

西藏谷露盆地西缘断裂新活动特征研究^①

刘 静¹, 申旭辉¹, 孟 恺², 关 鹏³

(1. 中国地震局地震预测研究所, 北京 100036; 2. 中国地质大学, 北京 100083;
3. 河北大地土木工程有限公司, 北京 100027)

摘 要: 谷露盆地位于亚东—当雄构造带的最北端, 全长约 50 km。通过遥感解译和实地野外考察, 将盆地内的堆积扇分为中更新世、晚更新世末期—全新世和全新世晚期三期, 并认为其西缘断裂带是一条既有垂直运动又兼具右旋走滑的正断层。通过测定错断地质体位移和沉积物年龄样品, 得到断裂带在 1952 年当雄北 7.5 级地震的同震水平位移为 5.5 m, 同震垂直位移为 2~5 m; 4 ka 以来的水平滑动速率为 3.75 mm/a, 垂直滑动速率为 0.5~1.5 mm/a; 大约 10 ka 以来的水平滑动速率为 1.0~5.0 mm/a, 垂直滑动速率为 0.5~0.85 mm/a。

关键词: 青藏高原; 谷露盆地西缘断裂带; 滑动速率

中图分类号: P315.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2009)03-0272-05

Study on the New Active Characters of Western Margin Fault of Gulu Basin, Tibet

LIU Jing¹, SHEN Xu-hui¹, MENG Kai², GUAN Peng³

(1. Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration, Beijing 100036, China;

2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3. Hebei Dadi Civil Engineering Co. Ltd., Beijing 100027, China)

Abstract: Gulu Basin which extends over 50 km is situated in the middle of Tibet, and belongs to the north segment of Yadong—Dangxiong fault zone. Based on interpretation of remote sensing and geological tracing result, the ages of sedimentary fans are divided into three stages: Mid-Pleistocene, late time of Late—Pleistocene to Holocene and late time of Holocene. The western margin fault of Gulu Basin is a normal fault which has both vertical and right-lateral movement. Through researching the displacements and the sediments dates, it is obtained that the coseismic horizontal displacement is about 5.5 m, and the coseismic vertical displacement is 2~5 m in M_s 7.5 earthquake at north of Dangxiong in 1952; the horizontal slip speed is 3.75 mm/a, and the vertical slip speed is 0.5~1.5 mm/a since 4 ka; the horizontal slip speed is 1.0~5.0 mm/a, and the vertical slip speed is 0.5~0.85 mm/a since about 10 ka.

Key words: Tibet plateau; Western margin fault of Gulu Basin; Slip speed

0 引言

谷露盆地位于青藏高原中部地区, 属于亚东—当雄构造带的最北端。其西缘断裂从南侧的年波开始, 向北经过顶莫多、巴仁多、得木来、过龙孔玛、烟它, 一直延伸至凶欧错北, 全长约 50 km。

多年来已有不少学者对谷露盆地的地质及构造

等方面进行了研究^[1-5], 吴章明等^[2]对本区错断地质体进行了测量, 并将西缘断裂带分为七段; 吴珍汉等^[3-4]阐述了谷露盆地的构造地貌形成与演化过程; 陈正位等^[5]通过遥感解译及地质调查将该区的地貌面分为五级。前人的研究成果主要集中在盆地内的

① 收稿日期: 2008-09-24

基金项目: 中国地震局基本科研业务专项(0207690217)

作者简介: 刘 静(1979—), 女(汉族), 辽宁营口人, 硕士, 主要从事构造地貌、空间对地观测技术等研究。

地质与地貌上,对本区域内断裂活动速率研究的较少,且缺少较准确的错断地层年龄数据。本文旨在通过测量地质体的错断距离及其测年数据(OSL),得出此断裂带晚更新世以来的滑动速率,从而为藏南裂谷系晚第四纪以来的活动提供研究基础。

1 谷露盆地地质地貌概况

谷露盆地为一南北向延伸的狭长盆地(图1),东西两侧为山地地貌。西侧为念青唐古拉山南东麓,山地坡度较陡,山脊走向EW~NE向,山地常年积雪。西缘断层沿山麓发育1~3条断层陡坎,陡坎断距不等。东侧山体坡度较西侧平缓,山脊走向EW~NW向,只在山顶处为常年积雪,遥感图像上错断地貌不明显。盆地内多为季节性河流,春夏季

有大量的冰雪融水在支沟中流动,秋冬季大部分支沟干涸,盆地内见多处沼泽地带。桑利乡附近的桑曲和给秀淌为本区的常年性河流,两者在盆地南端汇合,流向东南方向。

本区大致发育四级剥夷面:Ⅰ级海拔5 900~6 100 m,只在盆地西侧分布;Ⅱ级海拔5 600 m左右,东西两侧均有分布;Ⅲ级海拔5 200~5 400 m,盆地东侧较明显;Ⅳ级海拔4 900~5 100 m左右,东西两侧均有分布。盆地底面在4 600~4 700 m之间,为第四纪期间构造抬升、河流下切而成,东西两侧堆积扇上发育2~3级阶地。

谷露盆地内的第四纪沉积物主要为冰水沉积,沿盆地两侧发育三期堆积扇。一期扇为冰水堆积,

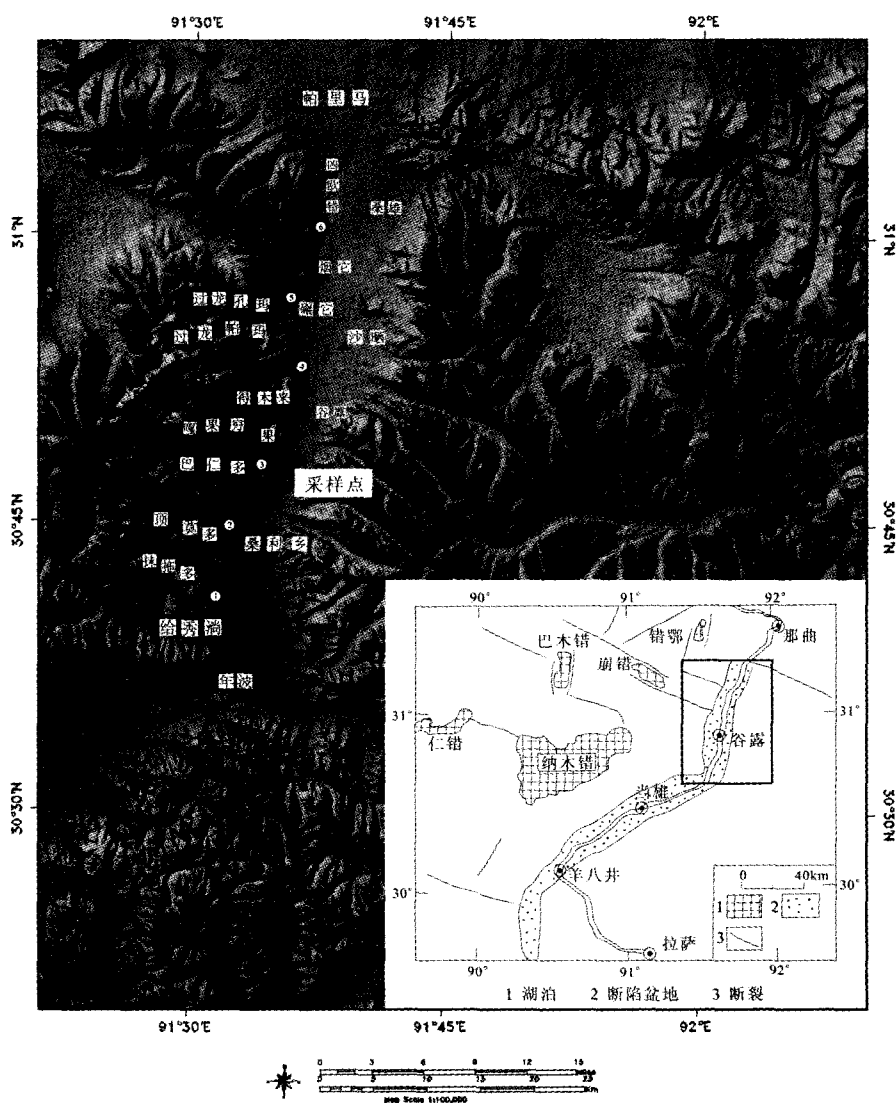


图1 谷露盆地地貌阴影图

Fig. 1 Geomorphology shadow picture of Gulu Basin.

地貌上表现为多条冰川终积垄及侧积垄,成份为砂砾石,砾石岩性以花岗岩为主,砾径 5~8 cm 的居多,次磨圆状或磨圆状。据研究,念青唐古拉山南东麓的大部分冰碛物年代为中更新世^[6]。二期扇以冰水堆积为主,扇面较平坦,由支沟冲出向盆地内扩散,沉积物为砂砾石,砾石占 50%~60%,岩性为石英岩、灰岩、花岗岩、凝灰岩等,砾径以 3~5 cm 及 10~15 cm 的居多,偶见砾径约 50 cm 的砾石,次棱角状或次圆状,分选一般。在巴仁多沟内的两处扇体上,距扇顶 0.4 m 和 0.5 m 取中一粗砂年龄样品,其光释光年龄(OSL)分别为 7.79 ± 2.40 ka 和 9.47 ± 0.88 ka。此次测年主要是针对石英进行粗颗粒测定,但实验过程中发现沉积物中长石过多,所以年龄结果稍偏年轻,因此我们认为二期扇体为晚更新世末期—全新世沉积。三期扇为冰水堆积和冲洪积堆积,切割一、二期堆积扇,沉积物以砾石为主,顶部覆盖 1~2 m 的粗砂或细砂,砾石岩性多为灰白色的闪长花岗岩,砾径以 10~20 cm 的大砾石居

多,次磨圆状或磨圆状。在距此期扇顶 1.5 m 处取年龄样品,光释光测年(OSL)结果为 0.67 ± 0.08 ka,因此认为三期堆积扇为全新世晚期堆积。

2 断裂展布与分段特征

谷露盆地西缘断裂从南侧的年波开始,向北经给秀淌、抹拖多、顶莫多、巴仁多、嘎果穷果、过龙帕玛、过龙孔玛、碾它、烟它,直至凶欧错北侧 3 km 处呈发散状逐渐尖灭结束,总长约 50 km。总体走向 SN 向,平面上呈折线形。断裂西盘是高昂的雪山,东盘是平坦的谷露盆地。遥感影像显示,断裂西盘上升,东盘下降。

通过遥感解译及详细的野外地质调查表明,谷露盆地西缘断裂具有明显的分段性,自南向北可分为 6 段(如图 1 中红线所示):年波—顶莫多段、顶莫多—巴仁多段、巴仁多—得木来段、得木来—过龙孔玛段、过龙孔玛—烟它段、烟它—凶欧错北段,每段具体特征见表 1。

表 1 谷露盆地西缘断裂分段统计结果

序号	分段	走向	长度/km	特征
①	年波—顶莫多	SN	12.5	发育断层陡坎及断层三角面,右旋错断支流
②	顶莫多—巴仁多	NE	5	陡坎地貌十分明显
③	巴仁多—得木来	N30~40°E	10	发育断层陡坎、丫口地貌及断陷塘
④	得木来—过龙孔玛	SN	10	右旋错断支流,存在两组温泉
⑤	过龙孔玛—烟它	NEE	6	具断层陡坎及小地堑
⑥	烟它—凶欧错北	SN、NE	12	发育断陷湖和 2~3 级断层陡坎,右旋错动冰川终积垄

3 错动位移

在野外地质调查基础之上并综合前人研究成果^[2],认为谷露盆地西缘断裂为一条兼具右旋运动的正断层,错断位移量上既有水平错动位移,也有垂直错动位移。

在谷露盆地西缘断裂上,多条支流发生右旋的

水平位错(表 2)。在给秀淌支沟内,现代河流及河漫滩发生水平 5.5 m 的右旋位错(图 2);查弄南侧支沟(图 3),因断层的水平右旋运动,形成 20 m 的滑动位移,且在其南西侧发育断层三角面。此外,沿断裂带还发现几处山脊的右旋位移(表 2)。

表 2 地貌右旋位错量统计结果

地点	坐标	位错量/m	活动期次	备注
凶欧错北侧	31°1'35.2"N, 91°37'18.6"E	52	Ⅲ	实际测量
凶欧错西南侧多个冰川终积垄	31°1'50.3"N, 91°37'19.4"E	30~40	Ⅲ	实际测量
查弄南侧支沟	30°52'54.0"N, 91°35'14.2"E	20	Ⅱ	实际测量
过龙帕玛沟	30°54'15.0"N, 91°35'50.2"E	45.4	Ⅲ	实际测量
给秀淌	30°38'44.2"N, 91°31'46.2"E	5.5	I	实际测量
抹托多南侧山脊	31°42'30.0"N, 91°30'31.2"E	200	V	地形图上测量
年波北侧山脊	31°38'4.2"N, 91°32'15.9"E	52	Ⅲ	实际测量
查弄南山脊	30°52'23.5"N, 91°36'40.2"E	103	Ⅳ	实际测量

谷露盆地西缘断裂带的垂直位错主要表现在断层陡坎上,沿断裂带分布着大量断距不等的断层陡坎,笔者对断层陡坎明显的地方进行了测量,具体位置及断距见表 3。

此处断层陡坎有的是一次错断形成的,如图 4(a)、(b)中的中上陡坎;有的是多次错断的累加,如图 4(b)的下陡坎;也有的陡坎是以上两种情况均有



图2 给秀淌河流右旋位错

Fig. 2 Right-lateral displacement at Gei Xiutang river.

体现,如图4(b)所示。依据各断层陡坎错距及相应沉积物年代,可将陡坎的形成时期划分为5期(由新到老),每期错距分别为2~5 m,2~6 m,5~8.5 m,5.5~16 m,30 m。

依据上文所述的各地质体错断位移及相应的沉积物年代,可将谷露盆地西缘断裂带的水平和垂直滑动位移从新至老分为5期(表4),I期水平位移为5.5 m,垂直位移为2~5 m;II期水平位移为15 m,垂直位移为2~6 m;III期水平位移10~50 m,垂直位移为5~8.5 m;IV期水平位移50 m,垂直位移5.5~16 m;V期水平位移100 m,垂直位移30 m。



图3 查弄南侧支沟右旋位错

Fig. 3 Right-lateral displacement at south Chanong gully.

表3 断层陡坎测量统计结果

测量位置	测量起始点坐标	测线方向	错距/m
凶欧错北-1	31°05'00.8"N, 91°36'32.2"E	65°	8.0
凶欧错北-2	31°04'55.5"N, 91°36'34.4"E	100°	上陡坎 6.0, 下陡坎 7.0
凶欧错北-3	31°04'29.1"N, 91°36'35.3"E	85°	上陡坎 5.8, 下陡坎 15.2
凶欧错北-4	31°04'20.9"N, 91°36'40.4"E	65°	12.5
给秀淌河漫滩	30°38'44.2"N, 91°31'46.2"E	50°	2.6
年波北-1	30°38'12.0"N, 91°32'16.4"E	90°	28.3
年波北-2		90°	16.1
年波北-3		80°	6.5
查弄	30°52'55.2"N, 91°35'14.2"E	65°	30.3
查弄南-1	30°52'23.5"N, 91°36'4.6"E	75°	2.3
查弄南-2	查弄南 1 向东 200m	70°	2.5
过龙帕玛	30°54'14.2"N, 91°35'49.0"E	115°	一级陡坎 16, 二级陡坎 27.4, 三级陡坎 4.7
决若玛沟	30°50'57.6"N, 91°34'43.5"E	145°	8.8
嘎果穷果	30°49'45.0"N, 91°34'9.4"E	110°	一级陡坎 9.0, 二级陡坎 13.0, 三级陡坎 4.9
纳布扎北侧冲沟南岸	30°48'31.8"N, 91°33'42.4"E	115°	一级陡坎 6.6, 二级陡坎 4.3, 三级陡坎 20, 四级陡坎 4.0, 五级陡坎 9.5
巴仁多北	30°45'32.2"N, 91°32'38.6"E	120°	57.3

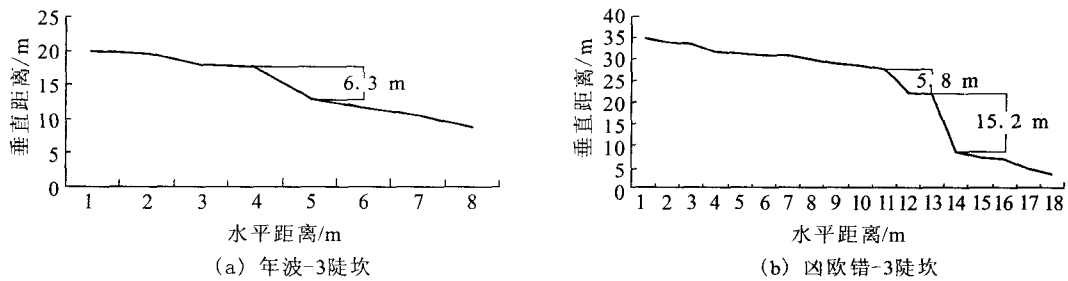


图 4 断层陡坎实测图
Fig. 4 Actual measuring profiles of fault steps.

表 4 西缘断裂滑动位移统计表

分期	水平滑动(单次活动位移)		垂直滑动(单次活动位移)
	河流/m	山脊/m	陡坎/m
I	5.5	—	2~5
II	15	—	2~6
III	10~30	505~8.5	
IV	—	50	5.5~16
V	—	100	30

4 断裂活动时间及滑动速率分析

I 期活动时间应为 1952 年的当雄北 7.5 级地震,此外,根据年波西 2 km 处的断层陡坎上 12 棵香柏树年轮厚度的变化,也同样说明最新一期陡坎的形成 为 1952~1953 年^[2]。

II 期活动时间为三期堆积扇形成期间,据我们本次所取样品测定为 0.67 ± 0.08 ka。吴章明等^[2]曾在当雄西哈公淌发现两条次级断层同时切割冲积阶地,两断层陡坎高度分别为 5.5 m 和 6.8 m,堆积物的孢粉分析年代为 Q_4 ,经 ^{14}C 样品测定,这些地质、地貌体的年代为 $1.68 \pm 0.10 \sim 4.20 \pm 0.10$ ka。基于此,将断裂 II 期活动时间定为全新世晚期,大约为距今 4 ka 左右。

III 期活动时间为二期堆积扇形成期间,我们测定的年代为 7.79 ± 2.40 ka 和 9.47 ± 0.88 ka。如前所述原因,结果稍偏年轻。另据吴章明等^[2]在念青唐古拉山南东麓断层的南段测得三级阶地的错断年龄为 1 万年左右。因此我们认为二级冲积扇为晚更新世末期—全新世沉积,并将此期断裂活动时间定为距今 10 ka 左右。

IV 期活动时间依据吴章明等^[2]在当雄北你啊曲附近断层三角面上孢粉样品的研究,年代应为晚更新世(Q_3)或晚更新世晚期(Q_3^3)。

V 期断裂活动多错断冰碛物,根据念青唐古拉

山南东麓的大部分冰碛物的年代^[6],将此期活动时间为中更新世。

谷露盆地西缘断裂带的滑动速率依据断裂活动分期,将各地质体的滑动位移求平均值,IV 期、V 期的具体活动时间为活动期间的平均值,研究中分别取为 25 ka 和 400 ka。由此计算出各活动时期的水平滑动速率和垂直滑动速率(表 5),I 期位移量为 1952 年的同震位移,不计算滑动速率;II 期水平滑动速率为 3.75 mm/a,垂直滑动速率为 0.5~1.5 mm/a;III 期水平速率为 1.0~5.0 mm/a,垂直速率为 0.5~0.85 mm/a;IV、V 期的活动时间为估计值,因此滑动速率仅做参考,水平滑动速率分别为 2.0 mm/a、0.25 mm/a,垂直滑动速率分别为 0.22~0.64 mm/a、0.08 mm/a。

表 5 西缘断裂带平均滑动速率统计表

分期	水平位移/m	垂直位移/m	活动时间/ka B. P.	水平滑动速率/ $[mm \cdot a^{-1}]$	垂直滑动速率/ $[mm \cdot a^{-1}]$
I	5.5	2~5	0.056	1952 年同震位移	1952 年同震位移
II	15	2~6	4	3.75	0.5~1.5
III	10~50	5~8.5	10	1.0~5.0	0.5~0.85
IV	50	5.5~16	25	2.0	0.22~0.64
V	100	30	400	0.25	0.08

5 特征地震分析

本区历史地震为 1952 年当雄北 7.5 级地震,此外无大震记录。根据上述分析,该地区全新世以来的 II 期、III 期活动位移较大,1952 年地震的同震位移最大为 5.5 m,而这两期运动无论是水平位移还是垂直位移都在 5.5 m 以上。因此,认为谷露盆地以强地震为主,且强地震具有周期性原地重复发生的特点,属特征地震类型^[7],并将该区特征地震定为 7.5 级。

改变的某些条件,从而远离震中的一些测点出现地磁异常,但这些异常不具有成片分布的特点。

(3) 流动跨断层短水准测量资料能反映局部构造应力场的调整和叠加的影响。通过跨断裂的测段高差变化有指示局部地区孕震活动的作用,断裂两盘垂直形变的差异性变化与区域地震活动有关。

(4) 孕震过程中出现的重磁及形变异常是一个不断演化的复杂过程,其孕震能力也不尽相同。通过这些异常变化特征,为确定重磁和形变异常区域,有针对性地加密观测,进而为提高震前信息的捕捉能力提供了依据。

[参考文献]

- [1] 国家地震局.地震重力测量规范[M].北京:地震出版社,1997:100-117.
- [2] 国家地震局科技监测司.中国地震预报方法研究[M].北京:地震出版社,1991:321-329.
- [3] 李华,黄莉菁,许仪西,等.2007年3月13日福建顺昌4.9、4.7级地震前福建流动地磁观测资料异常分析[J].西北地震学报,2007,29(3):267-270.
- [4] 车兆宏,王志敏,马森林,等.利用流动形变及重磁异常判定强震危险区[J].地震,1994,(增刊):117-124.
- [5] 燕乃玲,郭玉莲,潘纪顺,等.沂沭带形变、重磁场时空变化特征与地震活动[J].地震研究,2001,24(2):126-130.

(上接 276 页)

只考虑断裂的粘滑作用,本文采用最新错距除以平均滑动速率计算大震复发周期。由于Ⅳ期、Ⅴ期的具体活动时间为活动期间的平均值,因此取Ⅱ、Ⅲ期滑动速率的平均值作为该区平均滑动速率,水平和垂直平均滑动速率分布取 3.25 mm/a、0.84 mm/a。两分量计算出的 7.5 级特征地震复发周期约为 1 700 年和 4 200 年,取小值 1 700 年作为大震复发周期。

6 结论

(1) 谷露盆地西缘断裂带是一条既有垂直运动又兼具右旋走滑的正断层,其活动造成大量地质体的垂直位错和水平滑动;在 1952 年当雄北 7.5 级地震的同震水平位移为 5.5 m,同震垂直位移为 2~5 m;4 ka 以来的水平滑动速率为 3.75 mm/a,垂直滑动速率为 0.5~1.5 mm/a;大约 10 ka 以来的水平滑动速率为 1.0~5.0 mm/a,平均 3.0 mm/a,垂直滑动速率为 0.5~0.85 mm/a。

(2) 只考虑断裂的粘滑作用,按平均滑动速率 3.25 mm/a、最新位错量为 5.5 m,计算出该地区 7.5 级特征地震复发周期为 1 700 年左右。考虑本

区当雄北 7.5 级地震时间为 1952 年,因此初步认为谷露盆地未来较安全,发生 7.5 级地震的可能性较小。

[参考文献]

- [1] Harrison T M, Copeland P, Kidd W S F, et al.. Activation of the Nyainqentanghla shear zone: implications for uplift of the southern Tibetan Plateau[J]. Tectonics, 1995, 14(3): 658-676.
- [2] 吴章明,曹忠权,申屠炳明,等.西藏中部活动断层[M].北京:地震出版社,1992:32-56.
- [3] 吴珍汉,胡道功,刘崎胜,等.西藏当雄地区构造地貌及形成演化过程[J].地球学报,2002,23(5):423-428.
- [4] 吴珍汉,周春景,王薇,等.青藏铁路沿线构造活动性评价与工程稳定性区划[J].地质通报,2005,24(5):401-410.
- [5] 陈正位,申旭辉,曹忠权,等.基于数学高程模型对亚东-谷露构造带第四纪活动习性的研究[J].地震,2004,24:40-46.
- [6] 中国科学院青藏高原综合科学考察队.西藏冰川[M].北京:科学出版社,1986:130-140.
- [7] 晁洪太,李家灵,崔昭文,等.郯庐断裂带中段全新世活断层的特征滑动行为与特征地震[J].内陆地震,1994,8(4):397-304.