

辽宁矿洞沟-梁屯元古宙正长岩体的地球化学及成因*

林景仟 魏代江 谭东娟 单玄龙

金 焯

(长春科技大学, 长春 130026)

(铁道部十三工程局, 大连 116033)

主题词 矿洞沟-梁屯 古元古代 正长岩体 地球化学 成因

提 要 矿洞沟-梁屯正长岩体侵位年龄为 2175.4Ma, 是年代最古老的正长岩体之一。正长岩浆演化过程中发生了分离结晶作用。岩浆起源于亏损地幔与下地壳组分参予的混合源区, 有上地壳物质的混染。该岩体是研究岩石圈发展早期碱性岩浆作用的极好标本。

1 正长岩体产出特征

矿洞沟-梁屯正长岩体(图1)分别产于辽宁省盖州市东南40km及26km处,位于中朝准地台胶辽台隆的营口-宽甸台拱南缘。区内太古宙鞍山群及古元古代辽河群、榆树砬子群广泛出露,古元古代古道岭同构造巨型花岗岩穹隆(出露面积约1500km²)就位于辽河群上部的盖县组中,花岗岩和盖县组岩层共同受到了变形变质,花岗岩基东北的四张砬子岩体(出露面积42km²)为古道岭花岗岩基活动晚阶段生成的二长花岗岩岩株。以后,在地壳处于拉张环境时,矿洞沟正长岩体(出露面积36km²)及梁屯正长岩体(出露面积14km²)分别侵位于四张砬子花岗岩岩株的东南部和西北部。

正长岩体具有多次侵入的特点。最早生成的是正长辉石岩,该岩石富含细粒的含霓石分子较高(Na₂O为1.12%~1.33%)的单斜辉石(含量50%~55%)、碱性长石(含量42%~46%)和黑云母(1%)。这是一种堆积岩,生成后被冲碎裹携于较晚生成的岩相中。岩体的主体岩相是先后侵位

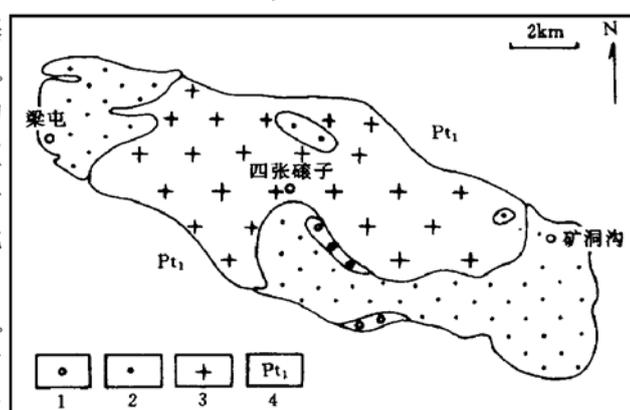


图1 矿洞沟-梁屯正长岩体地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of Kuangdonggou-

Liangtun syenite mass

1-石英正长岩; 2-正长岩; 3-四张砬子花岗岩;

4-古元古代辽河群

* 国家自然科学基金资助项目(项目编号49573181)的部分成果。

第一作者简介 林景仟,男,1932年生,研究员,岩石学专业。

收稿日期 1998-12-30, 改回日期 1999-03-05

的黑云母辉石正长岩、角闪辉石正长岩、黑云母角闪正长岩。原生岩石多数具有中粒至粗粒半自形结构,似粗面构造。石英正长岩是更晚时侵位的,分布于岩体边部及与花岗岩的接触带处,岩石具中粒半自形结构,石英含量 8%~12%,主要镁铁矿物是黑云母和角闪石。正长岩类岩石中普遍含较多的楣石,另外含褐帘石、磷灰石、锆石。岩浆活动的末期有正长伟晶岩脉生成,脉体宽一般不超过 2m,脉体规则,但延续不长。岩体遭受到变形,岩石主要发生碎裂作用,一般为变余斑状或花岗变晶状,局部地段遭受到糜棱岩化作用,仅在少数露头上尚保存着未遭明显变形的岩石。

2 年代古老的碱性岩浆活动产物

以快中子活化法测定了岩体的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄和等时线年龄。测年样品 3189-5 为选自中粒黑云母角闪石石英正长岩的黑云母。岩石具明显的岩浆结晶结构,虽遭受变形,但

表 1 石英正长岩中黑云母(样号 3189-5) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化法定年数据

Table 1 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ fast-neutron activation age of biotite (3189-5) from quartz syenite

加热阶段	加热温度 °C	$\left(\frac{^{40}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{36}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{37}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{38}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$^{39}\text{Ar}_K$ 10^{-12} mol	$\left(\frac{^{40}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}_K}\right) \pm 1\sigma$	$^{39}\text{Ar}_K$ %	视年龄 $t \pm 1\sigma$ Ma
1	450	38.802	0.0838	0.4296	0.0718	0.39	14.1 ± 0.2	0.59	247.2 ± 12
2	650	76.735	0.0734	0.3516	0.0696	0.57	55.1 ± 0.3	0.87	816.4 ± 30
3	800	133.019	0.0283	0.2847	0.0736	1.28	124.7 ± 0.4	1.95	1498.3 ± 45
4	900	177.907	0.0105	0.1003	0.0163	2.09	174.8 ± 0.6	3.18	1866.9 ± 55
5	1000	225.275	0.0044	0.1028	0.0209	6.95	223.9 ± 0.7	10.6	2167.5 ± 61
6	1100	228.750	0.0063	0.0540	0.0213	12.4	226.9 ± 0.8	18.8	2183.8 ± 62
7	1200	228.571	0.0048	0.2147	0.0286	17.5	227.2 ± 0.8	26.6	2185.5 ± 65
8	1300	231.333	0.0067	0.3177	0.0453	21.9	229.4 ± 0.9	33.3	2197.9 ± 70
9	1450	223.774	0.0142	0.2454	0.0509	2.67	219.6 ± 0.8	4.06	2142.7 ± 68

由中国科学院地质研究所 Ar-Ar 定年实验室测试,使用英国 VSS 公司生产的 RGA-10 气体质谱计。

矿物新鲜,选样纯度高。测试结果如表 1 及图 2 所示。在年龄谱线上 ^{39}Ar 析出的 > 90% 区段被 $t_p = 2175.4 \pm 10.1$ Ma 的坪年龄线占据,以测年加热 5~9 阶段相应数据计算的等时线年龄为 2178.8 ± 65 Ma。正长岩体侵位于辽河群顶部盖县组中,已发表的年龄数据认为辽河群的年龄为 2000~2500 Ma^[1],因此正长岩 2175.4 Ma 的年龄值是可取的。

许保良等发表了该岩体 Rb-Sr 等时线年龄 1866 ± 115 Ma 的数据^[2],这一数据比 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄和等时线年龄偏小了 300 Ma 余。Rb-Sr 法测

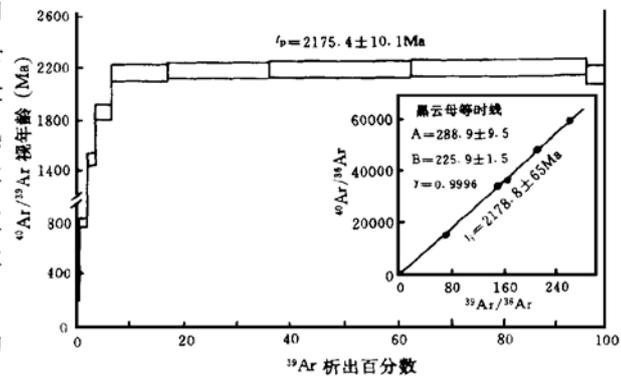


图 2 黑云母(3189-5)的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱及等时线年龄

Fig. 2 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age spectrum and isochron age of biotite (3189-5)

年对样品的要求是成岩后必须保持封闭体系, 而矿洞沟- 梁屯正长岩体在成岩后受到了多次构造变动的影响和广泛的变形, 这就会使 Rb- Sr 法测年值偏低。这一数据可能代表成岩后一次重要变形事件的年龄, 这时 Rb- Sr 体系达到了新的平衡, 黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱上在 1850Ma 处有些显示, 似乎表示此时曾发生过变形事件, 因此 1866Ma 年龄值是正长岩体遭受变形的年龄, 从而也进一步证实了成岩年龄值应更大。

从全球角度看, 在大约 20 亿年前的古元古代, 出现克拉通化地壳之后才有碱性岩的生成^[3], 矿洞沟- 梁屯正长岩体与南非 Palabora 碱性正长岩体^[2] 一样是地球上出现最早的碱性岩浆活动的产物。

3 正长岩浆的分离结晶作用

正长岩的 SiO_2 含量为 57.10% ~ 64.63%, 石英正长岩 SiO_2 含量略高, 为 64.57% ~ 66.77% (表 2)。正长岩 ($n=10$) ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)/ Al_2O_3 (mol 数比值) 为 0.91~ 0.96, 石英正长岩 ($n=3$) 为 0.84~ 0.89, 13 个样品的平均值为 0.91。大多数岩石的 Si 与碱、铝结合, 组成碱性长石, 不含 ac 标准矿物分子, 这也是此类碱性岩的特点。它是一种硅近于饱和的岩石, 计算出的 q 标准矿物分子在正长岩中 < 7 , 许多样品含 hy 标准矿物分子, 仅在个别岩石中能计算出 fo 或 ne 标准矿物分子。岩石的 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 值高, 为 1.26% ~ 3.56%, 平均 ($n=14$) 为 2.01%, 以 mol 数比值计算, 平均值为 1.34, 显示出它是一种具有钾玄岩属性的岩石。

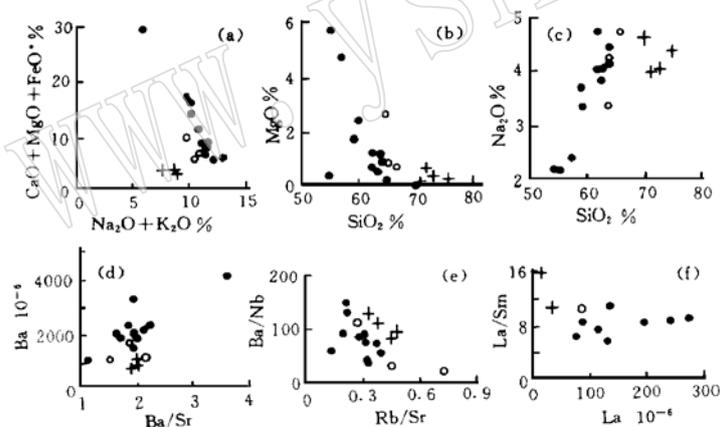


图 3 矿洞沟- 梁屯正长岩及四张碾子花岗岩化学成分变异图

Fig. 3 Compositional variogram of Kuangdonggou-Liangtun syenite and Sizhanggunzi granite

●—正长岩; ○—石英正长岩; +—四张碾子花岗岩

正长岩类表现出较好的分异特征, 从图 3a、3b、3c 可以看出, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 与 $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{FeO}^*$ 、 SiO_2 与 MgO 以及 SiO_2 与 Na_2O 呈明显的负、正相关。相应地从岩石生成的早阶段到晚阶段, 镁铁矿物由辉石变为角闪石、黑云母, 暗色矿物含量也逐渐减少 (由 35% 降至 7%), 说明岩浆中发生了分离结晶作用。石英正长岩的成分点不处于正长岩的成分变异线上, 而处于正长岩与四张碾子花岗岩之间的位置, 表现出正长岩浆中混染了花岗质成分 (图 3)。

微量元素成分变异也表明岩浆中发生了分异作用, 比如 Ba/Sr 与 Ba/Rb 、 Ba/Sr 与 Ba/Nb 显示良好的正、负相关性 (图 3d、3e) 即是有力的例证, 而正长岩中 La/Sm 稳定于较窄的区间 (5.91~ 10.99), La 的含量变化却较大 [76.32~ 278.65 (10^{-6})] (图 3f), 同样表现出分异作用的特征。

正长岩类的不同岩石为轻稀土元素富集型, (La/Yb)_N 为 35.6~ 94.7。正长岩的稀土

表2 矿洞沟-梁屯正长岩及四张碾子花岗岩常量、痕量组分及稀土元素分析结果

样品号	4-3114	3-3119	1-3190	1-3137	1-3120	1-3159	1-3169	4-3149	1-3104	2-3189	1-3151	1-3118	1-3102	1-3171	1-3207	1-3117	5	
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SiO ₂	55.15	59.84	62.22	62.49	64.63	63.48	57.10	59.67	54.62	64.50	63.05	64.57	64.63	66.77	70.81	71.81	73.08	75.22
TO ₂	0.83	0.78	0.45	0.53	0.52	0.61	0.73	0.88	1.13	0.49	0.49	0.60	0.47	0.44	0.28	0.29	0.31	0.07
Al ₂ O ₃	7.23	13.88	16.01	15.58	16.46	15.57	12.92	14.97	15.81	16.11	16.94	14.56	16.72	15.91	15.37	14.81	13.98	12.91
Fe ₂ O ₃	2.26	0.63	0.86	1.07	0.76	0.67	1.18	0.09	2.07	0.93	1.41	0.50	0.48	0.68	0.40	0.17	0.33	0.25
FeO	7.05	4.27	3.12	2.29	2.08	2.98	4.21	4.11	6.97	2.16	1.41	3.31	2.50	1.86	1.41	1.53	1.36	0.57
MnO	0.24	0.10	0.11	0.07	0.06	0.08	0.11	0.10	0.17	0.06	0.06	0.08	0.06	0.04	0.02	0.03	0.03	0.01
MgO	5.17	2.42	0.76	1.26	0.20	1.22	4.78	1.74	0.51	0.87	0.45	2.56	0.81	0.65	0.12	0.61	0.30	0.10
CaO	13.69	6.39	3.61	3.71	2.15	3.03	6.46	3.98	5.87	2.56	2.07	3.04	2.38	2.23	1.53	1.57	1.76	0.74
Na ₂ O	2.20	3.32	4.66	4.02	4.13	4.00	2.42	3.64	2.20	4.41	3.28	3.33	4.18	4.65	4.54	3.95	4.00	4.32
K ₂ O	3.61	6.73	7.05	7.62	7.84	7.27	7.46	7.31	7.83	6.92	9.19	6.28	6.62	5.86	4.37	4.20	3.69	5.00
P ₂ O ₅	0.61	0.48	0.20	0.30	0.14	0.25	0.69	0.36	0.53	0.15	0.11	0.23	0.13	0.14	0.08	0.07	0.08	0.03
CO ₂	0.12	0.23	0.20	0.15	0.08	0.06	0.70	0.78	0.24	0.04	0.14	0.06	0.22	0.10	0.21	0.02	0.02	0.48
H ₂ O ⁺	0.41	0.50	0.33	0.42	0.43	0.38	0.75	0.79	0.75	0.39	0.38	0.54	0.37	0.39	0.60	0.52	0.51	0.39
H ₂ O ⁻	0.22	0.22	0.16	0.23	0.20	0.12	0.24	0.28	0.08	0.25	0.22	0.13	0.17	0.13	0.26	0.10	0.15	0.13
S	0.003	0.055	0.03	0.001	0.00	0.01	0.002	0.05	0.01	0.01	0.03	0.00	0.03	0.001	0.018	0.00	0.00	0.001
总量	99.33	99.85	99.77	99.74	99.68	99.73	99.75	98.75	98.79	99.85	99.77	99.79	99.77	99.85	100.02	99.68	99.87	100.22
Sc	17.58	8.34	2.22	5.75	2.90	4.0	12.11	6.3	3.0	3.1	3.22	5.1	3.2	3.23	2.64	1.4	2.0	0.71
V	146.4	86.4	38.4	49.2	40	62	81.8	70	108	46	51.8	57	44	31.1	16.5	18	19	8.2
Cr	584.5	36.5	8.6	30.2	6.7	31.1	142.0	26.2	10.3	22.5	12.5	86.0	18.1	14.3	19.8	9.4	8.6	5.3
Co	20.0	12.4	5.0	8.5	7.8	10.0	18.3	12.3	17.5	7.9	6.5	10.6	7.5	5.9	3.7	4.7	4.9	0.3
Ni	81.8	13.5	4.3	11.6	5.3	13.6	81.6	16.4	8.2	9.6	9.4	22.9	8.8	7.0	4.9	4.4	3.7	2.5
Rb	150	253	294	284	307	363	385	399	33.4	333	365	365	320	250	187	168	204	216
Sr	1038	1268	933	1261	1032	969	1742	1239	1108	800	1139	500	713	900	493	501	442	454
Ba	2243	2364	1085	2830	2006	1997	3341	2088	4069	1551	1974	1090	1197	1703	976	1037	843	518
Zr	381	705	431	81	630	421	210	1014	131	663	344	554	661	416	176	209	181	54
Nb	37.2	24.8	23.7	21.2	21.2	25.6	22.1	49.0	43.4	27.2	23.7	40.1	32.3	15.1	8.5	7.8	9.9	5.3
Ta	0.81	2.07	0.87	1.02	1.66	1.49	0.66	2.70	3.16	2.07	1.09	2.56	2.15	0.90	0.47	0.96	1.09	0.44
Th	100.8	21.2	51.2	14.2	16.3	24.1	53.5	83.2	45.4	31.4	29.3	68.9	73.1	45.3	19.5	21.8	18.6	12.4
U	6.67	5.80	7.26	2.36	-	-	5.32	-	-	4.89	-	-	7.26	6.15	-	-	-	1.79

续表 2

样品号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Au	0.8	1.0	0.5	0.4	-	-	0.5	-	-	-	0.7	-	-	0.9	0.8	-	-	0.8
Ag	0.005	0.005	0.031	0.040	0.042	0.038	0.036	0.042	0.049	0.024	0.027	0.020	0.022	0.003	0.030	0.021	0.025	0.032
Cu	6.5	13.7	6.4	7.6	5.8	8.7	4.7	12.2	13.5	6.9	11.0	6.9	6.6	5.7	5.4	5.0	4.8	4.9
Pb	31.2	35.0	46.5	20.2	35.4	87.6	21.4	49.1	33.3	45.9	39.5	53.1	52.9	35.4	25.3	26.2	29.4	7.4
Zn	136.5	66.4	75.9	48.6	45.5	51.6	121.1	79.6	118	52.5	48.8	60.5	53.7	43.2	30.8	36.6	36.9	14.5
Hf	8.7	11.7	8.2	3.3	15.1	12.3	7.6	24.5	5.8	23.2	9.3	19.5	22.7	10.2	4.7	7.2	7.2	1.7
Ga	9.0	15.5	16.3	14.9	22.9	21.0	16.6	23.8	24.3	25.7	15.8	22.7	30.4	23.4	20.8	25.0	18.7	19.5
Li	24.6	17.5	6.7	8.6	-	-	99.8	-	-	-	4.6	-	-	9.0	15.8	-	-	3.7
Be	7.8	4.3	6.4	3.6	2.8	4.1	4.6	6.0	3.0	5.0	4.9	4.6	5.2	5.9	3.6	2.1	2.6	3.6
B	12.0	35.1	32.6	9.6	18.7	13.6	4.0	41.0	12.6	67.4	24.7	73.1	508	47.3	55.6	18.6	47.4	13.2
F	1426	1449	1544	582	681	1763	3874	2510	2577	1970	1122	3035	2328	1807	825	568	1212	160
Cl	102	415	69	83	84	150	88	296	2560	124	184	186	119	88	69	84	63	40
La	278.65	128.16	138.20	115.11	76.32	-	194.65	-	241.62	-	91.50	-	-	89.16	38.96	-	-	24.72
Ce	558.63	391.73	247.98	245.04	153.26	-	396.40	-	445.17	-	185.16	-	-	158.05	69.62	-	-	39.12
Pr	63.18	35.68	24.31	26.46	17.99	-	44.71	-	45.80	-	19.86	-	-	16.82	6.46	-	-	3.22
Nd	216.62	129.28	82.13	94.23	68.55	-	158.28	-	170.25	-	65.07	-	-	56.30	21.91	-	-	10.03
Sm	31.72	21.67	12.57	14.92	11.90	-	24.11	-	28.50	-	10.29	-	-	8.57	3.56	-	-	1.55
Eu	6.91	4.60	2.71	3.52	3.02	-	5.40	-	6.79	-	2.40	-	-	2.03	0.87	-	-	0.40
Gd	21.50	15.76	9.14	10.59	6.37	-	17.00	-	19.90	-	7.16	-	-	6.11	2.50	-	-	1.13
Tb	2.38	1.86	1.17	1.27	0.85	-	1.99	-	2.28	-	0.86	-	-	0.74	0.33	-	-	0.14
Dy	10.17	8.98	5.60	5.48	3.80	-	7.99	-	8.89	-	3.96	-	-	3.27	1.42	-	-	0.66
Ho	1.74	1.57	1.08	0.94	0.68	-	1.36	-	1.59	-	0.70	-	-	0.60	0.25	-	-	0.13
Er	3.92	3.45	2.58	2.09	1.59	-	2.83	-	3.35	-	1.64	-	-	1.40	0.67	-	-	0.36
Tm	0.49	0.43	0.37	0.26	0.23	-	0.34	-	0.41	-	0.21	-	-	0.19	0.11	-	-	0.05
Yb	2.73	2.43	2.28	1.34	1.23	-	1.66	-	1.72	-	1.19	-	-	1.07	0.57	-	-	0.29
Lu	0.42	0.35	0.36	0.19	0.18	-	0.23	-	0.20	-	0.17	-	-	0.17	0.08	-	-	0.04
Y	38.91	36.59	25.37	21.13	17.14	-	28.37	-	28.16	-	15.79	-	-	14.26	6.53	-	-	3.69
ΣREE	1237.96	682.56	555.84	542.57	363.12	-	885.32	-	1004.63	-	405.97	-	-	358.73	153.84	-	-	85.55

常量组分含量为%, Au 为 10^{-9} , 其它微量元素为 10^{-6} 。地质矿产部武汉综合岩矿测试中心分析。

1. 正长辉石岩; 2~6. 角闪石辉石正长岩; 7~8. 黑云母辉石正长岩; 9~10. 辉石角闪石正长岩; 11. 角闪石正长岩; 12~14. 角闪石英正长岩; 15~18. 四张矽子黑云母花岗岩。

元素丰度较高,石英正长岩相对较低,四张碾子花岗岩则更低。三种岩石均表现出弱的负钕异常,正长岩 Eu^*/Eu 为 0.73~0.96,石英正长岩为 0.82,花岗岩为 0.85~0.88。

4 亏损地幔与下地壳组分参予的岩浆源区及上地壳物质的混染

通常认为碱性岩浆源于地幔的低程度部分熔融,岩浆生成压力高于 $30 \times 10^8 \text{Pa}$,富钾岩浆生成深度比富钠岩浆生成深度要大。

根据本研究,矿洞沟-梁屯正长岩体的 $I_{\text{Sr}} = 0.70382$,以正长岩的年龄 2175.4Ma 计算, $\epsilon_{\text{Sr}}^t = +26.78$,计算得 $\epsilon_{\text{Nd}}^t = -0.54$ (Sm-Nd 同位素测定结果见表 3)。许保良等报道了 $I_{\text{Sr}} = 0.7049$ 的数据^[2],以此计算得 $\epsilon_{\text{Sr}}^t = +42.19$,较低的 ϵ_{Sr}^t 表明岩浆生成时有下地壳物质的参予,岩浆是亏损地幔与下地壳组分混合的产物。

表 3 矿洞沟-梁屯正长岩全岩 Sm-Nd 同位素测定结果

Table 3 Whole rock Sm-Nd isotopic determinations of Kuangdonggou-Liangtun syenite

样品号	岩性	Sm ($\times 10^{-6}$)	Nd ($\times 10^{-6}$)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$T(\text{CHUR})$ (Ma)	$T(\text{DM})$ (Ma)
3114-1	角闪石辉石正长岩	32.796	180.363	0.109972	0.511368 ± 8	2222.83	2608.48
3102-1	黑云母花岗岩	3.523	23.513	0.090631	0.511216 ± 7	2036.27	2387.32

由中国科学院地质研究所测定

根据特定的铅演化模式计算得到的铅同位素增长线^[5]可用于探讨岩浆的物质来源。矿洞沟-梁屯正长岩中碱性长石的铅同位素测定结果,可以代表岩石的初始铅值,将所获 6 个测定值(表 4)标定在图 4 上,反映出该区正长岩的成分点落在原始地幔铅同位素增长线与上地壳铅同位素增长线之间。根据铅同位素资料,测算求得 $\Delta^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 及 $\Delta^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$,多数样品的成分点有较高的 $\Delta^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值,落在 EM II 分支及陆源-深海沉积物成分区,显示源区中有较高比例的 EM II 的参予;个别样品点处于 EM I 分支上(图 5),表明岩浆来源区具有原始地幔或总地球地幔成分^[7]的特征。Hart^[6]的模式是基于对近代样品的研究,而将古老年代的样品与之对比定会引起争议,但从定性的方面看仍然可取,再参考 Sr-Nd 同位素资料,将正长质岩浆的源区确定为发生过某种程度亏损的地幔与下地壳组分参予的混合源区仍然是合理的。

正长质岩浆曾发生过上地壳物质的混染,在石英正长岩相中表现得特别清楚。在岩石

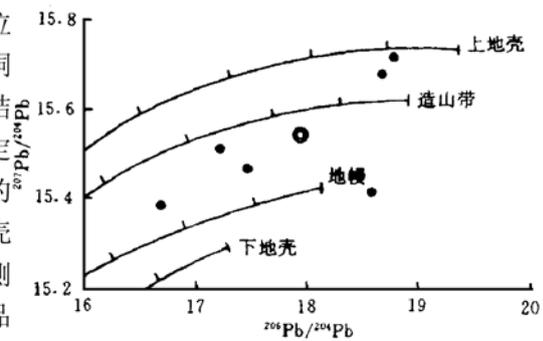


图 4 矿洞沟-梁屯正长岩铅同位素测定结果在地球不同区域铅结构模式图上的分布

Fig. 4 The distribution of lead isotopic determinations of Kuangdonggou-Liangtun syenite on the lead structural patterns in different regions of the earth (据 Zartman 等, 1981)

●—正长岩成分点; ○—正长岩平均成分点

表 4 矿洞沟- 梁屯正长岩长石铅同位素测定结果

Table 4 Lead isotopic determinations of feldspar from Kuangdonggou_Liangtun syenite

样品号	岩 性	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	资料来源
3159- 1	黑云母辉石正长岩	18. 6404	15. 4076	38. 8134	本文
3114- 1	角闪石辉石正长岩	17. 195	15. 514	36. 628	本文
3104- 3	角闪石正长岩	18. 884	15. 745	38. 586	本文
3189- 5	黑云母角闪石石英正长岩	16. 7051	15. 3852	38. 8629	本文
LN007	正长岩	18. 642	15. 686	38. 781	张理刚等, 1995
LN008	正长岩	17. 473	15. 479	37. 412	张理刚等, 1995

本文数据由长春科技大学测试研究中心测定。

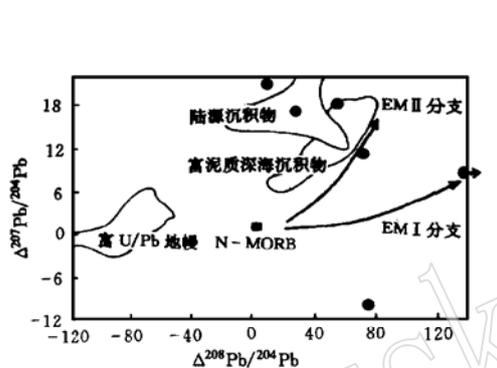


图 5 正长岩的 $\Delta^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 对 $\Delta^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图
(据 Hart, 1988)

Fig. 5 $\Delta^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $\Delta^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diagram
for syenites

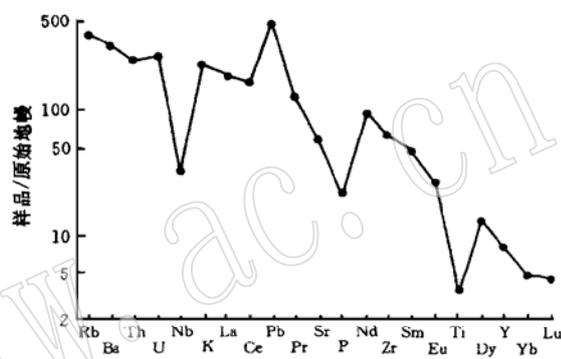


图 6 微量元素以原始地幔值标准化的
比值蛛网图

Fig. 6 Web diagram of trace element ratios
normalized by initial mantle values

的化学成分变异(图 3)及稀土元素特点上, 石英正长岩的成分点均处于正长岩与花岗岩之间的位置, 表现出正长质岩浆中有上地壳物质的混入。该区的正长岩 3114- 1 号样为遭受弱变形的样品, 它是岩浆较早阶段侵位结晶产物。以该岩石样品的元素含量作为正长岩的成分代表, 用该正长岩中某些微量元素含量值以原始地幔丰度值^[4]予以标准化做出比值蛛网图(图 6), 由图可知正长岩的 Nb、Sr、P、Ti 明显亏损, Pb 明显富集, 反映出正长岩浆中有上地壳物质的参与^[4]。

近年来交代作用导致地幔富集产生碱性岩浆的观点得到了长足发展, 在地幔富集中 K、Na 及相关的大离子亲石元素、放射性生热元素的带入是明显的特征^[7], 本区正长岩的大离子亲石元素含量稍高(图 6), 铅同位素值随时代渐新而增高, 部分样品的铅同位素值至少是 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 较高, 反映了源区的 U 或包括 Th 有某种程度的富集, 暗示在古元古代克拉通化地壳生成, 地壳增厚, 裂谷开始发育。在低程度富集的源区, 能够生成正长质岩浆, 但没有生成更富碱的霞石正长质岩浆, 这可能是岩石圈发展较早阶段生成碱性岩浆的特点。

矿洞沟- 梁屯正长岩体是我国至今发现的年龄值最大的碱性岩体之一, 从这一意义上讲, 该碱性岩的研究对于研究岩石圈较早时期的发展演化和碱性岩浆生成条件及其地球化学过程都有重要价值。

参 考 文 献

- 1 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志. 地质出版社, 北京, 1989.
- 2 许保良, 阎国翰, 牟保磊等. 辽宁盖县梁屯- 矿洞沟碱性正长岩 Rb- Sr 年龄及其意义. 科学通报, 1998, 43, 17: 1885~ 1887.
- 3 Condie K C. Plate tectonics and crustal evolution. 1976. Pargamon Press, Inc.
- 4 Sun S S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and process. in: Magmatism in the Ocean Basins. Saunders A D and Norry M J, Eds. Geological Society Special Publication, 1989, 42: 313~ 345.
- 5 Zartman R E, Doe B R. Plumbotectonics- the model. Tectonophysics, 1981, 75: 135~ 162.
- 6 Hart S R. Heterogeneous mantle domains: signatures, genesis and mixing chronologies. Earth Planet Sci. Lett., 1988, 90: 273~ 296.
- 7 Edgar A D. The genesis of alkaline magmas with emphasis on their source regions: inferences from experiment studies. in: Alkaline igneous rocks. Fitton J G and Upton B G J, Eds. Blackwell Sci. Public., 1987, 29~ 52.

Geochemistry and Genesis of Proterozoic Syenite Mass in Kuangdonggou- Liangtun, Liaoning Province

Lin Jingqian Wei Daijiang Tan Dongjuan Shan Xuanlong
(Changchun University of Science and Technology, Changchun 130026)

Jin Ye

(No. 13 Engineering Bureau, Ministry of Railways, Dalian 116033)

Key words: Kuangdonggou- Liangtun; Paleoproterozoic; syenite mass; geochemistry; genesis

Abstract

Kuangdonggou- Liangtun syenite mass in the southern margin of Yingkou- Kuandian oroclinal belt within Sino- Korean paraplatform was emplaced in Gaixian Formation of Paleoproterozoic upper Liaohe Group. The isotope age of this intrusion is 2175.4 Ma, suggesting that it is one of the oldest syenite mass formed during the development of rifts after the formation of Paleoproterozoic cratonized crust. Fractional crystallization once took place in the evolution, as shown by the variation of chemical and mineral compositions of syenite magma; in addition, contamination of the upper crust material must have happened in the formation of quartz syenite. The syenite magma was probably generated from the depleted mantle mixed with materials of the lower crust, and was contaminated by materials of the upper crust. The evidence is as follows: $\epsilon_{Nd,t}$ value is - 0.54, $\epsilon_{Sr,t}$ values are + 26.78~ + 42.19; projections of Pb isotopic composition of feldspar lies between the lead isotopic growth curve of the mantle and that of the upper crust; there exists a large proportion of EMII in the magmatic source; a few sample

(下转第 44 页)(to be continued on p. 44)

(上接第 26 页) (Continued from p. 26)

points are located near the EMI branch; the syenite is enriched in U, Th and, especially, Pb but is deficient in Nb, Sr, P and Ti. The source region might have experienced weak metamorphism before the generation of magma, and this might accounts for the formation of weakly alkaline syenite magma.

www.yskw.ac.cn