

张沛全, 左天惠, 王 林, 等. 右江断裂带落央小段的断层眉脊带探讨[J]. 华南地震, 2016, 36 (4): 65–70. [ZHANG Peiquan, ZUO Tianhui, WANG Lin, et al. The Fault Scarp Zone of the Luoyang Segment of the Youjiang Fault Zone [J]. South china journal of seismology, 2016, 36(4): 65–70.]

右江断裂带落央小段的断层眉脊带探讨

张沛全^{1, 2}, 左天惠¹, 王 林^{1, 2}, 韦王秋^{1, 2}, 聂冠军^{1, 2}, 李冰溯^{1, 2}

(1. 广西壮族自治区地震局, 南宁 530022; 2. 广西工程防震研究院, 南宁 530022)

摘要: 断层眉脊带在华南地区是一种罕见的构造地貌现象。描述了在上落央发现的断层眉脊带特征, 测量了断层露头的几何学特征, 利用三维激光扫描技术研究了断层对水系的影响。结果显示: 北侧断层眉脊面出露地表至少 0.33 m, 南侧为 1.3 m, 并形成了跌水。眉脊面在平面上呈左行右阶的雁列式展布。该露头由南北两组断层组成, 它们均为左旋走滑性质, 南侧断层在水平方向上左旋错移冲沟 5.5 m。讨论后认为: 此次发现的断层眉脊带可能是一次古地震或历史地震事件的遗迹。

关键词: 右江断裂带; 构造地貌; 断层眉脊带; 三维激光扫描

中图分类号: P315.721 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2016) 04-0065-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2016.04.010

The Fault Scarp Zone of the Luoyang Segment of the Youjiang Fault Zone

ZHANG Peiquan^{1, 2}, ZUO Tianhui¹, WANG Lin^{1, 2}, WEI Wangqiu^{1, 2},
NIE Guanjun^{1, 2}, LI Bingsu^{1, 2}

(1. Earthquake Administration of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530022, China; 2. Guangxi Academy of Engineering Shock Prevention, Nanning 530022, China)

Abstract: The fault scarp is a rare tectonic geomorphologic phenomenon in South China. This paper describes the features of the fault scarp that found in the Shangluoyang village, measures the kinematics characteristics of the outcrop of faults, and researches the influence of the fault on the stream by using the 3D laser scanning technology. The results show that, the fault scarp plane exposed at least 0.33 m in the north of outcrop, and 1.3 m in the south of outcrop with waterfall. They are left-order-right stepping an echelon in the plane. The outcrop is composed of two groups of faults. They are all with left lateral strike slip. The fault on the south side of the outcrop offset the stream with 5.5 m in the horizontal direction. At last, the fault scrap zone what reported in this paper may be a trace of one paleoearthquake or history earthquake.

Key words: The Youjiang fault zone; Tectonic geomorphology; Fault scarp zone; The 3D laser scanning

收稿日期: 2015-10-22

基金项目: 中国地震局地震科技星火计划项目(批准号: XH15033Y)和广西壮族自治区地震局合同制科研项目(批准号: 2014002)

作者简介: 张沛全(1978-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事构造地质与构造地貌学研究。

E-mail: zhangpeiquan2007@126.com.

0 前言

落央小段位于右江断裂带百色以西段西南东北支的西端(下称北支断裂)(图 1)。自 1751 年以来,沿右江断裂带有 7 次 $M \geq 4$ 级地震记录,最大地震记录是 5.0 级^[1]。其中,2 次 $M \geq 4$ 级地震(西林县东 1910 年的 4 级地震和 1962 年田林县八桂 5.0 级地震)落在右江断裂带百色以西段的西南东北上,且可能位于北支断裂上。可见,北支断裂的活动性是值得重视的。过去对右江断裂带的研究有侧重于新构造与地震的关系的^[2-4],也有侧重于断裂带的地震活动研究^[5]。宋方敏等^[6]对右江断裂带进行了较详细的分段研究,并侧重于地质与地貌两方面的调查,获得了一批年代学(TL)数据和地貌位移数据,并计算了右江断裂带部分段落的第四纪位移速率。但该研究并没有涉及百色以西段的西南东北。第一和第三作者于 2012 年在上落央(屯)发现了北支断裂的露头存在断层眉脊带。在南方,由于风化作用强烈,地表地质露头保存困难。此次发现的断层眉脊带在华南地区是罕见的构造地貌现象,因而具有重要的地震地质意义,值得重视。本文描述断层了断层眉脊带的特征,并对该地质露头进行了地质测量,获得了断层的运动学特征,利用三维激光地形扫描技术研究了断层对水系(平面和垂向)的影响。该研究为认识

右江断裂带的发震构造特性提供了重要的基础资料,对认识华南地区的地震构造环境也有一定的推动作用。

1 断裂带的结构与基本特征

该断裂带总体走向北西,西部呈弧形弯曲后改为近东西向,长约 410 km。该断裂切割寒武系至第三系,倾向北东或南西、南。断裂在第三纪有过强烈活动,形成了永乐、百色、雁江-隆安、那龙等第三纪串珠状盆地。断裂带在第四纪仍有活动,宋方敏等^[6]对右江断裂带进行了分段和第四纪活动性的研究。就分段而言,大致以百色、思林为界将右江断裂带分为 3 大段,分别为百色以西段、百色-思林段、思林-坛洛段。就第四纪活动特征研究,则利用了年代学、地貌和地质证据,分别在凡屯、那及、平吉、平么、马鞍岭等多个地点了晚更新世活动的证据。但该研究未涉及到百色以西段的西南支。据广西壮族自治区地方志编纂委员会^[1],断裂带在百色以西地区分为两束,北东一束起于隆林附近,经过百色盆地东北缘直插平果、隆安、南宁;西南一束起于古障,经过西林、田林的八桂后直插百色,该束断裂分为北支、中支和南支,落央小段便位于北支的西端(图 1)。

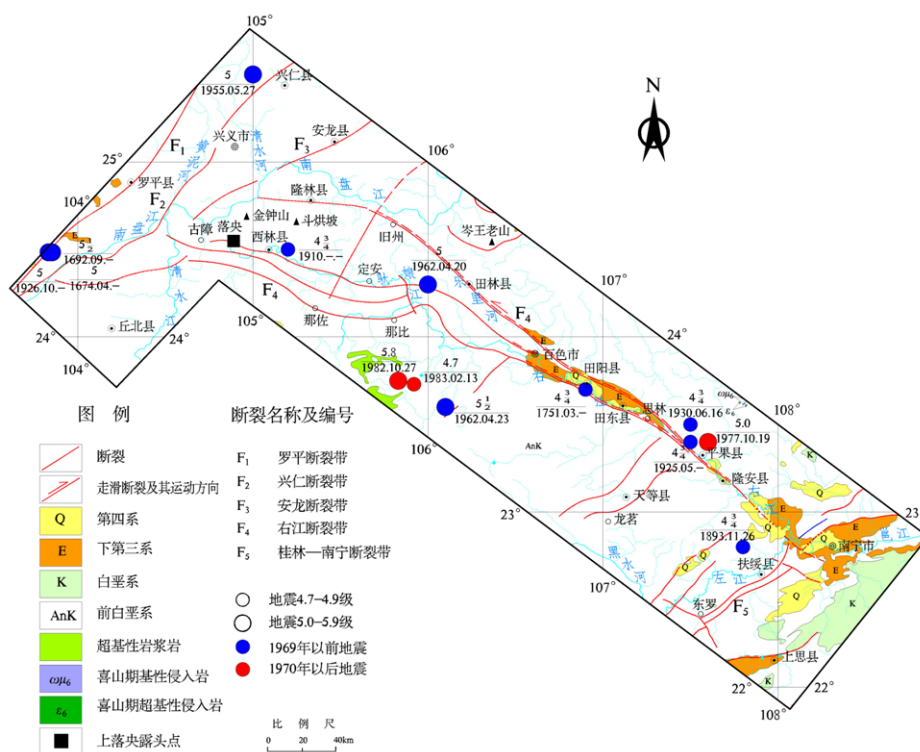


图 1 右江断裂带的几何结构

Fig.1 Geometrical structure of the Youjiang fault zone

2 上落央露头点的地质特征

在上落央的露头中,可见南北两组断层,它们之间距离约 30 m(图 2 和图 3)。其中:①在北边一组断层中发育在三叠纪的中厚层泥质粉砂岩中,其断裂破碎带宽约 5m。断面倾向南,产状 $178^{\circ}\angle 52^{\circ}$ 的断面上有擦痕发育,其方向指示断层左旋走滑性质(图 3 中的 A-A')。产状 $185^{\circ}\angle 63^{\circ}$ 的断面上有厚约 6 mm 的铁质物。这两个断面之间相距约 1.6 m,断面之间可见透镜体,透镜体大小为 $60\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 。再往南的基岩中还出现另一断面,其产状为 $193^{\circ}\angle 89^{\circ}$,上有近水平擦痕,其方向指示断裂为左旋走滑性质(图 3 中的 B-B')。②南侧断层(图 3 中的 C-C')发育在三叠系中,北盘为中厚层泥质粉砂岩,南盘为土黄中厚层砂岩。两断面之间有宽 1.2 m 的蚀变砂岩带。北断面产状为 $53^{\circ}\angle 75^{\circ}$,南断面弯曲,上部产状为 $334^{\circ}\angle 82^{\circ}$,下部产状为 $180^{\circ}\angle 72^{\circ}$ 。南断面的上部阶

擦痕发育,擦痕近水平,其方向指示断层具左旋走滑性质;下部有牵引构造,同样指示断层具左旋走滑性质。南断面往东延伸至冲沟底部,产状为 $190^{\circ}\angle 80^{\circ}$,其北侧可见牵引构造和透镜体,其方向指示断裂具左旋走滑性质。

3 上落央露头点的地貌学特征

3.1 断层眉脊的地貌特征

南北两组断层均有眉脊地貌出露,如图 2 中的照片所示。其中,北侧断层的眉脊面倾向南,其中产状 $178^{\circ}\angle 52^{\circ}$ 的断面突出地表至少 0.335 m。南侧断层的眉脊高出地表 1.3 m,并有跌水现象(图 2 的左侧)。联系南北两组断层露头可以发现,这些出露地表的断面在平面上呈雁列式展布(图 3)。这些断层的地表破裂面均位于冲沟的西侧(右岸)谷坡上,在冲沟的东坡(左岸)上至今没有发现断层破裂面。

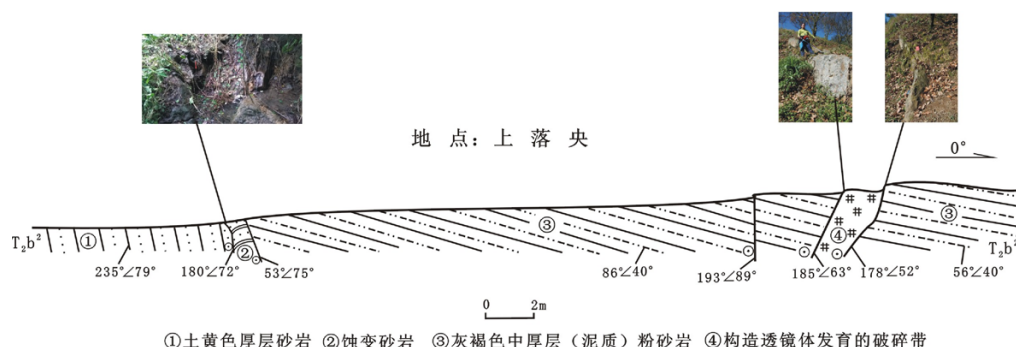


图 2 右江断裂带(上落央)地质剖面图

Fig.2 The geological profile of the Youjiang fault zone at the Shangluoyang village



图 3 断层眉脊带在上落央出露的地貌特征及其与冲沟的关系图

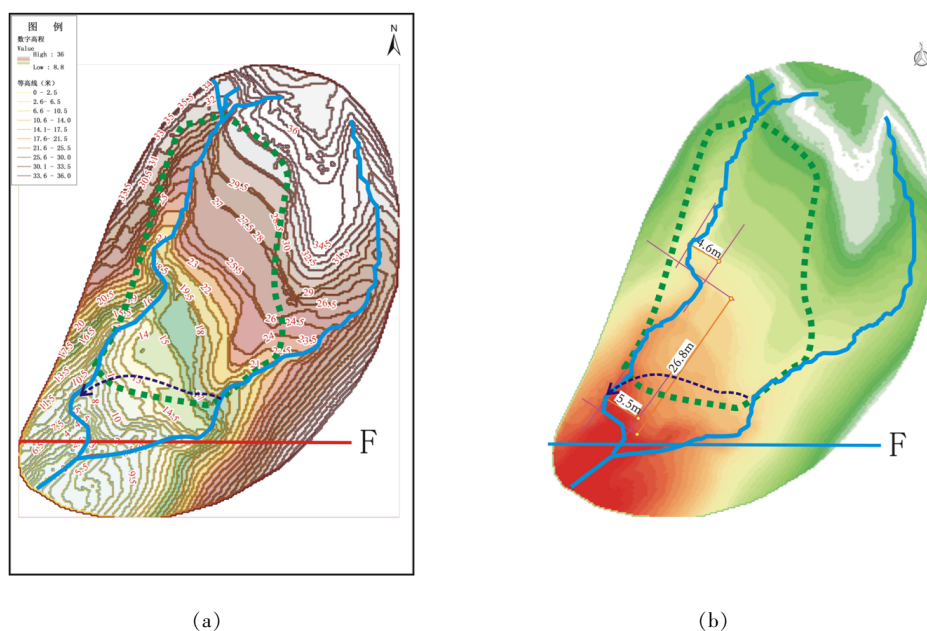
Fig.3 Geomorphologic characters of faults scarp and relationship with the stream in the Shangluoyang village

3.2 断层对流水地貌的影响

2012 年时, 断层与流水地貌的原始关系如图 3 所示。2012 年至 2015 年期间, 人类活动 (填土造地) 破坏了原始的地貌。经过 2012 年和 2015 年两次调查结果和对比后发现, 北侧露头已经受到破坏, 水系关系也发生了变化。而南侧断层(图 3 中前方基岩露头附近)的地貌得到了保留。为了研究断层在水平向和垂向上对水系的影响, 本文使用了激光扫描技术进行了相关研究。工作仪器选用了 Riegl (LMS-Z420i) 三维激光扫描测量系统, 该系统采用非接触式脉冲扫描原理获取数据, 测距精度可达 ± 4 mm, 点位精度可达 4 mm, 最远扫描距离为 1 000 m, 可水平 360° , 垂直 $\pm 40^\circ$ 进行全景扫描, 获取点云纹理信息。数据处理采用了配套软件进行。主要工作步骤有野外踏勘、制定方案、选站、扫描获得了研究区的点云数据, 剔

除非地貌数据(如植被)后进行地物提取, 生成 TIN 数据, 再转换成 DEM 数据。具体过程参考文献[7]。图 4a 为本次工作中获得的 DEM 与等高线信息。在右图中对冲沟的水平运动进行了测量, 冲沟通过南侧断层时发生了左旋移动约 5.5 m(图 4b)。本文虽然给出了冲沟通过北侧断层的水平距离, 冲沟貌似也发生了左旋移动。但正如前所述, 北部受到了人类活动的影响, 该数据没有地质意义。

利用图 4 中的 DEM 提取了右岸冲沟的纵剖面, 如图 5 所示。图 5 中, 箭头所示的位置为南侧断层通过的位置, 形成了约 1 m 的高差, 但该高差中包含了侵蚀作用。除人类活动改造的部分外, 由 DEM 提取的剖面凹凸不平, 难以表达断裂造成的垂直位错。使用卷尺和短水准对南侧断层进行补充测量后, 高差修正为 1.2 m。但该高差包含了流水的溯源侵蚀作用, 该垂直位移仅供参考之用。



(a 图和 b 图中的绿色点线圈定的范围是人类活动改造的范围, 蓝色点线为原冲沟路径, 可参考图 3; 断层位置在 a 图中以红色实线表示, 在 b 图中用蓝色实线表示)

图 4 三维激光地形扫描获得的研究区地形与水系

Fig. 4 Topography and drainage network from 3D laser scanning in study area

4 讨论

上文的野外调查发现, 上落央的露头是沿着老断裂发育的。通过判读 DEM 影像与地形图后发现, 在上落央以东的吊坡、落蒙有 3 条山脊出现凹槽, 凹槽与上落央的露头在同一直线上, 形成线性负地形, 延伸约 3 km(图 6 中 2-4 位置)。在

实际调查和判别中, 常有一些类活动断层现象或活动断层假象出现。丁梦林^[8]对假活动断层现象进行了总结, 这些假活动断层现象包括: 侵蚀-剥蚀不整合面、岩性差异风化、溶洞洞穴堆积物的塌陷、表皮构造(冰缘构造现象和表皮重力滑动断层)、啮齿类动物洞室填充物和人类活动的以遗迹(包括填埋的壕沟、渠道、运河、墓穴、矿坑、窑

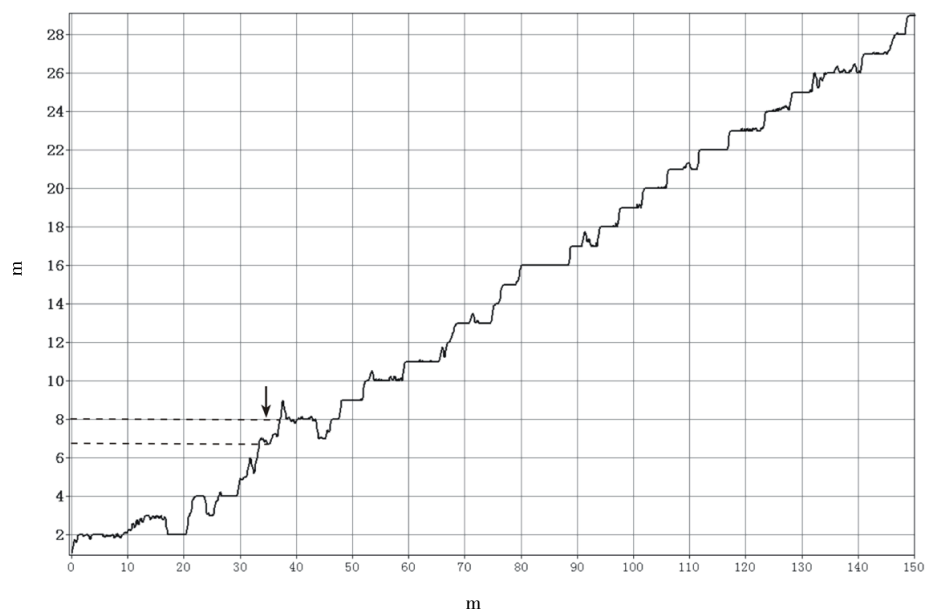
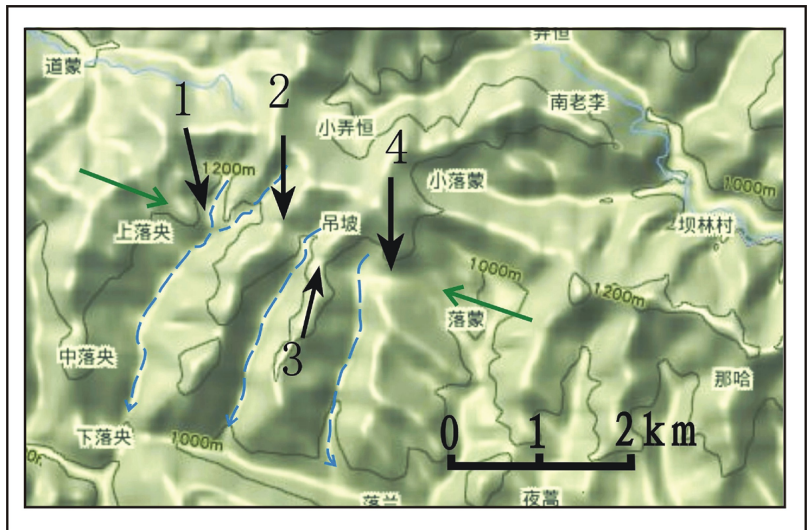


图 5 利用 DEM 提取的冲沟纵剖面
Fig5 Longitudinal profile made from DEM



(黑色箭头 1 指示上落央露头点位置, 2-4 为山脊凹陷的位置; 绿箭头相对直线为断层通过的位置; 蓝色虚线示意冲沟)
图 6 沿右江断裂带(落央小段)的山脊和冲沟特征

Fig.6 Features of ridges and streams along the Luoyang section of Youjiang fault

址，花岗岩或灰岩沿节理面开采后的废矿坑)。而 1)。对照表 1 的可以发现，右江断裂带的央落小段符合活动断层的地质与地貌标准。

表 1 活动断层与活动断层假象地表特征的对比^[8]

Table 1 Comparison of the surface features between active fault and active fault pseudomorph^[8]

活动断层假象	活动断层
一般不发育在老断裂带或老断层结构面上，多为地表浅部表皮构造；沿定向不具有延伸性，方向多变，露头分散；没有相配套的地质和地貌的活动标志，现象比较零星、孤立。	沿老断裂带或老断层结构面发育；沿走向具有延伸性，一般延伸达数公里，数十公里或更远；有一系列相配套的地质和地貌的活动标志伴随出现

过去在国内发现的断层眉脊地貌并不多,断层眉脊带一般出露在地震强度大的西部地区,如鲜水河断裂^[9]、当雄断裂^[10]。华南地区的断层眉脊,由潘建雄等^[11]首次发现于湖南西北部的尺马山。他认为其切断基岩,冲出地表的地震地壳破裂带即震源断裂在地表的直接显示,并进而推断 1631 年常德东北的地震不是 6 级而是 7 级。从野外调查的结果观察,北侧断层的眉脊面上的擦痕清晰,断面上的附着物质新鲜,上落央发现的断层眉脊带很可能代表了一次古地震事件。但仍不能排除该露头是一次历史地震的结果。据广西壮族自治区地方志编纂委员会^[12]指出,西林普合在 1900 年以来有两次地震 4 级以上地震记录,分别为 1910 年的 4 级和 1930 年 11 月 11 日的 4 级地震。这两次地震是根据人感和器物反映确定的历史地震,但两个地震的发震构造是不明确的。资料的记载明显缺失了普合以西地区(包括西林和落央一带)的资料。因此,不能排除这两次地震的震级可能更高,而且普合并非这两次地震的震中。即,不能排除上落央的断层眉脊是历史地震遗迹的可能性。因此,该露头的形成年龄亟需进一步研究。

5 结语

在右江断裂带百色以西段的西南东北支断裂发现的断层眉脊带可能是一次古地震事件的遗迹。对眉脊带的测量表明,北侧眉脊面出露地表至少 0.33 m,南侧为 1.3 m,它们呈左行右阶式出露地表。地质测量表明该露头由南北两组断层组成,两组断层均为左旋走滑性质。三维激光地形扫描获得的地形信息表明,南侧断层对通过的冲沟在水平方向上左旋错移了 5.5 m。

致谢:与中国地震局地质研究所宋方敏研究员和中山大学张珂教授的交流中受益良多,野外三维激光地形扫描和室内数据处理工作得到了南宁市三维测绘公司钟开田、莫金胜、朱海洋的帮助,编辑部和审稿专家给予了建设性意见,在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1] 广西壮族自治区地方志编纂委员会编. 广西通志(地震志)[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1990.
- [2] 刘锡大, 侯建军, 游象照. 右江断裂带的新构造活动[J]. 地震研究, 1987, 10 (2): 175-183.

- [3] 侯建军, 刘锡大, 游象照, 等. 桂西活动走滑断裂系的地表变形组合特征及其与地震活动的关系[J]. 地震学报, 1993, 15 (1): 119-122.
- [4] 尹克坚. 广西地区的水系展布与活动断裂及新构造应力场的关系[J]. 华南地震, 1995, 15 (1): 62-67.
- [5] 吴时平, 龙安明, 尹克坚. 广西地震活动性研究[J]. 华南地震, 1987, 7 (1): 48-62.
- [6] 宋方敏, 李传友, 陈献程, 等. 右江断裂带晚更新世活动的若干地质地貌证据及位移速率[J]. 地震地质, 2004, 26 (4): 611-621.
- [7] 梅文胜, 周艳芳, 周俊. 基于地面三维激光扫描的精细地形测绘[J]. 测绘通报, 2010 (1): 53-56.
- [8] Allen, C.R., Luo Z., Qian H., et al. Field study of a highly active fault zone: The Xianshuihe fault of southwestern China [J]. Geol. Soc. America Bulletin. 1991, 103 (9): 1178-99.
- [8] 丁梦林. 假活动断层现象判定[C]// 国家地震局地质研究所现代地壳运动(3). 北京: 地震出版社, 1987.
- [9] Armijo, R., Tapponnier, P., Mercier J. L. et al. Quaternary extension in southern Tibet: field observations and tectonic implications [J]. Journal of Geophysical Research, 1986, 91 (B14): 13 803-13 872.
- [10] 潘建雄, 张玉岫, 龙运武. 华南首次发现断层眉脊带[J]. 地震地质, 1992, 14 (4): 36-38.