文章编号: 1009-3850(2014) 03-0106-07

沉积与特提斯地质

重庆洪官渡铝土矿床镓元素地球化学特征及其成矿环境探讨

孙 洁¹,赵晓东¹,李军敏¹,陈 莉¹,吕 涛¹,陈 阳²,贾德龙³ (1. 成都地质矿产研究所,四川 成都 610081; 2. 重庆地质矿产研究院,重庆 404100; 3. 中国地质大学,北京 100083)

摘要: 重庆洪官渡铝土矿床伴生 Ga 含量普遍超过了工业综合利用指标。Ga 与 Cr_xTiO_2 呈强正相关 ,与 V 呈中等程 度的正相关 与 Al, O,、Fe, O, 不相关。根据 Sr/Ba、u/Th、Ga/Al 等地球化学指标值特征 判断该铝土矿床的含矿岩系 属海陆交互沉积,但以陆相沉积为主;同时,洪官渡铝土矿床是在以淡水作用为主的弱酸性氧化环境的中形成。

关键词: 镓; 铝土矿床; 地球化学; 成矿环境; 重庆

中图分类号: P595 文献标识码: A

镓是一种典型的分散元素,极少形成独立矿 床 约90%的金属镓来自于铝土矿中伴生镓的回收 利用[13]。金属镓作为一种经济价值高、性能优良 的电子材料,已被广泛用于电子工业和通讯领域。 镓在铝土矿石中的赋存状态主要以类质同象置换 的形式存在于矿物晶格之中,而铝土矿伴生镓的平 均含量常常大大超过铝土矿中镓的综合利用指标, 其综合利用前景十分巨大[1-6]。

重庆市洪官渡铝土矿床是重庆铝土矿带的重 要矿床之一,本文拟依据野外详细剖面观察、化学 数据分析和统计学等研究手段,分析该矿床镓的地 球化学分布特征 探讨镓与铝土矿及其它元素的共 生和伴生关系。并根据典型微量元素特征等推断 铝土矿的形成环境与介质条件,为进一步开展重庆 地区铝土矿及其伴生元素的勘查利用提供新的参 考资料。

地质概况

洪官渡铝土矿区出露三叠系嘉陵江组 $(T_3 j)$ 、三 叠系飞仙关组 $(T_3 f)$ 、二叠系长兴组 $(P_3 c)$ 、龙潭组 (P_3l) 、二叠系茅口组 (P_2m) 、栖霞组 (P_2q) 、梁山组 (P,l)、志留系中统韩家店组(S,h),局部见石炭系 黄龙组(C,h)。(图1)。含矿岩系位于栖霞组灰岩 或梁山组碳质页岩之下,呈假整合覆于志留统韩家 店组(S,h) 粉砂质页岩或石炭统黄龙组(C,h) 灰岩 之上,厚几米至十几米不等。矿体多呈似层状产 出,平面形态呈不规则状。

样品的采集和测试

本研究于洪官渡矿区 5 个探槽 TC001、TC044、 TC046、TC047、TC048 和 TC050 共取得 43 件样品 (图2) ,由国土资源部西南矿产资源监督检测中心 完成薄片制样、样品粉碎和常量元素测试工作,测 试依据为《DZ/T0223-2001》,仪器设备为高分辨等 离子质谱仪(Element2) "测试温度为 20 ± 1℃ ,湿度 为50%。微量、稀土元素测试分析工作由中国科学 院地球化学研究所矿床地球化学国家重点研究室 完成 ,所用仪器为加拿大 PerkinElmer 公司制造的四 级杆型电感耦合等离子体质谱仪(Q-ICP-MS) ,型号 为 ELAN DRC-e。各探槽中样品分布及分析测试结 果见表1。

收稿日期: 2014-02-10; 改回日期: 2014-02-27

作者简介: 孙洁(1984-),女 硕士 助理工程师 地球化学专业。E-mail: sunjie. 1005@ qq. com 通讯作者: 赵晓东(1974-) 女 江程师 从事地质矿产勘查工作。E-mail: 95122115@ 163. com

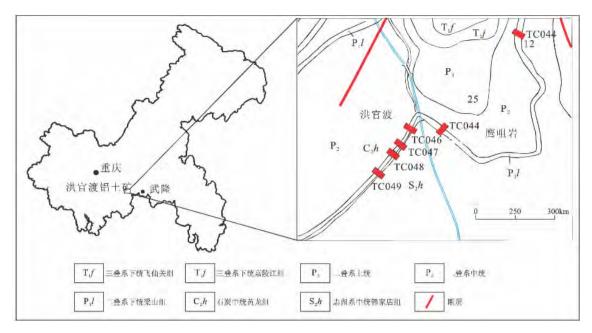


图 1 渝南洪官渡铝土矿区交通位置及区域地质简图(据 1:20 万南川幅地质图修编)

Fig. 1 Location and simplified geological map of the Hongguandu bauxite deposit in Chongqing

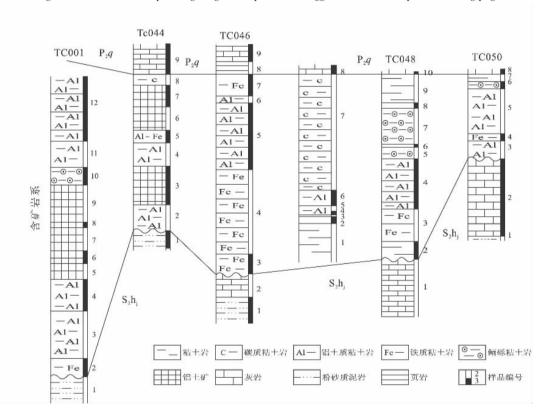


图 2 洪官渡铝土矿床含矿岩系柱状对比图

Fig. 2 Columnar correlation of the ore-bearing rock series of the Hongguandu bauxite deposit in Chongqing

3 镓地球化学特征

3.1 镓的含量特征

洪官渡铝土矿中达到铝土矿工业指标(Al_2O_3 含 al_2O_3 含 al_2O_3)

公室主编的《矿产工业要求参考手册》^[7]的样品有 8 件 其余按 Al_2O_3 含量及 A/S 比值划为铝土岩或粘土岩。镓在含矿岩系中的含量为($18.43 \sim 155$) × 10^6 平均 55.57×10^6 ,镓的含量变化系数 STD = 51 属于不稳定的变化。

表 1 洪官渡铝土矿主要成分及伴生元素分析结果表

Table 1 Major and accessory element contents in the Hongguandu bauxite deposit in Chongqing

样号 TC001-3HF1		A/S	SiO ₂	Al_2O_3	Fe ₂ O ₂	K ₂ O	TiO,	MnO	V	Cr		3.71		D.I			
			-	2 ,	2 - 3	1120	1102	MIIO	v	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Zr	Th	U
mooot 51101	铝质粘土岩	0.86	44.24	37.98	1.37	0.17	2.05	0	293	200	5.07	45.3	26.5	5. 17	602	26.6	4.67
TC001-5HF1	铝土岩	3.07	19.82	60.87	0.9	0.16	2.99	0	234	256	1.08	13	56.1	4.2	796	35.4	10
TC001-6HF1	土状铝土质粘土岩	69.71	1.1	76.68	3.36	0.03	3.22	0	430	163	0.28	3.52	33.6	0.58	1020	24.4	12.5
TC001-7HF1	半土状铝土质粘土岩	88.16	0.9	79.34	0.75	0.03	4.46	0	341	160	0.1	3.01	29.4	0.39	1470	23.2	14.3
TC001-8HF1	豆鲕状铝土质粘土岩	37.64	2. 12	79.8	1.12	0.09	2.28	0	505	209	0.16	2.38	45.7	2.14	744	32.4	10.9
TC001-9HF1	致密块状铝土岩	6.03	11.45	69.05	1.23	0.63	2.31	0	397	193	0.71	10.6	37.8	16.2	719	35.5	10.1
TC001-11HF1	铝土质粘土岩	1.49	32.86	48.87	1.15	0.35	2.43	0	234	208	1.23	23.3	50	10.1	490	39.5	7.59
TC044-1 HF	风化壳	1.06	26.92	28.53	23.18	2.9	0.48	0.06	141.1	144	105.1	105.5	18.92	99.93	163.1	22.37	23.55
TC044-1SZ	粉砂质泥岩	0.63	41.2	25.96	12.29	5.43	1.24	0.03	162	148	39.6	196	36.7	233	208	28.5	6.13
TC044-3HF1	铝土矿	4.05	14. 17	57.38	8.3	1.62	2.91	0.01	213	371	7.01	29.3	66.4	41.4	769	46.9	7.78
TC044-6HF1	铝土岩	2.22	22. 12	49.06	4.52	2.48	7.56	0.01	538	780	13.8	20	155	58.7	2140	126	22.3
TC044-7HF1	豆鲕状铝土岩	1.92	21.78	41.88	9.04	1.36	3.63	0.03	546	788	7.37	10.6	115	32	1140	136	15.9
TC044-8HF	炭质页岩	0.71	34.26	24.22	21.35	5.29	1.1	0.03	335.8	270.4	23.39	55.4	33.75	184	300.8	28.23	13.66
TC044-9HF	灰岩	0.45	5.02	2.25	0.76	0.44	0.09	0.11	54. 16	34.52	2.65	21.33	2.41	19.62	25.26	2.48	5.59
TC046-1 HF1	粉砂质泥岩	0.28	42.61	12.05	5.99	2.68	0.61	0.09	83.2	73.7	16.4	39	16.8	131	107	15.7	2.11
TC046-1HF	灰岩	0.7	3.39	2.36	0.87	0.34	0.08	0.13	18.63	18.73	10.2	26.93	3.37	14. 25	34.44	3.87	0.99
TC046-2HF	风化壳	1.37	24.99	34. 22	10.08	0.67	0.37	0.47	69.46	52.94	313.2	580.4	31.65	32.97	144.3	11.16	9.3
TC046-3HF	铁质粘土岩	0.7	36. 12	25.21	12.55	4.81	0.96	0.04	208	140.2	99. 18	252.6	44.58	177.3	382	35.56	9.06
TC046-4HF1	铁质铝土质粘土岩	0.68	41.36	28.01	11.22	6.36	1.41	0.01	194	220	41.5	138	43.2	204	412	33.1	5.57
TC046-5HF1	致密块状铝土岩	1.35	24.1	32.55	9.98	1.19	2.25	0.03	217	259	35.1	90.8	54	35.8	468	46.5	6.54
TC046-6HF1	致密块状铝土岩	1.49	25.01	37.38	8.4	1.63	5.08	0.02	449	559	9.09	9.66	113	46.4	1590	91.9	13.4
TC046-7HF1	半土状豆状铝土矿	0.87	34.78	30.23	13.99	4.47	5.62	0.01	366	447	8.84	7.69	80.9	135	1780	84	14
TC047-1HF	粘土岩	0.22	69.01	15.28	5.67	3.53	0.71	0.07	83.45	73.19	20.84	58. 17	18.43	145.9	238.5	17. 14	3.28
TC047-3HF	铝土质粘土岩	0.82	39. 14	32.01	12.59	6.72	1.92	0	430	261.9	1.28	21.39	38.95	161.5	567.3	35.76	6.87
TC047-4HF	铝土质粘土岩	0.87	43.07	37.48	2.42	6.06	2.56	< 0.0015	329.4	339.4	0.84	26.06	54.04	166.4	896.9	43.03	7.71
TC047-6HF	铝土质粘土岩	0.95	41.1	39.24	1.16	5.27	3.05	< 0.0015	410.8	233.1	1.04	11.03	64.08	132.6	707.6	44.54	20.39
TC047-7HF1	炭质页岩	0.82	41.87	34. 29	1.77	6.16	1.74	0	414.8	271.8	14.57	64.1	35.9	227.6	580.8	33.31	12.24
TC047-7HF2	炭质页岩	0.6	41.06	24.49	12.78	6.15	1.46	0.01	257.3	151.2	0.43	9.22	52.04	163.4	441	29.81	17.97
TC048-1 HF	微晶灰岩	0.17	16.34	2.72	3.37	0.6	0.18	0.33	22.5	18.7	5.89	14.2	3.72	27.1	35.8	5.05	1.41
TC048-2HF	水云母粘土岩	0.66	43.98	28.93	4.5	6.8	1.34	0.01	240	194	14	29.9	50.5	232	248	29.6	4.46
TC048-3HF	铁质粘土岩	0.81	26.62	21.47	34.75	3.67	0.96	0.01	185	197	24.8	62.8	24.5	96	257	22.9	7.25
TC048-4HF	水云母铝土质粘土岩	0.83	43.31	36.04	2.1	6.04	2.11	0	239	242	4.77	40.1	47.4	192	641	38.8	8.34
TC048-5HF	豆鲕状铝土质粘土岩	0.88	43.26	38.22	0.94	1.68	2.44	0	242	227	3.23	34.4	42.7	55.8	772	46.3	11.1
TC048-6HF ₹	致密块状铝土质粘土岩	1.03	38.9	40. 14	1.44	0.48	2.6	0	298	197	4.75	35.4	44	14.2	598	46.2	13.8
TC048-7HF	豆鲕砾状铝土质粘土岩	1.56	30.54	47.69	2.04	0.77	2.67	0.02	264	238	42.8	124	67.7	20.3	710	44.1	16.7
TC048-8HF	致密块状粘土岩	1.04	38.88	40.46	1.23	1.32	2.36	0	268	236	5.27	47.1	56.7	39.6	629	47.3	16.5
TC050-1 HF	粉砂质泥岩	0.28	61.1	17.09	3.58	4.43	0.84	0.04	105	85.9	16.3	44.9	22.8	179	149	20.8	2.41
TC050-2HF	细晶灰岩	0.56	6.01	3.37	5.41	0.74	0.13	0.23	27.1	17.5	16	40	5.7	37.3	34.5	5.84	2.51
TC050-3HF	水云母粘土岩	0.73	45.34	33.21	1.59	8.45	2.03	0	276	337	1.19	13.2	30.6	205	517	21.6	7.97
TC050-4HF	铁质粘土岩	0.79	35.1	27.7	19.46	6.8	1.9	0	286	279	1.93	12.3	42.7	149	578	45.8	8.29
TC050-5HF	铝土质粘土岩	0.8	43.92	35.35	1.17	8.04	3.31	0	378	376	0.2	5.94	61.1	212	1260	66.4	11.2
TC050-6HF	铝土质铁质粘土岩	0.78	44.38	34.52	1.68	7.88	2.87	< 0.0015	308	231	0.4	4.99	65	212	801	59.4	15.6
	致密块状花斑状粘土岩	0.78	44 00	24 96	1.39	8.16	2.65	< 0.0015	309	218	0.51	11.9	63.1	237	674	50.8	15

注: SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、TiO₂ 单位为 10⁻² ,Ga、Zr、Cr、V、Ni、Rb、Co、Th、U 单位为 10⁻⁶

3.2 镓与含矿岩系中主要成分的关系

4 讨论

古风化壳再沉积型铝土矿本身的形成机理就相当复杂,在漫长的地质作用过程中,经历了无数次的物理、化学风化及各种能影响到矿物组分、结构、构造等发生变化的地质作用。重庆铝土矿是古风化壳再沉积型,原岩中的伴生镓元素在漫长的地

洪官渡铝十矿中伴生元素 Zr 含量为(25.26~

2147) ×10⁻⁶ Cr 含量为(17.5~788) ×10⁻⁶ V 含量

(18.63~546)×10⁻⁶; Ga 与以上 3 种元素相关系数

分别为: Ga-Zr: 0.725, 呈强的正相关关系, Ga-Cr:

0.892 ,呈强的正相关关系 ,Ga-V: 0.593 ,呈中等强

度的正相关关系。相关性计算见表 2。

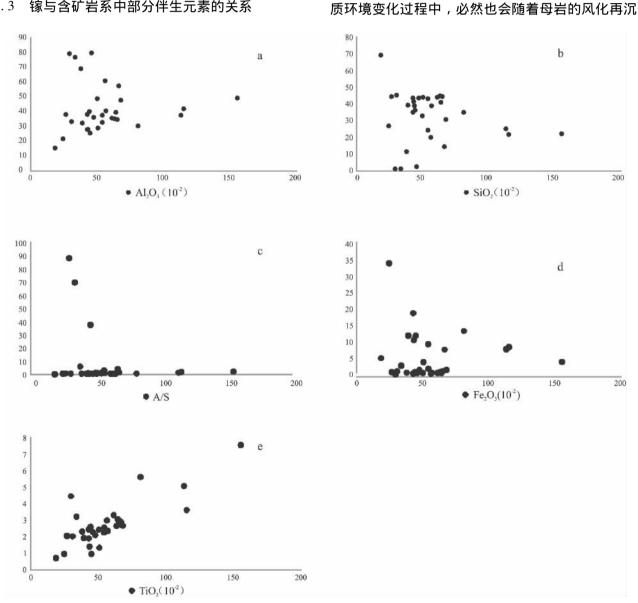


图 3 镓与含矿岩系中部分元素离散图(横坐标为 Ga(10⁻⁶))

Fig. 3 Scatter diagrams for the element gallium and other elements in the ore-bearing rock series

表 2 含矿岩系中部分元素相关系数表

Table 2 Correlation coefficients for some elements in the ore-bearing rock series

	A/S	Al_2O_3	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	V	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Zr	Th	U
A/S	1	0. 731	-0. 186	0. 207	0. 272	-0. 211	-0. 186	-0. 226	-0. 227	-0. 392	0. 275	-0. 245	0. 145
Al_2O_3		1	-0. 453	0. 343	0. 458	-0.009	-0. 354	-0. 366	0. 0313	-0. 659	0. 345	-0. 054	0. 301
$\mathrm{Fe_2O_3}$			1	-0. 187	-0. 18	0. 082	0. 355	0. 273	-0. 055	0. 151	-0. 153	0. 031	-0. 267
${\rm TiO_2}$				1	0. 656	0. 727	-0. 289	-0. 419	0. 791	-0. 278	0. 967	0. 733	0. 703
V					1	0. 632	-0. 374	-0. 482	0. 593	-0. 238	0. 6784	0. 623	0. 603
Cr						1	-0. 147	-0. 273	0. 892	-0. 086	0. 709	0. 928	0. 466
Co							1	0. 965	-0. 028	0. 144	-0. 266	-0. 077	-0. 157
Ni								1	-0. 163	0. 141	-0. 398	-0. 207	-0. 233
Ga									1	-0. 089	0. 725	0. 932	0. 655
Rb										1	-0. 229	-0. 081	-0. 209
Zr											1	0. 711	0. 639
Th												1	0. 601
U													1

N=31,**. 在 0.01 水平(双侧) 上显著相关,*. 在 0.05 水平(双侧) 上显著相关

表 3 含矿岩系指示性微量元素对比值

Table 3 Indicator trace elements/contents ratios in the ore-bearing rock series

Table 3 Indicator trace elements/contents ratios in the ore-bearing rock series										
	Ga/Al	Sr/Ba	Rb/K	V/Cr	Ni/Co	U/Th				
TC001-3HF1	0.70	1. 34	0. 0147	1. 47	8. 93	0. 18				
TC001-5HF1	0. 92	2. 44	0. 0127	0. 91	12. 04	0. 28				
TC001-6HF1	0.44	2. 45	0. 0093	2. 64	12. 66	0. 51				
TC001-7HF1	0. 37	2. 57	0. 0063	2. 13	29. 22	0. 62				
TC001-8HF1	0. 57	8. 69	0. 0115	2. 42	14. 78	0. 34				
TC001-9HF1	0. 55	0. 99	0. 0124	2. 06	14. 91	0. 28				
TC001-11HF1	1.02	0. 59	0. 0139	1. 13	18. 94	0. 19				
TC044-3HF1	1. 16	0. 24	0. 0123	0. 57	4. 18	0. 17				
TC044-6HF1	3. 16	0. 11	0. 0114	0. 69	1. 45	0. 18				
TC044-7 HF1	2. 75	0. 16	0. 0114	0. 69	1. 44	0. 12				
TC046-3HF	1.77	0. 66	0. 0178	1.48	2. 55	0. 25				
TC046-4HF1	1. 54	0. 87	0. 0155	0. 88	3. 33	0. 17				
TC046-5HF1	1.66	1. 13	0. 0145	0. 84	2. 59	0. 14				
TC046-6HF1	3. 02	0. 12	0. 0137	0.80	1.06	0. 15				
TC046-7HF1	2. 68	0. 07	0. 0146	0. 82	0. 87	0. 17				
CTC047-1 HF	1. 21	0. 15	0. 0199	1. 14	2. 79	0. 19				
TC047-3 HF	1. 22	0. 13	0. 0116	1. 64	16. 71	0. 19				
TC047-4HF	1.44	0. 09	0. 0132	0. 97	30. 86	0. 18				
TC047-6HF	1. 63	0. 07	0. 0121	1. 76	10. 56	0.46				
TC048-2HF	1.75	0. 27	0. 0165	1. 24	2. 14	0. 15				
TC048-3HF	1. 14	0. 16	0. 0126	0. 94	2. 53	0. 32				
TC048-4HF	1. 32	0. 08	0. 0153	0. 99	8. 41	0. 21				
TC048-5HF	1. 12	0. 13	0. 0160	1. 07	10. 65	0. 24				
TC048-6HF	1. 10	0. 11	0. 0143	1.51	7. 45	0.30				
TC048-7HF	1.42	0. 25	0. 0127	1. 11	2. 90	0.38				
TC048-8HF	1.40	0. 27	0. 0145	1. 14	8. 94	0. 35				
TC050-3HF	0. 92	0. 20	0. 0117	0. 82	11. 09	0. 37				
TC050-4HF	1. 54	0. 08	0. 0106	1. 03	6. 37	0. 18				
TC050-5HF	1.73	0. 04	0. 0127	1.01	30. 15	0. 17				
TC050-6HF	1.88	0. 10	0. 0130	1. 33	12. 35	0. 26				
TC050-7HF	1.81	0. 07	0. 0140	1. 42	23. 43	0.30				

积而发生相应的物理迁移。而稀土元素在地质体中,一经存在便很少受地质作用的影响。因此,铝土矿(岩)中的微量元素对其源岩具有一定的继承性,常以类质同象形式进入含铝矿物中,与铝土矿中的铝元素成一定程度的共生关系,它们常呈的正比或定比关系。换句话说,镓及其它稀土、微量元素的含量特征能有效地指示铝土矿的沉积成矿环境。

由于镓在自然界中很少见独立矿物,依据镓与铝土矿中微量元素的相关性能够很好的推断成矿环境;通过稀土元素分析,可为岩石、矿床的形成条件提供大量地球化学信息,并且稀土元素的分布特点可以很好的说明矿床的形成环境,因此利用有关图解可以将元素的地球化学关系明显地展现出来。

4.1 镓与含矿岩系元素相关性

含矿岩系中普遍含 Ga 最高达到 155×10^6 绝大多数超过 Ga 工业利用指标(20×10^6)。 Ga 是典型的分散元素 ,具亲氧、亲硫性 ,与 Al 在原子体积、电子构型、电负性、电价、电离势、原子和离子半径等方面非常相似,所以 Ga 与 Al 的地球化学参数相近,二者之间存在着最大程度类质同象的可能性 $[^{9]}$ 。从 Ga 与 Zr、Cr、V、Ti 之间呈现出中等-强的正相关关系来看,说明 Ga 可能也赋存于含 Zr、Cr、V 的矿物中 $[^{10]}$ 。 黔北务-正-道地区铝土矿中 Ga 赋存于金红石和锆石中 $[^{3]}$,但是本矿区 Ga 是否如此仍需进一步研究。

4.2 微量元素对矿床沉积环境的指示

微量元素常用作划分沉积环境的参数^[11-2],含矿岩系中部分微量元素值及其元素对比值结果见表 1、3。

- (1) Sr 与 Ba 的比值也可用来划分沉积相 $^{[13]}$,普遍认为 Sr/Ba < 1 为陆相沉积 $_{\rm S}r/Ba > 1$ 为海相沉积 $_{\rm C}r/Ba > 1$ 表明含矿岩系中有 6 个样品 Sr/Ba > 1 表明含矿岩系形成以陆相沉积为主 成岩过程中伴随海水的入侵。
- (2) V 元素是变价还原敏感元素 ,其在地球化学循环中的行为很大程度上受控于沉积环境内的氧化还原条件的变化 ,是探讨氧化还原状态变化的有效示踪剂 $^{[13]}$ 。洪官渡矿床中 V 元素含量大于 $^{110}\times 10^{-6}$ 指示含矿岩系为陆相沉积。
- (3)含矿岩系全部样品的 U/Th 比值均小于 0.75 根据 U/Th 比值反映氧化与还原环境的划分标准^[14],推断研究区含矿岩系均为氧化环境的产物。

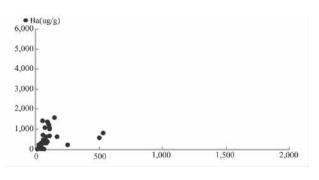


图 4 含矿岩系 Ba-Sr 图解

Fig. 4 Ba vs. Sr diagram for the ore-bearing rock series

- (4) 从 V/Cr 比值来看 A 个样品处于氧化与还原环境的过渡区 ,多数属于典型氧化环境(V/Cr < 2) $\mathbb{R}^{[12]}$ 。
- (5)有研究表明^[10], Ga/Al 比值能用来有效指示铝土矿(粘土岩)形成过程中介质酸碱度的变化情况。本次所取样品的 Ga/Al 比值变化范围主要集中在 0.37~2.12 表明成矿介质酸碱度的变化幅度较小;又因 Ga 含量较稳定,且含矿岩系矿物组合中含黄铁矿、高岭石等矿物,可以推断介质很可能为酸性。

5 结论

- (1)该矿床中镓含量普遍超过了工业综合利用的最低指标。
- (2) 通过 Sr/Ba 比值以及稀土元素分布模式推断 矿床的成矿环境是以陆相沉积、淡水作用为主的海陆交互环境。
- (3) U/Th 比值和 V/Cr 比值绝大多数分布在 0.1~0.73 和 0.5~2.04 之间 ,由此可以判别含矿岩 系形成典型的氧化环境;
- (4) Ga/Al 比值变化范围主要在 0.37~2.12 之间 成矿介质酸碱度存在小幅度变化; 从含矿岩系矿物组合中含黄铁矿、高岭石等矿物,可以推断介质很可能为酸性。

致谢:本文是"渝东地区地质构造演化及铁铝基地研究"和"重庆市大佛岩、吴家湾、申基坪铝土矿区铝土矿伴生钪、锂、镓综合评价"的成果,野外取样工作中得到重庆市地调院、重庆市地勘局 107地质队的帮助;由国土资源部西南矿产资源监督检测中心完成薄片制样、样品粉碎和常量元素测试工作;微量、稀土元素测试分析工作由中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点研究室完成;在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1] 汤艳杰 贾建业 刘建朝. 豫西杜家沟铝土矿中镓的分布规律及控制因素浅析[J]. 地质与勘探 2001 37:9-12.
- [2] 杨中华,孙思磊,孟建寅.山西铝土矿分散元素镓富集特征 [J].资源与产业 2011,13(6):106-109.
- [3] 鲁方康 黄智龙 金中国 周家喜 ,丁伟 谷静. 黔北务-正-道地 区铝土矿镓含量特征与赋存状态初探 [J]. 矿物学报 2009 29 (3):373-379.
- [4] 潘桂棠 等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质 2009 36 (1):1-28.
- [5] 万桂梅 等. 黔中隆起及邻区分带性变形特征[J]. 地质学报, 2008 82(3):317.
- [6] 李军敏,尹福光,陈阳,等.渝南大佛岩矿区铝土岩系炭质页岩孢粉组合特征及其意义[J].古生物学报 2012 51(4):508 -517.
- [7] 全国矿产储量委员会. 矿产工业要求参考手册[M]. 北京: 地质出版社 ,1987.55.

- [8] 叶霖 潘自平 程曾涛. 贵州修文小山坝铝土矿中镓等伴生元素分布规律研究[J]. 矿物学报 2008 28(2):105-111.
- [9] 刘英俊. 某地铝土矿中镓的地球化学特征[J]. 南京大学学报 (地质学) ,1963 ,3(1):93-100.
- [10] 刘英俊. 我国某些铝土矿中镓的若干地球化学特征[J]. 地质论评 1965 23(1):42 -49.
- [11] 郑荣才 柳梅青. 鄂尔多斯盆地长6油层组古盐度研究[J]. 石油与天然气,1999 20(1):
- [12] 王国平,刘景双,翟正丽. 沼泽沉积剖面特征元素比值及其环境意义-盐碱化指标及气候干湿变化[J]. 地理科学 2005, 25(3):
- [13] 刘宝珺. 沉积岩石学[M]. 北京: 地质出版社 ,1980.406.
- [14] 腾格尔 刘文汇 徐永昌 等. 缺氧环境及地球化学判识标志的探讨—以鄂尔多斯盆地为例[J]. 沉积学报 2004 22(2): 365-372.
- [15] 李军 桑树勋 林会喜 等. 渤海湾盆地石炭二叠系稀土元素特征及其地质意义[J]. 沉积学报 2007 25(4):589-596.

Geochemical signatures and mineralization environments of the element gallium from the Hongguandu bauxite deposit in Chongqing

SUN Jie¹, ZHAO Xiao-dong¹, LI Jun-min¹, CHEN Li¹, LU Tao¹, CHEN Yang², JIA De-long³ (1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Chongqing Institute of Geology and Mineral Resources, Chongqing 404100, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: The accessory element gallium contents in the Hongguandu bauxite deposit in Chongqing are greater than the minimum industrial indices for the multipurpose utilization. It is inferred from the geochemical indices such as Sr/Ba, U/Th and Ga/Al ratios that the ore-bearing rock series should belong to the continental-dominated marine-continental alternative deposits in the bauxite deposit. There is a highly positive correlation of Ga contents with Cr and TiO_2 contents and a moderately positive correlation of Ga contents with V contents, while no correlation with Al_2O_3 and Fe_2O_3 contents. It follows that the Hongguandu bauxite deposit in Chongqing resulted from the freshwater processes in the weakly acidic oxidized environments.

Key words: gallium; bauxite deposit; geochemistry; metallogenic environment; Chongqing