

维西—乔后断裂南段正断层活动特征^{*}

常祖峰¹, 常 昊¹, 李鉴林¹, 代博洋¹, 周青云¹, 朱家龙², 罗宗其²

(1. 云南省地震局, 云南 昆明 650224; 2. 云南省巍山县地震办公室, 云南 巍山 672400)

摘要: 根据野外调查结果, 重点阐述了维西—乔后断裂南段的活动特征。研究表明, 维西—乔后断裂南段在第四纪表现出明显的活动特征, 运动性质以正断层作用为主。维西—乔后断裂南段对巍山第四纪盆地有着明显的控制作用, 因受其影响盆地内阶地不对称发育。箐门口、佛堂村、洗澡塘探槽揭示该断裂断错了晚更新世堆积, 被错最新地层¹⁴C年龄($15\,430 \pm 60$) a B. P., OSL年龄为(11.6 ± 1.6) ka, 表明其最新活动时代在晚更新世末期。洗澡塘村断层地貌清晰, 西河Ⅱ级阶地上发育高2 m左右的断层陡坎。根据阶地断层陡坎高度和阶地形成年龄估算, 晚更新世以来该断裂段垂直滑动速率约为0.18~0.32 mm/a。

关键词: 维西—乔后断裂南段; 巍山盆地; 正断层; 晚更新世; 垂直滑动速率

中图分类号: P315.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2016)04-0579-08

0 引言

川滇菱形块体是青藏高原东缘侧向挤出最强的活动块体, 地震频繁, 是活动构造研究和地震监测预报重点关注的地区。受到华南块体的阻挡, 川滇块体向南南东逃逸(图1a)(李坪, 汪良谋, 1975; 阚荣举等, 1977; 邓起东等, 2002; 徐锡伟等, 2003; 张家声等, 2003; 张培震等, 2003a, b; 吕江宁等, 2003; 王阎昭等, 2008; Shen *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2001, Zhang *et al.*, 2004)。川滇块体的西北边界金沙江断裂是一条多期活动的缝合线, 第四纪时期因受青藏高原挤出运动的影响表现出右旋走滑兼逆冲性质(许志琴等, 1992; 邓起东等, 2002), 断裂中北段被认为属晚更新世—全新世活动段, 第四纪右旋走滑速率为3.5~7 mm/a(唐荣昌, 韩渭滨, 1993; 常祖峰, 2015)。川滇块体的西南边界红河断裂是一条大型走滑剪切带, 在云南及东南亚大陆地壳演化与陆内构造变形中具有显著地位(Tapponnier *et al.*, 1986, 1990, 2001; Leloup *et al.*, 1993, 1995), 新近纪以来该断裂主要表现为右旋走滑运动, 晚第四纪滑动速率约5 mm/a, 沿断裂发生多次7级左右强震(陈文寄等, 1996; 虢顺民等, 2001; 向宏发等, 2004, 2007; 王绍晋等, 2010; 乔学军等, 2004; 王阎昭等, 2008; Leloup *et al.*, 1993, 1995; Tapponnier *et al.*, 1990; Socquet, Pubellier,

2005; Wang *et al.*, 1998; Allen *et al.*, 1984; Schoenbohm *et al.*, 2006)。维西—乔后断裂位于川滇块体西部边缘, 北接金沙江断裂, 南连红河断裂, 是连接南、北两条活动断裂的枢纽, 因历史记载地震不显著, 长期以来人们对其关注不多。而近年来研究发现, 该断裂在晚第四纪表现出明显的右旋走滑特征(常祖峰等, 2014; 任俊杰等, 2007), 且据Leloup等(1995)研究, 维西—乔后断裂北段发育的雪龙山韧性剪切带与哀牢山、点苍山以及越南Day Nui Con Voi韧性剪切带一起共同构成长达1 000 km大型韧性剪切带, 早新生代期间, 雪龙山韧性剪切带与哀牢山—红河断裂带一起表现为大规模的左旋走滑运动(Leloup *et al.*, 1995; Tapponnier *et al.*, 1990)。在区域地质演化和新构造运动发展历史上, 维西—乔后断裂与红河断裂带一脉相承, 后期二者均又表现为右旋走滑运动特征, 所以, 维西—乔后断裂应是红河活动断裂的北延部分(常祖峰等, 2016)。因此, 加强维西—乔后断裂活动性研究, 对深入认识滇西北地区地震地质背景以及块体边界构造变形机制与样式具有重要的理论和实际意义。

1 断裂对巍山盆地的控制作用

维西—乔后断裂, 北起雪龙山东麓白济汛一带, 经维西、通甸、乔后, 止于巍山盆地南端, 走向北北西, 长约280 km(图1b)。大致以玉狮

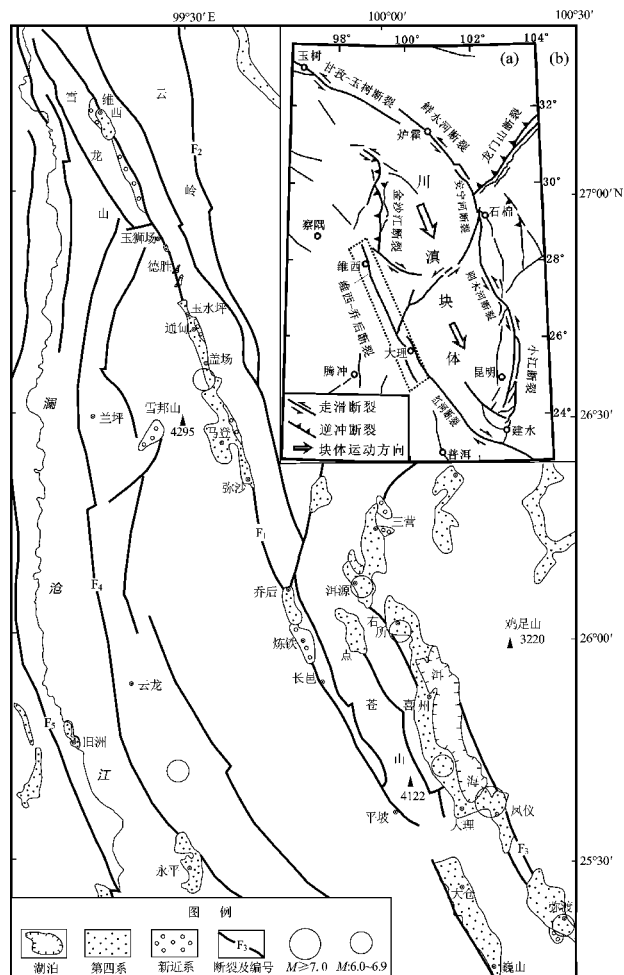
^{*} 收稿日期: 2016-06-13.

基金项目: 国家自然科学基金项目(41472204)和地震行业专项(201108001)共同资助.

场、平坡为界,可将断裂分为北段、中段和南段3段。新构造运动期,北段和中段主要表现为右旋走滑运动,南段(巍山盆地)则主要表现为正断层运动性质。本文根据1:5万活动断层填图和野外调查结果,重点讨论南段的活动特征。

巍山盆地呈北北西—南南东向展布,其长35 km,宽10 km,面积约350 km²。盆地海拔1 700~1 800 m,四周山地海拔2 300~2 800 m,相对高差约1 000 m。西河沿盆地西缘蜿蜒流淌,盆地内发育有西河I~IV级阶地,其中I级阶地拔河高度1.5~5 m,II级阶地拔河高度8~12 m,III级阶地拔河高度35~55 m,IV级阶地拔河高度100~120 m。I~III级阶地均为堆积阶地,IV级阶地主要为基座阶地或侵蚀阶地。I级阶地为全新世形成,在

兴和厂、贝忙南山村等地进行¹⁴C年龄样品采集并经美国BETA实验室测试,结果分别为(3 050 ± 30) a B. P.、(5 650 ± 30) a B. P.和(5 930 ± 40) a B. P. (深0.5 m、0.7 m和1 m处)。II级阶地为晚更新世晚期堆积,盆地北部五茂林一带获得一个¹⁴C年龄样品,测年结果为(27 440 ± 50) a B. P.。III级阶地为晚更新世中期堆积,白邑村南锣鼓箐一带光释光(OSL)测试年龄为距今(55.5 ± 1.3) ka,燕子窝光释光(OSL)测试年龄为距今(34 ± 0.17) ka。在盆地边缘一些地方,IV级基座阶地上部堆积有厚10 m左右的灰白色、灰黄色半胶结的粉砂层,层理清晰。在白邑村和贝忙村等地,该级阶地不同深度上采集光释光(OSL)样品测试,深1.5 m处为距今(93.9 ± 1.4) ka,



F₁: 维西—乔后—巍山断裂; F₂: 金沙江断裂; F₃: 红河断裂; F₄: 兰坪—云龙断裂; F₅: 澜沧江断裂

图1 维西—乔后断裂及邻区构造图

Fig. 1 Structures map of the Weixi - Qiaohou Fault and its adjacent area

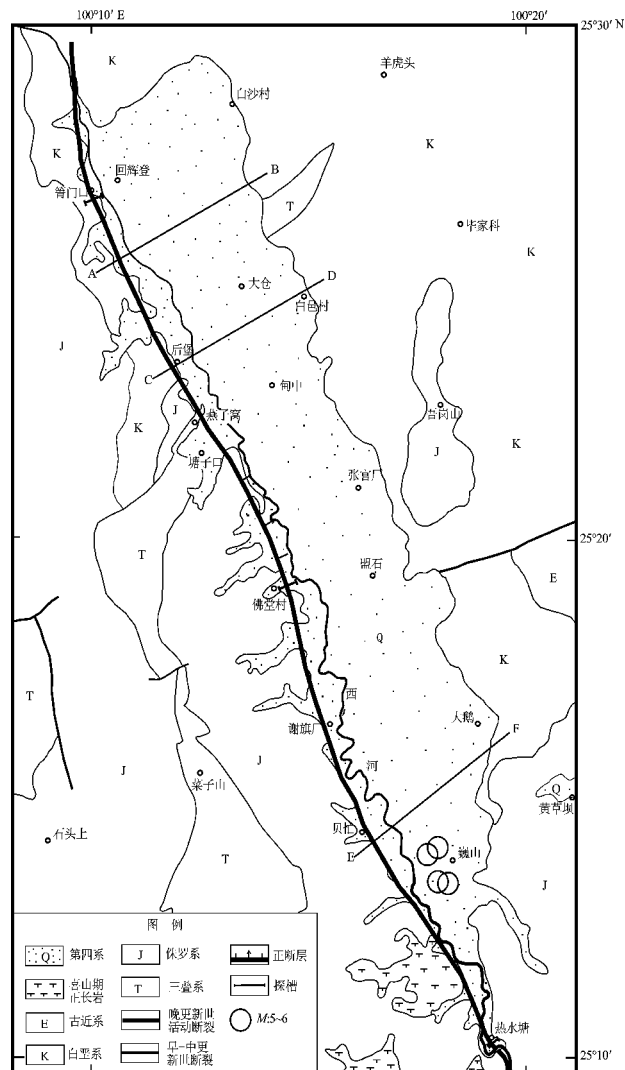


图2 维西—乔后断裂南段构造图

Fig. 2 Structures map of the southern segment of Weixi - Qiaohou Fault

深3.5 m处为距今 (132.2 ± 1.8) ka, 深5 m处距今 (142.7 ± 8.8) ka, 表明Ⅳ级阶地主要形成于中更新世晚期, 阶地面形成于晚更新世初期。

维西—乔后断裂南段(巍山盆地西缘断裂)主要展布于盆地西缘回辉登、燕子窝、佛堂村、谢旗厂、贝忙、洗澡塘一线, 走向北北西, 倾向北东, 长约40 km(图1b和图2)。断裂对巍山第四纪盆地的形成和盆地内第四系分布有着明显的控制作用, 盆地沿断裂走向呈长条形展布。河流阶地明显地不对称发育, 西河东侧发育Ⅰ~Ⅳ级阶地, 西侧只有Ⅰ级阶地, 且多数阶地面由东向西倾斜, 坡度 $5^\circ \sim 10^\circ$, 反映受到正断层作用影响, 盆地发生了由东而西掀斜运动(图3)。

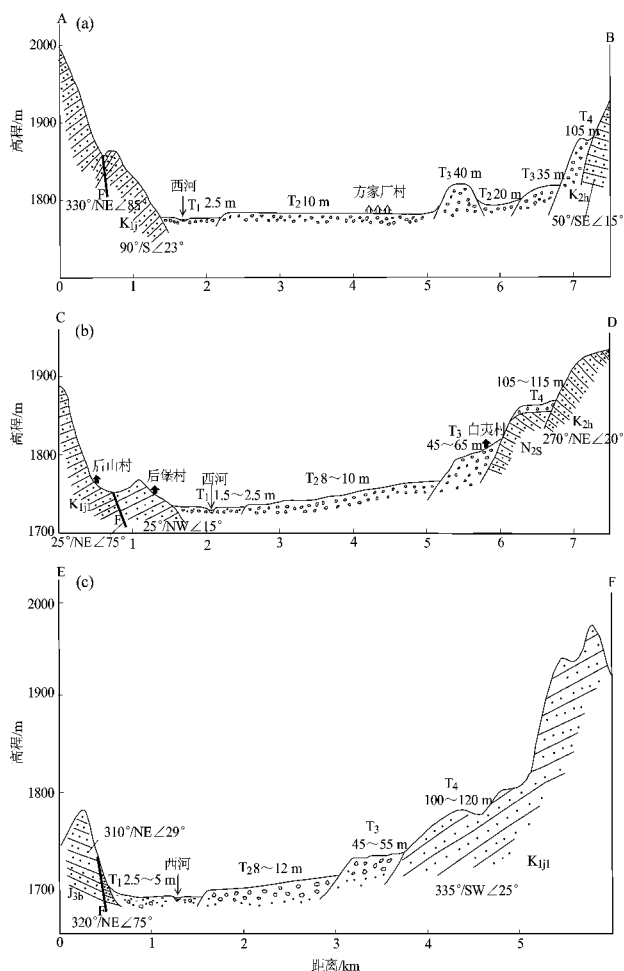


图3 巍山盆地阶地剖面图

(a) A-B测线剖面; (b) C-D测线剖面;

(c) E-F测线剖面(位置参见图2)

Fig. 3 Terrace profiles across the Weishan basin

(a) the profile of A-B measuring line; (b) the profile of C-D measuring line; (c) the profile of E-F measuring line (the location see Fig. 2)

盆地内水系发育也呈现出不对称发育特征, 东侧支流数量多且延伸较长, 西侧支流数量少且延伸较短。洪积扇发育具有类似的特征, 巍山盆地东缘洪积扇数量多且规模大, 发育有2~3级洪积扇, 而西侧数量少, 一般只有一级洪积扇发育。

在断裂南段洗澡塘一带出露有较大面积的喜山期正长斑岩(图2)。正长斑岩等碱性岩属拉张构造环境下产生的岩浆岩与北部剑川盆地出露的粗面岩属于同一时代, 表明自喜山期以来这些断裂即有明显活动并具张性性质。

2 探槽揭示的断层活动特征

2.1 箐门口探槽

探槽剖面位于巍山盆地西缘基岩山体与盆地的交接部位(图4a, b), 该剖面为中石油输油管道施工作业所挖, 宽6~8 m, 深5~7 m, 长数千米(图4)。断层破碎带宽5~6 m, 上盘为晚更新世晚期坡积层, 坡积物质松散, 下部采集 ^{14}C 样品, 其测年结果为 $(15\,430 \pm 60)$ a B. P. (美国BETA实验室), 属于晚更新世晚期堆积(图4c~d), 表明断层在晚更新世晚期曾有活动。断层表现为明显的正断层性质。

该探槽内, 图4剖面以西15 m处见多条次级断层发育(图5, 图4b), F_1 和 F_4 为基岩断层, 但 F_2 和 F_3 新活动特征明显, 表现为正断层特征, 并且断错了上部 Q_p^3 有一定程度胶结的坡积角砾层。根据颜色、胶结程度、岩性对比, 该坡积角砾层与上述坡积层属于同一套地层。

2.2 佛堂村探槽

佛堂村探槽位于巍山盆地西缘, 地貌上表现为断层槽地(图6a), 旁侧发育有断层陡坎, 陡坎高1.5 m左右。探槽跨越槽地和一侧的断层陡坎(图6b)。

探槽揭露的地层共有9套地层(图7): ①灰黄色耕土层; ②现代河流堆积灰色粉砂层; ③现代河流堆积灰色粘土层; ④褐灰色粘土层; ⑤褐黄色粘土层; ⑥灰色粘土层; ⑦含碎石(角砾状)粘土层; ⑧侏罗系泥岩; ⑨侏罗系砂质泥岩。

探槽SE壁揭露的断层有4条: F_1 和 F_2 断错层⑧侏罗系泥岩和层⑦含碎石(角砾状)粘土(图6c), 层⑦基本松散但稍有胶结, 根据经验判断其应该属于晚更新世堆积; F_3 为基岩断层,

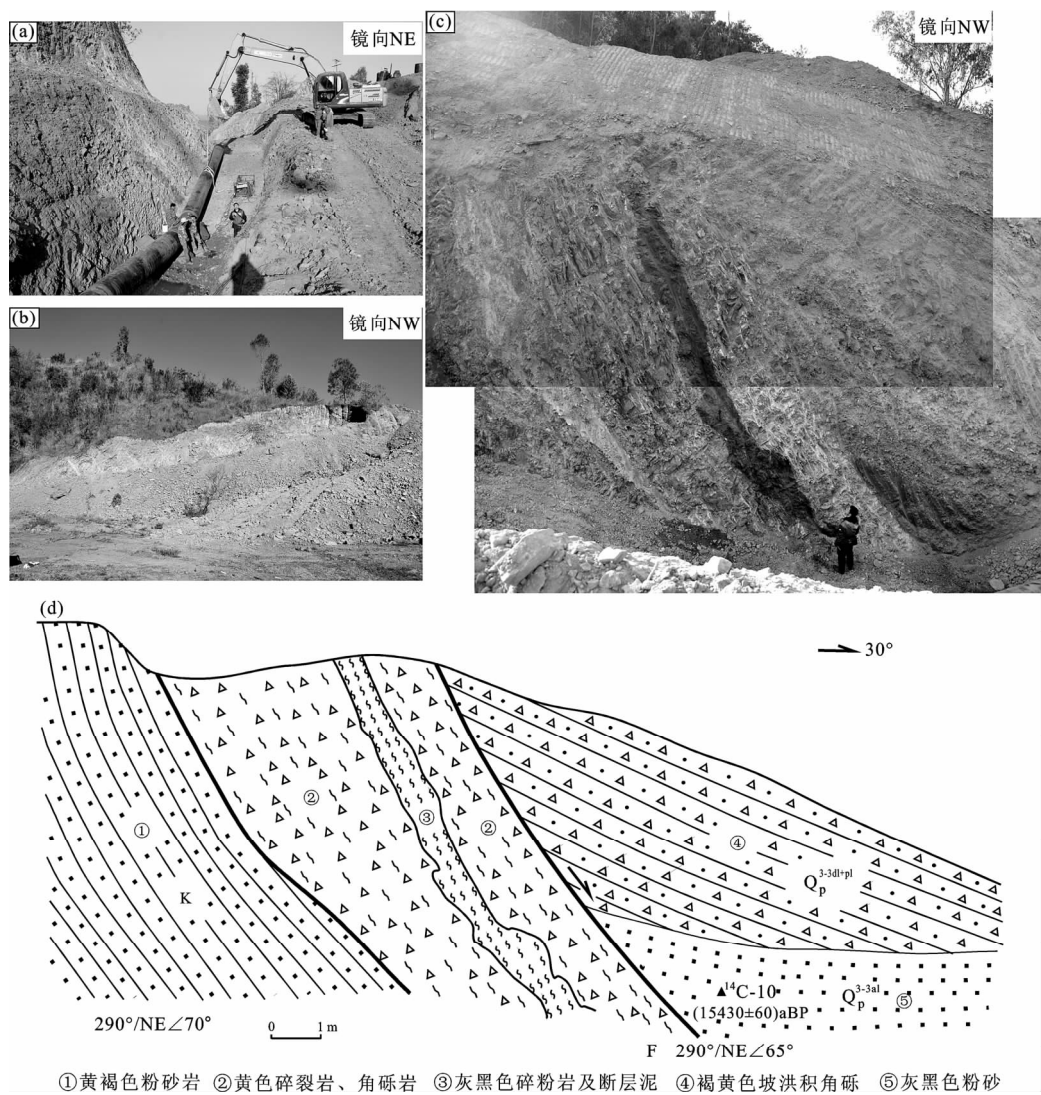


图4 箐门口探槽 NW 壁剖面

(a) 地貌部位; (b) NW 向小断层; (c) 探槽揭示的断层剖面; (d) 探槽 NW 壁素描图

Fig. 4 The profile of the NW wall of exploratory trench at Qingmenkou

(a) topography position; (b) small faults in NW; (c) the profile revealed by exploratory trench;
(d) sketch map of NW wall of exploratory trench

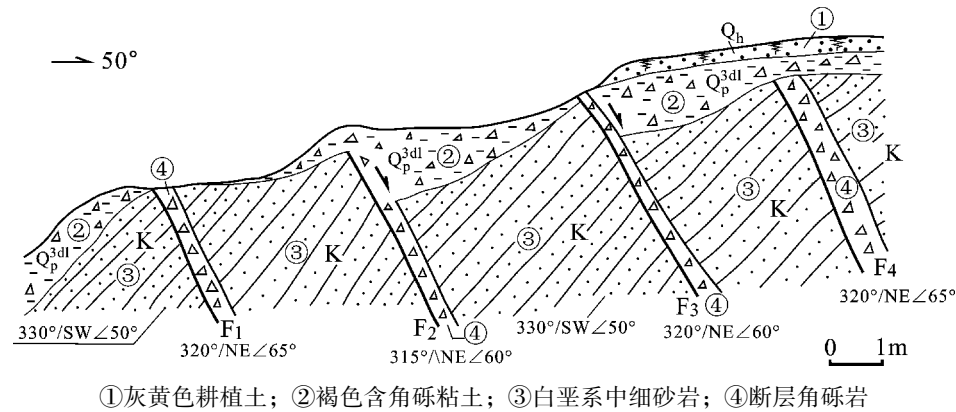


图5 图4剖面西15 m探槽 NW 壁断层剖面

Fig. 5 The profile of NW wall of exploratory trench at 15 m west of the Fig. 4 profile

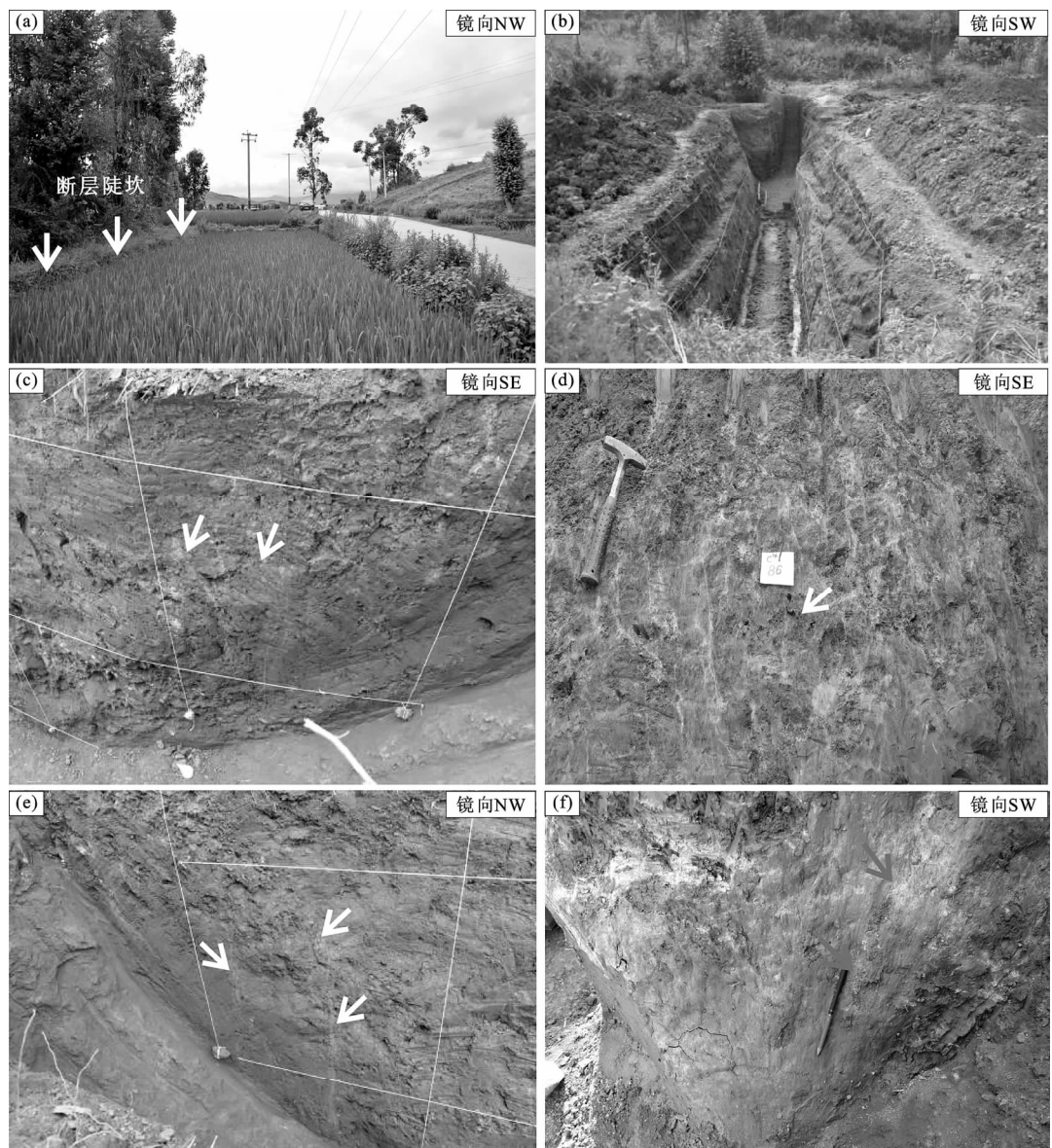
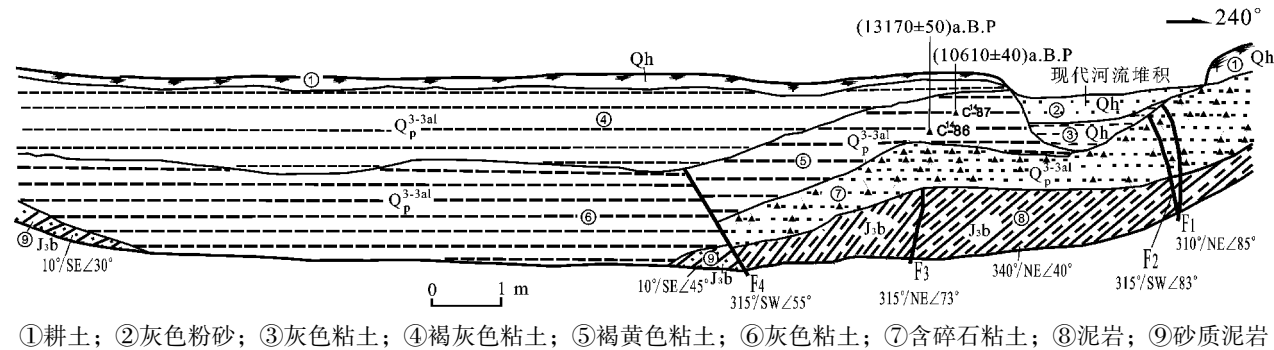


图 6 佛堂村探槽地貌与断层

(a) 断层槽地和断层陡坎；(b) 探槽布置；(c) SE 壁断层；(d) 炭粒取样点；(e) NW 壁断层；(f) 断层擦痕
Fig. 6 The landforms of the exploratory trench and the fault situation at Fotang Village
(a) the fault trench and fault scrap; (b) the layout of trench; (c) SE wall fault; (d) the sample point of carbon particle; (e) NW wall fault ; (f) the fault scratch



①耕土；②灰色粉砂；③灰色粘土；④褐灰色粘土；⑤褐黄色粘土；⑥灰色粘土；⑦含碎石粘土；⑧泥岩；⑨砂质泥岩

图 7 佛堂村探槽 SE 壁素描图

Fig. 7 The sketch map of the SE wall profile of the exploratory trench at Fotang Village

断错了侏罗系泥岩,上覆层⑦洪积含碎石(角砾状)粘土未被错断; F_4 断错层⑧侏罗系泥岩、层⑦含碎石(角砾状)粘土和层⑤褐黄色粘土层,被层④褐灰色粘土层平稳覆盖。层⑤采集到两个 ^{14}C 样品(炭粒)(图6d),测年结果为 $(10\,610 \pm 40)$ a B. P. (样品 ^{14}C -87)和 $(13\,170 \pm 50)$ a B. P. (样品 ^{14}C -86)(美国 BETA 实验室),为晚更新世晚期堆积。遗憾的是,在层④和层⑥中未能采集到合适的测年样品。断层陡坎的旁侧发育有现代河流,对其沉积进行 ^{14}C 测年,但未有结果。

探槽 NW 壁情况与 SE 壁基本一样,断层相互对应且主要发育在陡坎下方及其附近(图6e),在其中一条断面上见清晰的垂向擦痕(图6f),指示正断性质。篇幅所限,这里不再赘述。此探槽清晰地揭示出断层断错了晚更新世晚期褐黄色粘土层(层⑤),被错地层最新时代与上述簪门口被错地层基本相近,充分说明断层在晚更新世有过明显活动。层⑤褐黄色粘土层被错后,其上沉积了层④褐灰色粘土及其以上地层,未见断层更新的活动迹象。

2.3 洗澡塘探槽

洗澡塘见基岩破碎带宽约 30 m。此处断层地貌清晰,发育清晰的断层垭口和坡中谷地貌,在西河 II 级阶地上发育高约 2 m 的断层陡坎(图8a)。笔者在陡坎附近进行了探槽开挖。

揭露地层为河流相堆积,主要有 6 层:①褐色壤土层;②褐黄色砂质粘土层;③灰白色含砂砾石层;④褐红色含砾砂粘土;⑤褐黄色粘土;⑥褐色粘土。

探槽 SE 壁可见有 2 条断层存在。 F_1 断层断错层④、层⑤、层⑥,层④光释光(OSL)年龄为距今 (11.6 ± 1.6) ka,层⑤下部光释光(OSL)年龄为距今 (18.8 ± 1.4) ka(山东省地震局),错距 0.35~0.4 m,具有显著的正断层性质(图8b~c)。 F_2 断层断错层⑤和层⑥,层⑤上部光释光(OSL)年龄为距今 (11.6 ± 1.6) ka,位错明显,垂直位错量约 1 m。探槽揭示晚更新世晚期断层曾有活动。

2.4 断层垂直滑动速率

簪门口探槽揭示出正断层破碎带,上盘为晚更新世晚期坡积层,其下部 ^{14}C 年龄为 $(15\,430 \pm 60)$ a B. P.。据剖面情况,在 5 m 高度内未见到下盘对应断层,估计下盘的对层已被剥蚀殆尽,由此推算其垂直错距应大于 5 m,暂按 5 m 计,由

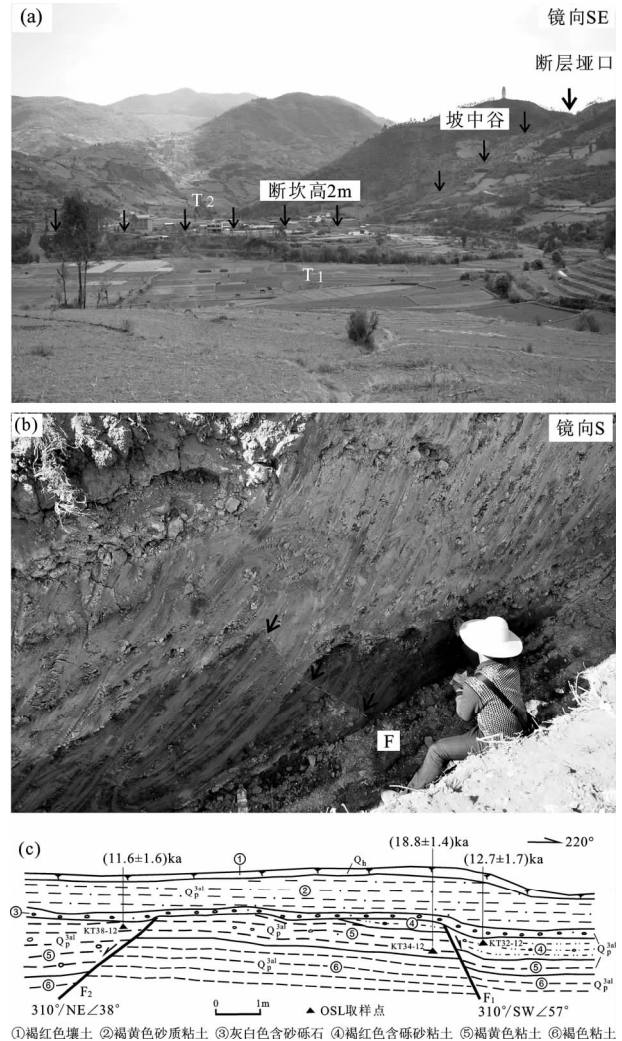


图8 洗澡塘断层地貌(a)及探槽 SE 壁剖面(b)(c)

Fig. 8 The fault landforms (a) and the profile of exploratory trench (b) (c) at Xizaotang Village

此计算得出晚更新世晚期以来断裂的垂直滑动速率约为 0.32 mm/a。

在盆地西缘贝忙一带,西河 IV 级阶地上发育有第四纪断层(图9a),且断层沿线上见有断塞塘等地貌。沿断层线追踪,发现 IV 级阶地上存在着清晰的断层陡坎,坎高 22~25 m(图9b)。该阶地为基座阶地,阶地上部深 1.5 m 处细砂层光释光(OSL)年龄为 (93.9 ± 1.4) ka,它基本上可以代表阶地地面的形成年龄。断层陡坎是该级阶地形成后断层运动造成,因此,陡坎高度基本上代表了断层的垂直错距,如按此年龄进行估算,则晚更新世以来该断裂段的平均垂直滑动速率为 0.23~0.27 mm/a。

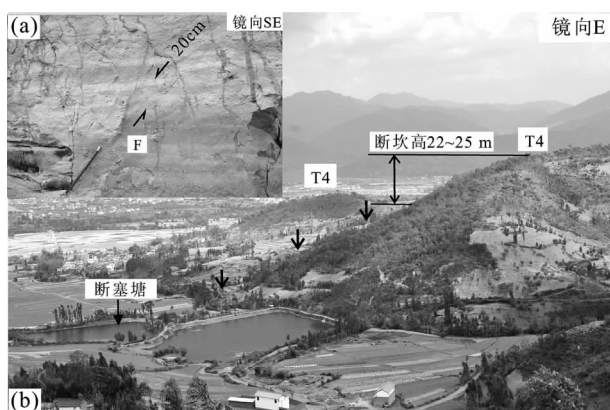


图9 贝忙一带Ⅳ级阶地断层陡坎

(a) 第四纪断层; (b) 断层陡坎及断塞塘地貌

Fig. 9 The fault scarp on terrace IV nearby Beimang Village

(a) Quaternary fault; (b) the fault scarp and the landform of Duansaitang

洗澡塘村断层地貌清晰, 西河Ⅱ级阶地上发育高2 m左右的断层陡坎。探槽揭露断层断错了晚更新世地层, Ⅱ级阶地形成时代为 $(11.6 \pm 1.6) \sim (18.8 \pm 1.4)$ ka。高2 m断层陡坎, 应该是在Ⅱ级阶地形成后由于断层活动所致, 故可按最小年龄11 000 a计, 由此计算得出该断裂段垂直滑动速率为0.18 mm/a。

综合以上, 晚更新世以来维西—乔后断裂南段垂直滑动速率约为0.18~0.32 mm/a。

野外调查期间, 笔者试图寻找该断裂段全新世活动迹象, 但一无所获。曾被认作是全新世时期断错的地貌陡坎, 大都经过了多次的人为改造, 很难确定是全新世活动的证据。从活动时代和滑动速率分析, 该断裂段具有发生中等强度地震的危险性。历史上, 沿此断裂段记载有4次中强地震, 即1499年5½级地震、1520年5½级地震、1586年5¾级地震和1895年7月11日5级地震(云南省地震局, 1988), 这似乎从侧面印证了断裂的活动程度。笔者曾进行多个探槽的开挖, 没有发现可靠的古地震遗迹。

3 结语

以上研究表明, 维西—乔后断裂南段在第四纪表现出明显的活动特征, 运动性质以正断层作用为主。断裂对巍山盆地有着明显的控制作用, 受其影响盆地内阶地不对称发育。箐门口、佛堂

村、洗澡塘探槽揭示, 断裂断错了晚更新世晚期堆积。洗澡塘村断层地貌清晰, 西河Ⅱ级阶地上发育高约2 m的断层陡坎。根据阶地断层陡坎高度和阶地面年龄估算, 晚更新世以来该断裂段的垂直滑动速率约为0.18~0.32 mm/a。

巍山盆地位于点苍山—哀牢山西缘, 与北缘的剑川盆地和东北缘的洱源盆地遥相呼应, 它们均表现出明显的拉张构造特征, 有学者认为滇西北裂陷盆地可能跟红河右旋走滑断裂的尾端拉张有关, 而笔者认为可能与5百万年来点苍山—哀牢山的快速隆起有关。

参考文献:

- 常祖峰, 常昊, 臧阳等. 2016. 维西—乔后断裂新活动特征及其与红河断裂的关系[J]. 地质力学学报, 22(3): 516–529.
- 常祖峰, 张艳凤, 李鉴林等. 2014. 德钦—中甸—大具断裂晚第四纪活动的地质与地貌表现[J]. 地震研究, 37(1): 46–52.
- 常祖峰. 2015. 2013年云南奔子栏M5.9级地震发生的地震地质背景[J]. 地震地质, 37(1): 192–207.
- 陈文寄, 李齐, 汪一鹏. 1996. 哀牢山—红河左旋走滑剪切带中新世抬升的时间序列[J]. 地质评论, 42(5): 385–390.
- 邓起东, 张培震, 冉勇康等. 2002. 中国活动构造基本特征[J]. 中国科学: 地球科学, 32(12): 1020–1030.
- 魏顺民, 计凤洁, 向宏发等. 2001. 红河活动断裂带[M]. 北京: 海洋出版社.
- 阚荣举, 张四昌, 晏凤桐. 1977. 我国西南地区现代构造应力场与现代构造活动特征的探讨[J]. 地球物理学报, 20(2): 96–109.
- 李坪, 汪良谋. 1975. 云南川西地区地震地质基本特征的探讨[J]. 地质科学, 10(4): 308–326.
- 吕江宁, 沈正康, 王敏. 2003. 川滇地区现代地壳运动速度场和活动块体模型研究[J]. 地震地质, 25(4): 543–554.
- 乔学军, 王琪, 杜瑞林. 2004. 川滇地区活动地块现今地壳形变特征[J]. 地球物理学报, 47(5): 805–811.
- 任俊杰, 张世民, 侯治华等. 2007. 滇西北通甸—巍山断裂中段的晚第四纪滑动速率[J]. 地震地质, 29(4): 756–764.
- 唐荣昌, 韩渭滨. 1993. 四川活动断裂与地震[M]. 北京: 地震出版社.
- 王绍晋, 张建国, 余庆坤等. 2010. 红河断裂带的震源机制与现代构造应力场[J]. 地震研究, 33(2): 200–207.
- 王闯昭, 王恩宇, 沈正康等. 2008. 基于GPS资料约束反演川滇地区主要断裂现今活动速率[J]. 中国科学: 地球科学, 38(5): 582–597.
- 向宏发, 魏顺民, 张晚霞等. 2007. 红河断裂带南段中新世以来大型右旋位错量的定量研究[J]. 地震地质, 29(1): 52–65.
- 向宏发, 韩竹军, 魏顺民等. 2004. 红河断裂带大型右旋走滑运动与伴生构造地貌变形[J]. 地震地质, 26(4): 43–56.
- 徐锡伟, 闻学泽, 郑荣章等. 2003. 川滇地区活动块体最新构造样式及动力学来源[J]. 中国科学: 地球科学, 33(增刊1): 151–162.
- 许志琴, 侯立玮, 王综秀等. 1992. 中国松潘—甘孜造山带的造山过

- 程[M]. 北京:地质出版社.
- 云南省地震局. 1988. 云南省地震资料汇编[M]. 北京:地震出版社.
- 张家声,李燕,韩竹均. 2003. 青藏高原向东挤出的变形响应及南北地震带构造组成[J]. 地学前缘,10(特刊):168-175.
- 张培震,邓起东,张国民等. 2003a. 中国大陆的强震活动与活动地块[J]. 中国科学:地球科学,33(增刊1):12-20.
- 张培震,王敏,甘卫军等. 2003b. GPS观测的活动断裂滑动速率及其对现今大陆动力作用的制约[J]. 地学前缘,10(增刊1):81-92.
- Allen C R, Gillespie A R, Yuan H, *et al.* 1984. Red River and associated faults, Yunnan province, China: Quaternary geology, slip rates and seismic hazard [J]. Geological Society of America Bulletin, 95(6): 686-700.
- Leloup P H, Kienast J R. 1993. High temperature metamorphism in a major strike-slip shear zone: the Ailao Shan-Red River (P. R. C) [J]. Earth Planetary Science Letters, 118(1-4): 213-234.
- Leloup P H, Lacassin R, Tapponnier P, *et al.* 1995. The Ailao Shan-Red River shear zone (Yunnan China), Tertiary transform boundary of Indochina [J]. Tectonophysics, 251(1-4): 3-10.
- Schoenbohm L M, Burchfiel B C, Chen L, *et al.* 2006. Miocene to present activity along the Red River fault, China, in the context of continental extrusion, upper-crustal rotation, and lower-crustal flow [J]. Geological Society of America Bulletin, 118(5-6): 672-688.
- Shen Z K, Lu J N, Wang M, *et al.* 2005. Contemporary crustal deformation around the southeast borderland of the Tibetan Plateau [J]. Journal of Geophysical Research, 110(11): 1-17.
- Socquet A, Pubellier M. 2005. Cenozoic deformation in western Yunnan (China-Myanmar border) [J]. Journal of Asian Earth Science, 24(4): 495-515.
- Tapponnier P, Lacassin R, Leloup P H, *et al.* 1990. The Ailao Shan/Red River metamorphic belt: Tertiary left-lateral shear between Indochina and south China [J]. Nature, 343(6257): 431-437.
- Tapponnier P, Peltzer G, Armijo R. 1986. On the mechanics of the collision between India and Asia, in Coward, M. P., and Ries, A. C., eds., Collision Tectonics [M], Geological Society London Special Publication, 19(1): 113-157.
- Tapponnier P, Zhiqin X, Roger F, *et al.* 2001. Oblique stepwise rise and growth of the Tibet plateau [J]. Science, 294(5547): 1671-1677.
- Wang E, Burchfiel B C, Royden L H, *et al.* 1998. Late Cenozoic Xianshuihe-Xiaojiang, Red River, and Dali fault systems of southwestern Sichuan and central Yunnan, China [J]. Special Paper of the Geological Society of American, 327: 1-108.
- Wang Q, Zhang P Z, Freymueller J T, *et al.* 2001. Present-day crustal deformation in China constrained by Global Positioning System measurements [J]. Science, 294(5542): 574-577.
- Zhang P Z, Shen Z K, Wang M, *et al.* 2004. Continuous deformation of the Tibetan Plateau from global positioning system data [J]. Geology, 32(9): 809-812.

The Characteristic of Active Normal Faulting of the Southern Segment of Weixi-Qiaohou Fault

CHANG Zufeng¹, CHANG Hao¹, LI Jianlin¹, DAI Boyang¹,
ZHOU Qingyun¹, ZHU Jialong², LUO Zongqi²

(1. Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

(2. Yunnan Weishan Country Seismological Office, Weishan 672400, Yunnan, China)

Abstract

According to geological and geomorphic field observations, we mainly elaborate the active feature of the southern segment of Weixi-Qiaohou Fault. It is revealed that the fault is apparently active in Quaternary, behaving normal faulting primarily. The Weishan quaternary basin is apparently controlled by the fault, and the terraces in the basin have developed asymmetrically under its influence. It is documented that late Pleistocene accumulations with ¹⁴C age (15430 ± 60) a B. P and OSL age (11.6 ± 1.6) ka has been displaced by the fault, revealed by the exploratory trenches at Qingmenkou, Fotang and Xizaotang villages. Therefore, it suggests that the fault is newly active in late Pleistocene. The fault landform is clear at Xizaotang village, there is a 2 m high fault scarp on the T₂ terrace of the Xihe river. It is estimated the fault has a average vertical slip rate of 0.18 ~ 0.32 mm/a since late Pleistocene, based on displaced magnitude of the river terraces and their ages formed.

Key words: the southern segment of Weixi-Qiaohou Fault; Weishan basin; normal fault; late Pleistocene; vertical slip rate