

# 滇西潞西邦木二长花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其构造意义

邹光富 林仕良 李再会 丛 峰 谢 韬 唐文清

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

**摘要:**为了查明出露于云南省西部潞西市邦木二长花岗岩体的时代和形成的构造背景,对其进行了锆石 SHRIMP 定年研究。结果显示该花岗岩的锆石具有清晰的生长振荡环带,其 Th/U 比值为 0.13~1.00,属于典型的岩浆成因锆石。邦木二长花岗岩中锆石的 8 个测点  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄加权平均值为  $(120.5 \pm 1.7) \text{ Ma}$  ( $n=8, \text{MSWD} = 1.6$ ) (95%置信度),代表了岩体的结晶年龄,表明该花岗岩体的形成时代为早白垩世。岩石地球化学研究表明,邦木二长花岗岩为过铝质钙碱性 I 型花岗岩,形成于早白垩世岛弧构造环境,具有岛弧花岗岩的特征,属于燕山中期侵入的花岗岩。在中—晚侏罗世,左贡—保山微板块沿班公湖—怒江—泸水—瑞丽板块缝合带由北东向南西方向与波密—腾冲微板块发生洋壳俯冲,导致班公湖—怒江—泸水—瑞丽洋关闭。左贡—保山板块俯冲插入到波密—腾冲板块之下。晚侏罗世末—早白垩世初,随着板块俯冲碰撞造山作用的进行,形成波密—腾冲岛弧。不同板块之间的碰撞拼合导致大规模的中酸性岩浆形成、侵入活动。邦木二长花岗岩就是这期构造岩浆活动的产物。邦木二长花岗岩体形成时代的厘定,为进一步探讨腾冲地块中生代构造演化提供了新证据。

**关键词:**腾冲地块;二长花岗岩;SHRIMP 锆石 U-Pb 定年;早白垩花岗岩;潞西市;云南省西部

**中图分类号:** P588.12<sup>+</sup>1; P597<sup>+</sup>.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)01-0077-09

滇西三江地区的腾冲地块位于班公湖—怒江—泸水—瑞丽板块缝合带与雅鲁藏布江—密支那板块缝合带之间,为青藏高原冈底斯构造岩浆岩带的东(南)延部分。是研究青藏高原东缘造山带形成演化的重要窗口。该区构造岩浆活动频繁,地质构造复杂而独特,历来受到中外地质学家们的关注<sup>[1-13]</sup>。腾冲地块一个明显特征是广泛出露花岗岩侵入体。这些花岗岩体总体上呈长条状分布于腾冲地块内,其延伸方向与区域构造方向一致。在有关“三江”地区构造岩浆带的划分中,前人将腾冲地块内的花岗岩归入波密—腾冲碰撞型花岗岩为主的构造岩浆带<sup>[1-28]</sup>。由于地质工作程度低,到目前为止,研究区大多数花岗岩的形成时代,及其所处的地球动力学背景尚不清楚。而有关研究区花岗岩的时代、岩石地球化学特征以及岩浆源区性质等,对研究腾冲地块及整个青

藏高原构造演化等都具有十分重要的意义。近年来,笔者在该区开展 1:5 万区域地质调查工作时,在原划归的属于腾冲地块结晶基底的元古代高黎贡山群中,解体出一系列花岗岩体。这些花岗岩缺乏精确的年代学资料,其形成时代和成因不清楚。因此,笔者在 1:5 万区域地质调查研究的基础上,对滇西潞西邦木二长花岗岩进行 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素测年,利用可靠的同位素年代学资料和地球化学数据来确定其形成时代和构造属性从而为探讨腾冲地块的地质演化历史提供科学依据。

## 1 区域地质背景

研究区位于云南省西部的德宏州和保山地区境内,地处云贵高原西部边缘、横断山脉南端、高黎贡山西南延伸地段。在大地构造位置上位于西南三江

收稿日期:2010-07-02;改回日期:2010-11-11

基金项目:中国地质调查局云南 1:5 万梁河县、江东、帕底幅区域地质调查项目(1212010784007)资助。

作者简介:邹光富,男,1963 年生,博士,研究员,长期从事青藏高原区域地质调查和矿产资源研究工作;E-mail:zguangfu@163.com。

构造带的南端,从东到西涉及3个二级构造单元:腾冲地块、怒江结合带和保山地块(图1)。东以泸水—瑞丽板块缝合带与保山地块为界,西以密支拉板块缝合带与东缅甸地块相邻(图1)。区内出露的最老地层的古元古代高黎贡山群,为腾冲地块结晶基底。其岩性主要由黑云斜长片麻岩、黑云母质斜长变粒岩、云母片岩、云母石英片岩、石英岩,夹有少量角闪黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、大理岩与石榴绿帘石英岩等变质岩石组成<sup>[2,6,9,24]</sup>,变质强度达绿片岩相—角闪岩相。在区域上,高黎贡山岩群往南西延入缅甸称为 Mogok 片麻岩系<sup>[2,6,9]</sup>。中新世代地层主要为侏罗纪和白垩纪浅海环境碳酸盐岩与碎屑岩沉积,新近纪陆相红色碎屑岩沉积,以及第四系火山岩与沉积岩。在研究区南部三台山附近,沿泸水—瑞丽板块缝合带断续分布纯橄橄榄岩和斜方辉橄橄榄岩构造透镜体(图1)。区内中生代和新生代花岗岩类分布比较广泛。研究区构造以 NE-SW 向断裂构造为特征。

## 2 岩石学与岩石地球化学特征

### 2.1 岩石学特征

滇西潞西邦木二长花岗岩体位于潞西市北西

22 km 的邦木村—道坡村一带,呈北东—南西向展布,与区域构造线方向一致(图1)。该岩体呈岩基状侵入于古元古代高黎贡山群变质岩中,其外接触带热蚀现象显著,热蚀带宽 0.5~1 m。在部分地质调查路线上可见高黎贡山群黑云斜长片麻岩、云母片岩、云母石英片岩、黑云母斜长变粒岩呈残留体分布于岩体上部。岩体内部脉岩发育,有细粒长英岩、细晶岩、伟晶岩和中基性岩脉等沿岩体裂隙和节理分布。笔者在地质填图工作中将该二长花岗岩体大部分从原 1:20 万潞西幅地质图上划分的元古宙高黎贡山群变质岩中解体出来。由于缺乏同位素年龄和岩石学及地球化学特征研究,其形成的大地构造背景至今未有报道。

潞西邦木二长花岗岩体岩性均一,为浅灰色中细粒似斑状二长花岗岩。岩石粒径 1.5~5 mm,为中—细粒花岗结构,块状构造。似斑晶为斜长石和钾长石,粒径 1.5~5 mm,含量 5%~10%。主要造岩矿物成分:斜长石 30%~35%,钾长石 30%~35%,石英 25%~30%,黑云母 8%~10%,白云母 3%~5%,钾长石主要为条纹长石,呈板柱状,不规则状,矿物颗粒较大的构成似斑状结构,粒度大小为 2.5 mm×5 mm。钾长

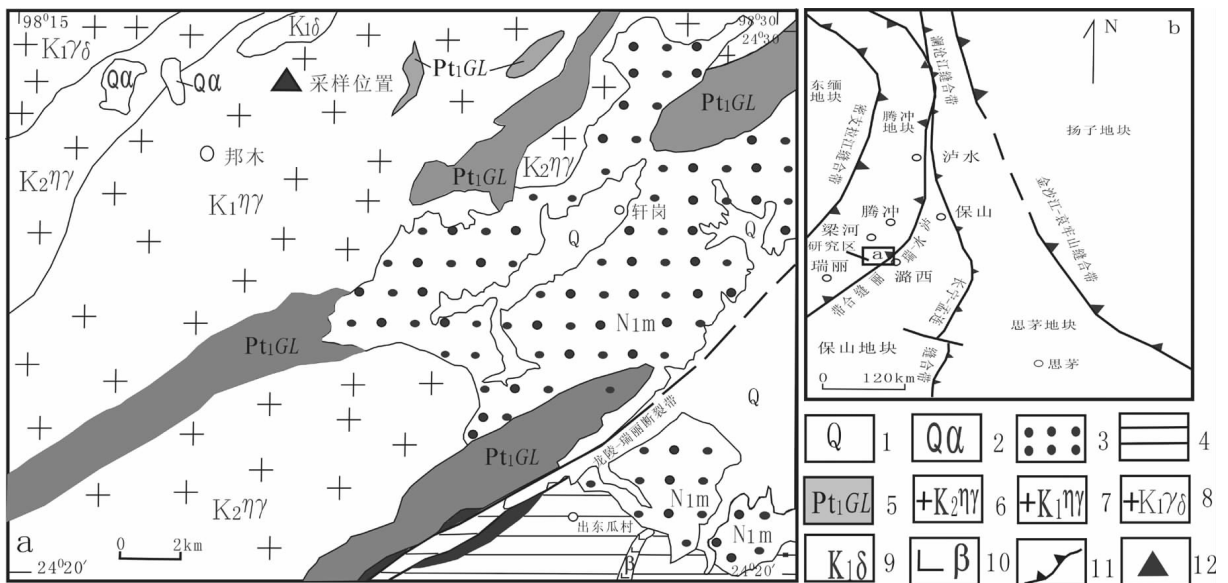


图1 滇西潞西邦木二长花岗岩地质图

- 1—第四系;2—第四纪安山岩;3—新近系沉积岩;4—中生代沉积岩;5—高黎贡山群;6—晚白垩世花岗岩;7—早白垩世花岗岩;
- 8—早白垩世花岗岩闪长岩;9—早白垩世闪长岩;10—中侏罗世玄武岩;11—板块结合带;12—采样位置

Fig.1 Geological map showing the locality and structure of Bangmu admellite in Luxi, western Yunnan  
1-Quaternary; 2- Quaternary andesite; 3-Tertiary sediments; 4-Mesozoic sediments; 5-Gaoligongshan Group;

6-Late Cretaceous granites; 7-Early Cretaceous granites; 8-Early Cretaceous granodiorite; 9-Early Cretaceous diorite; 10- Middle Jurassic basalt; 11-Plate junction; 12- Sampling location

石中含稀疏条纹状嵌晶,部分具卡式单双晶。斜长石主要为更长石,呈长柱状,柱状,发育钠长石双晶和卡钠联合双晶。石英以他形细粒为主,具波状消光。黑云母、白云母呈小的鳞片状和叶片状,沿石英间隙和长石斑晶边缘分布。少部分黑云母蚀变为绿泥石。副矿物主要有锆石、榍石、帘石、及磁铁矿等。

## 2.2 岩石化学特征

笔者对邦木二长花岗岩的主量元素及地球化学分析表明,该花岗岩的  $\text{SiO}_2=75.37\%$ 、 $\text{TiO}_2=0.12\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3=14.35\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3=1.16\%$ 、 $\text{CaO}=2.44\%$ 、 $\text{MgO}=0.24\%$ 、 $\text{Na}_2\text{O}=4.03\%$ 、 $\text{K}_2\text{O}=2.35\%$ 、 $\text{MnO}=0.022\%$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5=0.029\%$ 。稀土及微量元素含量(单位为  $10^{-6}$ ):  $\text{Rb}=89.30$ 、 $\text{Sr}=366.00$ 、 $\text{Ba}=353.00$ 、 $\text{Y}=9.18$ 、 $\text{Th}=14.30$ 、 $\text{U}=1.71$ 、 $\text{Ta}=0.49$ 、 $\text{Nb}=6.29$ 、 $\text{Zr}=78.30$ 、 $\text{Hf}=2.32$ 、 $\text{La}=22.50$ 、 $\text{Ce}=41.00$ 、 $\text{Pr}=4.44$ 、 $\text{Nd}=15.20$ 、 $\text{Sm}=2.92$ 、 $\text{Eu}=0.65$ 、 $\text{Gd}=2.26$ 、 $\text{Tb}=0.49$ 、 $\text{Dy}=1.67$ 、 $\text{Ho}=0.32$ 、 $\text{Er}=0.86$ 、 $\text{Tm}=0.13$ 、 $\text{Yb}=0.88$ 、 $\text{Lu}=0.14$ 、 $\text{Y}=9.18$ 。岩石的 A/CNK 为 1.63, 为过铝质花岗岩。其  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$  比值为 0.45, 里特曼指数为 1.26, 碱度率指数 (AR) 为 2.23, 在 Wright (1969) 的 AR-SiO<sub>2</sub> 与碱度关系图解<sup>[29]</sup>位于钙碱性岩浆岩区, 反映了邦木二长花岗岩的钙碱性特征; 显示出该类岩石属于钙碱性岩石。岩石的 A/CNK=1.63, 大于 1.10; 在  $\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}$  相关图上, 样品点落在“I 型花岗岩”区内。岩石  $\sum\text{REE}$  为  $102.48\times 10^{-6}$ ,  $\text{LREE}/\text{HREE}=5.50$ ,  $\delta\text{Eu}$  为 0.76, 为中等负异常,  $\text{La}_N/\text{Yb}_N$  值为 16.59。微量元素 MORB 标准化蛛网图显示 Rb、Ba、Th、K 和 LREE 富集, 相对亏损 Nb、P、Ti 和 HREE。在 Pearce et al (1984) 的  $\text{Rb}-(\text{Yb}+\text{Ta})$ 、 $\text{Rb}-(\text{Y}+\text{Nb})$ 、

$\text{Ta}-\text{Yb}$  和  $\text{Nb}-\text{Yb}$  微量元素构造环境判别图上, 样品点均落在火山弧花岗岩区, 显示出该类岩石具有岛弧型花岗岩的特征<sup>[29]</sup>。该岩体的岩石地球化学特征表明其可能是与板块俯冲碰撞造山作用密切相关的岛弧型花岗岩。

## 3 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年

### 3.1 测试方法

用于 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素地质年代学研究所用的样品取自泸西市北西 22 km 的邦木村北东潞盈公路边的浅灰色中细粒二长花岗岩。样品中的锆石挑选在河北省廊坊区域地质调查研究院完成。样品经常规的粉碎、磁选和重选, 然后在双目镜下挑选晶形完好的锆石颗粒, 和标准锆石 TEM 粘贴在环氧树脂表面, 抛光后制成样靶, 用于阴极发光 (CL) 照相和随后的 SHRIMP 锆石 U-Pb 分析。

SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素分析在中国地质科学院北京离子探针中心 SHRIMP II 型离子探针上完成。详细分析流程和原理参考 Williams et al<sup>[30]</sup>、刘敦一等<sup>[31]</sup>、吴元保等<sup>[32]</sup>。测试过程中用标准锆石 SL13 (年龄为 572 Ma, U 含量为  $238\ \mu\text{g/g}$ ) 来标定所测样品的 U、Th 及 Pb 含量<sup>[33]</sup>, 用 TEM (年龄为 417 Ma) 进行年龄校正。样品数据采用 SQUID 和 ISOPLOT 软件<sup>[34]</sup>进行处理, 普通铅根据实测  $^{204}\text{Pb}$  进行校正, 采用  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄, 其加权平均值具有 95% 的置信度。

### 3.2 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄

单颗粒锆石大部分呈短柱状, 粒度变化于 50~200  $\mu\text{m}$ 。锆石阴极发光 (CL) 图像 (图 2) 显示为 2 种

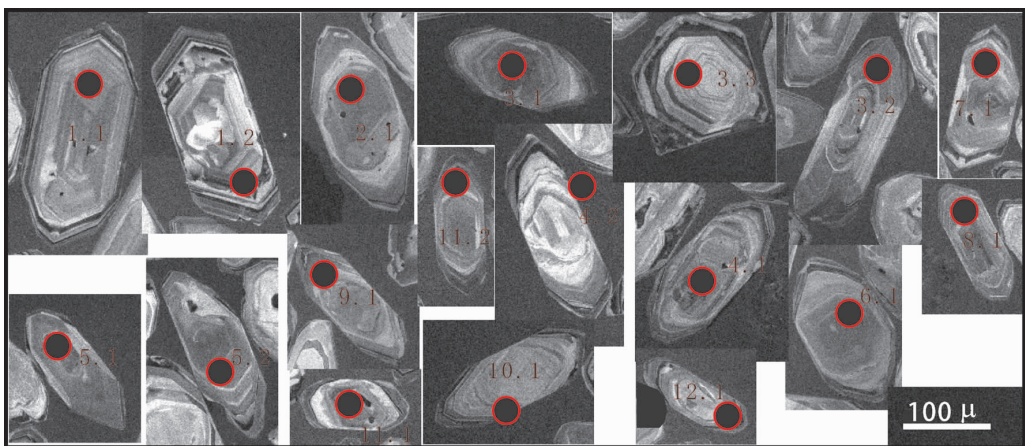


图 2 邦木二长花岗岩单颗粒锆石代表性 CL 图像

Fig.2 Cathodoluminescence (CL) images of selected zircons from Bangmu admellite

表 1 滇西邦木二长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄分析数据  
Table 1 SHRIMP zircon U-Pb data from Bangmu admellite in Luxi, western Yunnan

点号	Th/ $10^{-6}$	U/ $10^{-6}$	Th/U	同位素比值				表面年龄/Ma											
				$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	相对 误差(%)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	相对 误差(%)	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	相对 误差(%)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	误差 ( $\pm$ )	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	误差 ( $\pm$ )	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	误差 ( $\pm$ )	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	误差 ( $\pm$ )		
1.1	453	469	1	0.06234	1.3	0.633	3	0.0817	1.3	0.0269	1.6	461	60	124.4	2.8	506.9	6.6	510	10
1.2	206	657	0.32	0.0628	2	0.1216	8.2	0.01929	1.4	0.0087	2.4	-19	195	134.8	2.1	123.6	1.7	121	12
2.1	284	419	0.7	0.0600	2.7	0.1289	6.2	0.01737	1.5	0.0063	3.2	364	136	492.2	6.7	110.2	1.6	120	5
3.1	49	80	0.63	0.0886	3.4	2.06	5.2	0.1894	1.6	0.0645	2.2	1166	98	479.6	5.9	1115.9	17.1	1118	46
3.2	243	1390	0.18	0.05405	1.5	0.1293	2.9	0.01878	1.3	0.0076	3.6	193	59	132.8	4	119.7	1.5	130	7
3.3	100	614	0.17	0.06220	1.2	0.499	2.1	0.05990	1.4	0.0228	2.2	619	34	774.1	8.7	372.1	5	423	14
4.1	104	113	0.96	0.0831	2.8	1.581	3.3	0.1422	1.5	0.0564	1.9	1213	58	107.2	2.1	843.8	12.3	1090	21
4.2	1015	1534	0.68	0.05125	1.5	0.1262	3.7	0.01917	1.3	0.0062	1.7	88	82	92.2	2	122.5	1.6	121	3
5.1	112	117	0.99	0.0841	1.5	1.575	4.9	0.1517	1.5	0.0580	2	1076	93	68.5	1.6	904.5	13	1071	33
5.2	152	1204	0.13	0.05408	1.5	0.1328	4.1	0.02070	1.3	0.0108	2.3	25	94	123.4	2.2	132.5	1.7	154	15
6.1	93	454	0.21	0.07448	1.2	1.073	2	0.1079	1.3	0.0500	3.3	989	31	87.1	1.7	652.1	8.5	926	32
7.1	767	870	0.91	0.059	2.8	0.122	11	0.01924	1.5	0.0069	13.8	-3	256	96.9	2	123.2	1.8	125	12
8.1	201	692	0.3	0.0661	1.9	0.121	10	0.02042	1.4	0.0094	2.8	-177	252	69	1.4	131.3	1.8	104	17
9.1	692	1415	0.51	0.05477	1.5	0.1419	3.7	0.02008	1.3	0.0069	1.7	251	78	115.1	3.1	127.8	1.6	131	4
10.1	235	336	0.72	0.0830	2.4	0.132	14	0.01846	1.7	0.0077	3.7	278	319	92.2	1.8	117.4	1.7	112	11
11.1	182	319	0.59	0.08717	0.73	2.68	1.5	0.2264	1.3	0.0678	1.6	1335	15	85.5	1.9	1314.1	16.8	1301	20
11.2	589	1340	0.45	0.05160	1.6	0.1197	3.5	0.01846	1.3	0.0061	2	51	78	88.7	2.2	118.1	1.5	114	4
12.1	301	576	0.54	0.0646	3.3	0.124	11	0.01896	1.5	0.0072	2.4	69	267	115.1	1.3	121.2	1.7	112	10
13.1	3906	4402	0.92	0.05132	1.6	0.1224	3.2	0.01867	1.3	0.0058	1.4	77	69	93.4	1.3	119.4	1.5	113	2

类型:(1)发育有规则的韵律环带的岩浆锆石(1.1,3.3);(2)具有多层环带的老核新壳的岩浆复合型锆石(3.1,11.1)。

邦木二长花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素分析结果(表 1)显示:U、Th 和 Pb 含量分别为 80~4402 μg/g、49~3906 μg/g 和 5.74~28.3 μg/g; 锆石 Th/U 比值为 0.13~1.00, 表现出岩浆锆石的同位素地球化学特征 [35-37]。

共分析 19 个测点,锆石年龄可以明显地分为 4 组:

第一组年龄有 2 个测点(3.1 和 11.1), 分析点打在继承性的锆石晶核上, 锆石的 <sup>206</sup>Pb/<sup>207</sup>U 年龄分别为(1116±98)Ma、(1335±15)Ma, 其 Th/U 比值分别为 0.63、0.59, 应为继承锆石或捕获锆石年龄。为岩体侵位过程中捕获的围岩或继承的早期地质体锆石。同时也暗示了本区存在中元古代的岩浆事件。

第二组年龄有 2 个测点 (1.1 和 6.1), 分析点打在继承性的锆石晶核上, 锆石的 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄分别为(506.9±6.6)、(652.1±8.5)Ma, 其 Th/U 比值分别为 1.00、0.21, 应为继承锆石或捕获锆石年龄。为岩体侵位过程中捕获的围岩或继承的早期地质体锆石。同时也暗示了本区存在早古生代和新元古代的岩浆事件。

第三组年龄有 3 个测点(5.2、8.1 和 9.1), 分析点打在老核和岩浆锆石的生长层上, 锆石的 <sup>206</sup>Pb/

<sup>238</sup>U 年龄介于(127.8±1.6)Ma~(132.5±1.7)Ma。锆石的 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 加权平均年龄为 (130 ± 5) Ma (n=3, MSWD = 1.3) (95%置信度) (图 3), 其 Th/U 比值为 0.13~0.51, 可能为混合年龄。

第四组年龄有 9 个测点(图 2,3.2、4.2 等), 这 9 个测点都位于明显具环带结构的部位上(1.2、3.2 等), 这种环带结构是岩浆型锆石的典型特征, 因而其年龄应代表花岗岩体的结晶年龄。其中测点 2.1 锆石的 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄数据点在谐和线下方 (图 3), 表明有不同程度的铅丢失, 因此将该点去除, 不参加 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 加权平均年龄的统计。其余 8 个测点锆石的 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄在谐和线上分布集中(图 3)。其中锆石的 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄都集中在 (117.4±1.7) Ma~(123.2±1.8)Ma, <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 加权平均年龄为 (120.5 ± 1.7) Ma(n=8, MSWD = 1.6)(95%置信度), 其 Th/U 比值为 0.18~0.92, 该年龄代表了邦木二长花岗岩的结晶年龄, 即该岩体为早白垩世的岩浆事件的产物。

### 4 讨论

#### 4.1 邦木二长花岗岩的形成时代

邦木二长花岗岩 SHRIMP 锆石 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄都集中在(117.4±1.7)Ma~(123.2±1.8)Ma, 加权平均年龄值为(120.5±1.7) Ma(n=8, MSWD = 1.6)(95%置信度), 该年龄代表了邦木二长花岗岩的结晶年龄,

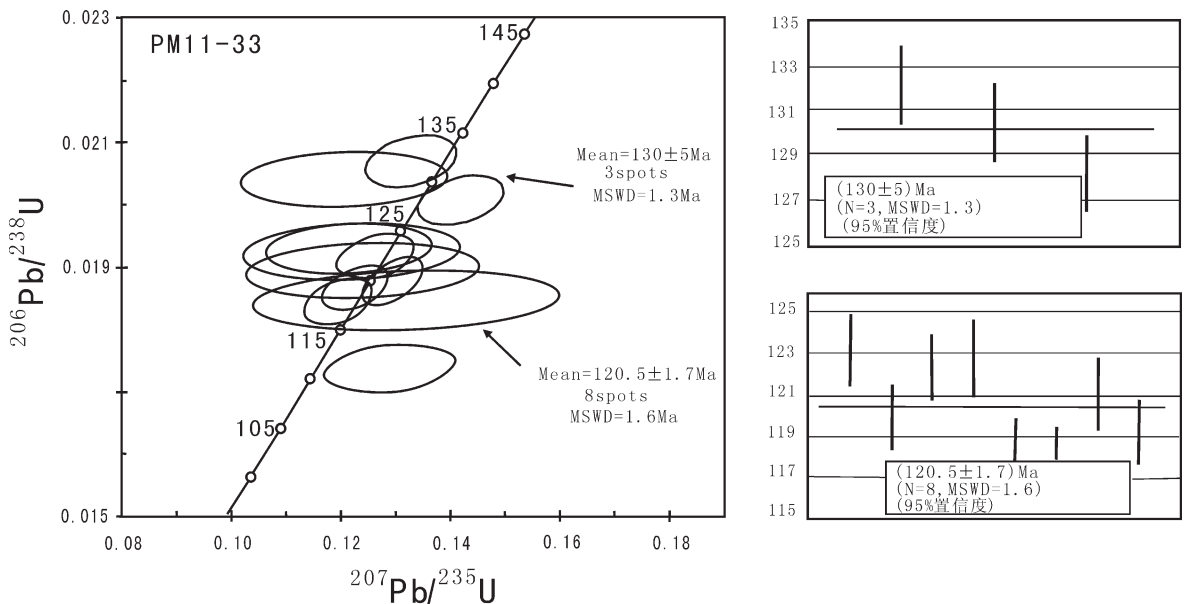


图 3 邦木二长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄谐和图  
Fig.3 Zircon SHRIMP U-Pb concordia diagram of Bangmu admellite

因此,邦木二长花岗岩形成于早白垩世。

#### 4.2 岩浆成因及其构造意义

研究区野外区域地质填图研究表明:邦木二长花岗岩体呈岩基状侵入于中元古代高黎贡山群变质岩中。邦木二长花岗岩的地球化学分析表明,该花岗岩属于钙碱性 I 型花岗岩。在 Pearce et al(1984)的  $Rb-(Yb+Ta)$ 、 $Rb-(Y+Nb)$ 、 $Ta-Yb$  和  $Nb-Yb$  微量元素构造环境判别图上,岩石化学成分投点均落在火山弧花岗岩区,显示出该类岩石具有岛弧型花岗岩特征。表明该岩体是与板块俯冲碰撞造山作用密切相关的岛弧型花岗岩。结合研究区的大地构造演化历史,表明腾冲地块作为青藏高原冈底斯—腾冲造山带的一部分,其构造岩浆活动与冈底斯—腾冲造山带大地构造演化历史密切相关。已有的研究表明,青藏高原的构造演化历史经历了 4 个演化阶段:即前寒武纪—早古生代的原特提斯阶段、晚古生代的古特提斯阶段、中生代的中特提斯阶段和新生的新特提斯阶段<sup>[7-8,15,26]</sup>。前寒武纪至早古生代时期,在泛非事件后,原始劳亚大陆和原始冈瓦纳大陆相联,形成第一次联合古陆。进入原特提斯洋演化阶段。晚古生代时期,第一次联合大陆解体,发生裂解作用,于石炭纪时期,澜沧江洋和金沙江洋相继打开,进入扩张时期,开始古特提斯洋演化阶段。晚二叠世随着欧亚大陆板块与冈瓦纳板块的碰撞拼合,结束了古特提斯的发展阶段,开始了中特提斯的演化。在晚二叠世末,随着金沙江洋壳向西俯冲,在欧亚大陆板块西南缘发生了广泛的伸展构造运动,甘孜—理塘带进一步发展成为海底扩张中心,形成甘孜—理塘洋盆。自晚三叠世以来,随着甘孜—理塘洋壳向西俯冲,形成义敦岛弧。在晚三叠世末,随着义敦岛弧与扬子陆块碰撞拼合,甘孜—理塘洋关闭,整个川西地区全面抬升成陆,海水向南西退却,开始了全球第二次联合古陆的解体时期。青藏高原转入中特提斯晚期演化阶段。早、中侏罗世沿班公湖—怒江—泸水—瑞丽—线发生海底扩张,形成班公湖—怒江—泸水—瑞丽洋盆。中、晚侏罗世,左贡—保山微板块沿班公湖—怒江—泸水—瑞丽板块缝合带向南西与波密—腾冲微板块发生洋壳俯冲,班公湖—怒江—泸水—瑞丽洋关闭。随着班公湖—怒江—泸水—瑞丽洋盆的闭合,左贡—保山板块俯冲插入波密—腾冲板块之下;在晚侏罗世末—早白垩世初随着板块俯冲碰撞造山作用的进行,形成波密—腾

冲岛弧。在碰撞造山阶段,波密—腾冲造山带及其邻区处于强烈挤压状态,持续的陆内俯冲碰撞使区域地壳不断加厚并导致区域重力均衡隆升,深部地壳物质在加热后抬升减压过程中发生部分熔融,形成大量的花岗质岩浆,随着左贡—保山板块与波密—腾冲板块间的俯冲、碰撞造山作用的进行,在波密—腾冲造山带中产生了一系列断裂;深部地壳物质在加热后抬升减压过程中发生部分熔融形成的花岗岩浆即沿这些冲断裂上侵入定位。本文研究的具有岛弧型花岗岩特征的邦木二长花岗岩就是这期构造岩浆活动的产物。在早白垩世开始形成雅鲁藏布江洋,晚白垩世—始新世,雅鲁藏布江洋关闭,印度板块与拉萨板块碰撞拼合,结束中特提斯地质演化阶段,在雅鲁藏布江南西两侧开始新特提斯地质演化。从古近—新近纪开始,该地区进入陆内会聚挤压造山作用阶段。

## 5 结 论

(1)邦木二长花岗岩 SHRIMP 锆石  $^{206}Pb/^{238}U$  年龄都集中在  $(117.4 \pm 1.7)Ma \sim (123.2 \pm 1.8)Ma$ , 加权平均年龄值为  $(120.5 \pm 1.7) Ma$  ( $n=8, MSWD = 1.6$ ) (95%置信度),地质时代为早白垩世,该年龄代表了邦木二长花岗岩的结晶年龄。继承性的锆石晶核锆石的年龄分别为  $(1335 \pm 15) Ma$ 、 $(1166 \pm 98)Ma$  和  $(652.1 \pm 8.5) Ma$ 、 $(506.9 \pm 6.6) Ma$ , 暗示了本区在形成邦木二长花岗岩以前,已存在中元古代、新元古代、早古生代的岩浆事件。

(2)邦木二长花岗岩地球化学分析表明,该花岗岩为钙碱性 I 型花岗岩,具有岛弧型花岗岩特征,形成于早白垩世岛弧构造环境,属于燕山期中幕侵入的岛弧型花岗岩。该岩体是与板块俯冲碰撞造山作用密切相关的岛弧型花岗岩。

(3)邦木二长花岗岩形成是在晚三叠世末开始的全球第二次联合古陆解体时期,青藏高原转入中特提斯演化阶段的构造—岩浆活动产物。在中—晚侏罗世,左贡—保山板块沿班公湖—怒江—泸水—瑞丽板块缝合带向南西与波密—腾冲板块发生洋壳俯冲,左贡—保山板块俯冲插入波密—腾冲板块之下,晚侏罗世末—早白垩世初随着板块俯冲碰撞造山作用的进行,形成波密—腾冲岛弧,不同板块之间板块的碰撞拼合导致大规模的中酸性岩浆形成、侵入和喷发活动。邦木二长花岗岩就是这一时期构造岩浆活动的产物。

(4)邦木二长花岗岩新的 U-Pb 年龄资料,不仅丰富了研究区花岗岩类的同位素年龄资料,为建立腾冲地区中生代构造-岩浆事件演化的时空序列提供了依据。而且为研究西南三江造山带南段不同板块的俯冲碰撞提供了重要的信息,对重新认识西南三江造山带的构造格局及构造演化,进而分析这一时期西南三江造山带的动力学机制具有重要的意义。

**致谢:**样品分析测试得到了北京离子探针中心刘敦一研究员、董春艳等老师及其他工作人员的大力帮助;审稿专家对文章给予了细致的审议,并提出十分宝贵的修改建议,在此一并表示感谢!

### 参考文献 (References):

- [1] 黄汲清, 陈炳蔚. 中国及邻区特提斯海的演化. 北京:地质出版社, 1987:1-109.  
Huang Jiqing, Chen Bingwei. The Evolution of the Tethys in China and Adjacent Region [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1987:1-109 (in Chinese with English abstract).
- [2] 陈福坤, 李秋立, 王秀丽, 等. 滇西地区腾冲地块东侧混合岩锆石年龄和 Sr-Nd-Hf 同位素组成 [J]. 岩石学报, 2006, 22 (2):439-448.  
Chen Fukun, Li Qiuli, Wang Xiuli, et al. Zircon age and Sr-Nd-Hf isotopic composition of migmatite in the eastern Tengchong block, western Yunnan [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22 (2): 439-448(in Chinese with English abstract).
- [3] 陈吉琛. 滇西花岗岩类 Pb, Sr 同位素组成特征及其基底时代和性质[J]. 地质科学, 1991, 26(2):174-183.  
Chen Jichen. Characteristics of Pb, Sr isotopic compositions in west Yunnan granites discussion on the age and nature of the basement in west Yunnan[J]. Scientia Geologica Sinica, 1991, 26(2):174-183(in Chinese with English abstract).
- [4] 陈吉琛, 林文信, 陈良忠. 腾冲-梁河地区含锡花岗岩序列-单元研究[J]. 云南地质, 1991, 10(3):241-289.  
Chen Jichen, Lin Wenxin, Chen Liangzhong. Series and unit research on tin-bearing granites of Tengchong-Lianghe area Chen Jichen[J]. Yunnan Geology, 1991, 10(3):241-289(in Chinese with English abstract).
- [5] 程裕淇. 中国区域地质概论[M]. 北京:地质出版社, 1994:1-136.  
Cheng Yuqi. Brief Introduction to the Regional Geological Tectonics of China [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1994:1-136 (in Chinese with English abstract).
- [6] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1990:1-290.  
Bureau of Geology and Resources of Yunnan. Regional Geology of Yunnan [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1990:1-290 (in Chinese with English abstract).
- [7] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1991, 1-270.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Provincene. Regional Geology of Sichuan [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1991, 1-270(in Chinese with English abstract).
- [8] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京, 地质出版社, 1993:1-320.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang autonomous region. Regional geology of Xizang (Tibet) Autonomous Region [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1993:1-320 (in Chinese with English abstract).
- [9] 翟明国, 从柏林, 乔广生, 等. 中国滇西南造山带变质岩的 Sm-Nd 和 Rb-Sr 同位素年代学[J]. 岩石学报, 1990, 11(4):1-11.  
Zhai Mingguo, Cong Boling, Qiao Guangsheng, et al. Sm-Nd and Rb-Sr Geochronology of metamorphic rocks from southwestern Yunnan orogenic zones, China[J]. Acta Petrologica Sinica, 1990, 11 (4):1-11(in Chinese with English abstract).
- [10] 罗君烈. 滇西锡矿的花岗岩类及其成矿作用[J]. 矿床地质, 1991, 10(1):81-96.  
Luo Junlie. Granitoids related to western Yunnan (Dianxi) tin deposits and their metallization [J]. Mineral Deposits, 1991, 10(1): 81-96(in Chinese with English abstract).
- [11] 陈智梁. 特提斯地质一百年[J]. 特提斯地质, 1994, 18:1-22.  
Chen Zhiliang. Tethyan geology for 100 Years [J]. Tethyan Geology, 1994, 18:1-22(in Chinese with English abstract).
- [12] 季建清, 钟大赉, 张连生. 滇西南新生代走滑断裂运动学、年代学及对青藏高原东南部块体运动的意义[J]. 地质科学, 2000, 35 (3): 336-349.  
Ji Jianqing, Zhong Dalai, Zhang Liansheng. Kinematics and dating of Cenozoic strike-slip faults in the Tengchong area, west Yunnan: implications for the block movement in the southeastern Tibet plateau[J]. Scientia Geologica Sinica, 2000, 35(3):336-349(in Chinese with English abstract).
- [13] 姜朝松, 周瑞琦, 周真恒, 等. 滇西地区及邻区构造单元划分及其特征[J]. 地震地质, 2000, 23(1):1-5.  
Jiang Chaosong, Zhou Ruiqi, Zhou Zhenheng, et al. Division of tectonic elements in west Yuannan and its neighboring regions and their features[J]. Journal of Seismological Research, 2000, 23(1):1-5 (in Chinese with English abstract).
- [14] 李兴振, 刘朝基, 丁俊. 大湄公河次地区主要结合带的对比与连接[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(4):1-12.  
Li Xingzhen, Liu Chaoji, Ding Jun. Correlation and connection of the main suture zones in the Greater Mekong subregion [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2004, 24 (4):1-12(in Chinese with English abstract).
- [15] 刘增乾, 李兴振, 叶庆同, 等. 三江地区构造岩浆带的划分与矿产分布规律[M]. 北京:地质出版社, 1993:6-85.  
Liu Zengqian, Li Xingzhen, Ye Qingtong, et al. Division of Tectono-magmatic Zone and the Distribution of Deposits in the Sanjiang area (Nujiang -Lancang -Jinsha rivers area) [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1993:6-85 (in Chinese with English abstract).

- [16] 吕伯西, 王增, 张能德, 等. 三江地区花岗岩类及其成矿专属性 [M]. 北京:地质出版社, 1993:1-245.  
Lv Boxi, Wang Zeng, Zhang Nengde, et al. Granitoids in the Sanjiang Region and their Metallogenic Specialization [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993:1-245(in Chinese with English abstract).
- [17] 毛景文, 张士鲁, Rossi P. 云南腾冲地区含锡花岗岩及其与成矿关系[J]. 岩石学报, 1987, 11(4): 32-43.  
Mao Jingwen, Zhang Shilu, Rossi P. The tin-granites and their relation to mineralization in Tengchong, Yunnan [J]. Acta Petrologica Sinica, 1987, 11 (4):32-43 (in Chinese with English abstract).
- [18] 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, 1997:172-183.  
Pan Guitang, Chen Zhiliang, Li Xingzhen, et al. Geological Structure Formation and Evolution of Eastern Tethys [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1997:172-183 (in Chinese with English abstract).
- [19] 王义昭, 李兴林, 段丽兰, 等. 三江地区南段大地构造与成矿[M]. 北京:地质出版社, 2000:1-123.  
Wang Yizhao, Li Xinlin, Duan Lilan, et al. Geotectonics and Metallogeny in the South Nujiang-Lancang-Jinsha Rivers Area. [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000:1-123(in Chinese with English abstract).
- [20] 杨启军, 徐义刚, 黄小龙, 等. 高黎贡构造带花岗岩的年代学和地球化学及其构造意义[J]. 岩石学报, 2006, 22(4):817-834.  
Yang Qijun, Xu Yigang, Huang Xiaolong, et al. Geochronology and geochemist of granites in the Gaoligong tectonic belt, western Yunnan: Tectonic implications[J]. Acta petrologica Sinica, 2006, 22 (4):817-834 (in Chinese with English abstract).
- [21] 杨启军, 徐义刚, 黄小龙, 等. 滇西腾冲—梁河地区花岗岩的年代学、地球化学及其构造意义[J]. 岩石学报, 2009, 25(5):1092-1104.  
Yang Qijun, Xu Yigang, Huang Xiaolong, et al. Geochronology and geochemistry of granites in the Tengliang area, western Yunnan: tectonic implication [J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25 (5):1092-1104 (in Chinese with English abstract).
- [22] 张旗, 周德进, 赵大升, 等. 滇西古特提斯造山带的威尔逊旋回岩浆活动记录和深部过程讨论[J]. 岩石学报, 1996;12(1):17-28.  
Zhang Qi, Zhou Dejin, Zhao dasheng, et al. Wilson cycle of the paleo-Tethyan orogenic belt in western Yunnan: record of magmatism and discussion on mantle processes [J]. Acta petrologica Sinica, 1996, 12(1):17-28(in Chinese with English abstract).
- [23] 张玉泉, 谢应雯. 横断山区花岗岩类地球化学[M]. 北京:科学出版社, 1995:1-126.  
Zhang Yuquan, Xie Yingwen. Geochemistry of Granitoid Rocks in Hengduan Mountains Region [M]. Beijing: Science Press, 1995: 1-126(in Chinese with English abstract).
- [24] 赵成峰. 高黎贡山西坡浅变质岩系时代归属探讨 [J]. 云南地质, 2000, 19(3):244-253.  
Zhao Chengfeng. A discussion about the age of the epimetamorphic rock series on the west slope of Gaoligong Mountains[J]. Yunnan Geology, 2000, 19(3):244-253(in Chinese with English abstract).
- [25] 钟大赉. 滇川西部古特提斯造山带 [M]. 北京:科学出版社, 1998:1-232.  
Zhong Dalai. Paleotethysides in West Yunnan and Sichuan, China [M]. Beijing: Science Press, 1998:1-232 (in Chinese with English abstract).
- [26] 邹光富. 川西藏东地区金矿床类型与特提斯地质演化的关系[J]. 四川地质学报, 1996. 16(1):46-53.  
Zou Guangfu. Relationship between the type of gold deposits and the geologic evolution of the Tethys in west Sichuan-east Xizang [J]. Acta Geologica Sichuan 1996, 16 (1):46-53 (in Chinese with English abstract).
- [27] Anne Socquet, Manuel Pubellier. Cenozoic deformation in western Yunnan (China - Myanmar border) [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2005., 24:495-515.
- [28] Fan Chenjun, Zhang Yifei. The structure and tectonics of western Yunnan [J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1994, 9(4): 355-361.
- [29] 邱家骧, 林景任. 岩石化学[M]. 北京:地质出版社, 1991:1-276.  
Qiu Jiaxiang, Lin Jingqian. Petrochemistry [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1991:1-276(in Chinese).
- [30] Williams I S, Claesson S. Isotope evidence for the Precambrian province and Caledonian metamorphism of high grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides: II Iron microprobe zircon U-Th-Pb [J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1987, 97:205-217.
- [31] 刘敦一, 简平, 张旗, 等. 内蒙古图林凯蛇绿岩中埃达克岩 SHR-IMP 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. SHR IMP 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).
- [32] 吴元保, 郑永飞. 锆石成因矿物学研究及其对 U-Pb 年龄解释的制约[J]. 科学通报, 2004, 49(16):1589-1604.  
Wu Yuanbao, Zheng Yongfei. Genesis of zircon and its constrainton interpretation of U -Pb age [J]. Chinese Science Bulletin, 2004, 49(16):1589-1604(in Chinese).
- [32] 付建明, 马昌前, 谢才富, 等. 湖南骑田岭岩体东缘菜岭岩体的锆石 SHRIMP 定年及其意义[J]. 中国地质, 2004, 31(1):96-100.  
Fu Jianming, Ma Changqian, Xie Caifu, et al. Zircon SHRIMP dating of the Cailing granite on the eastern margin of the Qitianling granite, Hunan, South China, and its significance [J]. Geology in China, 2004, 31(1):96-100 (in Chinese with English abstract).
- [33] Black L P, Kamo S L, Aleinikoff J N, et al. TEMORA 1: A new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology[J]. Chemical



- Geology, 2003, 200(1-2):155-170.
- [34] Ludwig K R. User s manual for Isoplot/Ex (rev.2.49) : A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel [M]. Berkeley Geochronology Center, Special Publication, 2001:1-19.
- [35] Vavra G. On the kinematics of zircon growth and its petrogenetic significance;a cathodoluminescence study [J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1990, 106:90-99.
- [36] Vavra G, Gebauer D, Schmid R. Multiple zircon growth and recrystallization during polyphase Late Carboniferous to Triassic metamorphism in granulites of the Ivrea Zone (Southern Alps): Anion microprobe (SHRIMP) study [J]. Contrib:Mineral. Petrol., 1996,122: 337-358.
- [37] Vavra G, Schmid R, Gebauer D. Internal morphology, habit and U-Th-Pb microanalysis of amphibolite-to-granulite facies zircon:Geochronology of the Ivrea Zone (Southern Alps) [J]. Contrib Mineral Petrol, 1999, 134:380-404.

## SHRIMP Zircon U-Pb dating of Bangmu admellite in Luxi, western Yunnan, and its tectonic implications

ZOU Guang-fu, LIN Shi-liang, LI Zai-hui, CONG Feng, XIE Tao, TANG Wen-qing

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

**Abstract:** SHRIMP zircon U-Pb dating of the Bangmu admellite in Luxi of western Yunnan Province was carried out in order to determine the age and discuss the tectonic environment of the granite. The results show that the zircons from the granite have clear oscillatory zones, their Th/U ratio is between 0.13 and 1.00, and their weighted average  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age is  $(120.5 \pm 1.7)$  Ma ( $n=15$ , MSWD = 1.6), suggesting that the crystallization age of the Bangmu admellite is Early Cenozoic. Geochemistry of the granite shows that it is of the Al-supersaturated type and belongs to typical strongly peraluminous I-granite. The Rb-(Yb+Ta) and Rb-(Nb+Yb) diagrams of the granite indicate that the granite was formed in a valconi arc granite (VAG) setting. With the features of the valconi arc magmatic activity, the granite is the product of partially melted crust in a geological condition of crustal thickening resulting from the subduction and collision between the Zogang-Baoshan continental massif and Bomi-Tengchong massif along Bangong Lake-Nujiang-Linshui-Ruili suture zone from northeast to southwest during the Late Jurassic and Early Cretaceous period. The granite was formed in the valconi arc period and the compressional environment. The determination of the Bangmu admellite's crystallization provides new evidence for the Paleozoic tectonic evolution of the Tengchong massif.

**Key words:** Tengchong block; admellite; zircon SHRIMP U-Pb dating; Early Cenozoic granite; Luxi; Western Yunnan

**About the first author:** ZOU Guang-fu, male, born in 1963, doctor and senior researcher, engages in regional geological survey, mineral exploration and stratigraphic paleontological study of the Qinghai-Tibet plateau; E-mail: zg686@sina.com.