

盛强, 谢新生. 交城断裂带北端晚更新世活动性探讨[J]. 华南地震, 2018, 38(S1): 39-44. [SHENG Qiang, XIE Xinsheng. Study on Epileistocene Faulting on the North of Jiaocheng Fault Zone in Shanxi Province [J]. South China journal of seismology, 2018, 38(S1): 39-44]

交城断裂带北端晚更新世活动性探讨

盛强^{1,2,3}, 谢新生⁴

(1. 广东省地震局, 广州 510070; 2. 中国地震局地震监测与减灾技术重点实验室, 广州 510070;
3. 广东省地震预警与重大工程安全诊断重点实验室, 广州 510070; 4. 中国地震局地壳应力研究所, 北京 100085)

摘要: 通过断错地质地貌调查和探槽古地震研究, 获得了交城断裂带北端全新世活动的新证据。交城断裂带北端全新世有3期断层活动, 断错时间分别约为3.06~3.53 ka、5.99 ka左右、8.45~10.77 ka。

关键词: 交城断裂带; 晚更新世; 断错地貌; 探槽; 古地震

中图分类号: P315.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662(2018)S1-039-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2018.S1.006

Study on Epileistocene Faulting on the North of Jiaocheng Fault Zone in Shanxi Province

SHENG Qiang^{1,2,3}, XIE Xinsheng⁴

(1. *Guangdong Earthquake Agency, Guangzhou 510070, China*; 2. *Key Laboratory of Earthquake Monitoring and Disaster Mitigation Technology, CEA, Guangzhou 510070, China*; 3. *Key Laboratory of Guangdong Province Earthquake Eady Warning and Safety Diagnosis of Major Projects, Guangzhou 510070, China*;
4. *The Institute of Crustal Dynamics CEA, BeiJing 100085, China*)

Abstract: Through geofractures analysis and paleoearthquake study, this paper shows some new evidence of the Holocene activities of the north of Jiaocheng fault zone. The time of the three active fault events is 3.06~3.53ka, about 5.99ka and 8.45ka~10.77ka B.P.

Keywords: Jiaocheng fault zone; Epileistocene; Geofractures; Trenches Paleoearthquake

收稿日期: 2018-03-28

作者简介: 盛强(1984-), 男, 硕士, 工程师, 从事主要从事地震地质、地震工程研究。

E-mail: 269267018@qq.com.

0 引言

鄂尔多斯块体东缘的山西断陷系由一系列左阶雁行断陷盆地组成,是中国典型的正倾滑活动断裂带展布区和历史强震的频发区^[1-4],断陷系自北而南有 6 个大的断陷盆地(图 1),即延庆—怀来盆地、大同—阳原盆地、忻县—定襄盆地、太原盆地、临汾盆地和运城盆地。交城断裂带位于山西晋中盆地西界,走向 NE,长约 125 km,是山西断陷系盆地边界的主要活动断裂带之一^[5]。近年

来,对交城断裂带晚第四纪活动不断加深,有学者发现了交城断断裂带晚第四纪活动的地质剖面,该断裂带全新世有 3 次活动,且断裂带的活动有自南向北迁移的趋势^[6-11]。

然而,对交城断裂带活动段北段扩展的位置及其活动性的研究尚不丰富。本文在交城断裂带 1:5 万活断层填图基础上,通过断错地貌调查和探槽开挖,获得了该断裂带北段扩展位置及活动的证据。

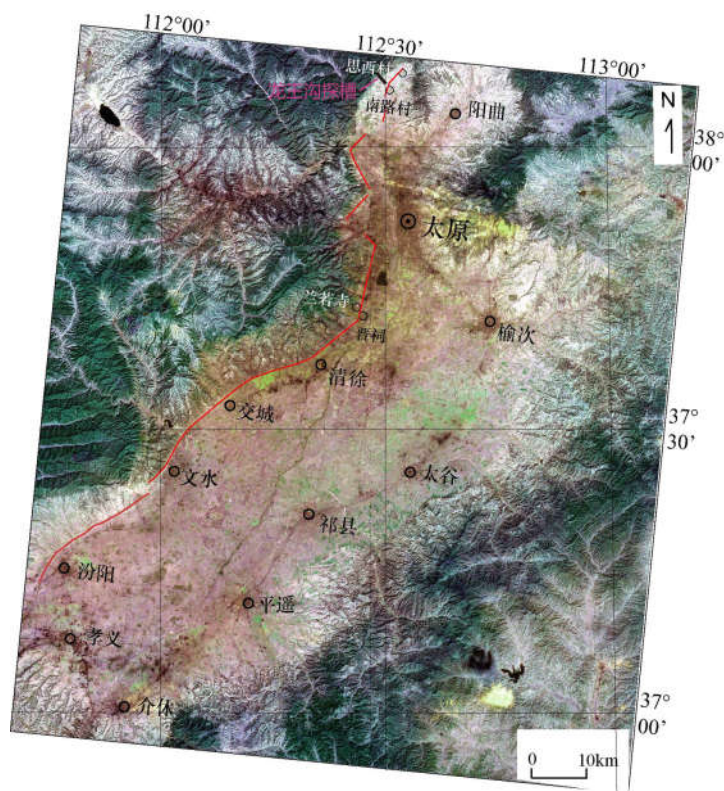


图 1 交城断裂带展布及南路村探槽平面位置图

Fig.1 Distribution of the Jiaocheng fault zone and the location of Nanlucun trench

1 交城断裂带概况

交城断裂带位于山西地堑系的中部,为太原断陷盆地的边界控制断裂,自北端的阳曲县泥屯镇到南端的汾阳西侧,总体走向 NE,倾向 SE,长约 125 km。按其几何展布特征可分为 3 段,北段自晋祠镇至阳曲县泥屯镇思西村,长约 35 km。北段与中段呈左阶展布,阶区宽约 8 km。中段自小井峪向南连续展布至文水县的马西乡附近,长约 70 km。中段与南段呈左阶展布,阶区宽约 3 km。南段在安上村—桑枣坡村西北展布,长约 20 km。(图 1)。

2 地质地貌调查

断错地貌调查表明沿交城断裂带北段断层陡坎、洪积扇断错、阶地断错、冲沟裂点等地貌特征明显。图 2 反映的是交城断裂带北端思西断裂的断层陡坎影像。该段的洪积扇前缘陡坎是探槽开挖的较理想的地点。

泥屯镇思西村公路进山口东侧,洪积扇后缘被错断(图 3、图 4),上部黄色亚砂土,中部亚砂土含大量磨圆的灰岩卵石,下部黄色亚砂土含大量灰岩碎石。

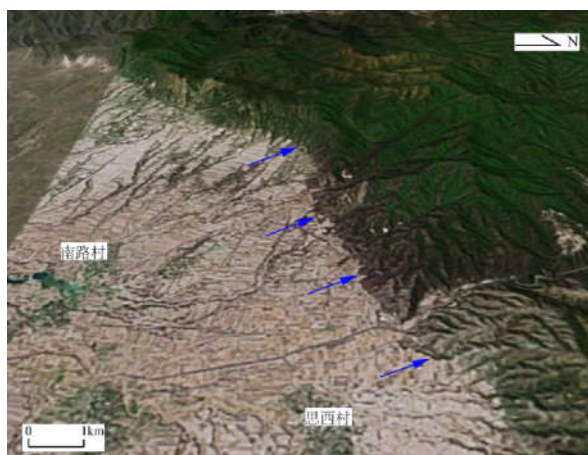
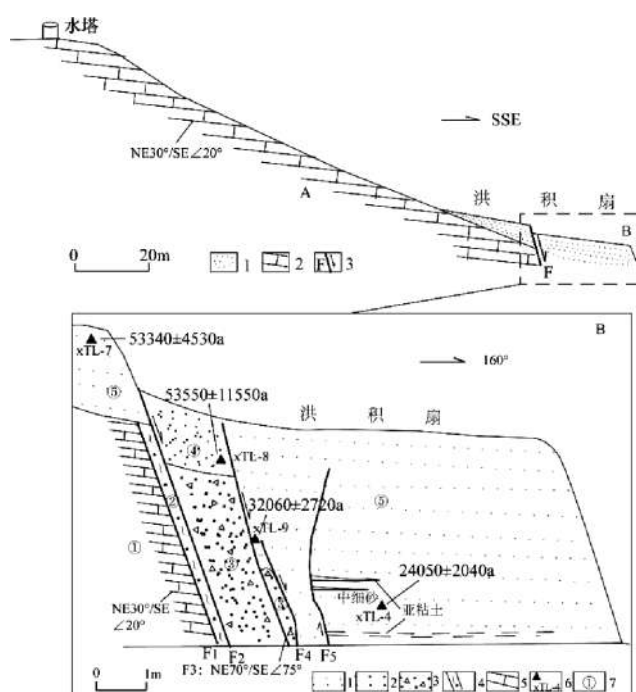


图2 卫星影像显示思西断裂的断层陡坎

Fig.2 Fault scarp of the Sixi fault on the satellite imagery



A: 1 亚砂土; 2 灰岩; 3 断层, B: 1 灰黄色亚砂土;
2 早一次事件加积层, 灰黄色亚砂土含灰岩碎石;
3 早一次事件崩积楔, 为灰黄色亚砂土与砖红色粘土混杂;
4 破碎带; 5 灰岩; 6 TL取样点; 7 地层编号

图3 泥屯镇思西村公路进山口东侧洪积扇后缘错断剖面
Fig.3 The profile of the dislocation of the back borders of the pluvial fan in east of the road in Sixi county, Nitun town

思西村西山前, 洪积扇后缘台地高 6~10 m, 台地前后缘均有断层发育(图 5), 地表往下 0~7.2 m 为浅黄色亚砂土, 含零星钙核, 7.2~8 m 为浅黄色亚粘土, 8~10 m 为褐黄色粘土。NW 向冲沟有拔河高 2 m 的一级阶地, 阶地为亚砂土沉积, 在距地表 1 m 处取年代样品 XTL-2, 为距今 (2.36±0.20) ka。



图4 泥屯镇思西村公路进山口东侧洪积扇后缘错断

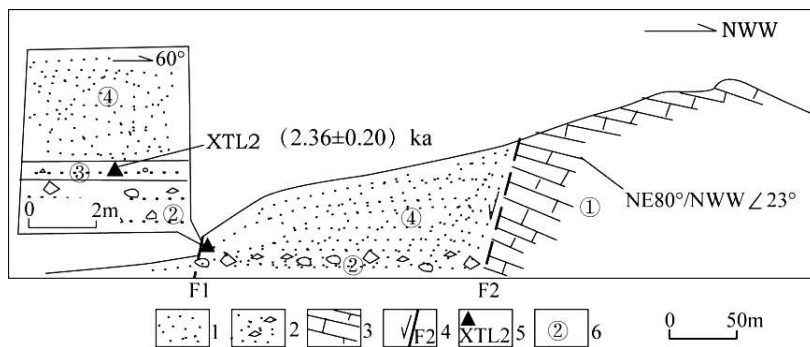
Fig.4 The dislocation of the back borders of the pluvial fan in east of the road in Sixi county, Nitun town

思西村西中北大学北东山前 NW5°冲沟发育 3 级阶地, 断层通过处拔河 10.7 m 的 T3 形成 7.4 m 高的陡坎, 拔河 6 m 的 T2 形成 3 m 高的陡坎, 冲沟出现右旋拐弯, 阶地为亚砂土沉积, T3 距地表 2 m 样品 XTL-13 年龄, 为距今 (9.59±0.81) ka。沿冲沟发育二级裂点, 其高度依次为: 2 m 和 4m, 裂点距断层的水平距离分别为 41m、21m (图 6)

思西村西, 洪积扇后缘陡坎 NE 向, 冲沟存在两级阶地, T2 拔河高 8 m, T1 拔河高 3.9 m, 沟口 T2 被断错, 垂直断距 4 m (图 7)。

3 探槽古地震事件

经过实地断错地貌调查, 在交城断裂带北段泥屯镇南路村龙王沟沟口开挖探槽。探槽跨基岩与黄土台地开挖, 大致垂直于断裂走向, 平面位置如图 8 所示。北侧基岩山体主要由奥陶系灰岩组成, 其地层相对平缓, 山前洪积扇则由晚更新世黄土、碎石组成。这一带仅在冲沟周边分布有全新世地层。黄土台地高约 4.4 m, 台地前缘正是冲沟两侧基岩与黄土之间断层通过之处, 走向 NE, 台地面略有向北反倾现象, 冲沟 SW 侧灰岩产状为 NW30°/SW ∠12°。探槽最大深度 3.7 m, 长 13.3 m, 上部宽 3.7 m, 底部宽 3.2 m。



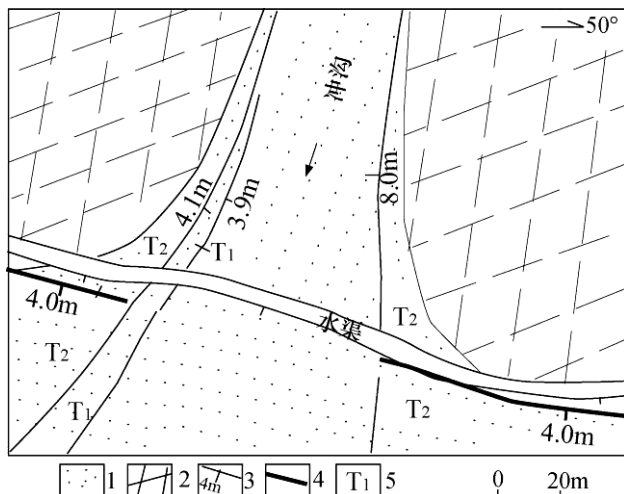
1 亚砂土; 2 粘土含钙质结核; 3 泥灰岩; 4 断层; 5 TL 取样点; 6 地层编号
图 5 泥屯镇思西村西山前洪积台地剖面

Fig.5 The profile of the pluvial platform in piedmont zone in Sixi county, Nitun town



图 6 思西村西中北大学北东山前冲沟阶地及裂点

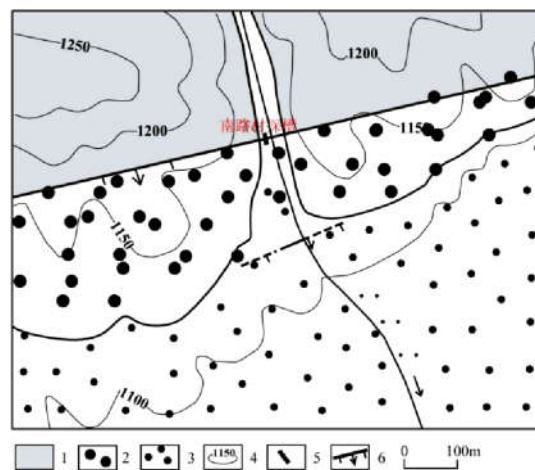
Fig.6 Terrace and knickpoints in piedmont zone in the Northeast of North University of China in Sixi county



1 亚砂土; 2 基岩; 3 断距; 4 断层; 5 阶地

图 7 泥屯镇思西村西地貌平面图

Fig.7 Locations of the land feature in the west of Sixi county, Nitun town



1.基岩; 2.黄土台地; 3.洪积扇;

4.等高线及海拔高程; 5.探槽; 6.断层

图 8 泥屯镇南路村西北山前龙王沟沟口山前地貌特征及探槽平面图

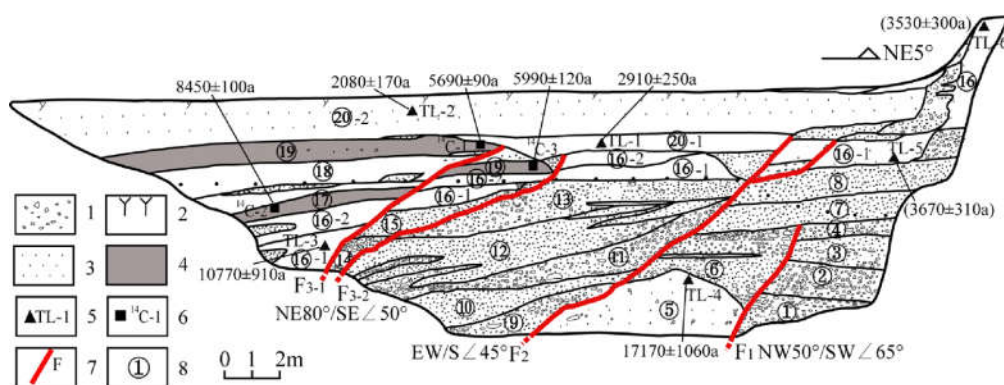
Fig.8 Land feature and location of the Longwanggou in piedmont zone in the northwest of Sixi county, Nitun town

探槽揭露地层从下往上简要描述如下(图 9):

层①: 碎石层, 无棱角, 次磨圆, 灰岩成分为主, 砾径大小不一, 混杂堆积, 大者 20~30 cm,

大多 5~15cm。

层②: 碎石层, 粗细分层, 粗砾砾径大多 10~15 cm, 个别 20~30 cm, 细砾大多 1~5cm, 略向北斜。



1 砾石; 2 植被; 3 亚砂土; 4 垆土; 5 TL 取样点; 6 ^{14}C 取样点; 7 断面; 8 地层编号

图9 泥屯镇南路村山前龙王沟探槽西壁剖面图(镜向 NWW)

Fig.9 Profile of the Longwanggou trench in piedmont zone in Sixi county, Nitun town (view NWW)

层③: 碎石层, 砾径大者 3~10 cm, 个别 20 cm。

层④: 碎石层, 大小不一, 大者 40 cm (15%), 小者 1~3 cm (50%), 亦有较多 3~10 cm (35%)。

层⑤: 黄色亚砂土, 含零星砾石, 砾径 7~8 cm, 有磨圆, TL-4 测年为 (17.17 ± 1.46) ka。

层⑥: 砾石层, 砾石大小不一, 大者 30~40 cm, 小者 5~10 cm, 中间小砾石磨圆较好。

层⑦: 砾石层, 砾径大多 1~3 cm, 个别 5~7 cm。

层⑧: 砾石层, 大小混杂, 大者 7~8 cm, 小者 3~5 cm, 大者 1/3, 无棱角。

层⑨: 砾石层, 大者砾径 10~30 cm。

层⑩: 砾石层, 大者 10 cm, 大多 3~6 cm。

层⑪: 砾石层, 砾石大小不一, 混杂堆积, 大多 3~6 cm。

层⑫: 砾石层, 有磨圆, 砾径大小不一, 粗者直径 20~30 cm, 细者 5~10 cm。

层⑬: 砾石层, 磨圆较好, 砾径大小不一, 大者 13~18 cm, 小者 3~6 cm, 小砾石居多。

层⑭: 砾石层, 有磨圆, 无棱角, 砾径大多 5~13 cm。

层⑮: 砾石层, 磨圆较好, 砾径大多在 5~10 cm 之间。

层⑯: 黄色亚砂土, 具水平层理, TL-6 测年结果为 (3.53 ± 0.30) ka。

层⑯-1: 黄色亚砂土, 含砾径 1~3 cm 碎石, TL-5 测年结果为 (3.67 ± 0.31) ka。

层⑯-2: 褐色垆土与砖红色亚砂土混杂。

层⑯-1: 黄色亚砂土, 含零星小石块 1~2 cm

直径, TL-3 测年结果为 (10.77 ± 0.91) ka。

层⑯-2: 黄褐色垆土, 含零星石块, 块径 < 5 cm。

层⑰: 褐色垆土, 含零星石块。

层⑱: 砖红色亚砂土。

层⑲: 褐色垆土, 疏松, 含零星碎石, 粒径 3~5 cm; 14C-1 测年结果为 (5.69 ± 0.09) ka。

层⑳-1: 浅褐色亚粘土, 热释光样品 TL-1 测年结果为 (2.91 ± 0.25) ka。

层⑳-2: 黄色亚砂土, 中下部具水平层理, 热释光样品 TL-2 测年结果为 (2.08 ± 0.17) ka。

龙王沟探槽揭示出 4 个断面, 从北往南依次编号为 F1、F2、F3-1 和 F3-2 (图 9) 根据探槽剖面分析, 该剖面上显示了 3 次全新世古地震事件。

全新世以来第一期活动 E1 为断面 F3-1 活动, 断错层⑯, 影响的地层有层⑭, 层⑮和层⑯, 垂直断错距离约为 1 m, 并且上盘下降之后, 接受沉积, 形成层⑰和层⑱。层⑯-1 的热释光测年结果显示为 10.77 ka, 在其上覆地层⑰底部取 ^{14}C 样品测年, 结果显示为 8.45 ka, 由此推断该次古地震事件的时间范围应该在 8.45~10.77 ka 之间。第二期活动 E2 为断面 F3-2 活动, 该断面断错层⑯, 之后下降盘接受沉积, 形成沉积层⑲, 取沉积物中的 ^{14}C 样品测年, 结果显示为 5.99 ka, 该事件活动的时间应该在 5.99 ka 之前, 并且接近于 5.99 ka。第三期断层活动 E3 为断面 F2 发生活, 并断错层⑯, 垂直断错距离约为 3.5 m。测年结果显示为 3.53 ka, 西南侧下降盘接受沉积, 在沉积层⑳底部取热释光样品测年, 结果显示为 2.91 ka, 说明本次古地震时间的活动时间在 2.91~3.53 ka。另外, 探槽剖面还揭示了更早一期断层活动为 F2

断错,该断面断错层⑤,在该层靠近顶部取热释光年龄样品,测年结果显示为 17.17 ka,为晚更新世晚期断层活动。

结合第二节地质地貌调查,全新世以来的三次断层活动都有相应的地质和地貌反应,如图 6 所示思西村西中北大学北东山前冲沟发育 3 级阶地, T3 距地表 2 m 处 XTL-13 测年结果为距今 (9.59 ± 0.81) ka。沿冲沟发育二级裂点,其高度依次为 2 m 和 4 m。图 3 所示思西村公路进山口东侧,洪积扇后缘被错断,其中两次断错的上盖地层测年结果分别为 5.35 ka 和 3.20 ka。都与探槽揭示的全新世三期活动大致相对应。

前人曾在交城断裂带的北、中、南段开挖大型探槽,依据全新世断层活动事件的对比,认为交城断裂带的北段和中段在全新世曾发生 3 次古地震活动,时间一次为 8.53~8.56 ka, 5.91 ka 左右和 3.06~3.74 ka。将本文所讨论的 3 次全新世断层活动事件与前人所揭示的 3 次断层活动事件对比,可以发现这 3 次事件所发生的时间很接近。在断错事件的年龄对比中,不同探槽同期事件断错地层的年代应有所取舍,在对比同一事件时,时间上限应取上覆未断错地层较早的测年数据;而时间下限应取被断错地层较新的测年数据。由此可以推断交城断裂带北段 3 次全新世古地震事件的时间分别为 3.06~3.53 ka、5.99 ka 左右、8.45~10.77 ka。

4 结语

(1) 阳曲县泥屯镇思西村位于交城断裂带北端,地质地貌调查和探槽开挖揭示了北端全新世多期同步活动的证据。与前人对断裂带的活动有自南向北迁移的趋势的认识相一致。

(2) 交城断裂带北端全新世有 3 次断层活动,断错时间分别约为 3.06~3.53 ka、5.99 ka 左右、8.45~10.77 ka。

(3) 受自然条件的限制,探槽没能挖的更深,更长,没有充分揭露断裂的古地震事件。调查区域内分布有较多的冲沟裂点,有待进行更多的数据测量和统计来揭示更详细的断裂活动的数据。

致谢:感谢参加该项野外调查工作的江娃利研究员、孙昌斌、黄伟和郭慧等,感谢江娃利研究员的悉心指导。

参考文献:

- [1] 丁国瑜. 中国内陆活动断裂基本特征的讨论[M]//中国地震学会地震地质专业委员会编. 中国活动断裂. 北京:地震出版社,1982.
- [2] 邓起东. 中国的活动断裂 [M]//中国地震学会地震地质专业委员会编. 中国活动断裂. 北京:地震出版社,1982.
- [3] 刘光勋,肖振敏. 山西地堑系及其地震构造特征[M]//中国地质学会构造地质专业委员会编. 第二届全国地质构造学术会议论文选集(第三卷): 中生代构造. 北京:科学出版社,1982.
- [4] 苏宗正. 山西断陷带地震活动的新构造背景[J]. 山西地震,1988,16(4):2-6.
- [5] 邓起东,王克鲁,汪一鹏,等. 山西隆起区断陷地震带地震地质条件及地震发展趋势概述[J]. 地质科学,1973,16(1):37-47.
- [6] 江娃利. 山西交城断裂全新世活动证据及第四纪活动历史[C]//国家地震局地壳应力研究所编. 地壳构造与地壳应力文集(6). 北京:地震出版社,1993.
- [7] 程新原,侯廷爱. 交城断裂中段的活动特征及其地震危险性[J]. 山西地震,1996,24(3):28-32.
- [8] 许桂林,马保起,江娃利. 山西交城断裂带第四纪活动习性及其分段特征[C]//中国地震局地壳应力研究所编. 地壳构造与地壳应力文集(11). 北京:地震出版社,1998.
- [9] 马保起,许桂林,盛小青,等. 山西交城断裂活动的构造地貌学研究[C]//国家地震局地壳应力研究所编. 地壳构造与地壳应力文集(12). 北京:地震出版社,1999.
- [10] 谢新生,赵晋泉,江娃利,等. 山西交城断裂带西张探槽全新世古地震研究[J]. 地震地质,2007,29(4):744-755.
- [11] 谢新生,江娃利,孙昌斌,等. 山西交城断裂带多个大探槽全新世古地震活动对比研究[J]. 地震地质,2008,30(2):412-430.