第11卷 第1期　　地 震 学 报　　Vol. 11, No. 1
1989年2月　　ACTA SEISMOLOGICA SINICA　　Feb., 1989

汾渭地裂缝与现代地震活动*

王景明　　常丕兴
（唐山工程技术学院）　（西安地质学院）

摘　　要

近年来在汾渭地区出现地裂缝101处，其空间分布62%受活断层控制，20%是区域性黄土构造节理破裂面这些弱剪切强度带的扩展，18%是重力和湿陷等非构造型地裂缝．调查中发现，汾渭盆地中地下水位、水温异常、现代小震活动与地震活动都有4年一次的周期性起伏，它们是区域构造应力不断加强的信息．地下水对区域应力活动最敏感，故最早出现异常高潮，断裂再破裂并发震要有一定过程，而震源破裂传到地表造成地裂缝又要一定时间，所以汾渭盆地地震和地裂活动高潮分别滞后地下水异常1至2年．

关键词　裂谷；地裂缝；地震；活跃期；断层活动效应

一、引　言

1959年韩城5.4级地震以后，汾渭盆地中的西安市、泾阳黄家和万荣薛店等地出现地裂缝，因其地面破裂点分散，位移量甚微，对沿线建筑物和农田尚未构成威胁，故被忽视．

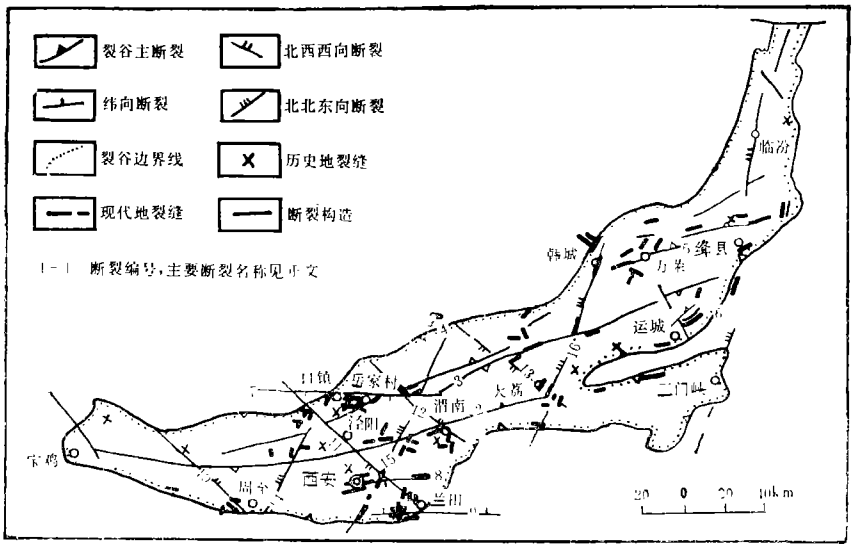


图1　汾渭裂谷区地裂缝分布图

1986年11月27日收到本文初稿，1987年10月24日决定采用．
* 学生陈文新和研究生苏生瑞分别部分地参加了野外调查工作．

http://www.dizhenxb.org.cn

1976 年唐山地震前后，伴随着汾渭盆地小震活动高潮的到来，地裂缝迅猛发展，广及盆地大部分地区(图 1)，目前已在 32 个县市发现地裂缝 101 处．它们穿越农田住宅，横切厂房路基，造成农田开裂漏水、建筑物损坏(图 2)、机器停转、道路变形、管道破裂，给工农业生产和人民生活带来很大危害．据我们对其中79处地裂缝进行的调查表明，沿线的道路和工业民用建筑物有 37 处受到严重破坏；42 处农田或水渠开裂，几万亩良田不能灌溉或严重漏水．仅西安市一处就损坏楼房 73 幢(图 3)、单层建筑 400 余间、墙 150 余堵、古迹 3 处，其中 15% 被迫拆除．泾阳水泥厂地裂缝损坏宿舍 6 幢、厅库 6 座．高陵地裂陷危及村庄 8 个、窑 149 孔、群众 306 人．临潼晏寨地裂危及 113 户居民，甚者搬迁．万荣薛店地裂缝破坏民房 300 余间，深井一口．估算汾渭地裂缝累计经济损失上亿元，成为名符其实的地质灾害．

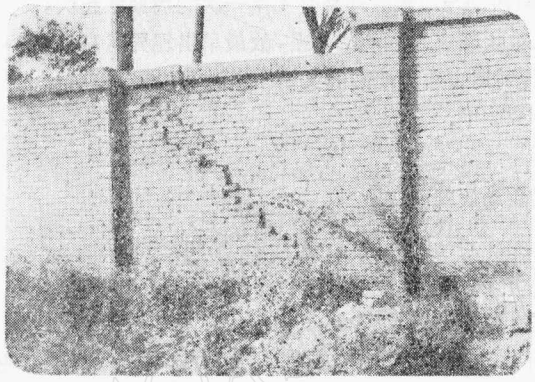


图 2 地裂缝通过韩城火车站西炭场，使南围墙开裂，墙裂缝上宽 5—15cm

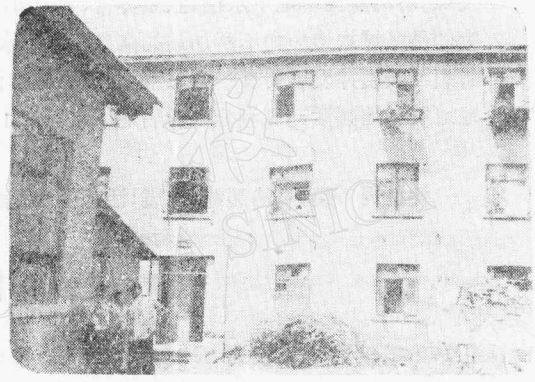


图 3 西安市城南地裂缝使某地质队宿舍楼破坏，现已拆除，损失约 15 万元

二、地裂缝特征

1. 空间分布

汾渭地裂缝出现在盆地两侧的山前洪积扇、黄土台塬和中间的渭河及汾河河谷平原的阶地上；发生在洪积、风积、冲积的砂砾互层、细砂层、亚砂土、亚粘土和黄土层这些第四纪的松散沉积物中．其空间分布主要受活断层[1]、黄土构造节理与断层、局部微地貌的控制．在已调查的 79 处地裂缝中，有 62% 分布在活断层沿线及其近侧(图 4 和表 1)，20% 出现在黄土构造节理十分发育的黄土台塬上，18% 位于洼地、河渠、岸边和滑坡边缘．它们的特征各异．

与活断层有关的地裂缝直接证据，其一是沿活断层走向发育，如长安地裂缝(表 1) 沿 NNE 向的 15 号断裂[2]延伸长 14 km (见图 1)，并与临潼塚底的 Q_{2-4} 黄土层相连，三者产状一致；其二是地裂缝向下逐渐转变为断距不断加大的生长断层(图 5a, b, c)，如西安断裂缝就是纬向 8 号断裂向西的延伸部分，而且这些地裂缝又都发生在断层活跃期中，如 15 号断裂中段 1486 年西安东郊地裂[3]，次年在其附近发生临潼 6.3 级地震；17 世纪中叶又在其南段发生长安地裂；近年来华北区新华夏系断裂活跃起来．该断裂南段于 1921—

http://www.dizhenxb.org.cn

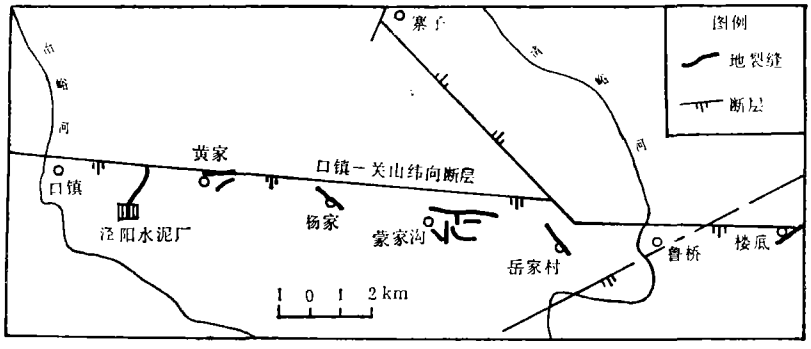


图 4　7号口镇-关山断层沿线西段地裂缝平面图

表 1　汾渭地区部分典型地裂缝特征表

编号	位　置	走　向	条数	累计长 (km)	宽 (cm)	成因类型	发现时间 (年.月)	备　注
1	西安市	NE80°	7	31.8	0.3—15	活断蠕滑	1959—1985	灾害损失二千万元
2	长安	NE50°	4	14.0	10—40	断层蠕滑	1921,1959	
3	周至竹峪	NE20°	4	0.35	4	断层蠕滑	1981.7	
4	韩城市	NE5°	2	0.32	0.1—2.3	断层蠕滑	1980	建筑物开裂
5	大荔县城	NE20—45°	1	2.0	1—5	断层蠕滑	1976	
6	运城半坡	NE55°		10	30	断层蠕滑 区域节理扩张	1975,1976, 1980	
7	永济东吕	NE80°	2	1.0		断层蠕滑	1976—1983	
8	渭南北尧	NE80°	1	2.0	15	断层蠕滑	1979.6	
9	泾阳水泥厂	NE10—14°	2	2.2	1—20	区域节理扩张	1984.8	
10	泾阳蒙家沟	NE85°	6	3.0	5—30	伴震断层蠕滑	1979.8	多组裂缝出现
11	泾阳岳家村	NW45°	1	0.4	10—15	伴震断层蠕滑	1983.10	
12	合阳黑池	NE20—35°	2	7.5	2	区域节理扩张	1954,1948	呈直线状沟
13	万荣薛店	NE60°	3	1.5	100	区域节理扩张	1983.7	损坏房 300 间
14	渭南贠张	杂乱		0.12	0.1—1.5	湿陷	1983	
15	临潼下焦	杂乱	6	0.35	1—5	地道陷落	1984	似弧形

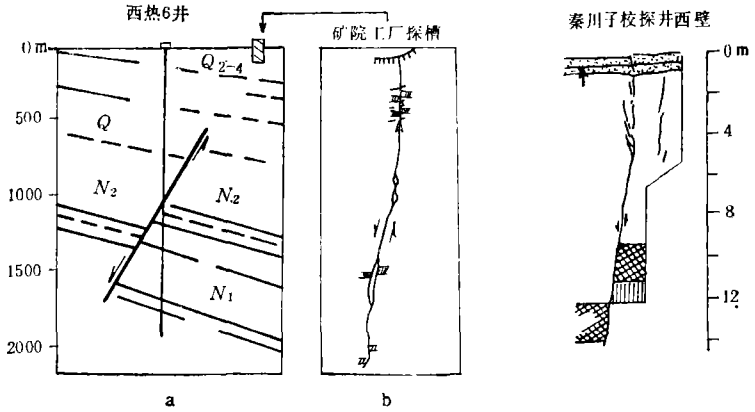


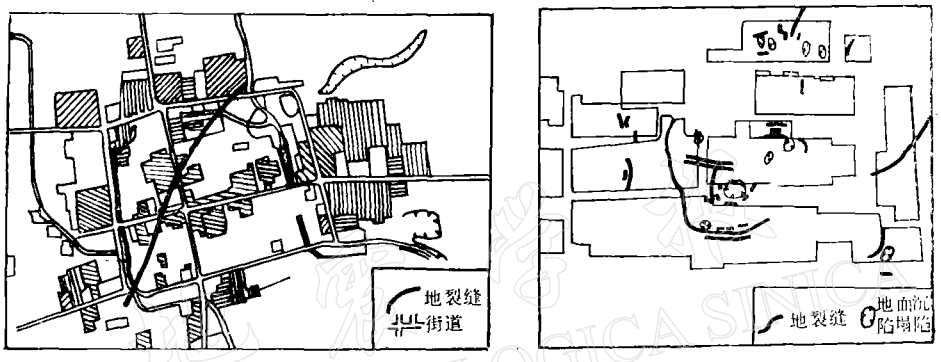
图 5　与地裂缝勾通的断层断距向下逐渐加大
（注：图 5b 根据地震局资料）

http://www.dizhenxb.org.cn

1938 年和 1950 年前后地震又两次再现，说明上列地裂活动是断层活动的反映.

2. 产状形态

与活断层和黄土构造节理相关的地裂缝（表 1 中的 1—11 点），占总数的 82%，是汾渭地裂缝的主体. 它们具有明显的方向性[3]、成带性和区域性. 这些地裂缝穿越不同的地貌单元，不受地形地物的影响（图 6a），按既定的方向径直展布，延伸远、规模大，裂缝长度多在几百米到几千米乃至几十公里以上. 大体可分为近东西、NE，NNE，NW，SN 向几组. 在纬向的 7 号断层沿线可见到 NE 15°，NE 45°，NE 85°，NW 45°，NW 70° 和 SN 向六组（见图 4）. 各处地裂缝又可由多条裂缝组成裂缝带成带延伸（图 7）.



a b

图 6 地裂缝形态特征

a. 大荔县城地震缝分布图 b. 临潼下焦村地裂缝塌陷分布图（据临潼地办）

活断层沿线的地裂缝常出现在黄土陡坎、河流阶地的边缘，与微地貌关系密切. 它们在平面上呈锯齿状（见图 7）或斜列式，裂面粗糙偶见擦痕，裂口宽 0.5—15cm. 西安、岳

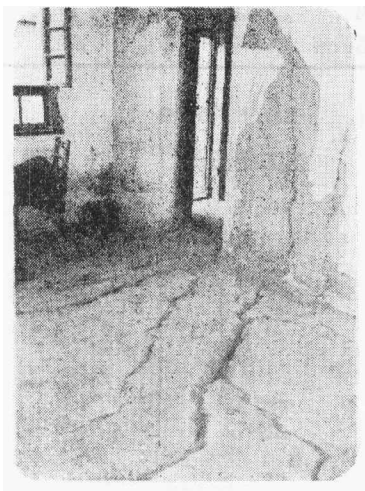


图 7 西安小寨路地裂缝呈锯齿状，裂口宽 0.3—10 cm，由一条主干裂缝和四条次级裂缝组成地裂缝带

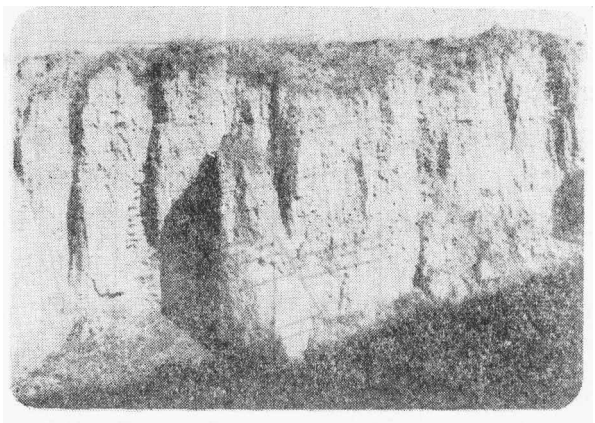


图 8 武功石灰店 Q_3 黄土中走向 NW70° 的构造节理，及沿节理塌落的黄土柱

http://www.dizhenxb.org.cn

家村的地裂缝多有明显的定向水平位错，显张扭性．多数地裂缝沿线雨后出现落水洞，进而连通成沟．它们在剖面上呈波状弯曲（图 5b），沿倾向延深几十米．与区域性黄土构造节理（图 8）相关的地裂缝多突然发生在暴雨之后，其位置多在两侧深切的黄土台塬区，它们宽而深，一般宽 0.3—1 m，深 1—5 m，最宽 5.2 m，深 14 m．这种裂缝两盘无垂直位移和水平位移．从其定向横亘、成带成组、配套成系的分布格局和两盘固定的位移动向来看，两者同属于构造型地裂缝．

位于洼地、河渠岸边和滑坡边缘的地裂缝，多无明确的方向性，或者大体平行局部地貌边缘出现，或者以弧形、圈椅形、不规则状成群成窝地在洼地和滑坡后缘出现（图 6b）．它们均发生在狭小的局部地区．这种地裂缝延伸不长即尖灭，而后复又出现，发生发展无规律，总长度不过几一几百米．裂口上宽下窄呈楔形，延深至地面之下 3—4m 即行消失．裂面粗糙而无擦痕，显张性，是一些非构造型地裂缝．

3. 时间进程

1956 年始，在 7 号断裂沿线的于家、梁家村、杨家分别出现地裂缝（见图 4）．1962 年黄家发生地裂，1966 年前后在于家有地裂落水洞塌陷，1972 年前后山底何庄地裂落水洞塌陷．1978 年蒙家沟发生地裂，1979 年迅速发展，1983 年岳家村地裂，1984 年泾阳水泥厂地裂．总之，这里 4—6 年就出现一次地裂活动．

纵观汾渭诸地裂缝，尽管类型有别，但它们基本上都发生在几个集中的时间段．以渭河盆地为例（图 9a），从直方图中可以看出，自 1958 年以来，30 年中发生的 211 起各类地

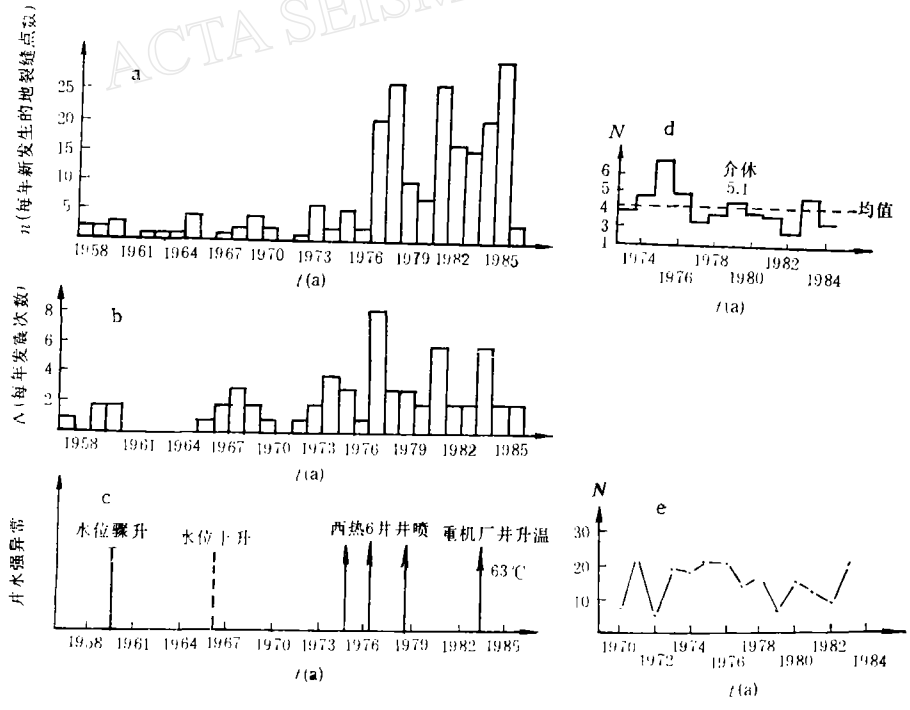


图 9　汾渭地裂缝活动与小震活动、井水异常对比图

a. 地裂缝活动图　b. 渭河盆地 30 年来>2 级地震活动图　c. 西安市地下水活动强异常图
d. 晋南地震月均值图（据赵学普）　e. 晋南小震活动频度曲线图（据王绍中）

http://www.dizhenxb.org.cn

裂事件，组成了几个地裂活动小周期，各小周期皆为 4 年．它们的活动高潮年限分别是 1959, 1964, 1968, 1972, 1977, 1980, 1984 各年． 出现时间间隔基本一致． 除 1959 年超前一年，1977 滞后一年外，余者均定时 4 年出现．其次还可以看出，30 年来地裂活动高潮年代的地裂事件幅度基本上逐渐加大，自 1959 年起至 1984 年止，每年分别为 3, 4, 4, 7, 27, 27, 30 次(注: 1972 年前可能有漏记，故幅值偏小，但不影响看出这一规律)．

放长时间尺度来看，上列 30 年的七次地裂起伏，正处在三千年来渭河地震带表现出来的地裂活动短周期[3](长 400 年)的活跃期中．这个事实表明，每一地裂活跃期的地裂活动水平并非均一，而是有时强时弱的周期性起伏．

三、现代地震活动小周期

汾渭裂谷西部的渭河盆地，自 1957 年有仪器记录以来出现的 $M \geqslant 2$ 地震都标绘在图 9b 直方图中． 从中可以看出，它们与地裂缝一样，也存在 4 年左右的地震活动小周期．其高潮年限分别为 1958, ? , 1967, 1973, 1976, 1980 和 1983 各年． 汾渭裂谷东部的运城盆地和临汾盆地，同期出期的地震活动同样存在着近 4 年的地震活动小周期．从图 9d 和 9e 中可以看出[4,5]它们的高潮年份分别为 1971, 1975, 1979, 1983 各年 (1970 年前未作统计)．由于渭河、运城、临汾三盆地是同一裂谷型构造盆地[6]—汾渭盆地的组成部分，它们的地震在同一因素的控制下活动．故可将它们的高潮年份综合在一起． 鉴于 1970 年以来汾渭盆地东部比西部的地震活跃得多，可选用东部的高潮年份(表 2)．

表 2 汾渭盆地 30 年来地震与地裂活动小周期高潮年份对比表

高潮年份	地震	1958	?	1967	1971	1975	1979	1983
	地裂	1959	1964	1968	1972	1977	1980	1984

从表 2 可看出，汾渭盆地各个时期地裂活动高潮，基本上都较地震活动高潮滞后一年出现，有助于说明两者成因上的联系．

四、汾渭地裂缝成因

前已述及，汾渭盆地至少存在三种类型的地裂缝，它们的成因也不尽相同．

1. 断层蠕滑的反映

西安秦川厂子弟学校地裂缝南侧地面下降 10cm，顺地裂缝所挖探槽在 9.5 m 深处发展成断距 2.6m 的正断层(图 5c)．这种现象在西安地裂缝带上的十多个探槽都可见到．铁炉庙附近几个探槽实见，裂缝南盘地面下降 12 cm，地面之下深 2.5, 4.2, 7.5 m 处分别错断第一、二、三层古土壤条带断距各为 0.56, 0.58 和 1.8m (图 5b)．其附近的西热 6 井深 1080m 处错断第四系底界 100m (图 5a)，可见断距随深度逐渐加大，表明西安地裂缝实为一系列的生长断层(同沉积断层)．第四纪以来不停息地活动，今犹未止，是一组活断层．石油仪表厂地裂缝断层上的深井，1980 年换井管顺利，1982 年换管微卡，1984 年井

http://www.dizhenxb.org.cn

管卡断出现裂缝 4 条，表明深部断层在蠕滑．与此同时地面开裂并迅速发展，将地面下自来水管切断停水，证明西安地裂缝是断层蠕滑的地面反映．推测上述地裂活断层到地下深处合为一条，它是纬向的 8 号断层的西延部分．

与西安地裂缝类同，在活断层沿线或其近侧发生的地裂缝还有沿纬向构造 7 号口镇—关山断裂[6]的泾阳山底何庄、于家、黄家、蒙家沟、岳家村、楼底（见图 4），8 号骊山南缘断裂的渭南严峪．沿近东西向弧形的 1 号秦岭北缘断裂（见图 1）有金渠、竹峪、翠峰、焦岱、竹峪口；2 号渭河断裂有高陵、代王、渭南；5 号峨眉台地北缘断裂[1]有万荣、新绛、绛县；3 号峨眉台地南缘断裂有东吕、闻喜、半坡；沿 6 号中条山南北缘断裂有解州、夏县、芮城；沿 NNE 向的 14 号耀县—马召断裂有南市、南位、泾阳水泥厂；15 号白水—狄寨断裂有长安、临潼、白水；16 号韩城—华阳断裂有韩城、朝邑、两宜等．沿 NWW 向 11—13 号断裂有大荔、富平、兰田、武功河道等．它们中的多数也是断层蠕滑的反映．

2. 土层破裂网络线的扩张

1983 年 7 月 29 日暴雨后，山西万荣薛店地面突然开裂，雨洪一泻而光．地裂缝走向 NE70° 转 NW70°（图 10），长 1500 m、宽 1 m，可见深度 3.5m，最深 20m．该村处于峨眉台地黄土台塬区，台面较平整，中上更新世黄土厚约 200m，黄土构造节理和对应切沟十分发育[7]．事前于当年 6 月，作者在薛店村西 1.5 km 的张李冯村测得黄土构造节理四组，其中 NE 25°，NW 70° 两组最发育，NE60° 和 SW 向两组次之（见图10中玫瑰图），并发现每组节理都有其与它们发育程度相应的同组黄土切沟．我们对汾渭盆地中 3519 条黄土切沟和 3000 多条黄土构造节理（图 8）的调查研究发现，黄土构造节理具有系统性

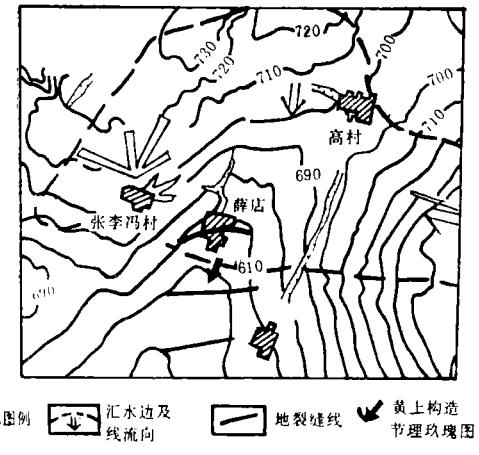


图 10　薛店地裂缝、地形与黄土节理玫瑰图

图 11　运城半坡地裂缝走向 NE 55°，长 10 km，位于黄土台塬的一段雨洪下渗潜蚀，裂缝发展成宽 0.3～1.5 m、可见深度 8m 的黄土沟．

和区域性[8]，它们组成区域性的地壳破裂网络[9]．隐伏而密合的黄土构造节理在强应力或地震动作用时重新开启成缝．若开启缝扩张较宽地带再遇过量地下水的附加压力，便可

http://www.dizhenxb.org.cn

突然集中下渗潜蚀雨壁，使其成为很宽的地裂缝，实为黄土竖井式盲沟(图 11)，一串盲沟不断沿构造节理走向扩展勾通，就成为象薛店那样的黄土地裂缝沟．换言之，黄土地裂沟是 Q_{3-4} 破裂网络中弱强度带的发展．

这种类型的地裂缝还有合阳黑池、澄城东地、后地、曾家庄、富平来富村、渭南北张村、临潼代王、万荣埝底、里望、东丁、运城陶村等处．

3. 重力和湿陷作用的产物

渭南张村地势低洼排水不畅，沈西渠漏水引起黄土湿陷，沿沟渠、路旁地面开裂．与渠道漏水，灌溉和暴雨积水引起黄土湿陷有关的地裂缝，还有高陵马家湾、榆楚、张卜、崇皇、临潼灵官庙、大荔朝邑西等地．

属重力作用而成的非构造地裂缝，有秦始皇陵外城下焦村（图 12）和暗孙村，其地面之下是古地道、老窑，1983 年 11 月因潜水位上升土体湿陷，在重力作用下围绕地道塌陷出现的圈椅状地裂缝．此外还有韩城电厂和富平铁炉煤矿黄土梁边缘出现的滑坡后缘张裂缝，以及汾渭盆地中多条黄土陡坎前缘的滑坡裂缝带．

图 12 临潼下焦村地裂缝走向 NE45°，单条呈锯齿状，总体呈圈椅状（见图 5b），使 30 多户民房开裂破坏被搬迁．

4. 地震和水的诱发作用

西安地裂缝原只有三条，且断续延伸长不足 5 km，位错甚微．1977 年西安草滩 2.9 级地震后迅速发展成七条，累计长达 31 km．1984年 5 月泾阳北发生小震 54 次[1)]，9 月泾阳水泥厂地面出现 NNE 向微细地裂，厂区建筑物开裂，11 月又发生小震 10 次，随之迅速扩展成宽 1—20 cm、长 2 km 的地裂缝，有助于说明地震促进了活断层附近的地裂缝发生发展．

在研究西安地裂缝时发现，其时空变化规律还与西安市区地面沉降有关．西安地裂始于 1958 年，1976—1981 年迅猛发展；市区地面沉降始于 1959 年，1976 年后加速．其空间分布是市区西北部地裂缝少，东南部多；地面沉降年速率西北部小，为 1.2—2.7 mm；东南部大，为 −11—56 mm，两者空间位置大体吻合．因此可知，因过量采地下水造成的

1) 王振武，泾阳震群与地裂活动研究，1985．

http://www.dizhenxb.org.cn

地面沉降促进地裂缝的发生发展．地面沉降幅度与地裂缝位移量成正相关关系．

雨水对隐伏地裂缝的显现起了诱发作用．据我们调查，汾渭盆地沿活断层及其近侧的 49 处地裂缝中有 23 处是在暴雨后被地表水诱发显现出来的． 在已知的 16 处土层破裂网络弱强度带上的地裂缝中，有 15 处是暴雨后突然出现的．象高陵和临潼下焦地区的湿陷地裂缝的形成，阴雨和地下水更是必不可少的因素．

五、区域构造应力加强的信息

西安小寨地裂缝附近深 2000.4m 的西热 6 井，1974 年 8 月 27 日突然井喷，水头高出地面 1.8m，持续 3 天，此后于 1976 年 3 月和 1978 年 7 月该井又自喷两次，水头高 1.5m．地下水位变化的机理之一是代表含水层应力-应变状态改变引起的孔隙水压的变化，是由含水层与围岩的应力-应变状态所决定的[10]． 西热 6 井自喷是井下含水层与围岩的应力增强的反映．与此同时，1975—1976 年汾渭盆地的小震活动达到高潮(图 9b, 9d)．1975 年运城盆地和临汾盆地 $M \geqslant 2$ 地震的月均值 5.8 次是 1973—1985 年月均值的 1.8 倍[5]；1976 年渭河盆地 $M \geqslant 2$ 地震 9 次是多年均值的 6 倍．此时也正值华北区域应力活动增强加剧，华北东部邢台、渤海、唐山等地震发震前后．因此说明西安地区的水位变化与现代地震活动密切相关，而与地震有关的水位异常动态是区域应力场与震源应力场共同作用的产物，它可以表现在区域应力场加强过程中形成的应力多点集中造成大范围不连续的多点地下水位异常[10]．

汾渭盆地现代地震与地裂活动也是密切相关的．7 号断裂口镇—鲁桥段，1983 年 4，

图 13　泾阳岳家村，1983 年 10 月地裂走向 NW50°，长 400m、宽 15cm，五户民房开裂破坏，部分已拆除．

图 14　泾阳蒙家沟，1983 年伴随小震在麦田中出现的 NE45° 转 NW45° 的地裂缝．宽 0.2～0.5m，长 150m．附近还有 NE70° 和南北向地裂缝共四组，多在收种农作物时被掩埋．

http://www.dizhenxb.org.cn

8 和 10 三个月发生震群三次，共有小震 237 次[11]，最大地震 $M_s = 2.2$，震源深度 5 km. 后一次震群岳家村地面微开裂，走向 NW 50°，两个月后地裂缝扩宽成 15cm、长 400 m，五家民房开裂破坏(图 13). 与此同时，在离岳家村 3km 的蒙家沟农民侯本岳等，地震时感到人身晃动有地声，并目睹农田路面开裂成缝 (图 14). 表明这里的地裂缝和地震同出一源.

综上所述，汾渭盆地中地下水位异常动态、现代地震活动与地裂缝间有密切联系. 从图 5 中可看出，西安地下水活动强异常时间分别出现在 1959, 1966, (?), 1974, 1978 和 1983 各年，汾渭盆地地震 $M \geqslant 2$ 的高潮(综合图 9b, 9c 得出) 出现时间恰与其相对应，分别出现在 1959,1967,1975,1979 和 1983 各年. 对比后可知，地下水异常多超前现代地震活动高潮一年出现. 汾渭地裂缝高潮分别出现在 1959, 1968, 1977, 1980 和 1984 各年，除 1977 年外，其他四个都滞后现代地震活动一年.

滞后现象和地震破裂过程传递的机制可作如下解释: 西安地下水异常应是区域构造应力加强的信息，与其息息相关的汾渭盆地现代地震和地裂缝，应是区域构造应力加强的结果. 因为地下水是新构造运动中极其活跃的因素[10]. 当汾渭盆地区域应力活动增强时，西安及汾渭有关地区地下水首先出现水位升高，乃至深井自喷或井温骤增现象. 由于断层活动和区域土层弱剪切强度带破裂需要一定的过程，所以一年后该区的地震活动才进入高潮. 这种破裂过程传递到地表，使表土层出现地裂、位移，同样也要一定时间，故又过一年后该区地裂缝才进入高潮.

从图 9 中还可看出，西安市地下水活动强异常，与前已述及的汾渭盆地地裂缝和现代地震活动一样，也有大致 4 年一次的重复出现现象，只是由于早期可能出现过的 1957 年和 1960 年两次没有引起人们重视而可能漏记. 由此推测，决定地下水异常、地震和地裂缝 4 年一次活动周期的区域应力场，也应有 4 年一次的强弱变化. 掌握这种变化对地震与地裂震害预测预报是十分有意义的.

参 考 文 献

[1] Wang Jingming, 1987. The FenWei rift and its recent periodic activity. *Tectonophysics*, **133**, 257—275.

[2] 王景明，1981. 关中平原区的新华夏系构造. 西北地震学报，**3**，2: 69—77.

[3] 王景明，1985. 渭河地震带地裂与地震活动的周期性. 地震学报，**7**，190—201.

[4] 王绍中，1984. 运城地裂缝. 山西地震，3: 17—19.

[5] 赵学普，1985. 山西地震活动. 山西地震，4: 12—20.

[6] 王景明，1984. 渭河地堑断裂构造研究. 地质论评，**30**，3: 217—222.

[7] 王景明，1987. 黄土沟槽网络与新构造应力场. 地理科学，**7**，2: 139—146.

[8] 王景明，张骏，1985. 论黄土节理. 西安地质学院学报，**7**，2: 30—41.

[9] 王景明，1986. 论汾渭裂谷. 西安地质学院学报，**8**，3: 36—49.

[10] 国家地震局地下水影响因素研究组，1985. 地震地下水动态及其影响因素分析，1—2，地震出版社.

[11] 丁蕴玉，薛勇杰，1985. 泾阳小震群的活动特征. 地震学报，**7**，337—338.

http://www.dizhenxb.org.cn

THE FEN WEI GROUND-FISSURE AND MODERN SEISMIC ACTIVITY

WANG JINGMING
(*Tangshan Institute of Technology*)

CHANG PIXING
(*Xi'an College of Geology*)

Abstract

In recent years, ground fissures occur at 101 sites in the FEN WEI region. Among all the ground fissures, 62 per cent are controled by active faults, 20 per cent resulted from extention of the fracture networks which consist of regional tectonic joints of loess, and 18 per cent are nontectonic ground fissures, due to gravity, wet—subsidence etc. By investigation, we found that the anomalous behavior of ground water, water temperature, mordern minor and major seismicity all go through a cycle of rise and full every four years with ground fissuring in the FEN WEI region. They are the precursor information that the regional tectonic stress is strengthening contineously. Since the response of the behavior of ground water to regional stress is most sensitive, its high tide of anomaly appears most early. Because the occurrence of earthquakes due to tectonic fractures which need the accumulation of stress and is a slow process, and the transmission of the fracturing to the surface of the earth also requires some time, the high tide of activity of earthquakes and ground-fissures is respectively later than that of ground water by about 1—2 years.

http://www.dizhenxb.org.cn