

文章编号: 1009-3850(2006)04-0040-07

西藏羌塘达尔应强过铝花岗岩地球化学特征 及地球动力学意义

熊兴国, 岳 龙, 徐安全, 易成兴, 贺永忠

(贵州省地质调查研究院, 贵州 贵阳 550005)

摘要: 羌塘地块中部达尔应首次发现强过铝质的二云母碱长花岗岩、白云母碱长花岗岩、电气石白云母碱长花岗岩, 通过地球化学研究显示其 SiO_2 、 Al_2O_3 和 K_2O 质量分数均很高, 以高铝、低镁铁为特征, A/CNK 比值大于 1.1, 属典型的含白云母强过铝质花岗岩。稀土元素总量为 $(10.65 \sim 100.02) \times 10^{-6}$, 配分曲线显示铈负异常明显。Nb、P、Ti 等高场强元素具有负异常, 而 Rb、Th、Y 等大离子亲石元素具有明显的正异常。岩浆源区可能以粘土岩为主, 是成熟陆块部分熔融作用的结果。微量元素标准化蛛网图、岩石组合 R_1 - R_2 图解、Rb-Hf-Ta 判别图、Rb-(Yb+Nb)和 Rb-(Yb+Ta)图解均指示达尔应岩体是产生于同碰撞环境的花岗岩, 它是冈玛错构造带在碰撞阶段过程中的岩浆岩记录。

关键词: 羌塘; 强过铝花岗岩; 地球化学; 西藏

中图分类号: P588.12⁺1

文献标识码: A

人们通常把后碰撞构造环境简单地描述为碰撞作用之后的一个松弛阶段。近年来对大陆动力学的研究加深了对板块后碰撞作用过程的认识, 特别是许多作者对大陆碰撞带与花岗岩带的形成和演化过程的关系进行了深入研究, 发现大量的岩浆作用发生于主碰撞期之后、板内时期之前的后碰撞作用阶段^[1]。邓晋福等通过对藏南淡色花岗岩带的研究, 进一步认为它们是陆内俯冲带的产物, 是陆内俯冲的岩石记录^[2]。本文基于 1:25 万区域地质调查的最新资料, 通过对达尔应花岗岩岩石地球化学特征的系统研究认为, 它是一种典型的后碰撞强过铝质花岗岩(SP)。

1 地质概况

达尔应位于西藏羌塘地块中部, 南临班公湖-怒江缝合带, 北靠金沙江缝合带, 主要发育晚古生代低绿片岩相变质的碎屑岩系。达尔应过铝质花岗岩就

侵入于这些地层中。岩体主要有两种产出状态: 一种呈岩脉大致顺层侵入于围岩中, 分布零星; 另一种呈岩基产出, 斜切围岩, 边缘部分仍大致顺层侵入围岩中。呈岩基产出的构成达尔应过铝质花岗岩的主体, 其平面形态近似椭圆状, 面积约为 65km^2 (图 1)。

2 岩石学特征

达尔应岩体的岩石类型主要有二云母碱长花岗岩、白云母碱长花岗岩、电气石白云母碱长花岗岩。前两者构成主要的岩石类型。据三者的接触关系, 具有从二云母碱长花岗岩—白云母碱长花岗岩—电气石白云母碱长花岗岩的演化序列。

二云母碱长花岗岩呈片麻状, 细—中粒花岗结构, 主要矿物为碱性长石 (55%~60%)、石英 (25%)、白云母 (5%~8%)、黑云母 (5%~8%)、斜长石 (3%~5%)。碱性长石呈半自形板柱晶, 斜长石呈半自形板柱晶, 具聚片双晶、卡钠联合双晶, 主

收稿日期: 2006-08-07

第一作者简介: 熊兴国, 1971 年生, 工程师, 从事区域地质调查工作。

资助项目: 中国地质调查局“青藏高原 1:25 万丁固幅、加措幅区域地质调查” (200313000014)。

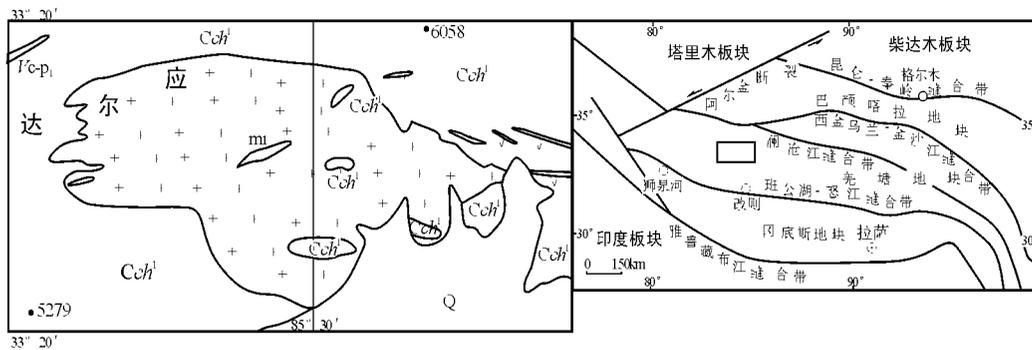


图1 达尔应地区地质略图

ξYT₁. 碱长花岗岩; ϕ₂. 闪长玢岩; ν. 辉长岩; Cch. 石炭系擦蒙组

Fig. 1 Simplified geological map of the Darying region

ξYT₁ = alkali-feldspar granite; ϕ₂ = diorite porphyrite; ν = gabbro; Cch = Carboniferous Cameng Formation

要为钠长石。石英呈它形晶,对碱性长石和斜长石有熔蚀交代、蚕食现象。白云母、黑云母分布于主要于矿物晶粒间。白云母碱长花岗岩呈块状,中—粗粒花岗结构,部分为似斑状结构,主要矿物为碱性长石(55%~60%)、石英(25%~30%)、白云母(10%~15%)、斜长石(3%)、石榴子石(1%~2%)。电气石白云母碱长花岗岩以含电气石为特征,岩石呈块状,中—粗粒花岗结构,主要矿物为碱性长石(55%~60%)、石英(25%~30%)、白云母(10%~15%)、电气石(8%~15%)、斜长石(5%)。电气石含量不均,粒度3%~5mm,偶见厘米级。

3 地球化学特征

3.1 主元素特征

不同岩石类型的主要化学成分在一个较窄的范围内变化(表1): SiO₂ 为62.92%~76.24%, 平均72.50%; Al₂O₃ 为13.96%~21.25%, 平均15.61%; CaO 为0.32%~1.02%, 平均0.60%; Na₂O+K₂O 为7.02%~11.003%, 平均8.69%, 且绝大多数样品 K₂O > Na₂O; TFeO+MgO 为0.51%~2.64%, 平均

1.20%。与世界花岗岩的平均值相比,其特点是富硅、总碱量高, K 和 Al 含量高, 低 Ca、Mg、Fe、Ti, 为一种淡色花岗岩。

里特曼指数 δ 在 1.48~2.77 之间, 个别为 6.00, 总体属钙碱性岩; A/CNK 值大于 1.1 (1.11%~1.41)(图 2), 显示其属于一种强过铝花岗岩类, 该比值反映在造岩矿物则表现为出现较多高 Al 的原生矿物, 如白云母、电气石; 在 CIPW 标准矿物中则出现有含量大于 1% 的标准刚玉(C)分子。

其长英指数(88.9~96.67)、固结指数(1.33~2.95)和分异指数(87.46~94.62)符合壳源岩浆特点, 而长英指数、镁铁指数(78.63~92.28)均高, 反映出同源岩浆演化的特点。斜长石类型大多为钠长石, 与喜马拉雅淡色花岗岩中斜长石类型一致^[3-5]。

3.2 稀土元素特征

从表 2 看出, 研究区不同岩石类型的稀土元素总量在 (10.65~100.02) × 10⁻⁶ 之间, 平均 67.17 × 10⁻⁶, 明显低于世界上酸性岩的平均丰度 (288 × 10⁻⁶), 与喜马拉雅洛扎地区淡色花岗岩平均值

表 1 达尔应花岗岩主量元素分析结果(w_B/%)

Table 1 Major element contents (w_B/%) in the Darying granites

序号	岩石名称	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	烧失量	总量	斜长石 牌号
1	二云母碱长花岗岩	74.04	0.10	13.96	0.24	0.70	0.018	0.23	0.32	3.48	5.80	0.12	0.48	99.97	1.75
2	白云母碱长花岗岩	76.24	0.02	14.54	0.20	0.21	0.032	0.10	0.37	4.57	2.45	0.15	0.70	99.58	1.99
3	白云母碱长花岗岩	74.97	0.09	14.18	0.26	0.51	0.023	0.17	0.76	3.51	4.44	0.14	0.51	99.56	8.94
4	电气石白云母碱长花岗岩	62.92	0.15	21.25	2.15	0.29	0.027	0.20	0.53	4.09	6.84	0.48	0.66	99.54	0.75
5	二云母碱长花岗岩	74.33	0.12	14.11	0.32	0.71	0.02	0.28	1.02	3.29	4.88	0.12	0.50	99.70	12.4

样品测试单位: 国土资源部贵阳矿产资源监督检测中心, 下同

表 2 达尔应花岗岩稀土元素分析($w_B/10^{-6}$)Table 2 REE contents ($w_B/10^{-6}$) in the Darying peraluminous granites

样号	岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	δ_{Eu}	δ_{Ce}	$(La/Yb)_N$	$(Ce/Yb)_N$
1	二云母碱长花岗岩	10.25	22.50	2.45	8.58	2.65	0.28	2.90	0.57	3.63	0.66	1.70	0.25	1.40	0.21	18.18	0.31	0.42	4.94	4.16
2	白云母碱长花岗岩	1.38	2.62	0.32	1.10	0.31	0.04	0.48	0.09	0.56	0.11	0.27	0.04	0.23	0.03	3.07	0.32	0.52	4.05	2.95
3	白云母碱长花岗岩	16.66	32.93	3.85	12.89	3.25	0.40	3.18	0.56	3.41	0.60	1.40	0.20	1.14	0.15	15.73	0.38	0.29	9.85	7.47
4	电气石白云碱长花岗岩	7.10	13.56	1.71	6.85	2.03	0.38	2.42	0.48	3.06	0.47	1.06	0.14	0.80	0.11	15.45	0.52	0.51	5.98	4.38
5	二云母碱长花岗岩	16.33	30.96	3.69	13.59	3.51	0.56	3.51	0.71	4.05	0.69	1.74	0.25	1.33	0.17	18.93	0.48	0.33	8.28	6.02

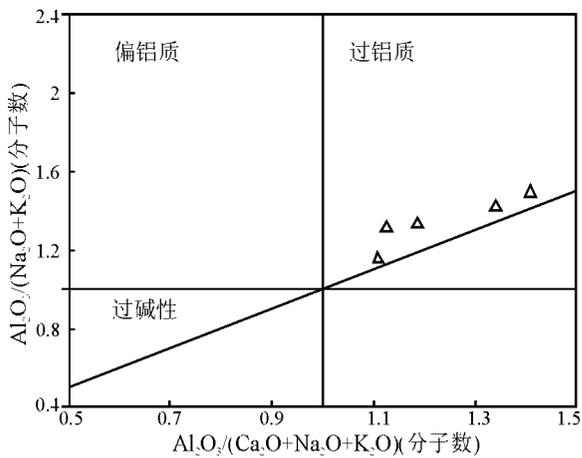


图 2 达尔应岩体过铝指数 A/CNK 图

Fig. 2 A/CNK diagram of the Darying peraluminous granites

(87.96×10^{-6})较一致^[3]; LREE/HREE为1.18~2.65, 平均1.78, 轻稀土呈弱富集; δ_{Eu} 均呈负异常, δ_{Eu} 在0.31~0.53之间, 平均0.41, 具有上地壳经不同程度部分熔融所形成的花岗岩的特征^[6]; $(La/Yb)_N$ 为4.05~9.85, 反映源区地壳成熟度较高; δ_{Ce} 为0.29~0.51, 皆小于1, 具负铈异常, 显示岩石形成于弱的氧化环境; $(Ce/Yb)_N$ 及 $(La/Sm)_N$ 的平均值均相对较低。

在标准化配分图上(图3), 不同岩类的稀土配分曲线相似, 均为向右微弱—中等倾斜的不对称V型曲线, 重稀土亏损及Eu的负异常可能是源区在部分熔融过程中石榴子石和富钙的基性斜长石作为残留相的结果。

3.3 微量元素特征

从表3看出, 与世界花岗岩的平均值相比, 研究区不同岩石类型的花岗岩除Mo、Sc、Zn、Li略为接近外, 其它过渡族元素均偏低。Rb的平均含量为 423.4×10^{-6} , 明显高于花岗岩的平均值(200×10^{-6}); 而Sr、Ba平均含量分别为 23.8×10^{-6} 和

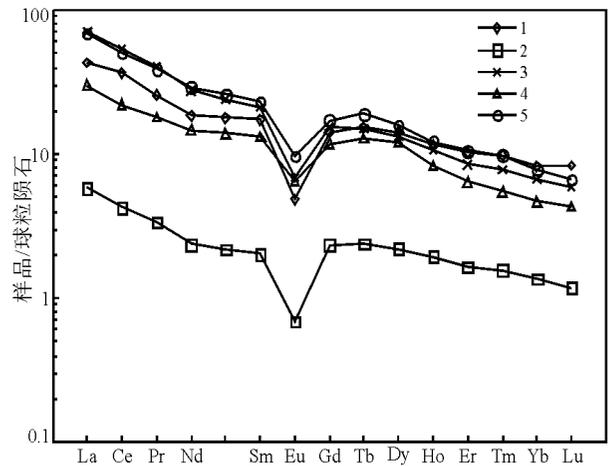


图 3 达尔应岩体稀土元素球粒陨石标准化蛛网图(样品序号与表1相同)

Fig. 3 Plot of chondrite-normalized REE patterns (The sample numbers are the same as in Table 1)

116.4×10^{-6} , 大大低于花岗岩的平均值(300×10^{-6} 、 830×10^{-6})。

作为挥发性组分, Li、B在区内花岗岩中有相当不均匀的含量。Li为 $(8.31 \sim 49.2) \times 10^{-6}$, 平均 27.9×10^{-6} , 与世界花岗岩的平均值(40×10^{-6})接近; B为 $(9.89 \sim 4617) \times 10^{-6}$, 平均 937.7×10^{-6} , B在电气石二云母碱长岗岩中高达 4617×10^{-6} , 明显高于世界花岗岩的平均值(15×10^{-6})。就区内而言, 电气石二云母碱长花岗岩中的B的含量又大大高于其它岩类, 显然B的含量受花岗岩中电气石含量的控制。

在微量元素配分图上(图4), 配分曲线较为相似: 大离子不相容元素相对富集, 相容元素亏损, 其中Sr、Ba强烈亏损, Nb、P、Ti等高场强元素具有负异常, 而Rb、Th、Y等大离子亲石元素具有明显的正异常。由于Sr、Ba一般富集于斜长石中, 其亏损指示了斜长石可能作为残留相或源区缺乏斜长石。Nb、

表3 达尔应花岗岩微量元素分析($w_B/10^{-6}$)

Table 3 Trace element contents ($w_B/10^{-6}$) in the Darying peraluminous granites

序号	Cr	Ni	Co	Cd	Li	Rb	Cs	Mo	Sb	Bi	Sr	Ba	V	Sc
1	4.6	0.8	1.4	0.01	8.31	338	9.00	0.00	0.17	0.05	16	62	0.0	2.50
2	1.3	1.8	0.1	0.00	49.2	413	26.0	0.37	0.16	0.18	7	52	0.0	0.74
3	0.0	2.7	1.0	0.01	49.0	321	13.1	0.76	0.09	0.33	33	177	0.0	3.44
4	8.4	1.9	1.0	0.01	23.7	781	32.6	0.01	0.21	0.07	13	115	0.0	0.51
5	4.0	3.8	2.0	0.01	8.75	264	4.25	0.53	0.04	0.22	50	176	0.0	3.48

序号	In	Ge	Tl	Be	B	Se	Te	Nb	Ta	Zr	Hf	U	Th	Y
1	0.01	0.6	2.08	2.8	20.9	0.02	0.057	25.0	2.48	50.8	1.70	4.27	8.79	18.18
2	0.01	0.2	2.13	9.3	24.9	0.00	0.048	44.5	4.02	28.6	1.10	1.71	2.23	3.07
3	0.01	0.3	2.39	5.1	15.8	0.00	0.050	25.4	2.77	62.9	2.10	3.49	13.7	15.73
4	0.01	0.4	4.74	8.0	4617	0.01	0.045	51.2	13.4	85.9	2.60	0.81	3.07	15.45
5	0.01	0.4	1.55	1.9	9.89	0.05	0.056	14.7	1.29	66.6	2.20	3.11	12.6	18.93

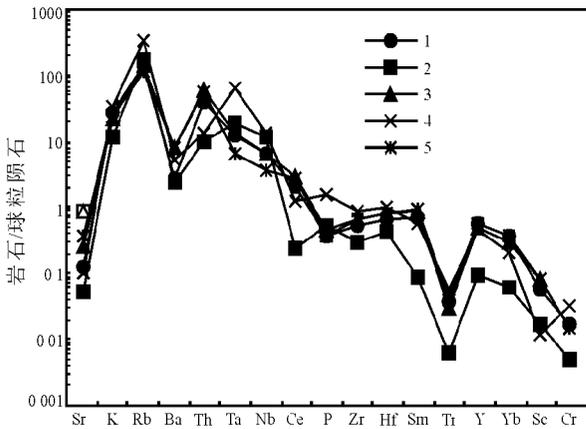


图4 达尔应岩体微量元素球粒隕石标准化蛛网图
Fig.4 Plot of chondrite-normalized trace element patterns

Ti 也明显亏损, 显示出造山带花岗岩的特征。

4 岩浆起源和源区性质讨论

对于青藏高原其它地区的淡色花岗岩, 前人已作了大量的研究, 一般将其划属 S 型花岗岩或陆壳重熔改造型花岗岩^[7,8]。Barbarin 根据花岗岩类的主要矿物组合、QAP 岩石类型及重要的岩石化学、地球化学特征, 结合地球动力学环境, 将花岗岩类分为含白云母过铝花岗岩类(MPG)、含堇青石过铝花岗岩类(CPG)、含角闪石钙碱性花岗岩类(ACG)、富钾碱钙碱性花岗岩类(KCG)、岛弧拉斑玄武质钙碱性花岗岩类(ATG)、洋中脊拉斑玄武质花岗岩类(RTG)及过碱性、碱性花岗岩类(PAG)7 种类型^[9]。其中白云母过铝花岗岩类(MPG)主要表现为淡色花岗岩(富含钠质斜长石、含镁铁矿物<5%), 含特征的岩

浆相白云母, 以及 $A/NKC > 1$ 。从调查区花岗岩的以上特征来看, 属典型的含白云母过铝花岗岩(MPG), 主要形成于碰撞大陆地壳剪切或逆掩构造所影响的造山带^[1]。

在 La/Sm-La 图解(图 5)中, 有 4 件样品分布于分离结晶线上, 1 件样品分布于部分熔融线附近, 表明它们为上地壳的岩石部分熔融形成同源岩浆, 不同岩类为同源岩浆分离结晶的产物。过铝花岗岩 Rb-Sr-Ba 的变化与它们源岩中起作用的泥质岩及砂屑岩的源区一致, 因此可以利用 Rb-Sr-Ba 系统比值的变化确定源区的成分^[10]。图 6 表示了过铝花岗岩 Rb/Sr 对 Rb/Ba 的关系, 形成了一个 Rb/Sr 随 Rb/Ba 而增长的线性关系。在该图解中, 达尔应岩体样品点构成了一定的线性关系, 而且均分布在富粘土源岩区的泥质岩区。该图还表明其源区成分为泥岩质, 表明达尔应过铝花岗岩物质来源于地壳, 其物源

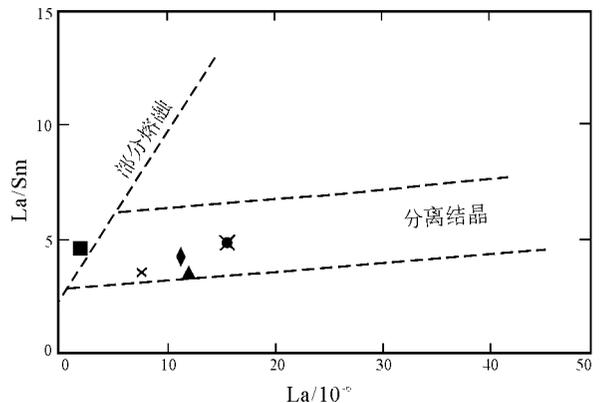


图5 La/Sm-La 图解

Fig.5 La/Sm vs. La diagram

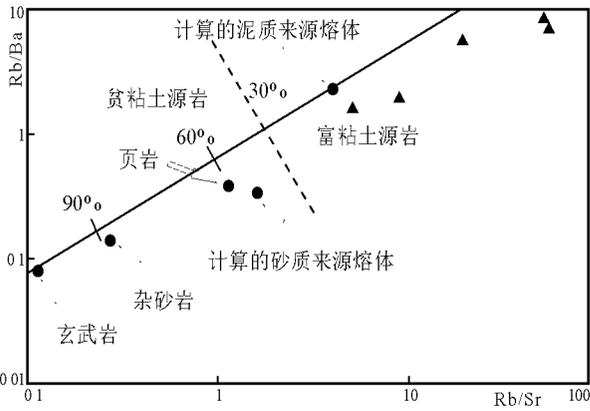


图 6 Rb/Ba-Rb/Sr 图解(图式据 Sylvester, 1998)

Fig. 6 Rb/Sr and Rb/Ba ratios (modified from Sylvester, 1998)

可能以粘土岩为主。达尔应岩体以泥岩质成分为主的过铝花岗岩表明它是成熟陆块部分熔融作用的结果。

5 成因探讨及大地构造环境分析

Batchelor 和 Bowden (1985)利用主要花岗岩类岩石组合示意图解,区分了产出于不同构造环境中的花岗岩类^[11](图 7)。根据花岗岩主要氧化物含量,通过一定程序换算成 R_1 和 R_2 值,结果达尔应岩体的点全都投在了同碰撞花岗岩类区域附近上,表明达尔应岩体是产生于同碰撞环境的花岗岩。

不同类型的花岗岩具有不同的标准化模式及不同的分布区。在 Rb-Hf-Ta 判别图(图 8)均落入同碰撞区。据花岗岩中 Rb、Y 和 Nb 的含量得到其在 Rb-Yb+Nb 和 Rb-Yb+Ta 图解^[12]上的位置,达尔应岩体的投点均落在同碰撞花岗岩区域内(图 9, 10)。这些图解表明,达尔应过铝花岗岩为同碰撞花岗岩研究区内冈玛错构造带是一条重要的构造带,该带在平面上具有右形走滑特征,在剖面上具典型的由北向南逆掩的结构,在平面和剖面上都具构造混杂岩特征^[13]。构造混杂岩中发育有蓝片岩,蓝片岩中青铝闪石⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄值为 $222.25 \pm 3.7\text{Ma}$ ^[14]、蓝闪石⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄值为 $275.0 \pm 1.3\text{Ma}$ 和 $287.6 \pm 2.3\text{Ma}$ ^[15]。本次工作在达尔应花岗岩岩体进行了单颗粒锆石 U-Pb 法年龄测试,其下交点年龄值为 $236 \pm 56\text{Ma}$ 。在空间上,达尔应花岗岩体分布于冈玛错构造带的南侧。从以上可以看出,达尔应花岗岩体很可能是在冈玛错构造带碰撞形成的高压变质之后,在陆内逆掩过程中就位的,它是冈玛错构造带在碰撞阶段过程中的岩浆岩记录。

6 结论

(1)达尔应的花岗岩岩体以高铝(A/NKC>

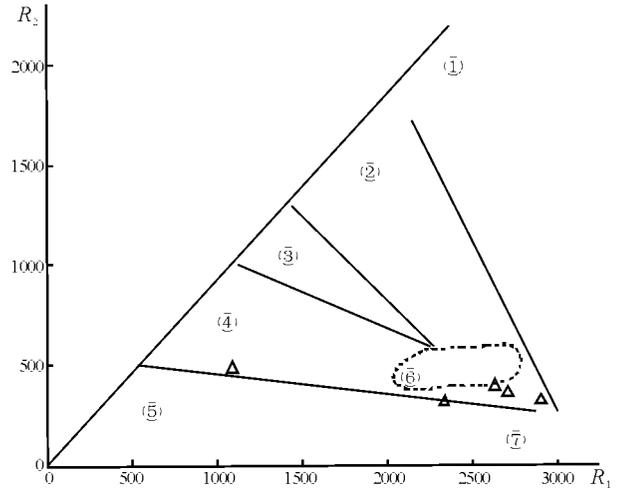


图 7 R_1 - R_2 多阳离子图解(仿 Batchelor 等, 1985)

①. 地幔斜长花岗岩; ②. 破坏性活动板块边缘(板块碰撞前)花岗岩; ③. 板块碰撞后隆起期花岗岩; ④. 晚造山期花岗岩; ⑤. 非造山期 A 型花岗岩; ⑥. 同碰撞(S 型)花岗岩; ⑦. 造山期后 A 型花岗岩

Fig. 7 R_1 - R_2 discriminant diagram (modified from Batchelor et al., 1985)

①=mantle-derived plagioclase granite; ②=destructive active plate marginal (pre-collisional) granites; ③=post-collisional granites; ④=late-orogenic granites; ⑤=non-orogenic (A-type) granites; ⑥=syn-collisional (S-type) granites; ⑦=post-orogenic (A-type) granites

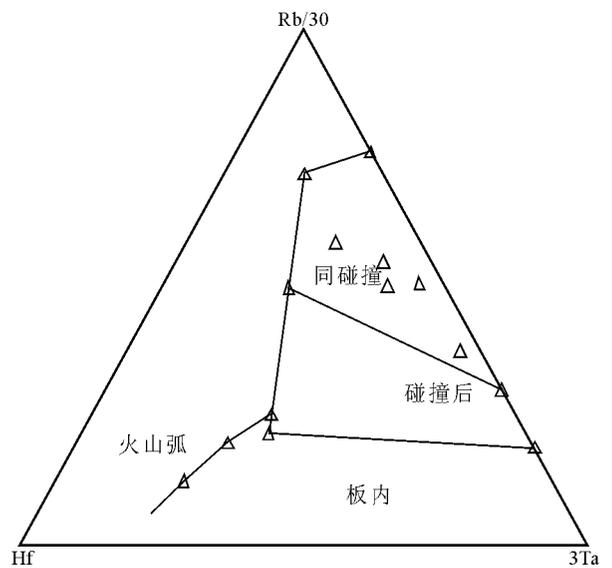


图 8 Rb/30-Hf-3Ta 图

Fig. 8 Rb/30-Hf-3Ta diagram

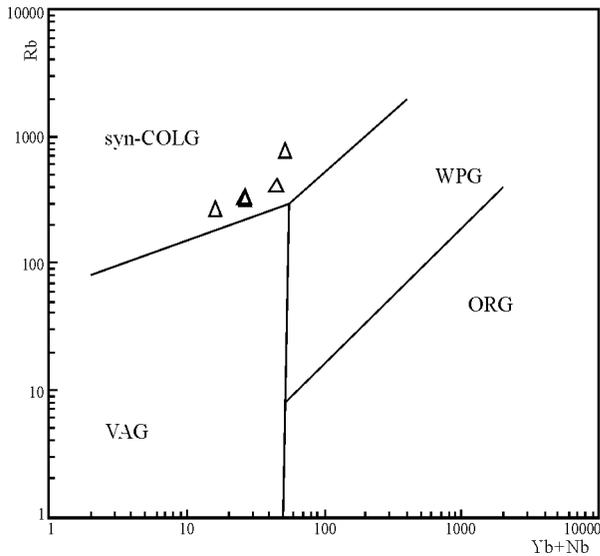


图9 Rb-(Yb+Nb)判别图(图式据 Pearce, 1984)

VAG. 火山弧花岗岩; syn-COLG. 同碰撞花岗岩; WPG. 板内花岗岩; ORG. 洋中脊花岗岩

Fig. 9 Rb-(Yb+Nb) discriminant diagram (modified from Pearce, 1984)

VAG = volcanic arc granites; syn-COLG = syn-collisional granites; WPG = within plate granites; ORG = ocean ridge granite

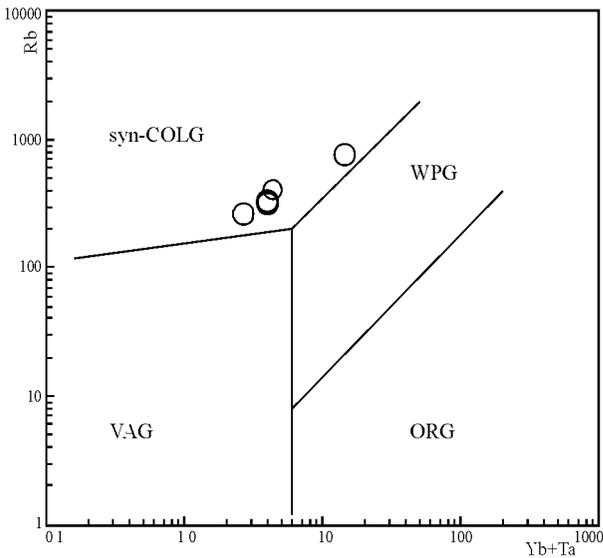


图10 Rb-(Yb+Ta)判别图(图式据 Pearce, 1984)(图例见图9)

Fig. 10 Rb-(Yb+Ta) discriminant diagram (modified from Pearce, 1984) (See Fig. 9 for the explanation of symbols)

1.1), 富含白云母、电气石和钠质斜长石为特征, 属典型的含白云母过铝质花岗岩类(MPG)。

(2) 稀土元素、微量元素及结合主元素的分析表明, 该套过铝质花岗岩为上地壳的岩石部分熔融形成同源岩浆, 不同岩类为同源岩浆分离结晶的产物。

(3) 达尔应过铝花岗岩物质来源于上地壳, 其物质以粘土岩为主, 是成熟陆块部分熔融作用的结果。

(4) 达尔应过铝质花岗岩是羌塘地块在碰撞作用阶段形成的花岗岩, 它是羌塘地块在碰撞作用阶段过程中的物质记录之一。

致谢: 参加野外工作的还有牟世勇、卢定彪、陈仁、朱勋、曾昌兴等, 在成文过程中得到王敏、叶跃兰、廖忠礼的大力帮助, 在此一并致谢。

参考文献:

- [1] 肖庆辉, 邓晋福, 马大荃, 等. 花岗岩研究与思维方法[M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [2] 邓晋福, 赵海铃, 赖绍聪, 等. 白云母/二云母花岗岩形成与陆内俯冲作用[J]. 地球科学, 1994, 19(2): 138-147.
- [3] 童劲松, 华明, 夏军, 等. 藏南洛扎地区过铝质花岗岩的地球化学特征及构造背景[J]. 地质通报, 22(5): 308-313.
- [4] 廖忠礼, 莫宣学, 潘桂棠, 等. 初论西藏过铝花岗岩[J]. 地质通报, 2006, 25(7): 812-821.
- [5] 廖忠礼, 莫宣学, 潘桂棠, 等. 西藏曲珍过铝花岗岩的地球化学特征及地球动力学意义[J]. 岩石学报, 2006, 22(4): 845-854.
- [6] 王中刚. 稀土元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1989.
- [7] 余希静. 西藏花岗岩类的成因类型及其演化[A]. 青藏高原地质文集(17)[C]. 北京: 地质出版社, 1985.
- [8] 西藏地质局. 西藏区域地质志[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.
- [9] BARBARIN B. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments [J]. Lithos, 1999, 46(3): 605-626.
- [10] SYLVESTER P J. Post-collisional strongly peraluminous granites [J]. Lithos, 1998, 45(com): 29-44.
- [11] BATCHELOR R A, BOWDEN P. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters [J]. Chem. Geol., 1985, 48: 43-55.
- [12] PEARCE J A, HARRIS N B W, TINDLE A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks [J]. J. Petrol. 1984, 25: 956-983.
- [13] 贵州省地质调查院. 1:25万丁固幅、加措幅地质调查成果与进展[J]. 沉积与特提斯地质, 2005, 25(1): 45-50.
- [14] 胡克, 李才, 程立人, 等. 西藏羌塘中部冈玛错-双湖蓝片岩带及其构造意义[J]. 长春地质学院学报, 25(3): 272.
- [15] 邓希光, 丁林, 刘小汉, 等. 青藏高原中部冈玛日地区蓝闪石片岩及其⁴⁰Ar/³⁹Ar年代学[J]. 科学通报, 45(21): 2324-2325.

Geochemistry and geodynamics of the strongly peraluminous granites in Daying, Qiangtang, Xizang

Xiong Xing-guo, YUE Long, XU An-quan, YI Cheng-xing, HE Yong-zhong
(Guizhou Institute of Geological Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China)

Abstract: Strongly peraluminous two-mica alkali-feldspar granite, muscovite alkali-feldspar granite and tourmaline muscovite alkali-feldspar granite recognized, for the first time, in Daying, central Qiangtang are characterized by high fractions of SiO_2 , Al_2O_3 and K_2O , high Al, low Mg, low Fe, A/CNK ratios > 1.1 , indicating the typical muscovite-bearing strongly peraluminous granites. ΣREE values range between $(10.65-100.02) \times 10^{-6}$ and The REE distribution patterns exhibit marked negative Eu anomalies. The high field strength elements Nb, P and Ti display negative anomalies, while the macro-ionic lithophile elements Rb, Th and Y display positive anomalies. The magma sources may be originated from clay-rich sources, representing the products of partial melting of mature continental masses. The plot of chondrite-normalized trace element patterns, R1-R2 diagram, Rb-Hf-Ta discriminant diagram, Rb-(Yb+Nb) and Rb-(Yb+Ta) diagrams indicate that the Daying granites are assigned to the syn-collisional granites, and have recorded the magmatic history of the Gangmar Lake structural zone during the collisional stages. The discovery of the strongly peraluminous granites in Daying has contributed to important geological information for the exploration of geological and tectonic evolution of the Qiangtang block, Xizang

Key words: Qiangtang; strongly peraluminous granite; geochemistry; Xizang

中晚二叠世陆地生物群体灭绝

大约在过去 9Ma, 由于火山气体喷发物增加而导致生物种类降至最低点的二叠纪末的群体灭绝已引起人们的关注。两次独立的但在地质上是陆地群体灭绝的突发事件: 一次发生于 260.4Ma 的中二叠世(瓜达卢普期), 另一次发生于 251Ma 的二叠纪。证据包括对南极洲 Portal 山的新的古植物学、古土壤学及碳同位素研究, 以及与南非 Karoo 盆地的对比研究。对灭绝事件的研究长期以来锁定在海洋无脊椎动物, 时间限定在瓜达卢普末期和二叠纪末期。这些时期也是温湿温室气候瞬变时期, 其特点是土壤明显遭受侵蚀、河流从高弯度过渡为低弯度和辫状河流、土壤堆积于湿地内、明显的负碳同位素异常。这两次群体灭绝事件可能均由于通过馈浆岩墙侵入到溢流玄武岩(如瓜达卢普末期的峨眉山玄武岩和二叠纪末的西伯利亚暗色岩)中的煤层内的甲烷灾难性地喷发到大气圈中所致。

(摘译自《美国地质学会通报》2006, 118(11): 1398-1411)