

陕西镇坪洪阳地区碱性次火山岩中 稀有稀土元素地球化学特征

贾润幸^{1,2}, 赫英¹, 郭键³, 林源⁴, 宋华平³

(1. 西北大学地质系, 西安 710069; 2. 有色金属矿产地质调查中心北京地质调查所, 北京 100814;
3. 西北有色地质研究院, 西安 710054; 4. 吉林石油集团有限责任公司地质录井公司, 松原 131100)

[摘要] 文章介绍了镇坪洪阳地区的区域地质概况和成矿地质条件; 碱性岩的岩性组合主要以灰黑色粗面岩为主, 并含有角砾熔岩、正长斑岩、正长细晶岩等。稀土、稀有元素主要富集于灰黑色粗面岩中, 而在其他岩石类型中相对较少, 同时岩石的片理化、黄铁矿化、硅化和碳酸盐化对稀土、稀有元素有进一步的富集作用; 提出了本区的碱性岩组合具有次火山岩相的特征, 讨论了本区碱性岩的成因, 认为其与湖北庙垭地区的碱性岩可能均来自上地幔, 并不同程度地污染了大陆壳的物质成分, 其形成时代与断裂构造带的发生、发展和演化基本同步。

[关键词] 碱性岩 成因分析 稀有稀土元素 富集规律 秦岭

[中图分类号] P588.15; P59 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2004)05-0056-05

0 前言

碱性岩类总的特征是碱质(Na, K)含量高, SiO₂一般不饱和, 富含稀土、稀有元素及挥发组分, 化学成分变化大, 岩石类型复杂。关于碱性岩的来源多数学者认为来自地幔, 主要与来自上地幔的部分熔融及地幔来源的玄武岩浆的分异作用有关^[1~5]。杜乐天(1996, 1998)通过对地幔岩中浆胞的研究进一步把玄武岩的演化划分为不同的阶段, 并提出了排浆时差的概念, 认为从原始岩浆的产生到熔体的汇合, 排浆时差约数十 Ma, 这一阶段产生的是富 K 岩浆; 随着深部地幔流体的加入, 带进大量的 Na 质、挥发分和不相容元素, 原始熔体逐渐汇集成囊、成库并进而形成深部的玄武岩浆房, 再到其喷出地表, 这一阶段的排浆时差约数 Ma, 产生的是富 Na 岩浆^[2]。碱性岩可形成于大陆板块内部、克拉通、大洋板块以及造山带(后造山期)后的各种拉张构造背景。现有资料表明, 在已知的 23 个世界超大型稀有、稀土矿床中与碱性岩类岩石有关的矿床多达 14 个^[3]。

陕西镇坪地区分布有大量的碱性岩, 出露面积超过 100 km², 但以往工作程度较低, 仅作过 1: 20

万地质填图和矿产调查。前人^[1,4,6~9]对本区碱性岩的研究多是区域性的概括, 涉及本区的具体研究较少, 为了查明本区碱性岩中稀有稀土元素的分布情况, 作者通过对陕西镇坪县洪阳、湖北竹山县庙垭等地区的大量野外调研, 在此基础上对该区做的一些初步总结, 旨在为进一步在本区开展稀有稀土元素找矿工作提供帮助。

1 区域地质概况

工作区位于秦岭造山带平利隆起南缘的早古生代安康大陆边缘裂谷之内。平利隆起由中元古代—晚元古代火山岩系组成。隆起与盖层之间沉积了一套以硅质岩、重晶石岩和黄铁矿板岩为主的热气—喷流岩, 时代为震旦—寒武纪。盖层为寒武系—志留系沉积物, 上部为泥板岩夹粗面岩、凝灰岩, 中部为炭钙质板岩夹炭质板岩, 下部为含炭泥砂质灰岩。其中早志留统由大贵坪组和梅子垭组组成。大贵坪组由炭泥质板岩、炭砂质板岩夹炭质粉砂岩、角砾状粗面岩组成; 梅子垭组由泥质板岩、粉砂质千枚岩、凝灰质砂岩、薄层灰岩组成。

区域内断裂构造以近 EW 向规模较大, NWW 向次之(图 1)。

[收稿日期] 2003-06-30; **[修订日期]** 2003-10-27; **[责任编辑]** 余大良。

[基金项目] 国家重大基础研究规划项目(编号: 2001CB409805)资助。

[第一作者简介] 贾润幸(1969 年—), 男, 2000 年毕业于长安大学, 获硕士学位, 在读博士生, 工程师, 现主要从事岩石、矿物、矿床学和地球化学方面的研究工作。

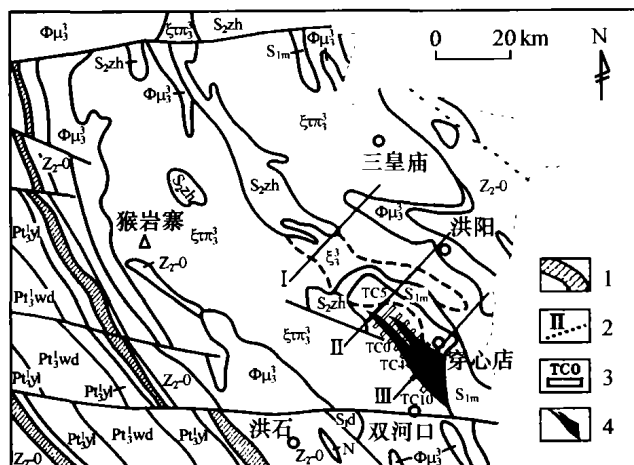


图1 陕西镇坪洪阳地区地质略图

(据1:20万平利幅修编,1965)

S_{2zh} —竹溪群:灰岩、泥质条带灰岩、灰质泥砂岩、含礁灰岩的灰质板岩、灰质砂岩; S_{1m} —梅子垭组:泥质板岩、砂质板岩、含炭质条带的泥质板岩、砂岩、灰岩、凝灰质砂岩; S_{1d} —大贵坪组:炭质板岩、炭质砂质板岩、粉砂岩; Z_2-0 —炭质板岩、硅质岩、白云岩、砂质灰岩、绢云母千枚岩、变质火山岩; Pt_{1yl} —耀岭河岩组:火山砾岩、凝灰岩、钠长绿泥片岩、绢云母石英片岩夹炭质板岩、硅质岩; Pt_{1wd} —武当山岩群:绢云母绿泥片岩夹炭质板岩、硅质岩; ξ_3^1 —黑云母正长岩、正长斑岩、歪正细晶岩; $\xi_{\tau\pi_3}$ —碱性粗面斑岩、熔岩角砾岩、凝灰熔岩等; ϕ_{μ_3} —辉石玢岩、玢岩凝灰岩、火山角砾岩; N —基性岩脉;1—炭质硅质岩、硅质岩;2—地化剖面;3—探槽;4—矿化体

该区岩浆活动较强,总的表现为浅成侵入,部分为溢出岩相,多呈岩墙、岩床产出。矿区发育的岩浆岩主要有碱性灰黑色粗面岩、粗面斑岩、熔岩角砾岩等,局部可见正长斑岩、正长细晶岩及大量的辉长玢岩、玢岩凝灰岩、火山角砾岩等。岩浆侵入时代以加里东期为主(区域同位素年龄资料表明基性辉长岩的年龄为355.12Ma,碱性岩的年龄为261.95Ma)^[4]。

区内矿产有洪石大型金红石矿床以及众多的煤、黄铁矿、重晶石矿床和铁、铜、钒、钼等矿点(矿化点)^①。邻区主要有湖北竹山庙垭超大型铌稀土矿床。

区内洪石金红石矿分布在断层发育的地段,主要受蚀变基性岩(多已碳酸盐化)控制,含金红石岩脉成群成带出现,呈脉状、扁豆状和透镜状产出,并有尖灭再现现象。金红石矿带长3.5~4.5 km,宽1.8~2.3 km。主要钛矿物为金红石和榍石。

2 洪阳地区次火山岩稀土稀有元素

2.1 稀有元素

对镇坪洪阳地区采用1:2000地化剖面进行 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 和 ΣRE_2O_3 异常查证。表1数据表明稀有元素矿化主要分布在灰黑色粗面岩中, Nb_2O_5 含量一般0.0404%~0.059%,远低于湖北庙垭矿区(庙垭矿区正长岩类中 Nb_2O_5 含量0.076%~0.128%,碳酸岩类中 Nb_2O_5 含量0.08%~0.14%^[6]), Ta_2O_5 含量为0.0034%~0.0044%,其他岩石类型如正长斑岩、细粒黑云正长岩、正长细晶岩、蚀变泥质板岩(接触带)、蚀变基性岩脉(含金红石)等 Nb_2O_5 的含量相对较少。

表1 镇坪洪阳地区原生矿化探样分析结果表 $\omega_B/\%$

岩性	Nb_2O_5	Ta_2O_5	ΣRE_2O_3	样数/个
粗面岩	0.0404	0.0034	0.127	46
片理化粗面岩	0.0590	0.0043	0.171	5
硅化粗面岩	0.0583	0.0044	0.172	6
黄铁矿化粗面岩	0.0545	0.0040	0.148	5
含黄铁矿角砾熔岩	0.0501	0.0034	0.142	4
正长斑岩	0.0254	0.0027	0.108	7
细粒黑云正长岩	0.0338	0.0031	0.121	2
蚀变角砾岩	0.0327	0.0022	0.0895	2
正长细晶岩	0.0299	0.0027	0.098	16
蚀变泥质板岩	0.0264	0.0023	0.064	4
蚀变基性岩	0.0208	0.0027	0.0235	10

分析单位:江西有色测试中心,2001年6月。

在1:2000地化剖面所圈定的 Nb_2O_5 异常区内按200~400 m的间距施工槽探9条,共采集刻槽样120件,刻槽样规格为200 cm×5 cm×3 cm。样品初步分析结果显示,灰黑色粗面岩中 $Nb_2O_5 + Ta_2O_5$ 含量普遍大于工业边界品位(0.05%~0.06%),矿化以 Nb_2O_5 为主(表2),最高达0.074%, Ta_2O_5 含量普遍较低, Nb_2O_5/Ta_2O_5 多大于10。按照工业边界品位(0.05%)在穿心店一下袁家坡可初步圈定原生铌矿化体水平长1500~3000 m,宽200~800 m(图1)。矿化体呈喇叭状,主要以灰黑色黄铁矿化粗面岩为主,岩性变化不大,局部发生硅化,岩石节理、片理化较发育。

2.2 稀土元素

1) 稀土总量:从表1可看出,洪阳地区的稀土元素和稀有元素具有一定的相似性,主要分布在本区的灰黑色粗面岩中,稀土总量 ΣREE 多介于0.1%~0.2%之间,而在正长斑岩、细粒黑云正长岩、正长细晶岩、蚀变泥质板岩(接触带)等岩石中相对较少,其中富含金红石矿的蚀变基性岩脉中稀

① 原地质部陕西省地质局区域地质测量队20分队,1965,1-49-XXXII(平利)幅地质报告。

土总量 ΣREE 最低, 10 个样品的平均含量为 0.0235%。

表 2 镇坪洪阳地区槽探分析结果表

探槽 编号	控制水平 宽度/m	Nb_2O_5 含量 范围/%	Nb_2O_5 平均 含量/%	采样 数量
TC0	23.5	0.03 ~ 0.052	0.0368	6
TC1	20	0.028 ~ 0.051	0.034	7
TC3	88	0.028 ~ 0.035	0.032	21
TC5	86	0.052 ~ 0.064	0.058	17
TC2	116	0.032 ~ 0.066	0.055	25
TC4	71	0.050 ~ 0.065	0.055	14
TC6	29	0.054 ~ 0.062	0.056	8
TC8	29.5	0.016 ~ 0.074	0.042	7
TC10	50	0.047 ~ 0.067	0.058	15

分析单位: 江西有色测试中心, 2001 年 10 月。

在对本区不同地区的粗面岩进行拣块样分析(表 3), ΣREE 为 0.0208% ~ 0.2067%, 而湖北竹山庙垭铌稀土矿区正长斑岩、正长石中 ΣREE 为 0.1348% ~ 0.2369%, 从早期的黑云母碳酸岩到晚期的铁白云石碳酸岩稀土含量逐渐增大, ΣREE 为 0.37179% ~ 8.2736%^[10]。洪阳地区粗面岩中稀土

总量比竹山庙垭地区的稀土总量明显要低。两者的共同特点为轻稀土相对富集(表 4, 图 2, 图 3)。洪阳地区 $\Sigma(\text{La} - \text{Nd})$ 变化范围为 $164.76 \times 10^{-6} \sim 1685.1 \times 10^{-6}$, 平均为 842.27×10^{-6} , 占三组分总量的 82.49% ~ 90.04%, 平均为 89.04%; 竹山庙垭地区 $\Sigma(\text{La} - \text{Nd})$ 变化范围为 $2693.7 \times 10^{-6} \sim 181917 \times 10^{-6}$, 平均为 42492×10^{-6} , 占三组分总量的 77.54% ~ 91.56%, 平均为 89.86%^[10]。

2) 稀土元素特征参数: 从表 4 可看出洪阳地区, δCe 变化范围为 0.89 ~ 2.41, 平均值为 1.27, 具弱正异常; δEu 变化范围为 0.48 ~ 1.01, 平均值为 0.7, 具弱负异常, δCe 和 δEu 异常不明显。 $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 值变化范围为 4.64 ~ 6.74, 平均值为 5.52, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 值变化范围为 18.1 ~ 30.13, 平均值为 22.43, 表明本区碱性岩强烈富集轻稀土, 轻重稀土分馏明显。在轻稀土组分中, $(\text{La}/\text{Sm})_{\text{N}}$ 值变化范围为 1.91 ~ 6.46, 平均值为 4.98; 在重稀土组分中, $(\text{Gd}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 值变化范围为 2.02 ~ 5.5, 平均值为 3.05, 表明轻稀土之间、重稀土之间也发生了明显的分馏。

表 3 镇坪洪阳地区粗面岩中稀土元素组成

$\omega_{\text{B}}/10^{-6}$

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE
1	246.42	433.9	52.97	133.75	27.77	4.43	18.39	3.92	15.42	2.91	9.09	6.9	6.49	0.95	72.29	1035.6
2	161.16	280	35.59	93.451	20.52	5.03	13.53	2.45	10.02	1.93	5.47	4.42	3.8	0.57	46.3	684.31
3	58.238	112.3	14.07	48.783	12.76	3.2	8.849	1.39	6.326	1.13	2.68	1.73	2.17	0.35	29.21	303.25
4	46.812	90.36	8.442	37.037	15.44	3.11	10.06	0.79	4.845	0.75	1.31	0.75	1.48	0.26	20.32	241.76
5	98.911	192.1	26.49	77.761	14.66	4.28	13.01	2.28	8.382	1.43	3.58	3.05	2.21	0.35	33.54	482.06
6	41.867	77.99	10.26	34.637	7.019	2.17	6.169	0.99	4.304	0.76	1.36	0.79	1.41	0.26	18.35	208.33
7	49.029	92.81	12.42	40.295	8.796	2.63	7.305	0.74	4.914	0.82	1.8	1.06	1.45	0.25	20.55	244.85
8	302.7	556.8	68.45	174.04	31.39	4.8	29.06	6.8	27.53	5.19	16.2	10.1	11	1.55	137.8	1383.4
9	416.11	777.4	96.01	239.2	40.53	6.01	35.83	8.44	32.33	6.26	20.3	13.8	14.3	2.05	155.1	1863.8
10	458.74	855.6	108.4	262.35	45.27	6.94	40.95	9.82	37.21	7.28	23	15.6	15.3	2.17	178.7	2067.4
11	352.16	661	83.6	204.05	35.1	5.3	30.89	7.32	24.75	4.62	14.3	11.3	9.13	1.31	111.8	1556.7
12	359.83	670	82.69	206.62	35.87	5.56	33.06	7.73	29.89	5.71	17.7	11.7	12.2	1.73	141	1621.2
13	383.71	714.8	86.91	220.34	37.43	5.72	33.58	7.72	29.97	5.76	18.3	12.4	12.5	1.77	141	1711.8
标准值	32.743	58.53	6.87	25.549	5.002	0.6	4.425	0.87	4.792	0.96	3.06	0.53	3.69	0.53	29.61	
分析值	32.317	53.97	7.333	23.491	4.614	0.61	4.459	0.83	4.679	0.9	2.92	0.55	3.54	0.55	28.11	
a*	679.8	1099	117.6	321.08	47.77	11.1	24.45	5.13	11.02	1.96	4.38	0.73	3.49	0.47	41.84	2369.9
b*	321.42	595.7	69.1	211.97	37.68	8.84	22.51	4.04	10.82	1.86	5.19	0.86	3.54	0.44	54.04	1348
c*	1347	2758	320	1085	183	52.6	134	19.6	89.7	14.2	33.5	3.73	24.1	2.58	374	3717.9
d*	1581.8	2272	202.5	620.96	80.29	19.9	44.29	6.5	28.16	6.67	27.4	2.16	8.28	0.95	116.8	5018.2
e*	25960	38710	3865	11152	1469	274	641	102	156	28.8	43.5	16	20.8	2.4	295	82736
球粒陨石	0.31	0.808	0.122	0.6	0.195	0.07	0.259	0.05	0.322	0.07	0.21	0.03	0.21	0.03		

分析单位: 江西有色地质测试中心, 2000 年 12 月; 仪器型号为 PS-4 等离子体光谱计; 检验标准为 DZG93-02 稀土金属矿石分析流程, 标准样为 GBW07312 水系沉积物; 稀土总量采用 PMBP 萃取分离-偶氮胂 3 光度法测定; 稀土分量采用 P507 萃淋树脂分离-发射光谱法测定; 平均误差范围: 0.044%。* 为湖北竹山庙垭矿区, 引自王中刚等(1989) a—正长岩, b—正长斑岩, c—黑云碳酸岩, d—方解石碳酸岩, e—铁白云石碳酸岩。

表4 镇坪洪阳地区稀土元素参数特征

样号	$\Sigma \text{Ce}/\Sigma \text{Y}$	Sm/Nd	Eu/Sm	$(\text{La}/\text{Yb})_N$	$(\text{La}/\text{Sm})_N$	$(\text{Gd}/\text{Yb})_N$	δCe	δEu	δTm	$\Sigma (\text{La} - \text{Nd})$	$\Sigma (\text{Sm} - \text{Ho})$	$\Sigma (\text{Er} - \text{Lu})$
1	6.60	0.21	0.16	25.6	5.58	2.29	0.91	0.6	4.36	867.05	72.75	23.43
2	6.74	0.22	0.25	28.57	4.94	2.87	0.89	0.92	4.7	570.24	53.44	14.27
3	4.63	0.26	0.25	18.1	2.87	3.29	0.94	0.92	3.49	233.44	33.64	6.931
4	4.96	0.42	0.20	21.39	1.91	5.50	1.09	0.76	2.62	182.66	34.98	3.795
5	6.11	0.19	0.29	30.13	4.24	4.75	0.9	0.95	5.25	395.28	44	9.189
6	5.06	0.20	0.31	19.96	3.75	3.52	0.91	1.01	2.75	164.76	21.39	3.821
7	5.3	0.22	0.3	22.81	3.51	4.07	0.91	1.00	3.18	194.55	25.18	4.556
8	4.65	0.18	0.15	18.59	6.07	2.14	0.93	0.49	3.66	1102	104.6	38.77
9	5.46	0.17	0.15	19.6	6.46	2.02	2.41	0.48	3.94	1528.8	129.2	50.49
10	5.27	0.17	0.15	20.24	6.37	2.16	2.38	0.49	4.03	1685.1	147.3	56.04
11	6.23	0.17	0.15	26	6.31	2.73	2.39	0.49	4.79	1300.8	107.8	36.08
12	5.22	0.17	0.16	19.87	6.31	2.19	0.93	0.49	3.87	1319.1	117.7	43.34
13	5.51	0.17	0.15	20.74	6.45	2.17	0.94	0.49	3.99	1405.7	120	44.95
平均值	5.52	0.21	0.21	22.43	4.98	3.05	1.27	0.7	3.89	842.27	77.84	25.82
a*	14.3	0.15	0.23	131.3	8.95	5.65	0.94	0.99	1.21	5052.3	660.4	74.68
b*	8.18	0.18	0.23	61.21	5.37	5.13	0.96	0.93	1.3	2693.7	545.2	81.86
c*	6.15	0.17	0.29	37.68	4.63	4.49	1.01	1.03	0.85	12190	3061	470.1
d*	13	0.13	0.25	128.8	12.4	4.32	0.97	1.02	0.93	10609	1172	266.4
e*	28.9	0.13	0.19	841.4	11.1	24.9	0.93	0.86	3.44	181917	16774	875
平均值	14.1	0.15	0.24	240.1	8.49	8.89	0.96	0.97	1.55	42492	4442	353.6

* 引自王中刚等(1989) a—正长岩, b—正长斑岩, c—黑云碳酸岩, d—方解石碳酸岩, e—铁白云石碳酸岩。

竹山庙垭矿区与洪阳地区在稀土元素特征参数上具有许多相似性, δCe 变化范围为 0.93 ~ 1.01, 平均值为 0.96, δEu 变化范围为 0.86 ~ 1.03, 平均值为 0.97。在轻稀土组分中, $(\text{La}/\text{Sm})_N$ 值变化范围为 4.64 ~ 12.4, 平均值为 8.49; 在重稀土组分中, $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ 变化范围值为 4.32 ~ 24.9, 平均值为 8.89。以上特征参数与洪阳地区的相应数值较为接近, 但竹山庙垭矿区轻稀土之间、重稀土之间的分馏较为明显, 同时该区 $\Sigma \text{Ce}/\Sigma \text{Y}$ 值变化范围为 6.15 ~ 28.9, 平均为 14.1, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值变化范围为 37.68 ~ 841.4, 平均为 240.1, 表明该区碱性杂岩中轻、重稀土之间的分馏比洪阳地区要强烈, 这主要与该区碱性杂岩中碳酸岩的影响有关。另外洪阳地区的 δTm 变化范围为 2.62 ~ 4.79, 平均值为 3.89, 远高于竹山庙垭矿区的 δTm 平均值 1.55, 在稀土配分

曲线图上(图2)表现为明显的正异常, 这一点很值得关注。

3 讨论

1) 岩相学分析: 镇坪洪阳地区的碱性杂岩多呈灰黑色、岩石坚硬, 节理发育, 主要有二组节理, 分别为 $16^\circ \angle 78^\circ$, $290^\circ \angle 80^\circ$, 前者较发育, 后者次之, 节理面和片理发育的岩石多伴有黄铁矿化。岩石组合主要以灰黑色粗面岩、粗面斑岩、熔岩角砾岩为主, 局部见正长斑岩、细晶黑云正长岩、正长细晶岩等。从其产状、结构和矿物组合以及两者的接触关系来看, 结晶分异相对较好的正长斑岩、黑云母正长岩比灰黑色粗面岩要早一些。区域同位素年龄数据显示^[4], 不同岩石的生成先后顺序应为辉石玢岩(浅成侵入)—正长斑岩等(浅成侵入)—灰黑色粗面岩、熔岩角砾岩等(浅成侵入—喷溢), 地表出露面积较大, 超过上百平方公里, 岩石组合总体表现为次火山岩相。而湖北竹山庙垭矿区碱性杂岩中的正长石—火成碳酸岩均较自形且矿物颗粒粗大, 出露面积约 2 km², 呈纺锤状, 岩石组合表现为中—深成侵入岩相。

2) 稀土稀有元素富集规律: ①含矿岩石: 洪阳地区的稀有稀土元素主要富集于灰黑色的粗面岩中, 而其他岩石类型中含量相对较低。②控矿构造: 穿心店—下袁家坡及余溪沟 Nb、Ta、 ΣREE 矿化带

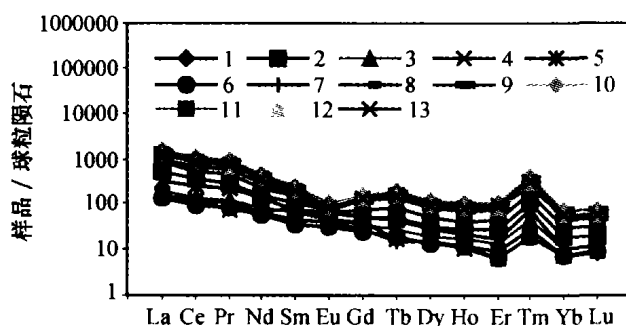


图2 镇坪洪阳地区粗面岩稀土配分曲线图

图例同表3

呈 NW - SE 向展布, 总体为南东宽、北西窄的楔形状。该矿化异常主要受区域 NW 向构造—岩浆活动带与晚期 NE 向南江河断裂控制, 构造破碎蚀变带以 NW 向为主; NW 向、NE 向两组构造交汇区 Nb、Ta、 Σ REE 矿化异常带宽达 1200 m。③找矿标志: 灰黑色粗面岩、粗面斑岩等为含矿标志岩性, 岩石的片理化、黄铁矿化、硅化和碳酸盐化对稀土、稀有元素有进一步的富集作用。

3) 成因分析: ①洪阳地区与湖北竹山庙垭矿区在区域上都位于秦岭造山带的南碱性岩带, 受公路断裂和城口—房县深大断裂控制, 产于其次一级的深大断裂带或其附近^[1]。②两地区碱性岩中的矿物组成基本相同, 均以正长石为主, 相对富集铈和稀土元素。③两者具有相同的无铕或弱铕异常特征(图 2, 图 3), 在稀土元素的特征参数方面也有很多

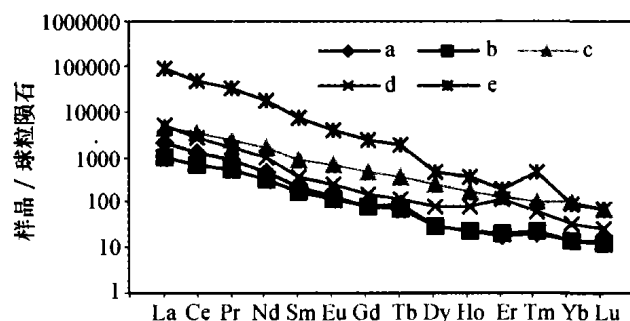


图 3 湖北竹山庙垭矿区不同岩石稀土分配曲线图
图例同表 3

相似性(表 4)。洪阳地区的 Sm/Nd 值为 0.17 ~ 0.42, 平均为 0.21, Eu/Sm 值为 0.15 ~ 0.31, 平均为 0.21; 庙垭地区 Sm/Nd 值为 0.13 ~ 0.18, 平均为 0.15, Eu/Sm 值为 0.19 ~ 0.29, 平均为 0.24; 一般认为地壳的 Sm/Nd 值小于 0.25, 而来自地幔为 0.26

~ 0.38(黎彤, 1976, 泰勒, 1964), Eu/Sm 一般在上地幔为 0.23, 在地壳中为 0.16 ~ 0.20^[11]; 综上所述, 洪阳地区与庙垭地区的碱性岩可能来源于同一物源——上地幔, 又混染了一些大陆壳的物质, 其形成时代与断裂造山带的发生、发展和演化基本同步。

致谢:在野外调研期间得到了西北有色地质研究院罗才让、张德义、包崇高等高级工程师的帮助; 在论文成文过程中, 方维萱博士提出了许多宝贵意见, 在此表示衷心的感谢!

[参考文献]

- [1] 喻学惠. 秦巴地区碱性岩与造山带构造演化关系及其特征[J]. 中国区域地质, 1992, 3: 233 ~ 240.
- [2] 杜乐天. 地幔流体与玄武岩及碱性岩岩浆成因[J]. 地学前缘(中国地质大学, 北京), 1998, 5(3): 145 ~ 156.
- [3] 林德松. 超大型稀有稀土矿床的某些特征[J]. 矿产与地质, 1997, 11(57): 14 ~ 19.
- [4] 丁宇. 南秦岭中段亚碱性—碱性板块构造环境及岩浆演化[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1993, 13(1): 34 ~ 44.
- [5] 毛德宝. 与碱性岩有关的金矿床[J]. 地质与勘探, 1992, 28(9): 13 ~ 17.
- [6] 方维萱, 张国伟, 胡瑞忠. 陕西二台子铜金矿床钠长石碳酸岩(角砾)岩类特征及形成构造背景分析[J]. 岩石学报, 2000, 16(3): 392 ~ 400.
- [7] 袁忠信, 白 鸽. 中国碱性侵入岩的空间分布及有关金属矿床[J]. 地质与勘探, 1997, 33(1): 42 ~ 48.
- [8] 杨建业, 苏小鹏. 陕西岚皋辉石玢岩及其形成的大地构造环境[J]. 中国矿业大学学报, 1994, 23(4): 88 ~ 95.
- [9] 李 石. 鄂北地区碱性岩的时代及成因[J]. 岩石学报, 1991, (3): 27 ~ 36.
- [10] 王中刚, 于学元, 赵振华. 稀土元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1989, 349 ~ 353.
- [11] 彭勇民, 潘桂棠, 罗建宁. 碱性岩的稀土元素地球化学行为—以昌都盆地高吉岩体为例[J]. 四川地质学报, 1997, 17(4): 307 ~ 312.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF RARE METAL AND REE FOR SUBVOLCANIC ALKALINE ROCK IN HONGYANG AREA, ZHENPING, SHANXI

JIA Run - xing^{1,2}, HE Ying¹, GUO Jian³, LIN Yuan⁴, SONG Hua - ping³

(1. Geology Department, Northwest University, Xi'an 710069;

2. Beijing Institute of Geology Survey, the Mineral and Geology Exploration Centre of Non-ferrous Metals, Beijing 100814;

3. Institute of Geology, Northwest Geological Exploration Bureau, CNNC, Xi'an 710054;

4. the Catalogue and Drilling Company, Jilin Petroleum Group Ltd Corporation, Songyuan 131100)

Abstract: The regional geology and ore-forming condition in the Hongyang area, Zhenping are simply introduced. Alkaline rocks in the area are mainly composed of gray-black trachyte, and some breccia lava, syenite porphyry and syenite aplite. Rare elements and REE are mainly enriched in gray-black trachyte and less in other rocks. In addition, schistosity, pyritization, silicification and carbonation in gray-black trachyte are contributed to enrich rare element and REE. It is suggested that alkaline rocks in Hongyang area have the characteristics of subvolcanics, and alkaline rocks in Hongyang and Miaoya areas all came from upper mantle and mixed with some substances of crust. Intrusion of alkaline rocks is related to the occurrence, development and evolvement of the deep rupture zone in the areas.

Key words: alkaline rock, genetic analysis, rare element and REE, enrichment rule, Qinling