

# 瓮安杉树坳铝土矿地质及地球化学特征研究

马 荣,黄隆辉,黄勇灵,杨 梅

(贵州省地质资料馆,贵州 贵阳 550001)

[摘 要] 铝土矿是贵州省的优势矿种之一,但黔南地区铝土矿研究相对薄弱。本文以瓮安杉树坳铝土矿为研究对象,展开了地质特征及地球化学特征等方面的系统研究工作。结果发现:Li、Sc、Ga 含量最高依次在铝土岩、碎屑状铝土矿、炭质泥岩和劣质煤层中,最低均为含黄铁矿或硫铁矿的粘土岩。同时,对“三稀”元素和主量元素之间的关系进行研究,得知  $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$  及 Sc 整体具有相似的变化规律,而  $SiO_2$ 、 $Fe_2O_3$ 、Li 及 Ga,局部具有相似的变化特征。随着铝含量的增加,碎屑状铝土矿中  $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、Sc 具有相似的变化特征,演变至土状—半土状铝土矿中  $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、Ga 具有相似的变化特征的现象。

[关键词] 地质特征;地球化学特征;铝土矿;瓮安;杉树坳

[中图分类号] P618.45;P59 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2019)-03-0239-07

## 1 引言

贵州是我国重要的铝土矿省之一,其资源储量位居全国第四(孙莉等,2018)。就其研究区域而言,主要集中于黔中至黔北一带的小山坝、林歹、仙人岩、后槽、新站、新民、大竹园及瓦厂坪等铝土矿矿床(叶霖等,2007;隗含涛,2013;李玉娇等,2014;李沛刚等,2014;梁厚鹏,2018;龙克树等,2019),近年来黔南地区铝土矿找矿取得了重要的进展,成为贵州重要的铝土矿成矿带。目前对于该区域的铝土矿床还鲜有相关报道。多年来,铝土矿在物质来源、成矿时代、富集机制、伴生有益元素及地球化学特征等方面引起学者关注(刘平等,1993;汪小妹等,2013;金中国等,2015;孙朋飞等,2018;),特别是伴生有益元素中的“三稀”元素,更是现今的研究热点(Goodenough et al.,2017;刘平等,2019;龙克树等,2019)。而杉树坳铝土矿是最新发现的小型矿床,成矿特征明显,是黔南铝土矿床的典型代表,目前对于该矿床

的研究工作还未有效展开,本文以黔南瓮安县杉树坳铝土矿为研究对象,开展其地质特征和地球化学特征等方面的研究。

## 2 地质概况

研究区位于羌塘—扬子—华南板块(IV)→扬子陆块(IV-4)→上扬子地块(IV-4-1)→黔北隆起区(IV-4-1-3)→凤冈南北向隔槽式褶皱变形区(IV-4-1-3(3))(图1a)。区内出露地层由老到新,寒武系娄山关群( $C_{2-3}ls$ )上部为浅灰色、灰色中至厚层微至细粒白云岩,局部夹透镜状;中部为浅灰色厚层至中层状白云岩;下部为灰色、浅灰色中厚层夹薄层微至细粒白云岩。二叠系梁山组( $P_2l$ )为含矿地层,上部为灰黑色至褐黑色薄层炭质页岩夹煤层(多为劣质煤层,黄铁矿结核发育)和浅灰至灰白色薄至中层石英砂岩、细砂岩;中部为浅灰至灰白色铝土岩、铝土页岩和土状、豆觔状、碎屑状铝土矿或铝土岩,下部为褐红色、紫红色铁质浸染铝土页岩、铝土岩或灰绿色厚层含

[收稿日期] 2019-06-18 [修回日期] 2019-08-08

[基金项目] 贵州省地勘基金项目《贵州省凯里—瓮安—龙里地区铝土矿成矿期岩相古地理及控矿因素研究》(黔国土资函[2016])269号。

[作者简介] 马荣(1967—),男,高级工程师,长期从事地质和矿产资源勘查工作。

菱铁矿结核铝土岩,底部常含一层硫铁矿层,称含铝岩系。二叠系栖霞组( $P_2q$ )上部为灰至深灰色厚层微晶灰岩,局部含少量灰黑色燧石结核;中下部为深灰色厚层含燧石结核灰岩和燧石条带灰岩;底部为深灰色厚层灰岩与灰黑色炭质页岩、褐黄色薄层钙质页岩互层。二叠系茅口组( $P_2m$ )为灰至灰白色中厚层至厚层状白云质灰岩,上部含少量燧石条带或团块,下部含白云质团块,岩石局部铁质染现象明显。二叠系吴家坪组( $P_3w$ )上部为灰白至紫灰色页岩夹粘土岩及中厚层细粒砂岩,中部为灰至深灰色中厚层含燧石石灰岩、生物碎

屑灰岩,间夹土黄色粘土岩和页岩,见腕足类化石,下部见厚0~0.8 m煤层,底部为灰色、杂色粘土岩。二叠系长兴组( $P_3c$ )上部为深灰色、灰色中至厚层含燧石生物屑泥晶灰岩,下部为含炭泥质灰岩夹页岩。三叠系夜郎组( $T_1y$ )上部为紫红色钙质粘土岩、页岩夹青灰色、暗灰绿色薄层粘土质灰岩及粉砂质泥灰岩;中部为灰色中至厚层粘土质灰岩夹微晶灰岩;下部为灰绿色粘土岩、页岩夹薄层泥灰岩及泥岩。研究区处于鱼井向斜北段及扬起端,其北部比南部断裂发育,构造形迹主要为北北东向,次为北西西和近东西向断裂(图1b)。

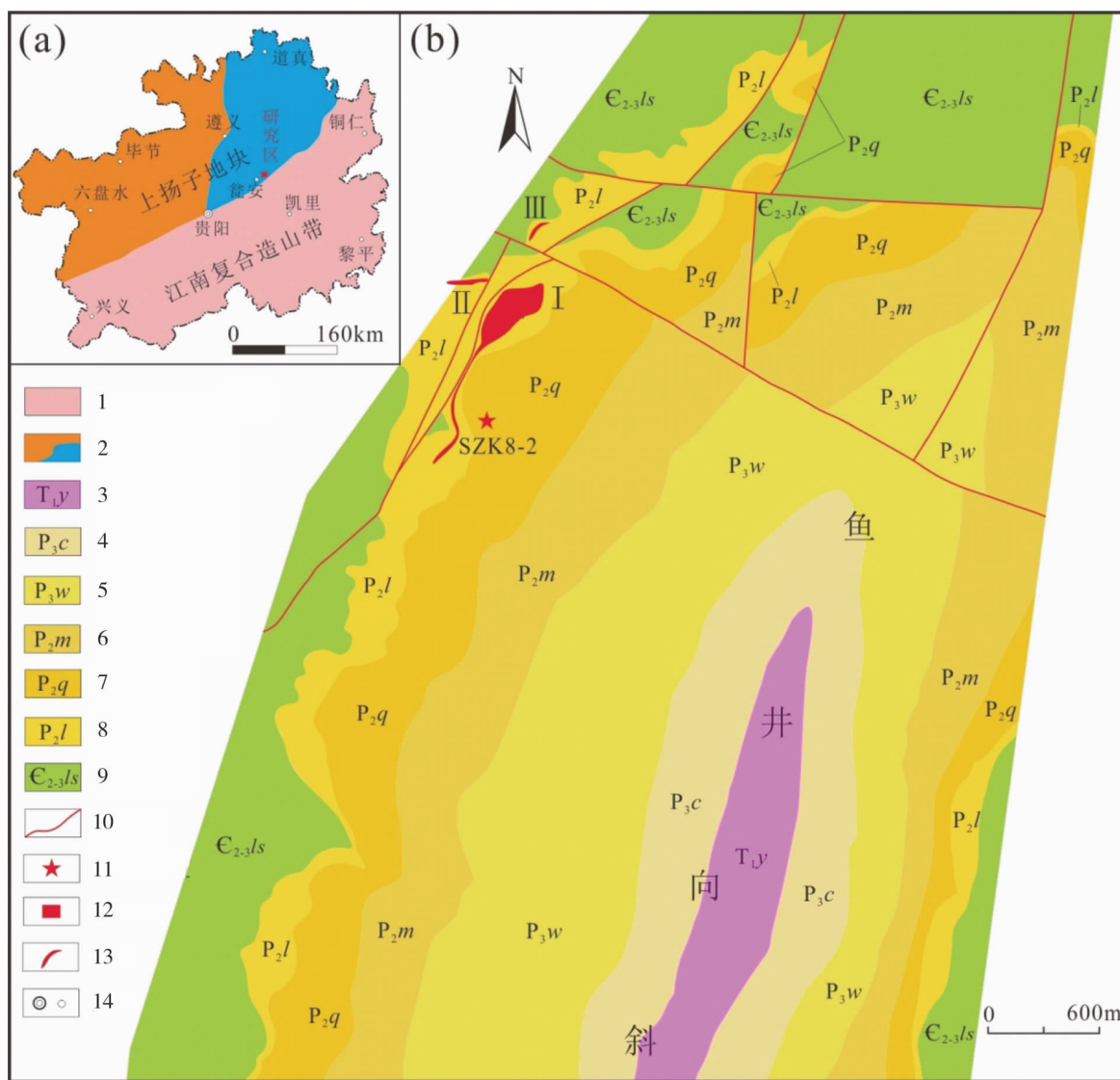


图1 瓮安杉树坳铝土矿构造位置(a)及地质图(b)

(a 据中国区域地质志·贵州志修改,2017)

Fig. 1 Structural location (a) and geological map (b) of the Shanshuo bauxite deposit in Wengan

(A modified according to the Regionl Geolgy of China, Guizhou Province 2017)

1—江南复合造山带;2—上扬子地块;3—夜郎组;4—长兴组;5—吴家坪组;6—茅口组;7—栖霞组;8—梁山组;9—娄山关群;10—断层;  
11—采样位置;12—研究区;13—矿体;14—地名

### 3 矿体特征

区内主要为“一大二小”三个矿体(I、II、III),呈层状、似层状产出(图1b)。I矿体:为多工程控制矿体,矿体长1.13 km,平均真厚度为5.77 m,矿体 $Al_2O_3$ 最高品位80.76%,铝硅比A/S为71.37; $Al_2O_3$ 最低品位50.70%,铝硅比A/S为3.52,矿体单工程 $Al_2O_3$ 平均品位45.87%~79.93%;矿体平均品位66.07%,矿体平均铝硅比7.24。单工程 $SiO_2$ 平均含量1.12%~13.67%,矿体平均含量9.71%;品位变化系数14.72%。II矿体:为单工程(STC04)控制矿体,矿体长约180 m,真厚度4.97 m,矿体 $Al_2O_3$ 最高品位67.56%,最低品位48.67%,平均品位57.04%,平均铝硅比A/S为8.69。III矿体:为单工程(STC08)控制矿体,矿体长约230 m,真厚度2.23 m,矿体 $Al_2O_3$ 最高品位65.63%,最低品位54.24%,平均品位59.07%,平均铝硅比A/S为3.60。

I矿体探获工业品位铝土矿(333+334?)矿

石资源量297.55万吨,其中(333)矿石资源量165.28万吨,(334?)矿石资源量132.27万吨。II矿体的估算(334?)资源量3.78万吨;III矿体估算低品位铝土矿(334?)资源量1.70万吨。综上,该区累计提交新增工业品位铝土矿(333+334?)资源量301.33万吨,其中(333)矿石量165.28万吨,(334?)矿石量136.05万吨。

### 4 样品采集与测试分析

#### 4.1 样品采集

本文研究对象为瓮安杉树坳铝土矿床,为了深入研究该矿床的地球化学特征及其耦合关系并排除表生过程中元素含量的变化,特选取岩心样品作为主要研究对象。样品选取主要考虑样品的新鲜程度,矿石类型的全覆盖以及成矿特征明显的样品,本次实验所选取的样品为钻孔SZK8-2的含矿岩石以及顶底板岩石,样品数共计47件,样品详情见表1。

表1 杉树坳铝土矿主量(%)、微量( $wB/10^{-6}$ )元素含量及A/S比值

Table 1 Major content (%), trace element content ( $wB/10^{-6}$ ) and A/S ratio of Shanshuao bauxite deposit

样品编号	岩性	$Al_2O_3$	$SiO_2$	A/S	$Fe_2O_3$	$TiO_2$	Li	Sc	Ga
H1	黑色炭质泥岩	24.34	45.79	0.53	8.24	1.17	32.65	28.74	52.64
H2	灰白色碎屑状铝土岩	34.85	44.42	0.78	0.57	1.91	183.69	28.11	30.90
H3	灰白色碎屑状铝土矿	58.32	17.98	3.24	3.71	2.73	212.57	47.90	36.50
H4	灰白色碎屑状铝土矿	61.33	16.91	3.63	2.38	2.60	141.08	50.06	36.35
H5	灰白色碎屑状铝土矿	59.52	17.54	3.39	3.57	2.99	207.08	49.90	46.22
H6	灰白色碎屑状铝土矿	57.38	18.58	3.09	3.71	3.28	249.15	43.76	54.56
H7	灰褐色半土状铝土岩	48.97	29.92	1.64	2.38	2.40	389.93	46.67	57.44
H8	黑色劣质煤层	37.40	34.12	1.10	6.43	1.90	357.62	30.15	42.85
H9	黑色致密状铝土岩	45.95	28.60	1.61	4.14	2.25	312.22	33.83	40.78
H10	灰褐色土状铝土矿	65.33	13.91	4.70	1.57	3.04	150.77	37.69	35.11
H11	灰白色半土状铝土矿	78.76	1.88	41.89	1.57	3.39	3.70	21.09	69.00
H12	灰白色半土状铝土矿	79.27	1.30	60.98	1.29	3.24	3.13	18.29	54.95
H13	灰白色半土状铝土矿	79.08	1.81	43.69	1.50	3.12	7.94	20.61	53.99
H14	浅灰绿色粘土岩(黄铁矿层)	12.23	20.84	0.59	40.29	0.68	8.61	33.20	15.58
H15	浅灰绿色粘土岩(黄铁矿层)	14.18	24.90	0.57	35.29	0.68	30.39	21.98	20.54
H16	灰色致密状铝土岩	44.76	34.56	1.30	0.64	2.28	396.09	37.05	31.19
H17	灰色致密状铝土岩	47.34	32.76	1.45	0.71	2.21	376.70	40.93	37.94
H18	灰色碎屑状铝土矿	67.66	12.36	5.47	0.29	3.37	79.50	43.57	34.14
H20	灰色碎屑状铝土矿(局部黄铁矿化)	68.88	8.86	7.77	0.43	3.58	58.84	38.88	30.62
H21	灰色碎屑状铝土矿(局部黄铁矿化)	56.51	24.24	2.33	0.43	2.81	238.39	42.07	34.87

续表

样品编号	岩性	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	A/S	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Li	Sc	Ga
H22	灰色碎屑状铝土矿(局部黄铁矿化)	64.46	14.15	4.56	1.72	3.17	131.06	41.60	33.65
H24	灰色碎屑状铝土矿(局部黄铁矿化)	68.42	11.58	5.91	1.00	3.40	78.19	40.44	33.11
H25	灰色碎屑状铝土矿(局部黄铁矿化)	50.08	28.77	1.74	1.07	2.50	300.10	44.35	40.78
H26	灰色碎屑状铝土矿(局部黄铁矿化)	57.56	21.00	2.74	1.43	2.70	174.52	46.81	37.14
H27	灰色碎屑状铝土矿(局部黄铁矿化)	54.75	15.42	3.55	10.00	2.51	139.21	41.36	37.14
H28	灰褐色铝质粘土岩	39.30	39.57	0.99	1.36	1.66	543.93	37.13	41.70
H29	灰褐色铝质粘土岩	39.11	39.76	0.98	1.43	1.67	589.11	42.66	45.12
H30	灰褐色铝质粘土岩	36.96	40.12	0.92	2.71	1.66	560.91	36.44	40.27
H31	灰白色铝质页岩(黄铁矿层)	38.50	13.82	2.79	24.00	1.85	324.95	31.62	25.31
H32	灰白色半土状铝土矿	56.47	7.76	7.28	13.86	2.57	58.01	28.33	25.91
H33	灰白色半土状铝土矿	65.37	10.80	6.05	4.57	2.97	79.03	41.16	24.88
H34	灰白色半土状铝土矿	59.09	17.61	3.36	4.00	2.89	140.73	46.82	34.32
H35	灰白色半土状铝土矿	41.79	26.52	1.58	10.43	2.04	310.58	55.73	36.56
H36	灰白色半土状铝土矿	69.37	5.02	13.82	5.86	3.13	30.57	43.76	39.82
H37	灰白色半土状铝土矿	63.42	13.00	4.88	4.57	3.14	56.57	48.11	38.51
H38	灰白色半土状铝土矿	62.11	18.62	3.34	1.43	2.28	54.82	32.36	41.13
H39	灰白色半土状铝土矿	55.42	18.02	3.08	7.86	2.38	32.56	43.37	48.97
H40	灰白色半土状铝土岩	36.33	32.81	1.11	10.24	2.14	64.82	42.03	43.72
H41	灰白色碎屑状铝土岩	40.34	36.29	1.11	3.86	2.32	53.56	36.85	53.88
H42	灰褐色粘土岩(硫铁矿层)	31.73	31.08	1.02	16.71	1.61	38.41	27.78	38.80
H43	灰褐色粘土岩(硫铁矿层)	11.18	20.68	0.54	40.36	0.50	15.12	14.47	21.39
H44	灰褐色粘土岩(硫铁矿层)	13.09	24.86	0.53	34.57	0.57	13.83	14.94	24.50
H45	灰褐色粘土岩(硫铁矿层)	10.04	19.06	0.53	42.29	0.46	9.86	13.48	18.38
H46	灰褐色粘土岩(硫铁矿层)	10.02	22.02	0.46	40.81	0.48	10.07	11.76	16.90
H47	灰白色细晶白云岩	4.38	10.54	0.42	1.43	0.16	12.18	6.24	5.99

注:数据分析结果来源中国地质大学(武汉)分析测试中心,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub> 单位为%;Li、Sc、Ga 单位为 10<sup>-6</sup>。

## 4.2 测试分析

新鲜的岩石样品通过清洗表面的污物并放入烘箱进行24小时连续干燥后,用玛瑙研磨器研磨至200目。每个样品粉碎后均使用酒精对研磨器进行清洗以消除交叉污染。选用同一批处理的样品粉末进行主量和微量元素测试分析。

主量元素测试分析和微量元素分析于2018年3月,在中国地质大学(武汉)测试中心完成,其中主量元素采用的硅酸岩全分析方法,分析误差在10%左右。微量元素样品粉末用盐酸和氢氟酸处理,分别去除碳酸盐岩和硅质成分,赶酸仪赶酸后,用2%的稀硝酸稀释定容,利用Thermo fisher ICP-MS进行测定其中的微量元素含量。实验过程中以国标样品(GSR3)进行内部质量监控,精密度和准确度分别为5%和小于5%。

## 5 结果与分析

### 5.1 主量元素含量特征

含矿岩系Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、A/S、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及TiO<sub>2</sub>平均值依次为48.11%(10.02%~79.27%)、21.81%(1.30%~45.79%)、5.97(0.46~60.98)、9.27%(0.29%~42.29%)及2.28%(0.46%~3.58%),其中TiO<sub>2</sub>相对于Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、A/S、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>而言范围变化相对平稳。其中铝土矿Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(62.57%)和TiO<sub>2</sub>(2.91%)的平均值比其非铝土矿(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:30.87%和TiO<sub>2</sub>:1.52%)的平均值高,而SiO<sub>2</sub>和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的平均值与之相反(铝土矿:SiO<sub>2</sub>为14.32%,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为3.68%;非铝土矿:SiO<sub>2</sub>为30.80%,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为

15.85%)(表1)。而导致这一现象的出现,在于铝土矿的形成过程中,铝、钛等元素相对于硅、铁等元素在风化作用的物理化学背景下稳定。

### 5.2 不同岩矿石类型的“三稀”元素含量特征

Li、Sc 及 Ga 元素,不仅是铝土矿的重要伴生有益元素,亦是“三稀”元素之一(王登红等,2013),更是我国重要的战略资源。从表1得知,含矿岩系中 Li、Sc、Ga 的含量平均值依次为  $164.79 \times 10^{-6}$  ( $3.13 \times 10^{-6} \sim 589.11 \times 10^{-6}$ )、 $35.86 \times 10^{-6}$  ( $11.76 \times 10^{-6} \sim 55.73 \times 10^{-6}$ )、 $37.68 \times 10^{-6}$  ( $15.58 \times 10^{-6} \sim 69.00 \times 10^{-6}$ ),其中含量范围变化最小是 Sc,其次为 Ga,最大为 Li。就不同岩矿类型的 Li、Sc、Ga 平均含量而言, Li 平均含量从大到小依次为:铝土岩( $347.1 \times 10^{-6}$ )、炭质泥岩和劣质煤层( $195.14 \times 10^{-6}$ )、碎屑状铝土矿( $167.47 \times 10^{-6}$ )、土状一半土状铝土矿( $77.37 \times 10^{-6}$ )、含黄铁矿或硫铁矿的粘土岩( $56.41 \times 10^{-6}$ ); Sc 平均含量从大到小分别为:碎屑状铝土矿( $44.23 \times 10^{-6}$ )、铝土岩( $38.17 \times 10^{-6}$ )、土状一半土状铝土矿( $36.44 \times 10^{-6}$ )、炭质泥岩和劣质煤层( $29.45 \times$

$10^{-6}$ )、含黄铁矿或硫铁矿的粘土岩( $21.15 \times 10^{-6}$ ); Ga 平均含量从大到小依次为:炭质泥岩和劣质煤层( $47.75 \times 10^{-6}$ )、铝土岩( $42.29 \times 10^{-6}$ )、土状一半土状铝土矿( $41.93 \times 10^{-6}$ )、碎屑状铝土矿( $37.92 \times 10^{-6}$ )、含黄铁矿或硫铁矿的粘土岩( $22.68 \times 10^{-6}$ )。

### 5.3 “三稀”元素与主量元素耦合关系

从图2和表1可知,钻孔 SZK8-2 共有四层两类(碎屑状铝土矿和土状一半土状铝土矿)铝土矿,且含黄铁矿或硫铁矿的粘土岩相间在矿层底部,这与黔中铝土矿含矿岩系“煤—铝—铁”结构类似(Zhang Zhengwei et al., 2013)。对比及分析主量元素和“三稀”元素变化趋势发现:  $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$  及 Sc 整体具有相似的变化规律,而  $SiO_2$ 、 $Fe_2O_3$ 、Li 及 Ga,局部具有相似的变化规律。为进一步分析“三稀”元素与主量元素的耦合关系,做了不同主量与“三稀”元素在不同岩矿石之间的相关性图解(图3)。就不同自然类型的铝土矿而言,土状一半土状铝土矿中  $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$  与 Ga 均为正相关(图3a和3j),其与  $Fe_2O_3$ 、 $SiO_2$  均为负相

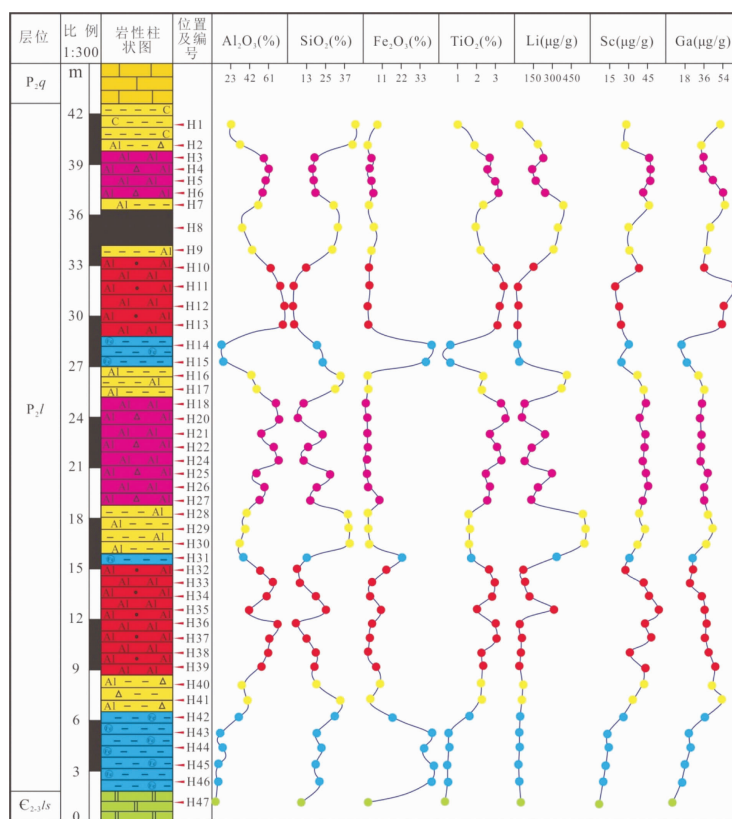


图2 含矿岩系主量元素和“三稀”元素变化趋势对比

Fig. 2 Comparison of variation trend of main elements and “sparse, rare and rare earth” elements in ore-bearing rock series

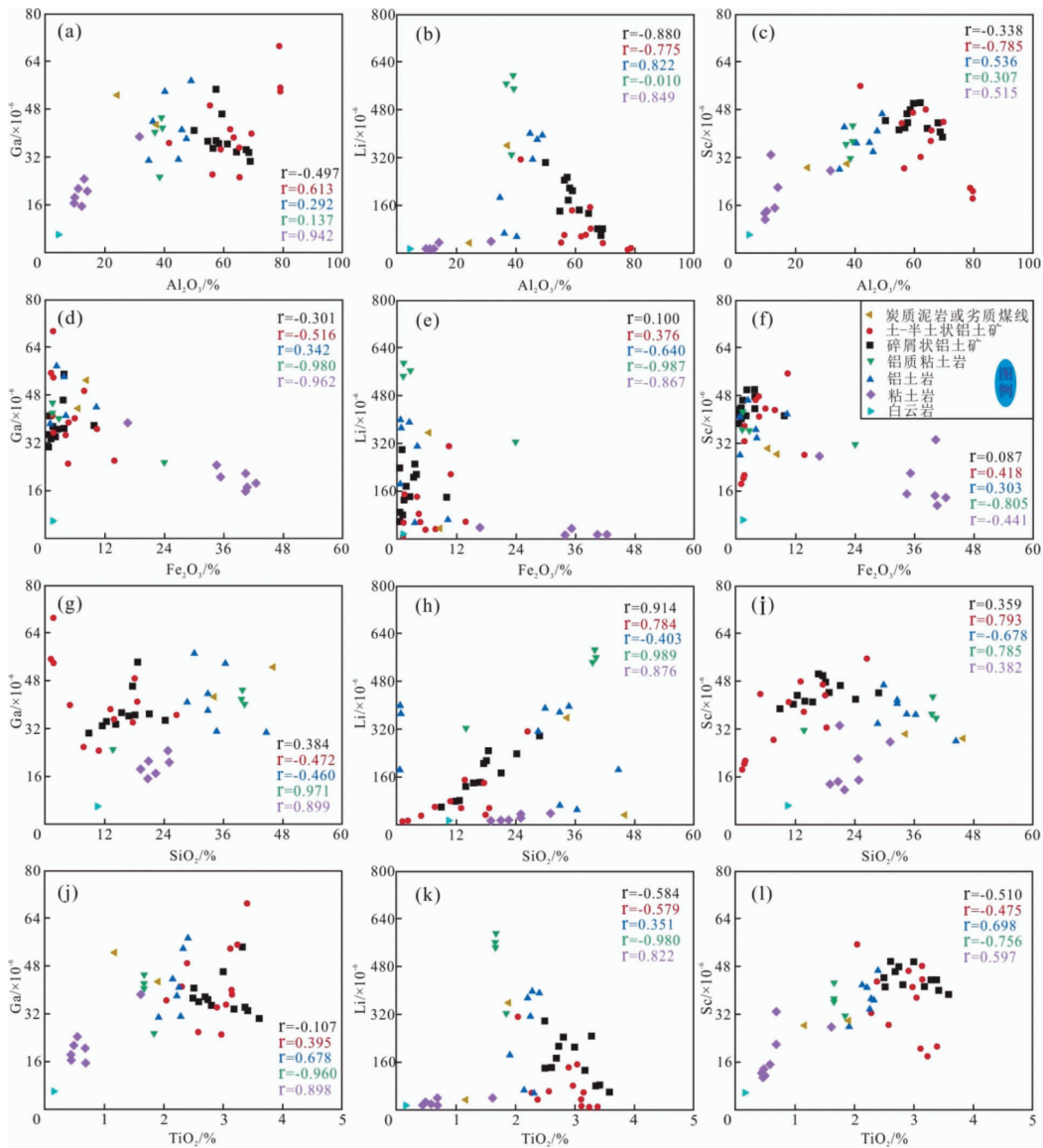


图3 主量元素与“三稀”元素相关性分析

Fig.3 Correlation analysis between main elements and “sparse, rare and rare earth” elements

关的变化规律(图3d和3g);而Li、Sc分别与主量的相关性 Ga 正好相反(图3b-c、3e-f、3h-i、3k-l)。随着 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量的降低,碎屑状铝土矿中 Ga、Li、Sc 分别与 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub> 均为负相关(图3a-c和3j-l),反之与 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> 均为正相关的变化规律(图3d-i)。而在非铝土矿中,“三稀”元素和主量元素的变化规律与铝土矿的变化规律不同,比如在铝土岩中,Ga 和 Sc 分别与 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub> 均为正相关关系(图3a、3c-d、3f、3j、3l),与 SiO<sub>2</sub> 为负相关(图3g和3i);而 Li 与 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub> 均为正相关(图3b和3k),反之与 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> 均为负相关(图3e和3h)。在铝质粘土岩中,Ga、Li 及 Sc 分别与 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的相关性不明显(图3a-c),而与其与 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub> 均为负相关关系(图3d-f和图3j-l),

反之与 SiO<sub>2</sub> 均为正相关(图3g-i)。而在含黄铁矿或硫铁矿的粘土岩中,Ga、Li 及 Sc “三稀”元素与 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> 和 TiO<sub>2</sub> 主量元素之间的相关关系(图3a-c和3g-l),均显示为正相关,反之与 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 均为负相关的变化规律(3d-f)。

### 6 结论

(1)不同岩矿类型的“三稀”元素含量不同,Li 含量最高是铝土岩,其次为炭质泥岩和劣质煤层及碎屑状铝土矿;Sc 含量最高是碎屑状铝土矿,第二为铝土岩;Ga 含量最高为炭质泥岩和劣质煤层,其次为铝土岩和土状一半土状铝土矿;Li、Sc、Ga 含量最小值均在含黄铁矿或硫铁矿的粘



土岩中。

(2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  及 Sc 整体具有相似的变化规律,而  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Li 及 Ga,局部具有相似的变化规律。但是随着铝含量的增加,铝土矿中变化规律特征略有改变,从碎屑状铝土矿中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  及 Sc 相似变化规律,变到了土状一半土状铝土矿的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  及 Ga 的相似变化规律,而 Li 在铝土矿中,均与  $\text{SiO}_2$  具有相似的变化特征。

### [参考文献]

- 贵州省地质调查院编著. 2017. 中国区域地质志·贵州志[M]. 北京:地质出版社,939-941.
- 金中国,周家喜,黄智龙,等. 2015. 黔北务一正一道地区典型铝土矿床伴生有益元素锂、镓和钽分布规律. 中国地质,42(6): 1910-1918.
- 李玉娇,张正伟,周灵洁,等. 2014. 贵州省遵义铝土矿矿物学及地球化学特征[J]. 矿物学报,34(02): 234-246.
- 李沛刚,等著. 2014. 贵州大竹园铝土矿矿床地质、地球化学与成矿规律[M]. 北京:科学出版社,1-212.
- 梁厚鹏. 2018. 贵州小山坝铝土矿伴生锂赋存特征及富集机理探讨[D]. 贵阳,贵州大学(硕士论文).
- 刘平. 1993. 三论贵州之铝土矿——贵州北部铝土矿成矿时代、物质来源及成矿模式[J]. 贵州地质,(02): 105-113.
- 刘平,廖友常,韩忠华,等. 2019. 黔中-渝南铝土矿含矿岩系稀土元素地球化学特征[J]. 贵州地质,36(1):1-9.
- 龙克树,付勇,陈蕤,等. 2019. 黔北铝土矿稀土元素富集机制——以新民铝土矿为例[J]. 矿物学报,39: 1-12.
- 孙莉,肖克炎,姜德波. 2018. 中国铝土矿资源潜力预测评价[J]. 地学前缘,25(03): 82-94.
- 孙朋飞,江思宏,韩宁. 2018. 西澳 Darling Range 地区红土型铝土矿地球化学特征及源区研究[J]. 地质学报,92(03): 587-603.
- 汪小妹,焦养泉,杜远生,等. 2013. 黔北务正道地区铝土矿稀土元素地球化学特征[J]. 地质科技情报,32(01): 27-33.
- 王登红,王瑞江,李建康,等. 2013. 中国三稀矿产资源战略调查研究进展综述. 中国地质,40(2):361-370.
- 魏含涛. 2013. 贵州务正道地区铝土矿矿床地质特征及成矿规律研究[D]. 长沙,中南大学(硕士论文).
- 叶霖,程曾涛,潘自平. 2007. 贵州修文小山坝铝土矿中稀土元素地球化学特征[J]. 矿物岩石地球化学通报,(03): 228-233.
- Goodenough K M, Wall F, Merriman D. 2017. The Rare Earth Elements: Demand, Global Resources, and Challenges for Resourcing Future Generations. Natural Resources Research, 27(2): 201-212.
- Zhang Zhengwei, Zhou Lingjie, Li Yujiao et al. 2013. The “coal-bauxite-iron” structure in the ore-bearing rock series as a prospecting indicator for Southeastern Guizhou bauxite mines. Ore Geology Reviews,53(Complete), 145-158.

## Study on Geological and Geochemical Characteristics of Shanshuao Bauxite Deposit in Wengan

MA Rong, HUANG Long-hui, HUANG Yong-ling, YANG Mei

(Guizhou Province Geological Archive, Guiyang 550001, Guizhou, China)

[Abstract] Bauxite is one of the dominant mineral in Guizhou province, but studies in South Guizhou bauxite is relatively weak. In this paper, ShanShuAo bauxite of Weng'an is chosen for the study object, started systematic research work of geological features and geochemistry. The results showed that the contents of Li, Sc and Ga were highest in bauxite, clastic bauxite, carbonaceous mudstone and low-quality coal seam, and the lowest were all clay rocks containing pyrite or pyrite. Meanwhile, the relationship between rare earth elements, rare and rare elements and major elements is studied. It is known that  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  and Sc have similar laws of variation as a whole, while  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Li and Ga have similar variation characteristics. With the increase of aluminum content,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  and Sc in the debris bauxite have similar change characteristics, and have evolved to the phenomenon of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  and Ga with similar change characteristics in the soil-semi-earth bauxite.

[Key Words] Geological characteristics; Geochemical characteristics; Bauxite deposits; Wengan; Shanshuao