元素异常, 其中大竹园组报道了高达 0.712 wt% 的稀土氧化物含量, 稀土主要富集在铝质岩系底部; 在重庆武隆-南川还报道了其中赋存的稀土矿物如氟碳铈矿(synchysite)、氟碳铈矿(bastnaesite)、方铈矿(cerianite)和水磷铈矿(churchite)等。本次研究揭示了黔中地区残留于黄龙组灰岩和梁山组碳质页岩之间的一个具有超常稀土富集的古风化壳剖面。剖面发育于黄龙组喀斯特界面之上, 主体为厚约 3 米的灰白色铝质页岩, REY 含量为 30-100ppm; 底部发育厚度约为 10-30cm 的褐铁矿和石膏壳层, REY 含量变化范围为 468-22505ppm, 最高含量出现在喀斯特界面之上厚约 5 厘米的杂色铝土质风化壳层。对一块样品的荧光面扫描分析表明, La/Ce/Nd 在底部壳层超常富集, 扫描电镜揭示存在大量的稀土矿物。电子探针定量分析结合拉曼分析, 确定主要的稀土矿物为方铈矿、水碳镧铈石和羟碳铈矿(hydroxylbastnaesite-(Nd))。方铈矿与硬锰矿紧密共生, 可表现为震荡环带, 获得最高的稀土氧化物含量为 70.31wt%, 其中 CeO₂ 最高为 66.83wt%; 水碳镧铈石可能是 calkingsite-(Ce)的富镧变种, 标准矿物的稀土氧化物含量为 61.62wt%, 本次研究实测平均含量为 62.92wt%, 拟定的化学式为 (La_{0.70}Ce_{0.27}Pr_{0.16}Nd_{0.66}Sm_{0.10}Eu_{0.01}Gd_{0.05}Dy_{0.01}Y_{0.03})₂(CO₃)₃·4H₂O; 羟碳铈矿标准矿物的 Ce 氧化物含量为 75.58wt%, 本次实测稀土氧化物的平均含量是 65.97wt%, 一般还含有 3-4wt% 的 CaO, 拟定的化学式为 (La_{0.29}Ce_{0.15}Pr_{0.07}Nd_{0.29}Sm_{0.05}Eu_{0.01}Gd_{0.04}Dy_{0.02}Y_{0.07})(CO₃)₂((OH)_{0.53}F_{0.47}), Nd 略大于 La, 应划分为 hydroxylbastnaesite-(Nd)。本次研究表明, 碳酸盐岩的喀斯特界面是最为重要的化学阻挡层, 黄铁矿在风化过程中产生的强酸淋滤掠夺了剖面中大部分的稀土元素, 到达底部喀斯特界面被碳酸盐矿物不断中和而发生沉淀。褐铁矿形成过程中吸附部分稀土元素, 但本次研究未发现与之相关的独立稀土矿物; 硬锰矿形成过程中选择性吸附 Ce/Co/Ni, 形成强烈正 Ce 异常的方铈矿(可能与硬锰矿等混合), 我们还首次发现方铈矿中富集 Sc (Sc₂O₃ 平均含量可达 0.81 wt%); 经过铁锰吸附的富稀土溶液与界面的碳酸盐矿物不断发生反应, 形成具有强烈负 Ce 异常的羟碳铈矿和水碳镧铈石。

基金项目: 国家自然科学基金项目(批准号: U1812402)

第一作者简介: 张迎迎, 女, 1996 年生, 博士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。