

赣南寨背 A 型花岗岩体的地球化学特征 及其构造地质意义

Geochemical Characteristics and Tectonic Implication of Zhaibei A-type Granitic Intrusives in South Jiangxi Province

陈培荣 章邦桐 孔兴功 蔡笔聪 凌洪飞 倪琦生
Chen Peirong, Zhang Bangtong, Kong Xinggong,
Cai Bicon, Ling Hongfei and Ni Qisheng

(南京大学内生金属矿床机制研究国家重点实验室, 南京, 210093)

(*State Key Laboratory of Mineral Deposits, Nanjing University, Nanjing, 210093*)

摘要 赣南寨背岩体主要为黑云母钾长花岗岩, 黑云母结晶晚于长石和石英, 锆石群型地温测量标尺显示其结晶温度为 $800^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$, 表明寨背岩体形成于一种高温贫水的花岗质岩浆。岩石的化学成分特点为准铝质 (Al_2O_3 为 $12.21\%\sim 12.62\%$), 富硅 (SiO_2 为 $75.66\%\sim 76.74\%$), 偏碱 ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 为 $7.93\%\sim 8.90\%$), $\text{FeO}^{\text{T}}/\text{MgO}$ 值高 ($59\sim 148$), CaO 和 MgO 含量低 (分别为 $0.10\%\sim 0.65\%$ 和 $0.01\%\sim 0.02\%$), 富含 REE (Eu 除外, ΣREE 平均为 $500\mu\text{g/g}$), Y, Ga, Nb 等高场强元素 (HFSE) 以及 F, Sr 和 Ba 较低。这些特点与本区的 I 型和 S 型花岗岩有明显差别, 是一种典型的 A2 型花岗岩。寨背岩体 Rb-Sr 等时线年龄为 176Ma , 与辉长岩、双峰式火山岩有密切的时空关系, 表明赣南地区在燕山早期即进入拉张裂解阶段。

Abstract Zhaibei intrusive in southern Jiangxi province mainly consists of biotite potassium-feldspar granites. It is suggested that Zhaibei intrusive derived from an anhydrous granitic magma of high temperature, because biotite crystallization is after feldspars and quartzs, and zircon at $800^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ by a geothermometric scale of zircon populations. The granites of Zhaibei intrusive are metaluminous ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 12.21\%\sim 12.62\%$) and characterized by high SiO_2 ($75.66\%\sim 76.74\%$), $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ ($7.93\%\sim 8.90\%$), $\text{FeO}^{\text{T}}/\text{MgO}$ ratio ($59\sim 148$), REE (except Eu, ΣREE average value is $500\mu\text{g/g}$), Y, Ga, Nb and F, and low CaO ($0.10\%\sim 0.65\%$), MgO ($0.01\%\sim 0.02\%$), Sr and Ba. The characteristics are very different from those observed for I- and S- type granites in southern Jiangxi province, but quite similar to those of A2- or PA- type granites. Zhaibei intrusive, which obtains a Rb-Sr isochron age of 176Ma , is closely related to gab-

• 1998-01-17 收稿, 1998-04-13 改回。

本文研究由国家自然科学基金项目 (编号: 49772110) 资助。

第一作者简介: 陈培荣, 男, 1951 年生, 副教授, 矿床地球化学专业。

brocs and bimodal volcanic rocks in time and space. Therefore, it is suggested that crustal rifting might start in the period of early Yanshanian movement in southern Jiangxi Province.

主题词: A型花岗岩; 地球化学特征; 燕山早期; 拉张; 赣南; 寨背岩体

Key words: A-type granite; Geochemical characteristics; Rifting; Early Yanshanian; Zhaibei intrusive; Southern Jiangxi Province

分类号: P588.12

Classific. code: P588.12

自从 Loiselle and Wones (1979) 把 A 型花岗岩引入地质文献以来, 对该类型花岗岩的研究一直受到国内外地质学家的关注。八十年代我国对 A 型花岗岩的研究取得了许多重要成果, 先后确定了东南沿海地区沿长乐-南澳断裂分布的晶洞花岗岩带 (王德滋等, 1985; 洪大卫等, 1987), 西南地区哀牢山-金沙江一带的碱性岩带 (涂光炽等, 1984) 以及长江中下游地区的安-庐石英正长岩带 (章邦桐等, 1988) 等。近年来对 A 型花岗岩的研究又取得了许多新的进展, 从化学成分来看, A 型花岗岩类不仅包含碱性花岗岩, 也包含准铝质甚至过铝质花岗岩 (Eby, 1990)。根据 Rb、Nb、Ta、Ce、Yb、Y、Sc 和 Ga 等元素的丰度及其元素对比值, Eby (1992) 把 A 型花岗岩分成 A1 和 A2 两个亚类。在构造意义上, A1 亚类侵位于板内裂谷作用过程中 (通常伴有大量同时产出的镁铁质岩石) 或者由推断的地幔柱或热点活动形成; A2 亚类所包括的花岗岩类侵位于各种构造环境中, 包括碰撞后岩浆作用环境以及环斑花岗岩作为其实例的真正的非造山岩浆作用环境。同理, 洪大卫等 (1995) 把碱性花岗岩分成 AA 型和 PA 型, 并分别与非造山和后造山的构造环境相对应。

然而, 在过去的研究中, 由于人们过分强调 A 型花岗岩的碱性特征, 对准铝质或 A2 型花岗岩的研究没有予以足够的重视, 或将其划入 I 型或 S 型花岗岩类中, 从而对它们代表的构造背景没有得到充分认识。譬如, 关西岩体, 黄典豪等 (1989) 依据岩体的 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i 为 0.7056 ± 36 (Rb-Sr 等时线年龄 176Ma) 认为其衍生于古老的中、基性火成岩, 为 I 型花岗岩类。关西岩体与寨背岩体的关系曾有人认为前者是后者西南部的舌状突出部分。从文献资料来看, 关西岩体与寨背岩体具有相同的岩相学特征, 与寨背岩体的侵位年龄也完全一致。因此, 关西岩体实为寨背岩体组成部分的认识是正确的。近年来, 笔者在对赣南某些花岗岩体进行深入研究后发现, 按照 Eby (1992) 对 A 型花岗岩类的进一步划分方案, 寨背岩体具有 A2 型花岗岩的典型特征, 可与澳大利亚 Lachlan 褶皱带中的 Mumbulla 岩套 (Whalen et al., 1987) 进行类比。本文特阐述了寨背岩体的地球化学特征及其地质意义, 以引起对准铝质 A 型花岗岩及其构造环境研究的更多关注。

1 地质背景

寨背岩体位于南岭东西向构造带东段, 受三南 (赣南的全南县、龙南县和定南县) - 寻乌东西向断裂与鹰潭-安远断裂的复合部位控制。从区域深层构造来看, 处在赣州上地幔隆起区的边部。

岩体呈反“L”型展布(图 1), 出露面积 400 余平方公里。在岩体北部, 被补体高全山岩体侵入, 南部则侵入并包裹多处辉长岩体, 四周与寒武系浅变质岩、晚加里东期混合岩、海西晚期花岗岩和侏罗系火山岩呈侵入接触。

据前人研究, 已获得锆石 U-Pb 同位素年龄约 183Ma (264 大队, 1984)。笔者在对岩体进行同位素地球化学研究时, 测定了全岩及单矿物黑云母和钾长石的 Rb、Sr 同位素组成(表 1), 计算得到 Rb-Sr 等时线年龄为 $176 \pm 10\text{Ma}$ (图 2)。

现已确定岩体附近的隘高岩体、定南岩体和柯树北岩体为 S 型花岗岩体, 安西岩体、龙州岩体为 I 型花岗岩体(陈培荣等, 1989)。东坑早侏罗世火山-沉积盆地发育一套下部为玄武岩上部为流纹岩, 形成若干个喷发旋回的双峰式火山岩系。在盆地西侧的早侏罗世的陂头岩体中, 出露富钾花岗岩相和碱性花岗岩岩相, 其中含碱性铁镁矿物钠闪石(或钠铁闪石)和霓石(江西省地质矿产局, 1984, 竹山圩幅 1:5 万地质图说明书)。

2 地球化学特征

2.1 岩相学特征

寨背岩体主体岩性为黑云母钾长花岗岩, 岩石呈肉红色, 中粒花岗结构, 块状构造。主要矿物成分平均为: 钾长石(镜下表现为条纹长石)50%, 斜长石($An_{7 \sim 15}$)17%, 石英 28%, 黑云母 3%, 偶见角闪石。钾长石的有序度 Δz 和三斜度 Δy 分别为 0.79 和 0.50, 相当于中微斜长石。黑云母的全晶胞化学式为(据电子探针成分测定数据, 以 22 氧为基础, Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 采用电价差值法计算): $(K_{1.83}Na_{0.01})_{1.84}(Ti_{0.45}Fe_{0.77}^{3+}Fe_{3.14}^{2+}Mn_{0.03}Mg_{1.08})_{5.47}(Si_{5.48}Al_{2.43}Ti_{0.09})_8O_{20}(OH)_4$, 为铁质黑云母, 其 MF 值为 0.22, 八面体中不含 Al, Mg 较低(1.08), 而 $\Sigma Fe(Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn)$ 很高(3.94), 晶胞参数较大(0.9288nm)等特征与我国 I、S 型花岗岩中黑云母(刘昌实, 1989, 赵子杰等, 1986)有明显差别。在结构上, 长石经常与石英交生, 形成微文象结构; 暗色矿物充填在浅色矿物之间, 结晶较晚。主要副矿物为磁铁矿、钛铁矿、锆石、褐帘石、磷灰石和独居石, 磁铁矿远大于钛铁矿, 副矿物总量 6574g/t。锆石的 {100} 柱面和 {101} 锥面发育, 多数为 Pupin(1980)锆石群型中的 S25, P5 和 J5 亚型, 推测形成温度约 $800^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ 。

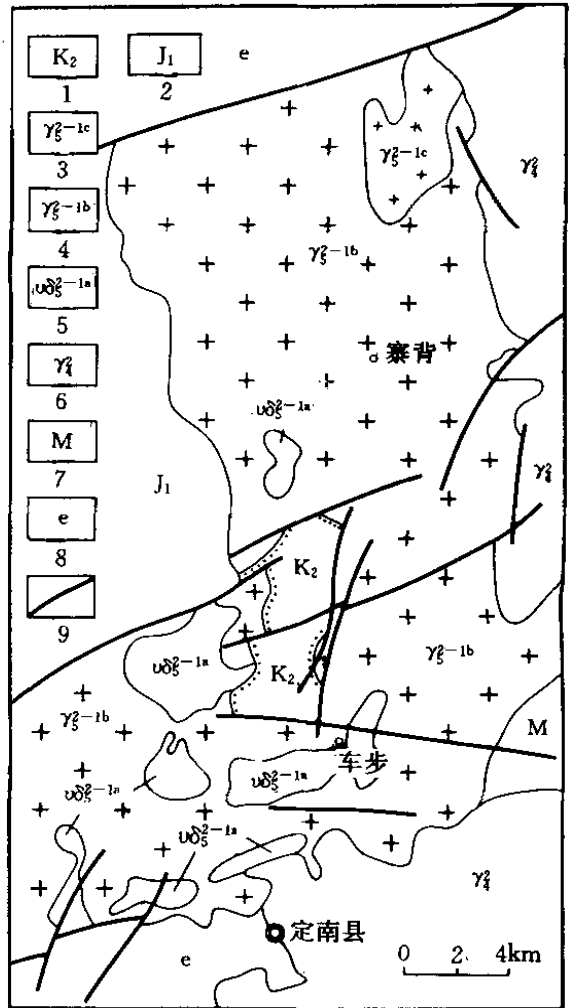


图 1 寨背岩体地质略图

1. 上白垩统砂砾岩; 2. 下侏罗统火山岩; 3. 高全山岩体黑云母钾长花岗岩; 4. 寨背岩体黑云母钾长花岗岩; 5. 辉长岩或闪长岩; 6. 黑云母花岗岩; 7. 混合岩; 8. 寒武系浅变质岩; 9. 断裂构造

Fig. 1 Schematic geological map showing Zhaibei intrusive

表1 寨背岩体全岩及单矿物样品的铷、锶同位素测定结果
Table 1 Rubidium and strontium isotopic compositions of selected minerals and whole-rock from Zhaibei intrusive

样品号	样品名称	Rb ($\mu\text{g/g}$)	Sr ($\mu\text{g/g}$)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Z4-07-2	全岩	425.6	47.81	26.19	0.774843 ± 28
Z4-09-1	全岩	389.6	22.94	50.16	0.834567 ± 19
Z4-06	全岩	423.5	11.03	113.4	0.982958 ± 20
Z4-12	黑云母	1051.0	23.97	129.7	1.047045 ± 16
Z05	钾长石	563.8	16.94	98.25	0.956024 ± 31

表中数据由南京大学现代分析中心王银喜测定, 在 VG354 质谱计上完成; 实验测定 NBS987 Sr 标样中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.71022 \pm 4 (2\sigma)$, 标准化值采用 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.1194$.

2.2 地球化学特征

寨背岩体的主要元素、微量元素和稀土元素丰度如表 2, 与岩体周围典型的 S 型和 I 型花岗岩类(隘高岩体、柯树北岩体和安西-龙州岩体) 进行了比较(图 3, 4), 可以看出, 寨背岩体在岩石地球化学特征上与它们有明显差别, 主要表现在: (1) 寨背岩体 SiO_2 和 K_2O 较高, 而 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 和 FeO^T 较低; (2) 微量元素 Sr、Ba 较低, 而高场强元素 Th、La、Ce、Nd、Zr、Sm、Y、Yb 和 Ga 较高, 卤素元素 F 亦较高, ΣREE 平均为 $500\mu\text{g/g}$, 是本地 I 型和 S 型花岗岩的三倍。因此, 寨背岩体应属于一种不同于本区 I 型和 S 型花岗岩的新类型。

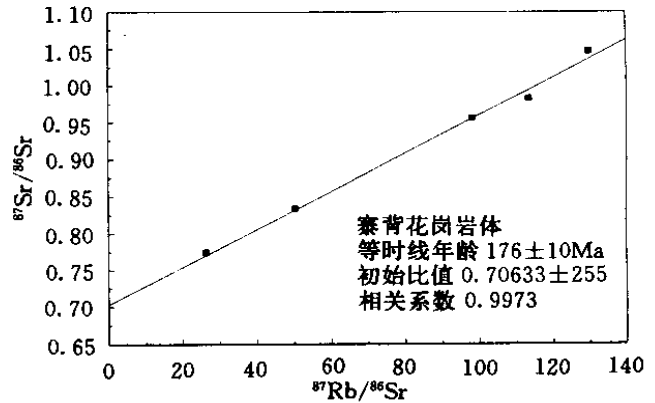


图2 寨背岩体全岩-单矿物 Rb-Sr 等时线年龄
Fig. 2 Diagram of Rb-Sr isochron of separated mineral and whole-rock samples from Zhaibei intrusive

3 讨论与结论

正如 Loisell et al. (1979) 所定义的那样, 对 A 型花岗岩强调了岩体侵位的非造山 (anorogenic) 构造背景, 相对高的碱质组成 (alkaline) 和岩浆贫水 (anhydrous) 的特征。化学成分上, A 型花岗岩具有富碱、低钙和铁镁比值大的特点, 在指定 SiO_2 含量为 70% 时, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 7\% \sim 11\%$, $\text{CaO} < 1.8\%$, $\text{FeO}^T/\text{MgO} = 8 \sim 80$ (Eby, 1990)。微量元素上, 明显富集 REE (Eu 除外)、Zr、Nb 和 Ta 等高场强元素 (HFSE), 而 Sc, Cr, Co, Ni, Ba, Sr 和 Eu 等含量较低。寨背岩体完全具有 A 型花岗岩的岩石地球化学特征。Eby (1990) 指出, 对于高硅的 ($\text{SiO}_2 > 74\%$) 花岗岩, SiO_2 - FeO^T/MgO 图解最能有效地把大多数 A 型花岗岩与 I 型和 S 型花岗岩区别开来。寨背岩体在该图解中均落入 A 型花岗岩区 (图 5), 与澳大利亚 Mumbulla

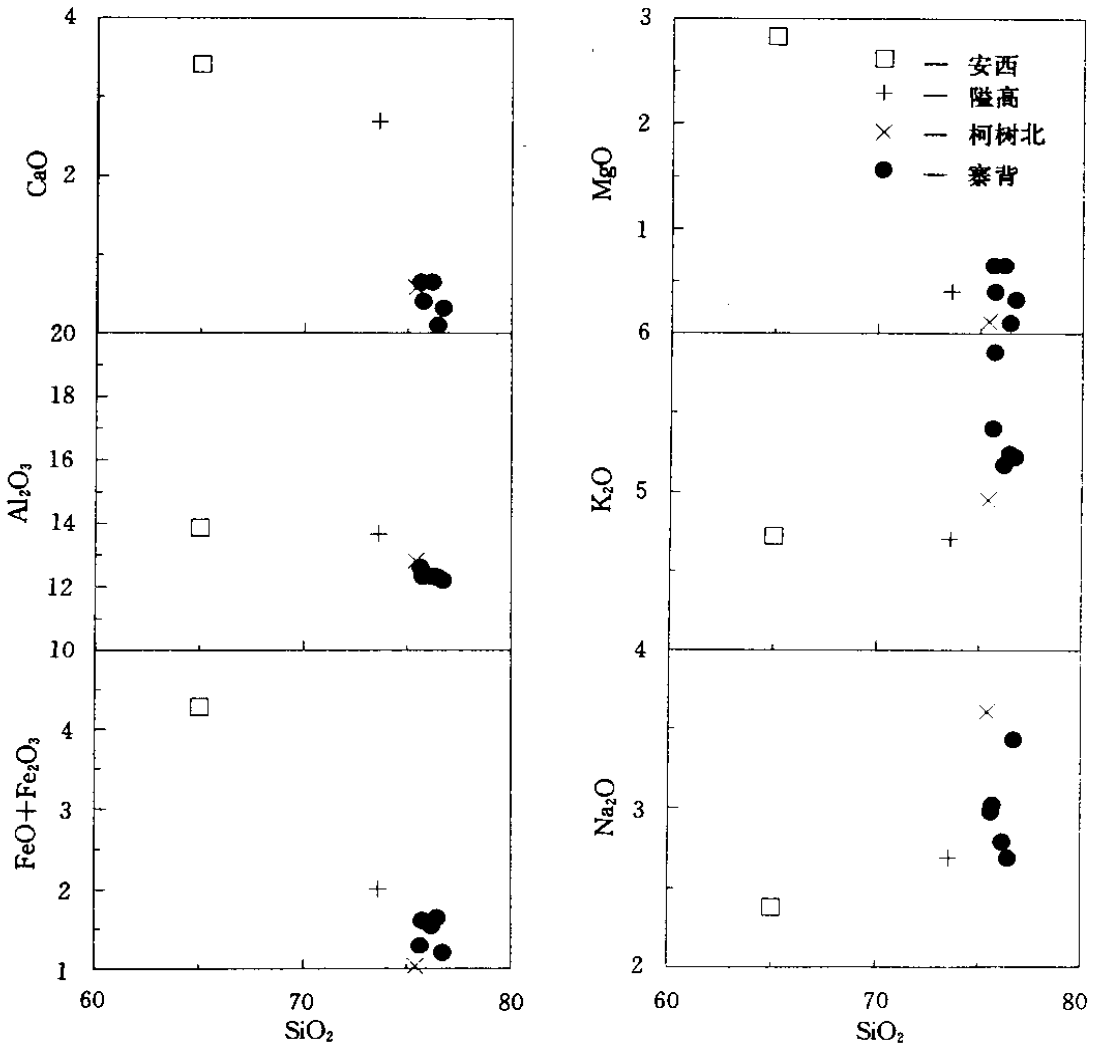


图 3 寨背岩体代表性氧化物 (%) 对 SiO₂ (%) 变异图解

黑圆点为寨背侵入体，方块为寨背侵入体，十字为隘高侵入体 (S 型)，叉号为柯树北侵入体

Fig. 3 Representative oxides (%) vs. SiO₂ (%) plot for Zhaibei intrusive

花岗岩及我国福建魁歧钾长花岗岩分布在一起，而与华南 I 型花岗岩和 S 型花岗岩 (刘昌实, 1989) 相差甚远。在 Zr+Nb+Ce+Y 对 FeO^T/MgO 以及对 10000×Ga/Al 两幅图解上，寨背岩体不仅与一般的 I、S 和 M 型花岗岩有明显差别，而且与分异作用完全的 I、S 型长英质花岗岩 (SiO₂>74%) 也能很好的区别开来 (图 6)。

此外，寨背岩体在矿物成分上，黑云母和角闪石充填在浅色矿物长石和石英粒间，形成于岩浆结晶历史晚期，显示出岩浆相对贫水；钾长石为中微斜长石，据锆石群型地温测量标尺 (Pupin, 1980) 推测成岩温度 800℃~900℃，这些特征与 A 型花岗岩浆贫水高温的特征也是一致的 (Whalen et al., 1987; Clemens et al., 1986)。

表2 寨背岩体及邻近的I、S型花岗岩的化学组成(%, $\mu\text{g/g}$)Table 2 Analysis (%, $\mu\text{g/g}$) of Zhaibei intrusive and nearby granitoids of I- and S-type

样品编号	Z4-06	Z4-07-2	Z4-09-1	G01	Z4-08-2	L-6	A-6	K-6
岩石名称	黑云母钾长花岗岩					花岗闪长岩	黑云母花岗岩	黑云母二长花岗岩
SiO ₂	76.2	75.74	76.47	76.74	75.66	65.01	73.61	75.42
TiO ₂	0.06	0.11	0.06	0.06	0.05	0.61	0.31	0.06
Al ₂ O ₃	12.33	12.54	12.31	12.21	12.62	13.86	13.67	12.83
FeO	0.93	0.73	0.41	0.68	0.82	3.04	1.58	0.63
Fe ₂ O ₃	0.61	0.88	1.23	0.52	0.47	1.24	0.43	0.40
MnO ₂	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.09	0.04	0.09
MgO	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	2.83	0.40	0.11
CaO	0.65	0.40	0.10	0.32	0.65	3.41	0.92	0.58
Na ₂ O	2.79	3.02	2.69	3.43	2.98	2.38	2.69	3.61
K ₂ O	5.17	5.88	5.24	5.22	5.40	4.72	4.70	4.95
P ₂ O ₅	0.06	0.11	0.07	0.09	0.05	0.28	0.27	0.04
烧失量	0.67	0.37	0.82	0.28	0.71	2.1	1.34	0.61
总量	99.51	99.82	99.46	99.59	99.43	99.57	99.96	99.33
La	172.9	178.3	99.6	43.63	84.73	37.12	30.69	18.43
Ce	163.2	177.6	148.6	84.88	150.9	74.58	64.51	42.81
Pr	35.55	39.56	19.54	10.08	19.24	6.97	8.78	5.01
Nd	151.2	154.3	76.62	41.1	76.73	26.98	27.97	22.29
Sm	40.20	35.15	16.88	10.79	18.93	5.91	6.42	8.60
Eu	0.858	0.530	0.448	0.245	0.227	1.19	0.46	0.35
Gd	53.21	34.45	17.71	11.8	17.94	5.00	4.93	11.49
Tb	7.95	5.72	2.92	2.01	2.99	0.76	0.85	2.49
Dy	45.38	30.82	18.44	12.86	19.16	4.03	4.06	16.76
Ho	9.34	6.10	4.42	2.82	4.52	0.90	0.73	3.82
Er	22.18	14.55	10.42	7.47	11.03	2.27	1.92	11.65
Tm	3.09	2.13	1.38	1.17	1.51	0.38	0.30	2.08
Yb	17.38	10.99	8.59	6.90	9.94	2.24	1.67	12.43
Lu	2.53	1.58	1.26	1.02	1.46	0.35	0.24	1.91
Cr	-	10.7	10	42.2	23.0	84.55	39.0	43.3
Co	-	1.7	1.9	1.1	0	16.25	3.7	1.4
Ni	6.7	5.0	4.2	1.6	5.3	23.5	5.4	2.9
Rb	415.9	430.9	392.5	416.0	469.9	197.5	426.2	489.7
Nb	28.5	36.0	34.9	33.5	38.3	23.6	25.6	46.3
Ta	3.2	2.2	4.3	2.7	3.6	-	-	-
Zr	151.6	151.7	155.5	121.1	201.6	125	152	101
Hf	9.5	7.8	7.5	7.5	8.3	-	-	-
Sc	-	11.4	10.1	2.7	-	11.3	4.5	5.08
Y	209.2	159.7	86.7	82.4	115.5	20.33	19.3	49.0
U	8.0	9.6	6.4	13.4	14.2	7.8	18.2	20.4
Th	52.5	47.5	50.5	38.5	45.5	31.0	33.9	48.3
Sr	10.8	9.4	23.7	8.7	9.0	295.8	40.8	22.9
Ba	5.0	47.9	72.0	35.2	28.9	925.4	155.0	122.2
Ga	23.4	32.4	30.1	22.1	25.8	14.2	25.3	20.9
F	2430	1880	172	1880	2580	-	1130	1800
Cl	53.6	48.0	21.0	52.2	51.6	-	34	35

注: 1. L-6 为安西-龙州岩体, A-6 为隘高岩体, K-6 为柯树北岩体, 分别为 6 个样品的平均值。2. 主量元素由南京大学地科系中心实验室分析, 分析方法为: Si 和烧失量采用重量法, Al 和 Fe²⁺ 采用容量法; Fe³⁺、Ti 和 P 采用比色法; K, Na, Ca, Mg 和 Mn 采用原子吸收分光光度计。3. 稀土元素由南京大学地科系中心实验室 (Z4-06, Z4-07-2, Z4-09-1, G01, Z4-08-2, L-6 和 K-6) 和湖北省地质矿产局实验研究中心 (A-6) 采用 ICP-AES 方法测定。4. 微量元素 F, Cl, Hf 和 Ta 由地质矿产部南京综合岩矿测试中心分析, F 和 Cl 分别采用离子选择性电极和热释气法测定, Hf 和 Ta 采用发射光谱电弧浓缩法测定。其它微量元素 (Z4-07-2, Z4-09-1, G01, L-6, A-6, K-6) 采用 ICP-AES 方法分析 (Rb, Sr 除外)。Z4-06, Z4-08-2 及其它样品中的 Rb 和 Sr 由南京大学现代分析中心采用 XRF 方法测定。5. - 表示没有分析。

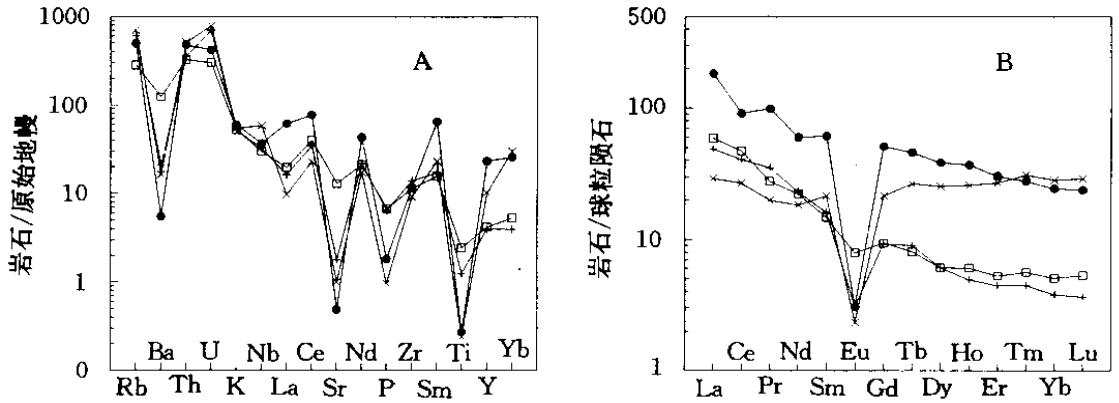


图 4 微量元素蛛网图 (A) 和稀土元素球粒陨石标准化图解 (B)

符号同图 3; 寨背岩体为五个样品的平均值

Fig. 4 Spider diagrams (A) and chondrite-normalized rare earth elements plot (B) for Zhaibei,

Aigao, Keshubei and Anxi-Longzhou intrusives

随着研究工作的深入, 现在 A 型花岗岩的概念已经取得了新的含义。它不仅以形成于非造山的板内环境, 以及具有碱性特点, 而且可能形成于造山期后的造山带环境, 并可具有相对含水的准铝质甚至过铝质特点。但它们都受控于拉张环境, 这是所有 A 型花岗岩产生的共同机制(王德滋等, 1995; 洪大卫, 1995; Eby, 1992; 陈培荣等, 1994)。现在愈来愈多的人倾向于把 A 型花岗岩分成非造山和后造山的两类(Eby, 1990; Bonin, 1990; 洪大卫等, 1995), 并分别命名为 A1、A2 型或 AA、PA 型。寨背岩体具有 A2 (或 PA) 型花岗岩的地球化学特征, 在图 7 和图 8 中均落入 A2 或 PA 区, 与世界上典型的 A2 型花岗岩(如澳大利亚 Mumbulla 岩体, 加拿大纽芬兰的 Topsails 杂岩) 及我国 PA 型花岗岩

(内蒙古中部, 福建沿海) 具有一致的地球化学特点。所不同的是, 寨背岩体在西侧与龙南县东坑火山盆地侏罗纪火山岩侵入接触, 在南部侵入并包裹定南县车步辉长岩体。东坑火山盆地玄武岩与流纹岩呈前后侵出关系(江西地质局, 1984), 构成了双峰式火山岩系。已测得玄武岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 179 Ma (陈培荣, 尚未发表), 故寨背岩体与基性岩有密切的时空关系。这是与大多数 A2 型或 PA 型花岗岩的不同之处, 却与 A1 型和 AA 型花岗岩与基性岩的共生特征相似。

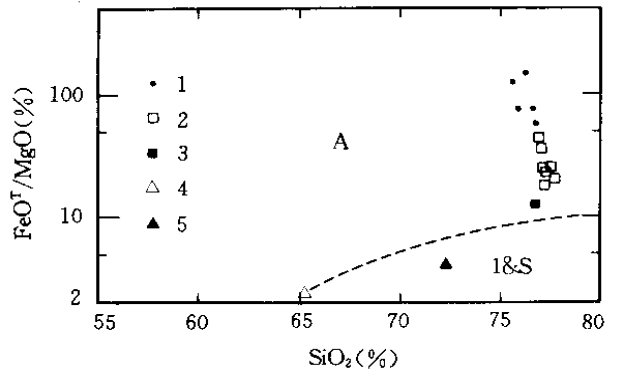


图 5 SiO_2 - FeO^T/MgO 图解 (据 Eby, 1990)

1. 寨背岩体; 2. Mumbulla 岩体; 3. 魁歧岩体; 4. 华南 I 型花岗岩; 5. 华南 S 型花岗岩。I&S 为 I 型和 S 型花岗岩分布区; A 为 A 型花岗岩

Fig. 5 SiO_2 - FeO^T/MgO (%) discriminant diagram for A-type granitoids (from Eby, 1990)

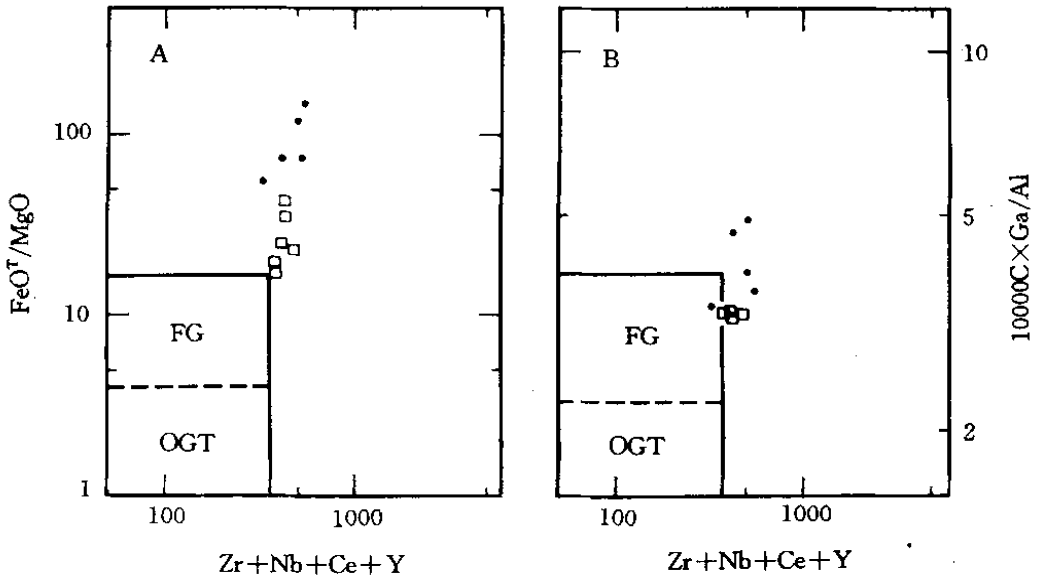


图6 Zr+Nb+Ce+Y 对 FeO^T/MgO (A) 和对 $10000 \times Ga/Al$ 图解 (B)
(据 Whalen et al., 1987; Eby, 1990)

OGT 代表 I、S 和 M 型花岗岩类分布区; FG 代表分异的长英质 I 和 S 型花岗岩类分布区; 图例同图 5

Fig. 6 (A) Zr+Nb+Ce+Y vs. FeO^T/MgO and (B) $10000 \times Ga/Al$ discriminant diagrams for A-type granitoids (from Whalen et al., 1987; Eby, 1990)

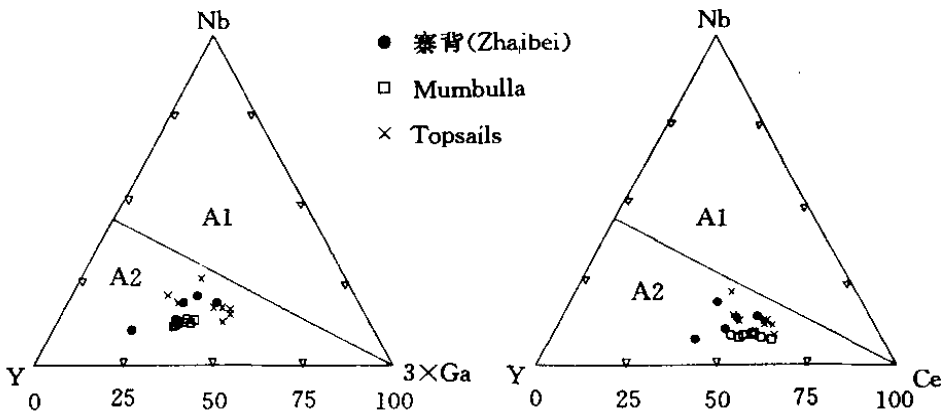


图7 A1、A2型花岗岩类判别图解 (据 Eby, 1992)

Fig. 7 ZhaiBei intrusive samples plot in element discrimination diagrams for A1-and A2-type granitoids

洪大卫等 (1995) 明确指出, PA 型花岗岩是造山作用结束的标志。因此可以认为寨背岩体是在粤中地体与华南板块在海西—印支期碰撞作用 (陈焕疆等, 1994) 结束之后的拉张条件下形成的, 与其共生的双峰式火山作用及其附近存在的碱性花岗岩 (跛头岩体) 进一步说明其形成时大陆地壳已开始减薄, 处于拉张裂解状态。然而, 通常认为: 华南中生代构造应

力场从碰撞挤压到剪切拉张的转变发生在 140Ma 左右 (李献华, 1993), 在此之前的燕山早期花岗岩是区域挤压环境下形成的。中国东南大陆在 220~160Ma 间为陆-陆碰撞的地壳增厚期 (毛建仁, 1994), 碰撞型 (S 型) 花岗岩类广泛分布在政和-大埔断裂带以西的华夏陆块内。因此, 寨背岩体的研究无疑对我们进一步认识我国东南大陆的地球动力学演化提供了新的资料。

综上所述我们可以得出以下认识: 寨背岩体形成于一种高温贫水岩浆, 岩石准铝质、富硅、偏碱、 FeO^T/MgO 值高, CaO 和 MgO 含量低, 富含 REE (Eu 除外)、Y、Ga、Nb 等高场强元素 (HFSE) 和 F, Sr 和 Ba 等较低。此特点与本区 I、S 型花岗岩有明显差别, 而与澳大利亚 Mumbulla 岩体和加拿大纽芬兰 Topsails 杂岩以及内蒙古中部及福建沿海的碱性花岗岩十分相似, 是一种典型的 A2 型 (或 PA) 花岗岩, 在赣南尚属首次发现。

寨背岩体 Rb-Sr 等时线年龄 176Ma, 锆石铀-铅年龄为 183Ma, 形成于早-中侏罗世, 系燕山早期, 并与辉长岩和双峰式火山岩有密切的时空关系。这表明赣南地区 (可能代表南岭东段) 在燕山早期地壳已开始处于拉张状态, 比通常认为的我国东南大陆在燕山晚期才开始由挤压转变为拉张的认识提前约 40Ma, 这对于进一步研究东南大陆的发展和演化历史具有重要意义。

致谢 本文初稿完成后承蒙王德滋院士和周新民教授详细审阅, 野外工作得到了核工业华东地质局 264 大队倪修义总工, 方见明和廖万焯等同志的大力帮助。在此, 对他们提出的修改意见和友好支持表示诚挚的谢意。

参 考 文 献

- 王德滋, 彭亚鸣, 袁朴. 1985. 福建魁岐花岗岩的岩石学和地球化学及成因探讨. 地球化学, (3): 197~205
 王德滋, 赵广涛, 邱检生. 1995. 中国东部晚中生代 A 型花岗岩的构造制约. 高校地质学报, 1 (2): 13~21
 毛建仁. 1994. 中国东南大陆新生代岩浆作用与地幔演化动力学. 火山地质与矿产, 15 (2): 1~11
 江西省地质矿产局. 1984. 江西省区域地质志. 北京: 地质出版社, 277~278
 李献华. 1993. 华南地壳增长和构造演化的年代学格架与同位素体系制约. 矿物岩石地球化学通讯, (3): 113~115
 刘昌实. 1989. 华南若干 I 型和 S 型花岗岩黑云母特征对比. 南京大学学报 (地科版), (1~2): 13~14

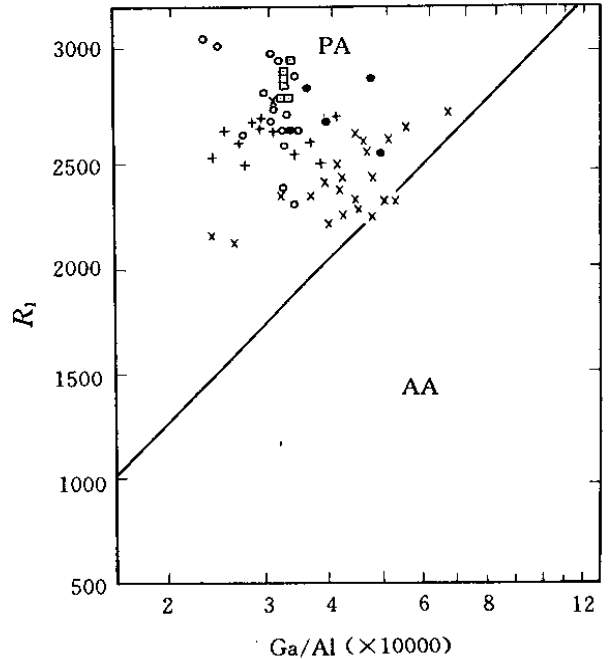


图 8 AA、PA 型花岗岩类判别图解

(据洪大卫, 1995)

○为中国内蒙中部碱性花岗岩; +为福建沿海碱性花岗岩; 其它符号同图 7; $R_1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$
 Fig. 8 Zhaibei intrusive samples on discrimination diagram of AA and PA type granitoids (from Hong Dawei et al., 1995)

- 刘昌实, 朱金初. 1989. 华南四种成因类型花岗岩类岩石化学特征对比. 岩石学报, (2): 38~47
- 陈培荣, 章邦桐. 1994. A型花岗岩类研究综述. 国外花岗岩类地质与矿产, (4): 9~14
- 陈培荣, 吴燕玉, 黄耀生, 贺伯初. 1989. 赣南隘高花岗岩体铷和氧同位素研究. 南京大学学报(地科版), (1~2): 118~124
- 陈焕疆, 廖宗廷, 景学立. 1994. 论江绍-武夷-云开古生代地体构造碰撞带. 见: 施央申, 卢华夏, 马瑞士, 孙岩主编. 现代地质学研究论文集(下). 南京: 南京大学出版社, 98~106
- 洪大卫, 郭文岐, 李戈晶, 康伟, 徐海明. 1987. 福建沿海晶洞花岗岩带的岩石学和成因演化. 北京: 北京科学技术出版社. 1~132
- 洪大卫, 王式洗, 韩宝福, 靳满元. 1995. 碱性花岗岩的构造环境分类及其鉴别标志. 中国科学(B辑), 25(4): 418~426
- 赵子杰, 马大铨, 涂绍雄, 林惠坤, 张小豪. 1986. 广东阳春地区两类花岗岩中黑云母的初步研究. 见: 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所和矿床地质研究所合编, 南岭地质矿产文集(二). 北京: 地质出版社, 42~52
- 涂光炽, 张玉泉, 赵振华. 1986. 华南两个富碱侵入岩带的初步研究, 见: 徐克勤和涂光炽主编, 花岗岩地质和成矿关系(国际学术会议论文集). 南京: 江苏科学技术出版社, 21~37
- 章邦桐, 张富生, 倪琦生, 陈培荣, 翟建平, 沈渭洲. 1988. 安庐石英正长岩带的地质和地球化学特征和成因探讨. 岩石学报, (3): 1~4
- 黄典豪, 吴澄宇, 韩久竹, 张巧大. 1989. 江西足洞和关西花岗岩体的铀-铅、铷-锶体系同位素特征及其地质意义. 岩石学报, (1): 37~47
- Bonin B. 1990. From orogenic to anorogenic settings: evolution of granitoid suites after a major orogenesis. J. Geol., 25: 261~270
- Clemens J D, Holloway J R and White A J R. 1986. Origin of an A-type granite; Experimental constraints. Am. Mineral., 71: 317~324
- Eby G N. 1990. The A-type granitoids: A review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis. Lithos, 26: 115~134
- Eby G N. 1992. Chemical subdivision of the A-type granitoids; Petrogenesis and tectonic implications. Geology, 20: 641~644
- Loiselle M C and Wones D R. 1979. Characteristics and origin of anorogenic granites. Geol. Soc. Am. Abstr. Programs, 11: 468
- Pupin J P. 1980. Zircon and granite petrology. Contrib. Mineral. Petrol., 73: 207~220
- Whalen J B, Currie K L and Chappell B W. 1987. A-type granites; geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contrib. Mineral. Petrol., 95: 407~419