

某些铝土矿中稀土元素的地球化学特征

刘长龄 覃志安

(冶金部天津地质研究院)

本文对山西、河南、四川等地某些铝土矿中稀土元素的分布、配分、比值及其含矿岩系与基底岩石、古陆花岗岩和变质岩中稀土成分的相关系数作了对比研究。据此探讨了铝土矿的物质来源。

关键词: 铝土矿; 稀土元素; 地球化学特征; 物质来源

铝土矿的物质来源是个非常复杂的问题。对此历来争论很大。近年来,一些单位应用稀土元素地球化学来研究铝土矿的物质来源问题,但因各自的出发点不同,得出的结论也截然不同。如施和生等^[1]根据稀土元素特征断定铝土矿质来源于基底碳酸盐岩;真允庆等[●]则认为铝土矿的矿质来源于古陆铝硅酸盐岩。研究铝土矿的物质来源在理论和实践上都有较大的意义,因此我们对我国某些铝土矿中的稀土元素进行了多方面的对比研究,以祈解决其物源问题。

稀土元素含量特征

我国某些铝土矿含矿岩系和基底岩石中稀土元素含量(图1)表明,不同地区的铝土矿中稀土元素含量不同;同一地区的不同位置的剖面其含量也有较大变化,似无变化规律可循。如山西保德自下至上 Σ REE由1071.9→398.43ppm,而在山西另一地方则由441.43→994.77ppm。

铝土矿中稀土元素含量似乎与其成矿时代有一定关系。如山西、河南石炭纪铝土矿中 Σ REE为350.43~1071.9ppm,变化范围较大;四川乐山二叠纪铝土矿中 Σ REE为397.9ppm。

与基底岩石相比,铝土矿含矿岩系中REE含量较高,特别是山西、河南碳酸盐

岩中的含矿岩系。在含矿岩系中,铁质粘土岩REE含量最高,变化也最大,其次是铝土岩、高铝粘土和铝土矿,含量最低的是粘土岩和铁质粘土岩中所夹的铁铝岩及铁矿,这与源岩的风化强度、岩石中粘土矿物含量有关。石炭纪含铝土矿岩系中REE变化较为复杂,如山西保德,自下至上Tb—Lu和Eu的含量渐减,La—Nd、Gd的含量自铝土矿向上、向下均呈渐减;山西的另一地区轻稀土自下而上有升高趋势,重稀土则变化不大;河南西部的含铝土矿岩系中,底部铁质粘土含REE最高,向上突降,再向上则变化不大。四川乐山二叠纪含铝土矿岩系中,Tm自基底玄武岩至顶部,Sm、Tb自玄武岩至铝土岩均为渐增,Eu自下至上呈降低趋势,其他呈升高趋势,这可能由玄武岩逐渐风化且风化产物搬运不远所致。

稀土元素的配分

我国几个铝土矿的稀土元素配分模式如图2所示,其曲线形态相近,Eu在多数铝土矿中呈负异常。不同地区的铝土矿REE配分情况亦有不同,同一地区不同层位稀土配分差异主要表现在 Σ REE不同。

●真允庆、王振玉,“G层”铝土矿稀土元素地球化学初步研究,山西冶金地质情报,1989,第3期。

样品名称	产地	La~Gd logppm					Tb~Y logppm					ΣREE ppm	备注
		-1	0	1	2	3	-2	-1	0	1	2		
高铝粘土 铝土矿 铝土矿 铁质岩 玄武岩	四川 乐山											819.8 1167.22 397.9 123.11 252.145	
硬质粘土 铝土矿 铝土矿 铁质粘土 O ₂ 灰岩	山西 保德											115.818 398.43 1071.9 766.01 21.303	
碎屑状铝土矿 豆腐状铝土矿 含铁粘土岩 铁铝岩 铁矿 O ₂ 灰岩	山西											991.77 141.43 1085.34 446.15 300.08 14.695	据 真允 从等 人数 据
粘土岩 铝土矿 铁质粘土矿 灰岩	河南 西部											337.97 350.43 6027.58 83.93	据 施和 生等 人数 据

图 1 我国某些铝土矿高铝粘土含矿岩系及基底岩石中稀土元素含量变化

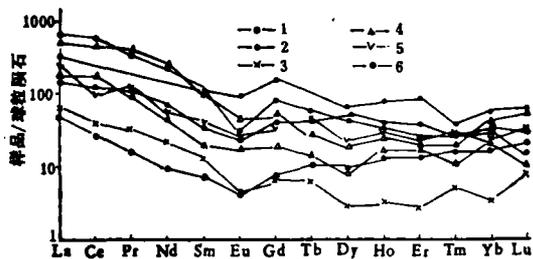


图 2 我国某些铝土矿的稀土元素配分模式

1—黔中铝土矿；2—乐山铝土矿；3—孝义铝土矿；4—保德铝土矿；5—豫西铝土矿；6—平果铝土矿

基底岩石与铝土矿含矿岩系中 REE 的配分情况较为相似 (图略), 有些矿区的差异仅表现在 Eu 配分有所不同。含矿岩系内部各种岩石中 REE 的配分多数情况下相似, 少数情况下个别元素含量变化较大。

在不同地区的铝土矿中, 稀土元素的比值变化较大 (表 1), 如四川乐山铝土矿中 LREE/HREE 只有 1.76, 而山西保德达 11.51。就总体而言, 在特定的含矿岩系中稀土元素比值变化不大, 并有一定的规律性; 有些地区基底岩石与含矿岩系相似, 但不同地区则差别较大。如四川乐山基底玄武岩和含矿岩系的 La/Ce 多为 0.42~0.48, La/Nd 在 1.07~1.41, La 和 Ce、Pr、Nd、Sm、Eu 的比值自下而上都呈增高趋势, Y 与 Gd、Er 的比值则有降低趋势; 山西保德含矿岩系中 La 与 Pr、Nd、Eu 及 Y 与 Gd、Tb、Dy、Yb、Lu 之比值自下而上逐渐升高, 而顶部硬质粘土中稀土元素比值与基底灰岩最为接近; 山西某地铝土矿中的 LREE/HREE、La/Lu、Yb/Lu、Gd/Yb、(La/Lu)_n、(Yb/Lu)_n 等与前寒武纪花岗岩和变质岩比较接近, 而与基底灰岩差别较大 (真允

表 1

我国铝土矿含矿岩系及基麻岩石中稀土元素的比值

样品名称	产地	ΣCe/ΣY	La/Ce	La/Pr	La/Nd	La/Sm	La/Eu	Y/Gd	Y/Tb	Y/Dy	Y/Ho	Y/Er	Y/Tm	Y/Yb	Y/Lu
高铝粘土	四川乐山	5.16	0.42	5.00	1.15	10.00	83.33	4.11	24.67	4.63	21.14	9.74	49.33	8.81	74.00
铝土岩		2.77	0.66	4.44	1.41	9.60	72.73	2.09	14.12	2.82	15.00	8.00	43.64	6.23	92.31
铝土矿		1.76	0.48	4.07	1.10	7.13	21.11	6.69	34.80	4.58	24.86	9.67	87.00	10.88	72.50
铁质岩		3.82	0.46	3.84	1.07	6.64	17.98	27.65	24.74	5.34	21.35	10.68	61.84	9.04	85.45
玄武岩		4.25	0.47	3.62	1.38	6.71	15.16	20.91	25.56	4.11	17.69	6.97	69.70	8.85	1533.33
硬质粘土	山西保德	2.72	0.44	4.00	1.67	9.09	43.48	8.64	22.35	9.05	14.62	7.92	48.72	6.55	1055.56
铝土矿		8.24	0.37	5.46	2.03	1.58	54.62	3.67	32.84	6.67	15.71	5.37	53.66	4.49	62.86
铝土矿		11.51	0.42	3.98	1.19	9.39	51.19	2.12	24.00	4.00	15.65	6.00	45.00	3.27	17.14
铁质粘土		7.26	0.48	3.69	1.19	7.75	24.60	2.60	18.57	3.55	16.25	5.20	46.43	3.55	10.00
O ₂ 灰岩		3.17	0.44	5.71	2.00	12.50	51.28	12.67	42.22	11.18	47.50	38.00	38.00	13.57	253.33
碎屑状铝土矿	山西某地	7.30	0.53	3.11	0.97	4.35	33.12	2.16	454.38	3.61	11.43	125.68	35.80	7.22	43.43
豆腐状铝土矿		2.67	0.31	2.73	0.54	1.88	8.60	2.54	12.57	4.73	16.18	11.10	36.05	8.02	49.88
含铁粘土岩		3.73	0.32	3.09	0.85	3.78	26.36	4.65	18.98	5.66	17.09	8.67	47.62	8.18	64.85
铁铝岩		4.64	0.35	2.25	0.63	3.66	25.51	4.49	12.38	5.26	19.21	6.87	43.08	6.83	50.77
铁矿		1.39	0.56	4.30	0.59	3.28	16.86	5.72	17.26	5.36	17.34	8.81	43.15	11.14	53.70
O ₂ 灰岩	2.32	0.47	3.93	1.33	8.89	28.24	15.79	150.00	8.57	60.00	60.00	15.79	60.00	15.79	7.69
粘土岩	河南西部	1.49	0.62	2.93	0.82	3.08	15.35	4.98	29.29	7.37	24.80	14.16	73.35	13.60	70.34
铝土矿		3.05	1.02	6.47	2.43	10.05	44.15	4.17	17.30	5.72	20.55	8.51	43.17	8.51	39.60
铁质粘土岩		2.19	1.75	19.37	5.18	10.65	36.17	4.19	17.09	4.96	26.93	22.23	109.93	27.96	123.41
灰岩		2.38	0.51	3.30	0.88	3.41	28.32	3.54	16.23	6.18	22.72	18.94	82.06	18.70	67.14
片麻岩		3.82	2.10	5.27	1.29	7.64	22.14	3.57	12.81	6.12	20.60	10.79	58.57	10.25	27.33

庆、王振玉, 1989); 河南西部含矿岩系中, La与Ce、Pr、Nd、Sm的比值自下而上逐渐降低, 而Y与Tb、Dy的比值则逐渐升高。

含矿岩系不同层位与基底岩石各种稀土元素之比值和两者总量之比值, 在多数情况下相近似(图3), 特别是四川乐山和河南西部的铝土矿。因此, 可将稀土总量之比值当作该层相对于基底岩石的富集系数。但有个别元素(如Lu)因其特殊的性质及环境影响使其间差别较大。

有关岩石稀土元素的相关关系

表2列出了铝土矿含矿岩系(基底岩石)与基底岩石(γ_1)、古陆花岗岩(γ_2)和变质岩(γ_3)稀土元素的相关系数。由表2可以看出, 铝土矿含矿岩系与三种岩石稀土元素间相关系数都比较大; 基底岩石与古陆硅酸盐岩(花岗岩、变质岩)稀土元素的相关系数也很高, 全部在0.93以上, 这说明基底岩石的稀土元素可能来自古陆硅酸盐

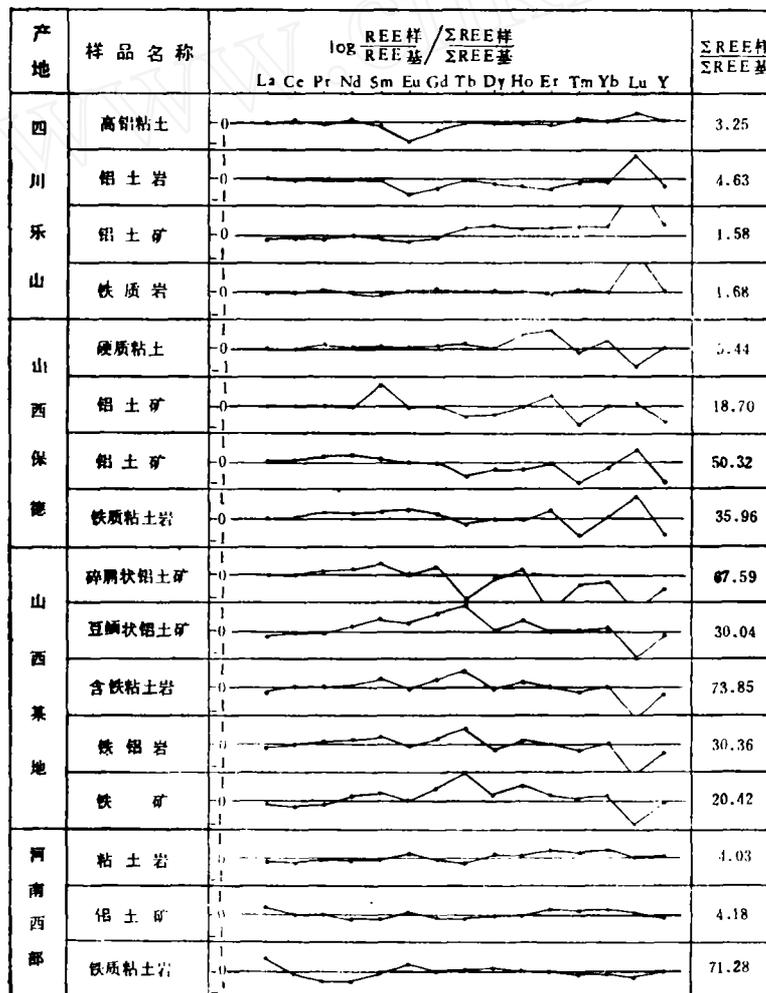


图3 我国部分地区铝土矿含矿岩系与基底岩石中稀土元素比值

岩或与其他相似的岩石。

含矿岩系(基底岩石)与基底岩石(γ_1)、
古陆花岗岩(γ_2)及变质岩(γ_3)稀土元

素相关系数 表 2

样品名称	产地	γ_1	γ_2	γ_3
碎屑状铝土矿	山西	0.8992	0.9865	0.9265
豆瓣状铝土矿		0.9393	0.9518	0.9692
含铁粘土岩		0.9538	0.9835	0.9661
铁铝岩		0.9225	0.9692	0.9540
铁矿		0.8832	0.8903	0.7847
灰岩(基)		1.0000	0.9964	0.9875
硬质粘土	山西保德	0.9983	0.9924	0.9731
铝土矿		0.9348	0.9592	0.8692
铝土矿		0.9349	0.9975	0.9070
铁质粘土		0.9395	0.9989	0.9215
灰岩(基)		1.0000	0.9898	0.9679
粘土岩	河南西部	0.9370	0.7757	
铝土矿		0.9041	0.9339	
铁质粘土岩		0.7661	0.7613	
灰岩(基)		1.0000	0.9398	
高铝粘土	四川乐山	0.9963		
铝土岩		0.9903		
铝土矿		0.9069		
铁质岩		0.9950		
玄武岩(基)		1.0000		

注:山西花岗岩据吴素珍14个样品,变质岩据冀树楷20个样品;河南花岗岩据秦国群22个样品的稀土分析数据。

铝土矿的物质来源

从铝土矿含矿岩系中 REE 的含量变化、比值、配分及其与基底岩石、古陆铝硅酸盐岩石的比较,笔者认为,铝土矿的物质来源是复杂的,可能主要来自基底,也可能主要来自古陆,有些则为两者不同程度的混合,混合程度在各处表现不同。

Geochemical Characteristics of REE in Some Al-deposits of China

Liu Changling Qin Zhi-an

The distribution of REE and their ratios for some aluminium deposits in Shanxi, Henan and Sichuan were investigated. In addition, for the rare earth components in ore-bearing rock series and basement rocks, and in palaeocontinental granite and metamorphic rocks, comparative studies on their correlation coefficients were made respectively. In the light of these studies, the problem on the source material of aluminium deposits is discussed in this paper.

四川乐山从基底岩石向上 REE 含量呈逐步增加、 δEu 呈逐渐变小的趋势,含矿岩系中 REE 的配分曲线与基底岩石的相似,REE 比值从基底向上具较明显的规律性变化,含矿岩系各层中 REE 含量与基底岩石的比值变化不大,各层在 REE 方面与基底岩石的相关系数较大。这些都说明,该区铝土矿主要来源于基底玄武岩的风化产物。玄武岩含铝较高、易于风化的特点也可说明。

山西、河南等地铝土矿与乐山的有一定的相似性,不同的是前者的基底岩石为碳酸盐岩,虽易被风化,但铝含量较低,铝土矿常围绕古陆分布,所以铝土矿可来源于基底碳酸盐岩,也可来自古陆铝硅酸盐岩的风化产物。特别是山西铝土矿,含矿岩系与古陆铝硅酸盐岩在稀土元素方面的相关程度比与其基底的相关程度要高,并且铝硅酸盐岩中铝含量较基底岩石高得多,因此,矿质可能主要来源于古陆铝硅酸盐岩的风化产物。

将铝土矿的稀土元素研究与其微量元素特征(刘长龄、覃志安,1990)、成因矿物学^[3]、成因矿石结构构造^[4]作综合分析,得出结论是一致时,这一结论则较为可靠。

本文据专题组研究成果整理,王双彬参加了部分工作。

参 考 文 献

- [1] 施和生等,中国岩溶,1989,第1期。
- [2] 刘英俊等,《元素地球化学》,科学出版社,1984。
- [3] 刘长龄等,沉积学报,1985,第2期。
- [4] 刘长龄等,河北地质学院学报,1989,第3期。
- [5] 冀树楷等,地质科学,1984,第2期。
- [6] 白瑾主编,《五台山早前寒武纪地质》,天津科学技术出版社,1986。
- [7] 秦国群,河南地质,1987,第2期。