

# Geological Characteristics and LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating of Deqing Pluton, West Guangdong Province

Xianhe Zhang\*, Chengwen Yan, Hongwei Li, Chu'an Li

Guangdong Geological Survey, Guangzhou Guangdong  
Email: \*[mzzxh2003@163.com](mailto:mzzxh2003@163.com)

Received: Jun. 6<sup>th</sup>, 2015; accepted: Jun. 23<sup>rd</sup>, 2015; published: Jun. 29<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Deqing pluton is one of the main plutons located in western part of Guangdong Province. Its main lithology is middle-grained (porphyritic) biotite monzogranite and it is calc-alkali granite that is rich in SiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. This study used LA-ICP-MS zircon U-Pb dating method and the result shows that the age of crystallization of the Deqing pluton is about 237.1 ± 3.4 Ma, belonging to the product of Indosinian magmatism, and its genesis is closely related to syn-collision tectonic background in Yunkai area during Indosinian movement.

## Keywords

Deqing Pluton, Geological Characteristics, LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating, West Guangdong Province

---

# 粤西德庆岩体地质特征及其锆石 LA-ICP-MS年龄

张献河\*, 严成文, 李宏卫, 李出安

广东省地质调查院, 广东 广州  
Email: \*[mzzxh2003@163.com](mailto:mzzxh2003@163.com)

---

\*通讯作者。

收稿日期：2015年6月6日；录用日期：2015年6月23日；发布日期：2015年6月29日

## 摘要

德庆岩体是粤西主要的深成岩体，其主体岩石岩性为中粒含斑黑云母二长花岗岩，属于硅过饱和，铝过饱和的钙碱性花岗岩类。本文使用LA-ICP-MS锆石U-Pb测年方法获得花岗岩体主体成岩结晶年龄为 $237.1 \pm 3.4$  Ma，属于印支期岩浆活动的产物。形成于板块间同碰撞的构造环境，与区域内云开地区印支期同碰撞造山作用有关。

## 关键词

德庆岩体，地质特征，LA-ICP-MS锆石U-Pb测年，粤西

## 1. 引言

德庆岩体产出于广东省肇庆市西北部德庆县的北面，出露面积大约 300 平方千米，是两广交界处产出的重要深成岩体。前人对该岩体的研究主要体现在上世纪 60 年代 1:20 万罗定幅区调工作上，基于岩体和围岩的接触关系以及岩性对比，前人将其划分为燕山期晚侏罗世侵入体( $\gamma_5^{2(3)}$ )，缺乏同位素年龄证据；之后少有项目和学者对此岩体进行详细研究，2006 年耿红燕等人 在该岩体内部取得一个同位素年龄样，获得 LA-ICP-MS 锆石年龄为  $99 \pm 2$  Ma，遂将该岩体的侵入时代归为白垩纪(约 100 Ma) [1]。本文研究基于 2010 年立项的 1:5 万广东郁南县幅等四幅联测区调项目，通过野外系统填图调查，对德庆岩体西部(1:5 万郁南图幅内)的岩性等地质特征有了进一步了解，采取了多个代表其主体岩石的样品进行分析测试，并且获得一个可靠的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄为  $237.1 \pm 3.4$  Ma，表明德庆岩体主体岩石形成时代应为中三叠世( $T_2$ )，是印支运动期的产物。

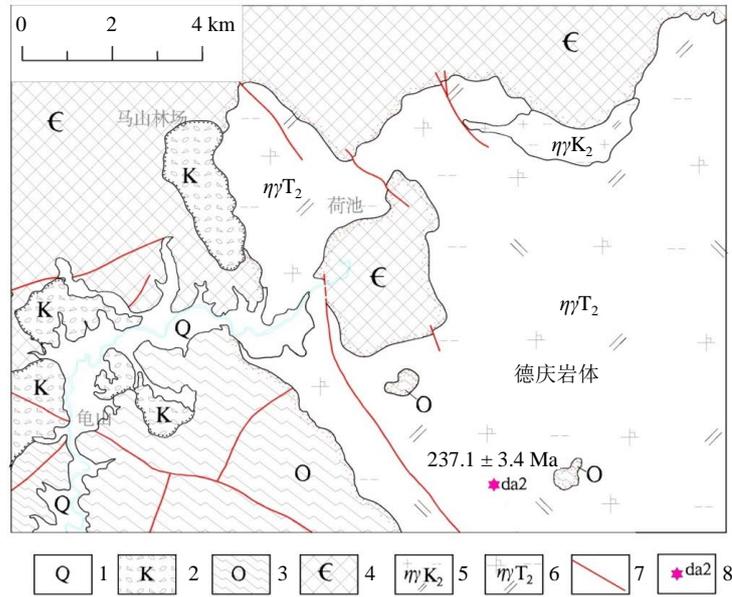
## 2. 岩体地质特征

德庆岩体构造位置处于粤西断块区内，主要受北东向罗定 - 广宁断裂带控制，岩体整体呈北东向展布，呈岩基产出，在郁南县图幅内出露面积约 100 km<sup>2</sup>，岩体侵入早古生代地层(寒武系和奥陶系)，围岩角岩化现象普遍，在岩体中常见围岩捕掳体；岩体西部受白垩纪火山碎屑岩覆盖，北面受白垩纪小岩株侵入(图 1)。岩体出露岩性较为单一，为中粒(含斑)黑云母二长花岗岩，主体为中粒花岗结构，局部含长石斑晶，形成似斑状结构；主要组成矿物有石英(含量约 40%)，钾长石(含量约 28%)，斜长石(含量约 27%)，次要矿物为黑云母(含量 3%~5%)。石英呈他形粒状，部分石英包含有长石、角闪石、黑云母，粒径 2~5 mm；钾长石呈半自形板状，粒径 2~5 mm，个别大的可达 6 mm，常见钾长石与出溶雨点状、细脉状钠长石构成条纹结构；斜长石呈自形 - 半自形板状，粒径 1.5~4 mm，个别大的可达 6 mm，小者 1 mm，聚片双晶发育，部分斜长石具净边结构，个别见卡巴斯 - 钠长石双晶，斜长石不同程度被绢云母、粘土、斜黝帘石及少量绿帘石交代。副矿物种类较多，主要有黄铁矿、榍石、锆石、绿帘石、褐帘石，次为磁铁矿、黄铜矿、方铅矿、辉锑矿、重晶石及辉钼矿等。

## 3. 样品采集说明及分析方法

### 3.1. 样品采集说明

本次研究用于锆石 U-Pb 测年的样品采自于德庆县蓬山石场(GPS 坐标为：E111°41'57.94"，



1. 第四纪地层; 2. 白垩纪火山碎屑岩; 3. 奥陶纪碎屑岩; 4. 寒武纪碎屑岩; 5. 晚白垩世细粒二长花岗岩; 6. 中三叠世中粒(含斑)黑云母二长花岗岩; 7. 断裂; 8. 采样位置及编号

Figure 1. Geological sketch map of the Deqing pluton  
图 1. 德庆岩体地质略图(据 1:5 万郁南县幅实测地质图修改)

N23°12'28.59"), 岩石新鲜, 岩性为灰白色中粒含斑黑云母二长花岗岩, 代表德庆岩体的主体岩石, 采集大样大约重 20 kg, 用于主量元素、微量元素、稀土元素分析以及人工重砂挑选。

### 3.2. 分析方法

首先对所采集样品进行碎样和单颗粒锆石挑选, 然后进行锆石制靶和相应照片拍摄, 最后进行锆石激光溶蚀等离子体质谱分析(LA-ICP-MS)。人工重砂锆石挑选是在国土资源部长沙矿产资源监督检测中心完成, 锆石制靶、透反射和阴极发光(CL)照相在北京锆年领航科技有限公司完成, 锆石U-Pb年龄在南京大学内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室利用LA-ICP-MS方法测定, 由ICP-MS和激光剥蚀系统联机完成。ICP-MS为美国Agilent公司生产的Agilent 7500a, 激光剥蚀系统为美国生产的GeoLasPro。样品激光熔样光斑25 μm。U-Pb同位素定年采用标准锆石GJ (年龄约为600 Ma)和Mt (年龄约为732 Ma)作为标样进行控制。数据处理采用Glitter软件使用ComPbCorr#3.18程序进行普通Pb校正。样品U-Pb年龄谱和图绘制和年龄权重平均计算均采用Isoplot/Ex\_ver3 [2]完成。

### 4. 锆石 U-Pb 年龄

本次测年样品编号为 da2, 从样品中选取的锆石为浅黄色 - 无色透明, 呈正方双锥状、钮柱状及半截锥状自形晶体, 晶体长多 100~230 μm, 宽多 60~90 μm, 长柱状, 长宽比为 1.5:1~3:1, 阴极发光图像(CL)表现出典型的岩浆韵律环带和明暗相间的条带结构, 属于岩浆结晶锆石[3] (图 2)。对样品进行了 20 颗锆石 20 个测点, 其中 12 个测点获得较好的谐和度, 所测锆石点 U 含量范围为  $272 \times 10^{-6} \sim 1623 \times 10^{-6}$ , Th 含量范围为  $215 \times 10^{-6} \sim 1162 \times 10^{-6}$ , Th/U 比值多介于 0.61~1.08 (详见表 1)。

12 个测点获得的锆石表面年龄值如表 1 所示,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄值介于 230~249 Ma, 通过计算投图,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄的加权平均年龄为  $237.1 \pm 3.4 \text{ Ma}$  (MSWD = 3.9, n = 12) (图 3), 该年龄解释为德庆岩体主体岩石中粒含斑黑云母二长花岗岩的岩浆结晶年龄。

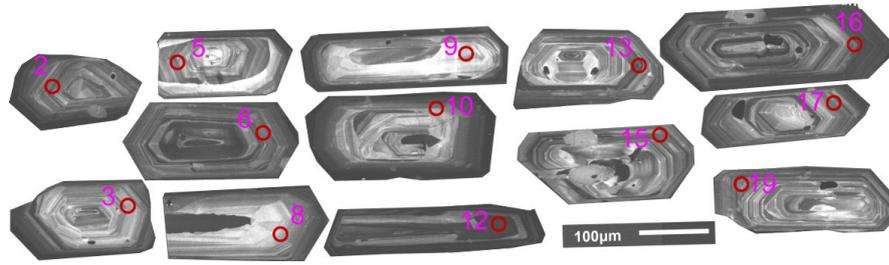


Figure 2. CL image of zircons and spot positions  
图 2. 锆石颗粒 CL 图像及打点位置

Table 1. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating results of the sample  
表 1. 样品 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年结果表

| 测点序号     | 2                                 | 3      | 5      | 6      | 8      | 9      |        |
|----------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Th (ppm) | 405                               | 215    | 429    | 417    | 190    | 764    |        |
| U (ppm)  | 572                               | 287    | 470    | 573    | 272    | 938    |        |
| Th/U     | 0.71                              | 0.75   | 0.91   | 0.73   | 0.70   | 0.81   |        |
| 同位素比值和误差 | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 0.0521 | 0.0570 | 0.0516 | 0.0507 | 0.0513 | 0.0511 |
|          | 1 $\sigma$                        | 0.0015 | 0.0024 | 0.0016 | 0.0013 | 0.0024 | 0.0015 |
|          | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  | 0.2620 | 0.3084 | 0.2750 | 0.2748 | 0.2597 | 0.2647 |
|          | 1 $\sigma$                        | 0.0075 | 0.0129 | 0.0084 | 0.0073 | 0.0118 | 0.0077 |
| 年龄值和误差   | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  | 0.0365 | 0.0392 | 0.0387 | 0.0393 | 0.0367 | 0.0375 |
|          | 1 $\sigma$                        | 0.0005 | 0.0007 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 |
|          | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 291    | 493    | 268    | 228    | 253    | 247    |
|          | 1 $\sigma$                        | 66     | 95     | 71     | 62     | 108    | 69     |
| 年龄值和误差   | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  | 236    | 273    | 247    | 247    | 234    | 238    |
|          | 1 $\sigma$                        | 6      | 10     | 7      | 6      | 10     | 6      |
|          | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  | 231    | 248    | 245    | 249    | 233    | 238    |
|          | 1 $\sigma$                        | 3      | 4      | 4      | 3      | 4      | 3      |
| 测点序号     | 12                                | 13     | 15     | 16     | 17     | 19     |        |
| Th (ppm) | 1162                              | 730    | 395    | 591    | 314    | 473    |        |
| U (ppm)  | 1623                              | 678    | 502    | 973    | 467    | 605    |        |
| Th/U     | 0.72                              | 1.08   | 0.79   | 0.61   | 0.67   | 0.78   |        |
| 同位素比值和误差 | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 0.0512 | 0.0482 | 0.0509 | 0.0518 | 0.0494 | 0.0538 |
|          | 1 $\sigma$                        | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0015 | 0.0016 | 0.0018 |
|          | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  | 0.2619 | 0.2466 | 0.2557 | 0.2642 | 0.2590 | 0.2693 |
|          | 1 $\sigma$                        | 0.0064 | 0.0067 | 0.0067 | 0.0078 | 0.0084 | 0.0089 |
| 年龄值和误差   | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  | 0.0371 | 0.0371 | 0.0365 | 0.0370 | 0.0380 | 0.0363 |
|          | 1 $\sigma$                        | 0.0005 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0006 |
|          | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 249    | 109    | 235    | 277    | 168    | 362    |
|          | 1 $\sigma$                        | 57     | 64     | 62     | 70     | 79     | 76     |
| 年龄值和误差   | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  | 236    | 224    | 231    | 238    | 234    | 242    |
|          | 1 $\sigma$                        | 5      | 5      | 5      | 6      | 7      | 7      |
|          | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  | 235    | 235    | 231    | 234    | 240    | 230    |
|          | 1 $\sigma$                        | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 4      |

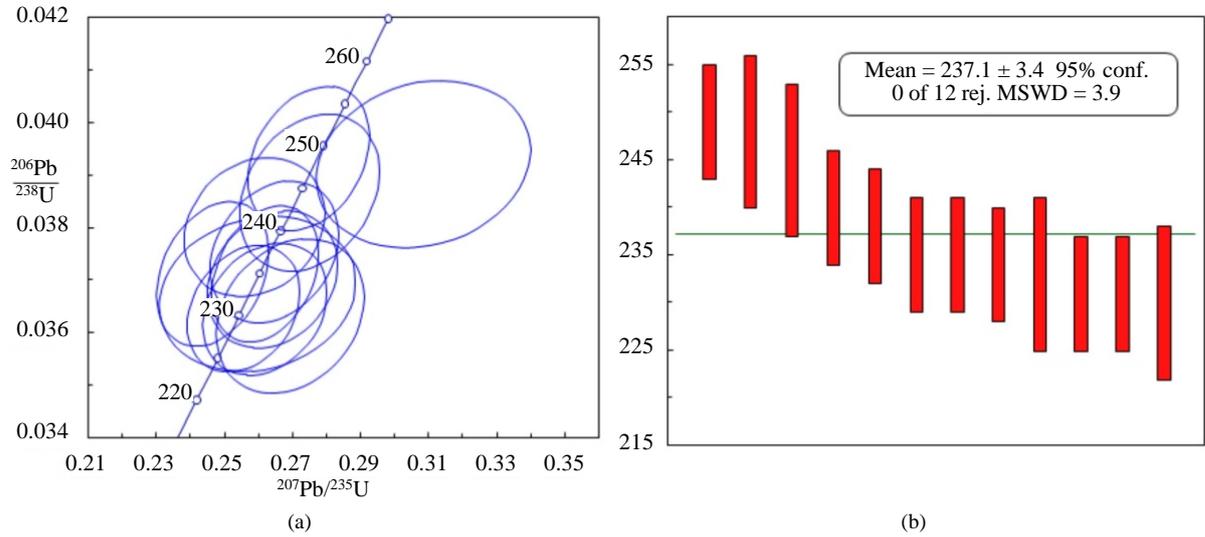


Figure 3. Zircon U-Pb Concordia plot (a) and weight average age of zircon (b)

图 3. 锆石 U-Pb 谐和年龄(a)及加权平均年龄(b)图

## 5. 地质意义探讨

德庆岩体产于两广交界处的粤西断块内，以往调查认为区域范围内比较重要的岩浆活动期主要有加里东期岩浆作用(时间大致为 440Ma)和燕山期岩浆作用(时间从晚侏罗世 - 白垩纪)，德庆岩体属于后者的产物[1]。本次调查获得的德庆岩体成岩年代为  $237.1 \pm 3.4$  Ma，地质时代属于中三叠世( $T_2$ )，表明德庆岩体主体岩石是印支期岩浆活动的产物。这一认识说明粤西区域内经历了加里东期 - 印支期 - 燕山期多期岩浆作用。事实上，沿罗定 - 广宁断裂带，形成了一条由那蓬岩体和德庆岩体为主体的印支期花岗岩带 [4]，成岩时代集中在中三叠世( $T_2$ )。那蓬岩体东北部的内瀚岩体，与本文研究的德庆岩体毗邻，其主要岩性为中细粒黑云母二长花岗岩，矿物结晶粒度较细，成岩结晶年龄为  $246.7 \pm 7.1$  Ma [4]，较德庆岩体稍早，但同属印支期岩浆作用的产物，年龄差异主要反映了岩浆结晶的过程是从南西往北东，德庆岩体具有更长的结晶周期，导致其岩石岩性为中粒(含斑)黑云母二长花岗岩。

它们的西北面沿连县 - 郁南断裂带(郴州 - 怀集大断裂的组成部分)叠加了燕山晚期岩浆作用，形成了以广平岩体和杏花岩体为主体的晚燕山期深成岩体和周公顶 - 郁南火山活动带，它们的岩浆侵入时代主要集中在晚侏罗世 - 晚白垩世，喷发时间集中在早白垩世末期(时间大约为 100 Ma) [1]。

1:5 万调查报告[5]表明德庆岩体属于硅过饱和，铝过饱和的钙碱性花岗岩类，属于壳内改造型(S-型)花岗岩，形成于板块间同碰撞的构造环境，表明德庆岩体的形成与云开地区印支期同碰撞造山作用有关。

## 6. 结论

德庆岩体是粤西主要的深成岩体，主体岩石岩性为中粒含斑黑云母二长花岗岩，属于硅过饱和，铝过饱和的钙碱性花岗岩类。花岗岩体主体成岩时代为  $237.1 \pm 3.4$  Ma，属于印支期岩浆活动的产物，形成于板块间同碰撞的构造环境，与区域内云开地区印支期同碰撞造山作用有关。岩体北面叠加了燕山晚期岩浆侵入 - 喷发活动(时间大致为 100 Ma)，形成小岩株和火山碎屑岩盆地。

## 基金项目

中国地质调查局《广东 1:5 万大坡圩、广平圩、郁南县、建城四幅区域地质调查》项目(编号: 1212011120819)。

## 参考文献 (References)

- [1] 耿红燕, 徐夕生, O'Reilly, S.Y., 赵明, 孙涛 (2006) 粤西白垩纪火山 - 侵入岩浆活动及其地质意义. *中国科学 (D 辑)*, **7**, 601-617.
- [2] Ludwig, K.R. (2001) Users manual for Isoplot/Ex(rev.2.49): A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center, Special Publication, **1a**, 55.
- [3] Pidgeon, R.T., Nemchin, A.A. and Hitchen, G.J. (1998) Internal structures of zircons from Archaean granites from the Darling Range batholiths: Implications for zircon stability and the interpretation of zircon U-Pb ages. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **132**, 288-299.
- [4] 严成文, 张献河, 李宏卫, 徐昊翔 (2014) 粤西罗定内翰岩体 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义. *矿物学报*, **4**, 481-486.
- [5] 广东省地质调查院 (2013) 广东 1:5 万大坡圩、郁南县、广平圩、建城幅区域地质调查报告(内部资料).