第23卷 第1期
2001年3月

西 北 地 震 学 报
NORTHWESTERN SEISMOLOGICAL JOURNAL

Vol. 23 No. 1
March, 2001

月亮山东麓断裂古地震活动的初步研究

闵 伟, 张淑萍
(中国地震局地质研究所, 北京 100029)

摘要: 月亮山东麓断裂位于海原断裂带的东段. 1920年海原大地震时该段断裂也发生了破裂. 对该段断裂的古地震活动特征的初步研究表明, 全新世以来, 月亮山东麓断裂可能发生过5次破裂事件, 主要分布在全新世的早期和末期. 海原断裂带具有分段破裂的特征, 因此需要对照整个断裂带的古地震活动特征, 才能确定月亮山东麓断裂是一个独立的破裂单元还是其他段落破裂的影响段.

关键词: 宁夏; 海原断裂带; 古地震; 月亮山断裂
中图分类号: P315.2 文献标识码: A 文章编号: 1000—0844(2001)01—0036—04

0 引言

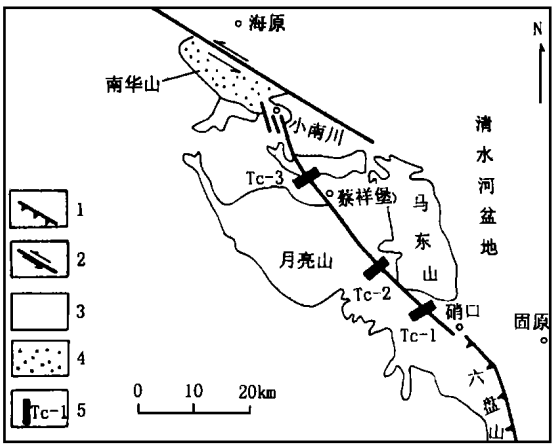
月亮山东麓断裂位于海原断裂带的东段. 在海原断裂带上1920年曾发生过8.6级大地震, 产生了长达237 km的地表破裂带[1], 月亮山东麓断裂也发生了破裂. 80年代初, 一些学者通过对海原断裂带个别剖面或地点的研究, 探讨了该断裂古地震及强震重复间隔[2~5]. 80年代中期, 以邓起东为首的海原活动断裂带填图组首次对该断裂的古地震进行了较系统的研究[1]. 1995年在海原断裂带的高湾子挖掘了国内的第一个三维探槽, 对该地点的古破裂事件及相应的位移特征进行了详细的研究[6]. 但这些研究都局限在海原断裂带的中西段, 对东段的古地震活动特征还没有进行研究. 海原活动断裂带具有分段破裂的特征[1], 在缺少东段古地震活动资料的情况下, 对海原断裂带分段破裂、大震重复行为的研究都是不完善的, 因此, 1997年作者和一些科研人员对海原断裂带东段蔡祥堡—硝口段的古地震活动进行了研究.

1 月亮山东麓断裂基本活动特征

月亮山东麓断裂由硝口-蔡祥堡断层、小南川断层和大黄沟断层组成(图1), 总体走向320°~330°, 倾向SW, 倾角70°左右, 长约70 km. 断裂上盘(SW盘)为月亮山, 它由下白垩统的三桥组至乃家河组组成, 靠近断层附近出露乃家河组的兰灰色泥岩和粉砂岩. 下盘主要为第三系渐新统和中新统桔红色泥岩夹石膏、桔红色泥岩和粉砂岩等. 月亮山东麓断裂晚第四纪具有明显的左旋走滑特征, 横跨断层的规模较大的河流和冲沟清楚地表现出几十米至几百米的左旋位移, 小型冲沟及山脊等位移一般为3~4 m, 其中最大的5~6 m的位错则是1920年海原地震时产生的[3]. 硝口-蔡祥堡断层为月亮山东麓断裂最主要的组成部分, 长约55 km, 小南川

收稿日期: 2000-01-18
基金项目: 地震科学联合基金资助项目(9507421); 国家重点基础研究发展规划项目(95-13-01-04)
作者简介: 闵 伟(1964—), 男(回族), 宁夏银川人, 副研究员, 主要从事活动构造和新构造研究.

断层和大黄沟断层分别长 7 ~ 8 km 和 5 ~ 6 km. 3 条断层依次呈左阶排列, 在阶区分别形成了小南川和大黄沟拉分盆地. 该地区黄土覆盖严重, 冲沟发育, 地震滑坡也十分发育, 如 1920 年海原大地震所造成的蒿川大滑坡就发育在此段断裂上.



1 逆断裂; 2 走滑断裂; 3 前白垩系; 4 白垩系-新生界; 5 探槽位置及编号

图 1　海原断裂带东南段地质构造略图

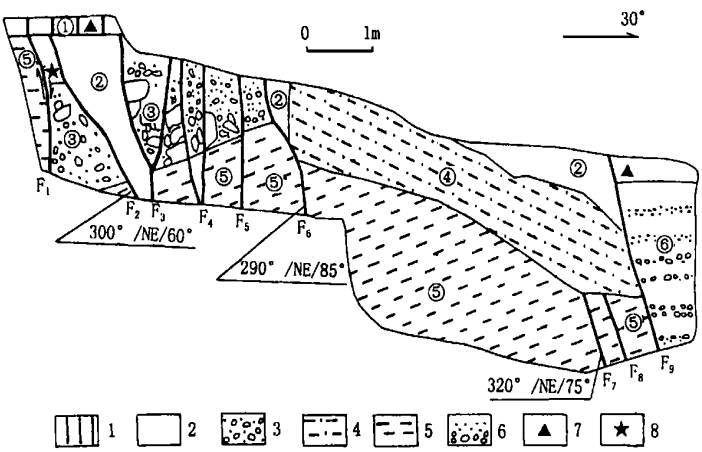
Fig. 1　Sketch of geologic structure in the southeastern segment of Haiyuan faults.

2　探槽剖面分析

为了考察古地震遗迹, 沿月亮山东麓断裂挖掘了 3 个探槽. 它们分别位于八只窑、上大寨和黄蒿湾(图 1).

2.1　八只窑探槽剖面(**Tc**-1)

探槽位于八只窑冲沟的 II 级阶地上, 长 10 m, 方向 30°. 该处阶地高约 15 m. 探槽西壁剖面如图 2 所示. 在剖面上可见 10 条断层, 其中 F_1 为主断层面. 该断层为弧形高角度正断层, 倾向 NE, 断距达 2 米多.



1 淡黑色现代耕植土, 含较多草根; 2 黑色腐植土, 夹少量灰白色粉砂土; 3 崩积楔, 灰白色、淡黄色粉砂土混杂堆积, 夹有坚硬灰白色粉砂土团块; 4 顺坡堆积的次生颗粒状第三系绿色、褐黄色、灰色等杂色泥岩; 5 阶地堆积, 绿色、褐黄色、灰色等杂色细粉砂土夹厚层淡黄色细粉砂土和灰绿色砾石层; 6 冲洪积黄色粉砂土与绿色、红色等砾石层互层; 7 ^{14}C 取样点; 8 热释光取样点

图 2　八只窑探槽西壁素描图

Fig. 2　Sketch of west wall profile of Bazhiyao trench.

由图 2 可以看出, 该剖面至少经历了 3 次古地震事件. 第一次事件为断层 F_1 强烈活动, 形成铲式正断层, 使断层上盘地层发生逆时针旋转, 地层倾斜, 倾斜角达 15°, 并形成由层③组成的崩积楔. 断层 F_7、F_8 可能也同时参与了活动. 随后上盘地层遭受侵蚀, 并形成一坡面, 堆积了坡积层④, 具有平行坡面的层理. 第二次事件除 F_7、F_8 没有活动外, 其他断层均参与了活动, 并错断了层①以下的所有地层, 多个断层错断早期形成的崩积楔, 在形成的地裂缝中充填了层

②, 并被层①覆盖. 在第三次事件中, 断层 F_3 ~ F_6 和 F_9 均发生活动, 错断所有地层, 直通地表.

为了确定古地震的年代, 在崩积楔层③的顶部覆盖层取一热释光样品, 经测定, 其年龄值为距今7 440±580年. 在层①底部和剖面北端层②的顶部各采一^{14}C样品, 经测定其年龄值分别为距今590±60年和1 260±60年. 据此, 可确定第一次古地震事件发生于距今7 440±580年之前, 第二次距今590±60年~1 260±60年, 第三次可能是公元1920年海原大地震.

2.2 上大寨探槽剖面(**Tc**-2)

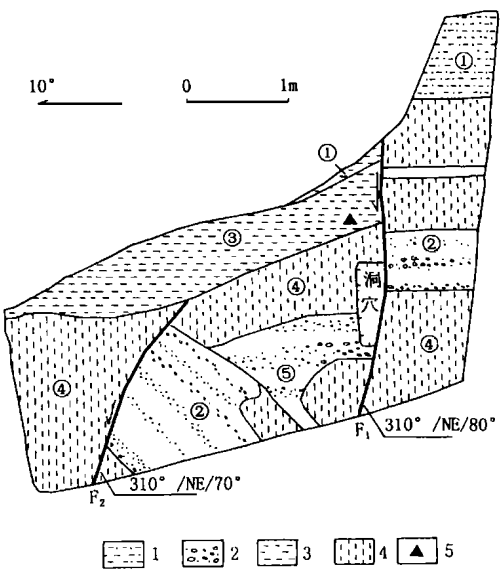
该探槽位于上大寨冲沟高约3 m的Ⅰ级阶地上. 顺冲沟东壁开挖剖面, 如图3所示. 在剖面上可见2条断层, 即 F_1、F_2 和3次古地震事件. 第一次断层 F_1 活动, 错断阶地堆积层②, 并使上盘地层发生顺时针旋转, 顺断层形成一负地形, 在此负地形内堆积了层④和层⑤. 第二次断层 F_2 活动, 错断了层②和层④, 随后被层③黑色腐植土含灰黄色粉砂团块覆盖. 第三次断层 F_1 活动, 在地表形成高1.5 m左右的具有自由面的断层陡坎.

在层③底部取到一^{14}C样品, 经测定其年龄为距今7 670±150年, 由此可确定第二次事件的大致年代. 对于第一次事件, 由于没有采到合适的测年样品, 因此, 无法确定该事件的发生年代. 第二次古地震发生于距今7 670±150年之前, 第三次可能是公元1920年海原地震.

2.3 黄蒿湾探槽剖面(**Tc**—3)

该探槽位于黄蒿湾东约1 km的一条冲沟的Ⅰ级阶地上. 断层错断该阶地, 在地表形成一个小地堑. 垂直地堑挖掘一个长约10 m, 深约2.5 m的探槽, 探槽东壁剖面如图4所示.

从剖面上可以确定3次古地震事件. 第一次, 断层 F_2、F_7 和 F_8 活动, 错断了层④淡绿色砂砾层和层③较坚硬淡红色土, 被层②较坚硬黄土覆盖. 断层 F_5 被 F_4 切割, 它也许是一次独立的事件, 也可能就是第一次事件, 因为 F_5 错断的也是层③, 与第一次事件中其他几条断层错断的层位一样. 如果是一次独立事件, 肯定比第一次事件更早. 第二次事件为断层 F_3、F_4、F_6 和 F_9 活动, 错断层②, 被层①覆盖. 第三次事件为断层 F_1 活动, 破裂直达地表. 在断层 F_2 的上方层②中采到了木炭, 经测定其^{14}C年龄为距今11 500±110年. 在层①的底部采一热释光样品, 经测定其年龄值为距今5 640±450年. 因此第一次事件发生于距今11 500±110年以后, 第二次事件发生于距今5 640±450年以前, 第三次事件可能是公元1920年海原地震.



1 黑色腐植土; 2 砾石层; 3 腐植土含粉砂团块; 4 淡黄色粉砂土; 5 ^{14}C 取样点

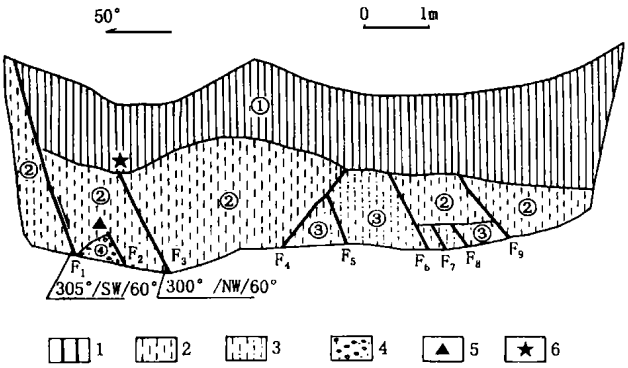
图3 上大寨探槽东壁剖面

Fig.3 Sketch of the east wall profile of Shangdazhai trench.

3 讨论与结论

将3个探槽古地震资料综合于图5, 可以看出, 月亮山断裂在距今一万多年以来共发生5次古地震事件. 这5次古地震事件的分布不很均匀, 主要分布在全新世的早期和晚期. 表1给出了这几次事件的时间分布.

古地震的保存具有很大的局限性, 并不是断裂带上每一点都能很好地记录下过去发生的全部地震. 而且由于古地震测年是一种间接方法, 一般以上覆最老地层的年代和已知断错的最新地层的年代作为古地震事件发生的时间段. 由于地貌环境不同, 有的探槽内所揭露的这一时间可能很短, 有的则可能较长. 因此, 在没有足够的探槽和年代资料的条件下, 所确定的古地震事件的时间只能是一个粗略的结果.



1 淡黑色疏松黄土; 2 较坚硬黄土; 3 淡红色土; 4 砂砾层; 5 ^{14}C 取样点; 6 热释光取样点

图 4　黄蒿湾探槽东壁剖面

Fig. 4　Sketch of the east wall profile of Huanghaowan trench.

表 1　月亮山东麓断裂古地震年代对比表

古地震事件序号	八只窑探槽	上大寨探槽	黄蒿川探槽	大致间隔
1	—	—	＜ 11 500±110 年	?
2	＞ 7 440±580 年	＞ 7 670±150 年	—	3 830
3	无年龄控制	—	＞ 5 640±450 年	2 030
4	590±60 年～1 260±60 年	—	—	4 200
5	1920 年地震	1920 年地震	1920 年地震	900

在海原断裂东段——月亮山东麓断裂挖掘探槽, 研究该断裂的古地震活动, 这在国内尚属首次. 本项研究填补了对海原断裂研究的空白. 通过本次研究发现, 月亮山东麓断裂除了在 1920 年海原地震中发生破裂外, 全新世以来还发生多次破裂事件. 海原断裂带的东南段与其中段和西段相比, 在空间分布、活动性质等方面存在明显的差异, 活动强度也略低于中西段, 它的破裂行为是一个非常重要的问题. 如果它属于一个独立破裂段, 就有必要进行进一步的研究, 以提供较高精度的古地震活动资料, 为该断裂的地震危险性分析提供基础资料; 如果不是一个独立的破裂段, 只是海原断裂中段或整个断裂破裂事件的影响段, 那么该段古地震活动受控于主破裂段, 对此只有通过对整个断裂带的破裂行为的研究才能够解决.

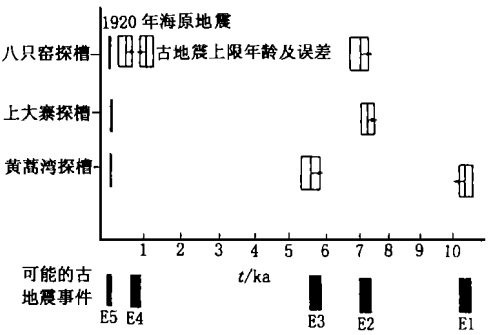


图 5　月亮山东麓断裂古地震时空分布

Fig. 5　The time and space distribution of palaeo-earthquakes on Yueliangshan faults.

[参考文献]

[1] 国家地震局地质研究所, 宁夏地震局. 海原活动断裂带[M]. 北京: 地震出版社, 1990. 234—255.
[2] 刘百篪, 周俊喜. 海原活断层上的史前大地震[J]. 地震地质, 1985, 7(4): 11—21.
[3] 宋方敏, 朱世龙, 汪一鹏, 邓起东, 张维歧. 1920年海原地震中的最大水平位移及西华山北缘断裂地震重复率估计[J]. 地震地质, 1983, 5(4): 29—38.
[4] 张维歧, 焦德成. 海原古地震的一个剖面[J]. 地震地质, 1984, 6(3): 14.
[5] 程绍平. 宁夏海原南华山北麓断裂带的冲沟断错与8.6级强震重复率[J]. 地震地质, 1984, 6(4): 25—37.
[6] 冉勇康, 段瑞涛, 邓起东, 等. 海原断裂高湾子三维探槽的开挖与古地震研究[J]. 地震地质, 1997, 19(2): 97—107.

A PRELIMINARY STUDY ON PALAEOEARTHQUAKES OF YUELIANGSHAN FAULTS

MIN Wei, ZHANG Shu-ping
(*Institute of Geology, CSB, Beijing* 100029, *China*)

Abstract: Yueliangshan fault is the east segment of Haiyuan fault zone. The fault had ruptured during the Haiyuan M_S8.5 earthquake in 1920. The recurrence behavior of palaeoearthquakes haven't been studied on the Yueliangshan fault. The preliminary study shows that there may be five palaeoearthquakes to occur on the fault at the early and late Holocene. The Haiyuan fault zone has the property of grade rupture. After studying the palaeoearthquake recurrence behavior of the whole fault zone, it is possible to determine whether the Yueliangshan fault is an independent rupture segment or a secondary segment influenced by other rupture segment.

Key words: **Ningxia; Haiyuan fault zone; Palaeoearthquake; Yueliangshan fault**