

P512.2

88-93

应用古文化层埋深确定汾渭盆地
沉积速率的研究

p315.5

杜兴信

(陕西省地震局, 陕西 西安 710068)

摘要: 根据 49 处仰绍至东周古文化遗址埋深数据研究了距今 7 000~2 500 年汾渭盆地内部的沉积速率. 结果表明, 盆地内部的凸起地区沉积速率一般小于凹陷地区, 如渭河凹陷的平均沉积速率为 0.46 mm/a, 临汾凹陷的平均沉积速率为 0.36 mm/a, 而临潼凸起和襄汾凸起的沉积速率为 0.20 mm/a 左右. 分析各时代的沉积速率还发现, 在仰绍(距今 5 000 年)之前渭河盆地内凹陷的沉积速率明显小于仰绍之后, 宝鸡凸起还由东周之前的相对下降变为相对上升. 沉积速率相对较大的地质单元往往是地震活跃的地区.

关键词: 地壳运动; 汾渭盆地; 沉积速率; 古文化层

中图分类号: P512.2; P558 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(1999)01-0088-06

地震活动

0 引言

汾渭盆地历史悠久, 文化遗迹丰富, 因而运用考古方法研究该盆地现代地壳构造运动的工作开展得较早. 早在 1975 年刘正荣等人就利用古墓葬的埋深对临汾盆地的现代构造运动进行了探讨^[1], 之后, 1994 年, 易学发等人应用多种考古数据对渭河断陷的现代地壳运动与地震活动的关系进行了研究^[2], 1995 年苏宗正等人又利用考古学方法结合地质地貌和沉积学方法对临汾盆地的近代地壳运动进行了研究^[3]. 上述研究的不足之处是所使用的资料很不统一. 所用资料既包括局部的单个古墓葬、古灰坑, 也包括范围较大的古城墙、古地面. 而且研究的时间跨度既包括周朝以前的无文字时代, 也包括周朝以后的有文字时代. 另外, 在研究中也未考虑误差的问题.

一般来说, 在周朝以前人类以群居为主, 留下的文化遗址分布范围较大, 在发掘时考古工作者大多对其分布和年代进行了详细测绘和鉴定, 因此这一时期的考古资料是较为可靠的. 鉴于此, 本文根据分布在汾渭盆地内的 49 处 89 个仰绍至东周(距今 7 000~2 500 年)古墓葬群和古窑址等大型文化遗址埋深, 着重对东周以前汾渭盆地内的凹陷和凸起区的沉积速率进行研究, 进而分析该盆地的现代地壳构造运动特征.

收稿日期: 1997-06-15; 第三次修定日期: 1998-09-20.

作者简介: 杜兴信, 男, 1946 年 6 月生, 研究员, 从事工程地震和地震学研究工作.

1 资料和分析方法

除了临汾盆地的沉积速率直接采用苏宗正等人^[3]的结果以外,其余原始资料取自《考古》、《考古通讯》、《考古学报》、《考古和文物》及少数专著刊登的发掘报告.文献发表的时间最早为 1955 年,最晚为 1996 年.选取文献中古文化层勘测较清楚、年代鉴定较准确的资料.代表性的资料和示例见表 1 和图 1.

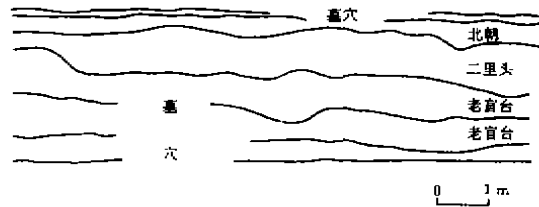


图 1 华县泉护村仰韶遗址地层剖面

Fig. 1 Stratigraphic section of Yangshao relics at Quanhui village in Huaxian county.

89 个古文化层位的资料在地点和时间上的分布比例是,渭河盆地占 55%,其它地区占 45%;距今 2 500~3 500 年和距今 3 500~4 500 年的各占 27%,距今 4 500~5 500 年和 6 500~7 000 年的各占 12%,距今 5 500~6 500 年的占 24%.

应用考古方法研究现代地壳运动的基本假设是,如果环境不变,则在同一地貌单元的文化遗址的埋深、地层厚度或其距地面的高度可定量反映地壳运动的变化.因此文化遗址的埋深是本文使用的主要资料.考虑到文献中给出的大多是文化层的厚度,而不是各文化层埋深,而且所给出的厚度不是一个确定值而是一个区间,在各层时代的划分上也比较笼统,因此,本文采用下述原则和方法确定文化层埋深和时间:

(1) 有明确文化层埋深但量值为一个区间的按平均埋深计算,并附以均方误差;没有埋深的按所研究层位以上的地层总厚度计算,并给出在计算中的误差.

(2) 能根据记载明确分出次一级年代的或已有较确切年代的按表 2 确定距今具体时间,只有笼统记载的一般按记载时代的晚期计算.

(3) 根据误差传播理论,埋深速率的均方误差 S_v 按下式计算:

$$S_v^2 = H^2 S_h^2 + T^2 S_t^2 \tag{1}$$

式中 H 和 T 分别为埋深和距今时间, S_h 和 S_t 分别为它们的计算误差.

2 结果与讨论

考古点的分布及所处的地质单元见图 2,部分计算结果见表 2.根据 49 处文化遗址埋深推算的汾渭盆地距今 7 000~2 500 年的沉积速率绝大多数小于 1.00 mm/a,平均为 0.34 ± 0.21 mm/a.

为突出汾渭盆地内部的沉积速率差异并提高计算结果的可信度,对各次级地质单元的沉积速率分别进行统计平均.考虑到数据的离散性,在平均时去掉了出现概率小于 $1/2n$ 的数据,这里 n 为总数据的个

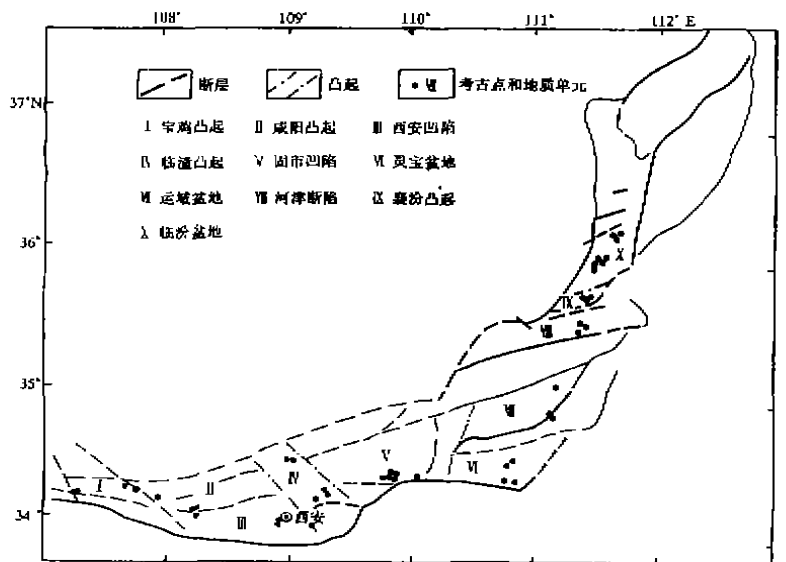


图 2 地质单元划分和考古点分布

Fig. 2 Distribution of geological units and archaeological spots.

表1 部分考古数据及计算结果

序号	地点	层位	测量厚度/m	测量埋深/m	使用埋深/m	速率/[$\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$]
1	华阴南城子	耕土	0.2	—	—	—
		汉代	0.25	—	—	—
		战国	0.90	—	—	—
		仰绍	0.75	—	1.35	0.25 ± 0.09
		仰绍	0.35~0.75	—	2.10	0.32 ± 0.09
2	华县井家堡	耕土	0.2	—	—	—
		汉代	—	0.5~1.0	—	—
		仰绍	—	1.5~4.0	2.75 ± 1.77	0.46 ± 0.30
3	临潼姜寨	耕土	0.2~0.3	—	—	—
		扰土	0.12~0.28	—	—	—
		客省庄二期	0.40~0.72	—	0.45 ± 0.18	0.11 ± 0.04
		半坡晚期	0.4~1.3	—	1.01 ± 0.41	0.17 ± 0.07
		半坡早期	0.4~1.1	—	1.86 ± 1.05	0.28 ± 0.16
4	三原洪水村	庙底沟	1.5~2.5	1.5	1.5	0.28 ± 0.15
5	长安沔西	耕土	0.2~0.3	—	—	—
		近代	0.5~0.8	—	—	—
		汉代	0.2~0.7	1.0~1.5	—	—
		西周	—	—	1.7 ± 0.7	0.59 ± 0.25
		西周早期	0.2~0.6	—	—	—
6	武功观音堂 赵家来	耕土	0.85~1.20	—	—	—
		近代	1.5	—	—	—
		西周前期	0.2~0.5	—	2.53 ± 0.25	0.84 ± 0.08
		客省庄二期	0.5	—	2.88 ± 0.46	0.70 ± 0.11
		庙底沟二期	0.3~0.4	—	3.38 ± 0.46	0.71 ± 0.10
		仰绍	0.1~1.0	—	—	—
7	凤翔大宇村	耕土	0.21~0.23	—	—	—
		宋后	0.21~0.30	—	—	—
		唐宋	0.05~0.85	—	—	—
		西周~战国	0.1~1.4	—	—	—
		龙山	0.05~1.85	—	1.80 ± 1.52	0.46 ± 0.41
8	宝鸡百首岭	耕土	0.5	—	—	—
		汉唐	0.5	0.9~1.0	—	—
		仰绍晚期	1.0~1.3	0.9~2.3	1.6 ± 0.99	0.29 ± 0.18
		仰绍中期	0.8~1.0	2.0~3.1	2.55 ± 0.78	0.43 ± 0.17
		仰绍早期	0.7	3.0~3.7	3.35 ± 0.49	0.52 ± 0.12
9	夏县东下冯	耕土	0.5	—	—	—
		扰土	0.5~0.8	—	—	—
		东下冯	0.7	—	1.15 ± 0.21	0.29 ± 0.05
		龙山晚期	0.1~0.8	—	1.85 ± 0.21	0.47 ± 0.05
		龙山早期	0.1~0.7	—	2.30 ± 0.71	0.52 ± 0.17
10	侯马北郊	耕土	0.2~0.3	—	—	—
		近代	0.1~0.6	—	—	—
		—	0.2~0.27	—	—	—
		—	0.01~0.26	—	—	—
		东周	0.25~0.68	—	0.79 ± 0.54	0.32 ± 0.22
		龙山	0.24~0.60	—	1.26 ± 0.84	0.32 ± 0.21
11	襄汾陶寺	—	0.20~0.66	—	1.68 ± 1.10	0.38 ± 0.25
		耕土	0.30~0.45	—	—	—
		扰土	0.06~0.55	—	—	—
		龙山晚期	0.10	0.45~0.55	0.50 ± 0.07	0.13 ± 0.02
		龙山早期	0.75	0.4~0.6	0.78 ± 0.45	0.18 ± 0.13
		庙底二期	1.9	—	1.53 ± 0.45	0.32 ± 0.25

表 2 本文使用的地层年表

时 代	起止时间	距今时间/年	持时/年	平均距今时间/年
东周	-770~-256	2 750~2 236	514	2 495±265
西周	-1 066~-771	3 046~2 751	295	2 900±210
商	-1 500~-1 066	—	—	3 000
二里岗上层	-1 680~-1 340	—	340	3 340±75
二里头	-1 900~-1 500	3 480~3 880	400	3 680±280
龙山晚期	-1 915±155	—	—	3 895±155
夏	-2 050±155	—	500	4 030±155
客省庄二期	—	—	—	4 125±70
龙山早期	-2 800~-2 000	4 780~3 980	800	4 380±565
庙底沟二期	-2 780±145	—	—	4 760±145
仰 庙底沟	-3 900~-2 700	5 880~4 680	1 200	5 280±850
绍 半坡类晚期	—	6 000~5 600	400	5 800±280
华阴横阵	—	6 700~6 100	600	6 400±425
文 半坡类中期	—	—	—	6 720±135
化 半坡类早期	—	—	—	7 100±145

数.均方误差按下式计算:

$$S_v = \frac{1}{n} \sqrt{\sum S_{v_i}^2} \quad (2)$$

各不同地质单元的沉积速率见表 3. 由表 3 可见, 西安凹陷的沉积速率最大, 为 (0.70 ± 0.03) mm/a, 临潼凸起的沉积速率最小, 为 (0.18 ± 0.06) mm/a. 固市凹陷的沉积速率为 (0.38 ± 0.10) mm/a (由于考古数据均分布在凹陷的南侧华县和华阴一带, 因此准确地说应为固市凹陷南缘的沉积速率); 宝鸡凸起的沉积速率为 (0.42 ± 0.05) mm/a; 临汾盆地的沉积速率为 (0.40 ± 0.10) mm/a; 河津断陷的沉积速率为 (0.32 ± 0.06) mm/a; 运城盆地的沉积速率为 (0.39 ± 0.08) mm/a; 襄汾凸起的沉积速率为 (0.20 ± 0.05) mm/a. 上述结果清楚地表明, 近 7 000~2 500 年汾渭盆地内部各处的沉积速率是不均匀的, 汾渭盆地内部的地壳被分割为许多块体, 各块体以不同速率发生相对运动.

表 3 各地质单元沉积速率(mm/a)

名 称	东周以前文化层	地质方法	东周以后文化层	形变测量
宝鸡凸起	0.42 ± 0.06	0.1~0.2	0.18~0.58	0~2
咸阳凸起	0.28 ± 0.23	—	0.25~0.77	—
西安凹陷	0.70 ± 0.03	0.3~0.5	0.77~2.57	-2
临潼凸起	0.18 ± 0.06	—	0.20~0.63	—
固市凹陷	0.38 ± 0.10	0.3~0.6	1.05~4.28	—
运城盆地	0.39 ± 0.08	大于 0.3	—	—
灵宝盆地	0.26 ± 0.08	0.26~0.32	—	—
河津断陷	0.32 ± 0.06	—	0.32~0.6	大于 0
襄汾凸起	0.20 ± 0.07	—	—	—
临汾盆地	0.40 ± 0.10	小于 0.3~0.4	—	-3

注:形变测量栏中正数表示地壳上升,负数表示下降

表 3 中还列出部分由第四纪以来沉积厚度、东周以后考古数据计算的地壳沉积速率以及由现代形变测量所表明的地壳升降变化. 由表 3 可以看出, 由仰绍至东周的古文化层埋深计算的地壳沉积速率和用地质方法计算的近似, 但比用东周以后考古数据计算的和现代形变测量

的结果偏小. 这种差异除部分可能由测量误差引起外, 大部分反映的是不同时期的构造运动变化(假设现代测量结果可以代表比测量时间长得多的某一时期地壳运动变化). 例如, 由东周以前考古数据计算的宝鸡凸起的沉积速率为 (0.42 ± 0.06) mm/a, 为汾渭盆地内部沉积速率较大的地质单元, 仅次于西安凹陷. 但由东周以后的文化层埋深和由现代形变测量确定的地壳形变均表明, 宝鸡凸起是汾渭盆地内地壳沉降速率相对较小的地区, 在近期还为相对上升的地区. 由于本文用来确定沉积速率的古文化层主要为龙山以前的年代, 因此可以说在距今 7 000 ~ 4 000 年该区地壳沉降, 且沉降速率相对大于其他地质单元, 但在东周以后其沉降速率渐渐减小, 进而转变为相对上升.

为了对比渭河盆地和汾河盆地两大地质单元的地壳构造运动, 按渭河盆地和临汾盆地分别对区内的凸起和凹陷区进行沉积速率统计, 结果见图 3. 图中的渭河凹陷包括西安凹陷、固市凹陷和运城盆地; 渭河凸起包括宝鸡凸起、咸阳凸起和临潼凸起; 临汾凹陷包括临汾盆地和河津断陷. 各凹陷和凸起的沉积速率分别为: 渭河凹陷 (0.46 ± 0.15) mm/a; 渭河凸起 (0.25 ± 0.17) mm/a; 临汾凹陷 (0.30 ± 0.06) mm/a; 襄汾凸起 (0.22 ± 0.07) mm/a. 上述数字表明两盆地的凸起区沉积速率基本相当, 凹陷区以渭河盆地的沉积速率为最大, 这个结果与由第四系厚度推测的地壳沉降速度差异相一致, 说明汾渭盆地内的现代地壳运动在总体上具有继承性.

图 3 所示的沉积速率随时间的变化表明, 渭河盆地凹陷区沉积速率随时间逐渐增大, 而凸起区沉积速率随时间逐渐减小. 而且还可以看出, 凹陷区在仰绍(距今 5 000 年)之前的沉积速率明显小于仰绍之后, 凸起区在仰绍之前的沉积速率大于仰绍之后, 而临汾凹陷的沉积速率似没有随时间变化.

沉积速率大的地质单元, 尤其是沉积速率相对周邻地质单元差异大的凹陷区往往是强烈地震最活跃的地方. 例如, 在汾渭盆地内西安凹陷的沉积速率最大, 达 0.70 mm/a, 且在其东侧是该盆地内沉积速率最小的临潼凸起 $(0.18$ mm/a), 二者沉积速率相差 0.42 mm/a. 古地震研究发现, 在西安凹陷的户县太平口距今 13 065 ~ 3 000 年内发生过 4 次古地震事件^[5]. 此外, 在距今 3 000 年期间盆地内沉积速率大于 0.30 mm/a 的地区大多发生过 6 级以上强震. 宝鸡凸起亦为汾渭盆地内沉积速率较大的地区, 但至今尚未发现古地震遗迹, 只是在其周围有 1 ~ 2 次 6 ~ 7 级历史地震. 对比宝鸡凸起和周围地区的沉积速率差异可以发现, 其沉积速率仅比紧邻的咸阳凸起大 0.14 mm/a, 相对汾渭盆地内其它地质单元来说, 其差异水平并不算大, 因此一种可能的解释是, 强震活动不仅取决于地壳运动的绝对速度, 更主要取决于地壳运动的相对速度.

3 结论

(1) 根据 49 处仰绍至东周的古文化层确定的近 7 000 ~ 2 500 年汾渭盆地的沉积速率表明, 盆地内不同凹陷区和凸起区的沉积速率不同, 一般来说凹陷区的沉积速率大于凸起区的沉积速率, 且渭河盆地凹陷区的平均沉积速率大于汾河盆地凹陷区的平均沉积

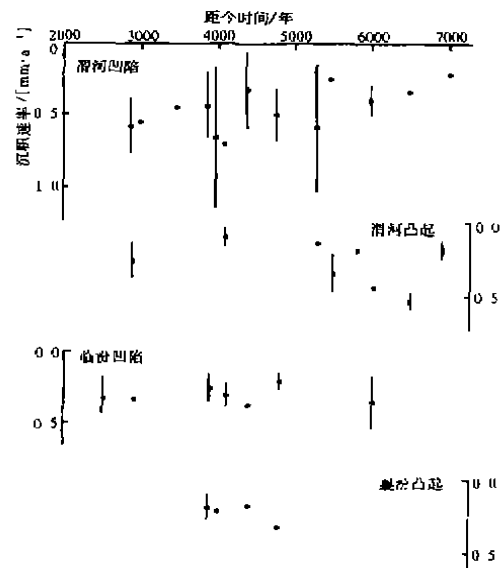


图 3 汾渭盆地内凹陷和凸起的沉积速率变化

Fig 3 Sedimentation rate of depressions and upheavals in Fen-wei basin.

速率,表明汾渭盆地内部各地质单元的构造运动速率是不均匀的,但在总体上现代地壳构造运动具有继承性。

(2) 汾渭盆地内部有的次级地质单元在地壳构造运动时间进程上是不均匀的。渭河盆地内凹陷区的平均沉积速率在仰绍文化(距今 5 000 年)之前明显小于仰绍文化之后,宝鸡凸起区的沉积速率在东周以前为 (0.42 ± 0.06) mm/a,属下降速率相对较大的地区,但在东周之后沉降速率减小,而且在近期成为相对上升的地区。

(3) 汾渭盆地内的强震活动主要发生在盆地内沉积速率相对较大的地区,特别是与周围地质单元相比沉积速率较大的凹陷区。

参考文献

- [1] 刘正荣,孟繁兴.以临汾盆地为例用考古方法研究现代地壳运动与地震的关系[J].地球物理学报,1975,18(2):127~135.
- [2] 易学发,师亚芹.用考古数据研究渭河断陷现代地壳运动与地震活动的关系[J].地震地质,1994,16(2):137~145.
- [3] 苏宗正,王汝雌,安卫平,程新原.临汾盆地的近代地壳运动[J].山西地震,1995,(3,4):60~67.
- [4] 北京大学历史系考古研究室.元君庙仰绍墓地[M].北京:文物出版社,1983.
- [5] 张安良,种瑾,米丰收.渭河断陷南缘断裂带新活动特征与古地震[J].华北地震科学,1992,10(4):55~62.

DETERMINATION OF SEDIMENTATION RATE OF FEN-WEI BASIN FROM THE BURIED DEPTH OF OLD CULTURAL LAYER

DU Xing-xin

(*Seismological Bureau of Shaanxi Province, Xi'an Shaanxi 710068*)

Abstract

The sedimentation rate of Fen-wei basin in recent 7 000~2 500 years has been studied from the buried depth data of 49 old cultural relics from the Yangshao to East Zhou dynasties. The results show that the average sedimentation rates in Weihe depression and Linfen depression are 0.46 mm/a and 0.36 mm/a respectively. In general, the sedimentation rate in upheavals is smaller than that in depression in the basin. Both the rate in Lintong upheavals and Xiangfen upheavals are 0.20 mm/a. The relative differences of sedimentation rate between every geological element are identical with distribution and movement characteristics of geological structures. It can also be discovered by analysis of sedimentation rate in various times that sedimentation rate in Weihe depression before the Yangshao (about 5 000 years ago) is smaller than after that. The sedimentation rate increased in depression and decreased in upheaval with time. Strong earthquakes in the Fen-wei basin are mainly located in the geological units with relatively large sedimentation rate.

Key words: Crustal movement; Fen-wei basin; Sedimentation rate; Old cultural layer