

www.yskw.ac.cn

滇西镇康木厂A型花岗岩岩石学 及地球化学特征

顾影渠 钱天宏 叶芝珊

颜以彬

(云南区域地质调查队)

(昆明工学院地质系)

主题词: A型花岗岩; 钠闪石花岗岩; 裂谷作用

提 要: 木厂A型花岗岩是由钠闪英碱正长岩、钠闪花岗岩、霓石花岗岩组成的复式岩

体。其形成与裂谷作用有关。岩体分异程度高,以高碱、高铁,贫镁、钙,稀土元素丰度高,轻稀土强烈分馏和明显的负锕异常为特征。

木厂A型花岗岩与上二叠统火山岩系具同源性,乃玄武岩浆与陆壳局部重熔岩浆的混合物。

就板块构造而论,滇西保山—镇康拗褶带属澜沧江俯冲带西侧弧后盆地。时间上至少始于晚元古代的板块俯冲作用,与岛弧相伴形成古生代板内弧后盆地。随着板块活动的发展,盆地东侧从晚古生代开始裂谷作用。多期的基性火山活动,造成沿裂谷轴部的巨厚火山岩分布,同时发育有较多的超基性岩和辉绿岩岩墙,地壳演化由大陆裂谷有向洋壳发展的趋势。木厂A型花岗岩在特定的构造环境下,与同时代并有成因联系的晚二叠纪碱性玄武岩—碱性流纹岩火山岩系相伴产出。

木厂地区碱性花岗岩成群出现,出露较大的木厂岩体面积4.5平方公里,位于由古生代地层组成的镇康背斜的近核部,岩浆沿上、下二叠统界面侵入定位。东西两侧分别与上二叠火山岩系和下二叠沉积岩系侵入接触,接触蚀变晕不发育。野外调查确认,岩体是由两个阶段侵入构成的小型复式岩体,并显示定位环境的拉张特征:以钠闪英碱正长岩为主的早期阶段侵入体分布在岩体东西两侧,组成断续的边缘带,后一阶段的钠闪花岗岩和霓石花岗岩构成岩体主体,而以钠闪花岗岩规模最大(图1)。

岩石中曲晶石的铀—铅法同位素年龄测定,早期阶段为253Ma,第二阶段钠闪花岗岩和霓石花岗岩分别是246、241Ma,数值比较集中,证明侵位时间间隔不大,均属华力西晚期的产物。

一、岩石学特征

木厂岩体为外貌呈灰色、麻灰色中细至中粒长英质岩石,从整体看,岩体岩石成分及结构比较稳定,普遍出现晶洞构造,没有发现暗色残余体,也不具矿物定向构造。半自形粒状结构是岩石的典型结构,特征是暗色矿物一般晶出都偏晚,部分出现花斑状结构。钾长石是岩石的主要成分,体积含量一般>60%,有的高达80%。钠长石含量在1%左右,不同类型岩石中石英含量变化在15%到35%之间。暗色矿物以碱性闪石和霓石为主,时而出现在少量富铁黑云母和铁锂云母。各类型岩石在Q-A-P图上集中在Q-A线附近的碱性长石花岗岩和碱性长石石英正长岩区内。

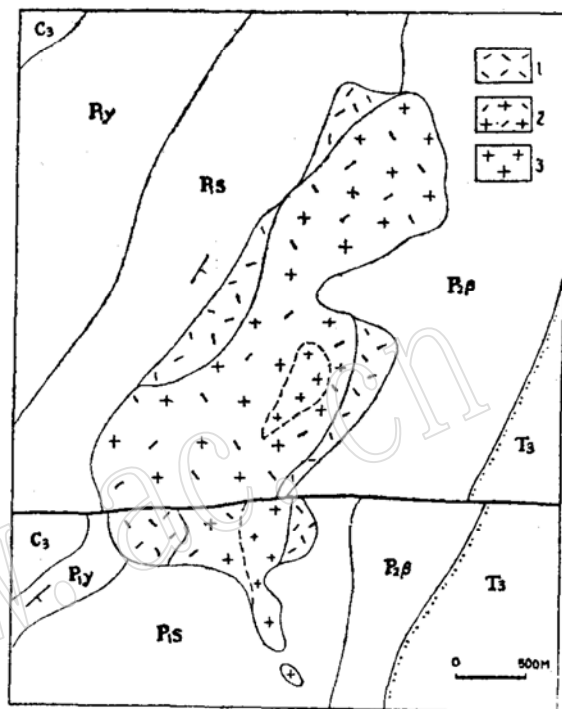


图1 木厂岩体地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of the Muchang A-type granite

1. 钠闪英碱正长岩; 2. 钠闪花岗岩; 3. 霓石花岗岩;
P₂β上二叠统火山岩系

表1 木厂岩体各类型岩石钾长石特征

Table 1 Characteristics of K-feldspar of the various rocks in the Muchang granite

岩 性	产出位置	2V _x	光轴面	\perp (010) \wedge Ng	\perp (001) \wedge N _g	\perp (001) \wedge N _m	有序度	三斜度	成分		名 称
									Or%	Ab%	
钠闪英碱正长岩		66°	\perp (010)	6—8°	83—85°	5.5—6°	0.55	0.33—0.44	90—95	5—10	中正微长石
钠闪花岗岩	岩体近边部	66—68°	\perp (010)	6—7°	85°	同上	0.55—6	0.37—0.39	同上	同上	同 上
	同 上	66°	同上	7—8°	83°	同上	0.55	0.39—0.44	88—90	10—12	同 上
	岩体中部	72°	同上	9°	84°	6.5°	0.7	0.50	87	13	中—低正微长石
	同 上	75°	同上	12°	84.5°	6°	0.77	0.67	90	10	同 上
霓石花岗岩	岩体近边部	66°	\perp (010)	7—8°	83.5°	6—6.2°	0.55	0.39—0.44	88—90	10—12	中正微长石
	岩体中部	76.5°	同上	11°		6°	0.8	0.61	90	10	中—低正微长石

钾长石常以自形一半自形板状晶体出现,具明显的卡氏双晶和不甚清楚的格子双晶。广泛发育条纹长石是其鲜明特征。各种形态的条纹长石嵌晶占主晶的近50% (体积%),构成钾长石斑斓多彩的图象。钾长石的光性特征见表1。在岩体边缘部分有序度和三斜度略低于岩体中心部位,反映了熔体晶出时的温度梯度。

岩石中大部分钠长石是以条纹长石嵌晶出现在钾长石中,熔体晶出的独立钠长石数量很少,(一般只有0.4—1.1%含量)。其光学特征:(010)晶带最大消光角=13°, $N_p'=1.533$, $2V_x=78-84^\circ$, $\perp(001)\wedge N_p=77.5-81^\circ$, $\perp(001)\wedge N_m=81-78^\circ$,有序度0.45—0.50,成分Ab89—91, An11—9,为高温—低温过渡类型。

钠闪石和霓石是木厂岩体特征性暗色矿物,晶出较晚,常以半自形—他形晶填充于早期晶出的长石晶隙间。钠闪石Ng深兰, N_p 淡黄、浅绿黄色, $Ng\wedge C=4-5^\circ$, x光衍射分析:晶胞参数 $a=9.81$, $b=17.99$, $c=5.33$, $\beta=103.68^\circ$ 。经电子探针定性分析表明7个样品均含Na,(因工作条件限制,分析结果Na含量大大偏低,甚至为零)。如4223—1: $Na_2O 0.82\%$, $MgO 0.60\%$, $Al_2O_3 0.83\%$, $SiO_2 50.78\%$, $K_2O 1.74\%$, $CaO 0.90\%$, $TiO 1.38\%$, $MnO 2.48\%$, $FeO 41.08\%$ 。霓石 $2V_x=61-65^\circ$ $N_p\wedge C=6-9.5^\circ$, x光粉晶测定主要强线为2.98(100)、2.89(100)、2.52(70)、2.46(70)、6.4(60)、1.395(50)。

岩体晚期有两个阶段的钠长石化,早期阶段形成的钠长石以在钾长石中呈交代条纹长石或成为钾长石的环边出现,有序度较原生钠长石高(0.85—0.9),成分更接近端元成分, An4—6、Ab95—96。晚期阶段钠长石透明,不具双晶,呈细粒状或胶结物状分布在其他矿物晶隙中。

岩体副矿物比较丰富(表2),含量1474—10228g/T,平均4022g/T,种类繁多。与其他A型花岗岩相似,木厂岩体典型副矿物组合是磁铁矿—锆石—萤石。萤石是薄片下常见晶出较晚的矿物,因易碎,人工重砂回收率低,所以表2中萤石的含量应小于其实际含量。

岩体中不存在含Ca(Ti)硅酸盐副矿物,如榍石、褐帘石。磷酸盐矿物如磷灰石、独居石、磷钇矿等数量也不多。更没有发现石榴石、堇青石、硅线石等富铝矿物。出现一批指示性矿物烧绿石、普通锆石、曲晶石以及经常在曲晶石中以显微包体出现的钽石、铌钇矿等Nb、Zr、Hf、REE、Th、U氧化物。造岩矿物中出现碱性辉石和闪石,副矿物磁铁矿含量远大于

表 2 木厂岩体副矿物含量
Table 2 Accessory mineral contents of the Muchang granite

编号	岩性	含量*	磁铁矿	钛铁矿	独居石	磷钇矿	普通锆石	曲晶石	磷灰石	金红石	绿帘石	萤石	锐钛矿	烧绿石	黄铁矿	毒砂	辉钼矿	闪锌矿	锡石	赤褐铁矿	白铁矿
4223-1	钠闪英碱正长岩	17.03	11.60	++	0.13	0.09	1.56	3.59		0.06	++		++		0.01	+	++		+	0.01	1.05
4013	钠闪英碱正长岩	36.72	19.01	++	0.18		5.56	11.93		0.04	++	0.81			++	++	+	++		52.19	
4177	钠闪英碱正长岩	8.38	0.21		++	++	1.61	6.56	+	++		0.17	+	+	++		++	++	+	32.93	
4176	钠闪英碱正长岩	30.67	9.01	14.0	++	++	2.33	5.30				0.82		++	++	++	++	++			+
4223-6	钠闪花岗岩	15.76	9.53		+		1.01	4.95		0.27	0.03		0.03	+	++		++				
4223-*	钠闪花岗岩	14.6	6.59			++	0.39	7.62		++	+			+	++		++	0.81		0.07	0.07
4223-10	钠闪花岗岩	34.22	29.94	++			0.35	3.93				1.39			++					11.91	
4223-19	钠闪花岗岩	15.72	7.28	4.39			1.12	2.39				+			+		+			0.29	
4223-21	钠闪花岗岩	43.0	23.53	8.28	0.03	0.03	0.27	10.86	++		+	++			+		+	++		11.85	
4178	霓石花岗岩	12.17		1.43	++	++	++	8.27		2.47		+	+		+					4.88	

*克/10斤; + 含量10~11粒, ++100~11粒; +++<0.01克~>100粒。

表 3 木厂岩体锆石特征

Table 3 Characteristics of zircon in the Muchang granite

矿物名称	颜色	晶形	化 学 成 分*						其他特征		
			样品数	SiO ₂	ZrO ₂	HfO ₂	ThO ₂	UO ₂		Zr/Hf	Th/U
曲晶石	棕褐—红棕色 半透明—微透明	短柱状	5	30.07	61.64	2.03	2.81	1.12	26.5	2.5	晶出较晚，晶面弯曲和叠瓦状晶纹，具电磁性，常含 铀钍矿、钍石、独居石包体。
普通锆石	淡黄色，透明 金刚光泽	长柱状	10	30.57	68.21	1.22			48.8		晶出早，晶面平整，无电磁性、包体少，成分均匀， 含Th，U成分很低。

*电子探针测定。

钛铁矿（磁铁矿/钛铁矿比值4.2），钛除构成钛铁矿外，又以锐钛矿、金红石等氧化物存在，表明熔体晶出时氧逸度较高的特征。木厂岩体也含有A型花岗岩常有的闪锌矿、锡石等副矿物。

锆石是木厂岩体典型副矿物之一，又以富含Hf、Th、U、REE的曲晶石大量出现为特点，后者占全部锆石含量的82.3%。两类锆石对比见表3。早晶出的普通锆石成为造岩矿物的分散包裹体，晚晶出的曲晶石以不均匀集合体分布在造岩矿物晶隙间。两种锆石的Zr/Hf、Th/U比值随着侵入及晶出顺序呈现递增趋势。

二、岩石化学与地球化学特征

表4、表5列出木厂岩体的化学成分和其他地区同类型岩体的化学成分资料以便对照。木厂岩体分异程度高，分异系数 $DI=87.1-94.3$ ，且和通常的A型花岗岩一样，高碱、高铁、低镁、钙、磷。全碱含量普遍 $>8\%$ ，平均 9.28% ，相应碱度率也高， $A \cdot R=4.07$ （图2）。钾和钠接近含量， $K_2O/Na_2O=1.24$ 。在F-M-A图（图3）投影点平行且接近F-A边。投影点比较集中表明组成岩体的各类型岩石成分变化不大。 FeO/MgO 比值较大（平均20.37）是岩体特征参数之一。岩体钙和磷的含量平均分别只达到 0.57% 和 0.05% 。化学成分存在上述差异，决定了木厂岩体富碱、铁、贫镁的暗色造岩矿物组合（钠闪石、霓石、富铁黑云母）和低An的斜长石。并且缺少富Ca(Ti)的矿物和出现少量的磷酸盐副矿物。此外，岩体氧化程度高（ $Fe_2O_3/FeO+Fe_2O_3=0.79$ ），决定了高价态铁的矿物和氧化物的出现。

表4 木厂岩体化学成分

Table 4 Chemical compositions of the Muchang granite

编号	岩性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₅	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼碱	总量
4013 ^a	钠闪英碱正长岩	69.60	0.20	13.84	4.00	0.54	0.13	0.54	0.87	5.30	5.00	0.10	0.69	100.81
4176		68.24	0.40	14.22	2.82	1.58	0.05	0.08	1.13	5.02	5.70	0.09	0.36	99.29
4177		69.32	0.46	14.51	3.77	0.22	0.09	0.16	0.90	4.48	5.44	0.05	0.80	100.28
4223		72.71	0.28	12.49	2.24	1.00	0.07	0.30	0.14	4.22	4.83	0.05	0.99	99.32
4177 ⁻¹	钠闪花岗岩	76.02	0.16	11.27	2.59	0.48	—	0.08	0.28	3.38	4.69	0.02	3.38	99.39
4531 ⁻¹		71.40	0.26	13.24	2.71	0.70	—	0.30	0.51	4.43	5.13	0.04	0.60	99.39
4223 ⁻⁶		71.29	0.36	14.17	2.17	1.20	0.04	0.40	0.14	2.77	4.92	0.05	2.04	99.55
4223 ⁻⁶		75.65	0.16	11.34	1.68	0.89	0.04	0.40	0.14	3.77	4.88	0.02	0.39	99.36
4223 ⁻¹⁶		69.51	0.35	13.07	1.91	3.23	0.18	0.35	0.69	4.40	4.67	0.05	1.29	99.79
4223 ⁻¹⁹		72.86	0.31	13.05	2.57	0.67	0.27	0.30	0.21	3.30	4.71	0.03	1.23	99.51
4223 ⁻²³		69.59	0.41	14.80	2.82	1.05	0.10	0.35	0.35	3.67	4.64	0.04	1.38	99.21
9592 ⁻¹		71.78	0.28	13.16	1.89	1.54	0.01	0.57	0.34	3.56	5.09	0.04	1.03	99.29
4178	霓石花岗岩	69.58	0.32	13.38	4.42	0.54	0.01	0.12	0.62	4.06	5.28	0.05	1.06	99.44
4063 ^{-7a}	碱性流纹岩	72.02	0.50	12.50	1.94	2.89	0.03	1.05	0.64	3.14	3.86	0.11	1.37	100.05

木厂岩体化学成分还有相对低硅、富铝的特点。除属于另一个类型的钠闪英碱正长岩外，碱性花岗岩SiO₂平均值只达到70.92%，与通常A型花岗岩（SiO₂普遍 $>74\%$ ）有明显差别。Al₂O₃含量一般 $>13\%$ ，比同类型花岗岩（ $<12\%$ ）显得偏高。从而导致木厂岩体碱度率

表 5 木厂岩体综合化学成分及与其他同型岩体对照

Table 5 Comparison of the comprehensive chemical composition of the Muchang granite and other same typical bodies

地 区	岩 性	样 品 数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	AlK	K ₂ O/Na ₂ O	(FeO)/MgO	A·R	AlK/Al ₂ O ₃
本 区	钠闪英碱正长岩	4	69.97	0.34	13.77	3.21	0.84	0.08	0.27	0.76	4.76	5.24	0.07	10.00	1.10	13.81	4.80	0.98
	钠闪花岗岩	8	72.26	0.29	13.01	2.29	1.22	0.11	0.34	0.33	3.66	4.84	0.04	8.50	1.32	9.65	3.65	0.87
	霓石花岗岩	1	69.58	0.32	13.38	4.42	0.54	0.01	0.12	0.62	4.06	5.28	0.05	9.34	1.30	37.66	3.76	0.93
	平 均 值	13	70.60	0.32	13.38	3.30	0.87	0.06	0.24	0.57	4.16	5.12	0.05	9.28	1.24	20.37	4.07	0.93
川西茨达、	碱性花岗岩		75.03	0.23	11.66	2.02	1.29	0.07	0.20	0.24	3.79	4.76	0.05	9.37	0.99	30.75	16.11	1.24
福建魁岐、	碱性花岗岩	5	77.53	0.12	11.63	1.13	0.25	0.11	0.02	0.03	4.65	4.22	0.03	8.87	0.91	63.5	14.84	1.05
澳大利亚蒙布拉、	碱性花岗岩	8	76.21	0.13	11.79	0.36	0.85	0.03	0.04	0.39	3.08	5.00	0.02	8.08	1.62	29.25	3.50	0.88
苏联科拉半岛、	碱性花岗岩	16	74.23	0.34	11.16	2.22	1.84	0.07	0.08	0.46	4.18	4.92	0.05	9.10	1.18	47.88	6.13	1.09
西非尼日利亚	碱性花岗岩	4	74.05	0.35	11.20	2.10	1.70	0.10	0.40	0.45	4.60	5.00	0.06	9.80	1.13	8.97	8.51	1.18

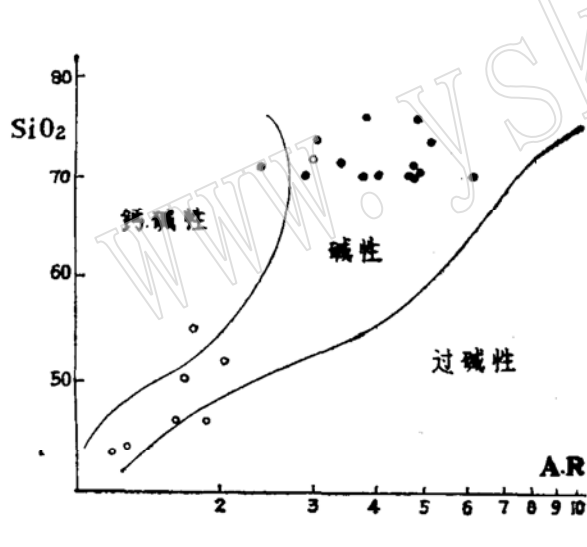
图 2 木厂岩体及上二叠统火山岩 SiO₂-A.R 图解

Fig. 2 Diagram of SiO₂-A.R for the Muchang A-type granite and Upper Permian volcanic sequences
 • 花岗岩; ○ 火山岩

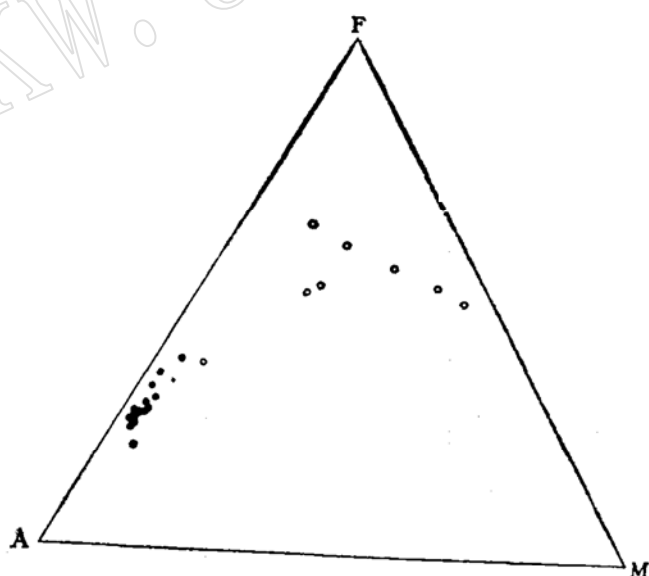


图 3 木厂岩体及上二叠统火山岩 A-F-M 图解

Fig. 3 Diagram of A-F-M for the Muchang A-type granite and Upper Permian volcanic sequences
 • 花岗岩; ○ 火山岩

(A.R) 和 AlK/Al₂O₃ 比值偏低, 岩石类型中过碱性者不多, 除以偏铝质类型为主外, 出现了一批铝过饱和型岩石, 标准矿物中有少量的刚玉存在。因此木厂岩体是过碱质、偏铝质和过铝质几种类型岩石的组合。

表 6 木厂岩体及同型岩体微量元素对照 (ppm)
Table 6 Comparison of the rare elements of the Muchang granite
and other same typical bodies

地 区	Rb	Sr	Ba	Be	Nb	Zr	Th	U	Ga	Sn	γ	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	V	Co	F	K/Rb	Ba/Rb	Rb/Sr	Th/U
本 区	305	9	72	12	98	456	21	4	47	26	71	16	27	129	6	<4	2	—	1250	139	0.24	33.9	5.3
滇中罗茨	466	15	102	12	62	2674	62	25	54	68	385	6	15	104	—	10	23	—	1605	90.6	0.22	31.1	2.5
川 西	199	51	246		98	786	29	8	30	37	87	27	56	187	144	<8	19	<5		200.4	1.23	3.9	3.6
澳大利亚蒙布拉	242	43	575		19	170	26	6	20		90	9	37	122	<1	<1	1	2		171.3	2.38	5.6	4.3
尼日利亚	563	7	276	9	121	410	39		33	17	130		24	175					3384	96.4	0.49	80.4	

表 7 木厂岩体及同型岩体稀土元素分析结果 (ppm)
Table 7 Comparison of the REE of the Muchang granite and other same typical bodies

Table 7 Comparison of the REE of the Muchang granite and other same typical bodies																						
地 区	编 号	岩 性	样品数	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE/ΣHREE	Eu	La/Yb	顺序号
本 区	4223-1	钠闪英碱正长岩	1	115.2	226.3	28.2	83	15.5	1.1	12.6	2.5	15.4	3.1	9.1	1.5	9.5	1.4	524.3	8.58	0.23	12.13	1
	4223-6	钠闪花岗岩	1	102.3	204.9	24.5	77.4	14.9	1.1	12.7	2.6	15.6	3.1	9.4	1.5	10.1	1.5	481.6	7.52	0.14	10.13	2
	4223-6	钠闪花岗岩	1	78.5	130.5	19.7	59.1	11.9	0.8	9.1	2	13.2	2.8	8.5	1.4	9.3	1.3	347.9	6.33	0.22	8.44	3
	4223-19	钠闪花岗岩	1	100.8	168	24.1	77.2	13.5	1.1	9.3	1.7	8.5	1.6	4.8	0.8	5.1	0.8	417.1	11.89	0.28	19.76	4
	4176*	钠闪花岗岩	1	67.4	141.1	18.26	58.4	13.2	1.5	10.9	2	11.7	2.2	6.7	1.1	6.2	1	341.4	7.21	0.38	10.87	5
	4178	霓石花岗岩	1	145.8	148.4	33.2	111.6	20.9	2	15.3	3.2	20.4	4.2	12.9	2.0	13.6	1.9	535.3	6.29	0.33	10.72	6
福建魁岐、 川西茨达、 澳大利亚蒙布拉、 西非尼日利亚		碱性花岗岩	4	26.8	51.8	5.7	16.5	3.9	0.3	3.5	0.8	4.9	1.3	4.5	2.1	6.1	1	129.2	4.34	0.20	4.39	7
		碱性花岗岩	2	105.3	149.5		76.3	15.5	0.55	7.7	2.5					9.1	1.4	268.9	0.13	0.13	11.57	8
		碱性花岗岩	8	63	138.1		66.9	15.1	1.47	14.5			3.5			1.2	9.2	1.4	315.37	0.43	6.85	9
		碱性花岗岩	2	144	260	34	167	33	2.2	55.5	6	44	11	45	0.351		—	858	3.03	0.10	2.82	10

不同期次岩体化学成分的差异,比较明显的是硅的递增和碱的递减,但幅度不大,钠的递减率略大于钾,随着 K_2O/Na_2O 比值增大,钙、磷略有下降。因此,早期侵入体相对富碱贫硅,岩石类型以过碱性为主($AlK/Al_2O_3 > 1$)。后期相对富硅贫碱,以偏铝质为主,出现过铝质类型。

木厂岩体的微量元素(表6)以不相容元素Rb、Be、Nb、Zr、Ga、REE、Y、Sn、Zn等高含量为特征,尤其大离子半径的元素Rb、Nb、Zr、REE、Y、Sn、Zn含有较高的丰度,Th、U、Pb等略偏高,Ba和Sr较低($Ba72$ 、 $Sr9ppm$),过渡元素Cr、Ni、V、Co相对也低。和其他A型花岗岩一样,木厂岩体富含F,F平均值是1250ppm,最高可达2700ppm。岩体各类型岩石普遍含有萤石。岩体B的含量只有1815ppm,没有发现独立的含B矿物。

随着岩浆结晶分离作用,残余熔体的Ba和Sr含量有降低和Rb含量有增高的趋势。Sr主要与Ca呈类质同象置换,木厂岩体主元素Ca和微量元素Sr的含量普遍低,表明发生过大量富钙相的分离,同时,岩浆体系中Rb和Ba主要是富钾相钾长石的容纳物,由于元素离子间的差异,Ba比Rb更优先进入钾长石中,而Rb趋于在残余熔浆中富集。木厂岩体具有较低的Ba/Rb比值(0.24)和偏低的K/Rb比值(139),反映岩浆经历了强烈结晶分离作用,具有残余熔体的特性。因此,这些易于在低度熔融时转入熔体的一系列低价阳离子,在碱性和高F条件下形成稳定的碱—F络合物,并在残余熔体中富集。上述微量元素的特征与滇中裂谷带及尼日利亚的A型花岗岩极其相似,后者并构成Nb(Ta)、Zr(Hf)、 ΣCe 、Sn、Zn等综合矿化。

表7列出木厂岩体和其他地区同类型岩体的稀土元素成分,和其他A型岩体相似,木厂岩体中稀土含量 $\Sigma REE341-535ppm$,平均值达到441ppm,高出正常花岗岩稀土总量近一倍。在表7所列的其他岩体中,除尼日利亚外,本区花岗岩的稀土含量均高于其他地区。木

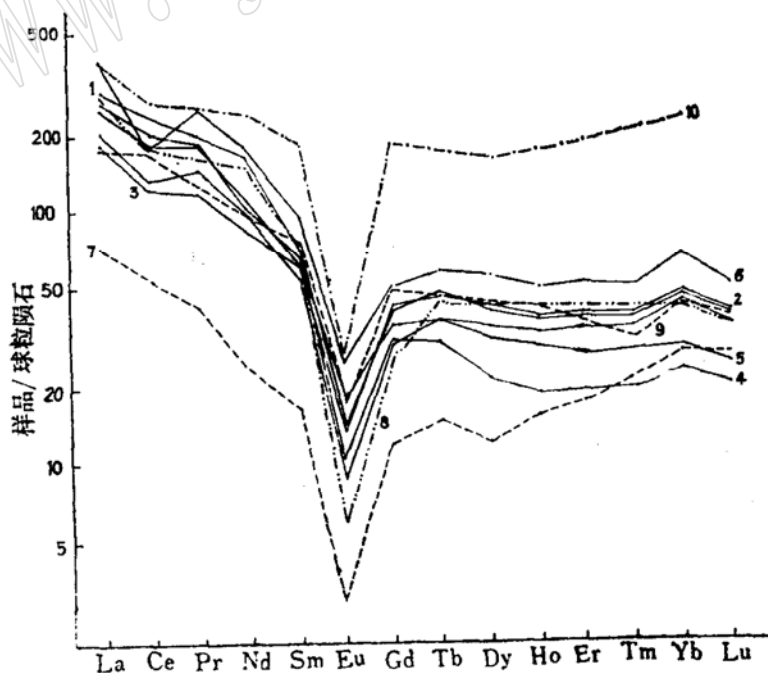


图4 木厂岩体REE配分型式及其对比(顺序号见表7)

Fig. 4 REE patterns of the Muchang A-type granite

厂岩体各类型岩石稀土配分型式(图4),都是较强烈稀土元素分馏图式:轻稀土明显富集, $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$ 6.33—11.89, La/Yb 8.44—19.76, Eu 强烈亏损 ($\delta\text{Eu}=0.14-0.38$)。体现了熔浆高度分异特征。其中轻稀土分馏强烈, La/Sm 6.6—7.5, 重稀土没有明显的分馏, 呈一近水平的曲线。

各类型岩石稀土配分型式非常相似, 构成一组密集且近于平行的曲线。也反映了不同期次侵入的熔体成分变异不大以及同源岩浆演化产物之间的一致性。木厂岩体两次侵入体中, 晚期重稀土元素有相对富集的趋势, $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$ 比值由 8.58 变化到 7.27。上述稀土元素的特点, 再次表明木厂岩体是岩浆演化较为彻底的产物, 结晶分离作用主要发生在深部岩浆房。

三、成因探讨

在 Ab-Or-Q 图(图5)上, 木厂岩体成分点的线性趋势比较清楚, 反映了岩体侵入顺序由钠闪英碱正长岩到碱性花岗岩, 成分由富碱到富硅的变化, 也反映出碱的变化, 钠的递减

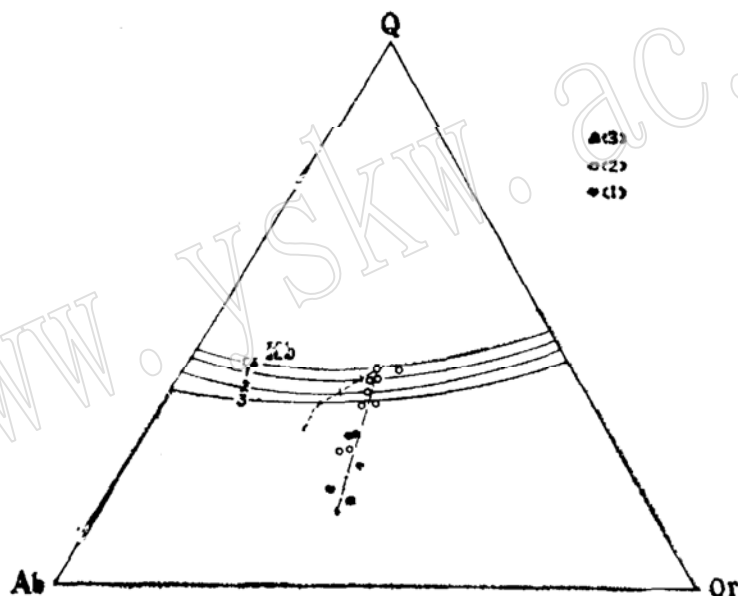


图 5 木厂岩体 Ab-Or-Q 图

Fig. 5 Schematic diagram of Ab-Or-Q of the Muchang A-type granite.

(1) 钠闪英碱正长岩 (2) 钠闪花岗岩 (3) 霓石花岗岩

率大于钾。岩浆活动的顺序即是熔体的降温过程, 结晶路线沿分离结晶线变化, 最后达到最低共熔点。可以推测其形成时 $P_{\text{H}_2\text{O}}$ 约在 $500 \times 10^5 \text{Pa}$ 至 $600 \times 10^5 \text{Pa}$, 温度约 750° , 设 $P_{\text{a}} = P_{\text{H}_2\text{O}}$, 则木厂岩体形成深度约 1.6 公里, 岩体是在浅成条件下定位的。这与岩体一系列特征: 接触蚀变晕不发育、广泛的晶洞构造、长石的不稳定结构形态、氧化程度高、变价态铁的作用等相吻合。证明岩体是在地壳表层相对开放系统、氧逸度较高的条件下形成的。

本区自晚古生代开始裂谷作用, 相继出现下石炭统、上石炭统和上二叠统基性火山活动, 木厂岩体与上二叠统火山岩系有着密切的时空关系。该火山岩系厚达 1183.0 米, 碱性玄武岩中间夹有碱性流纹岩。火山岩系各类型岩石的化学成分见表 4、图 2、3。这些化学成分

资料表明该火山岩系是由岩石谱系两个端元组分组成, 缺乏中间成分, 具有大陆裂谷双峰式火山活动特点。

时间上, 火山岩系稍早于岩体, 空间上火山岩与碱性花岗岩紧密伴生。化学成分上碱性流纹岩与岩体相似, 并有低的铝、钙、镁成分, 碱含量略低, 副矿物也是磁铁矿—锆石组合, 锆石标型特征极其相似, 说明它们是同源岩浆异相产物。从木厂岩体成分特点, 火山岩系成分的不连续性看, 木厂岩体岩浆不是幔源碱性玄武岩浆的直接分异物, 应是它的分异物与陆壳局部重熔熔体的混合物。由此决定了熔体的双重特征: 一方面高价大离子亲石元素和钠质的富集, 一方面具有偏高的钾和铝的壳源成分。产生陆壳熔融所需的能量是地幔衍生的碱性玄武岩浆多次大规模贯入体所供给, 岩浆贯入体在壳内构成大小岩浆房, 熔体在其间得以充分进行演化分异, 同时引起壳内物质局部熔融。上述进程需要一个相对稳定的构造条件, 即裂谷引张环境。富碱—高F的熔体在该条件下得以充分进行分异, 而高价大离子亲石元素结合构成碱—氟稳定络合物得以富集。

文中应用了该地区的区域地质调查资料, 测试工作委托地科院岩矿测试所、宜昌地矿所同位素室、湖北地矿局实验室、云南地矿局实验室、云南区调队实验室等单位进行, 值此深表谢意。

参 考 文 献

- 〔1〕 范承钧, 1982, 滇西区域地质特征, 云南地质, 一卷, 四期。
- 〔2〕 W. J. 柯林斯, A型花岗岩的性质和起源 (以澳大利亚东南为例), 国外矿床地质, 1983, 25期。
- 〔3〕 王德滋等, 1985, 福建魁岐花岗岩的岩石学和地球化学特征及成因探讨, 地球化学, 第三期。
- 〔4〕 周伯弗等, 1985, 攀西裂谷带A型花岗岩, 中国攀西裂谷文集 (1), 地质出版社。
- 〔5〕 颜以彬, 1985, 滇中古裂谷带岩浆系列, 云南地质, 四卷, 四期。

The Petrographic and Geochemical Characteristics of the Muchang A-type Granite in Zhenkang, Western Yunnan

Gu Yingqu Qan Tianhong Ye Zhisun

(Regional Geological Surver Team of Yunnan Province)

Yan Yibing

(Department of Geology, Kunming Institute of Technology, Yunnan Province)

Key words: A-type granite; riebeckite granite; riftogenesis

Abstract

The Muchang A-type granite is a composite intrusive body consisting of the riebeckite nordmarkite, riebeckite granite and aegirine granite. Its formation related to riftogenesis. The differential degree of the body is rather high: rich in alkali and Fe, poor in Mg and Ca. The abundance of REE is relatively high. The fractionation of LREE is very intense and with the evident negative ano-

maly of Eu.

The Muchang A-type granite is a congenetic product with the Upper Permian volcanic sequences formed by the mixing of basaltic magma and partial anatectic magma of the continental crust.

www.yskw.ac.cn