

# LA-ICP-MS Zircon U-Pb Geochronology of Underlying Granite Basement of Xiaping Red Stratum in Nanxiong Basin

Hongwei Li

Guangdong Geological Survey, Guangzhou Guangdong  
Email: [lihongw1981@126.com](mailto:lihongw1981@126.com)

Received: Jun. 4<sup>th</sup>, 2015; accepted: Jun. 19<sup>th</sup>, 2015; published: Jun. 25<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by author 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

The Nanxiong city, Guangdong province, has a famous reputation for being named “Chinese Dinosaur Town”. This paper carries out research on single grain zircon U-Pb geochronology of underlying granite basement of Xiaping red stratum in Nanxiong basin, and gets the middle grained porphyritic biotite monzonitic granite magma crystallization age of  $217.1 \pm 2.2$  Ma (MSWD = 1.3), and it shows that the contact relationship between Xiaping red stratum and underlying Indosinian granites ( $\gamma_5^1$ ) is erosion unconformity. There are lots of Indosinian granite bodies around Nanxiong basin; combined with regional geological data, it shows that the Nanxiong area in Northern Guangdong province was in the state of long-term weathering and denudation in the early Mesozoic in (T<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>), and the basin and mountain topography of Nanxiong area just began to appear in the early Cretaceous.

## Keywords

Nanxiong Basin, Xiaping, Granite Basement, LA-ICP-MS Zircon U-Pb Geochronology

---

# 南雄盆地下坪花岗岩基底LA-ICP-MS锆石U-Pb年代学

李宏卫

广东省地质调查院, 广东 广州  
Email: [lihongw1981@126.com](mailto:lihongw1981@126.com)

收稿日期: 2015年6月4日; 录用日期: 2015年6月19日; 发布日期: 2015年6月25日

## 摘要

广东南雄享有“中国恐龙之乡”的美誉。本文对南雄市下坪恐龙蛋化石保护点花岗岩基底开展了单颗粒锆石U-Pb年代学研究, 获得中粒斑状黑云母二长花岗岩岩浆结晶年龄 $217.1 \pm 2.2 \text{ Ma}$  (MSWD = 1.3), 表明下坪红层与印支期花岗岩( $\gamma_5^1$ )基底呈侵蚀不整合接触。南雄盆地周围发育众多印支期岩浆岩, 结合区域资料, 表明粤北南雄地区中生代早期( $T_3-K_1$ )处于长期的风化剥蚀状态, 于早白垩世南雄地区现今盆地地貌才略具雏形。

## 关键词

南雄盆地, 下坪, 花岗岩基底, LA-ICP-MS锆石U-Pb年代学

## 1. 引言

南雄盆地位于广东省北部韶关市境内, 地跨南雄市、始兴县和曲江县, 是发育于中生代晚白垩世至新生代第三纪( $K_2-E_1$ )的内陆断陷盆地, 因陆源碎屑岩呈红色, 故亦称之为红色盆地。盆地内上白垩统“南雄群”岩层中已发现比较丰富的晚白垩世末代恐龙遗迹化石, 包括恐龙骨骼、恐龙蛋、恐龙脚印化石。在接踵沉积的下第三纪古新统红层, 发现了较丰富的哺乳动物群化石。2011年6月20日中国古生物化石保护基金会、中国地质调查局地层与古生物中心正式授予广东南雄“中国恐龙之乡”称号。有关恐龙灭绝的原因, 归纳起来, 有突变和渐变两种假说[1]。近期, 在《华南地区重要地质遗迹调查(广东)》项目执行过程中, 项目组对南雄市下坪恐龙蛋化石保护点开展了较为详细的地质调查工作。在下坪恐龙蛋化石保护点西南约800 m处, 发现一处红层与下伏花岗岩接触界线露头, 露头岩石呈中等程度风化, 界线附近地层岩石呈块状, 且具一定程度的角岩化等热液蚀变, 二者接触界线截然, 界线产状 $305 \angle 81$ 。然而红层与基底花岗岩接触关系仍不明了, 故本文对下坪红层花岗岩基底开展了单颗粒锆石U-Pb年代学研究。

## 2. 地质概况

南雄盆地横跨粤赣两省, 是一个受北缘南雄大断裂控制呈北东向展布的断陷盆地, 面积约 $1800 \text{ km}^2$ , 在广东境内长95 km, 一般宽13~15 km, 最宽19 km, 窄处仅7 km, 面积约 $1240 \text{ km}^2$ 。白垩纪-第三纪地层总体呈北东走向, 向北西倾斜, 倾角 $10^\circ \sim 20^\circ$ , 局部受断裂构造控制, 地层倾向西南, 是典型的箕状盆地, 其西北侧自西而东形成安全、罗佛寨、下坳、邓坊、古城5个古近纪小凹陷。白垩系广泛分布于盆地东南侧, 面积约 $1020 \text{ km}^2$ , 古近系分布盆地西北侧, 面积仅 $220 \text{ km}^2$  [2]。南雄盆地是一个晚白垩世-古近纪的不对称伸展断陷盆地, 具“北断南超”特征, 其形成受诸广山岩体热隆作用和区域伸展构造的双重制约, 且主要受控于晚白垩世-第三纪陆内伸展作用[3]。

## 3. 样品采集及分析方法

用于锆石定年的花岗岩样品采样位置如图1所示, 岩性为中粒斑状黑云母二长花岗岩, 中-强风化,

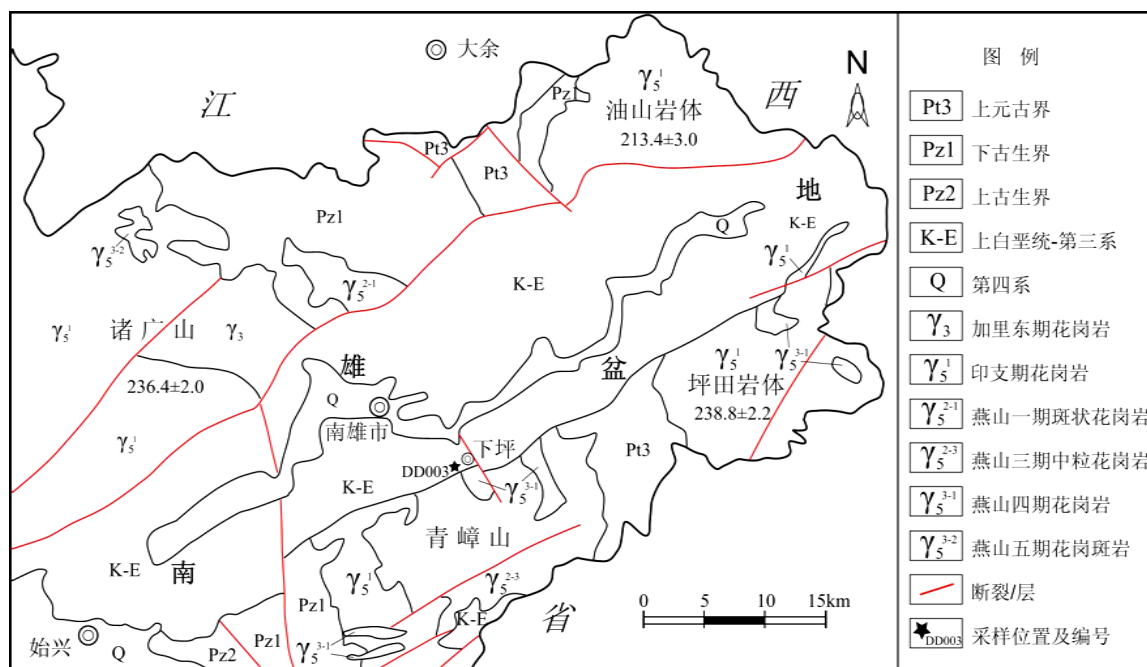


Figure 1. Sketch geological map of Nanxiong basin, Guangdong province  
图 1. 广东南雄盆地地质略图

呈灰白色、褐黄色(图 2), 样重约 6 kg。样品编号为 DD003 (GPS: E 114°22'24"; N 25°04'21.2")。

锆石单矿物分选在河北省区域地质矿产调查研究所进行。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。LA-ICP-MS锆石U-Pb定年在合肥工业大学资源与环境工程学院开展, 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32  $\mu\text{m}$ 。数据处理采用ICPMSDataCal软件[4]。U-Pb同位素定年采用标准锆石91500作外标进行同位素分馏校正。锆石标准91500的U-Th-Pb同位素比值推荐值据Wiedenbeck et al. (1995) [5]。采用标准锆石Plesovice作为监控样, 该锆石的TIMS测定 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 $(337.13 \pm 0.37)$  Ma ( $2\sigma$ ) [6]。样品U-Pb年龄谐和图绘制和年龄权重平均计算均采用Isoplot/Ex\_ver3 [7]完成。使用ComPbCorr#3.18程序[8]进行普通Pb校正。

#### 4. 锆石 U-Pb 年龄

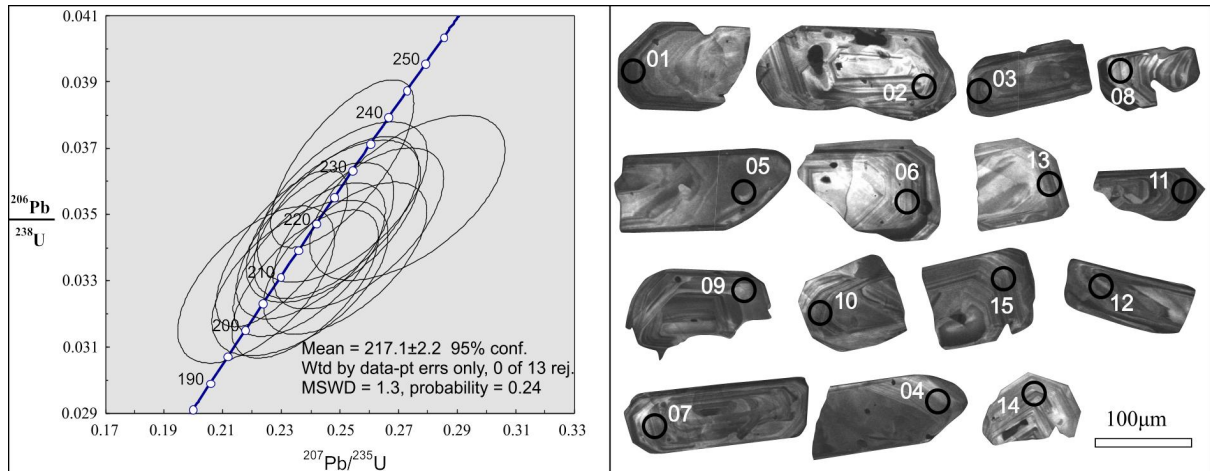
用于锆石同位素定年的中粒斑状黑云母二长花岗岩(DD003), 单颗粒锆石呈自形柱状或粒状, 晶形较好呈浅黄、浅玫瑰色或无色, 聚形由柱面(110) (100)与锥面(111) (131)组成, 锆石颗粒长轴方向大小为100~160  $\mu\text{m}$ , 长宽比在1~2之间。阴极发光图像(CL)表现出典型的岩浆韵律环带和明暗相间的条带结构, Th/U比值为0.24~1.08, 显示岩浆结晶锆石特征。个别锆石边部呈港湾状(如01号和08号锆石), 很可能受后期热液流体溶蚀所致, 这与野外观察到的红层与花岗岩接触界线附近发育热(-气液)蚀变现象相一致。

本次对中粒斑状黑云母二长花岗岩 15 颗锆石进行了原位 U-Pb 同位素分析(表 1)。锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  表面年龄为 209 Ma~236 Ma。谐和度小于 90%的分析点(点 06, 12)应予以剔除。其它 13 个分析点锆石年龄为 209 Ma~225 Ma,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄的加权平均年龄为  $217.3 \pm 2.2$  Ma (MSWD = 1.3, n = 13) (图 3)。获得的锆石 LA-ICP-MS 年龄为  $217.1 \pm 2.2$  Ma, 较低的 MSWD 值表明所获得的锆石谐和年龄是可信的。该年龄解释为南雄盆地下坪红层基底中粒斑状黑云母二长花岗岩岩浆结晶年龄, 该岩浆岩精确的成岩时代为印支期( $\gamma_5^1$ )。



**Figure 2.** The contact boundary between Xiaping red stratum and underlying granite (a), and middle grained porphyritic biotite monzonitic granite (b)

**图 2.** 下坪红层与花岗岩基底接触界线(a)及基底中粒斑状黑云母二长花岗岩照片(b)



**Figure 3.** Zircon U-Pb concordia age and cathodoluminescence images (CL) of middle grained porphyritic biotite monzonitic granite

**图 3.** 下坪中粒斑状黑云母二长花岗岩谐和年龄及锆石阴极发光照相(CL)

本文所获得的花岗岩锆石 U-Pb 年龄为  $217.3 \pm 2.2$  Ma, 表明下坪红层与基底中粒斑状黑云母二长花岗岩呈不整合接触。在后期构造 - 岩浆事件作用下, 在二者接触界线附近发生断裂叠加及同/后断裂构造蚀变作用。南雄盆地发育在西侧诸广山、油山和东侧青嶂山、坪田花岗岩山体之间, 诸广山岩体由印支期和燕山早期花岗岩复合而成, 以印支期花岗岩分布面积最大, 同位素年龄  $236.4 \pm 2.0$  Ma [9], 油山岩体、坪田岩体均为印支期花岗岩, 成岩同位素年龄分别为  $213.4 \pm 3.0$  Ma 和  $238.8 \pm 2.2$  Ma [10]。而青嶂山花岗岩时代存在较大分歧, 1:20 万龙南幅地质图将其成岩时代厘定为白垩纪 ( $\gamma_5^3$ ), 广东省区域地质志 [11] 获得青嶂山钾长花岗岩 K-Ar 年龄为 177 Ma, 表明其为早侏罗世燕山第一幕岩浆岩 ( $\gamma_5^{2-1}$ )。本文红层基底中粒斑状黑云母二长花岗岩花岗岩位于青嶂山岩体西侧, 位于南雄盆地东侧盆地边界附近, 在深部很可能与青嶂山岩体连为一体, 表明青嶂山可能的成岩时代为印支期, 然而仍需岩体高精度的锆石 U-Pb 年龄进一步佐证。结合区域资料, 表明粤北南雄地区中生代早期 ( $T_3-K_1$ ) 处于长期的风化剥蚀状态, 于早白垩世南雄地区典型的盆地地貌雏形才开始形成。

Table 1. LA-ICP-MS zircon U-Pb results of granite basement of Xiaping red stratum, Nanxiong basin  
表 1. 南雄盆地下坪花岗岩基底锆石 LA-ICP-MS 分析结果

| 序号       | Th<br>ppm | U<br>ppm | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $1\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $1\sigma$ | $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ | $1\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $1\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $1\sigma$ | $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ | $1\sigma$ | 谐和度 |
|----------|-----------|----------|------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----|
|          |           |          |      | Age (Ma)                         |           | Age (Ma)                         |           | Age (Ma)                          |           | Age (Ma)                         |           | Age (Ma)                         |           | Age (Ma)                          |           |     |
| DD003-01 | 451       | 1248     | 0.36 | 0.2508                           | 0.0119    | 0.0354                           | 0.0010    | 0.0106                            | 0.0004    | 227                              | 9.6       | 224                              | 6.1       | 214                               | 8.9       | 98% |
| DD003-02 | 546       | 971      | 0.56 | 0.2731                           | 0.0136    | 0.0355                           | 0.0010    | 0.0106                            | 0.0005    | 245                              | 10.9      | 225                              | 6.3       | 214                               | 9.1       | 91% |
| DD003-03 | 429       | 1117     | 0.38 | 0.2563                           | 0.0119    | 0.0346                           | 0.0010    | 0.0097                            | 0.0004    | 232                              | 9.6       | 219                              | 6.2       | 194                               | 8.6       | 94% |
| DD003-04 | 283       | 630      | 0.45 | 0.2364                           | 0.0123    | 0.0331                           | 0.0010    | 0.0090                            | 0.0004    | 216                              | 10.1      | 210                              | 6.0       | 182                               | 8.5       | 97% |
| DD003-05 | 233       | 930      | 0.25 | 0.2214                           | 0.0109    | 0.0329                           | 0.0010    | 0.0085                            | 0.0005    | 203                              | 9.1       | 209                              | 6.0       | 171                               | 9.3       | 97% |
| DD003-06 | 285       | 358      | 0.79 | 0.3014                           | 0.0165    | 0.0346                           | 0.0010    | 0.0099                            | 0.0005    | 267                              | 12.9      | 219                              | 6.3       | 200                               | 9.5       | 80% |
| DD003-07 | 487       | 856      | 0.57 | 0.2396                           | 0.0106    | 0.0336                           | 0.0009    | 0.0094                            | 0.0004    | 218                              | 8.7       | 213                              | 5.9       | 189                               | 7.9       | 97% |
| DD003-08 | 626       | 581      | 1.08 | 0.2518                           | 0.0114    | 0.0337                           | 0.0009    | 0.0096                            | 0.0004    | 228                              | 9.2       | 214                              | 5.8       | 194                               | 7.4       | 93% |
| DD003-09 | 283       | 311      | 0.91 | 0.2478                           | 0.0121    | 0.0348                           | 0.0010    | 0.0094                            | 0.0004    | 225                              | 9.9       | 220                              | 6.2       | 189                               | 7.2       | 98% |
| DD003-10 | 342       | 1437     | 0.24 | 0.2509                           | 0.0100    | 0.0365                           | 0.0010    | 0.0108                            | 0.0004    | 227                              | 8.1       | 231                              | 6.4       | 217                               | 8.2       | 98% |
| DD003-11 | 635       | 1439     | 0.44 | 0.2302                           | 0.0092    | 0.0340                           | 0.0010    | 0.0101                            | 0.0003    | 210                              | 7.6       | 215                              | 6.0       | 204                               | 7.0       | 97% |
| DD003-12 | 466       | 969      | 0.48 | 0.6127                           | 0.0346    | 0.0372                           | 0.0011    | 0.0194                            | 0.0009    | 485                              | 21.8      | 236                              | 7.0       | 389                               | 18.0      | 30% |
| DD003-13 | 193       | 451      | 0.43 | 0.2487                           | 0.0115    | 0.0349                           | 0.0010    | 0.0103                            | 0.0004    | 226                              | 9.4       | 221                              | 6.2       | 208                               | 7.5       | 98% |
| DD003-14 | 348       | 474      | 0.73 | 0.2416                           | 0.0110    | 0.0342                           | 0.0010    | 0.0097                            | 0.0003    | 220                              | 9.0       | 217                              | 6.0       | 194                               | 6.7       | 98% |
| DD003-15 | 391       | 818      | 0.48 | 0.2382                           | 0.0102    | 0.0329                           | 0.0009    | 0.0096                            | 0.0003    | 217                              | 8.4       | 209                              | 5.7       | 193                               | 6.8       | 96% |

## 5. 结论

野外地质调查发现南雄市下坪恐龙蛋化石保护点附近, 存在一处红层与花岗岩接触界线露头, 界线产状  $305 \angle 81$ , 然而二者接触关系不甚清晰。本文对下坪红层基底花岗岩开展了单颗粒锆石 U-Pb 年代学测试, 获得中粒斑状黑云母二长花岗岩岩浆结晶年龄  $217.1 \pm 2.2 \text{ Ma}$ , 表明下坪红层与下伏印支期花岗岩 ( $\gamma_5^1$ ) 基底呈侵蚀不整合接触。南雄盆地周围发育众多印支期岩浆岩, 结合区域资料, 表明粤北南雄地区中生代早期 ( $T_3-K_1$ ) 处于长期的风化剥蚀状态, 于早白垩世南雄地区现今的盆山地貌才略具雏形。

## 致谢

华南地区重要地质遗迹调查(广东)项目组成员参与了重要地质遗迹野外调查工作; 合肥工业大学资源与环境工程学院李全忠老师、彭陆研究生在 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄测试及数据处理等方面提供的支持和帮助。

## 基金项目

中国地质调查局、中国地质环境监测院“华南地区重要地质遗迹调查(广东) (项目编号: 1212011220047)”项目成果。

## 参考文献 (References)

- [1] 杨志坚 (1998) 粤北南雄盆地末代恐龙遗迹及其他. *火山地质与矿产*, **2**, 169-174.
- [2] 张显球, 张喜满, 侯明才, 等 (2013) 南雄盆地红层岩石地层划分. *地层学杂志*, **4**, 441-451.
- [3] 舒良树, 邓平, 王彬, 等 (2004) 南雄-诸广地区晚中生代盆山演化的岩石化学、运动学与年代学制约. *中国科学 (D 辑)*, **1**, 1-13.
- [4] Liu, Y.S., Hu, Z.C., Gao, S., Günther, D., Xu, J., Gao, C.G. and Chen, H.H. (2008) *In situ* analysis of major and trace elements of anhydrous minerals by LA-ICP-MS without applying an internal standard. *Chemical Geology*, **257**, 34-43.
- [5] Wiedenbeck, M., Alle, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F., Quadt, A.V., Roddick, J.C. and Spiegel, W. (1995) Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards and Geoanalytical Research*, **19**, 1-23.
- [6] Sláma, J., Kosler, J., Condon, D.J., Crowley, J.L., Gerdes, A., Hanchar, J.M., Horstwood, M.S.A., Morris, G.A., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Schoene, B., Tubrett, M.N. and Whitehouse, M.J. (2008) Plesovice zircon—A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology*, **249**, 1-35.
- [7] Ludwig, K.R. (2003) ISOPLOT 3.00: A geochronological toolkit for Microsoft excel. Berkeley Geochronology Center, Berkeley.
- [8] Andersen, T. (2002) Correction of common lead in U-Pb analyses that do not report  $^{204}\text{Pb}$ . *Chem Geol*, **192**, 59-79.
- [9] 邓平, 任纪舜, 凌洪飞, 等 (2012) 诸广山南体印支期花岗岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其构造意义. *科学通报*, **14**, 1231-1241.
- [10] 孙立强, 凌洪飞, 沈渭洲, 等 (2010) 南岭地区油山岩体和坪田岩体形成年龄及其地质意义. *高校地质学报*, **2**, 186-197.
- [11] 广东省地质矿产局 (1988) 广东省区域地质志. 地质出版社, 北京.