

桂北地区新元古代地层凝灰岩锆石 U-Pb 年龄 及地质意义

高林志¹ 陆济璞² 丁孝忠¹ 王汉荣² 刘燕学¹ 李 江²

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 广西区域地质调查研究院, 广西 桂林 541003)

摘要:桂西北变质基底四堡群及上覆地层丹洲群之间存在着角度不整合, 而丹洲群与南华纪地层之间为平行不整合, 说明它们是隶属三个构造域的产物。其地层时代的定位影响着整个江南古陆变质基底地层的对比, 也制约着华南地区沉积盖层的地质关系。根据丹洲群合桐组凝灰岩锆石 U-Pb 年龄(801±3) Ma、拱洞组锆石 U-Pb 年龄(786±6) Ma、南华系长安组的底界年龄(778±5) Ma 和大塘坡组年龄(661±7) Ma, 结合从桂北地区四堡群顶部沉积地层中凝灰砂岩获得的锆石 U-Pb 年龄(842±13) Ma 和侵入四堡群火成岩锆石 U-Pb 年龄(834±4) Ma, 将四堡群变质砂板岩明确定为形成于 820 Ma 之下的地层。该年龄对南华纪地层的区域对比和构造演化都有着重要意义。

关键词:桂北地区; 四堡群; 丹洲群; 凝灰岩; 锆石 SHRIMP 定年

中图分类号: P534.3; P597+.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-3657(2013)05-1443-10

1 引言

桂北地区发育了厚度巨大的元古宙浅变质沉积地层(图 1)。传统上将该套地层定位中、新元古代, 以著名的四堡运动为界, 分上、下两套地层并被一系列岩浆岩侵入(包括桂西北发育的本洞、三防、田朋、元宝山岩体)^[1-2], 而盖层沉积为黔桂交界地区发育的新元古界三套冰期和间冰期的沉积地层, 使该地区又成为研究“雪球事件”的焦点地区。多年来, 地质学家一直沿用岩浆岩的年龄来限定四堡运动之下地层^[2-5], 由此产生不同构造格架假说^[6-8]。然而, 随着四堡群、梵净山群、冷家溪群、双桥山群和双溪坞群等低变质地层凝灰岩的较年轻锆石 U-Pb 年龄的不断报道, 该套地层被最终定位于新元古代地层^[9-12], 对整个华南古大陆新元古代地层对比及构造解译和古地理格局都产生了极为深远的影响。同时, 人们更加

关注四堡群的同位素年龄测定结果^[13], 其时代的定位对解释整个“江南造山带”的新元古代地层沉积关系非常重要, 是地质学家重塑整个“江南造山带”地质背景、成矿条件以及解决整个江南造山带的地层划分和对比的关键。目前, 整个黔桂地区新元古代地层的研究焦点有 3 项: ①如何界定盖层的起点? ②江南裂谷的起始时间? ③丹洲群(板溪群、下江群)与南华系的关系和同位素年代标定等问题。

本文将再次提供黔桂地区丹洲群凝灰岩和南华系长安组凝灰岩的高精度锆石 U-Pb 定年结果, 这对于黔桂地区的新元古代冰碛岩地层定位和与周边地层的对比尤为重要。

2 地层序列及采样层位

桂西北地区发育了完整的新元古代地层, 基本层序为四堡群、丹洲群、南华纪以及震旦纪地层。本

收稿日期: 2013-01-15; 改回日期: 2013-05-19

基金项目: 科技基础性工作专项“中国地质志、图及欧亚大陆大地构造图编制”(2011FY120100), 中国地质调查局地调项目“中国及邻区泛非期构造、新元古代地层和泥盆—三叠古地理研究”(12120113013900)和全国地层委员会专项“中国青白口系标准剖面及内部划分”共同资助。

作者简介: 高林志, 男, 1955 年生, 研究员, 从事生物地层、层序地层、灾变事件地层研究; E-mail: gaolzh@cags.ac.cn。

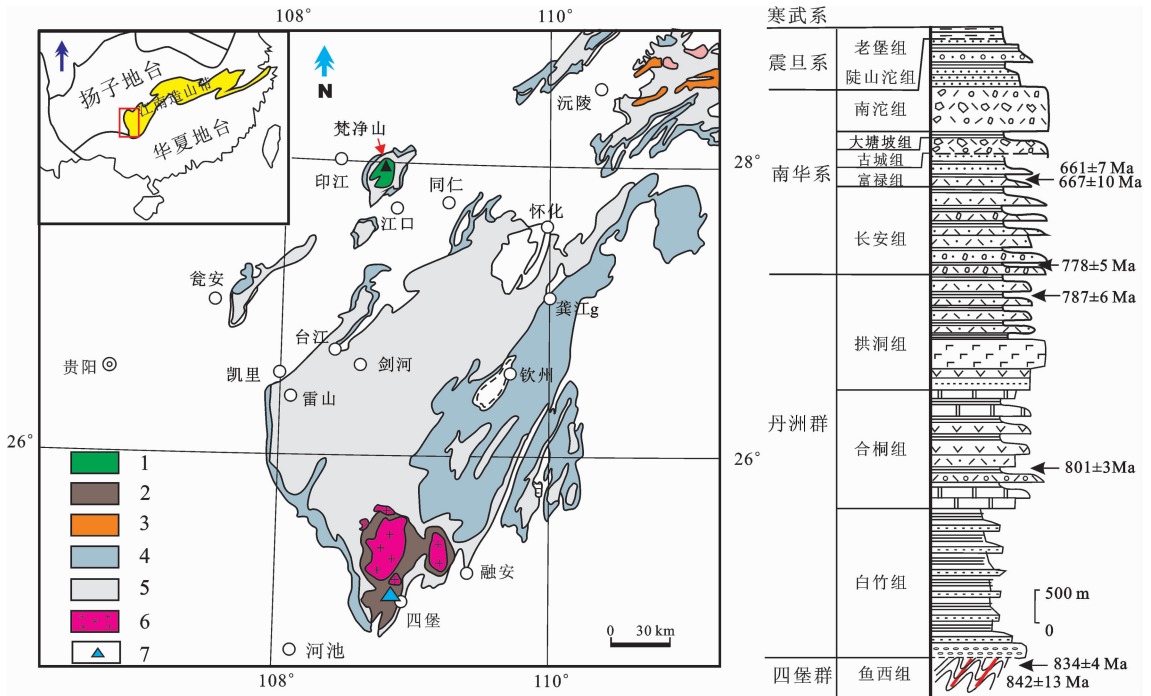


图 1 湘黔桂地区新元古代地层分布与地层序列(参考文献[14])

1—梵净山群;2—四堡群;3—冷家溪群;4—板溪群;5—丹洲群;6—花岗岩;7—采样点

Fig.1 Neoproterozoic strata and sequences in Hunan, Guizhou and Guangxi

1— Fangjingshan Group;2— Sibao Group;3— Lengjiaxi Group;4— Banxi Group;5— Danzhou Group; 6— Granite; 7— Sampling locality

洞地区丹洲群白竹组底砾岩沉积超覆于侵入四堡群的花岗岩体和四堡群鱼西组浊积岩之上(图 2-A)。本洞花岗岩(图 2-B)SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为(837±3) Ma(待刊),四堡群鱼西组锆石 U-Pb 年龄为(842±13) Ma,侵入鱼西组的闪长岩(图 2-C)锆石 U-Pb 年龄为(834±4) Ma(待刊)。桂西地区丹洲群白竹组底砾岩可见大量下覆地层的火山岩、变余砂岩和闪长岩的砾石。

本文重点报道来自丹洲群和南华纪地层中凝灰岩的锆石年龄。样品 Sh2011616-3 为丹洲群中部合桐组凝灰岩,采自四堡村北公路边凝灰岩夹层,采样坐标: N25°05.300', E108°48.688', 矿物成分为由变绢云母(45%)和粉砂质(55%)构成;样品 Z2011617-3 为丹洲群上部拱洞组凝灰岩,采自罗城—四堡公路旁友洞剖面,采样坐标: N26°48.360', E109°49.177', 样品矿物成分基本上由绢云母(50%)和粉砂质(50%)构成;样品 Ch2011615-B 为长安组凝灰岩,采自三江县龙胜地区公路旁,采样坐标: N24°59.369', E108°53.792', 样品矿物成分由绢云母(90%)和粉砂质(10%)构成;

样品 Z1042-2 为富禄组凝灰岩,采自贵州省肇兴镇—水口公路,采样坐标: N25°54.406', E109°13.264', 矿物成分为由绢云母(70%)和粉砂质(30%)构成。本文所采集的凝灰岩锆石年龄样品来自桂西地区板溪群合桐组、拱洞组和南华系长安组,地层层序为连续沉积,其界线年龄对南华系最底部的冰碛岩的定位具有重要意义。

3 分析方法

锆石 U-Pb 年龄测定在澳大利亚佩斯理工大学的 SHRIMP-II 上进行,详细的分析流程见文献[15]和[16]。年龄测定时仪器质量分辨率约为 5000 (1%峰高),一次离子流 O₂⁻强度为 4 nA,一次离子流束斑直径为 45 μm 左右,每个数据点测定由 5 次扫描构成。测定质量峰为 ⁹⁰Zr¹⁶O⁺、²⁰⁴Pb⁺,背景值、²⁰⁶Pb⁺、²⁰⁷Pb⁺、²⁰⁸Pb⁺、²³⁸U⁺、(²³²Th¹⁶O)⁺和 (²³⁸U¹⁶O)⁺。分别采用标准锆石 TEM 和 SL13 进行元素间的分馏校正及 U 含量标定;其中 TEM 具有 U-Pb 谐和年龄,其 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 (416.8 ± 1.1) Ma,但 U、Th 及 Pb 含



图 2 四堡群与丹洲群之间的不整合(A)和本洞花岗岩(B)及侵入四堡群中的闪长岩(C)

Fig.2 Unconformity between Sibao Group and Danzhou Group and granite that intruded into the Sibao Group

A-Unconformity between Sibao Group and Danzhou Group; B- Bendong granite; C- Diorite dyke that intruded into Yuxi Formation

量不均一。原始数据的处理和锆石 U-Pb 谐和图的绘制采用 Ludwig 博士编写的 Squid 和 Isoplot 程序^[17-18]。普通铅校正根据实测的 ²⁰⁴Pb 进行,普通铅的组成根据 Stacey & Kramers 给出的模式计算得到^[19]。数据表中,年龄的误差为 1σ 绝对误差,同位素比值的误差为 1σ 相对误差;文中所使用 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄加权平均值误差为 95%的置信度误差。

4 分析结果

锆石的阴极发光图象(CL)特征:所采锆石虽形

态不相同,但是 CL 图像显示出典型的岩浆生长振荡环带和韵律结构,均属于岩浆结晶的产物(图 3~图 4)。

锆石晶体测定位置的选取,需要结合可见光和 CL 图像,以避免锆石晶体中的裂纹和包裹体,以及避免一次离子流斑点落于不同时代的锆石区域而使得测定结果的含义不清。Sh2011616-3(丹洲群合桐组)样品的锆石晶型好,多为浅黄色-无色透明长柱状晶体,粒度多在 100~250 μm,晶体长宽比为 2:1~5:1。Z2011617-3(丹洲群拱洞组)样品的锆石晶体完

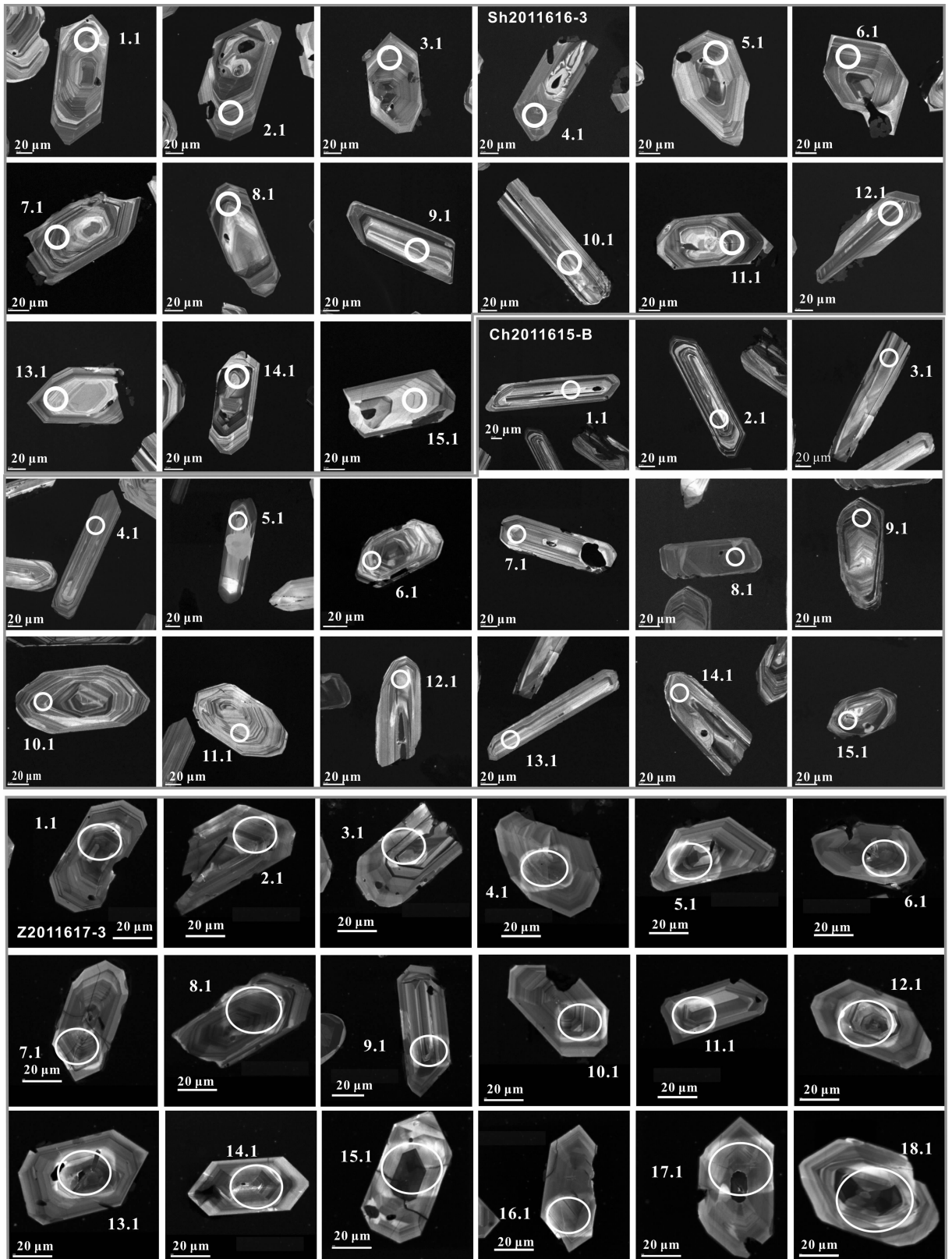


图3 合桐组、拱洞组和长安组凝灰岩锆石特征

Fig.3 Feature of zircons (CL) from tuff of Hetong, Gongdong and Changan formations

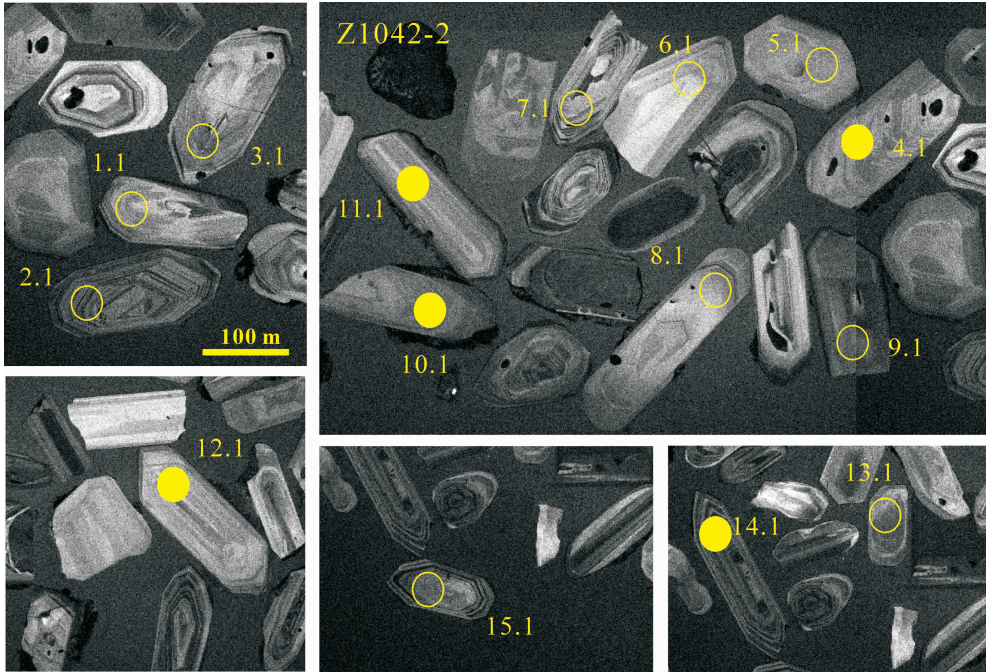


图 4 大塘坡组凝灰岩锆石特征

Fig.4 Features of zircon (CL) from tuff of Datangpo Formation

好, 多为浅黄色-无色透明短柱状晶体, 粒度多在 60~80 μm。Ch2011615-B(南华系长安组)样品的锆石多为浅黄色-无色透明长柱状或短柱晶体。Z1042-2(南华系大塘坡组)样品的锆石多样, 锆石晶体多为浅黄色-无色透明长柱状晶体。上述锆石 U、Th 含量较高, Th/U 比值较大 (一般大于 0.4) 明显为岩浆锆石。

合桐组的凝灰岩样品(Sh2011616-3)15 个测点

中 U 含量变化范围为 $65 \times 10^{-6} \sim 328 \times 10^{-6}$, Th 含量变化范围为 $48 \times 10^{-6} \sim 437 \times 10^{-6}$; Th/U 值变化范围为 0.59~1.78(表 1)。样品(Sh2011616-3)共测试了 15 个数据点。其中 4 个数据点(8.1, 11.1, 14.1, 15.1)与其他锆石有所差异。其余 11 个数据点均位于谐和线附近(图 5-a), 其 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值为 (801 ± 3) Ma, 对应的 MSWD = 0.94。此年龄为合桐组凝灰岩的形成时代。

表 1 丹州群合桐组凝灰岩样品 Sh2011616-3 锆石 SHRIMP U-Th-Pb 年龄测定结果

Table 1 Results of SHRIMP U-Th-Pb dating for Hetong Formation of Danzhou Group

测点	$^{206}\text{Pb}_c$ /%	U / 10^{-6}	Th / 10^{-6}	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*$ / 10^{-6}	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄 /Ma	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄 /Ma	不谐和 度/%	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$ /±%	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$ /±%	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$ /±%	误差相 关系数
1.1	0.00	150	86	0.59	17.1	801.8±5.9	842±28	5	0.06715±1.3	1.226±1.6	0.1324±0.78	0.504
2.1	0.09	236	177	0.78	26.6	793.2±6.7	808±44	2	0.06610±2.1	1.193±2.3	0.1309±0.89	0.390
3.1	0.09	202	201	1.03	23.1	802.6±5.4	762±35	-5	0.06460±1.7	1.181±1.8	0.13259±0.71	0.394
4.1	<0.01	292	182	0.64	33.4	804.4±4.6	834±21	4	0.06689±0.99	1.226±1.2	0.13289±0.61	0.526
5.1	0.08	278	373	1.39	31.8	806.9±4.7	814±22	1	0.06623±1.1	1.218±1.2	0.13334±0.62	0.502
6.1	0.03	312	373	1.24	35.0	792.5±4.5	804±21	1	0.06592±0.99	1.189±1.2	0.13081±0.60	0.520
7.1	0.29	110	133	1.25	12.3	789.6±9.3	772±55	-2	0.06490±2.6	1.167±2.9	0.1303±1.3	0.432
8.1	0.38	98	83	0.88	10.3	741.2±7.2	742±70	0	0.06400±3.3	1.075±3.5	0.1218±1.0	0.296
9.1	0.27	146	181	1.28	16.7	803.0±6.2	732±43	-10	0.06370±2.1	1.165±2.2	0.1327±0.82	0.370
10.1	0.03	208	292	1.45	23.7	802.4±5.4	801±28	0	0.06583±1.3	1.203±1.5	0.13255±0.72	0.475
11.1	0.19	126	136	1.11	15.0	831.0±7.3	797±39	-4	0.06570±1.8	1.246±2.1	0.1376±0.93	0.451
12.1	0.08	253	437	1.78	28.9	803.0±5.0	820±26	2	0.06644±1.2	1.215±1.4	0.13265±0.66	0.474
13.1	0.44	65	48	0.75	7.51	806.3±9.2	763±91	-6	0.06470±4.3	1.188±4.5	0.1332±1.2	0.270
14.1	0.10	328	264	0.83	38.1	816.0±4.5	824±25	1	0.06656±1.2	1.238±1.3	0.13494±0.59	0.446
15.1	0.04	75	71	0.98	8.80	826.0±8.9	822±64	0	0.06650±3.1	1.253±3.3	0.1367±1.1	0.347

注: Pb_c 为普通铅的 ^{206}Pb 占全部 ^{206}Pb 的百分比, Pb^* 代表放射成因铅, 用于校正待测样品并与之同时测定的标准样品的误差在 0.21% (1σ), 普通铅校正采用实测的 ^{234}Pb 。

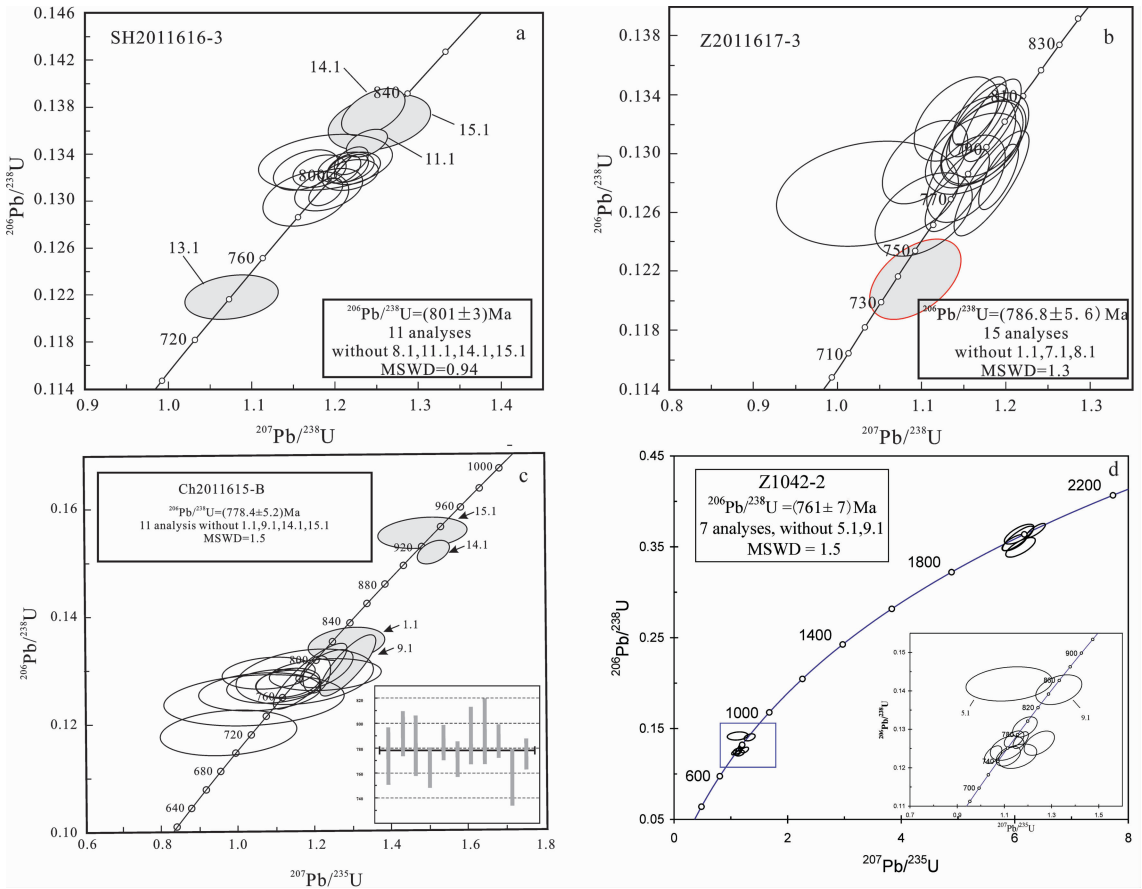


图5 凝灰岩锆石 U-Pb 谐和图
 Fig.5 Zircon U-Pb concordia diagram of tuff bedding

拱洞组的凝灰岩样品 (Z2011617-3) 18 个测点中 U 含量变化范围为 $66 \times 10^{-6} \sim 513 \times 10^{-6}$, Th 含量变化范围为 $74 \times 10^{-6} \sim 1330 \times 10^{-6}$; Th/U 值变化范围为 0.68~2.68(表 2)。样品 (Z2011617-3) 18 个数据点中的数据点 6.1 和 7.1 为偏离离群值, 而数据点 8.1 明显为混样锆石; 其余 15 个数据点均位于谐和线上或其附近 (图 5-b), 其 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值为 (786.8 ± 5.6) Ma, 对应的 MSWD = 1.3。这一年龄为拱洞组凝灰岩的形成时代。

长安组凝灰岩样品 (Ch2011615-B) 15 个测点中 U 含量变化范围为 $69 \times 10^{-6} \sim 982 \times 10^{-6}$, Th 含量变化于 $74 \times 10^{-6} \sim 452 \times 10^{-6}$; Th/U 值为 0.36~1.49 (表 3)。样品 (Ch2011615-B) 共测试了 15 个数据点。其中 4 个数据点 (1.1, 9.1, 14.1, 15.1) 与其他锆石有所差异。其余 11 个数据点均位于谐和线上 (图 5-c), 其 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均值为 (778.4 ± 5.2) Ma, 对应的 MSWD = 1.5。最终取 (778.4 ± 5.2) Ma 作为长安

组凝灰岩的形成时代。

大塘坡组凝灰岩样品 (Z1042-2) 15 个测点中 U 含量变化范围为 $32 \times 10^{-6} \sim 190 \times 10^{-6}$, Th 含量变化范围为 $33 \times 10^{-6} \sim 142 \times 10^{-6}$; Th/U 值变化范围为 0.34~1.71(表 4)。样品 (Z1042-2) 共测试了 15 个数据点。其中 3 个数据分三组, 一组数据点 (图 4 锆石的实心点: 4.1, 10.1, 11.1, 12.1, 13.1) 为继承锆石年龄 1972~2037 Ma。第二组数据点 (5.1, 15.1) 为捕获锆石年龄 846~855 Ma; 其余 8 个数据点均位于谐和线上或其附近 (图 5-d), 8 个数据点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 (761 ± 7) Ma, 对应的 MSWD = 1.5。最终取 (761 ± 7) Ma 作为大塘坡组凝灰岩的形成时代。

4 地质意义

丹洲群合桐组凝灰岩锆石 U-Pb 年龄 (801 ± 3) Ma 和拱洞组锆石 U-Pb 年龄 (787 ± 6) Ma 以及南华系长安组的底界年龄 (778 ± 5) Ma 和大塘坡组年龄

表 2 丹州群拱洞组凝灰岩样品 Z2011617-3 锆石 SHRIMP U-Th-Pb 年龄测定结果
Table 2 Results of SHRIMP U-Th-Pb dating for Gondong Formation of Danzhou Group

Table with 13 columns: 测点, 206Pbc /%, U /10^-6, Th /10^-6, 232Th/238U, 206Pb*/10^-6, 206Pb/238U 年龄 /Ma, 207Pb/206Pb 年龄 /Ma, 不谐和度 /%, 207Pb*/206Pb* /±%, 207Pb*/235U /±%, 206Pb*/238U /±%, 误差相关系数. Contains 18 rows of data.

注:Pbc 为普通铅的 206Pb 占全部 206Pb 的百分比,Pb* 代表放射成因铅,用于校正待测样品的并与之同时测定的标准样品的误差在 0.46%(1σ),普通铅校正采用实测的 204Pb。

表 3 南华系长安组凝灰岩样品 Ch2011615-B 锆石 SHRIMP U-Th-Pb 年龄测定结果
Table 3 Results of SHRIMP U-Th-Pb dating for Chang'an Formation of Nanhuan System

Table with 13 columns: 测点, 206Pbc /%, U /10^-6, Th /10^-6, 232Th/238U, 206Pb*/10^-6, 206Pb/238U 年龄/Ma, 207Pb/206Pb 年龄/Ma, 不谐和度 /%, 207Pb*/206Pb* /±%, 207Pb*/235U /±%, 206Pb*/238U /±%, 误差相关系数. Contains 15 rows of data.

注:Pbc 为普通铅的 206Pb 占全部 206Pb 的百分比,Pb* 代表放射成因铅,用于校正待测样品的并与之同时测定的标准样品的误差在 0.41%(1σ),普通铅校正采用实测的 204Pb。

表 4 南华系大塘坡组凝灰岩样品 Z1042-2 锆石 SHRIMP U-Th-Pb 年龄测定结果
Table 4 Results of SHRIMP U-Th-Pb dating for Datangpo Formation of Nanhuan System

Table with 13 columns: 测点, 206Pbc /%, U /10^-6, Th /10^-6, 232Th/238U, 206Pb*/10^-6, 206Pb/238U 年龄/Ma, 207Pb/206Pb 年龄/Ma, 不谐和度 /%, 207Pb*/206Pb* /±%, 207Pb*/235U /±%, 206Pb*/238U /±%, 误差相关系数. Contains 15 rows of data.

注:Pbc 为普通铅的 206Pb 占全部 206Pb 的百分比,Pb* 代表放射成因铅,用于校正待测样品的并与之同时测定的标准样品的误差在 0.31%(1σ),普通铅校正采用实测的 204Pb。

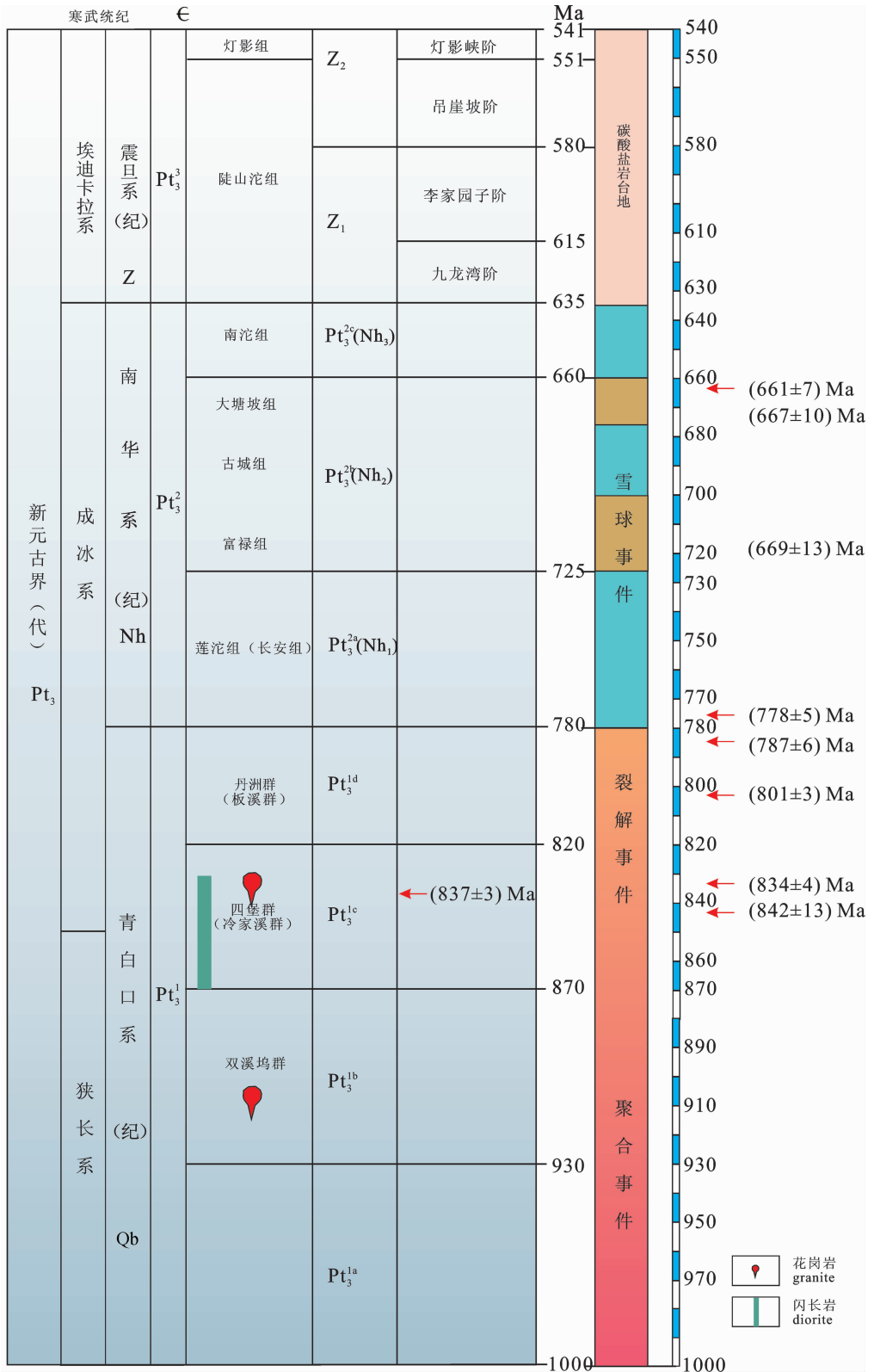


图 6 新元古代地层序列与年代标定

Fig.6 Neoproterozoic sequence with geochronological zircon U-Pb dating

(661±7) Ma, 结合四堡群锆石 U-Pb 年龄 (842±13) Ma 和侵入四堡群鱼西组的闪长岩岩脉锆石 U-Pb 年龄(834±4)Ma, 以及侵入四堡群的本洞花岗岩锆石 U-Pb 年龄(837±3) Ma(见另文), 为江南造山带西南段的地层归属提供了直接的年代学证据。其年代学意义在于对整个江南古陆西南缘变质基底的限定。在整个“江南古陆”沿着扬子陆块的南缘或东缘发育的一系列岩浆事件寓意着江南造山带在 820 Ma 与下伏地层之间有着重大的地球动力学和构造转换的地质问题。但是, 南华系之前似盖层的沉积(丹洲群、板溪群、下江群)变质程度明显低于下覆地层(四堡群、冷家溪群、梵净山群)的事实以及大量锆石 U-Pb 年龄的发现, 使人们逐渐认识到过渡层(丹洲群)的沉积与下覆地层(四堡群)低变质绿片岩相和上伏未变质的沉积盖层(南华系)的构造关系应属于不同期的构造域产物(图 6)。因此, 笔者认为精确的锆石 U-Pb 年龄有助于正确认识三者之间的沉积关系, 同时将有利于我们理清地层对比问题和探讨江南造山带的地质背景。

致谢: 衷心感谢刘敦一研究员和张维博士在测试期间的技术保障, 李宁和周丽芹工程师在阴极发光照相上给予的帮助; 感谢共同参加广西地区野外考察的贵州省地质调查院戴传固院长、王雪华总工、陈建书高工等地质同行野外探讨和样品采集, 同时感谢隐名审稿专家的认真审稿意见。

参考文献 (References):

- [1] Li Xianhua. U-Pb zircon ages of granites from the southern margin of the Yangtze margin: Timing of Neoproterozoic Jinning Orogen in SE China and implication for Rodinia assemble [J]. *Precambrian Research*, 1999, 97: 43-57.
- [2] Li Xianhua, Li Zhengxiang, Ge Wenchun, et al. Neoproterozoic granitoids in South China: Crustal melting above a mantle plume at ca. 825 Ma? [J]. *Precambrian Research*, 2003, 122: 45-83.
- [3] Li Zhengxiang, Li Xianhua, Kinny P D, et al. The breakup of Rodinia: Did it start with a mantle plume beneath South China? [J]. *Earth Planet Sci. Lett.*, 1999, 173 (3): 171-181.
- [4] 李献华. 广西北部新元古代花岗岩的锆石 U-Pb 年代学及其构造意义[J]. *地球化学*, 1999, 28(4): 1-9.
Li Xianhua. U-Pb zircon ages of granites from northern Guangxi and their tectonic significance[J]. *Geochimica*, 1999, 28(4): 1-9 (in Chinese with English abstract).
- [5] 李献华, 李正祥, 葛文春, 等. 华南新元古代花岗岩的锆石 U-Pb 年龄及其构造意义[J]. *矿物岩石地球化学通报*, 2001, 20(4): 271-273.
Li Xianhua, Li Zhengxiang, Ge Wenchun, et al. U-Pb zircon ages of Neoproterozoic granitoids in South China and their tectonic implications[J]. *Bull. Mineral Petrol. Geochem.*, 2001, 20 (4): 271-273 (in Chinese with English abstract).
- [6] 曾雯, 周汉文, 钟增球, 等. 黔东南新元古代岩浆单颗粒锆石 U-Pb 年龄及其构造意义[J]. *地球化学*, 2005, 34(6): 548-555.
Zeng Wen, Zhou Hanwen, Zhong Zengqiu, et al. Single zircon U-Pb and their tectonic implications of Neoproterozoic magmatic rocks in southeastern Guizhou, China[J]. *Geochimica*, 2005, 36 (6): 548-555 (in Chinese with English abstract).
- [7] Wang J, Li X, Duan T, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating for the Cangshuipu volcanic rocks and its implications for the lower boundary age of the Nanhua strata in South China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2003, 48 (16): 1663-1669.
- [8] 王剑, 曾昭光, 陈文西, 等. 华南新元古代裂谷系沉积超覆作用及其开启年龄新证据[J]. *沉积与特提斯地质*, 2006, 26(4): 1-7.
Wang Jian, Zeng Zhaoguang, Chen Wenxi, et al. The Neoproterozoic rift systems in southern China: New evidence from the sedimentary onlap and its initial age [J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 2006, 26 (4): 1-7 (in Chinese with English abstract).
- [9] 高林志, 张传恒, 刘鹏举, 等. 华北—江南地区中—新元古代地层格架的再认识[J]. *地球学报*, 2009, 30 (4): 433-446.
Gao Linzhi, Zhang Chuanheng, Liu Pengju, et al. Recognition of Meso - and Neoproterozoic stratigraphic framework in North and South China[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2009, 30(4): 433-446 (in Chinese with English abstract).
- [10] Wang Xiaolei, Zhao Guochun, Qi Jianshen, et al. LA-ICPMS U-Pb zircon geochronology of the Neoproterozoic igneous rocks from Northern Guangxi, South China: Implications for petrogenesis and tectonic evolution[J]. *Precambrian Research*, 2006, 145: 111-130.
- [11] Zhou Jincheng, Wang Xiaolei, Qiu Jiansheng. Geochronology of Neoproterozoic mafic rocks and sandstones from northeastern Guizhou, South China: Coeval arc magmatism and sedimentation [J]. *Precambrian Research*, 2009, 170: 27-42.
- [12] Wang Lijuan, Griffin W L, Yu Jinhai, et al. Precambrian crustal evolution of the Yangtze Block tracked by detrital zircons from Neoproterozoic sedimentary rocks[J]. *Precambrian Research*, 2010, 177: 131-144.
- [13] 高林志, 戴传固, 刘燕学, 等. 四堡群凝灰岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其地层意义[J]. *地质通报*, 2010, 29(9): 1259-1268.
Gao Linzhi, Dai Chuangu, Liu Yanxue, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating of tuff bed of the Sibao Group and implication for its stratigraphic significance [J]. *Geological Bulletin of China*, 2010, 29 (9): 1259-1268 (in Chinese with English abstract).
- [14] 张传恒, 刘耀明, 史晓颖, 等. 下江群沉积地质特征及其对华南新元古代构造演化的约束[J]. *地球学报*, 2009, 30 (4): 495-504.
Zhang Chuanheng, Liu Yaoming, Shi Xiaoying, et al. Sedimentological features of the Xiajiang Group and their constraints on the Neoproterozoic tectonic evolution of South China [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2009, 30 (4): 495-504 (in Chinese with English abstract).

Chinese with English abstract).

- [15] 刘敦一, 简平, 张旗, 等. 内蒙古图林凯蛇绿岩中埃达克岩 SHRIMP 测年: 早古生代洋壳消减的证据 [J]. 地质学报, 2003, 77 (3):317-327.
- Liu Dunyi, Jian Ping, Zhang Qi, et al. SHRIMP dating of adakites in the Tulingkai ophiolite, Inner Mongolia: Evidence for the early Paleozoic subduction[J]. Acta Geologica Sinica, 2003, 77 (3):317-327(in Chinese with English abstract).
- [16] Lance P B, Sandra L K, Charlotte M A et al. TEMORA 1: A new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology[J]. Chemical Geology, 2003, 200:155-170.
- [17] Lance P Black, Sandra L Kamo, Ian S Williams, et al. The application of SHRIMP to Phanerozoic geochronology: A critical appraisal of four zircon standards[J]. Chemical Geology, 2003, 200: 171-188.
- [18] Ludwig K R. SQUID 1.02, A User's Manual [M]. Berkeley Geochronology Center Special Publication No. 2. 2455 Ridge Road, Berkeley, CA 94709, USA. 2002.
- [19] Stacey J S, Kramers J D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by two-stage model [J]. Earth Planet. Sci. Lett., 1975, 26:207-221.

Zircon U-Pb dating of Neoproterozoic tuff in South Guangxi and its implications for stratigraphic correlation

GAO Lin-zhi¹, LU Ji-pu², DING Xiao-zhong¹, WANG Han-rong², LIU Yan-xue¹, LI Jiang²

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2. Guangxi Institute of Regional Geological Survey, Guilin 541003, Guangxi, China)

Abstract: In the zircon study of bentonite from the Danzhou Group and overlying strata of the Nanhua System, the authors accurately determined the age of (801 ± 3) Ma for zircon from the Hedong Formation and (778 ± 6) Ma for zircon from the Gongdong Formation. (778 ± 5) Ma is the age of zircon from the Chang'an Formation, which is the bottom of the Nanhua System, and (661 ± 7) Ma is the age of zircon from Datangpo Formation of the intraglacial period. Some zircon ages of tuff bedding were reported for the first time from the Sibao and Xiajia Groups in Guangxi and Guizhou. In combination of the SHRIMP U-Pb age of the granite (834 ± 4) Ma which intruded into the Sibao Group (842 ± 13) Ma and the SHRIMP U-Pb age of (837 ± 7) Ma of Bendong granite, the authors hold that the Sibao Group is Late Neoproterozoic strata below the strata of 820 Ma. These isotopic data are very important for us to redefine the age of the Sibao Group and to conduct regional correlation of strata of the corresponding period as well as to study tectonic evolution. There is an angle unconformity between the Sibao Group and overlying Danzhou Group and a nonconformity between the Danzhou Group and the Nanhua System, suggesting the existence of three levels of tectonic factor. The revised age column will influence the whole metamorphosed basement in the Jiangnan Orogen and the constraints on the relationship of the cover strata in South China.

Key words: southwest Guangxi; Sibao Group; Danzhou Group; tuff; zircon SHRIMP U-Pb dating

About the first author: GAO Lin-zhi, male, born in 1955, senior researcher, engages in the study of biostratigraphy, sequences stratigraphy and events stratigraphy; E-mail: gaolzh@cags.ac.cn.