

黔北务正道铝土矿含矿岩系中 REE 分布特征

林贵生¹, 谷静², 王洪^{2,3}, 金中国¹, 黄智龙^{2*}

(1. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局地质矿产勘查院, 贵州 贵阳 550005;

2. 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 550002;

3. 中国科学院大学, 北京 100049)

贵州省近年找矿最大突破之一是在黔北务(川)-正(安)-道(真)地区找到规模巨大的铝土矿, 目前已在该区探明超大型矿床 2 个(大竹园和旦坪)、大型矿床 8 个(大塘、新民、瓦厂坪、沙坝、马鬃岭、东山、张家院和新木-宴溪), 控制各类别铝土矿资源量超过 7 亿吨。稀土元素(REE)在铝土矿含矿岩系中富集是一种普遍现象, 铝土矿区伴生 REE 矿床也有先例(王银喜等, 2000; 李中明等, 2007)。从前人分析资料看(李沛刚等, 2012; Li et al., 2013; Wang et al., 2013; 黄智龙等, 2014; 谷静等, 2015), 务正道地区铝土矿含矿岩系也有部分样品富集 REE, 稀土总量(Σ REE)最高达 6399×10^{-6} (黄智龙等, 2014; 谷静等, 2015), Ge et al. (2013) 和 Wang et al. (2013) 在本区富 REE 样岩相继发现氟菱钙铈矿[$\text{Ce}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_3\text{F}_2$]、氟碳钙铈矿[$\text{CeLaCa}(\text{CO}_3)_3\text{F}_2$]和磷钇矿[$\text{Y}(\text{PO})_4$]等稀土矿物。本次工作根据务正道地区瓦厂坪、新民和新木-宴溪等 3 个大型铝土矿主量和微量元素分析资料, 探讨了本区含矿岩系中 REE 分布特征。

务正道铝土矿严格受向斜控制, 目前发现的矿床、矿点和矿化点均分布在道真、龙桥、鹿池、桃园、平木山、安场、浣溪、青坪、旦坪和张家院等 10 个规模不等的向斜内(黄智龙等, 2014), 本次工作的瓦厂坪、新民和新木-宴溪铝土矿床分别分布于鹿池、龙桥和旦坪向斜内。本区铝土矿含矿岩系均为中二叠统梁山组(P_2l), 上覆地层为中二叠统栖霞组(P_2q)灰岩, 下伏地层主要为中下志留统寒家店组(S_{1-2}hj)沙页岩、少量为中石炭统黄龙组(C_2h)薄层灰岩。3 个铝土矿床含矿岩系分布连续, 厚度从 1.5~17.0 m 不等, 岩性特征相似, 顶部为薄层碳质页岩(C-Ms), 向下依次为上部铝土岩(ARU)、铝土矿层(AO)和下部铝土岩(ARL), 铝土矿和铝土岩根据边界品位($\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 40\text{wt}\%$ 、 $\text{A/S} \geq 1.8$; 矿产资源工业要求手册委员会, 2010)确定。根据矿石结构构造, 3 个铝土矿床均可划分为土状-半土状(AOE)、碎屑状(AOC)、豆鲕状(AOPO)和块状(AOB)等 4 种矿石类型。

表 1 为务正道地区 3 个铝土矿床含矿岩系 REE 含量统计结果, 可见 3 个矿床 C-Ms、ARU 以及 AOE、AOC、AOPO 和 AOB 等各种类型矿石的 REE 含量具有较宽的变化范围, 且含量范围相互重叠。这些岩(矿)石的 Σ REE (包括 Y, 下同)相对较低, 最高不超过 500×10^{-6} , 大部分样品 REE 富集系数(实测值/克拉克值, 下同) < 1 或在 1~2 之间, 少量样品 REE 富集系数在 2~5 之间。3 个矿床均具有以下特征: 同一含矿岩系的矿层中, Σ REE 随 Al_2O_3 和 A/S 增加、总体逐渐减少。

3 个矿床含矿岩系中 ARL 的 REE 含量也具有很宽的变化范围, 但明显高于其他岩(矿)石的 REE 含量, Σ REE 最高达 6399×10^{-6} 。根据配分模式(图略), 3 个矿床 ARL 均可分为两组, 即 LREE 富集型组和 HREE 富集型组, 其中 HREE 富集型组 ARL 约占所分析样品的 40%, REE 含量特征与含矿岩系其他岩(矿)石相似, Σ REE: $71.9 \times 10^{-6} \sim 333 \times 10^{-6}$ 、LREE: $23.7 \times 10^{-6} \sim 276 \times 10^{-6}$ 、HREE: $10.2 \times 10^{-6} \sim 32.8 \times 10^{-6}$, LREE/HREE: 0.84~14.69。LREE 富集型组 ARL 约占所分析样品的 60%, Σ REE 在 $152 \times 10^{-6} \sim 6399 \times 10^{-6}$ 之间, 所分析的 15 件样品中, 10 件大于离子吸附型稀土矿边界品位 500×10^{-6} 、7 件大于工业品位 1000×10^{-6} (矿产资源工业要求手册编委会, 2010), 最高达 6399×10^{-6} ; LREE 和 HREE 分别为 $114 \times 10^{-6} \sim 6197 \times 10^{-6}$ 和 $15.6 \times 10^{-6} \sim 209 \times 10^{-6}$, LREE/HREE 在 7.24~43.50 之间。

值得强调的是, 务正道铝土矿含矿岩系中的矿层并不富集 REE, 只有矿层下部铝土岩局部富集 REE。本次工作获得的 10 件高 REE 样品(Σ REE $>500 \times 10^{-6}$)在瓦厂坪、新民和新木-宴溪 3 个大型铝土矿床含矿岩系下部铝土岩中均有分布, 暗示“矿层下部铝土岩局部富集 REE”在务正道铝土矿普遍存在。从主量元

基金项目: 国家自然科学基金项目(批准号: 41503014)

作者简介: 林贵生, 男, 1964 生, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查工作。E-mail: 984201670@qq.com

* 通讯作者, E-mail: huangzhilong@vip.guig.ac.cn

素看, 本区高 REE 样品的 SiO_2 和 Al_2O_3 分别为 24.79~47.39wt% 和 25.03~37.16wt%, A/S 在 0.72~1.05 之间, 达不到铝土矿工业要求 (矿产资源工业要求手册委员会, 2010)。

表 1 务正道铝土矿含矿岩系 REE 含统计结果

统计对象	样数	Al_2O_3	SiO_2	A/S	ΣREE	LREE	HREE	LREE/HREE	
全部样品	C-Ms	4	1.81~8.90	40.29~60.07	0.04~0.20	19.2~266	15.0~176	1.59~35.5	4.94~13.01
	ARU	8	34.20~40.20	40.42~47.30	0.79~0.92	28.9~229	14.7~175	4.58~23.1	1.56~7.57
	ARL	29	25.03~38.43	13.42~47.37	0.63~2.20	71.9~6399	23.7~6197	10.2~209	0.84~43.50
	AOPO	8	40.00~53.63	15.02~30.29	1.69~2.86	57.3~462	14.0~389	11.4~48.9	0.46~15.43
	AOB	12	40.15~53.02	23.70~37.79	1.06~2.02	58.6~398	19.9~248	12.9~71.6	0.77~4.14
	AOC	14	55.32~71.50	9.41~21.38	2.59~7.07	29.5~223	8.71~159	8.11~46.9	1.07~10.86
	AOE	21	66.07~77.50	1.60~9.56	7.37~44.41	25.8~299	5.28~235	6.63~42.2	0.63~10.91
瓦厂坪矿床	C-Ms	1	2.80	60.07	0.05	32.0	27.5	2.11	13.01
	ARU	5	35.40~40.20	40.42~47.30	0.79~0.92	37.5~229	20.4~175	7.41~23.1	1.56~7.57
	ARL	11	25.03~38.39	24.79~43.60	0.72~1.05	130~2227	71.5~1668	15.6~209	2.80~25.45
	AOPO	4	40.00~53.63	21.82~24.86	1.83~2.36	66.5~412	14.0~344	17.3~48.9	0.46~11.49
	AOB	5	47.41~51.40	27.04~33.20	1.55~1.84	58.6~113	19.9~65.4	12.9~20.4	1.11~3.21
	AOC	3	58.32~65.68	10.72~20.92	2.79~6.09	125~180	63.6~104	22.8~27.3	2.36~3.80
	AOE	4	70.23~75.86	4.10~6.69	10.50~18.47	49.2~199	18.7~107	9.00~38.9	0.98~2.88
新民矿床	C-Ms								
	ARU	2	34.20~38.17	42.35~43.56	0.81~0.88	28.9~103	16.6~76.3	4.58~10.7	3.63~7.11
	ARL	9	27.25~37.36	13.42~47.37	0.64~2.20	76.0~6399	32.2~6197	12.4~142	1.59~43.50
	AOPO	3	42.89~51.28	15.02~30.29	1.69~2.86	57.3~462	26.6~389	11.4~36.3	2.34~10.73
	AOB	6	40.15~53.02	23.70~37.79	1.06~2.02	62.4~398	24.3~248	14.9~71.6	1.63~4.14
	AOC	5	55.32~67.70	9.41~21.38	2.59~7.07	29.5~205	8.71~137	8.11~30.4	1.07~6.78
新木溪矿床	C-Ms	3	1.81~8.90	40.29~49.76	0.04~0.20	19.2~266	15.0~176	1.59~35.5	4.94~9.45
	ARU	2	34.52~36.56	33.72~43.96	0.83~1.02	32.2	14.7	6.68	2.19
	ARL	8	26.20~38.43	24.89~43.85	0.63~1.05	71.9~1787	23.7~1713	10.2~55.2	0.84~42.35
	AOPO	1	44.75	21.42	2.09	371	322	20.9	15.43
	AOB	1	51.00	26.63	1.92	129	29.4	38.3	0.77
	AOE	6	58.23~71.50	12.08~18.02	3.23~5.92	63.6~223	36.1~159	10.2~46.9	1.47~10.86
AOE	10	66.07~77.50	1.60~8.69	8.31~44.41	52.0~199	17.3~161	11.1~25.1	0.95~10.91	

注: 原始数据由本次工作分析; Al_2O_3 和 SiO_2 单位为 wt%, REE 单位为 $\times 10^{-6}$; C-Ms-炭质泥岩 (含矿岩系顶部标志层), ARU-上部铝土岩, ARL-下部铝土岩, AOB-致密块状铝土矿, AOPO-豆鲕状铝土矿, AOC-碎屑状铝土矿, AOE-土状-半土状铝土矿。

参 考 文 献:

- Gu J, Huang Z L, Fan H P, et al. 2013. Mineralogy, geochemistry, and genesis of lateritic bauxite deposits in the Wuchuan-Zheng'an-Daozhen area, Northern Guizhou Province, China. *Journal of Geochemical Exploration*, 130: 44-59.
- Li Z H, Din J, Xu J S, et al. 2013. Discovery of the REE minerals in the Wulong-Nanchuan bauxite deposits, Chongqing, China: Insights on conditions of formation and processes. *Journal of Geochemical Exploration*, 133: 88-102.
- Wang X M, Jiao Y Q, Du Y S, et al. 2013. REE mobility and Ce anomaly in bauxite deposit of WZD area, Northern Guizhou, China. *Journal of Geochemical Exploration*, 133: 103-117.
- 谷静, 黄智龙, 金中国. 2015. 务川瓦厂坪铝土矿稀土元素地球化学特征及其对成矿过程的指示. *矿物学报*, 35(2): 433-443.
- 黄智龙, 金中国, 向贤礼, 等. 2014. 黔北务正道铝土矿成矿理论及预测. 北京: 科学出版社.
- 矿产资源工业要求手册编委会. 2010. 矿产资源工业要求手册. 北京: 地质出版社.
- 李沛刚, 王登红, 雷志远, 等. 2012. 贵州大竹园大型铝土矿稀土元素地球化学特征及其意义. *地球科学与环境学报*, 34(2): 31-40.
- 李中明, 赵建敏, 冯辉, 等. 2007. 河南省郁山古风化壳型稀土矿层的首次发现及意义. *矿产与地质*, (2): 177-180.
- 王银喜, 李惠民, 杨杰东, 等. 2000. 华北古风化壳型稀有稀土矿床的发现及意义. *高校地质学报*, 6(4): 605-606.