

青藏高原冈底斯当穹错—许如错—一带新近纪—第四纪地堑的基本特征

徐祖丰, 刘细元, 罗小川, 邹爱建

XU Zu-feng, LIU Xi-yuan, LUO Xiao-chuan, ZOU Ai-jian

江西省地质调查院, 江西 南昌 向塘 330201

Jiangxi Institute of Geological Survey, Xiangtang 330201, Nanchang, Jiangxi, China

摘要:新近纪以来, 印度板块—欧亚板块碰撞期后和抬升阶段发育的新构造和“老构造”的活化, 在青藏高原冈底斯—念青唐古拉板片中主要表现为一系列南北向展布的张性构造带和北东、北西向展布的走滑断层, 尤以南北向张性构造带活动最为明显, 也是现今仍具强烈活动特点的构造带。当穹错—许如错南北向断裂带就是其中之一, 由其控制的当穹错—许如错新近纪—第四纪地堑, 南北长约190 km, 东西宽5~25 km, 由当穹错、当惹雍错、许如错3个子盆地组成。盆缘断裂的形成始于新近纪, 第四纪全新世仍有活动, 由差异升降导致盆地沉积中心在地堑中自南往北具有由东→西→东的变化趋势, 地震、地热等活动南强北弱, 反映了青藏高原具整体有限隆升、局部差异升降、新构造活动南强北弱的特点。

关键词:西藏; 冈底斯; 地堑; 活动断裂; 新近纪—第四纪

中图分类号: P542+.32; P534.6

文献标识码: A

文章编号: 1671-2552(2006)07-0822-05

Xu Z F, Liu X Y, Luo X C, Zou A J. Basic characteristic of the Neogene-Quaternary graben in the Tangqung Co-Xuru Co area, Gangdise, Qinghai-Tibet Plateau. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(7):822-826

Abstract: Since the Neogene, the reactivation of neotectonics and “paleotectonics”, which occurred in the uplift stage after India-Eurasia collision, has been mainly manifested by a number of N-S extensional belts and NE- and NW-trending strike-slip faults, especially N-S extensional belts, in the Gangdise-Nyanqêntanglha slab on the Qinghai-Tibet Plateau. They are now tectonic belts with the characteristics of strong activities. The N-S-trending Tangqung Co-Xuru Co fault belt is one of these belts. The Neogene-Quaternary Tangqung Co-Xuru Co graben controlled by the belt is ~190 km long from north to south and 5-25 km wide from east to west and consists of the Tangqung Co, Tangra Yumco and Xuru Co subbasins. The basin-margin faults formed in the Neogene and were still active in the Holocene. Due to differential uplift and subsidence, the depocenter of the basin had a trend of change from east→west→east from south to north in the graben and activities such as earthquakes and geothermal activities were strong in the south and weak in the north, reflecting that the Qinghai-Tibet Plateau is characterized by limited wholesale uplift, localized differential uplift and subsidence and strong neotectonic activity in the south and weak tectonic activity in the north.

Key words: Tibet; Gangdise; graben; active fault; Neogene-Quaternary

在青藏高原冈底斯—念青唐古拉板片中, 由印度板块—欧亚板块碰撞期后和抬升阶段发育的新构造和“老构造”活化所留下的构造形迹丰富多彩, 其中由南北向张性构造带控

制形成的当穹错—许如错新近纪—第四纪南北向地堑即是典型的代表^{①-④}。该地堑北限于班公湖—怒江结合带, 南至雅鲁藏布江结合带, 南北长约190 km, 宽6.25~25 km不等, 由当

收稿日期: 2005-06-15; 修订日期: 2006-04-14

地调项目: 中国地质调查局项目《1:25万邦多区幅、措麦区幅区域地质调查》(编号: 20001300009161) 成果。

作者简介: 徐祖丰(1964-), 男, 高级工程师, 从事区域地质矿产调查研究工作。E-mail: xzf330201@163.com

① 西藏自治区地质局. 1:100万日喀则幅、亚东幅区域地质调查报告. 1983.

穹错、当惹雍错、许如错3个子盆地组成。地堇东西分别由当雄—文部—查孜和脚相给—朗穷—格尔耿—那苏2条南北向活动断裂所夹。活动断裂追踪北北东断裂折线形发育,穿越不同地质构造单元并控制断陷盆地、断块山地、第四纪堆积物的发育与分布(图1),在TM图像上显示为特征明显的南北向折线形地貌异常带^[9]。

1 地堇盆缘断裂特征

1.1 断裂基本特征

当穹错—许如错地堇盆地主要受2条大致平行的近南北向折线形活动断裂控制(图1),东缘为当雄—文部—查孜断裂,西缘有脚相给—朗穷—虾桑拉—格尔耿—那苏断裂。两断裂南北长均大于190 km,相距宽6.5~25 km不等,倾向相向,倾角60~85°不等。平面上构成藕节状图案,在TM图像上组成特征明显的南北向折线形地貌异常带,横向沉积构造剖面上呈两堇夹一垒的构造格局。断裂晚近时期活动迹象明显。文部等地沿断裂带发育的断层崖、断层三角面构造地貌特征清晰,气势壮观。格尔耿、那苏、查孜等地,受益缘断裂活动影响,洪积扇发生迁移、叠加改造,端点呈线状排列。沿东缘断裂分布有当雄温泉、扎日取胜热泉等,受西缘断裂控制的地热北有马尔作热泉,中部有曲增黎温泉,南端有查孜水热爆炸。脚相给、亚前等地曾发生不同级别的地震。

1.2 断裂运动学、动力学特征

控制地堇盆地断裂的运动学、动力学特征明显,如盆地东缘的当雄—文部—查孜断裂产状为 $240^{\circ} \angle 60^{\circ}$ (图2、图3),断面擦痕显示其为正断层。断层上盘为第四纪更新世湖积层,受断裂影响,近基岩约5 m附近的砾石层沿断层面下滑约20 m,砾石发生明显碎裂,呈棱角—尖棱角状。断裂下盘晚白垩世花岗岩发育2期节理,早期为2组非透入性节理,节理面平直,晚期为透入性共轭剪切节理,产状分别为 $25^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 、 $360^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 。断裂内为发育具隐晶结构的硅化石英岩,硅化石英形成于2个阶段,早阶段石英为犬齿状,颗粒粗大,长径3~6 mm;晚阶段石英为早阶段石英碎裂重结晶而成的(约10%),犬齿状结构,无定向构造。

本次调研于盆地东缘(文部)断裂带内,采石英岩中的方解石作测年,获得11 kaBP的年龄值(测年单位为成都理工大学),证明该断裂在全新世时期仍活动较强烈。

盆地西缘的脚相给—朗穷—虾桑拉—格尔耿—那苏断裂在当惹雍错西岸扎列拿一带见有2期活动特征,早期破裂面上盘见石英脉产生牵引褶皱,显示在东西向挤压应力的作用下,由西往东逆冲运动,后期活动产生一组产状为 $270^{\circ} \angle 50^{\circ}$ 的小型破裂面,切割另一组节理($330^{\circ} \angle 40^{\circ}$)及沿其产出的透镜状石英脉。在西缘虾弄勒嘎一带盆地西缘构造呈3条规模不等的正断层,自西往东由高到低梯状分布,东西宽近百米,走向延伸达10 km以上,断裂面倾向盆地中心,倾角60~80°不等,断裂切割第四纪中一晚更新世湖积层,上盘地层下降,断裂距约6 m。

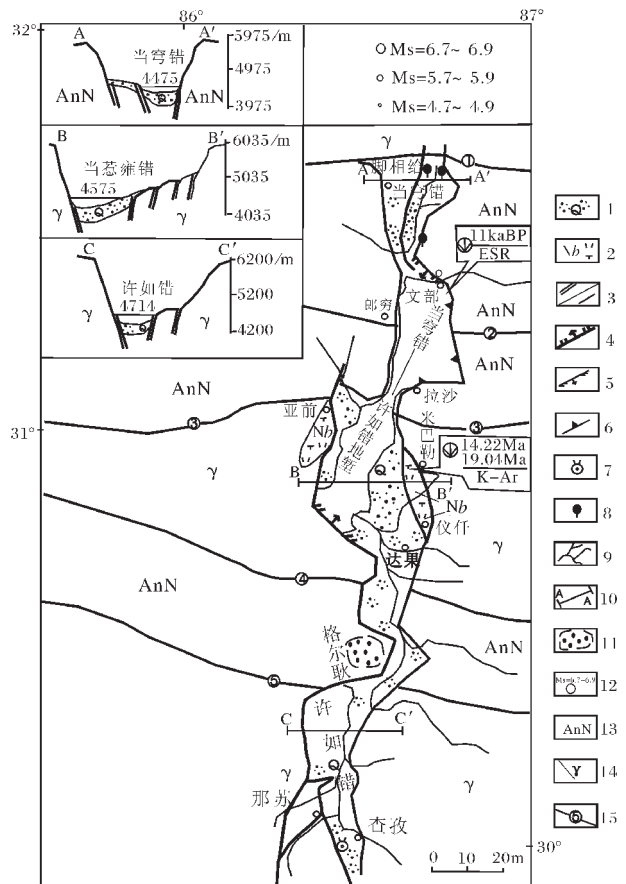


图1 当穹错—许如错一带新近纪—第四纪南北向地堇地质略图

Fig.1 Geological sketch map of the Neogene-Quaternary N-S-trending graben in the Tangqung Co-Xuru Co area, Gangdisse, Qinghai-Tibet Plateau
1—第四系;2—新近纪布嘎寺组;3—活动断层;4—正断层;5—走滑断层;6—断层三角面;7—水热爆炸;8—热泉;9—水体;10—剖面位置;11—现代冰川;12—震中与震级;13—前新近系;14—冈底斯晚燕山期—喜马拉雅期岩浆弧带;15—①嘎色断裂;②噶尔—古昌—吴如错断裂;③革吉—果芒错断裂;④窝藏断裂;⑤隆格尔—纳木错—仲沙断裂

在当惹雍错南部,盆地西缘断裂呈北西向(图4),产状为 $40^{\circ} \angle 65^{\circ}$ 。在该断裂北东冲洪积扇发育,端点呈直线型排列,全新世扇体切割并镶嵌于中更新世冲洪积扇体内,在西南侧断块山地的快速上升形成规模巨大的断层三角面。断裂不仅直接控制盆地及第四纪堆积层,在始新世二长花岗岩中还发育宽约300 m的剪切破碎带。断裂带内发育的镜面、构造透镜体的特征显示该断裂为左行斜向走滑性质。即断层上盘第四系向北西方向斜滑下降,与该地区湖泊沉降中心向北西迁移是一致的,表明其可能系由“老”断裂活化而成的,是东西向伸展与南北向挤压共同作用的结果。

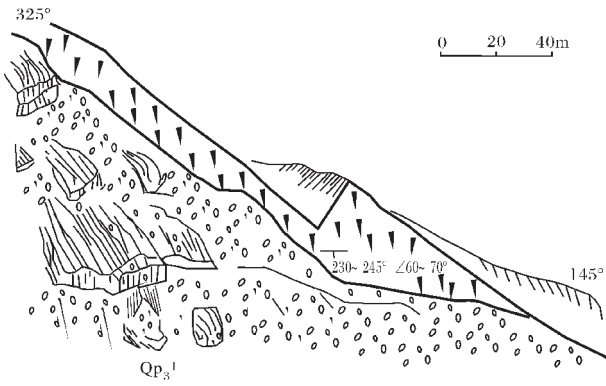


图2 第1481号断层三角面及下滑的湖积砾石层素描
 Fig.2 Sketch of the triangle plane of fault
 No. 1481 and sliding lacustrine gravels
 Qp₃¹—晚更新世湖积层

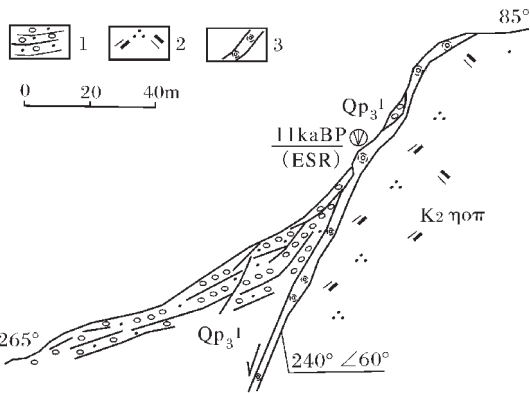


图3 文部活动断裂素描
 Fig.3 Sketch of the Wenbu active fault
 1—砂砾层; 2—晚白垩世石英二长斑岩; 3—硅化石英岩;
 Qp₃¹—晚更新世湖积层; K₂η₀π—晚白垩世石英二长斑岩

2 地堑盆地沉积充填特征

自盆地边缘至中心,盆内发育冲洪积相、三角洲相和湖泊相三大基本沉积体系。

冲洪积体系以山麓冲洪积扇及扇三角洲为主,广泛发育于地堑盆地东西两侧山麓及河流(或冲沟)出口附近,尤以许如错、当惹雍错南西部及东部、当穹错北东等断块山麓带最为发育。扇根紧靠断块山,往往多个扇体紧密相连构成冲洪积扇裙,形成倾向湖心的台地。扇体主要由分选极差、成层性不好的砾石、砂构成。在剖面上表现为比较厚的砂砾层,但横向上很不稳定,在平面上呈明显的扇状,扇中部分特别厚,向扇缘迅速变薄、尖灭。不同时代的扇体具叠覆、切割现象,更新世冲洪积扇体紧靠边盆缘,形成巨大的高位冲洪积倾斜台地。全新世冲洪积扇明显受盆缘断裂控制,扇体长而窄,切割更新世冲洪积扇台地,呈镶嵌形式产出,构成低位冲洪积倾

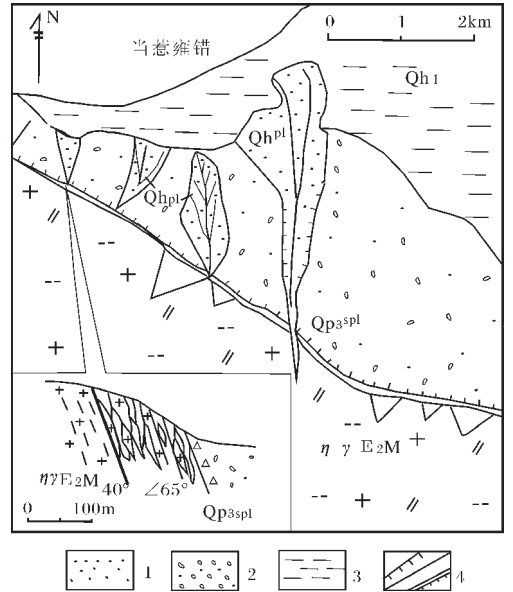


图4 当惹雍错南西第6486号洪积扇叠加迁移特征
 Fig.4 Characteristics of superimposition and migration of the No. 6486 proluvial fan in the southwest of Tangra Yumco
 1—现代洪积扇; 2—早期洪积扇; 3—湖积层; 4—洪积扇阶地、活动断层; Qh¹—全新世湖积层; Qh^{pl}—全新世洪积层; Qp₃^{spl}—晚更新世洪积层; ηγE₂M—麻拢各几单元二长花岗岩

斜台地。在较大河流出口处,冲积扇伸展到湖滨,构成典型的扇三角洲。如朗穷、拉沙等源于断块山的短小流急的小溪和冲沟,搬运泥砂和砾石在山麓下和湖滨向湖进积而成的扇体,它们远端进入湖滨带受湖浪搬运改造,出现狭窄的扇缘湖滨砾砂带,并以较大坡度加积在浅湖泥层上。此外,盆地边缘部分陡峭的山麓带(如格尔耿)还有大小不等的重力碎屑堆或倒石堆。

流入地堑盆地的水系多为东西向季节性的短小河流,仅有查孜藏布和达果藏布长年有水由南向北分别注入许如错和当惹雍错,在其河口发育扇状三角洲。

湖泊沉积体系在整个地堑盆地沉积物中占有重要地位。中更新世以来在当穹错—许如错地堑盆地沉积了大致连续的湖积层,共发育6~7级阶地(图5),总体呈南北向条带状展布于盆地边缘及各子湖盆垭口,长约190 km,东西宽度变化较大(16.25~25.0 km)。湖积层时代(369.31 kaBP, 230.43 kaBP)总体为自盆地边缘往中心由老渐新。中更新世湖积层构成第Ⅵ、Ⅶ级阶地(图5),湖积层厚度大于14.3 m,相对高差(105 m~93.4 m~38.2 m)由南往北渐小(图6);晚更新世湖积层(图5)组成第Ⅲ—Ⅴ级阶地,湖积层厚度大于40.7 m,相对高差(49 m~84.1 m~116.5 m)由南往北变大(图5)。全新世湖积层则呈不规则环带状分布于现代湖泊周边,构成第Ⅰ、Ⅱ

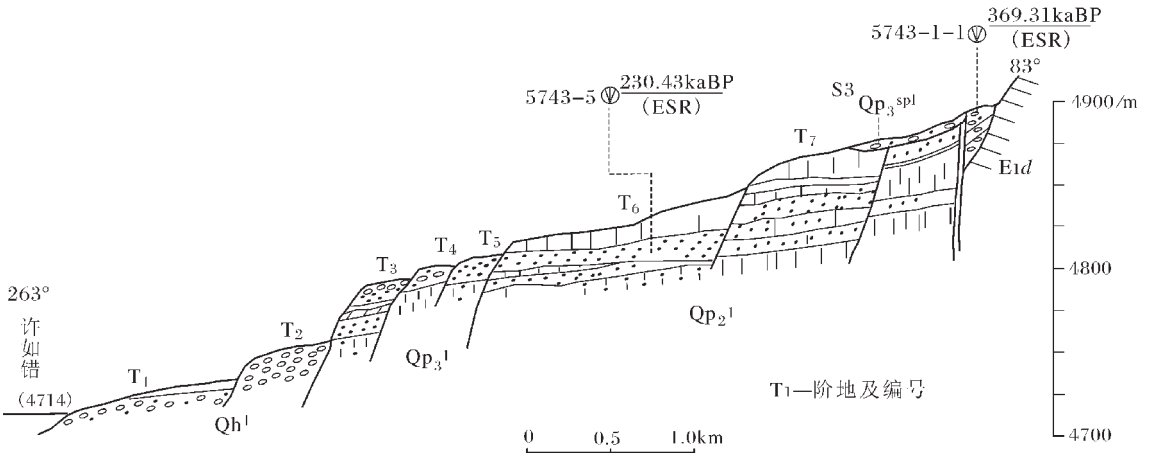


图5 昂仁县堂波第四纪中更新世—全新世湖积层实测剖面

Fig.5 Stratigraphic section of the middle Pleistocene-Holocene lake sediments

(Qp₂¹-Qh¹) at Tangbo Lake, Ngamring County

Qh¹—全新世湖积层; Qp₃¹—晚更新世湖积层; Qp₂¹—中更新世湖积层; E_{id}—典中组

级阶地,相对高差由南往北变大(32 m~37.5 m~104.5 m)。

湖积层不仅出露海拔和相对高度具南北差异,而且由于地堑东西两侧边缘断裂活动不对称,沉积中心南部由东往西迁移,北部则相反,由西往东迁移。湖积层在许如错、当惹雍错南东和当穹错南西较发育,形成湖积平原或台地,但在许如错西侧、当惹雍错南西、当穹错北东湖积层则明显不发育,仅见狭窄的滨湖相沉积。

3 地貌特征

地堑四周为山地地貌,盆地内部以高冲洪积倾斜台地、低冲洪积扇裙和湖泊阶地地貌为主。

山地地貌以地堑东西两侧断块山地的特征最为显著,兼具地势自南而北逐渐降低的共同特征,又有东西两侧的明显差异。东侧主要为掀斜式断块山地,其中以北部文部、当雄一带最发育,断层三角面特征保存完好;西侧断块山地有掀斜式、地垒式2类。前者主要见于许如错与当惹雍错西岸,地垒式山地主要有格尔耿断块山(6623 m),与盆地面相对高差一般达千米以上,最大可达2000 m,山上发育有现代冰川。

高冲洪积倾斜台地分布于盆地南东那苏等地,以山麓扇形倾斜台地形式出现,海拔一般为4150~4500 m,地形自然坡度4~6°,受后期流水作用破坏,表层冲沟发育,台地由冲洪积、洪积物组成。

低冲洪积扇裙主要分布在南部查孜等地,后缘标高4200~4350 m,地形保存较完整,地表自然坡度3~5°,前缘地带可见2~3级台地,并与湖滨平原形成一明显的地形转折。

近代冲洪积扇规模比较小,主要分布在各较大冲沟出口处,平面多呈近东西向长条状,自然坡度2~3°,其规模大小主要决定于沟谷长短、受水面积大小及物质来源多寡,扇体形

态保存完整,卫片影像清楚,可覆盖多级阶地。

地堑区水系呈现以现代湖泊为中心的星状水系格局,东西向河流多而短,一般不超出地堑两侧活动断裂,或直接汇入湖泊,或汇入南北向河流。少量发源于地堑外的东西向河流到地堑区则急速改变为南北走向。

湖泊地貌为地堑区的主要地貌类型,总体表现出由于地堑区相对下降及气候的干旱,湖泊强烈退宿,形成地堑区广阔的湖滨平原,各湖泊之间均隔以平坦的垭口,以现代湖泊为中心发育同心环状的湖积堤。

最高湖积层(4900 m~4750 m~4734.5 m)及现代湖面海拔由南往北渐低(表1、图6),最高湖积层与现在湖面高差则自南而北逐渐增大(186 m~215 m~259.2 m)。以最高湖积物海拔高差计算地堑总掀升率为1.6%,许如错—当惹雍错掀升率约

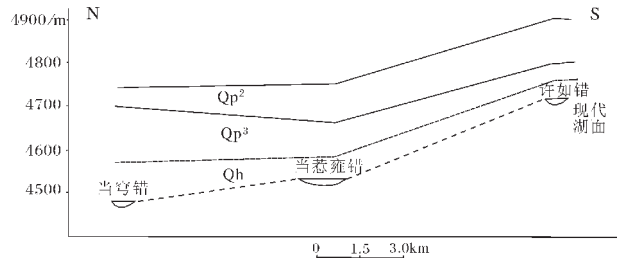


图6 当穹错-当惹雍错-许如错南北向地堑第四纪湖积层及现代湖泊高程

Fig.6 Quaternary lake sediments and modern lake altitudes of the N-S-trending Tangqung Co-Tangra Yumco-Xuru Co graben

Qh—全新世湖积层; Qp₃—晚更新世湖积层;

Qp₂—中更新世湖积层

表1 当穹错—许如错一带湖积物分布高程

Table 1 Elevation of the distribution of lake sediments in the Tangqung Co-Xuru Co area

盆地名称	湖面海拔 /m	湖岸线(湖积物)海拔 /m							
		最高	与湖面高差	Qh		Qp ₃		Qp ₂	
				分布高程	相对高差	分布高程	相对高差	分布高程	相对高差
当穹错	4475	4734.2	259.2	4475~4579.5	104.5	4579.5~4696	116.5	4696~4734.5	38.5
当惹雍错	4535	4687	152	4535~4574	39.0	4574~4645	71	4645~4687	42
当若雍错	4535	4750	215	4535~4572.5	37.5	4572.5~4656.6	84.1	4656.6~4750	93.4
许如错	4714	4900	186	4714~4746	32	4746~4795	49	4795~4900	105

2%,当惹雍错—当穹错约0.1%。以上特征反映盆地于中更新世晚期已达到最大规模,中更新世末—晚更新世初的新构造作用及气候环境变化,使湖泊总体趋于萎缩,由南往北的掀升作用愈趋显著。

4 讨论与结论

当穹错—许如错地堑位于冈底斯东段,是该地区具有代表性的南北向构造带,并与青藏高原新构造运动演化密切相关,研究探讨其形成时代及运动学、动力学机制可从一个侧面提示青藏高原隆升过程中新构造活动的特征。

(1)地堑形成时代讨论:当穹错—许如错地堑区地貌、第四系分布、正断层切割第四纪沉积、沿断层大量发育温泉等特征都表明该地堑属活动构造。当穹错—许如错地堑构造切割了研究区所有早期的褶皱和断裂构造,表明伸展构造发生于高原强烈地壳缩短变形之后。从地堑的演化来看,断裂构造的形成先于盆地沉积,本次工作所获沿地堑盆缘断裂分布的火山岩的同位素年龄值(K-Ar法)为19.04 Ma、14.22 Ma、12.2 Ma^[9],而当穹错—许如错断陷盆地第四系沉积中获最大年龄为369.3 ka(ESR),表明地堑的形成早于369.3 ka。因此,综合分析断陷盆地沉积建造并结合断层年代学和区域构造特征,可以认为冈底斯东段的伸展作用始于中新世^[7],至全新世仍有活动,当穹错—许如错地堑则是上新世末至早更新世形成并于中更新世达到最大规模。这一点从目前高原获得的地堑构造中正断层的最老时代为14~13 Ma^[9]可得佐证。

(2)地堑构造区域地质意义浅析:地堑区现代湖泊、湖积堤南高北低、南北向张性断裂发育程度及地震、地热活动的南强北弱的趋势等特征,反映冈底斯新构造活动区内新构造活动南强北弱,且与青藏高原新构造活动南强北弱的特征相一致。盆缘断裂追踪并切割早期东西向线形构造,既控制盆地和洪积扇的发展又使洪积扇产生迁移,表明其既有继承性又有新生性,活动不仅有垂向升降也具走滑特征,显示地堑构造活动仍处于南北向挤压应力场中^[8]。米巴勒、仪仟等地沿盆缘断裂呈南北向分布的19.04~12.6 Ma的钾玄岩系列火山岩,成

因与碰撞造山后陆内俯冲有关,其物质源自EMI地幔^[9],表明冈底斯地区伸展构造受深部热力学机制的制约^[7]。而且与冈底斯逆冲时代为27~18 Ma,上限年龄为18 Ma相吻合^[10]。

冈底斯地区出现的当穹错—许如错等南北向地堑,是新生代以来印度—欧亚板块发生强烈碰撞作用,印度板块持续向北运动,高原隆升机制由以南北向挤压缩短为主向深部热动力学体制作用下整体隆升转变的过程中形成的^[7]。与南部板块碰撞所产生的近程应力直接有关^[9]。南北向地堑新构造活动产生的强烈应力释放,减弱了南北向挤压对地壳缩短、增厚隆起的作用,是影响高原有限隆升的重要因素之一。

本文是集体劳动的成果,旨在为揭示青藏高原隆升机制提供一点素材,不足之处,敬请同仁指正。

参考文献:

- [1]西藏自治区地质局.西藏自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1993.
- [2]潘桂荣,王培生,徐耀荣,等.青藏高原新生代构造演化[M].北京:地质出版社,1990.
- [3]施雅风,李吉均,李炳元.青藏高原晚新生代隆升及环境变化[M].广东:广东科技出版社,1998.
- [4]赵政璋,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.
- [5]杨德明,李才,王天武.西藏冈底斯东段南北向构造特征与成因[J].中国区域地质,2001,20(4):394-397.
- [6]李亚林,王成善,伊海生,等.长江源区新生代地堑的构造特征与形成机制[J].地质通报,2006,25(1-2):204-212.
- [7]Peter M, Blisniuk, Bradley R. Normal faulting in central Tibet since at least 13.5Ma ago[J]. Nature, 2001, 412(9):628-639.
- [8]陶晓凤,刘登忠,朱利东,等.西藏措勤地区夏康地垒的形成及隆升特征[J].地质通报,2003,22(11-12):941-943.
- [9]廖思平,陈振华,罗小川,等.西藏当惹雍错地区白榴石响岩的发现及地质意义[J].地质通报,2002,21(11):735-738.
- [10]陈文奇,李齐,周新华.西藏高原南部两次快速冷却事件的构造含义[J].地震地质,1996,18(2):109-115.