

徐伟、刘旭东、张世民 2011, 口泉断裂中段晚第四纪最新活动研究, 中国地震 27(4), 386 ~ 395。

口泉断裂中段晚第四纪最新活动研究

徐伟 刘旭东 张世民

中国地震局地壳应力研究所 北京市德外西三旗安宁庄路 1 号 100085

摘要 通过航、卫片解译与野外地质地貌调查, 对口泉断裂中段(上神泉至杨家窑段) 晚第四纪以来的活动特征开展了系统研究。野外调查表明, 口泉断裂中段在禅房以北断错了 T_1 阶地砂土卵砾石层, 最顶部一直断错至阶地上覆的黑垆土层下部。最大垂直断距位于小峪口至楼子口一带, 不小于 3m, 向南北两侧分别至大峪口、鹅毛口的垂直位移衰减分别为 0.50m、0.25m, 表明小峪口至楼子口一带为中段活动中心。根据测年结果, 确定中段最新活动发生在距今 7.71ka ~ 3.00ka 之间。结合前人研究成果, 对中段晚第四纪最新活动进行了探讨。

关键词: 口泉断裂 断错地貌 ^{14}C 测年 最新活动

[文章编号] 1001-4683(2011)04-0386-10 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

0 引言

口泉断裂控制了大同盆地的西缘边界(图 1(a)), 该断裂北起大同市以北的官屯堡附近, 往 SE 经北羊坊、上皇庄、口泉、鹅毛口、小峪口、大峪口至上神泉, 在甘庄转为近 SN 走向, 继续向南在地上庄转向 SE, 向西在神头转为近 EW 向并止于峙峪, 全长 160km。野外调查可见高大的断层陡崖, 在禅房以北表现的尤为明显, 低阶地跨断层可见断错迹象, 表明晚第四纪以来仍有强烈的活动。在该断裂附近历史上有 2 次 $6\frac{1}{2}$ 级地震, 分别发生在 1022 年、1305 年(顾功叙, 1983; 武烈等, 1993)。谢新生等(2003) 通过跨断层的探槽研究认为, 该断裂在距今 1.23 万年以来发生过 4 次地表破裂型古地震事件, 其中最新事件大约发生在距今 2.52ka。这种古地震事件的断代主要依靠热释光测年技术, 缺乏系统的 ^{14}C AMS 测年的约束。本文在口泉断裂 1:5 万地质填图的基础上, 对上神泉至杨家窑段(图 1(b)) 的最新活动进行了研究, 并通过 ^{14}C AMS 测年技术确定了石井至鹅毛口段断层的最新活动年代。

1 区域地质背景

口泉断裂位于山西地堑系北部大同盆地西侧, 该断裂除南端走向近 EW 外, 总体走向 $\text{NE}35^\circ \sim 55^\circ$, 倾向 SE, 倾角 $50^\circ \sim 70^\circ$ 。

该断裂的活动性质在形式后的不同地质时期几经变更。中生代末期, 燕山运动活动加剧, 在华北断块区坚硬基底条件下, NW-SE 向水平挤压作用造成各次级断块沿着作为其边

[收稿日期] 2011-03-06

[项目类别] 国家自然科学基金项目(40972143)、中国地震局“十一五”重点项目(1520945024)、中国地震局地壳应力研究所基本科研业务专项(ZDJ2010-22) 共同资助

[作者简介] 徐伟, 男, 1986 年生, 硕士, 主要从事活动构造与工程地震研究。E-mail: xwazhy@163.com

界的古老基底断裂发生差异升降运动,口泉断裂带在这时表现为逆断层,其东侧有轴向 NE 的背斜构造,西侧盆地则沉积了较厚的煤系地层。进入新生代,受喜马拉雅构造运动的影响,区域构造应力场发生了转变,由中生代的 NW-SE 主压方向转变为 NE-SW 主压方向,口泉断裂表现为张性倾滑断层,东侧的背斜构造断陷形成了大同盆地,并沉积了厚以千米计的新生代沉积(王钟堂,1957;杜丕,1964;邓起东等,1973;刘光勋等,1986;王乃梁等,1996)。

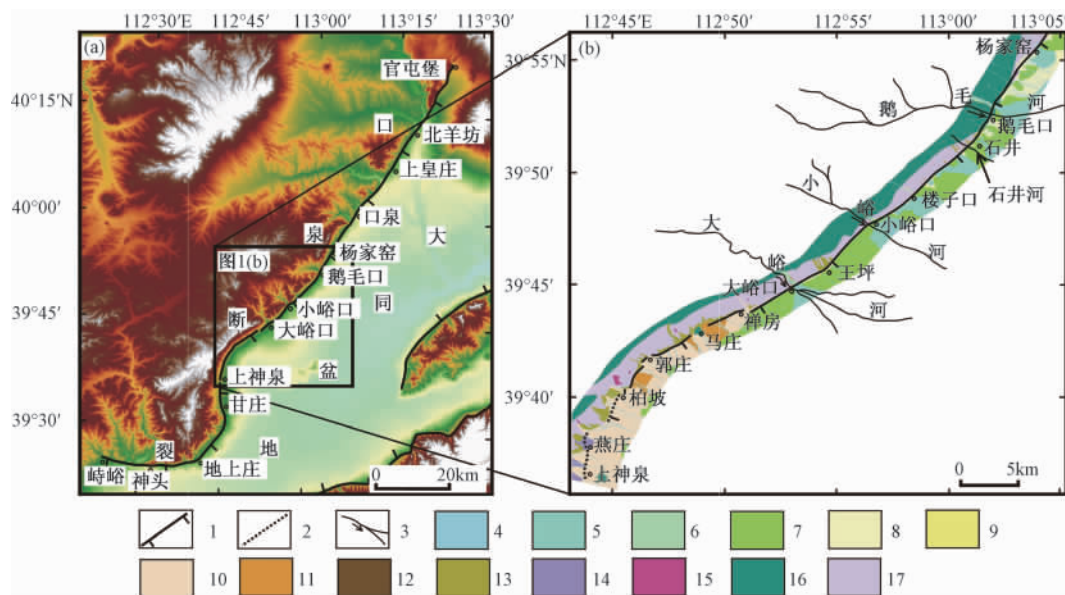


图 1 口泉断裂及其两侧地层地貌展布图

1. 正断层;2. 推测断层;3. 河流及流向;4. 河漫滩;5. 现代洪积扇;6. T_1 阶地;7. T_1 同期洪积扇;8. 全新世黄土;9. T_2 阶地;10. T_2 同期洪积扇;11. 晚更新世黄土;12. T_3 阶地;13. 山麓洪积台地;14. 中更新世黄土;15. 山麓剥蚀面;16. 古生界;17. 前寒武纪片麻岩

2 断裂地貌表现

口泉断裂中段断层迹线从卫星影像上清晰可见(图 1(a)),野外断层陡坎、断层三角面清晰。在活动最强的段落,断层断错了 T_1 阶地及同期洪积扇;在中等活动段落, T_1 阶地及同期洪积扇跨断层连续,在 T_2 阶地及同期洪积扇上形成断坎;在活动性最弱段落, T_3 阶地及同期洪积扇被断错并形成陡坎,更新的地貌面跨断层连续。

笔者曾对口泉断裂中段不同地貌面年代做过调查。研究认为, T_1 阶地及同期洪积扇年代为(4~8) kaBP, T_2 阶地及同期洪积扇年代为(20~33) kaBP, T_3 阶地及同期洪积台地年代早于 70kaBP(徐伟等,2011)。不同段落的地貌特征表现如下:

2.1 上神泉至柏坡段

该段位于研究区最南段,长约 8km。山前大部分地区为 T_2 同期洪积扇所覆盖,洪积扇扇顶一直延伸至基岩山区很远,往下游方向呈扇状展布并彼此相连(图 1(b))。扇间黄土台地发育。该段断裂地貌特征不明显。 T_3 洪积台地前缘的断层陡坎受剥蚀后退成缓坡状。 T_2 阶地跨断层连续,表明断层在 T_2 以来未有明显活动。

2.2 柏坡至禅房段

该段长约 10km。断层线性特征较柏坡以南段明显(图 1(b))。柏坡至郭庄段走向 $\text{NNE}20^\circ \sim 30^\circ$, 郭庄至禅房段走向 $\text{NE}50^\circ \sim 60^\circ$ 。T₃ 洪积台地前缘发育高约 30m 的断层陡坎, T₂ 阶地在沟谷两侧跨断层处被错断, T₁ 阶地跨断层连续。图 2(a) 为柏坡北冲沟南侧沟壁断层剖面, 断层面下盘为花岗片麻岩, 片麻理产状近水平, 近断层处呈顺断层下倾的趋势, 上盘为黄土古土壤夹杂砾石层, 断层最顶部被坡积成因的含有少量细砾石的灰色亚砂土层所覆盖。图 2(b) 为郭庄北人为取土所剥露的基岩断面, 下盘基岩为肉红色花岗片麻岩, 片麻理产状与断层产状一致, 上盘为灰黄色黄土, 基岩与黄土交界部位可见松散的块状花岗片麻岩, 局部还可见灰绿色断层泥(冰镐所在处)。

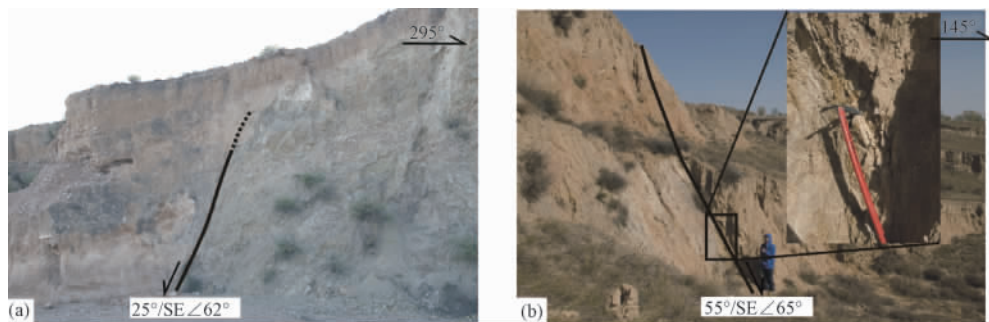


图 2 禅房至柏坡间断层剖面

(a) 柏坡北断层剖面(镜向 205°); (b) 郭庄北断层剖面(镜向 55°)

2.3 禅房至杨家窑段

该段全长 29km, 断层总体走向 $\text{NE}35^\circ \sim 55^\circ$ 。该段断层迹线清晰, 断层陡崖和断层三角面醒目。图 3(a) 为小峪口北冲沟北侧基岩断坎, 断面平整光滑, 下盘为肉红色花岗片麻岩, 上盘为冲积物; 图 3(b) 为楼子口南冲沟南侧断坎, 下盘为肉红色花岗片麻岩, 山前为现代洪积扇。该段断裂错断了 T₁ 阶地砾石层。

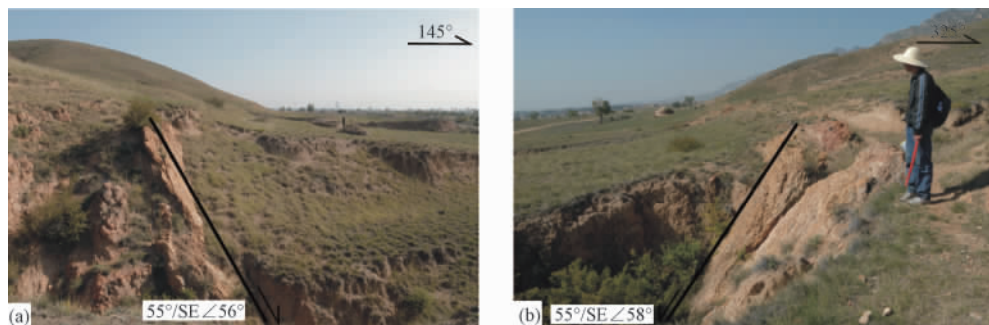


图 3 禅房至杨家窑间基岩断面

(a) 小峪口北基岩断面(镜向 55°); (b) 楼子口南基岩断面(镜向 235°)

3 探槽揭示断错最新地层

禅房以北段活动强最为强烈, 断层断错了 T₁ 阶地, 在小峪口至楼子口段表现的尤为明

显,最大垂直断距不小于 3m。在大峪口附近 T_1 阶地断错 50cm,石井至鹅毛口段 T_1 阶地断错 25~30cm。以下就上述部位典型断错剖面由南向北顺序叙述。

在大峪口附近冲沟南岸可见 T_1 阶地跨断裂被断错,断面一直通至地表,顶部为耕植层,人为改造较大,根据剖面揭露的断层两侧同层位砾石层位错,实测出该部位 T_1 阶地断距为 0.5m,代表了该处的最新活动。

图 4(a) 为小峪口北东冲沟南岸 T_1 阶地断错地貌,下盘 T_1 阶地拔河 3.5m,断层断错 T_1 阶地并形成高 3m 的陡坎,山前出冲沟为现代洪积扇,扇间为黄土, T_1 阶地断距至少 3m。图 4(b) 为该部位 RTK 精细测量图(等高距 1m),图中断层陡坎清晰可见,在冲沟北侧高漫滩横跨断层迹线进行探槽开挖(小峪口北探槽),槽深 7.5m。图 5(a) 为小峪口北探槽北壁局部剖面图,该探槽由于开挖位置过于接近冲沟沟床,地震形成的迹象尤其是最新的事件已被高漫滩砂砾石层冲蚀,剖面长约 50m,除了在剖面底部靠左侧可见基岩断面外,往盆地方向未见断面。具体层位为:

层①: 黑垆土层,颜色呈深褐色,在该层中部取碳样,标号¹⁴C-XYK-01,¹⁴CAMS 测年结果为(3.89~3.69) kaBP。

层②: 灰黄色粉细砂夹砂砾石透镜层。

层③: 砾石层,有磨圆,分选差,该层整体呈褐黄色。

层④: 砾石层,有磨圆,分选一般,可见水平层理,该层整体颜色偏红。

层⑤: 肉红色花岗片麻岩,片麻理产状与断层大致相同。

该剖面只可见早期断错形成的基岩断面,且其上部被冲蚀,为层①~③所披盖,根据层①的碳样年龄,推测出该区的断层最新活动年代早于(3.89~3.69) kaBP。需要说明的是,该处冲沟南侧 T_1 阶地被断错,形成 3m 高的陡坎,而探槽剖面揭示的断面未通至地表,这是因为探槽所处的部位为高漫滩,断面已被冲蚀。

石井北地貌断错现象显著,可见断错 T_3 洪积台地形成的高大陡崖(图 4(c),箭头指示部位),我们在该部位做了等高距 1m 的 RTK 精细地形测量,并在冲沟北侧 T_2 阶地陡坎前缘进行探槽开挖(图 4(d)),即石井北探槽 I。图 5(b) 为石井北探槽 I 北壁局部剖面,具体层位为:

层①: 松散耕植土层,灰黄色,现代植物根系发育,含有小砾石。

层②: 黑垆土层,颜色呈浅褐色,质纯,在该层中下部取碳样,标号为¹⁴C-31,其¹⁴CAMS 测年结果为(3.26~3.00) kaBP。

层③: 黑垆土层,颜色呈深褐色,在该层中部取光释光样,标号 OSL-61,测年结果为(3.94±0.91) kaBP。

层④: 粉砂粉土层,呈灰黄色,质纯,在近断层处可见有零星散落的砾石,应为断层断错时砾石崩落所致。在该层近断层处中部和底部取光释光样,标号 OSL-64 及 OSL-63,测年结果分别为(8.12±0.46) kaBP 及(18.59±0.21) kaBP。

层⑤: 砾石层,有磨圆,粒径主要集中在 3~6cm,以灰岩为主。

层⑥: 砾石层,有磨圆,粒径主要集中在 1~2cm,个别可达 5cm,岩性为灰岩。砾石顶部呈灰白色,与中下部差异明显,层理也不太明显,大致可见砾石层有顺断层方向下倾的趋势。顶部靠近断层处砾石含量少,有可能是砾石上覆的黄土为断层活动时拖曳所致,在此取光释

光样, 标号 OSL-62, 测年结果为 (15.92 ± 0.28) kaBP, 该年代与样 OSL-63 测得年龄较为接近, 有可能为同期沉积, 后为断错所致, 根据实测, 断距达 3m, 如此大的断距表明晚更新世晚期以来该处曾发生过多次活动。

层⑦: 古土壤层, 整体呈红棕色, 质纯, 靠近断层处可见混杂有砾石, 且近断层处该层整体顺断层下倾, 为断层活动拖曳所致。

层⑧: 砾石层, 呈条带状, 厚度不均, 砾石分选一般, 粒径主要集中在 $2 \sim 3$ cm, 有磨圆, 以灰岩为主。

层⑨: 砾石层, 整体呈浅红褐色, 层理不太明显, 有磨圆, 粒径主要集中在 $2 \sim 3$ cm, 少数达到 5cm。分析可知, 断层 F_1 经过了多次活动, 断错了层⑥砾石层, 最新的一次活动最顶部一直断错至黑垆土下部深褐色黑垆土层③顶部, 断距 30cm。根据测年结果, 推断断层最新活动早于 $(3.26 \sim 3.00)$ kaBP, 晚于 (3.94 ± 0.91) kaBP。

鹅毛口南断错地貌特征明显, 在一无名冲沟南侧发现 T_1 阶地砂砾石层被断错, 最顶部一直断错至上覆的黑垆土层下部, 故在 T_1 阶地跨断层处及 T_2 阶地陡坎前缘进行探槽开挖, 即鹅毛口南探槽 I、II。图 4(e) 为探槽开挖前地形地貌, 箭头指示断层陡坎, 图 4(f) 为探槽周边地形 RTK 精细测量图, 等高距 1m, 可见明显的断层陡崖, 线性展布。

鹅毛口南探槽 II, 开挖于 T_2 阶地陡坎前缘(图 4(f)), 揭示断裂最新活动断错了 T_1 阶地砂砾石层。图 5(c), 为其北壁局部剖面, 具体层位为:

层①: 灰黄色黄土层, 在该层底部取光释光样, 标号 OSL-54, 测年结果为 (7.71 ± 0.19) kaBP。

层②: 粉细砂夹杂条带状细砾石层, 在该层不同部位取光释光样, 标号: OSL-47、OSL-48、OSL-50, 测年结果分别为 (13 ± 0.66) kaBP、 (12.19 ± 0.41) kaBP、 (16.77 ± 1.23) kaBP。

层③: 砾石层, 可见水平层理, 砾石粗细相杂。

层④: 粉砂粉土层, 整体呈灰黄色, 在该层顶部各取光释光样(标号 OSL-55)和炭样(^{14}C -201, 取样点超出了图幅范围, 未标示), 测年结果分别为 (17.59 ± 0.32) kaBP 和 (21.69 ± 0.08) kaBP, 代表了 T_1 阶地的底部年龄。

层⑤⑥⑦⑧⑨未见明显层理, 受断层多期活动影响, 砾石较乱, 断层附近可见砾石定向排列, 局部可见古土壤层, 在层⑧顶部取光释光样, 标号 OSL-49, 测年结果为 (44.56 ± 1.39) kaBP。

层⑩: 肉红色花岗片麻岩, 片麻理产状与断层大致相同。

层②~③为 T_1 阶地沉积, 该阶地最新年代距今 (7.71 ± 0.19) ka。分析可知, T_1 阶地披盖于断层 $F_2 \sim F_4$ 之上, 断层最新活动 F_1 断错了 T_1 阶地砾石层, 以层③为例, 断距为 25cm。该探槽揭示 T_1 阶地最新一次活动断错 25cm, 发生在距今 7.7ka 以来。

图 5(d) 为鹅毛口南探槽 I 南壁局部剖面图, 具体层位为:

层①: 耕植层, 呈灰黄色, 现代植物根系发育, 含少量砂砾。

层②: 黑垆土层, 颜色呈浅褐色, 在该层中部取土块, 标号 ^{14}C -1, AMS 测年结果为 $(4.98 \sim 4.84)$ kaBP。

层③: 黑垆土层, 颜色呈深褐色, 在该层顶部和中部取土块, 标号 ^{14}C -2, ^{14}C -3, AMS 测年结果分别为 $(6.49 \sim 6.32)$ kaBP 和 $(7.42 \sim 7.26)$ kaBP。

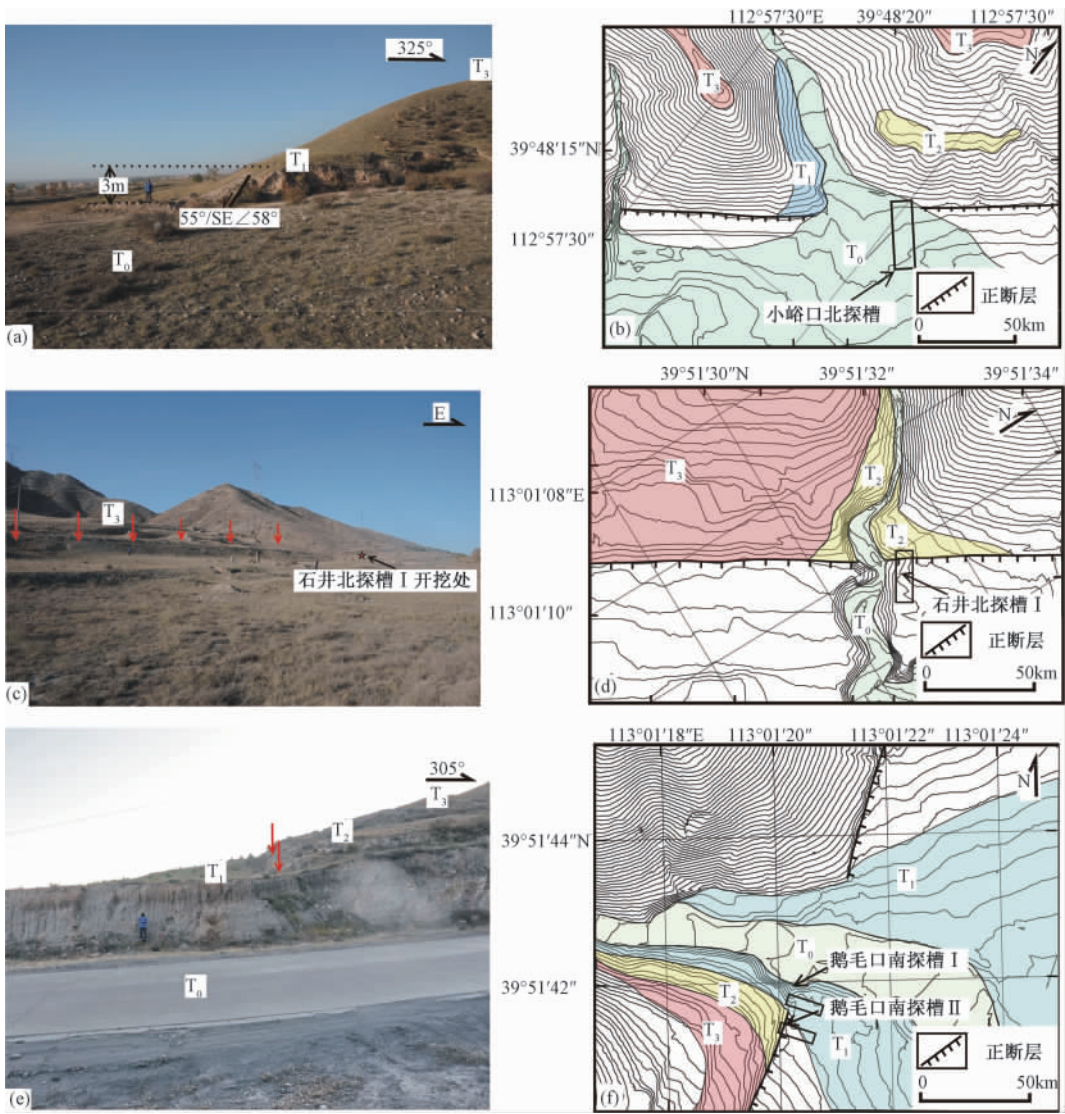


图 4 探槽周边地形及 RTK 测量图

- (a) 小峪口北 T_1 阶地断错地貌(镜向 235°) ; (b) 小峪口北探槽周边地形 RTK 测量图(等高距 1m)
(c) 石井北探槽 I(星号所在部位) 南侧陡坎地貌(镜向 N) ; (d) 石井北探槽 I 周边地形 RTK 测量图(等高距 1m)
(e) 鹅毛口南探槽附近断错地貌(镜向 215°) ; (f) 鹅毛口南探槽周边地形 RTK 测量图(等高距 1m)

层④：粉砂粉土层，其间夹杂有条带细砾石层。

层⑤：砾石层，有磨圆，砾石成分以灰岩为主，粒径大多为 3~6cm，少数可达 10cm。

层⑥：细砂细砾石层，砾石成分以灰岩为主，磨圆较好，粒径大多小于 1cm，可见水平层理。

层⑦：砾石层，有磨圆，分选一般，可见条带状层理，砾石成分以灰岩为主，粒径主要集中在 5~10cm，少数可达 15~20cm。

层⑧：细砂细砾石层，分选好，磨圆好，粒径大多小于 1cm，可见水平层理，其间夹杂条带

状砾石层。

层⑨: 砾石层, 分选一般, 有磨圆, 粒径主要集中在 5 cm 左右, 少数可达 10 ~ 15 cm。

层⑩: 粉砂粉土层, 其间可见砂砾石透镜层。

层⑪: 砾石层, 有磨圆, 砾石成分以灰岩为主, 粒径主要集中在 3 ~ 5 cm, 少数可达 10 cm。

层⑫: 灰黄色黄土层, 在顶部取光释光样, 标号 OSL-6, 测年结果为 (16.78 ± 0.80) kaBP, 与鹅毛口南探槽 II 层④顶部年龄接近, 代表了 T_1 阶地底部年龄。

层⑬: 砂砾石层, 砾石介于 $F_1 \sim F_3$ 之间, 受多期活动影响, 砾石较乱, 近断层处可见砾石定向排列。

层⑭: 粉砂粉土层, 夹杂少量砾石。

层⑮: 砂砾石层, 粗细相杂, 可见水平层理, 砾石成分以灰岩为主。

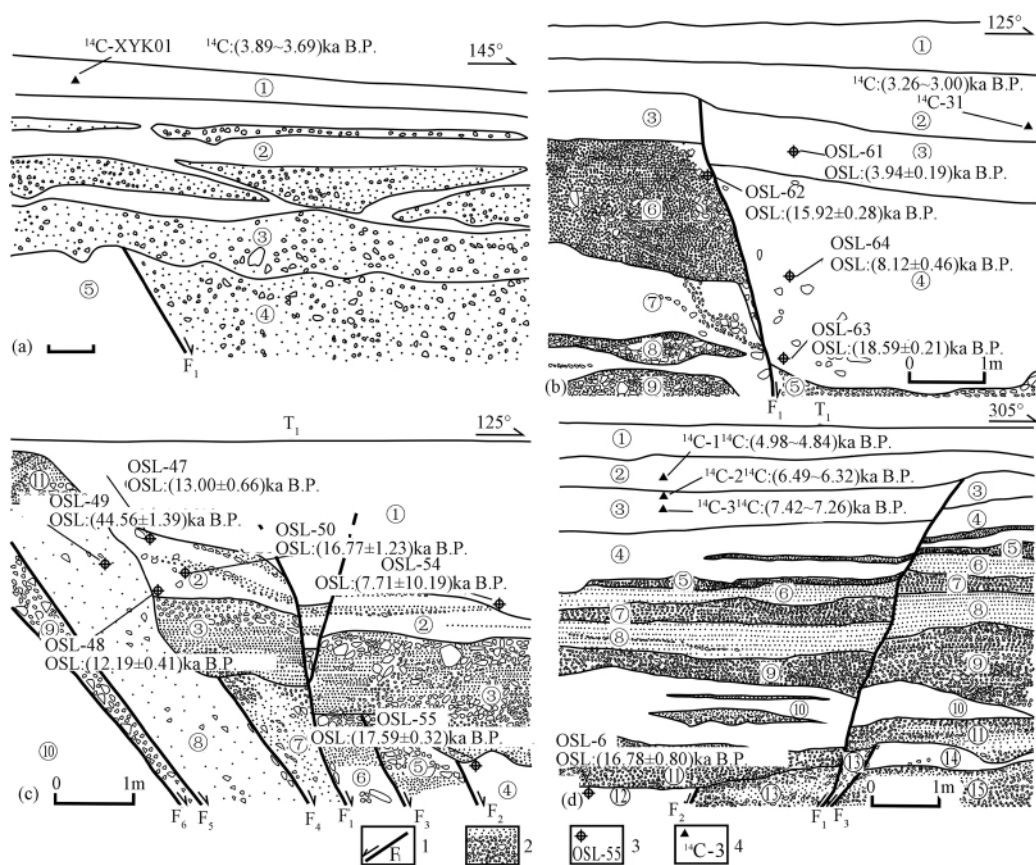


图5 探槽揭示的最新活动断层剖面

1. 正断层; 2. 砂砾石; 3. 光释光 (OSL) 取样点及标号; 4. ^{14}C 取样点及标号

(a) 大峪口南西冲沟南侧 T_1 阶地局部剖面; (b) 石井北探槽 I 北壁局部剖面;

(c) 鹅毛口南探槽 II 局部剖面; (d) 鹅毛口南探槽 I 局部剖面

分析可知, 该区发生过多期活动, F_3 断错了层⑭和层⑮, 代表了最老的一次事件, F_2 活动较 F_3 新, 断错了层⑬, 层⑬较乱, 其间夹杂有土块, 中下部还可见古土壤层, 这些有可能说

明 $F_3 \sim F_2$ 期间还发生多期活动。 F_2 之后,断层活动趋于平息,受水流作用影响,层⑫⑬⑭顶部地层有可能被侵蚀,在其上部堆积了砂砾石层,后期河流下切,形成了 T_1 阶地,上覆黑垆土层。该剖面揭示的最新一次活动 F_1 断错了层⑬及 T_1 阶地砂砾石层,最顶部一直断错至黑垆土层下部(即层③),断距 25cm。之后断层活动平息,断层顶部为层①、②所覆盖。根据 ^{14}C AMS 测年数据,断层最新活动发生在(6.49 ~ 6.32) kaBP 至(4.98 ~ 4.84) kaBP 之间。

由此得出不同部位的最新活动年代为:小峪口北探槽 > 3.69kaBP; 石井北探槽(3.94 ~ 3.00) kaBP; 鹅毛口南探槽 II < 7.71kaBP; 鹅毛口南探槽 I (6.49 ~ 4.84) kaBP。考虑到选取的不同测年样品及不同测试手段带来的测年误差,我们将口泉断裂中段最新活动限定为:(7.71 ~ 3.00) kaBP。

5 讨论与结论

关于口泉断裂阶地位错,前人做过研究。杨景春(1996)认为所有穿越口泉断裂的河流阶地均被断错,不同部位阶地错开幅度有所差异,就 T_1 阶地而言,在大峪口地区上升盘河段高出河床 7m,下降盘河段埋深 17m,全新世以来垂直断距为 25m;小峪口段及鹅毛口段活动幅度分别为 9.5m 和 21m。这些与笔者的调查存在差别,主要是因为前人所说的 T_1 阶地可能并非本文中提到的 T_1 阶地,故没有可比性,另外本文重点关注的是断层的最新活动幅度及活动时间,前人研究得出的全新世活动幅度是多次事件的累积。

关于口泉断裂的最新活动,谢新生等(2003)在断裂中段悟道附近开挖探槽(图 6),研究认为该断裂距今 1.23 万年以来发生过 4 次地表破裂型古地震事件,其中最新的 2 次事件分别发生在距今 2.52ka 以来与距今 5.6ka 以来。

悟道探槽位于鹅毛口南探槽南部,相距约 5km。笔者对不同部位 T_1 阶地断错的调查发现最大断距位于小峪口至楼子口段,垂直断距超过 3m,向南至大峪口以及向北至鹅毛口附近,垂直断距分别衰减至 0.5、0.25m,由此认为断裂最强活动段位于小峪口至楼子口段。3m 的垂直断距或代表了多次地震事件形成的累积位移,其最新活动年代有可能比鹅毛口南探槽所揭露的最新年代更新,也就是说在小峪口至楼子口有可能在(6.49 ~ 4.84) kaBP 以来还发生过较新的古地震活动,但未破裂至鹅毛口附近。

谢新生等(2003)分析悟道探槽的最新一次事件是依据 F_{3-3} 断错了层②,次新一次事件的依据是层⑥的拖曳状褐黑色黏土。就年代本身而言,层⑥的 ^{14}C 年代与鹅毛口南探槽 I 顶部黑垆土 ^{14}C 年代相当,有可能为同时期沉积,悟道探槽揭示的 2.9m 的断距也说明了其更接近于活动中心。就剖面本身而言, F_3 是向上贯通的,将 F_{3-3} 及层⑥的拖曳状解释成一次事件似乎也可以,即最新的事件为层⑥的拖曳状断错,其上部的地层为后期的冲积相堆积披盖。从剖面揭示的事件看,谢新生等(2003)分析的次新的事件与笔者分析的最新一次事件应为同一事件。

鹅毛口南探槽 I 揭露的次新的一次事件为 T_1 阶地砾石层所披盖, T_1 阶地底部的年代早于(9.64 ± 0.47) kaBP,整个剖面揭露的 T_1 阶地砾石层只可见被最新活动 F_1 断错过,断距为 0.25m,也就是说全新世以来该处就发生过一次事件。

由此,研究认为口泉断裂中段最新活动为(7.71 ~ 3.00) kaBP,但这个年代范围内可能

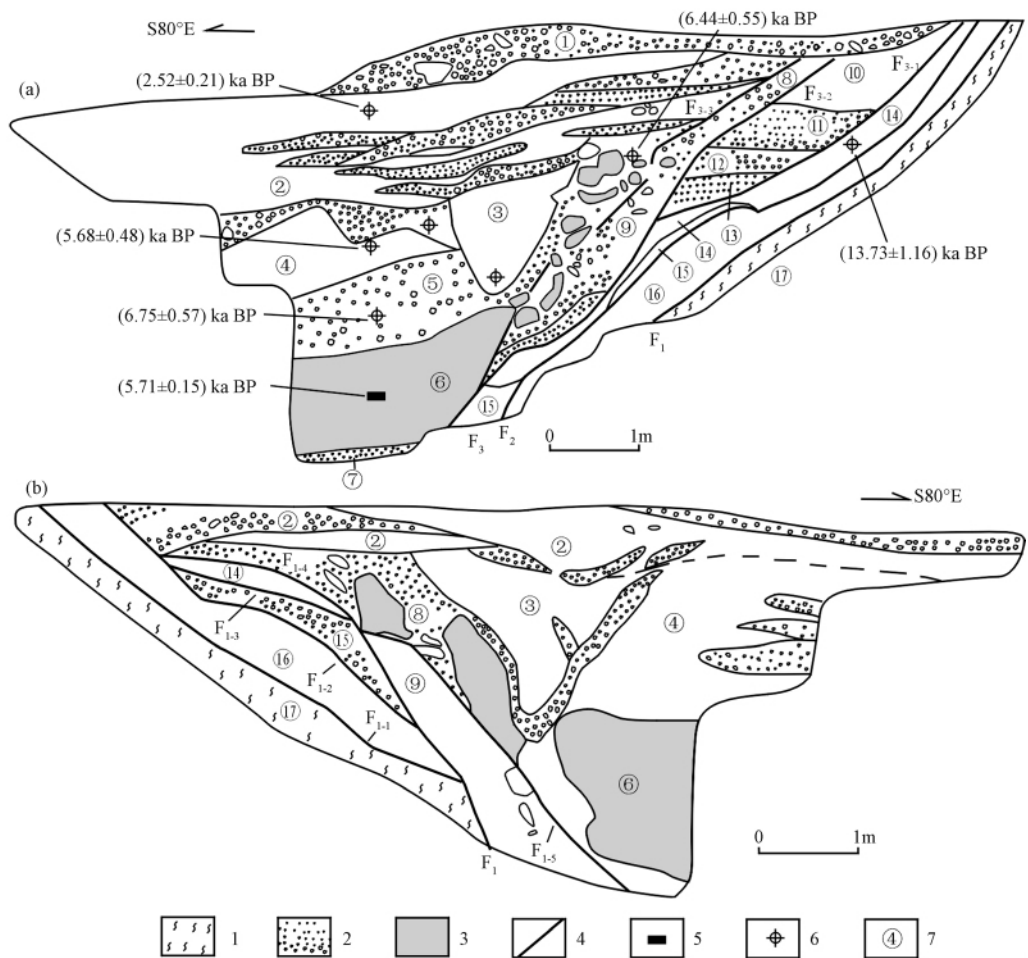


图 6 悟道探槽剖面(谢新生等 2003)

1. 片麻岩; 2. 砂砾石层; 3. 褐黑色黏土层; 4. 断面; 5. ¹⁴C 样品取样点; 6. 热释光样品取样点; 7. 地层编号

发生了不止一次古地震事件。就鹅毛口南探槽 I 所处的部位而言 ,从剖面揭露的情况看 ,最新活动年代就发生于 (6. 49 ~ 4. 84) kaBP ,但从 T₁ 阶地断错的情况看 ,最大活动中心位于小峪口至楼子口一带 ,不排除这些部位在 (6. 49 ~ 4. 84) kaBP 以来有更新活动的可能。因此 ,要更好地确定口泉断裂中段最准确的最新活动年代还需要在小峪口至楼子口一带现象较好的地段开挖探槽做深入研究。

感谢匿名审稿专家提出的宝贵意见。

参考文献

邓起东、王克鲁、汪一鹏等 ,1973 ,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 ,地质科学 (1) ,37 ~ 47。
杜丕 ,1964 ,大同煤田区域构造特征及与邻区构造关系 ,地质论评 22(4) 259 ~ 266。
顾功叙 ,1983 ,中国地震目录(公元前 1831 年-公元前 1969 年) ,10 ~ 19 ,北京: 科学出版社。
刘光勋、江南生 ,1986 ,山西地堑边缘逆掩断裂的形成机制 ,构造地质论丛 (6) 42 ~ 51。

王乃梁、杨景春、夏正楷等, 1996, 山西地堑系新生代沉积与构造地貌, 219 ~ 243, 北京: 科学出版社。

王钟堂, 1957, 山西大同煤田地层构造, 地质论评, 17(1), 64 ~ 77。

武烈、贾宝卿、赵学普, 1993, 山西地震, 21 ~ 22, 北京: 地震出版社。

谢新生、江娃利、王瑞等, 2003, 山西大同盆地口泉断裂全新世古地震活动, 地震地质, 25(3), 359 ~ 374。

徐伟、刘旭东、张世民, 2011, 口泉断裂中段晚第四纪以来断错地貌及滑动速率确定, 地震地质, 33(2), 335 ~ 346。

杨景春, 1996, 大同盆地新构造运动与构造地貌特征, 见: 王乃梁、杨景春、夏正楷等, 山西地堑系新生代沉积与构造地貌, 219 ~ 243, 北京: 科学出版社。

Research of recent late Quaternary activity in the middle part of Kouquan fault

Xu Wei Liu Xudong Zhang Shimin

Institute of Crustal Dynamics, China Earthquake Administration, Beijing 100085, China

Abstract A systematic research of the late Quaternary activities of the middle part of Kouquan fault was done by conducting a 1 : 50000 geologic mapping combining with remote sensing interpretation of spot image, field validating and chronology research of the area. The study suggests that the middle part of Kouquan fault has strong activities since late Quaternary which control the tectonic evolvement of the nearby mountains and Datong basin. The recent activity of this fault has faulted the sand and gravel of T_1 terrace and the lower part of dark loessial soils over the terrace north of Chanfang village. The maximum vertical faulted value is over 3m in the part between Xiaoyukou village and Louzikou village, and to the south to Dayukou village and the north to Emaokou village, the faulted value decreases to 0.5m and 0.25m respectively. Based on the recent faulted landforms, we conclude that the recent activity of the area happened in the ages between 7.71kaBP to 3.00kaBP. We also discuss the activity on the basis of the former researches.

Key words: Kouquan fault Faulted landform Radiocarbon dating Recent activity age of fault