

文章编号: 1009-3850(2006)01-0001-07

# 西藏冈底斯带叶巴组火山岩同位素地质年代

耿全如, 潘桂棠, 王立全, 朱弟成, 廖忠礼

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

**摘要:** 西藏达孜县附近的叶巴组主要为一套浅变质玄武岩、英安岩、酸性凝灰岩夹少量紫红色砂岩。对叶巴组英安岩的锆石 SHRIMP 的 U-Pb 测年, 获得  $181.7 \pm 5.2$  Ma 的年龄值, 可代表达孜地区叶巴组的年龄。地质年代学研究和岩石组合特征显示, 叶巴组应该分为上、下两部分。达孜县附近的一套火山岩时代为早侏罗世; 工布江达县、桑日县和墨竹工卡县之间的叶巴组为一套酸性火山岩夹碎屑岩、碳酸盐岩, 形成时代为中、晚侏罗世。叶巴组火山岩可能是班公湖-怒江特提斯洋向南的俯冲、消减的产物。本次 SHRIMP 测试获得变质年龄值  $131.9 \pm 5.5$  Ma, 代表早白垩世的变质事件, 反映燕山期冈底斯带强烈的岩浆活动对早期地质记录的叠加和改造。

**关键词:** 冈底斯带; 早侏罗世; 叶巴组; 火山岩; 年龄; 西藏

中图分类号: P597

文献标识码: A

冈底斯岩浆弧的火山活动开始于早石炭世, 而晚侏罗世—古近系是冈底斯带火山-岩浆活动的强盛时期<sup>[1,2]</sup>。分布在拉萨至达孜之间的叶巴组主要为一套火山岩(图 1)。该套地层在建组地至今未发现特征化石, 且与上、下有化石依据的地层之间为断层或不整合接触。学者们对其年龄长期争论不休。笔者对达孜县附近叶巴组的一件英安岩样品进行了锆石 SHRIMP 定年, 确定了它的形成年龄和变质年龄, 对于探讨冈底斯岩浆弧和特提斯构造演化具有重要意义。

## 1 叶巴组的时代问题

关于叶巴组的时代, 有以下几种意见。

(1) 晚三叠世。叶巴组原称“叶巴群”, 是西藏地质局综合普查大队于 1974 年在达孜县叶巴沟创立的, 分布范围为  $E 91^{\circ}10' - 92^{\circ}$ 、 $N 29^{\circ}30' - 29^{\circ}50'$ 。1:100 万拉萨幅地质调查(1979)对叶巴组有初步论述, 它的顶部被上侏罗统多底沟群( $J_3 dd$ )灰岩不整

合覆盖, 底部覆盖在中三叠统旦巴日孜组( $T_2 d$ )之上, 据此推测叶巴组的年龄为晚三叠世。另外, 在拉萨附近相当于该组下部的层位中采到珊瑚化石 *Thecosmilia* sp., 在墨竹工卡县甲马乡以南相当于该组顶部的地层中曾采得水螭类化石, 经鉴定属于晚三叠世—侏罗纪。《西藏区域地质志》(1989)采纳了这些证据, 将叶巴组置于晚三叠世。中英联合考察再次证实, 叶巴组夹于有化石依据的却桑温泉组( $J_2$ )和查曲浦群( $T_{1-2}$ )之间, 推测其时代为晚三叠世<sup>[3]</sup>。

(2) 晚白垩世。中法喜马拉雅考察队在叶巴沟剖面也未发现化石, 但认为上侏罗统多底沟组灰岩推覆在叶巴组之上, 而叶巴组又整合覆盖在下白垩统柳梧组之上, 所以推测其时代为晚白垩世<sup>[4]</sup>。此后的野外调查并未发现叶巴组覆盖在下白垩统之上。

(3) 石炭—二叠纪。中英考察队内部对这套火山岩地层的时代存在很大争议。有人在达孜县附近

收稿日期: 2006-01-15

第一作者简介: 耿全如, 1963 年生, 教授级高级工程师, 研究方向为火成岩和构造地质。

资助项目: 国家“973”项目“印度与亚洲大陆主碰撞带成矿作用(2002CB412609)”; 中国地质调查局项目“西藏南部空白区地质综合研究项目(1212010310102)”

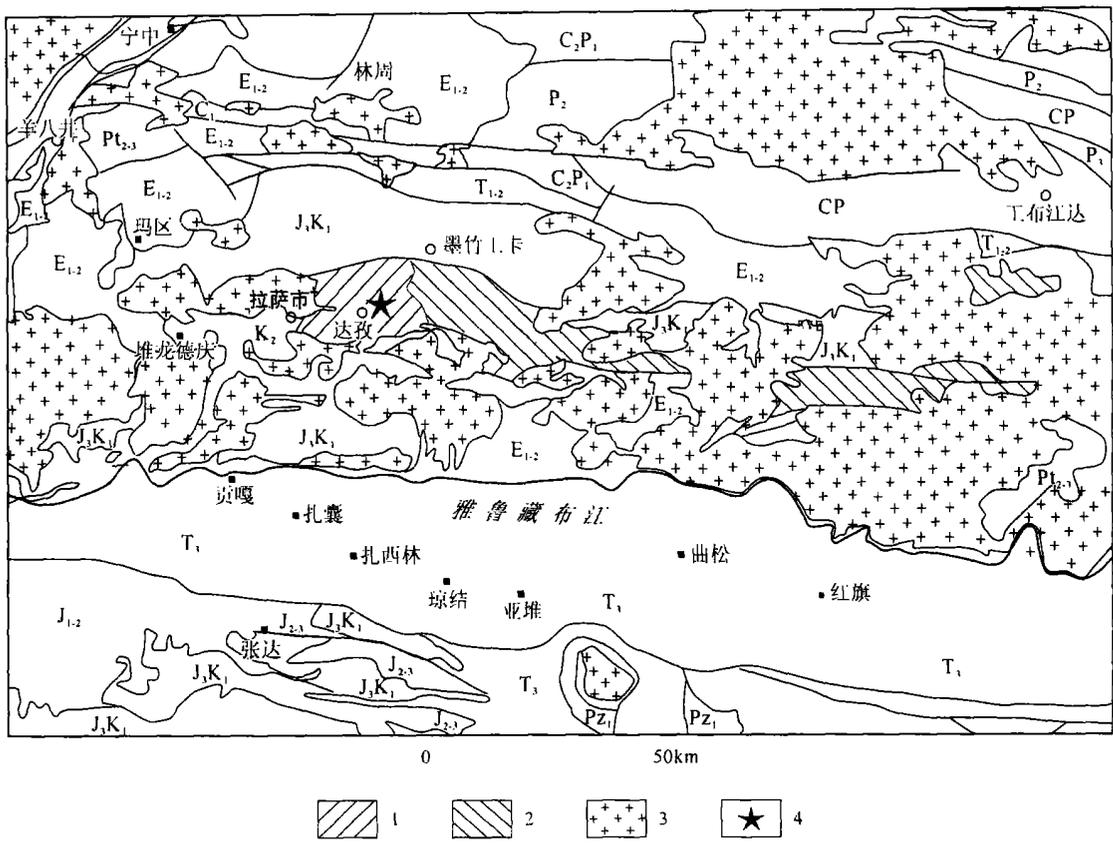


图1 研究区地质略图<sup>[9]</sup>

Pt<sub>2-3</sub>, 念青唐古拉群; Pz<sub>1</sub>, 下古生界; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, 上古生界, 主要指原旁多群、松多群、洛巴堆组等; T<sub>1-2</sub>, 下一中三叠统, 主要指查曲浦组; J<sub>3</sub>K<sub>1</sub>, 上侏罗一下白垩统, 主要指原多底沟群; E<sub>1-2</sub>, 古近系火山岩, 主要指林子宗群。1. 达孜县附近的叶巴组, 以火山岩为主; 2. 工布江达县、墨竹工卡县南部的叶巴组, 为酸性火山岩和沉积岩互层; 3. 冈底斯带花岗岩; 4. 样品位置

Fig. 1 Simplified geological map of the study area (after Pan Guitang et al., 2004)

Pt<sub>2-3</sub>= Nyainqentanglha Group; Pz<sub>1</sub>= Lower Palaeozoic strata; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> and P<sub>3</sub>= Upper Palaeozoic strata (Poindo Group, Songduo Group and Luobadui Formation); T<sub>1-2</sub>= Lower-Middle Triassic strata (Chaqupu Formation); J<sub>3</sub>K<sub>1</sub>= Upper Jurassic-Lower Cretaceous strata (formerly Duodigou Group); E<sub>1-2</sub>= Paleogene volcanic rocks (Linzizong Group). 1= Yeba Formation around Dagze (dominantly volcanic rocks); 2= Yeba Formation in the south of Gongbo gyanda and Mainzhokunggar (interbeds of acidic volcanic rocks and sedimentary rocks); 3= granites in the Gangdise zone; 4= sampling site

火山岩的泥质岩夹层中获得保存不佳的孢粉化石 *Densosporites*, *Lycospora*, ? *Convolutispora*, *Dictyotriletes*, ? *Knoxisporites*, 因此断定其时代为晚石炭世或二叠纪<sup>[5]</sup>。但是利用孢粉化石确定时代可信度有限。

(4) 白垩纪。1:20 万拉萨幅地质调查(1990)认为叶巴组与四周相邻的沉积岩地层为过渡关系; 叶巴组的西部, 即达孜与拉萨之间原先命名的旦巴日孜组被重新命名为门中组 (K<sub>1-2</sub>m)。叶巴组火山岩的全岩 K-Ar 法测年结果为 137.2Ma、72.2Ma (Ky<sup>1</sup>), 93.6Ma、62.3Ma (Ky<sup>2</sup>), 69.2Ma (Ky<sup>3</sup>)。据古生物和同位素年代学资料, 叶巴组被整体置于白垩纪。但是, K-Ar 法测试结果容易受到后期蚀变、

变质作用影响, 也不能代表原岩结晶年龄。

(5) 中、晚侏罗世。1:20 万下巴淌(沃卡)幅地质调查(1994)将 E92°—93°、N29°22′—29°52′ 之间的一套大片酸性火山岩夹凝灰岩、砂岩全部定为叶巴组, 并根据其中所夹双壳类和虫迹化石将其年龄定为中一晚侏罗世。苟金(1994)详细介绍了桑日县白堆乡和工布江达县加兴乡的两条实测剖面的岩石组合和化石面貌<sup>[7]</sup>。赵政璋等(2001)也采纳了这一结论<sup>[8]</sup>。但是, 下巴淌(沃卡)幅所定义的叶巴组分布范围并不是 1974 年首次命名的叶巴组的范围, 它位于达孜县以东的工布江达县和墨竹工卡县以南和桑日县以北地区。从岩石组合看, 下巴淌(沃卡)幅白堆乡的叶巴组剖面上, 中、下三段均为火山-沉

积建造,火山岩为英安岩、流纹英安岩、流纹岩和凝灰岩,仅下段第5层为变安山岩<sup>[7]</sup>,但被描述成“灰白色”,似乎也需落实;加兴乡叶巴组剖面的中段为安山岩、安山质凝灰岩,但是沉积岩层中未见任何化石,下段仍为英安岩。达孜一带的叶巴组主要为一套火山岩,下、中段为安山岩、玄武安山岩、变玄武岩,上段则以英安岩为主。由此可见,下巴淌(沃卡)幅内的叶巴组可能相当于达孜县叶巴组的上段或其以上的层位。从古生物组合看<sup>[7]</sup>,沃卡幅叶巴组中含较多化石,优势种为 *Pronoella* (*Gythemon*) sp., *Protocardia stricklandi* 等。从化石组合看,这套地层属于中、晚侏罗世。2000年,在墨竹工卡县南部进行的1:5万拉木、巴洛、普隆岗、班禅牧场幅区调,根据岩性组合、化石及区域对比,将该区出露的火山-沉积岩系也命名为叶巴组。其中化石确定的年龄为中侏罗世<sup>[9]</sup>。

综上所述,在其建组地的达孜县一带的叶巴组与桑日县、墨竹工卡县境内的叶巴组在火山岩的岩性上存在差异。前者中下部为安山岩、玄武岩,上部为酸性岩;后者则以酸性岩为主。根据野外调查和文献介绍,达孜县一带巨厚的火山岩建造向东、西两侧均减薄,火山喷发中心应在达孜一带,而桑日县和工布江达县境内的叶巴组火山岩以甲马一带为中心,向东西两侧火山岩减少<sup>[9]</sup>。在叶巴组建组地的达孜县一带,火山岩中沉积岩夹层很少,未见化石,其时代至今无法确定。但从岩性看,其形成时代可能早于桑日县和工布江达县境内的叶巴组。

## 2 地质背景和样品描述

分布在达孜县一带的叶巴组大致呈长轴 NWW-SEE 向的菱形块体分布,西起达孜县白定村,东至墨竹工卡县与桑日县交界处,东西长约 80km。分布区中部南北最宽处约 30km,东、西两端尖灭(图 1)。叶巴组地层整体呈轴向 NWW 的宽缓背、向斜展布。它的北部被多底沟组灰岩逆冲覆盖;南部多被新生代的二长花岗岩侵入,局部位于门中组(或称为旦巴日孜组)之上。叶巴组厚度变化大,中间厚,两端薄。

在达孜县一带,叶巴组主要为一套火山岩。1:20万拉萨幅根据 K-Ar 同位素年龄,将其划分为上、中、下三段,但三者界线不清或为断层接触,上、下叠置关系并不清楚。在达孜大桥及其南部山沟中,叶巴组整体为一套单斜地层,向 NNE 陡倾,倾角大约为 60°。据层间劈理和岩层的关系判断,这是一套

倒转地层,岩石具一定程度的劈理化。该组中、下部为变玄武岩,上部为英安岩和含角砾英安岩,顶部有一层片理化大理岩。在达孜县白定村剖面中,叶巴组主要岩性为灰绿色变玄武岩,夹 4~6 层紫红色熔结凝灰岩等,说明叶巴组中段形成于海陆交互环境中,岩石组合似乎具有陆缘弧特征。

叶巴组在拉萨河北岸的达孜大桥—林周、南岸的巴嘎雪村—色岗村一带广泛分布,岩石类型以灰绿色变玄武岩、变英安岩夹凝灰岩为主。岩石具不同程度的片理化。片理化发育在断层或断裂附近,片理化强带和弱带相间出现,约 70~100m 重复一次。片理与层理产状一致。层理不对称褶皱和层间小褶皱均指示向南逆冲的运动特征。这些构造特征反映冈底斯带喜马拉雅期的强烈挤压作用。叶巴组在达孜县以东至八嘎雪村一带,为大套的英安岩,具显著的玻基斑状结构、流纹构造,具陆相火山岩特征。上述特征可能表明,在达孜县一带,叶巴组火山活动为海陆交互环境,局部地段露出水面。

英安岩样品 DZ-7 位于巴嘎雪村—色岗村之间(图 1)。它的下部是一套长石绿泥石石英片岩夹安山质熔岩(具典型的玻基斑状结构和杏仁状构造)。英安岩层夹浅灰色酸性凝灰岩,再往上主要为片理化的酸性凝灰岩。英安岩呈浅灰绿色,斑状结构、杏仁状构造;斑晶为半自形斜长石和钾长石,粒度 1~3mm,含量 15%~20%,长石均受到较强的绢云母化、碳酸盐化。斜长石斑晶  $Np' \wedge (010)$  面为  $11^\circ$ ,为更长石,牌号 An27。斑晶还有少量黑云母和石英颗粒,斑晶含量约 15%。基质为微晶状的长英质集合体,见黑色不透明的铁质矿物析出。个别铁质矿物集合体颗粒呈角闪石晶形假象,说明原生岩石含角闪石斑晶。基质也见蚀变矿物碳酸盐和绢云母。杏仁体被碳酸盐和石英充填。

## 3 分析方法

锆石 SHRIMP 同位素年龄测试英安岩样品 DZ-7 结晶差,除少量斑晶外,大部分成分为微晶甚至隐晶,分选锆石的难度大。笔者采用常规重力分选和电磁分选方法,从大约 10kg 样品中分离,并在双目镜下选纯,仅选出锆石 11 颗。将锆石与标准锆石(TEM, 417M a)用环氧树脂粘合在一起,然后磨至一半,使锆石内部暴露,进行反射光、透射光、阴极发光成像(图 2)和 SHRIMP 的 U-Pb 年代测定(阴极发光成像分析在中国地质科学院矿产资源研究所完成)。

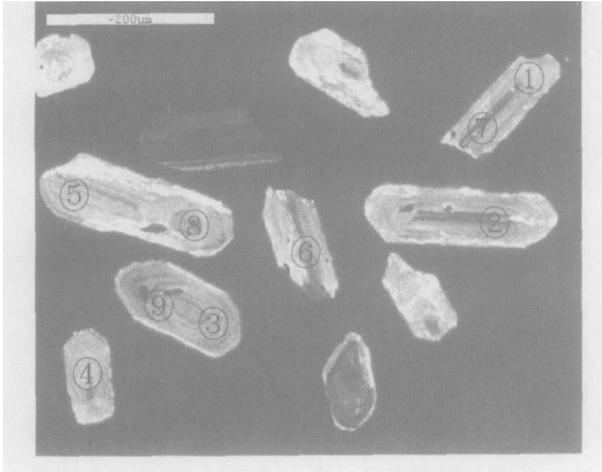


图2 叶巴组上段英安岩锆石颗粒阴极发光图像  
(圈内的数字为测试点号)

Fig. 2 Photomicrograph of cathodoluminescence image of zircon grains from dacite in the upper member of the Yeba Formation (The numbers within the open circles indicate spot numbers.)

SHRIMP的U-Pb年代测定是在中国地质科学院北京离子探针中心的SHRIMP II上完成的。分析时采用跳峰扫描,记录 $Zr_2O^+$ 、 $^{204}Pb^+$ 、背景值、 $^{207}Pb^+$ 、 $^{208}Pb^+$ 、 $U^+$ 、 $Th^+$ 、 $ThO^+$ 和 $UO^+$ 共9个离子束峰值。每5次扫描记录一次平均值。年龄计算常数采用IUGS(1997)推荐值,详细分析原理和流程参考宋彪等(2002)<sup>[10]</sup>、张旗等(2003)<sup>[11]</sup>的文献。9个点的分析结果见表1, U-Pb谐和图见图3、4。应

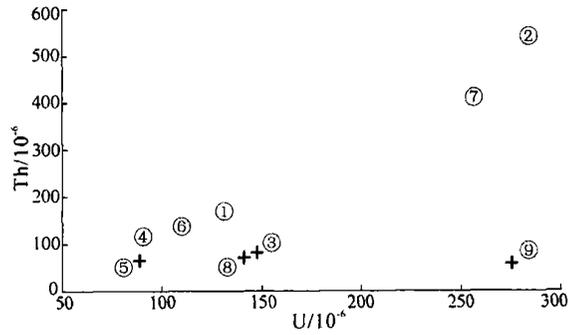


图3 叶巴组上段英安岩9个测点的Th-U相关图  
(圆圈内的数字代表测试点号,圆点用于年龄计算的测点,十字未用于计算年龄)

Fig. 3 Th vs. U plot of nine spots for zircon from dacite in the upper member of the Yeba Formation (The numbers within the open circles indicate spot numbers. The solid circles denote the spots used for age calculation. The crosses denote the spots not used for age calculation.)

用实测 $^{204}Pb$ 校正普通铅,测试数据误差均为 $1\sigma$ , $^{206}Pb$ - $^{238}U$ 年龄的加权平均值误差为 $2\sigma$ 。采用 $^{206}Pb$ - $^{238}U$ 年龄加权平均值作为最终结果,具有95%的置信度。

## 4 分析结果

叶巴组英安岩中选出锆石的粒径一般为 $100 \sim 200\mu m$ ,其中6颗锆石色泽浅黄,透明,呈自形一

表1 叶巴组上段英安岩锆石SHRIMP测试结果

Table 1 SHRIMP U-Pb zircon age determinations of dacite in the upper member of the Yeba Formation

点号	$^{206}Pb/c$ /%	U / $10^{-6}$	Th / $10^{-6}$	$^{232}Th/^{238}U$	$^{206}Pb^*/10^{-6}$	(1) $^{206}Pb/^{238}U$ (Ma)	(2) $^{206}Pb/^{238}U$ (Ma)	(3) $^{206}Pb/^{238}U$ (Ma)	(1) $^{207}Pb/^{206}Pb$ (Ma)	(1) $^{207}Pb^*/^{235}U$ ±%	(3) $^{238}U/^{206}Pb^*$ ±%
—1	1.99	132	135	1.05	3.32	$182.3 \pm 5.6$	$176.7 \pm 5.5$	$178.4 \pm 7.0$	$1050 \pm 280$	0.294 14	$35.6 \quad 3.0$
—2	3.28	274	520	1.96	6.65	$173.7 \pm 5.0$	$172.3 \pm 4.9$	$177.2 \pm 8.0$	$458 \pm 220$	0.211 10	$35.9 \quad 2.9$
—3	6.96	148	83	0.58	2.81	$131.4 \pm 4.6$	$133.8 \pm 4.1$	$133.6 \pm 4.8$	$780 \pm 1300$	0.097 47	$47.8 \quad 3.0$
—4	7.67	90	81	0.94	2.54	$193.6 \pm 7.6$	$191.5 \pm 6.2$	$192.8 \pm 8.2$	$567 \pm 60$	0.248 35	$32.9 \quad 3.1$
—5	8.91	88	65	0.76	1.72	$131.9 \pm 5.5$	$135.6 \pm 4.5$	$135.7 \pm 5.5$	$1630 \pm 3100$	0.074 91	$47.0 \quad 3.2$
—6	10.87	104	107	1.06	2.75	$174.9 \pm 7.0$	$184.1 \pm 5.6$	$182.1 \pm 7.6$			$34.9 \quad 3.1$
—7	2.92	246	389	1.63	6.43	$187.7 \pm 5.2$	$188.4 \pm 5.2$	$193.3 \pm 7.4$	$45 \pm 170$	0.191 7.7	$32.85 \quad 2.8$
—8	0.83	143	70	0.50	13.8	$679 \pm 20$	$665 \pm 20$	$663 \pm 24$	$1202 \pm 98$	1.229 5.9	$9.23 \quad 3.1$
—9	8.65	275	59	0.22	6.05	$149.0 \pm 4.9$	$149.1 \pm 4.4$	$150.2 \pm 5.1$	$120 \pm 760$	0.156 32	$42.4 \quad 2.9$

样品号: DZ-7; 表内误差是 $1\sigma$ ; Pbc和 $Pb^*$ 分别表示普通铅和放射性成因铅; 标准校正误差是0.87%(未包括在上述误差之中,但比较不同颗粒的数值时需考虑)。

(1)以 $^{204}Pb$ 进行校正的普通铅; (2)假定 $^{206}Pb/^{238}U$ - $^{207}Pb/^{235}U$ 时代一致校正的普通铅; (3)假定 $^{206}Pb/^{238}U$ - $^{208}Pb/^{232}U$ 时代一致校正的普通铅

半自形长柱状、柱状, 两端复合四方双锥, 有些具有良好的振荡环带结构(图2), 长、宽比介于2.5~4.06之间, 具有岩浆锆石的特点<sup>[12]</sup>。个别晶形良好的长柱状锆石含有浑圆的混浊内核, 内核颜色稍深。

对英安岩样品DZ-7的6颗锆石进行了9个测点的分析, 这些锆石U、Th含量低, 分别为 $(88 \sim 275) \times 10^{-6}$ 和 $(59 \sim 520) \times 10^{-6}$ , Th/U比值较高; 普通铅含量高, 而放射性成因铅相对较低, 导致测出的年龄可能偏低(如6号点)。

已有的研究表明, 岩浆锆石的Th/U比值大于0.5, 变质重结晶的锆石, Th/U比值小于0.1。岩浆锆石的Th、U之间具有正相关关系<sup>[13, 14]</sup>。从表1中9个测点的数据看出, Th/U的比值介于0.22和1.96之间, 都大大超过0.1, Th、U之间具有正相关关系, 用于年龄计算的5个测点Th、U之间的正相关更加明显(图3), 表明这些锆石是岩浆锆石, 计算的年龄值代表岩石结晶的年龄。

9个有效测点大致分布在一致曲线上(图4), 其中1、2、4、7、9号测点的锆石结晶较好, 无内核、裂纹, 得出的数据集中在173.7~193.3Ma之间, 加权平均为 $181.7 \pm 5.2$  Ma(图5), 代表叶巴组英安岩形成年龄的最佳测试分析值。测点3、5、9号得出较新的数据131.4Ma、131.9Ma和149Ma, 其中5号点接近锆石颗粒的浅色边缘, 测出的数据131.9Ma可能代表早白垩世的变质事件。8号点打在锆石的继承性内核上, 679Ma代表岩浆上升过程中捕获新元古界基底锆石的年龄。测点5、8位于同一颗锆石上, 测试结果表明基底锆石在早白垩世变质事件中得到增生。测点3、9号的锆石是结晶良好且具环带的岩

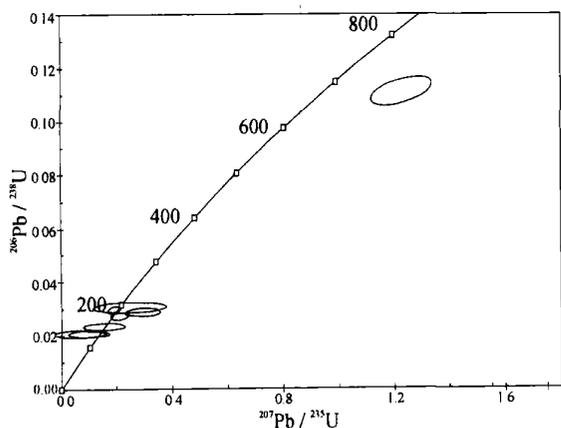


图4 9个有效测点分布在一致曲线上

Fig. 4 Concordia plot showing the distribution of nine spots

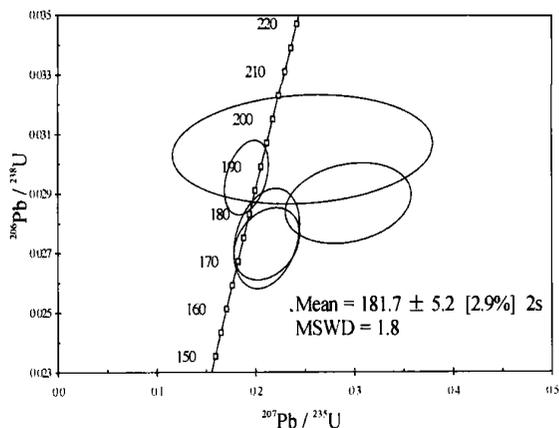


图5 用于计算年龄值的5个测点分布在一致曲线上

Fig. 5 Concordia plot showing the distribution of five spots used for ages calculation

浆锆石, 但有裂纹, 可能导致铅丢失, 测试年龄偏低。

### 5 讨论

分布在西藏冈底斯带东、西部的上古生界诺措组、来姑组和拉嘎组存在大量火山岩夹层, 标志冈瓦纳大陆北缘的裂解, 并可能代表班公湖-怒江古特提斯洋向南俯冲和消减闭合的火山岩响应<sup>[1]</sup>。但冈底斯带的火山-岩浆活动主要集中在130~40Ma之间, 即通常认为的燕山-喜马拉雅期<sup>5, 15, 16</sup>。近年的新一轮区域地质调查发现, 冈底斯带存在明显的印支期造山作用<sup>[17~20]</sup>。主要证据有两条, 一是申扎地区新发现的上三叠统多布日组呈角度不整合覆于晚二叠世早期的木纠组之上<sup>[18]</sup>; 二是冈底斯带中部的南木林和东部的波密地区新发现有印支期花岗岩, 年龄分别为217Ma(单颗锆石U-Pb法)和227-195Ma(Rb-Sr法)<sup>[19, 20]</sup>。

本次研究结果说明, 达孜县附近的叶巴组火山岩形成于早侏罗世; 在墨竹工卡和沃卡之间的叶巴组为一套酸性火山岩夹沉积岩, 形成时代为中、晚侏罗世。说明在冈底斯中、东部侏罗纪时期存在较大规模且连续的火山活动。在达孜县一带, 这套火山岩从野外产状和镜下特征看, 可能形成于海陆交互环境。因此冈底斯带从印支期到燕山期可能存在连续的、较大规模的陆缘弧岩浆侵入和火山活动。印支期岩浆活动表现为沿冈底斯“弧背断隆带”展布的多个花岗岩体和查曲浦组(T<sub>3</sub>)、嘎加组(T<sub>3</sub>)火山岩等等。燕山期岩浆岩则是冈底斯岩浆弧的主体。从印支期到燕山期, 岩浆活动强度和范围均有所增大,

在时间上似乎是连续的。

叶巴组火山岩形成的动力来源有两种可能的解释。第一,以印度河-雅鲁藏布江为主洋盆的特提斯洋从三叠纪晚期开始消减,经历了印支、燕山、喜马拉雅三期三阶段脉动式板块汇聚造山<sup>[20~23]</sup>,叶巴组火山岩是该特提斯洋在燕山早期俯冲、消减形成的。第二,叶巴组火山岩是班公湖-怒江特提斯洋向南俯冲、消减形成的活动大陆边缘火山岩。该洋盆从晚古生代早期即开始俯冲、消减,石炭纪在冈瓦纳大陆北缘形成裂谷和活动大陆边缘,三叠纪-侏罗纪为冈底斯陆缘弧演化阶段,洋盆开始闭合,而雅鲁藏布江洋仅是班公湖-怒江为主的古特提斯洋晚期形成的弧后盆地<sup>[1,19,24]</sup>。笔者倾向于支持后一种解释。从蛇绿岩的形成时代看,雅鲁藏布江洋确实是晚三叠世开始拉开的,但俯冲作用形成的弧前增生带(日喀则群)和大量的放射虫均属晚白垩世<sup>[25]</sup>。因此,雅鲁藏布江特提斯洋在晚白垩世发生俯冲并形成弧火山岩证据较充分。

本次 SHRIMP 测得一颗年龄为  $679 \pm 20$  Ma 的锆石,说明叶巴组火山岩浆在上升途中捕获新元古界基底岩石。还有一种可能,即叶巴组火山岩的原岩为新元古界基底岩石,相当于念青唐古拉群。这种条件下,可能说明叶巴组火山岩是大洋闭合后,地壳增厚并重熔的产物,与班公湖-怒江为主的古特提斯洋的演化模式吻合<sup>[1,24]</sup>。

本次 SHRIMP 测试获得早白垩世的变质年龄,加之前人测得的数据(1:20万拉萨幅),说明冈底斯带白垩纪大规模的岩浆活动使叶巴组火山岩产生变质作用,可能与雅鲁藏布江洋的俯冲、消减有关。

## 6 结 论

对西藏达孜县一带叶巴组英安岩的锆石 SHRIMP 的 U-Pb 测年获得  $181.7 \pm 5.2$  Ma 的年龄值,可代表叶巴组火山岩的形成年龄。根据同位素年龄、岩石组合并结合以往的研究成果<sup>[7,9,14]</sup>,认为叶巴组应该分为上、下两部分。达孜县附近的一套火山岩时代为早侏罗世,属于叶巴组下部;在工布江达县、桑日县和墨竹工卡县之间的叶巴组上部为一套酸性火山岩夹碎屑岩、碳酸盐岩,形成时代为中、晚侏罗世。两者在年龄、岩石组合及形成环境上均有区别。

冈底斯中、东部印支、燕山期可能存在较大规模,且连续的火山活动和岩浆侵入,是冈底斯陆缘弧形成的重要时期,其构造动力来源可能是班公湖-怒

江特提斯洋向南的消减、俯冲作用。

叶巴组火山岩中存在新元古代的继承锆石,可能来自念青唐古拉群的基底岩石。白垩纪雅鲁藏布江新特提斯洋向北的消减、闭合在冈底斯南缘形成巨大的陆缘弧岩浆岩带,也使叶巴组火山岩受到较强的变质作用。

致谢:野外工作曾得到中国地质大学的莫宣学、郭铁鹰教授的帮助,SHRIMP-II 年龄测试得到北京离子探针中心刘敦一研究员、中国地质科学院矿床地质研究所侯增谦研究员的支持。李才和郑荣才教授曾给予有益的指导。本文的完成得益于他们的帮助,在此一并致谢。

## 参考文献:

- [1] HSÜ K J, PAN GUITANG, SENGOR A M C et al. Tectonic evolution of the Tibet plateau: A working hypothesis based on the archipelago model of orogenesis [J]. *International Geology Review*, 1995, 37: 473-508.
- [2] 肖序常,李廷栋,李光岑,等.喜马拉雅岩石圈构造演化总论[M].北京:地质出版社,1988.1-209.
- [3] YIN JIXING, XU JUNTAO, LIU CHENGJIE et al. The Tibetan plateau: Regional stratigraphic context and previous work [A]. *The Geologic Evolution of Tibet. Report of the 1985 Royal Society-Academia Sinica Geotraverse of the Qinghai-Xizang Plateau* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, 5-52.
- [4] 王乃文,王思恩,刘桂芳,等.西藏拉萨地区的海陆交互相侏罗系与白垩系[J].*地质学报*,1983,57(1):83-95.
- [5] PEARCE J A, MEI HOUJUN. Volcanic rocks of the 1985 Tibet Geotraverse, Lhasa to Golmud [A]. *The Geologic Evolution of Tibet. Report of the 1985 Royal Society-Academia Sinica Geotraverse of the Qinghai-Xizang Plateau* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, 169-201.
- [6] 潘桂棠,丁俊,姚东生,等.1:150万青藏高原及邻区地质图[M].成都:成都地图出版社,2004.
- [7] 苟金.对拉萨地区叶巴组时代归属的新认识[J].*西藏地质*,1994,11:1-6.
- [8] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等.青藏高原地层[M].北京:科学出版社,2001.120-125.
- [9] 毛国政,胡敬仁,谢尧武.拉萨地区叶巴组的特征及形成环境[J].*西藏地质*,2002,1(1):12-18.
- [10] 宋彪,张玉海,万渝生等.锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J].*地质论评*,2002,48(增刊):26-30.
- [11] 张旗,简平,刘敦一,等.宁芜火山岩的锆石 SHRIMP 定年及其意义[J].*中国科学(D辑)*,2003,33(4):309-314.
- [12] PATERSON B A, STEPHENS W E, ROGERS G et al. The nature of zircon inheritance in two granite plutons [J]. *Earth Sciences*, 1992, 83: 459-471.
- [13] HOSKIN P W O, BLACK L P. Metamorphic zircon formation

- by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon [J]. *Journal of Metamorphic Geology*, 2000, 18(4): 423–439.
- [14] 张海洋, 牛贺才, K. Terada, 等. 新疆北部阿尔泰地区库尔提蛇绿岩中斜长花岗岩的 SHRIMP 年代学研究[J]. *科学通报*, 2003, 48(12): 1350–1354.
- [15] HARRIS N B W, XU RONGHUA, LEWIS C L et al. Plutonic rocks of the 1985 Tibet Geotraverse, Lhasa to Gomud [A]. *The Geologic Evolution of Tibet. Report of the 1985 Royal Society—Academia Sinica Geotraverse of the Qinghai-Xizang Plateau* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1988, 145–168.
- [16] 刘国惠, 金成伟, 王富宝, 等. 西藏变质岩及火山岩[M]. 北京: 地质出版社, 1990. 200–201.
- [17] 李才, 王天武, 李惠民, 等. 冈底斯地区发现印支期巨斑花岗岩闪长岩——古冈底斯造山的存在证据[J]. *地质通报*, 2003, 22(5): 364–366.
- [18] 曲永贵, 王永胜, 张树歧, 等. 西藏申扎地区晚三叠世多布日组地层剖面的启示——对冈底斯印支运动的地层学制约[J]. *地质通报*, 2003, 22(7): 470–473.
- [19] 潘桂棠, 王立全, 朱弟成. 青藏高原区域地质调查中几个重大科学问题的思考[J]. *地质通报*, 2004, 22(7): 12–19.
- [20] 任纪舜, 肖黎薇. 1:25万地质填图进一步揭开了青藏高原大地构造的神秘面纱[J]. *地质通报*, 2004, 23(1): 1–11.
- [21] 温显德, 陈清华. 中—新生代西藏冈底斯岛弧演化的节律特征[J]. *地学前缘*, 1997, 4(3–4): 109–120.
- [22] 高洪学, 宋子季. 西藏泽当蛇绿混杂岩研究新进展[J]. *中国区域地质*, 1995, (4): 316–322.
- [23] 耿全如, 潘桂棠, 郑来林, 等. 藏东南雅鲁藏布江蛇绿混杂带的物质组成及形成环境[J]. *地质科学*, 2004, 39(3): 1–19.
- [24] 潘桂棠, 陈智梁, 李兴振, 等. 东特提斯地质构造形成演化[M]. 北京: 地质出版社, 1997. 53–60.
- [25] ZIABREV S V, AITCHISON J C et al. Precise radiolarian age constraints on the timing of ophiolite generation and sedimentation in the Dazhuqu terrane, Yarlung-Tsangpo suture zone, Tibet [J]. *Journal of the Geological Society, London*, 2003, 160: 591–599.

## Isotopic geochronology of the volcanic rocks from the Yeba Formation in the Gangdise zone, Xizang

GENG Quan-ru, PAN Gui-tang, WANG Li-quan, ZHU Di-cheng, LIAO Zhong-li  
(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*)

**Abstract:** The Yeba Formation in the Dagze region, Xizang is built up of slightly metamorphosed basalt, dacite and acidic tuff intercalated with purplish red sandstone. The dacite gives a SHRIMP U-Pb zircon age of  $181.7 \pm 5.2$  Ma, which may represent the age of the Yeba Formation. The examination of geochronology and rock associations suggests the subdivision of the Yeba Formation into two parts; upper and lower. The volcanic rocks in the Dagze region may be traced back to the Early Jurassic. The acidic volcanic rocks intercalated with clastic rocks and carbonate rocks from the Yeba Formation intermediate between Gongbo gyamda, Sangri and Maizhokunggar are Middle and Late Jurassic in age. The volcanic rocks in the Yeba Formation may be considered as the products originated from southward subduction and consumption of the Tethyan Ocean in the Bangong-Nujiang suture zone. The SHRIMP U-Pb zircon age of  $131.9 \pm 5.5$  Ma for the metamorphic rocks represents that of the metamorphism event during the Early Cretaceous, which may largely be the expressions of superimposition and reworking of early geological records caused by intense magmatism in the Gangdise zone during the Yanshanian.

**Key words:** Gangdise zone; Early Jurassic; Yeba Formation; volcanic rock; age; Xizang