

周原的历史演变与渭河 大断裂的最新活动*

易学发 师亚芹

(中国西安 710068 陕西省地震局)

摘要

利用周原原面的历史演变资料, 分析了渭河大断裂带(西段)在不同历史时期的垂直差异活动速率。结果表明, 该断裂在明代时期表现出最大的垂直差异活动速率, 约为 6.4 mm/a , 与渭河断裂在 15—16 世纪出现的强震活跃期有较好的对应关系; 根据这种对应关系, 对渭河断陷有 8 级左右地震发生的强震活跃期间隔时间进行了探讨。

关键词 周原演变; 断裂活动; 垂直差异活动; 地震强度; 间隔时间

引言

周原有名于世, 是从周人居住这里开始的。因其山川秀丽、自然条件优越, 自古就是劳动人民生产和繁衍生息的好地方。

周代以后的周原, 在悠长的岁月中不断发生演变, 最显著的特征就是其原面的解体和破碎。经笔者实地考察, 认为这种特征性变化与渭河大断裂带的垂直差异活动有关, 是现代地壳运动的具体表现。

1 周原的历史演变

周原位于陕西关中平原的西北部, 北依岐山(北山), 南临渭河, 千阳河和漆水河分别从东西两侧流过, 其东西长 70 余公里, 南北宽达 20 余公里(图 1)。周人时期的周原, 广漠平衍、河谷宽浅, 原面完整, 沟壑甚短(史念海, 1978)。3000 多年来, 由于河流的不断下切侧蚀和冲沟的大量发展, 致使周原原面不断的缩小和演变。

渭河是周原的主要河流, 由西北向东南横贯全区。周人始居周原时, 渭河两岸是一片沮洳地, 且潴而成泽(陈全方, 1976)。这说明当时该河口的侵蚀基准面还比较高。现在渭河谷地深邃, 将周原分成南、北两部分, 而水旁的沮洳地亦无踪迹。周原的南半部称为积石原, 因其原面平坦、倾斜度较小, 故一直保持着自身的完整性; 而渭河以北的周原, 因其北侧靠近岐山, 原面倾斜度较大, 故被深沟大壑切割得支离破碎。

* 地震科学联合基金会资助项目。

1993 年 5 月 5 日收到初稿, 1993 年 6 月 26 日决定采用。

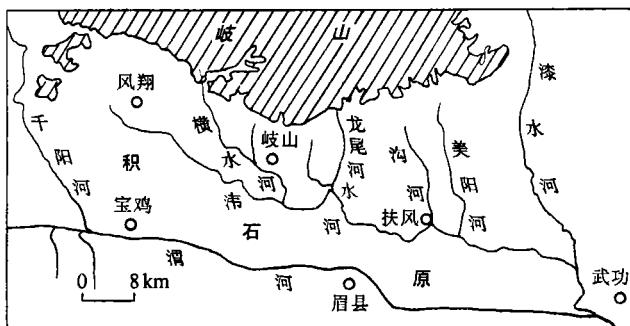


图1 周原地区略图

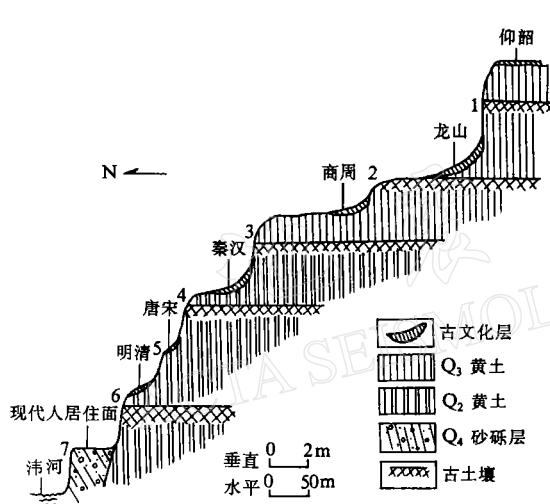


图2 积石原北缘(扶风)古文化层剖面图

周原上几个县城的频繁迁徙，与前面的这种解体演变有直接关系。因为河床不断下切和沟壑逐渐加深，必然促使地下水位的变化，而水为人类生活所必须，人们常近水而居（张尔匡，1982）。周原南部的积石原，夹峙于渭河与渭河之间，在该原北缘的渭河南岸，至今还保留着七级黄土台阶（图2）。依据地层内残存的陶片、瓦片、瓷片及遗址，并结合¹⁴C测年数据，发现自上而下，阶面上依次出露的最早文化层分别是仰韶文化层、龙山文化层、商周文化层、秦汉文化层、唐宋文化层、明清文化层及现代文化层。各级台阶上的最早文化层之上虽有较新文化层的堆积，但较高级台阶上的最早文化层在较低级台阶上则不复出现。由此可见，不同时代的文化层在黄土台阶上的这种规则性分布，在一定程度上反映了周原垂直差异运动的特点。

2 墓区的新构造运动

周原处于渭河断陷北侧的黄土塬区，近东西走向的渭河大断裂和北山山前大断裂分别从南北边缘通过（图3）。新生代特别是第四纪以来，以渭河大断裂为界，周原地区相对其南侧的周至—眉县一带，表现出断块垂直差异运动为主的特征。

现有地质资料表明，渭河大断裂规模巨大，横贯渭河断陷盆地，是黄土塬与渭河阶地的分界断裂。该断裂的东段控制着固市断凹的南界，而其西段则控制着西安断凹的北界（易学发、师亚芹，1989）。根据石油部第三普查大队人工地震反射资料，渭河大断裂为一基底断裂，断距可达1000 m以上，第四系断距为50—550 m。该断裂形成于前震旦纪，早期为压扭性逆断层，新生代以来伴随着渭河断陷的形成而转化为张扭性正断层。

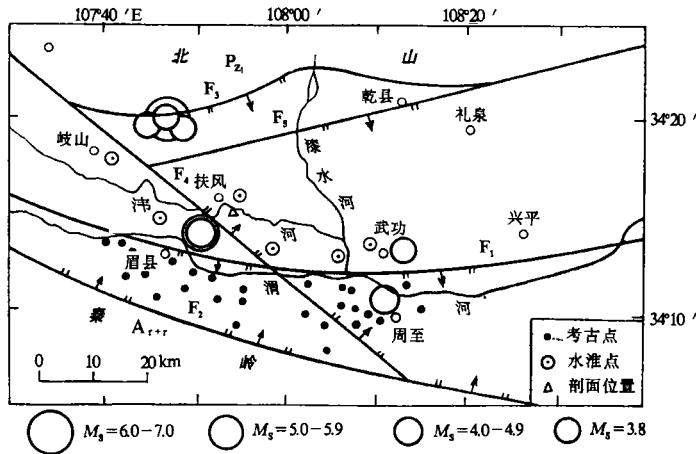


图 3 周原地区地震地质略图. F_1 为渭大断裂; F_2 为秦岭北缘大断裂; F_3 为北山山前大断裂;
 F_4 为岐山一周至断裂; F_5 为岐山—乾县断裂; P_{z1} 为下古生界; A_{++r} 为太古界

渭河断陷盆地内几次中强地震, 就发生在这条断裂带分别与东北向和北西向断裂的复合部位(易学发、许国昌, 1987).

从图 3 中可以看出, 周原地区恰置渭河大断裂西段相对上升的一侧(北盘), 断面向南陡倾, 倾角达 70° — 80° . 据物探资料, 断裂以北为下古生界灰岩, 以南为震旦亚界片岩及燕山期侵入岩体; 断裂以北缺失下第三系, 以南则有较厚的下第三系, 而上第三系在其两侧的厚度差异亦较大(图 4). 在宝鸡长寿山、眉县魏家堡等多处, 均见到渭河断裂错断第四系的露头(图 5), 其活动性质表现为张扭性正断层. 这说明, 周原的解体演变可能与渭河断裂的垂直差异活动有关.

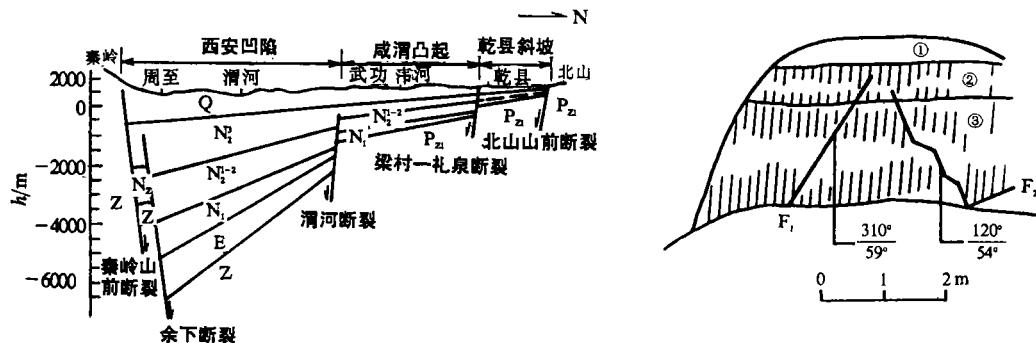


图 4 渭河断陷基底构造(南北)剖面图
 (据地矿部第三普查大队)

图 5 宝鸡市长寿山第四纪断裂示意图
 (据宝鸡市地震局) ① 黄色土壤层,
 ② 灰色砂质粘土层, ③ 红色粘土层

3 渭河断裂的最新活动与地震

前述及, 周原原面演变区位于渭河大断裂西段的上升盘, 断裂的相对下降盘是渭

河南侧的周至—眉县地区。表 1 是依据图 2 的实测剖面作数据处理的结果, 明显地反映了渭河大断裂西段 5000 余年来的相对上升活动情况, 其年平均上升速率为 1.8—5.7 mm。另外, 处于渭河大断裂带相对下降盘的历代考古点, 其年平均下沉速率为 0.3—1.1 mm(表 2)。相对下沉速率是用相邻朝代文化层的埋深差除以经历时间求得, 以便与表 1 中的上升速率相对应。

表 1 渭河断裂北侧(周原)相对上升速率

序号	时代	^{14}C 测年	历时/a	幅度/m	速率/mm \cdot a $^{-1}$
1	仰韶	5125 \pm 85	985	5.3	5.4
2	龙山	4140 \pm 110	819	1.4	1.7
3	早周	3321 \pm 80	1542	2.9	1.9
4	东汉	1779 \pm 100	742	2.1	2.8
5	北宋	1037 \pm 90	532	1.0	1.9
6	明代	505 \pm 70	425	2.4	5.7
7	现代	80	80	0.14	1.8

表 2 渭河断裂南侧(周至—眉县)相对下沉速率

序号	时代 a	考古点 个数	历 时 a	厚 度 m	速 率 mm/a
1	仰韶(前 3232)	4	970	0.97	1.0
2	龙山(前 2262)	2	1164	0.47	0.4
3	周代(前 1098)	5	927	0.46	0.5
4	汉代(前 171)	3	992	0.40	0.4
5	唐代(821)	4	784	0.47	0.6
6	明代(1605)	6	206	0.23	1.1
7	清代(1811)	3	182	0.05	0.3

从表 1 和表 2 中可以看出, 渭河断裂的最新活动虽表现为继承第四纪正断层活动的特点, 但在不同历史时期的垂直活动具有一定的差异性, 而其活动速率则是上升速率与下沉速率之和。显然, 断裂活动在仰韶末期和明代时期都表现出较大的垂直差异活动速率, 其年平均速率值为 6.4 和 6.8 mm, 而在其它各历史时期则表现出较小的垂直差异活动速率, 其年平均速率值为 2.1—3.2 mm。如果把年速率值大于 6.4 mm 的时期视为强烈活动期, 则说明渭河断裂在仰韶末期和明代时期有过强烈活动, 其强烈活动期的间隔为 3500 年左右。

渭河断陷自公元前 1177 年有地震记载以来, 在 15—16 世纪表现出一个地震活动高潮。这个高潮除 1556 年华县 8 级地震以外, 尚有 1501 年朝邑 7 级地震、1487 年临潼 6 ¼ 级地震和 1568 年西安东北 6 ¾ 级地震等。这是 3100 余年来该区的一次强震活跃期, 地震集中发生于渭河断陷东南部。

虽说渭河大断裂带的西段距强震发生区较远, 但对控制断陷南北基底岩相分异和新生代沉积变化的渭河大断裂来说, 在这次强震活跃期(明代)却表现出它最大的垂直差异活动速率, 即 6.8 mm/a。如果说渭河大断裂西段以 6.8 mm/a 的垂直差异活动速率与强震活跃期相对应, 那么, 渭河大断裂西段在仰韶末期所出现的垂直差异活动速率为 6.4 mm/a 是否也对应着一次强震活跃期。这是否意味着渭河断陷内有 8 级左右强震发生的

复发周期在 3500 年左右。

这种同步性表明, 在渭河断陷 1487—1607 年的地震高潮中, 尽管强震集中在该区的东南部, 但构造活动却涉及到整个渭河断陷或更大范围。在该次地震活跃期中, 渭河断裂西段的眉县附近于 1554 年和 1604 年也先后发生了 5½ 级和 4½ 级地震(图 3)。近 30 余年来, 弱震在周原西部多次发生, 而 1988 年武功 3.8 级地震就发生在周原东南角的渭河断裂带上, 说明该断裂带至今依然还在活动着。

近百年来, 渭河大断裂的垂直差异活动速率为 2.1 mm/a(表 1、表 2), 而 1970—1986 年的水准测量结果表明, 渭河大断裂北(下)盘的周原相对其南盘的周至—眉县一带呈缓慢趋势上升(图 6), 平均上升速率为 2.5 mm/a。这种一致性表明, 目前的渭河断陷的确处于垂直差异活动速率较小的时期, 其地震活动的强度也较低。该结论再次说明, 笔者对渭河断陷现今地震活动水平的认识是比较可靠的(易学发、师亚芹, 1992)。

4 结语

用考古数据研究断层的最新活动与地震的关系, 是笔者继《秦郑国渠渠首变迁与渭河断陷北缘断裂的最新活动》后的又一篇论文。尽管这种方法本身还很不成熟, 但在地质环境大致相同, 并通过大范围的比较, 可以研究近 3000—5000 年以来断裂活动速率与地震的关系, 这正好填补了目前用地质方法和大地测量在时间尺度上的空缺。用周原的历史演变估算渭河大断裂垂直差异活动速率, 取得了两点有意义的认识: 其一是渭河大断裂带在渭河断陷历史地震活动高潮期表现出最大的垂直差异活动速率, 而在别的时期则相应表现出较小的垂直差异活动速率; 其二是渭河断陷内有 8 级左右地震发生的强震活跃期, 间隔时间可能在 3500 年左右。当然, 周原原面的解体分割难免有其它因素的叠加, 如植被破坏、水土流失及气候变化等, 但这种趋势性演变无疑是构造活动起着主要的作用。

本文在准备过程中得到鄢家全研究员的热心指导, 周原博物馆罗西章馆长参加了野外考察, 在此谨致谢意。

参 考 文 献

- 陈全方, 1976. 周原遗址考古新发现. 西北大学学报(哲社), 34: 17—26.
- 史念海, 1978. 周原的历史地理与周原考古. 西北大学学报(哲社), 2: 77—87.
- 易学发、师亚芹, 1992. 秦郑国渠渠首变迁与渭河断陷北缘断裂的最新活动. 地震学报, 14, 195—200.
- 易学发、师亚芹, 1989. 考古数据在渭河断陷地震地质研究中的应用. 地震, 3: 76—79.
- 易学发、许国昌, 1987. 西安地区活动断裂带及地震危险性探讨. 华北地震科学, 5, 4, 85—92.
- 张尔匡, 1982. 历史变迁中的新构造运动, 史前地震与第四纪地质文集, 155—169. 陕西科学技术出版社, 西安.

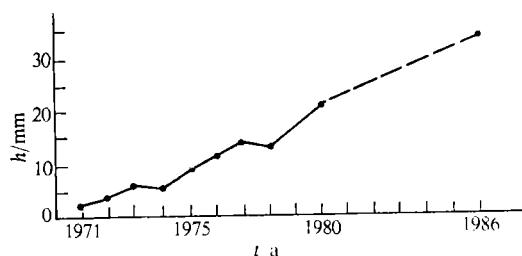


图 6 周原(1970—1986)上升幅度图