第45卷 第3期
1999年5月

地 质 论 评
GEOLOGICAL REVIEW

Vol. 45 No. 3
May 1999

西藏西南部普兰盆地东缘伸展构造初步研究

陈正乐 王小凤 J. F. Ryerson
（中国地质科学院地质力学研究所，北京，100081）（IGPP，LLNL，Livermore，CA 94550，USA）
尹 安 M. Murphy
（Dept. Earth & Space Sci. UCLA，Los Angeles，CA 90024，USA）

内容提要 笔者在西藏西南部普兰盆地填1∶10万地质图时，发现了一条沿盆地东缘展布的新生代伸展断层，其上盘为上新世普兰组（N_2pl）砾岩；下盘为前寒武纪聂拉木群（AnZ*ny*）花岗片麻岩及花岗质糜棱岩和碳酸质糜棱岩。糜棱岩的拉伸线理为WNW向，倾角平缓。在上下盘地层中都发育大小不同、近似平行的正断层，其中一条组成盆地东缘的大陡坎。侵位于断层下盘糜棱岩中变形与未变形的浅色花岗岩的Pb/Th法等离子探针年龄分别为19 Ma和8 Ma，该断层为藏南大型WNW向拆离伸展构造的组成部分。普兰盆地的形成很可能与右旋的喀喇昆仑的活动有关。

关键词 普兰盆地 伸展构造 西藏西南部

虽然，喜马拉雅造山带都归因于印度与亚洲板块碰撞汇聚效应，产生于区域性的挤压环境，但自80年代以来，随着康马穹窿[1]、Zanskar剪切带[2]等的发现，喜马拉雅造山带内的变质核杂岩和伸展构造已有多次报道[3~11]。1992年，Burchfield[4]等进一步对西藏南部伸展构造的地质构造演化、活动年代及其运动学和动力学特征作了详细的调查研究，提出了在中上地壳为挤压环境下形成表壳伸展构造的动力学模式。Alexander[11]等实验模拟了碰撞造山带中伴生的伸展构造动力学机制，认为重力调整是引起碰撞造山带中产生伸展效应的主因。但前人对藏南伸展构造西端延伸展布、构造演化及其与喀喇昆仑断裂带的关系都未进行系统的研究。

1995年笔者在藏西南野外地质考察时，于普兰盆地东缘发现了一条SN向的伸展构造。通过详细的1∶10万野外地质填图，对该伸展构造的组成、运动学特征及活动时代进行了初步的研究，认为它可能属于藏南伸展构造的西延部分，并探讨了藏南伸展构造在盆地北侧出现走向变化的原因。

1 区域地质概况

在西藏南部的喜马拉雅山脉中，有一系列近SN向的新生代盆地，自东而西有：亚东、定日、吉隆和普兰盆地等，它们都位于雅鲁藏布江南侧，属于新生代的拉张构造，一般认为在印度与欧亚板块陆-陆碰撞以后的西藏超碰撞事件，即SN向的陆-陆持续聚敛而产生的区域EW向引张有关[10,12~14]。普兰盆地位于雅鲁藏布江上游，高喜马拉雅造山带内，其西、南分别与印度和尼泊尔接壤，东为那木那尼峰（图1）。普兰盆地主要由上新世普兰组砾岩（N_2pl）组成，该砾岩可与藏南普遍发育的沃马组砾岩相对比[10]（图2）。据河流垂直切割深度判断，该砾岩在盆地中心厚度大于1.5 km（未见底）。砾岩中的砾石主要由片麻岩、糜棱岩、糜棱状花岗岩和大

本文1997年10月收到，1998年10月改回，王毅编辑。

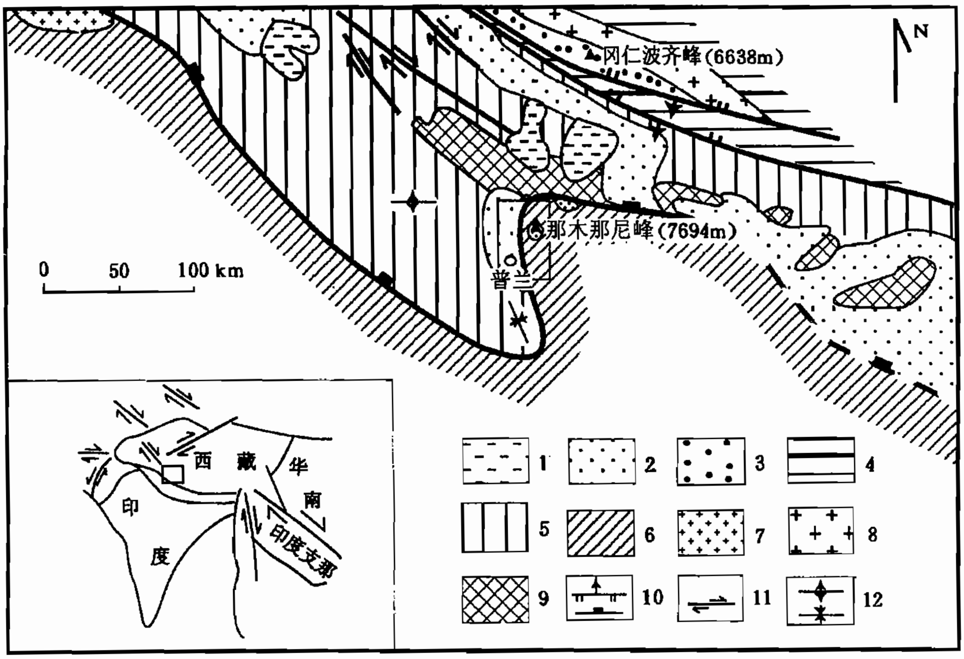

图 1 西藏西南部地质构造简图

Fig. 1 Tectonic sketch of southwestern Xizang (Tibet)

1—湖泊;2—上第三系—第四系(N—Q);3—第三纪冈仁波齐组砾岩(E_3—N_1g);4—拉萨地块中生代—第三纪火山岩和沉积岩(Mz—T);5—印度地块古生代—中生代沉积岩(Pz—Mz);6—前寒武纪聂拉木群片麻岩(AnZ*ny*);7—新生代花岗岩(γ_6);8—燕山期花岗岩(γ_5);9—超基性岩;10—逆冲断层与伸展断层;11—平移断层;12—背斜与向斜

1—Lake; 2—Neogene—Quaternary(N—Q); 3—Teritary conglomerate of Ganrenboqi Formation(E_3—N_1g); 4—Mesozoic—Teritary sedimentary and volcanic rocks of Lhasa block; 5—Paleozoic—Mesozoic sedimentary rocks of India block; 6—Pre-Cambrian gneiss of Nyalam Group(AnZ*ny*); 7—Cenozoic granite(γ_6); 8—Yanshanian granite(γ_5); 9—ultrabasic rock; 10—thrust and detachment system; 11—strike-slip fault; 12—anticline and syncline

理岩组成,分选性差,但磨圆度较好,成次圆—圆状,为一种典型的河湖相沉积。岩石中交错层发育,根据砾石的长轴排布方向及交错层的发育状况推断,古水流方向以从 NE 流向 SW 向为主,局部夹有从北往南、从东往西水流,这与现代水流方向大致相似,说明了在上新世本区的地形基本上已定型。前寒武纪聂拉木群片麻岩(AnZ*ny*)分布于高喜马拉雅地区[10,15,16],大致沿高喜马拉雅主脊呈 WNW 向弧形展布,在盆地东侧的那木那尼峰有该套地层出露,主要岩性为石榴石黑云斜长片麻岩、二云石英片岩、黑云斜长变粒岩夹有大理岩,含有蓝晶石、夕线石等变质矿物。区域地质调查分析表明,该地层为一套构造变质杂岩。盆地北侧为古生代—中生代地层,沿地层还有一系列超基性岩体侵入,可能代表了雅鲁藏布江拼合带的西缘位置[10]。盆地西南侧为由古生界组成的科加复式向斜和背斜,普兰组地层不整合于向斜和背斜之上。

2 伸展构造的组成

1∶100 万区域地质调查①认为,普兰组砾岩与下伏的聂拉木群片麻岩之间为不整合接触,

① 西藏自治区地质矿产局. 嘎大克幅 1∶1 000 000 区域地质调查报告. 1986.

而 1995 年我们 1∶10 万地质填图结果表明在普兰盆地东缘,普兰组砾岩与聂拉木群之间为断层接触(图 3)。在普兰盆地中心,由于普兰组砾岩较厚,河流切割不够深,野外未见它与聂拉木群片麻岩直接接触。

在地貌上,断层标志明显,成一大斜坡,表面呈红色。断层总体呈近 SN 走向,倾向西,倾角 20°~30°。断层上盘由普兰组砾岩组成,该组砾岩在盆地中心产状平缓,近似水平,接近断层处,地层倾向西,倾角约 15°~20°。层面擦痕、阶步等层间滑动构造发育。断层下盘由糜棱岩和片麻岩组成,未见底。最下部为聂拉木群花岗质片麻岩,接近断层处为花岗质糜棱岩和碳酸质糜棱岩。详细的野外地质调查揭示了虽然本区糜棱岩的叶理产状比较复杂(小型褶皱、劈理十分发育),但它的拉伸线理都近似一致,为近 EW 走向,倾角平缓,在 10°~20°之间(图 4,下半球投影)。糜棱岩中的膝折构造、不对称褶皱(图 5)、不对称眼球构造、旋转眼球构造(图 6)、S-C 组构及显微韧性剪切带十分发育,且都指示了 EW 走向近似水平的左旋正断剪切滑动。微观上,云母鱼、长石石英等组成的不对称眼球、旋转眼球构造和显微流动构造也发育,并且也指示了岩石的左旋正断剪切滑动。同时由于花岗质糜棱岩与大理岩之间岩石能干性的差异,在碳酸质糜棱岩中往往发育了由花岗质糜棱岩组成的布丁构造和一些固态流动构造(图 6)。根据区域地质调查资料[10]和山坡上的滚石变形推测,组成那木那尼主峰及侵位于西坡的喜马拉雅期花岗岩(1∶100 万区调认为是前寒武纪)也有较强的变形,呈片麻状。

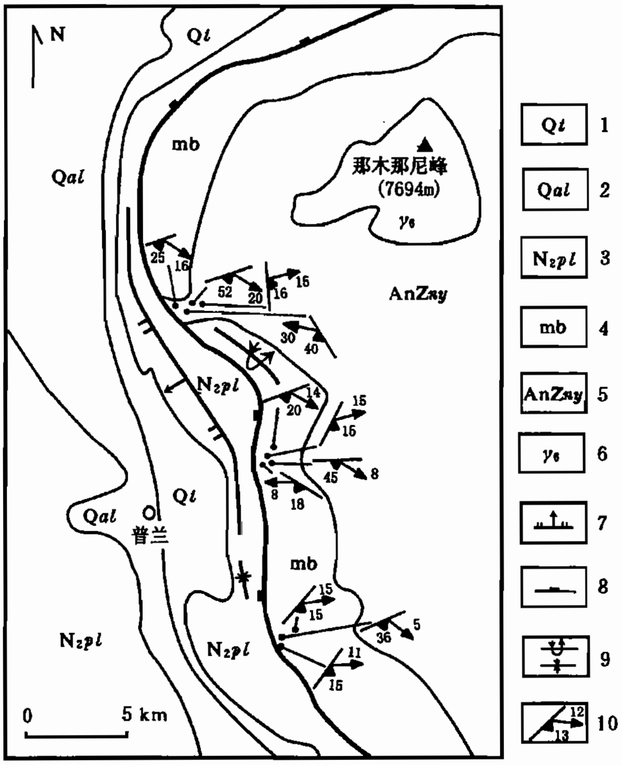

图 2 普兰盆地东缘地质构造图

Fig. 2 Geological map of eastern edge of Burang basin

1—第四纪坡积物(Qt);2—第四纪河流沉积(Qal);3—上新世普兰组砾岩(N_2pl);4—前寒武纪聂拉木群大理岩(碳酸质糜棱岩)(mb);5—前寒武纪聂拉木群糜棱岩化片麻岩(AnZny);6—新生代糜棱岩化花岗岩(γ_6);7—正断层;8—伸展断层;9—向斜与倒转向斜;10—叶理和拉伸线理

1—Quaternary talus deposits (Qt); 2—Quaternary alluvim (Qal); 3—Pliocene conglomerate of Burang Formation (N_2pl); 4—Pre-Cambrian marble of Nyalam Group (calcitic mylonite) (mb); 5—Pre-Cambrian mylonitic gneiss of Nyalam Group (AnZny); 6—Cenozoic mylonitic granite (γ_6); 7—normal fault; 8—detachment system; 9—syncline and overturned syncline; 10—foliation and lineation

在断层的上下盘,都发育近似平行的正断层。下盘的正断层都切割了糜棱岩和底部的片麻岩,倾向西,倾角较大,约 60°~70°,在上盘也有一些大小不一的正断层发育,它们总体成近 SN 走向,也倾向西,倾角 50°~60°,切穿了普兰组砾岩,其中一条构成了普兰盆地东缘的大陡坎,它还控制了第四纪沉积,表明该断层至今仍在活动(图 7)。在上盘还有宽缓向斜发育,可能为拖曳褶皱,同样指示了断层的正断活动。

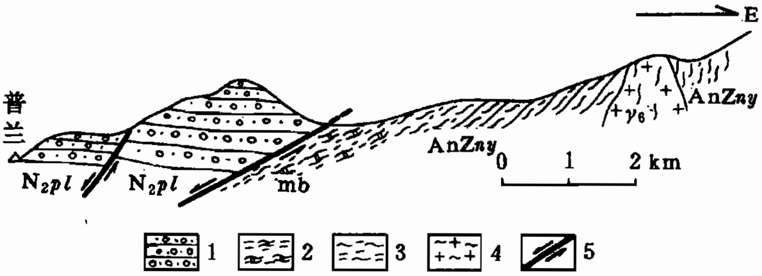

图 3 普兰盆地东缘伸展构造剖面图

Fig. 3 Cross-section of the detachment system on the eastern edge of Burang basin

1—上新世普兰组砾岩(N_2pl)；2—前寒武纪聂拉木群大理岩(AnZny)；3—前寒武纪聂拉木糜棱岩化片麻岩(AnZny)；4—新生代糜棱岩化花岗岩；5—正断层

1—Pliocene conglomerate of Burang Formation(N_2pl)；2—Pre-Cambrian marble of Nyalam Group(AnZny)；3—Pre-Cambrian mylonitic gneiss of Nyalam group(AnZny)；4—Cenozoic mylonitic granite(γ_6)；5—normal fault

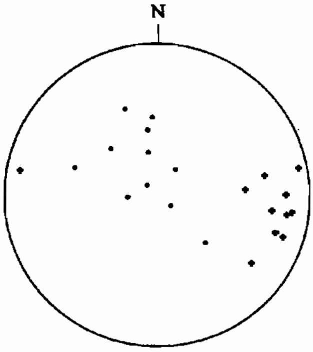

图 4 普兰盆地东缘糜棱岩面理和线理吴氏网投影图

Fig. 4 Lineation and foliation of the mylonite on the eastern edge of Burang basin

+—线理；·—面理极点

+—Lineation；·—pole of the foliations

3 拆离断层活动时代的确定

侵位于该伸展断层下盘糜棱岩中浅色花岗岩规模都较小，一般在 1 m×5 m 至 10 m×40 m 之间，据此我们推测，这些花岗岩都为快速冷却(≪1Ma)产物[17,18]。

$^{208}Pb/^{232}Th$ 独居石的等离子探针测年结果表明，侵位于糜棱岩中变形的浅色花岗岩年龄为 19±1 Ma，未变形的浅色花岗岩年龄为 8±0.2 Ma。为此，我们提出了两种花岗岩侵位及其断层活动演化的模式：其一是假设断层活动而出现减压是导致岩浆熔融作用的主因，而且浅色花岗岩都为快速冷却的产物，那么我们可以推测，该断层的启动年代可能稍早于 19 Ma，剪切带活动导致了深部岩石的熔融，从而形成了 19 Ma 深成侵位的浅色花岗岩；第二种认为，岩体侵位稍早于断层的活动。侵位后的岩体随着正断活动，沿着断裂带浅色花岗岩逐渐上升，在这过程中浅色花岗岩出现糜棱岩化，而 8 Ma 的浅色花岗岩则侵位于脆-韧性转换带以上的剪切带内，然后这两者同时随着伸展断层的正断活动，继续上升而被快速带到地表(≪1Ma)。

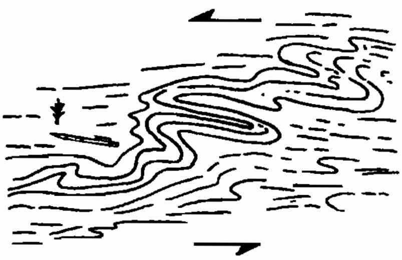

图 5 普兰盆地东缘糜棱岩中发育的不对称褶皱(据照片素描)

Fig. 5 Unsysthenic folds developed in the mylonite on eastern edge of Burang basin

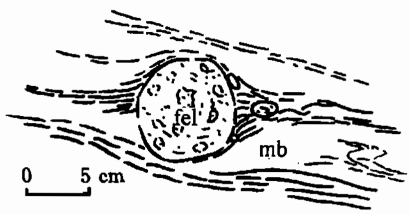

图 6 普兰盆地东缘糜棱岩中发育的旋转眼球构造(据照片素描)

Fig. 6 Rotated augen structure developed in the mylonite on eastern edge of Burang basin

fel—花岗质糜棱岩；mb—大理岩(碳酸质糜棱岩)

fel—Granitic mylonite；mb—marble(calcitic mylonite)

4 讨论

上述的资料揭示：①在普兰盆地东缘，上新世普兰组砾岩与聂拉木群片麻岩之间为正断层接触；②断层的活动时代可能为 19～8 Ma。

区域资料分析表明[10]，普兰盆地东缘正断层沿盆地东缘向北延伸约 20 km 之后，断层走向出现变化，近 SN 向转变为 WNW 向，与 Burchfield 等确定的藏南拆离断层相连接。Burchfield 等[7]提供的藏南拆离断层的 Ar-Ar 法年龄为 22～118 Ma；王根厚等[9]确定的藏南变质核杂岩的年龄为 21～19 Ma，这两者年龄与我们所测的年龄极其相近，同样也表明了普兰盆地东缘发育的拆离伸展构造曾经属于藏南拆离断层。

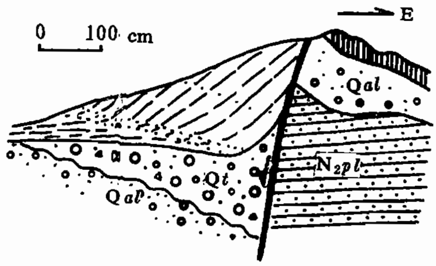

图 7　普兰盆地东缘第四纪的正断层（据照片素描）

Fig. 7　Normal fault in Quaternary on eastern edge of Burang basin

N_2pl—上新世普兰组砾岩；Qt—第四纪坡积物；Qal—第四纪河流沉积

N_2pl—Pliocene conglomerate of Burang Formation；Qt—Quaternary talus deposits；Qal—Quaternary alluvim

然而藏南拆离断层在普兰盆地北侧出现走向变化的原因及其普兰盆地东缘拆离断层的演化仍有不同的解释：其一认为这种变化与喀喇昆仑断层的活动[19,20]有关：早期（22～18 Ma）的拆离伸展构造在普兰盆地北侧也为 WNW 走向（属于藏南拆离断层），但由于后期（<8 Ma）右旋的喀喇昆仑断裂活动，而导致伸展断层走向的变化；另一种解释认为这种变化与西藏南部普遍发育的近 SN 向的新生代盆地的形成有关：新生代（上新世）近 EW 向的拉张与藏南拆离断层的持续活动导致了普兰盆地的形成，同时出现小规模的 SN 向的左型的走滑，从而改变了 WNW 向的藏南拆离断层的走向；但也有可能是这两种假设模式共同起作用的结果。如果前一种假设成立，则说明了喀喇昆仑断层终止于西藏西部这个 S 型的弯转伸展构造之中，而不穿越喜马拉雅山，这就不可能使青藏高原出现大规模的向东脱逸[21]。当然，这一切都有待于野外地质事实的验证。

参 考 文 献

1　Chen Z，Liu Y，Hodges K V，Burchfield B C，Royden L H，Deng C. The Kangmar dome：A metamorphic core complex in southern Xizang(Tibet). Science，1990，250：1552～1556.

2　Heren E. Zanskar shear zone：Northeast—southwest extension within the Higher Himalayas (Ladakh，India). Geology，1987，15：409～413.

3　Hodges K V，Parrish R R，Housh T B，Lux D R，Burchfield B C，Royden L H，Chen Z. Simultaneous Miocene extension and shortening in the Himalayan Orogen. Science，1992，258：1446～1470.

4　Burchfield B C，Royden L H. North-south extension within the convergent Himalayan region. Geology，1985，13：679～682.

5　Brunel M，Arn N，Tapponnier P，Pan Y，Wang Y. Kongar Shan normal fault：type example of mountain building assisted by extension (Karakoram fault，eastern Pamir). Geology，1994，22：707～710.

6　Brunel B. Ductile thrusting in the Himalayas：shear sense criteria and stretching lineations. Tectonics，1986，2(5)：247～265.

7　Burchfield B C，Chen Z，Hodges K V，Liu Y，Royden L H，Deng C，Xu J. The South Tibetan detachment system，Himalayan orogen：extension contemporaneous with and paralled to shortening in a collisional mountain belt. Geol. Soc. Am. Spec. Pap.，1992. 269.

8　Amijo R，Tapponnier P，Mercier J，Han T. Quaternary extension in southern Tibet：Field observations and tectonic implications. J. Geophys. Rev.，1986，91：13803～13872.

9　王根厚，周详. 喜马拉雅造山带变质杂岩表露机制. 地质力学学报，1996，2(3)：27～28.

10　西藏地质局. 西藏地质志. 北京：地质出版社，1987. 10～14，225～228，528～546.

11　Alexander I C，Mattauer M，Malavieille J，Alexander N B. A mechanism for syn-colliosion rock exhumation and associated

normal faulting: Results from physical modelling. EPSL, 1995, 132: 225～232.
12 肖序常,李廷栋,李光芩,高延林,许志琴.青藏高原的构造演化.中国地质科学院院报,1990,总(20):123～125.
13 Soren B D. Provenance of Xigaze for-arc basin clastic rocks (Cretaceous, south Tibet). GSA Bulletin, 1996, 108: 669～684.
14 韩同林.西藏活动构造.北京:地质出版社,1987.
15 Burg J P, Chen G M. Tectonics and structural zonation of southern Tibet, China. Nature, 1984, 311: 219～223.
16 李光芩, Mercier J L.中法喜马拉雅考察结果(1980).北京:地质出版社,1984.
17 Harrision T M, Mckeengan K D, Le fort P. Detection of inherited monazite in Manaslu leucogranite by Pb/Th ion microprocobe dating: crystallization age and tectonic implications. EPSL, 1995, 133: 271～282.
18 Harrision T M, Copeland P, Hall S A, Quade J, Burner S, Ojha T P, Kidd W S F. Isotopic preservation of Himalaya/Tibet uplift, denudation, and climate history of two molasse deposits. J. G., 1993, 100: 157～175.
19 Ratchbacher L. Distribution deformation in southern and western Tibet during and after India-Asia collision. JGR, 1994, 93: 15085～15117.
20 潘裕生,边千韬.昆仑和喀喇昆仑山的地质演化.北京:地震出版社,1996.187～219.
21 Tapponnier P, Peltzer G, Le Dain A Y, Armijo R, Cobbold P. Propagating extrusion tectonics in Asia: New insight from simple experiments with plastin. Geology, 1982, 10: 1339～1384.

Extensional Structure on the Eastern Edge of the Burang Basin, Southwestern Xizang (Tibet)

Chen Zhengle, Wang Xiaofeng
(*Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*, 100081, *China*)
J. F. Ryerson
(*IGPP, LLNL, Livermore, CA* 94550, *USA*)
Yin An and M. Murphy
(*Dept. Earth & Space Sci. UCLA, Los Angeles, CA* 90024, *USA*)

Abstract

1 : 100 000 geological mapping has revealed a previously unrecognized Cenozoic N-S-trending extensional fault on the eastern edge of the Burang basin, southwestern Tibet. Its hanging wall consists of conglomerate of the Pliocene Burang Formation (N_2pl), and its footwall is composed of granite-gneiss, granitic mylonite and carbonate mylonite of the Pre-Cambrian Nyalam Group (AnZ*ny*). Geological measurements in the field show that all the extensional lineation of the mylonite strikes WNW and dips gently, and subparallel normal faults of varying size are developed in the hanging wall and footwall of the fault, one of which forms a large steep slope on the eastern margin of the basin. $^{208}Pb/^{232}Th$ ion microprobe dating of undeformed and deformed leucogranite emplaced into the mylonite in the footwall of the fault yields ages of 8.0±0.2 Ma and 19±1 Ma respectively, and regional geological data also show that the normal fault is a component part of the large-scale WNW-trending southern Tibet detachment extensional structure developed along the northern slope of the Higher Himalayas. The authors infer that the change of the strike of the extenisonal fault from NNW to N-S in the Burang basin and the formation of the basin are related to the right-lateral Karakorum fault system.

Key words: Burang basin; detachment extensional structure; southwestern Xizang (Tibet)

作 者 简 介

陈正乐,男,1967年生。1989年毕业于北京大学地质系,1997年获硕士学位。现为中国地质科学院地质力学研究所副研究员,主要从事构造地质、矿产地质等方面研究。通讯地址:100081,北京海淀区民族学院南路11号;电话:68422378;E-mail:xhchen @ cenpok.net。