

山西中部断陷盆 发生强震的构造背景

陈国顺 王国强

(山西省地震局)

摘 要

临汾盆地的史前强震,均发生在盆地长期下降后骤然回返上升阶段,盆地下降阶段,无强震发生。这是山西中部断陷盆地发生强震的构造背景。

本文用考古学、地质学、地貌学方法,分析了山西中部各断陷盆地的地表垂直运动。表明各盆地不同地貌单元,虽仍存在上升与沉降差异运动,但总体抬升的趋势已表现出来。因此可认为,山西中部断陷盆地存在着发生强震的构造背景。

山西中部诸盆地,现今主要发震构造仍是北北东向断裂。考虑这些断裂的活动强度和规模,未来强震发生的机率,临汾盆地仍然较高。

山西地震带是我国著名的强震活动带之一。该带山西境内诸盆地,历史时期曾发生多次 $M \geq 6$ 级强震,其中 $M \geq 8$ 级地震2次, $M \geq 7$ 级地震4次。些强震在时间和空间分布上有明显规律。临汾盆地已发现多次史前强震。这些史前强震,在空间分布上,与该盆地史期强震相同,时间分布也有一定规律,表明它们是在相同构造背景下发生的。因此,研究发生这些强震的构造背景,并从中找出某些规律,从而判明未来主要强震危险区,对今后的防震抗震无疑是重要的。

第一部分 临汾史前强震发生的构造背景

(一) 大堡和大阳河剖面

该期古地震发生在安河期末(Q_1^2),离石黄土(Q_2^2)下部。主要地层为亚粘土、粘土、粉细砂、亚砂土及冲洪积砂质粘土、或粘土质黄土等。

大堡和大阳河相距2.5公里,同在汾河南岸。从大堡西1.5公里处的东堡村,到大阳河东1.5公里处的西河堤村汾河一线,所见地层剖面特征是:

剖面下部为安河期薄层暗红色粘土、土黄色亚粘土、亚砂土,灰色、土灰色或灰白色粉砂、粉细砂及少量暗灰黑色粘土互层。单层厚度,除粉砂或粉细砂层可达15—20厘米外,其余地一般10厘米或小于10厘米。质地均匀,产状水平。层间往往夹含钙质较高的薄层,坚硬突出。强震发生时,地层往往

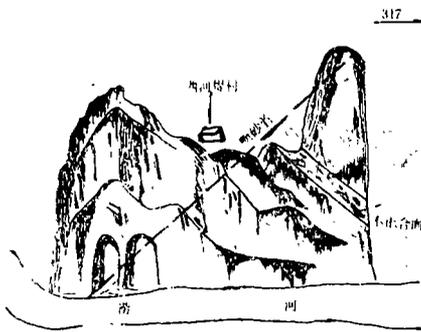


图1 临汾县大阳公社西河堤村古地震剖面
比例尺 水平: 1:400 垂直 1:100

沿某一方向滑移。无疑这是典型的湖相地层。

该层上部是厚2.5—3米暗红黄色洪积粘土。粘土中可见湖相化石。局部地段夹有厚15厘米左右的粉细砂层,并含粒度不等的各种杂质和钙质结核小粒。顶部具干裂,裂缝上宽下窄,形状弯曲,中填暗红色粘土。上复含铁质的浅红褐色粉砂质土,厚约4米。再上是厚5—6米的粉细砂层。砂层粒度均匀,质地纯净,较底部为粗,含浅湖相化石。

再上又是湖相地层,湖相层上又复盖冲积相沉积物。这些湖相和冲积相沉积物,物质和层序虽与下部相同,但湖相层逐渐减薄,冲积层逐渐增厚。而粒度向上变粗。说明在几经湖、河环境的多次反

复后,最后变为河流相沉积环境了。这些沉积物颗粒较粗,有的地段以砂砾石层或砂砾石透镜体为主。多集中分布在河流两侧。最后形成离石黄土。

事实上,在演变过程中,湖泊曾几度缩小,然后消失。如:东堡Ⅲ号地震遗迹剖面东侧窑内右壁上,见新的湖相层斜交在老的湖相层之上^[1]。

上述剖面是盆地长期下降后又振荡式回返上升的最好证明。

(二) 西河堤、连城北堡和临汾市剖面

西河堤剖面下部是安河期湖相层,中部是不正合面,不正合面之上是晚更新世早期(丁村期 Q_3^1)的冲洪积黄土。黄土色调鲜艳,具垂直节理,质坚,并含大小不一的碎砾石和其他杂质。古地震喷砂管切穿该期地层后,由于盆地抬升,被风化剥蚀形成弧丘(图1)。

连城北堡与临汾市虽相距较远,但地层剖面却大体相同。剖面下部为丁村期(Q_3^1)河、湖相浅暗红、浅棕褐、黄褐色粘土、亚粘土和灰、灰黄色、土黄色粉细砂、亚砂土、暗红色粘土、粉砂质土、粉砂等互层。厚度一般10—20厘米,有的层厚可达40厘米。在临汾市郭家庄剖面中见4—5层

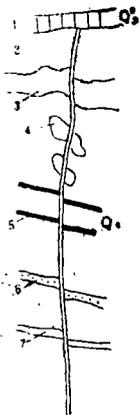
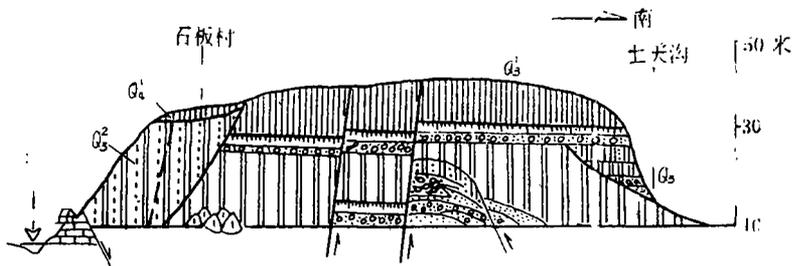


图2 洪洞县赵城公社连城
比例尺 垂直北堡古地震剖面
1:70

- 图2(图注) 1.兰马黄土
2.灰黄、浅棕黄亚砂土和亚粘土互层
3.褐红色粘土条带
4.浅灰色染色体
5.网8 6.红黄色细砂
7.褐黄色砂质土条带



- | | | | | |
|--------|-------|------|-------|-----------|
| 灰黄色亚砂土 | 亚砂土1 | 古土条带 | 砂砾石层 | 砾石 |
| 砂层 | 砂岩 | 亚粘土 | 湖相泥炭岩 | 黄土状棕黄色亚粘土 |
| 粘土 | 钙质结核层 | 断层 | 喷砂管 | |

图3 洪洞县雄火公社石板村地质剖面(据临汾幅1/20万地质图编)

厚20—30厘米的古土壤。古地震遗迹穿越该期地层后，由于盆地抬升，曾遭风化剥蚀。最后被3—4米厚的马兰黄土（ Q_3^2 ）复盖。（图2）。

（三）石板村剖面

该剖面系汾河二级阶地。二级阶地由具明显交错层理的河流相灰黄色亚砂土、粉砂、粉砂质土、亚粘土、粘土等组成（ Q_3^2 ）。这些河流相地层与丁村组及其以前的地层之间有沉积间断。之后盆地又下降，晚更新世（ Q_3^2 ）的河流相物质，才在汾河岸边堆积下来。接着，盆地又回返上升，并发生地震。地震发生后，其遗迹也被风化剥蚀，最后再次被全新世（ Q_4^1 ）物质复盖（图3）。

上述剖面清楚表明，临汾一带古地震，均发生在盆地长期下降后骤然回返上升阶段，盆地下降阶段无强震发生^[2]。这种现象，可能是山西中部诸盆地发生强震的构造背景。因此，只要有证据证明，山西陆台现今是在抬升，我们就有理由认为，山西中部断陷盆地存在发生强震的构造背景。

第二部分 山西陆台总体抬升

（一）沉积与沉降间的关系

在地质学中，衡量地壳垂直运动的有效方法之一，就是利用沉积与沉降间的关系。即当沉积速度小于沉降速度时，盆地就下降并迅速发展，甚至积水成湖；当沉积速度大于沉降速度时，盆地往往表现为抬升、剥蚀，河流迅速下切，并常出现大量沟壑或丘陵、台地；当沉积速度与沉降速度趋于相等时，盆地停滞或减缓发展。因此，用上述方法，结合地貌形态和古文化遗迹、遗物，在剔除外营力影响的情况下，就可判明地壳是否升降或升降的大体速度。如：河流阶地，地层出露状况和丘陵、台地等。

（二）用考古学、地质学衡量盆地上升速度

山西是中华民族发源地之一，历史悠久，文化发达，历代王朝曾多次在这里建都，给我们留下了极其丰富宝贵的文化遗产。如：器皿、陶片、灰坑、古建筑、古城堡、古墓、古碑等，还有某些历史地震遗迹，这些都可做为鉴别时代的标准。

大同盆地研究表明^[3]，山西中部断陷盆地四个地貌单元中的基岩山区和黄土丘陵，全新世以来不断上升。如：基岩山区断层面与晚更新世以后的沉积层接触，山区边部沟谷中有大量现代滑坡，盆地边部发育大量洪积扇群等。水文资料也证明，盆地边部晚更新世后的洪积扇群，有的被盆地边界断裂断至几十米、甚至一百多米深的地下。如：雁北地区应县南山的洪积扇，被盆地边界断裂切割后，现已埋至盆地地下150米。

黄土丘陵区，全新世以来，尤其近代上升剧烈，因而冲沟纵横、切割严重，使一些丘陵区冲沟中基岩裸露。如：西周至今，临汾地区翼城县马珊一带已上升10—15米。霍县城东北北涧河一带，战国至今已上升8米^[4]。

晋中地区介休县东南部商代至今已上升5—10米。孝义、汾阳西南部，新石器晚期以前原是一片湖水，至今已上升10米。

各盆地中的倾斜平原和冲洪积平原，晚更新世后，也明显上升。因资料较多，各盆地情情况又不尽相同，下面以盆地为单位分别论述。

1. 大同盆地

大同盆地的倾斜平原，分布在浑河以北、六棱山南坡、阳方口以北、朔县马邑以南、山阴县东榆林-北周庄铁路线至山阴县城-怀仁县候家岭、宋家庄、何家堡一线以西，大同市平旺-东小池以北，阳高县聚乐堡、滴滴水、东双寨以南等地区。在这些地区，上部主要为堆积。以后该区抬升，缺失全新世沉积。近丘陵地带，由于基岩山区和黄土丘陵区上升较快，向冲洪积平原方向的倾斜度加大，并在近丘陵区处，出现许多现代冲沟。邻近冲洪积平原的边部，也多形成黄土陡坎，显示在晚更新世后明显抬升。

据考古资料，该区上升的时间主要在历史时期。如：阳高县许家窑西汉中、晚期古墓群，由于地

壳上升, 河流下切, 如今已上升 3 米。朔县城北北旺庄西汉中、晚期大型墓群之封土无全新世堆积, 且风化剥蚀变薄。

北旺庄西汉大型古墓群与朔县城在同一原面, 相距 6 公里。朔县城一带, 石器时已有峙峪人活动, 春秋时始建村镇, 秦时改为马邑城, 北齐改为朔州, 清时改建制为县。汉代虽陶圈凿井技术已很发达, 但制做起来仍较困难。因此, 在春秋陶圈凿井技术非常落后的情况下, 初期迁住在朔县一带的古人, 一定和其他古人一样, 为了生活, 多依水而居。

今之朔县城, 连同城西北 3 华里外的古城遗址, 全都建在灰绿色粉细砂之恢河古河滩上。而今之恢河, 在县城南 1.5 公里, 说明朔县城自始至终, 恢河已南移, 而且下切 8 米。参照许家窑和北旺庄汉墓时代, 恢河下切, 可能自汉时开始。现在的恢河道仍靠南岸, 说明恢河下切后仍继续南移。

由于大同盆地倾斜平原分布较广, 致使该区冲洪积平原, 仅分布在桑干河及其上游之恢河、七里河、黄水河、浑河及口泉附近等低凹地带。尽管前述三区不断上升剥蚀, 大量物质在这里堆积下来, 因该区也在抬升, 所以这里的主要河流, 已出现 40—80 厘米的新阶地, 并波及六棱山北麓, 桑干河中游一带。

2. 忻定盆地

盆地狭长, 南北较窄。由于两侧山区上升, 倾斜平原倾斜度增至 8° — 15° , 并出现大量壮观的、与盆地边界近于垂直的近代冲沟。因此, 该倾斜平原的乌兰黄土, 被大量剥蚀并搬运至冲洪积平原。

忻定盆地之冲洪积平原, 是山西五大盆地中面积最小者。除系舟山前豆罗至蒋村一带外, 漳沁河、牧马河、云中河等地有少量分布。全新世以来, 由于该区上升, 河流也出现 30—50 厘米的新阶地。

3. 太原盆地

太原盆地是山西中部五大盆地中全新世堆积面最大者。冲洪积平原区地势低凹, 相传大禹治水时的新石器时代, 这里仍是积水一潭。最近在汾阳城西南打井, 发现的新石器与鱼化石同在一起证实有这种可能。历史时期形成较厚沉积。

后来, 随着盆地不断上升, 湖水逐渐由大变小, 并从一湖变为多湖。因此, 太原盆地西、南两地区, 至今仍有大量与水有关的地名或残留积水。

太原市西南, 有一大泊, 名曰: “晋阳湖”。该湖西南有一公社名叫“晋源”。晋源往西约 30 公里有一县名曰: “清徐”。清徐县原名清源, 城内有一湖, 名曰: “东湖”。清徐县西南的交城县原名“却波屯”。城内也有一湖名叫“却波湖”。交城县往南是文水县。文水县城内也有一湖名叫“文湖”。再向南是汾阳县, 汾阳县城内也有一湖名叫“潜城泊”。再往南便是孝义县了。孝义县城内的湖名虽无从查考, 但至今积水仍在。

湖水缩小或下涸, 说明盆地和山区不断上升。汾河由西向东逐渐迁移, 说明盆地边部的倾斜度不断增大。现在, 宽阔的汾河, 基本上穿越了全新世堆积中心。由于盆地不断抬升, 汾河已出现了 40 厘米的新阶地。

分布在冲洪积平原外围的倾斜平原, 如: 榆次鸣谦以北、北田-太谷县小白以东, 太谷县韩城至介休以东地区, 因盆地上升出现大量现代冲沟。平遥至介休以东, 由于断块的差异运动, 呈明显的阶梯状, 其高程由边缘向盆地中心下降。

4. 临汾盆地

临汾盆地由两个小盆地组成, 中隔塔儿山-汾阳岭隆起。北部为临汾盆地, 南部侯马-河津盆地, 全新世堆积大部分在汾河、浍河一带。在这些堆积中, 河流同样出现明显的新阶地。

倾斜平原, 则多形成与河流走向一致, 由山区向中心下降的阶梯状台地。台地上晚更新世地层受剥蚀搬运, 并堆积在凹地中。

北部的临汾盆地, 全新世沉积物, 主要堆积在临汾-洪洞汾河以西, 霍县汾河西岸白龙一带。其余广大地区, 除河流河谷低凹地区外, 大部分为晚更新世堆积。

表层复盖了马兰黄土的倾斜平原，在汾河以西，由于受罗云山上升的影响，坡度也明显增大，并在洪洞汾河西岸襄汾以北汾河西岸出现大量现代冲沟。而汾河以东，也呈向汾河下降的阶梯状台地。临汾县大阳公社东堡村1695年的临汾八级地震遗迹表明，1695年后，东堡至临汾一带，曾大幅度上升。

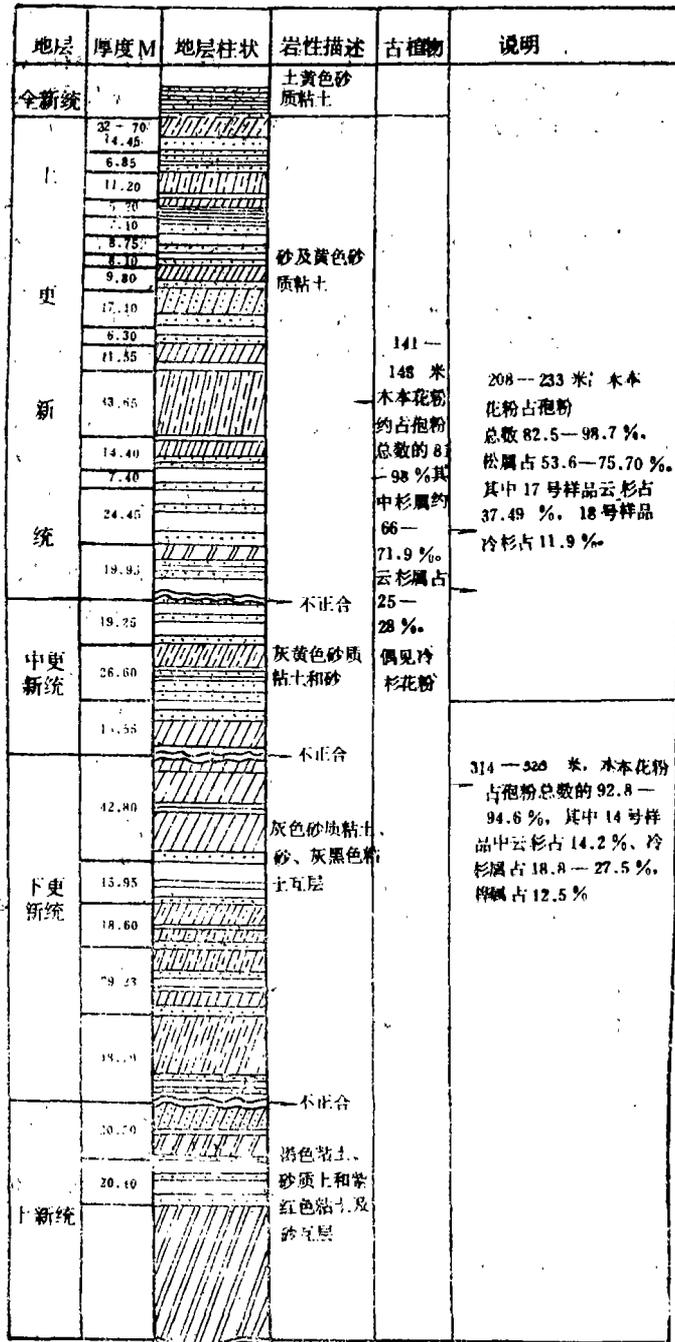


图4 大同盆地时庄钻孔柱状图

此外，堆积了大量全新世沉积的汾河两岸，近代出现了高50厘米左右的新阶地，表明该地冲洪积平

原也已抬升。

5. 运城盆地

运城盆地的全新世地层，主要堆积在涑水两侧及永济县城以北至解州一带，运城至解州以东的盐池等。该区除涑水河出现了30—50厘米的新阶地外，运城、解州的盐池水面也逐步缩小。反映了盆地近代不断抬升。

夏县北部埝掌公社西南的夏(?)商遗址，证明埝掌一带，夏(?)商以来，有明显上升。

此外，在晚更新世沉积组成的倾斜平原，除其坡度不断加大和出现大量冲沟外，钻孔资料说明中更新世时，大部是下降区，如大、小嶷山一带。相反，现代相对下降的永济县城北至解州一带。中更新世时是上升区，反映了断块在不同地质时期的升降交替运动。

(三) 海侵与古气候

近年来，山西石油队和大同矿务局，对上述盆地，尤其大同盆地，做了许多孢粉组合分析。分析表明，在第四纪地层中，凡是盆地下降接受沉积时，古气候就温暖、潮湿。反之，凡盆地上升沉积间断时，古气候就干燥、寒冷。如大同盆地时庄钻孔*，上更新世早期(141—146米)，冷杉花粉较多(相当于庐山冰期)。下更新世末(314米)，冷杉含量27.5%，中更新世初(29)米见泥球(相当于大姑冰期)。(图四)

上海同济大学汪品先教授等，对中国东部第四纪海侵地层的初步研究表明^[13]，海侵时，古气候温暖，海退时，古气候寒冷，众所周知，海水的进退，除气候的原因外，一般认为与区域地壳的升降关系密切。所以，可以认为，海侵时表示地壳下降，海退时表示地壳上升。这种海水进退与古气候的关系，同山西中部断陷盆地地层沉积与间断和古气候的关系同步，图五表明它们可能同出一源。

有意义的是，全新世中期曾发生海侵。而全新世初和历史时期，中国东部则处在海退时。这就间接证明了前述山西陆台现今总体抬升这个结论。

(四) 盆地边界断裂和盆地内新隆起

1. 盆地边界断裂

山西中部断陷盆地的边界断裂，大部为高角度断层，它们多以三种方式活动。即上盘下降、上盘上升和两盘相对稳定。当盆地边界断裂上盘下降时，其性质为张性和张扭性，此时盆地发展较快。当盆地边界断裂上盘上升时，其性质为压性或压扭性，此时盆地停止发展。当盆地边界断裂两盘相对稳定时，盆地发展减缓。前已述及，历史时期以来，山西陆台总体抬升。因此，盆地边界断裂处在强烈挤压中^[13]。

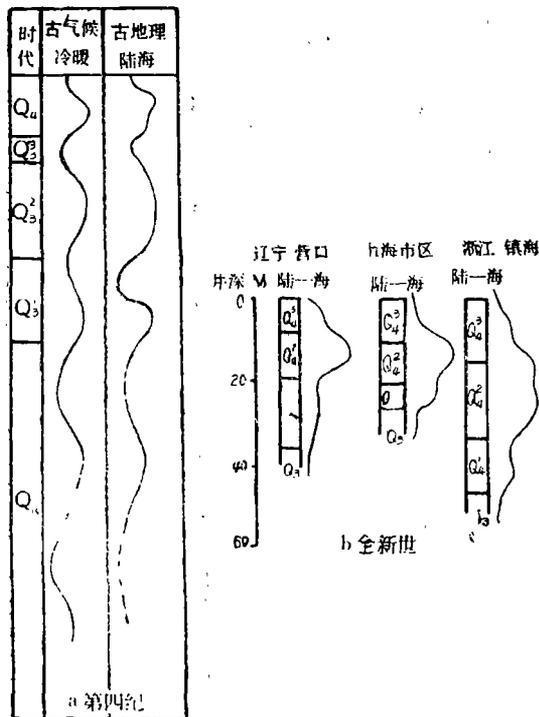


图5 中国东部海水进退与古气候关系图

说来，张性断裂漏水或导水，压性断裂阻水或储水。太原盆地的晋祠泉、洪山泉，临汾盆地的广胜寺泉、

*段廷如 对大同平原第四纪地层的划分和含水性的探讨

龙祠泉，大同盆地之神头泉、浑源泉等，多因北西向断裂导水，北东或北北东向断裂阻水而成，且储水明显。如龙祠一带钻孔自流。口泉北断层水深仅10多米，比倾斜平原潜水浅近80米。太原市南郊滹徐县城关公社马峪村打井两眼，井水自流，使20多公里外的晋祠泉受到严重影响。太原盆地东界太谷断裂，打井水量非常丰富。

相反，在山西中部五大断陷盆地中，北西向张性断裂漏水事例也屡见不鲜。如大同盆地应县大石口村，地处恒山北坡大季节河口河滩上，河中常年溪流不断，地下水本应丰富，只因北西向断裂漏水，使该村打的多眼水井，不是无水便是水量太小。又如太原盆地榆次东部和东北部一带，有些深水机井，因北西向断裂漏水、井水显著减少。

2. 盆地新隆起

晚更新世后，盆地内出现了许多新隆起。如运城盆地之胡张-运城-黄旗营新隆起（鸣条岗），临汾盆地之塔儿山-汾阳岭新隆起（形成略早），大同盆地之马铺山-怀仁、西坪-高镇子新隆起等。这些与盆地边界断裂平行的新隆起，有些在晚更新世晚期，本是下降的地堑，全新世时才回返上升形成新隆起。

综上所述，山西陆台现今无疑处在总体抬升中。因此，有理由认为，山西中部断陷盆地存在发生强震的构造背景。

（五）地震

山西中部断陷盆地的强震特点，是各盆地中的历史最大强震，大都发生在全新世沉积中心或其附近。表明全新世下陷最多的地区，也是当今地震能量易于积累的地区。根据这种认识，结合山西中部断陷盆地现今要发震构造仍是北北东向断裂这一结论^[8]。今后山西中部断陷盆地的主要地震危险区是：

1. 大同盆地的黄花梁至怀仁一带。
2. 忻定盆地的系舟山断裂带的豆罗至蒋村一带，和五台山前断裂带的崞阳至繁峙一带。
3. 太原盆地徐沟至介休一带。
4. 临汾盆地赵城至临汾一带。
5. 运城盆地的运城至永济一带。

考虑这些盆地中主要发震构造的活动强度和规模，未来强震发生的机率，临汾盆地仍然较高。

参 考 文 献

1. 朱海之等 临汾古湖沉积中的史前地震遗迹 82年 第2期 地震学刊
2. 陈国顺等 史前地震与第四纪地质文集 82页 陕西科技出版社 82年
3. 陈国顺 对大同断陷盆地形成演变过程的几点认识 83年 第二期 华北地震科学
4. 刘正荣等 以临汾盆地为例论用考古学方法研究现代构造运动与地震的关系 1975年第18卷 第2期 地球物理学报
5. 汪品先等 我国东部第四纪海侵地层的初步研究 81年第一期 地质学报