

文章编号: 1009-3850(2007)01-0019-06

西藏冈底斯带扎雪-门巴韧性变形带 形成时代及构造背景

张 认¹, 和钟铎²

(1. 广东 703 地质队, 广东 惠州 516008; 2. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130026)

摘要: 扎雪-门巴韧性变形带位于冈底斯构造带中部, 是一条由北而南的逆冲推覆兼具右行走滑的斜冲韧性剪切带。带内所形成的构造岩主要为构造片麻岩和糜棱岩类, 对花岗岩质糜棱岩中的黑云母进行⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄测试, 获得 105.2 ± 1.7 Ma, 认为该韧性剪切带形成于早白垩世。岩石组合和显微构造特征表明该韧性剪切带形成于中绿片岩相到高绿片岩相环境, 可能与班公湖-怒江弧后洋盆的闭合碰撞有关。

关键词: 扎雪-门巴韧性剪切带; ⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄; 构造背景; 西藏

中图分类号: P542

文献标识码: A

前人在雅鲁藏布江缝合带、班公湖-怒江缝合带与可可西里-金沙江缝合带等已发现了大量逆冲推覆构造及其相伴产生的韧性剪切变形带^[1, 2]。通过西藏当雄幅 1:25 万区域地质调查, 吴珍汉等在拉萨地块中部念青唐古拉东南侧的旁多山地发现一条大型逆冲推覆构造, 命名为拉萨地块中部逆冲推覆构造(MLT)^[3], 与该逆冲推覆构造空间上相伴的还发育一条近东西向的规模巨大的韧性剪切带, 即拉多岗-日阿-领布冲韧性剪切带。根据所切割的地层和所控制的岩浆活动, 认为该韧性剪切带形成于始新世末期—渐新世。笔者在进行门巴区幅 1:25 万地质调查中, 在拉多岗-日阿-领布冲韧性剪切带所在位置的东部也发现了该条断裂带, 对其空间分布、几何特征、构造岩石学进行了研究, 并对其形成年代进行了同位素测年, 所获结果对进一步认识该构造带形成演化具有重要意义。

1 韧性剪切带地质特征

扎雪-门巴韧性变形带位于冈底斯中部, 沿却日

啊、扎雪南、舍嘎松多北、门巴北近东西呈舒缓坡状延伸, 长达 80 余公里(图 1), 由于后期构造的叠加及古近纪火山岩和侵入岩的破坏, 出露宽窄不一, 在 0.5~2.5 km 之间。糜棱岩叶理产状变化较大, 但总体北倾, 产状变化于 $15^\circ \angle 70^\circ \sim 355^\circ \angle 75^\circ$ 之间。在糜棱岩和糜棱片岩的叶理面上, 线理构造十分明显, 主要由石英、长石的定向拉长排列相对集中构成。西段在却日啊、湊努表现为负地形, 拉萨河道两侧的岩石表现为由北往南的逆冲断层, 上盘岩石常常变形强烈, 形成紧闭的倒转褶皱或“A”型褶皱, 并发育糜棱岩类, 显示韧性变形特点(图 2)。韧性剪切带在门巴附近沿晚三叠世黑云角闪花岗岩闪长岩与前奥陶纪地层交界处通过, 主要发育在前奥陶纪地层及晚三叠世黑云角闪花岗岩闪长岩、黑云二长花岗岩之中, 沿韧性剪切带存在着明显的强弱变形域间隔产出的频率变化, 强变形域一般形成糜棱岩、糜棱片岩, 而弱应变域则形成糜棱岩化岩石及未变形岩石(图 3)。门巴以东在黑云母花岗岩中渐变为脆韧性破碎带。

收稿日期: 2006-10-27

第一作者简介: 张认, 1968 年生, 工程师, 从事区域地质调查工作。

资助项目: 中国地质调查局“1:25 万门巴幅地质调查”项目(H46002002)。

2 韧性剪切带的构造岩石学及运动学特征

2.1 构造岩石学特征

1. 构造片麻岩

构造片麻岩主要类型有黑云长英质构造片麻岩

和黑云斜长构造片麻岩,发育在拉萨河南北两侧,在空间上呈条带状分布,与围岩呈渐变过渡关系(图2)。以发育条带状构造或片麻状构造为特征,可见拉伸线理、眼球状构造、不规则的流动褶皱,变形分异条带明显。

2. 糜棱岩类

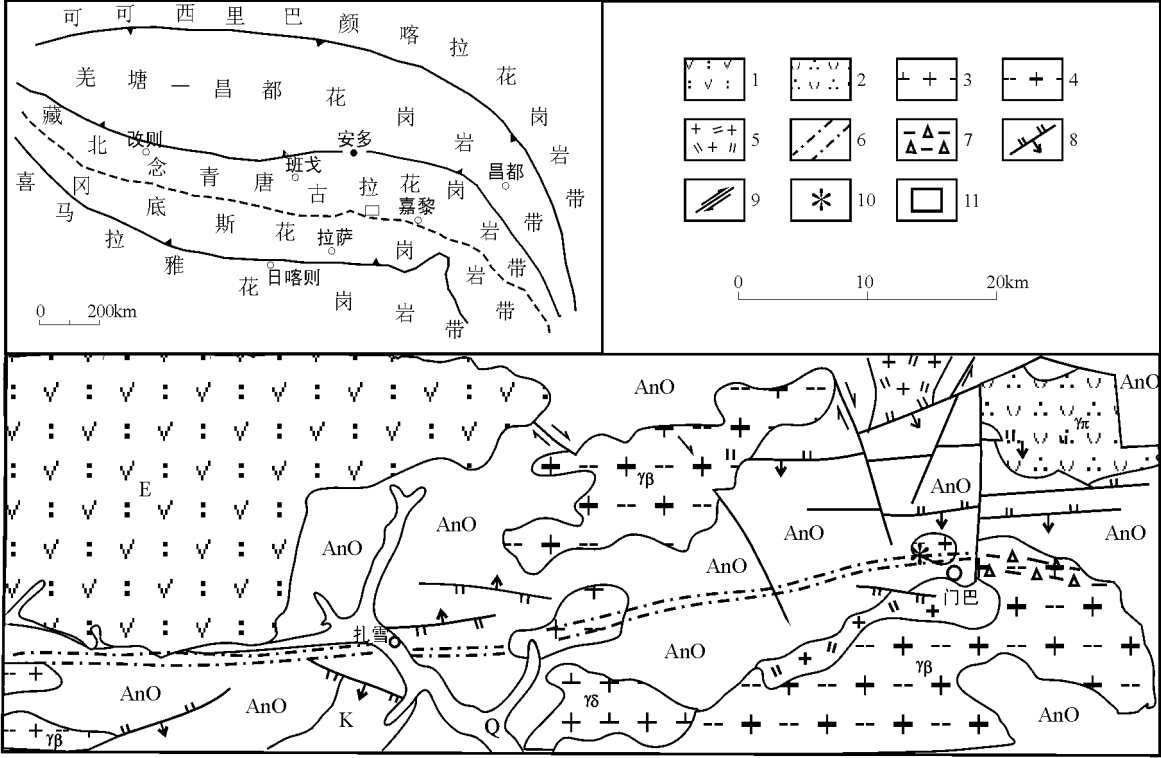


图1 门巴地区构造纲要图(据1:25万地质图改编)

Q. 第四系; E. 古近系; K. 白垩系; AnO. 前奥陶系。1. 安山质流纹岩; 2. 石英斑岩; 3. 花岗闪长岩; 4. 黑云母花岗岩; 5. 二长花岗岩; 6. 韧性剪切带; 7. 脆韧性带; 8. 逆断层 9. 走滑断层; 10. 测年采样点; 11. 研究区范围

Fig.1 Structural outline of the Mamba region

Q= Quaternary; E= Palaeogene; K= Cretaceous; AnO= pre-Ordovician. 1= andesitic rhyolite; 2= quartz porphyry; 3= granodiorite; 4= biotite granite; 5= adamellite; 6= ductile shear zone; 7= brittle-ductile shear zone; 8= thrust; 9= strike-slip fault; 10= sampling site; 11= studied area

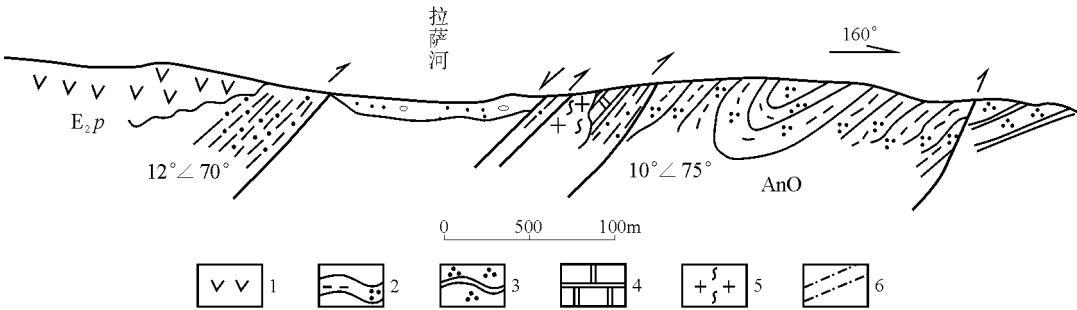


图2 拉萨河南北龙珠岗-柯热多构造岩性剖面

1. 安山岩; 2. 云母石英岩; 3. 石英岩; 4. 大理岩; 5. 花岗片麻岩; 6. 糜棱岩

Fig.2 Longzhugang-Kere structural-lithologic profile along the banks of the Lhasa River

1= andesite; 2= mica quartz schist; 3= quartzite; 4= marble; 5= granitic gneiss 6= mylonite

变形带内以糜棱岩类岩石为主, 主要类型包括糜棱岩化花岗岩, 糜棱岩化似斑状黑云母二长花岗岩、花岗质糜棱岩、长英质糜棱岩、长英质糜棱片岩等(图 4)。糜棱岩化似斑状黑云母二长花岗岩, 岩石遭受糜棱岩化, 但原岩结构保留, 具似斑状结构, 基质为中细粒半自形粒状结构, 见部分矿物受力破碎, 岩石主要成分为钾长石、斜长石、石英、黑云母、角闪石等。其中钾长石波状消光明显, 见格子双晶,

有时弯曲, 边部有时破碎, 其裂纹中充填糜棱物, 无位移, 含量20%~25%; 斜长石呈板状半自形, 裂纹发育, 有时一个晶体被分割几块, 但无位移, 双晶常弯曲, 有时沿裂纹有后期的绿帘石充填, 粒径为1.5~2mm, 含量40%左右; 石英具明显的波状消光, 可见“X”型或菱形变形纹, 有时见亚颗粒, 明显受力, 呈它形粒状(1~1.5mm)分布于长石粒间, 有时呈条带状, 边部见菱形碎块, 石英彼此间为齿状接触,

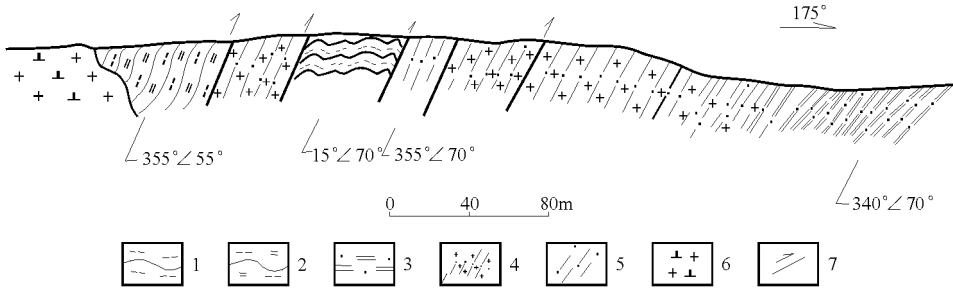


图 3 门巴韧性变形带构造岩性剖面图

1. 黑云母片岩; 2. 二云母片岩; 3. 糜棱片岩; 4. 花岗质糜棱岩; 5. 糜棱岩; 6. 花岗闪长岩; 7. 逆断层

Fig. 3 Structural-lithologic profile through the Mamba ductile shear zone

1= biotite schist; 2= two-mica schist; 3= mylonitic schist; 4= granitic mylonite; 5= mylonite; 6= granodiorite; 7= thrust

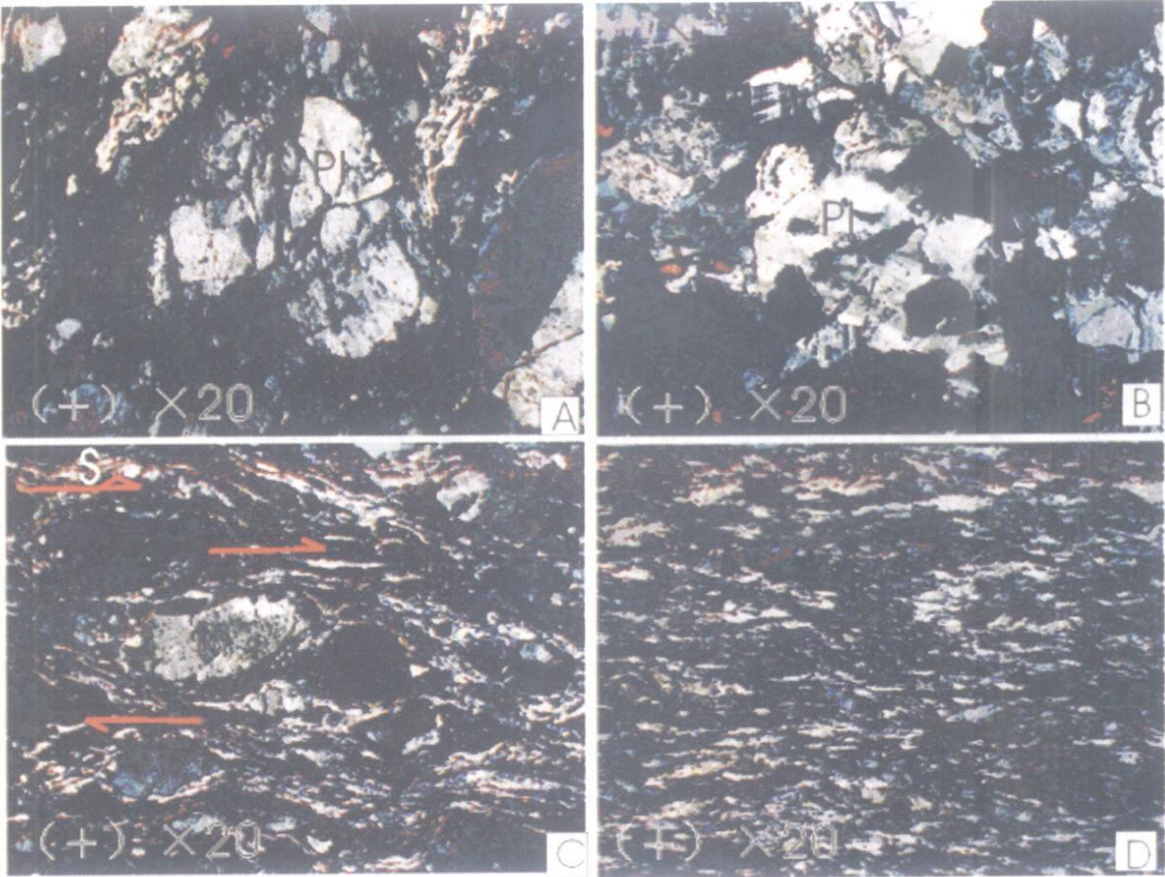


图 4 花岗质糜棱岩类的显微特征

Fig. 4 Microstructures of granitic mylonites

20%~25%;黑云母全部变为绿泥石,沿解理有铁质或楣石分布,仅保留黑云母假像,粒径在0.6~0.8mm之间,占7%;角闪石常见波状消光,裂纹亦常见,占8%左右(图4A)。

糜棱岩化花岗岩为糜棱结构,由残碎斑和碎基组成,碎斑成分为钾长石、斜长石、石英、少量角闪石、黑云母,其中以钾长石为主,具条纹结构和格子状双晶,多呈眼球状,透镜状,大的晶体常见斑状晶形,具波状消光,边部碎粒化,有时可见山羊须构造。石英、无色,多数呈集合体(透镜状),见波状消光、变形纹,少数单晶呈眼球状,粒径0.4~0.6mm。黑云母和角闪石解理弯曲,多呈假像。总体碎斑量70%左右。碎基为重结晶的糜棱物(0.02~0.04mm)和新生的绢云母、黑云母和绿帘石,它们环绕于残斑周围,定向排列明显(图4B)。

长英质糜棱岩受力挤压破碎严重,在韧性变形的基础上,又有张性破裂,更使岩石各矿物破碎,但总体为糜棱结构,碎斑以长石为主,少量石英,它们均呈眼球状、透镜状,普通具波状消光,每个碎斑本身破碎严重,或多或少见有裂纹,斜长石聚片双晶弯曲,有时位错,“X”型裂纹常见,石英除波状消光外,还有亚颗粒,除“X”型裂纹外还常见近平行的裂纹,其中充填极细的糜棱物,但整体轮廓保留,碎斑多数粒径为0.4~0.6mm,碎斑周围被极小的糜棱物质和新生绢云母环绕,岩石定向明显,据此可判断该韧性剪切带具有右旋剪切的特点(图4C)。

长英质糜棱片岩具糜棱结构、片状构造,由石英和少量白云母组成。石英分为碎斑和碎基两种,碎斑石英呈透镜状,长条状,长可达1.5mm,宽度只有

0.1mm左右,长宽比在4:1~15:1之间,拉长的石英残斑沿片理严格定向,具波状消光现象,含量约40%以上。细粒的碎基石英呈粒状,粒度多在0.1mm,多呈集合体产出,沿片理呈拔丝状,由微粒石英集合体构成的条带长宽比可达20:1,含量55%。白云母、片状,零星分布于片理间,定向排列,含量小于5%(图4D)。

2.2 韧性剪切带的运动学特征

根据韧性剪切带的宏观、微观构造,主要以不对称构造和线理构造所反映出来的运动学特点以及定向薄片镜下不对称组构的详细研究,可以确定扎雪-门巴韧性变形带在剖面上具由北而南逆冲推覆性质(图2、3),平面上具右旋走滑特点(图4),说明该韧性剪切带是一条由北而南的逆冲推覆兼具右行走滑的斜冲韧性剪切带。

3 韧性变形带的形成时代

扎雪-门巴韧性变形带主要发育在前奥陶纪地层和花岗质岩石中,在门巴地区著名的德宗温泉南约2km处出露一东西向延伸的花岗质糜棱岩,岩体已强烈变形。宏观尺度上,岩石呈条带状,眼球状,糜棱叶理构造极为发育;显微镜下,可见黑云母强烈定向,石英强烈韧性变形,发生压扁和拉长,长石呈透镜状,表现岩浆成因残留特点。所有这些表明该岩体的线状构造是后期构造热事件所致。

本次研究对其进行离子探针(SHRIMP)锆石 U-Pb 同位素测年,获得年龄为209±6.9Ma,说明岩体是在晚三叠世结晶形成^[4],变质变形应发生在晚三叠世之后。为更准确探讨该岩石的变质年龄,在同

表 1 门巴花岗岩体样品(TW7)黑云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄分析结果
Table 1 ⁴⁰Ar/³⁹Ar age determinations of biotite from the Mamba granite sample (TW7)

t/°C	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	³⁶ Ar/ ³⁹ Ar	³⁷ Ar/ ³⁹ Ar	³⁸ Ar/ ³⁹ aAr	F*	³⁹ Ar (E ⁻¹⁴ MOLES)	年龄/Ma	³⁹ Ar-cum/%
500	11.9978	0.0204	0.003	0.025	5.9581	1033.3	102.50±1.8	10.66
600	8.4927	0.0086	0.0015	0.0147	5.9613	2143.7	102.5±1.8	32.77
700	9.529	0.0113	0.0022	0.0255	6.1938	1392.85	106.4±2.1	47.14
750	24.8308	0.0639	0.004	0.032	5.9579	295.96	102.5±2.7	50.19
800	18.9158	0.0432	0.0051	0.0296	6.1536	349.75	105.7±2.8	53.8
900	11.6602	0.0182	0.0038	0.0304	6.2806	751.75	107.9±1.4	61.56
1000	10.166	0.0135	0.0016	0.0184	6.1663	1126.1	106.00±1.3	73.17
1100	7.6651	0.0048	0.0014	0.0138	6.2367	2534.45	107.1±1.2	99.32
1200	66.9758	0.2059	0.0845	0.0617	6.1223	57.33	105.2±3.7	99.91
1300	384.54941	1.2948	0.2463	0.3194	1.9446	9.07	34.00±23	100

一样品中挑选出黑云母进行 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄测试,由中国地质科学院地质研究所同位素实验室完成,测试方法为快中子活化法,样品重25.58mg,照射参数 $J=0.009810$,测试过程和结果见表1,图5是黑云母的年龄谱图。在500~1100℃区间的 ^{39}Ar 析出数占绝对优势,得出很好的坪年龄值 $105.2\pm 1.7\text{Ma}$ 。一般认为在高温阶段坪年龄反映的是成岩年龄,而低温阶段坪年龄则代表后期热事件年龄^[5]。因此,可以认为,该花岗岩形成于晚三叠世,而在早白垩世发生了变质变形作用。

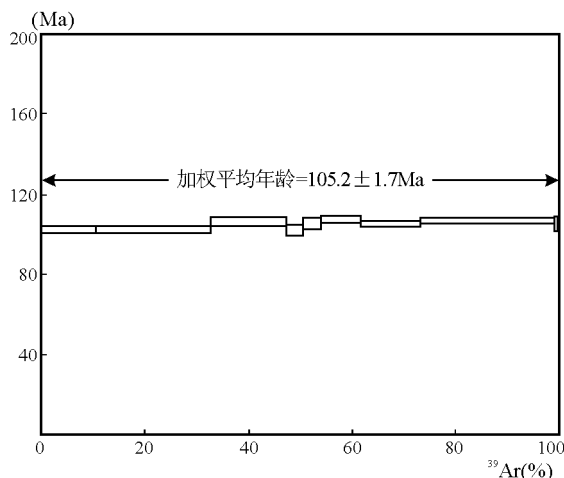


图5 样品(TW7)黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄图谱

Fig. 5 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age spectra for biotite from the Mamba granite sample (TW7)

4 韧性剪切带的形成背景

变形实验及对糜棱岩的研究都已表明,岩石在不同的温压条件下,会有不同的显微构造组合。以花岗糜棱岩为例^[6],石英中由于滑移系较多,位错较易滑动,在低—中绿片岩相条件下就出现粒内滑动以及动态恢复和动态重结晶作用,形成大量具韧性变形特征的显微构造,如扭折带、变形纹、亚颗粒及重结晶颗粒等。长石内位错相对难滑动,在低—中绿片岩相条件下仅以破裂为主,常呈碎斑出现于糜棱岩中,到高绿片岩相乃至角闪岩相条件下才能实现由脆性向塑性的转变,开始出现具韧性变形的显微构造,出现重结晶颗粒。根据花岗糜棱岩中各矿物的显微构造组合,可推断变形时的温压条件。纵观扎雪-门巴韧性变形带中花岗糜棱岩的显微构造,石英韧性变形最为明显;此外,白云母和斜长石也显示有一定的韧性变形特征,而钾长石则完全以破碎变形为主,因此可以说明扎雪-门巴韧性变形带的变质变形的温压条件相当于中绿片岩相到高绿片岩相

环境。

研究表明^[7],班公湖-怒江洋的关闭和蛇绿岩的侵位发生于中、晚侏罗世之间,由于班公湖-怒江洋的关闭和碰撞,沿班公湖-怒江带广泛分布的下一中侏罗统木嘎岗日群普遍遭受了轻度变质,构造变形强烈,具有倒转和平卧褶皱,逆冲和推覆构造发育。冈底斯地块上广泛发育的140~130Ma过铝质浅色花岗岩表明在晚侏罗世时期冈底斯地块北部由于班公湖-怒江洋盆的逐渐关闭碰撞已导致地壳的缩短加厚及快速隆升作用^[8,9]。扎雪-门巴韧性逆冲推覆型韧性剪切带变质变形发生于早白垩世,显然是在班公湖-怒江弧后洋盆闭合碰撞背景下于中浅部构造层次温压条件下形成的。

5 结论

(1) 扎雪-门巴韧性变形带是一条由北而南的逆冲推覆兼具右行走滑的斜冲韧性剪切带。

(2) 花岗质糜棱岩中的黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为 $105.2\pm 1.7\text{Ma}$,该韧性剪切带形成于早白垩世。

(3) 岩石组合和显微构造特征表明该韧性剪切带形成于中绿片岩相到高绿片岩相环境,可能与班公湖-怒江弧后洋盆的闭合碰撞有关。

参考文献:

- [1] 尹安. 喜马拉雅青藏高原造山带地质演化[J]. 地球科学, 2001, 22(3): 193-230.
- [2] ZHAO WENJIN, NELSON K D. PROJECT INDEPTH. Deep seismic reflection evidence for continental underthrusting beneath southern Tibet [J]. Nature, 1993, 366: 557-559.
- [3] 吴珍汉, 叶培盛, 胡道功, 等. 青藏高原腹地的地壳变形与构造地貌的形成演化过程[M]. 北京: 地质出版社, 2003. 70-85.
- [4] 杨德明, 和钟铎, 郑常青, 等. 西藏门巴地区德宗花岗质片麻岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及地质意义[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2004, 34(增刊): 12-14.
- [5] 李昌年. 火成年微量元素岩石学. 武汉[M]. 中国地质大学出版社, 1992. 154-159.
- [6] SIMPSON C, DE PAOR G. Strain and kinematic analysis in general shear zones [J]. Journal of Structural Geology, 1993, 15(1): 1-20.
- [7] 赵政章, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原大地构造特征及盆地演化[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 122-127.
- [8] 和钟铎, 杨德明, 王天武, 等. 冈底斯带巴嘎区二云母花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2005, 35(5): 302-308.
- [9] 丁林, 来庆州. 冈底斯地壳碰撞前增厚及隆升的证据: 岛弧拼贴对青藏高原隆升及扩展历史的制约[J]. 科学通报, 2003, 48(8): 836-842.

The ages and tectonic setting of the Zaxoi-Mamba ductile shear zone in the Gangdise orogenic belt, Xizang

ZHANG Ren¹, HE Zhong-hua²

(1. No. 703 Geological Party of Guangdong, Huizhou 516008, Guangdong, China; 2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130026, Jilin, China)

Abstract: The Zaxoi-Mamba ductile shear zone lies in the middle part of the Gangdise orogenic belt, and occurs as an overthrust and right-lateral strike-slip oblique ductile shear zone. The tectonites in this zone include tectonic gneiss and mylonite. The biotite from the granitic mylonite gives a $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of 105.2 ± 1.7 Ma, implying that the ductile shear zone may be traced back to the Early Cretaceous. The petrological associations and microstructures have disclosed that the ductile shear zone was formed in the medium to high greenschist facies conditions, and may be associated with the closure and collision of the Bangong Lake-Nujiang back-arc oceanic basin.

Key words: Zaxoi-Mamba ductile shear zone; $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age; tectonic setting; Xizang

《沉积与特提斯地质》 2007 年征订启事

《沉积与特提斯地质》(原《岩相古地理》)系国土资源部主管、成都地质矿产研究所主办的地学学术期刊。

《沉积与特提斯地质》办刊 20 余年来,已形成了沉积学的专业特色和青藏高原的地域特色,集中反映最新的沉积学、区域地质调查、石油地质,以及其他基础地质、矿床地质、能源地质、环境地质等方面的研究成果和信息。

本刊为大 16 开本,112 页,彩色印刷,逢季末出版,国内外公开发行,定价 10 元,全年 40 元。

《沉积与特提斯地质》编辑部