

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

桂东南地区大容山—十万大山花岗岩带 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年

邓希光^{1,2)} 陈志刚¹⁾ 李献华¹⁾ 刘敦一³⁾

1) 中国科学院广州地球化学研究所, 510640; 2) 广州海洋地质调查局战略所, 510760

3) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

内容提要 桂东南地区大容山—十万大山花岗岩以含过铝质矿物为特征, 是华南地区显生宙典型的 S 型花岗岩岩带。虽然前人对该岩带的侵入年代进行了许多研究工作, 认为其为海西—印支期产物, 但由于以往测年方法和技术的一些局限性, 对于华南是否存在海西期花岗岩一直存在不同意见。本文对大容山、旧州岩体和台马岩体进行了高精度锆石 SHRIMP 定年, 3 个岩体的形成年龄分别为 233 ± 5 Ma、 230 ± 4 Ma 和 236 ± 4 Ma, 说明该花岗岩岩带形成于印支期, 是由推覆构造引起地壳增厚、地壳重熔形成的。

关键词 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 印支期 大容山—十万大山花岗岩带 桂东南地区

位于桂东南地区的大容山—十万大山花岗岩带是华南典型的 S 型花岗岩分布区, 花岗岩中以含有石榴子石、紫苏辉石和堇青石等典型 S 型花岗岩矿物为特征, 虽然许多文献将该岩带作为华南典型的海西—印支花岗岩带, 但一直存在不同意见。在早期研究中(20世纪60年代以前), 大容山—十万大山花岗岩被认为是燕山期产物; 在1:20万区域地质调查中, 将其定为海西期或印支期(广西壮族自治区地质矿产局, 1985)。在20世纪80年代初, 相继几个专题的研究(中国科学院贵阳地球化学研究所, 1979; 莫柱孙等, 1980; 南京大学地质系, 1981; 地矿部南岭项目花岗岩专题组, 1989), 基本上认定大容山—十万大山花岗岩岩体的时代为海西—印支期。此后又对大容山—十万大山花岗岩进行了年代学的工作, 其年龄范围为 259~231 Ma(黄琳, 1988; 廖庆康, 1991; 罗修全等, 1992)。由于以往研究花岗岩岩体年代学主要采用 K-Ar、Ar-Ar、Rb-Sr 和锆石 U-Pb 等测年方法, 且由于以往定年方法和技术的一些局限性(李献华等, 1990), 因此一些研究人员对这些花岗岩年龄的可靠性提出疑义(赵玉灵等, 2002)。为确定华南是否存在海西期花岗岩, 必须对大容山—十万大山花岗岩岩体进行精确重新定年。

本文用 SHRIMP 锆石 U-Pb 方法, 对大容山—十万大山花岗岩岩带中的3个代表性岩体——大容山岩体(浦北岩体)的堇青石黑云母花岗岩、旧州岩体的石榴子石堇青石黑云母花岗岩和台马岩体的紫苏辉石花岗岩进行精确定年。

1 区域地质

大容山—十万大山花岗岩带位于广西壮族自治区的东南部, 呈北东向展布, 包括十万大山、六万大山、大容山等地区(图1), 东北起于梧州附近, 西南延至东兴并延伸越南境内, 北东向延长400 km, 宽20~75 km, 面积约10000 km², 约占广西花岗岩类出露面积的50%(廖庆康, 1991), 主要包括大容山岩体[北体和南体(浦北岩体)]、旧州岩体和台马岩体。这一地区广泛发育 S 型花岗岩, 岩石类型主要有石榴子石紫苏辉石花岗岩、堇青石黑云母花岗岩、紫苏辉石花岗岩等。石榴子石紫苏辉石花岗岩、堇青石黑云母花岗岩的代表性岩体为大容山岩体(北体和浦北岩体), 这两个花岗岩体呈巨大的岩基状产出, 空间上被博白—岑溪和灵山—藤县两个深大断裂所限。紫苏辉石花岗岩斑岩出露于十万大山地区, 代表性岩体为台马岩体, 其呈镰刀状产出, 明显受博白—岑

注: 本文为中国科学院知识创新工程重要方向项目(编号 KZCX2-102)资助成果。

收稿日期: 2003-06-14; 改回日期: 2004-01-18; 责任编辑: 刘淑春。

作者简介: 邓希光, 男, 1969年生。1992年毕业于长春地质学院地质系, 1997年和2000年在中国科学院地质研究所分别获得硕士和博士学位。中国科学院广州地球化学研究所博士后, 主要从事构造地质学和地球化学研究。通讯地址: 510760, 广州1180信箱战略所; Email: dengxg68@163.com。

溪和灵山—藤县两深大断裂及其分支断裂控制。石榴子石堇青石黑云母花岗岩夹在大容山岩体和台马岩体之间,呈北东向长条状岩基产出,代表性岩体为旧州岩体。大容山—十万大山花岗岩带各类花岗岩普遍出现堇青石、石榴子石和紫苏辉石,强烈铝过饱和;可呈现变质和岩浆结晶两种成因的同一种矿物共存现象;包体发育。它是泥质沉积岩经麻粒岩相变质作用,然后又经历不同程度部分熔融所形成(方清浩等,1987;汪绍年,1987,1991,1992,1995;王庆权等,1989a,1989b,1990;杜杨松等,1999;庞保成,2001)。

2 样品及实验方法

本文分析的样品均采于采石场,样品新鲜,重约 2 kg。锆石的分选采用人工重砂淘洗和电磁选方法进行预富集,然后在双目镜下挑选出晶形和透明度较好的锆石,将其和标准锆石 TEM 在玻璃板上用环氧树脂固定,抛光到锆石的中心面并镀金,再用反射光和透射光照相,用阴极发光进行图象分析,以检查锆石内部的结构,选出要打的点(避免裂纹和核)。

锆石的 U、Th 和 Pb 同位素组成分析在中国地质科学院地质研究所北京离子探针中心的 SHTIMP- II 上进行,详细的实验流程见宋彪等(2002)和简平等(2003)。分析和数据处理方法同 Compston 等(1984)和 Williams 等(1987)。所用标准锆石为 TEM (年龄 417 Ma),每分析一次标准 TEM,然后分析 3 个待测锆石点,对标准锆石 TEM 的 U/Pb 比值分析偏差为 0.8%~2.3%(1 σ)。SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄分析结果分别列于表 1 和图 2。

3 实验结果

大容山岩体 2KD-110a 样品采自浦北县兰田村附近的浦北岩体中,岩性为粗粒堇青石黑云母花岗岩,所包含的锆石为透明、浅褐色,自形—浑圆形,有些颗粒含不规则的内核,可能部分为残留锆石,这也可以从分析结果(表 1)中看出。16 个颗粒 16 次分析结果有 3 个年龄为古生代(393~355 Ma),1 个为震旦纪(596 \pm 33 Ma),1 个为新元古代(790 \pm 45 Ma),还有 2 个为中、古元古代(1290 \pm 69 Ma 和 1681 \pm 86Ma),反映了原岩物源区可能有多期岩浆—构造

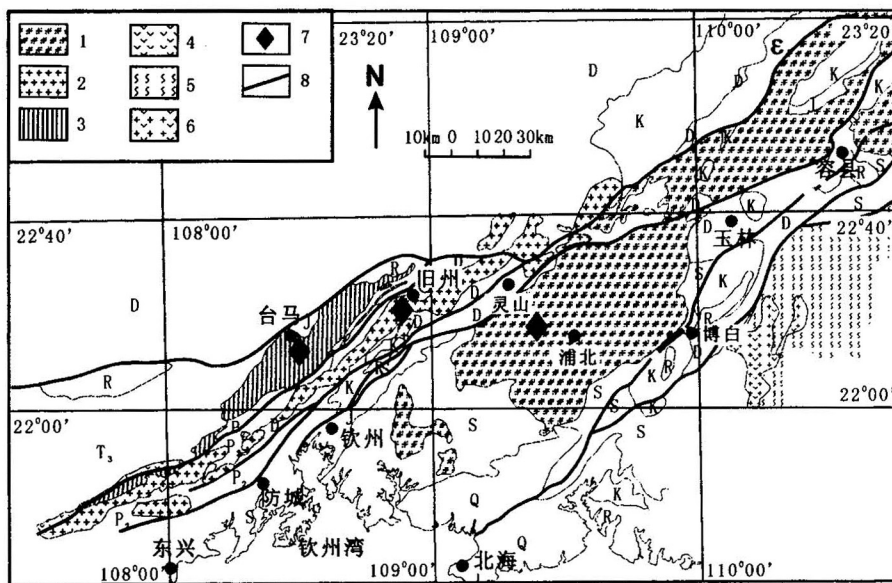


图 1 大容山—十万大山花岗岩带地质简图(据廖庆康,1991修改)

Fig. 1 Geological sketch map of Darongshan—Shiwandashan granitic belt in southeastern Guangxi, China

(modified after Liao Qingkang, 1991)

Q—第四系;R—第三系;K—白垩系;J—侏罗系;T₃—上三叠统;P₂—上二叠统;D—泥盆系;S—志留系;←—寒武系;1—浦北岩体;2—旧州岩体;3—台马岩体;4—板八火山岩;5—云开大山混合岩及片麻岩;6—陆川岩体;7—取样位置;8—断层

Q—Quaternary; R—Tertiary; K—Cretaceous; J—Jurassic; T₃—Upper Triassic; P₂—Upper Permian; D—Devonian; S—Silurian; ←—Cambrian; 1—Pubei intrusive; 2—Jiuzhou intrusive; 3—Taima intrusive; 4—Banba volcanic rocks; 5—Yunkai Mountain migmatite and gneiss; 6—Luchuan intrusive; 7—sampling location; 8—fault

表1 大容山—十万大山花岗岩带测年样品锆石离子探针(SHRIMP)分析数据

Table 1 SHRIMP zircon analytical data of the dating samples from Darongshan—Shiwandashan granitic belt, southeastern Guangxi, China

| 点号 | U ($\times 10^{-6}$) | Th ($\times 10^{-6}$) | Th/U | Pb* ($\times 10^{-6}$) | f_{206} (%) | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ * ($\pm 1\sigma$) | $^{208}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ($\pm 1\sigma$) | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ($\pm 1\sigma$) | $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ($\pm 1\sigma$) | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄(Ma) |
|-----------------|---------------------------|----------------------------|------|-----------------------------|------------------|--|---|---|--|--|
| 2KD-110a(大容山岩体) | | | | | | | | | | |
| E1-1 | 212 | 51 | 0.24 | 8 | 1.40 | 0.0514 \pm 34 | 0.0371 \pm 22 | 0.2627 \pm 246 | 0.0739 \pm 98 | 235 \pm 14 |
| E2-1 | 258 | 53 | 0.21 | 16 | 0.37 | 0.0545 \pm 13 | 0.0629 \pm 39 | 0.4721 \pm 327 | 0.0676 \pm 43 | 393 \pm 24 |
| E3-1 | 409 | 233 | 0.57 | 58 | 0.11 | 0.0705 \pm 6 | 0.1303 \pm 79 | 1.2662 \pm 790 | 0.2011 \pm 30 | 790 \pm 45 |
| E4-1 | 399 | 78 | 0.20 | 14 | 0.39 | 0.0543 \pm 18 | 0.0355 \pm 21 | 0.2655 \pm 188 | 0.0642 \pm 45 | 225 \pm 13 |
| E5-1 | 608 | 53 | 0.09 | 55 | 0.05 | 0.0669 \pm 11 | 0.0969 \pm 57 | 0.8939 \pm 565 | 0.0223 \pm 9 | 596 \pm 33 |
| E6-1 | 163 | 82 | 0.51 | 6 | 0.46 | 0.0528 \pm 17 | 0.0364 \pm 22 | 0.2646 \pm 189 | 0.1685 \pm 57 | 230 \pm 14 |
| E7-1 | 277 | 76 | 0.28 | 10 | 0.50 | 0.0531 \pm 17 | 0.0374 \pm 22 | 0.2740 \pm 192 | 0.0884 \pm 36 | 237 \pm 14 |
| E8-1 | 351 | 33 | 0.10 | 11 | 0.72 | 0.0490 \pm 26 | 0.0351 \pm 21 | 0.2374 \pm 200 | 0.0225 \pm 56 | 223 \pm 13 |
| E9-1 | 335 | 72 | 0.22 | 20 | 0.22 | 0.0572 \pm 9 | 0.0614 \pm 36 | 0.4841 \pm 303 | 0.0715 \pm 24 | 384 \pm 22 |
| E10-1 | 586 | 88 | 0.15 | 21 | 0.33 | 0.0494 \pm 10 | 0.0382 \pm 23 | 0.2602 \pm 172 | 0.0424 \pm 22 | 242 \pm 14 |
| E11-1 | 139 | 74 | 0.54 | 34 | 0.26 | 0.1011 \pm 9 | 0.2216 \pm 130 | 3.0875 \pm 1867 | 0.1887 \pm 24 | 1290 \pm 69 |
| E12-1 | 554 | 123 | 0.22 | 166 | 0.04 | 0.1087 \pm 9 | 0.2979 \pm 173 | 4.4639 \pm 2672 | 0.0592 \pm 9 | 1681 \pm 86 |
| E13-1 | 608 | 287 | 0.47 | 24 | 0.16 | 0.0510 \pm 8 | 0.0380 \pm 22 | 0.2671 \pm 166 | 0.1473 \pm 24 | 240 \pm 14 |
| E14-1 | 383 | 74 | 0.19 | 14 | 0.23 | 0.0505 \pm 9 | 0.0370 \pm 23 | 0.2572 \pm 169 | 0.0621 \pm 22 | 234 \pm 14 |
| E15-1 | 570 | 181 | 0.32 | 32 | 0.14 | 0.0544 \pm 6 | 0.0567 \pm 34 | 0.4245 \pm 266 | 0.1001 \pm 16 | 355 \pm 21 |
| E16-1 | 98 | 45 | 0.46 | 4 | 0.70 | 0.0543 \pm 40 | 0.0362 \pm 22 | 0.2707 \pm 270 | 0.1666 \pm 136 | 229 \pm 13 |
| 2KD-158a(旧州岩体) | | | | | | | | | | |
| F1-1 | 401 | 115 | 0.29 | 14 | 0.50 | 0.0491 \pm 12 | 0.0357 \pm 22 | 0.2420 \pm 165 | 0.0804 \pm 33 | 226 \pm 14 |
| F2-1 | 242 | 53 | 0.22 | 9 | 0.07 | 0.0511 \pm 19 | 0.0368 \pm 22 | 0.2585 \pm 193 | 0.0719 \pm 31 | 232 \pm 14 |
| F3-1 | 594 | 124 | 0.21 | 21 | 0.28 | 0.0507 \pm 9 | 0.0375 \pm 22 | 0.2617 \pm 164 | 0.0613 \pm 24 | 237 \pm 14 |
| F4-1 | 370 | 99 | 0.27 | 13 | 0.30 | 0.0504 \pm 10 | 0.0360 \pm 21 | 0.2499 \pm 161 | 0.0831 \pm 28 | 227 \pm 13 |
| F5-1 | 279 | 49 | 0.18 | 10 | 0.25 | 0.0532 \pm 15 | 0.0362 \pm 22 | 0.2659 \pm 186 | 0.0582 \pm 32 | 229 \pm 14 |
| F6-1 | 288 | 87 | 0.30 | 10 | 0.16 | 0.0522 \pm 11 | 0.0360 \pm 23 | 0.2582 \pm 179 | 0.0930 \pm 29 | 227 \pm 14 |
| F7-1 | 337 | 114 | 0.34 | 12 | 0.08 | 0.0532 \pm 9 | 0.0360 \pm 21 | 0.2638 \pm 168 | 0.1092 \pm 26 | 228 \pm 13 |
| F8-1 | 514 | 137 | 0.27 | 18 | 0.20 | 0.0494 \pm 8 | 0.0363 \pm 22 | 0.2471 \pm 161 | 0.0839 \pm 20 | 230 \pm 14 |
| F9-1 | 210 | 113 | 0.54 | 8 | 0.24 | 0.0499 \pm 16 | 0.0360 \pm 21 | 0.2475 \pm 174 | 0.1659 \pm 50 | 228 \pm 13 |
| F10-1 | 533 | 139 | 0.26 | 68 | 0.03 | 0.0671 \pm 9 | 0.1309 \pm 88 | 1.2103 \pm 851 | 0.0722 \pm 16 | 793 \pm 50 |
| F11-1 | 413 | 116 | 0.28 | 14 | 0.35 | 0.0496 \pm 11 | 0.0356 \pm 22 | 0.2434 \pm 163 | 0.0810 \pm 33 | 225 \pm 13 |
| F12-1 | 375 | 114 | 0.30 | 13 | 0.26 | 0.0515 \pm 11 | 0.0358 \pm 22 | 0.2546 \pm 168 | 0.0911 \pm 31 | 227 \pm 13 |
| F13-1 | 296 | 75 | 0.25 | 8 | 0.55 | 0.0508 \pm 17 | 0.0284 \pm 17 | 0.1991 \pm 143 | 0.0801 \pm 45 | 181 \pm 11 |
| F14-1 | 300 | 156 | 0.52 | 11 | 0.70 | 0.0500 \pm 17 | 0.0365 \pm 22 | 0.2515 \pm 182 | 0.1414 \pm 47 | 231 \pm 14 |
| F15-1 | 286 | 69 | 0.24 | 11 | 1.19 | 0.0549 \pm 26 | 0.0380 \pm 23 | 0.2875 \pm 236 | 0.0701 \pm 53 | 241 \pm 14 |
| 2KD-171(台马岩体) | | | | | | | | | | |
| D1-1 | 511 | 143 | 0.28 | 18 | 0.51 | 0.0491 \pm 12 | 0.0364 \pm 22 | 0.2464 \pm 169 | 0.0881 \pm 40 | 231 \pm 14 |
| D2-1 | 308 | 68 | 0.22 | 11 | 0.33 | 0.0525 \pm 11 | 0.0370 \pm 22 | 0.2678 \pm 176 | 0.07481 \pm 29 | 234 \pm 14 |
| D3-1 | 1350 | 238 | 0.18 | 49 | 0.13 | 0.0511 \pm 4 | 0.0385 \pm 23 | 0.2711 \pm 167 | 0.0556 \pm 11 | 243 \pm 14 |
| D4-1 | 387 | 97 | 0.25 | 14 | 0.36 | 0.0495 \pm 10 | 0.0371 \pm 22 | 0.2536 \pm 169 | 0.0791 \pm 33 | 235 \pm 14 |
| D5-1 | 473 | 129 | 0.27 | 17 | 0.27 | 0.0497 \pm 8 | 0.0380 \pm 22 | 0.2590 \pm 164 | 0.0829 \pm 23 | 239 \pm 14 |
| D6-1 | 341 | 114 | 0.34 | 13 | 0.27 | 0.0512 \pm 10 | 0.0395 \pm 23 | 0.2787 \pm 179 | 0.1018 \pm 29 | 250 \pm 14 |
| D7-1 | 356 | 112 | 0.32 | 13 | 0.28 | 0.0526 \pm 10 | 0.0380 \pm 23 | 0.2752 \pm 184 | 0.0988 \pm 28 | 240 \pm 15 |
| D8-1 | 398 | 126 | 0.32 | 15 | 0.31 | 0.0502 \pm 11 | 0.0373 \pm 22 | 0.2580 \pm 168 | 0.1004 \pm 30 | 236 \pm 14 |
| D9-1 | 360 | 85 | 0.24 | 13 | 0.23 | 0.0524 \pm 10 | 0.0360 \pm 21 | 0.2601 \pm 165 | 0.0754 \pm 24 | 228 \pm 14 |
| D10-1 | 653 | 175 | 0.27 | 24 | 0.16 | 0.0538 \pm 13 | 0.0366 \pm 23 | 0.2720 \pm 193 | 0.0879 \pm 46 | 232 \pm 15 |
| D11-1 | 332 | 91 | 0.27 | 12 | 0.50 | 0.0506 \pm 14 | 0.0362 \pm 22 | 0.2527 \pm 174 | 0.0772 \pm 40 | 229 \pm 13 |
| D12-1 | 892 | 198 | 0.22 | 32 | 0.21 | 0.0519 \pm 7 | 0.0378 \pm 22 | 0.2704 \pm 167 | 0.0698 \pm 20 | 239 \pm 14 |
| D13-1 | 365 | 80 | 0.22 | 13 | 0.54 | 0.0495 \pm 13 | 0.0371 \pm 22 | 0.2531 \pm 172 | 0.0647 \pm 35 | 235 \pm 14 |
| D14-1 | 201 | 96 | 0.48 | 31 | 0.39 | 0.0763 \pm 11 | 0.1475 \pm 91 | 1.5515 \pm 1007 | 0.1461 \pm 33 | 887 \pm 51 |
| D15-1 | 313 | 85 | 0.27 | 11 | 0.53 | 0.0509 \pm 15 | 0.0354 \pm 24 | 0.2483 \pm 193 | 0.0825 \pm 41 | 224 \pm 15 |

注: f_{206} (%) 为非放射成因 Pb 在总的 ^{206}Pb 中所占的百分比, Pb* 表示放射性成因 Pb, 普通 Pb 的校正使用测量的 ^{204}Pb 。

运动或原岩经历了多期构造运动。其他9个锆石分析结果具有一致的谐和年龄(图2),其 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄的平均值为 $233\pm 5\text{ Ma}$ 。

旧州岩体2KD-158a样品采自钦州市那良村附近的旧州岩体中,岩性为粗粒石榴子石堇青石黑云母花岗岩,所包含的锆石为半透明、褐色,自形—浑圆形,有些颗粒也含不规则的内核,有部分为残留锆石。15个颗粒15次分析结果有一个为晋宁期产物,年龄为 $793\pm 50\text{ Ma}$,还有一个燕山期的事件($181\pm 11\text{ Ma}$)反应。其他13个锆石分析结果具有极一致的谐和年龄(图2),其 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄的平均值为 $230\pm 4\text{ Ma}$,与大容山岩体、台马岩体的 SHRIMP 年龄误差范围一致。

台马岩体2KD①71样品采自钦州市大寺镇附近的台马岩体中,岩性为紫苏辉石花岗斑岩,所包含的锆石为透明、浅褐色,自形—浑圆形,有些颗粒含不规则的内核,也有部分为残留锆石。15个颗粒15次分析结果有一个年龄为晋宁期,年龄值为 $887\pm 51\text{ Ma}$,其他14个锆石分析结果具有极一致的谐和年龄(图2),其 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄的平均值为 $236\pm 4\text{ Ma}$,与大容山岩体、旧州岩体的 SHRIMP 年龄在误差范围一致。

SHRIMP 锆石 U-Pb 分析结果表明,大容山岩体、旧州岩体和台马岩体的形成年龄分别为 $233\pm 5\text{ Ma}$ 、 $230\pm 4\text{ Ma}$ 和 $236\pm 4\text{ Ma}$,因此它们均为印支期同时代形成的花岗岩。

4 讨论

大容山—十万大山花岗岩带的花岗岩侵入到早、晚古生代和早三叠世地层中,不整合上覆最老的地层为上三叠统一下侏罗统,其形成时代应该在晚二叠世至晚三叠世之间(广西壮族自治区地质矿产局,1985)。而从以往的专题研究及对大容山—十万大山花岗岩带进行年代学研究中,主要采用 K-Ar、Rb-Sr、Ar-Ar 和锆石 U-Pb 等测年方法,获得了许多限制其侵入及成岩年代的数据,其年龄范围为 $280\sim 190\text{ Ma}$ (中国科学院贵阳地球化学研究所,1979;莫柱孙等,1980;南京大学地质系,1981;黄琳,1988;地矿部南岭项目花岗岩专题组,1989;廖庆康,1991;罗修全等,1992)。同时 U-Pb 锆石年龄偏老,有超过 400 Ma ,这可能是由于有残留锆石的存在(Chen et al., 1988;汪绍年,1991)。本文采用高精度 SHRIMP 锆石 U-Pb 方法对大容山—十万大山花岗岩体进行重新定年,获得了大容山—十万大山花

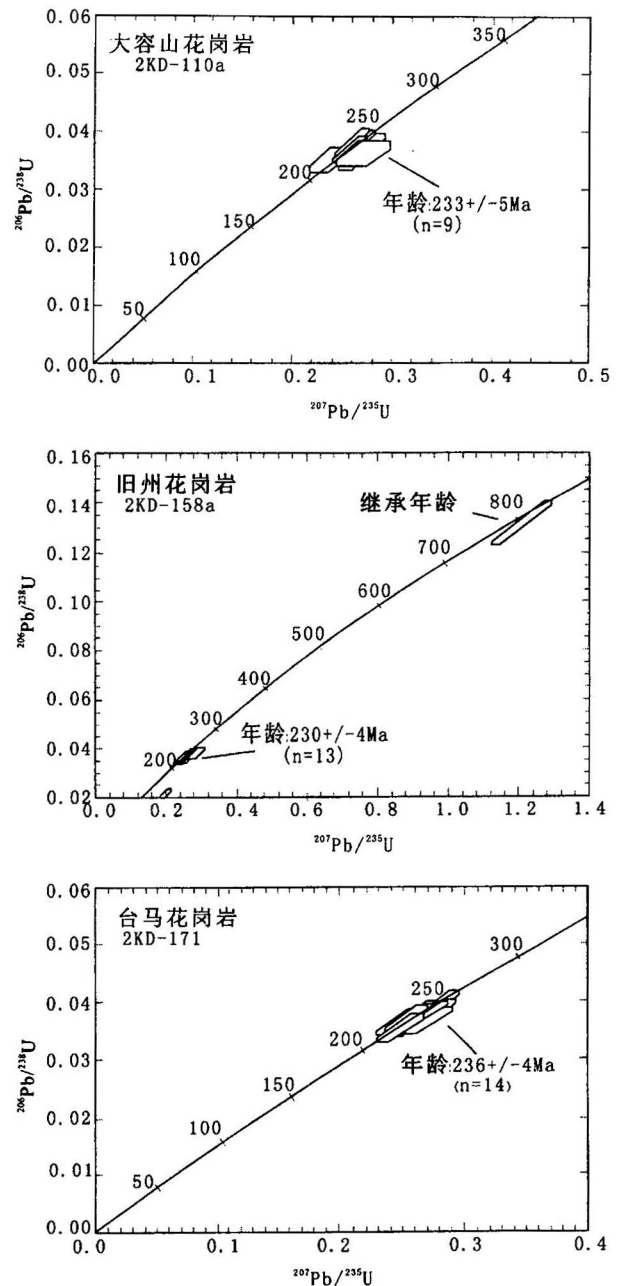


图2 大容山—十万大山花岗岩带定年样品锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 2 Zircon U-Pb concordia diagrams of the dating samples from Darongshan—Shiwandashan granitic belt, southeastern Guangxi, China

岗岩带大容山岩体(浦北岩体)、旧州岩体和台马岩体花岗岩的形成年龄分别为 $233\pm 5\text{ Ma}$ 、 $230\pm 4\text{ Ma}$ 和 $236\pm 4\text{ Ma}$,表明它们同时形成的,并不像大多数人所认为的它们的时代逐渐变新,且从海西期到印支期,实际上它们都是印支期的产物,在大容山—十万大山地区无海西期花岗岩。

对华南是否有海西期花岗岩,众说纷纭,但越来越多的人相信在华南没有海西期的花岗岩(任纪舜等,1990),但没有很精确的年龄数据。同时印支运动在华南的表现如何?郭福祥(1992,1998)认为在华南印支运动不发育,仅在局部地区有假整合,所谓“良口运动”、“安源运动”不存在。而且对于印支期花岗岩的形成机制主要有两种认识:一是早中生代洋盆或洋陆俯冲作用,是岛弧环境的产物(Hsü et al., 1990;陈海泓等,1998);一是由于推覆构造引起地壳叠置加厚作用的结果(金文山等,1997)。同时近年对华南基性岩的研究认为,在早中生代华南内部存在岩石圈伸展减薄和基性岩浆底侵作用(郭锋等,1997;赵振华等,1998;王岳军等,2001a,2001b),这为印支期花岗岩的形成提供热源。对于第一种认识已有资料表明不支持早中生代在华南存在洋盆或洋陆俯冲作用(Rowley et al., 1989; Gilder et al., 1996; Li Z X, 1998);而对于早中生代在华南内部存在岩石圈伸展减薄和基性岩浆底侵作用并为印支期花岗岩的形成提供热源问题,笔者认为确实存在岩石圈减薄及底侵作用,但是否提供热源,值得深思。因为在 大容山一十万大山花岗岩带出露面积约 10000 km²,而没有同时代的基性岩,这种情况很难出现,况且这些中生代的基性岩均在晚三叠世以后。王岳军等(2002)在对湖南印支期的花岗岩进行模拟实验中认为陆壳加厚为湖南印支期花岗岩形成的主要因素,这为我们提供一个思路,大容山一十万大山花岗岩形成的主要原因可能也是推覆构造引起陆壳的加厚而发生重熔的。

5 结论

通过上面的分析可以得出如下结论:

(1) 大容山一十万大山花岗岩带大容山岩体(浦北岩体)、旧州岩体和台马岩体花岗岩的形成年代分别为 233±5 Ma、230±4 Ma 和 236±4 Ma。

(2) 大容山岩体、旧州岩体和台马岩体没有时间先后,是同时形成的,都是印支期产物。

(3) 桂东南只有印支期花岗岩而没有海西期花岗岩,而且印支运动在该区是存在的。大容山一十万大山花岗岩形成的主要原因可能是推覆构造引起陆壳的加厚而发生重熔的。

致谢 在 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄测定中得到了袁超研究员、黄小龙副研究员、李武显博士和葛小月博士的帮助,同时也得到中国地质科学院北京离子探针中心的大力支持,在此表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- 陈海泓,肖文交. 1998. 多岛海型造山作用:以华南印支期造山带为例. 地质前缘,5(增刊):95~102.
- 地矿部南岭项目花岗岩专题组. 1989. 南岭花岗岩地质及其成因和成矿作用. 北京:地质出版社.
- 杜杨松, Collerson K D, 赵建新, 等. 1999. 两广交界地区 S 型花岗岩中麻粒岩包体的特征与成因. 岩石学报, 15(2): 309~314.
- 方清浩, 冯君储, 何令仪. 1987. 广西大容山 S-型花岗岩套. 岩石学报, (3): 23~33.
- 广西壮族自治区地质矿产局. 1985. 广西壮族自治区区域地质志. 北京:地质出版社.
- 郭福祥. 1992. 华南“印支运动”的性质. 云南地质, 11(2): 169~180.
- 郭福祥. 1998. 关于华南东部的印支运动. 桂林工学院学报, 18(4): 313~322.
- 郭锋, 范蔚茗, 林柯, 等. 1997. 湘南道县中生代辉长岩包体的 Sm-Nd 定年和岩石成因. 科学通报, 42(17): 1661~1663.
- 黄琳. 1988. 广西大容山过铝花岗岩复式岩基的同位素地球化学研究. 地球化学, (1): 26~40.
- 简平, 刘敦一, 孙晓猛. 2003. 滇川西部金沙江石炭纪绿帘 SHRIMP 测年:古特提斯洋盆演化的同位素年代学制约. 地质学报, 77(2): 217~228.
- 金文山, 孙大中. 1997. 华南大陆深部地壳结构及其演化. 北京:地质出版社.
- 李献华, 桂唐唐. 1990. 花岗岩的定年方法学初论. 地球化学, (4): 303~311.
- 廖庆康. 1991. 广西大容山一十万大山花岗岩岩基形成时代. 广西地质, 4(4): 59~68.
- 罗修泉, 廖庆康, 梁廷苞. 1992. 广西大容山一十万大山花岗岩岩基地质年代代表. 岩石矿物学杂志, 11(1): 31~42.
- 莫柱孙, 叶伯丹. 1980. 南岭花岗岩地质学. 北京:地质出版社.
- 南京大学地质系. 1981. 华南不同时代花岗岩类及其与成矿关系. 北京:科学出版社.
- 庞保成. 2001. 两广交界地区花岗岩中包体的类型、特征与成因. 矿物岩石, 21(1): 8~13.
- 任纪舜, 陈廷恩, 牛宝贵, 刘志刚, 刘凤仁. 1990. 中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿. 北京:科学出版社.
- 宋彪, 张玉海, 万渝生, 简平. 2002. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论. 地质论评, 48(增刊): 26~30.
- 王庆权, 王联魁. 1989a. 大容山花岗岩带中石榴石、堇青石的成因研究. 矿物学报, 9(1): 42~50.
- 王庆权, 王联魁. 1989b. 广西大容山过铝花岗岩带形成的物理化学条件. 地球化学, (4): 287~296.
- 王庆权, 王联魁. 1990. 广西大容山花岗岩带中过铝质花岗岩岩体的定位条件. 岩石学报, (2): 72~79.
- 王岳军, 范蔚茗, 郭锋. 2001a. 湘东南中生代花岗闪长岩的岩石学和地球化学特征. 岩石学报, (1): 169~175.
- 王岳军, 范蔚茗, 郭锋, 李厚民, 梁新权. 2001b. 湘东南中生代花岗闪长岩锆石 U-Pb 法定年及其成因指示. 中国科学(D 辑), 31(9): 745~751.
- 王岳军, Zhang Y H, 范蔚茗, 席先武, 郭锋, 林柯. 2002. 湖南印支期过铝质花岗岩的形成:岩浆底侵与地壳加厚热效应的数值模拟. 中国科学, 32(6): 491~499.
- 汪绍年. 1987. 大容山一十万大山岩带陆壳转生型花岗岩中包体初步研究. 广西地质, (1): 29~36.
- 汪绍年. 1991. 广西大容山一十万大山岩带中花岗岩类特征及成因. 岩石学报, 7(2): 73~80.

- 汪绍年. 1992. 同一花岗岩套不同定位深度岩石中的长石特征及其意义. *广西地质*, 5(3): 23~32.
- 汪绍年. 1995. 广西大容山—十万大山岩带紫苏辉石基青石花岗岩套矿物学研究. *广西地质*, 8(1): 1~13.
- 赵玉灵, 杨金中, 沈远超. 2002. 同位素地质学定年方法评述. *地质与勘探*, 38(2): 63~67.
- 赵振华, 包志伟, 张伯友. 1998. 湘南中生代玄武岩类地球化学特征. *中国科学(D辑)*, 28(增刊): 7~14.
- 中国科学院贵阳地球化学研究所. 1979. 华南花岗岩类的地球化学. 北京: 科学出版社.
- ### References
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Guangxi Zhuang Autonomous Region. 1985. Regional Geology of Guangxi Zhuang Autonomous Region. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Chen Haihong, Xiao Wenjiao. 1998. Archipelago orogenesis: examples from Indosinian orogenic belts in South China. *Earth Science Frontiers*, 5(Suppl.): 95~102 (in Chinese with English abstract).
- Chen Tingyu, Ren Jishun, Liu Zhigang, Niu Baogui. 1988. Do Variscan granites exist in south China? *Journal of Southeast Asia Earth Sciences*, 2(3/4): 131~135.
- Compston W, Williams I S, Meyer C. 1984. U-Pb geochronology of zircons from lunar breccia 73217 using a sensitive high mass-resolution ion microprobe. *Journal of Geophysical Research*, 89 (B1): 525~534.
- Du Yangsong, Collerson K D, Zhao Jianxin, et al. 1999. The feature and petrogenesis of granulites enclaves in S-type granites in the junction of Guangdong and Guangxi. *Acta Petrologica Sinica*, 15 (2): 309~314 (in Chinese with English abstract).
- Fang Qinghao, Feng Junchu, He Lingyi. 1987. The S-type granite suite in Darongshan, Guangxi Province. *Acta Petrologica Sinica*, (3): 23~33 (in Chinese with English abstract).
- Gilder S A, Gill J, Coe R S, Zhao Xixi, Liu Zhongwei, Wang Genxian, Yuan Kuirong, Liu Wenlong, Kuang Guodun, Wu Haoru. 1996. Isotopic and Paleomagnetic constraints on the Mesozoic tectonic evolution of South China. *Journal of Geophysical Research*, 101(B7): 16137~16154.
- Guo Fuxiang. 1992. On the nature of the "Indosinian Movement" of South China. *Yunnan Geology*, 11(2): 169~180 (in Chinese with English abstract).
- Guo Fuxiang. 1998. On the Indosinian movement of southeast China. *Journal of Guilin Institute of Technology*, 18(4): 313~322 (in Chinese with English abstract).
- Guo Feng, Fan Weiming, Lin Ge, et al. 1997. Sm-Nd dating and petrogenesis of Mesozoic gabbro xenolith in Daoxian County, Hunan Province. *Chinese Science Bulletin*, 42(21): 1814~1816.
- Hsü K J, Li J, Chen H, Wang Q, Sun S, Sengör A M C. 1990. Tectonics of South China: Key to understanding West Pacific geology. *Tectonophysics*, 183: 9~39.
- Huang Lin. 1988. Isotope geochemical studies of the Darongshan peraluminous composite batholith of granitoids in Guangxi Autonomous Region, China. *Geochemica*, 1: 26~40 (in Chinese with English abstract).
- Institute of Geochemistry, Academia Sinica. 1979. Geochemistry of granitoids in South China. Beijing: Science Press (in Chinese).
- Jian Ping, Liu Dunyi, Sun Xiaomeng. 2003. SHRIMP dating of Carboniferous Jinsajiang ophiolite in western Yunnan and Sichuan: geochronological constraints on the evolution of the Palaeo-Tethys oceanic crust. *Acta Geologica Sinica*, 77(2): 217~228 (in Chinese with English abstract).
- Jin Wenshan, Sun Dazhong. 1997. Deep crustal structure and its evolution in South China. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Li Xianhua, Gui Xuntang. 1990. Dating of granitoid rocks—a brief methodological discussion. *Geochemica*, 4: 303~311 (in Chinese with English abstract).
- Li Z X. 1998. Tectonic history of the Major East Asian lithospheric Blocks since the Mid-Proterozoic—A synthesis. In: Flower M F J, Chung Sun-Lin, Lo Ching-Hua, Lee Tung-Yi, eds. *Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia*. Geodynamics 27, American Geophysical Union, Washington, D. C., 221~243.
- Liao Qingkang. 1991. Forming time of Darongshan—Shiwandashan granite batholith in Guangxi. *Guangxi Geology*, 4(4): 59~68 (in Chinese with English abstract).
- Luo Xiuquan, Liao Qingkang, Liang Tingbao. 1992. Geological age table of the darongshan-Shiwandashan granitic batholith in Guangxi Province. *Acta Mineralogica Sinica*, 11(1): 31~42 (in Chinese with English abstract).
- Mo Zhusun, Ye Bodan. 1980. The Geology of the granites in the Nanling Mountain. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Department of Geology, Nanjing University. 1981. Granitoids of Various ages and their metallogenetic relations in South China. Beijing: Science Press (in Chinese).
- Pang Baocheng. 2001. The types, features and genesis of enclaves in granitoids in the junction of Guangdong and Guangxi. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 21(1): 8~13 (in Chinese with English abstract).
- Ren Jishun, Chen Tingyu, Niu Baogui, Liu Zhigang, Liu Fengren. 1990. The tectonics and mineralization of continental lithosphere in the East China and adjacent region. Beijing: Science Press, 1~205 (in Chinese).
- Rowley D B, Ziegler A M, Nie Gyou. 1989. Comment and reply on "Mesozoic overthrust tectonics in South China". *Geology*, 17: 384~387.
- Song Biao, Zhang Yuhai, Wan Sheng, Jian Ping. 2002. The mounting for and the procedure of SHRIMP dating. *Geological Review*, 48(Suppl.): 26~30 (in Chinese with English abstract).
- The Granitoid Research Group of Nanling Project, Ministry of Geology and Mineral Resources. 1989. Geology of granitoids of Nanling region and their petrogenesis and mineralization. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Wang Qingquan, Wang Liankui. 1989a. Genetic studies of garnet and cordierite in the Darongshan granite zone. *Acta Mineralogica Sinica*, (1): 42~50 (in Chinese with English abstract).
- Wang Qingquan, Wang Liankui. 1989. Physicochemical conditions for the formation of peraluminous granites at Darongshan, Guangxi, China. *Geochemica*, (4): 287~296 (in Chinese with English abstract).
- Wang Qingquan, Wang Liankui. 1990. Emplacement conditions of the granite bodies in the Darongshan peraluminous granite belt, Guangxi Province. *Acta Petrologica Sinica*, (2): 72~79 (in Chinese with English abstract).

- Wang Yuejun, Fan Weiming, Guo Feng, et al. 2001. Petrological and geochemical characteristics of Mesozoic granodioritic intrusions in southeast Hunan Province, South China. *Acta Petrologica Sinica*, 17(1): 169~175 (in Chinese with English abstract).
- Wang Yuejun, Fan Weiming, Guo Feng, Li Huimin, Liang Xinquan. 2002. U-Pb dating of early Mesozoic granodioritic intrusions in southeastern Hunan Province, South China and its petrogenetic implications. *Science in China (Series D)*, 45(3): 280~288.
- Wang Yuejun, Zhang Y H, Fan Weiming, Xi Xianwu, Guo Feng, Lin Ge. 2002. Numerical modeling of the formation of Indo-Sinian peraluminous granitoids in Hunan Province; Basaltic underplating versus tectonic thickening. *Science in China (Series D)*, 45(11): 1042~1056.
- Wang Shaonian. 1987. Encalves research in crustal-genesis granitoids from Darongshan-Shiwandashan granitic belt. *Guangxi Geology*, (1): 29~36 (in Chinese with English abstract).
- Wang Shaonian. 1991. Characteristics and genesis of granitoids in the Darongshan and Shiwandashan area of Guangxi Province, China. *Acta Petrologica Sinica*, (2): 73~80 (in Chinese with English abstract).
- Wang Shaonian. 1992. Plagioclase feature and its significance in different deep granites from same granitoid body. *Guangxi Geology*, 5(3): 23~32 (in Chinese with English abstract).
- Wang Shaonian. 1995. Study on mineralogy of Hypersthene Cordierite granite suite along Darongshan-Shiwandashan rock zone in Guangxi. *Guangxi Geology*, 8(1): 1~13 (in Chinese with English abstract).
- Williams I S, Claesson S. 1987. Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 97: 205~217.
- Zhao Yuling, Yang Jinzhong, Shen Yuanchao. 2002. Study on dating methods of isotopic chronology. *Geology and Prospecting*, 38(2): 63~67 (in Chinese with English abstract).
- Zhao Zhenhua, Bao Zhiwei, Zhang Boyou. 1998. The Geochemical features of Mesozoic basalts in southern Hunan Province. *Sciences in China (series D)*, 28(Supp.): 7~14 (in Chinese).

SHRIMP U-Pb Zircon Dating of the Darongshan—Shiwandashan Granitoid Belt in Southeastern Guangxi, China

DENG Xiguang¹⁾, CHEN Zhigang¹⁾, LI Xianhua¹⁾, LIU Dunyi²⁾

1) *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong*, 510640

2) *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*, 100037

Abstract

There is a typical S-type granitic belt—the Darongshan-Shiwandashan granitic belt in South China. Many previous dating ages show that these granites were formed at the Hercynian-Indosinian period. Because of the disadvantage of previous chronological methods, the age of these granites should be dated again in order to find out whether there are Hercynian granites in South China. The paper reports the zircon SHRIMP ages of granites from the Darongshan-Shiwandashan granitic belt, which are 233 ± 5 , 230 ± 4 and 236 ± 4 Ma respectively. The data indicate that these granites are Indosinian instead of Hercynian. Geological and other evidence show that these granites were formed due to thickening and remelting of the lower crust caused by nappe structure in South China.

Key words: SHRIMP; zircon; Indosinian period; Darongshan-Shiwandashan granitic belt; southeastern Guangxi