

据有所表
震波下
视。第
1
粘性:
有三
降量
备井
在30
东南
降等
沉降
下陷
合,

西安地裂缝及其对震害的影响

余永安

(西安市地震局)

一、引言

1976年唐山、松潘发生强烈地震,特别是1977年8月23日、9月5日西安市北郊草滩发生两次有感地震(震级分别为2.9、2.2)之后,市区近郊陆续出现七条线性特征明显、发展迅速、活动强烈的地裂缝,危及房屋和工程建筑设施的安全。近几年来,沿裂缝又发生显著的地面下陷变形,至使原来损伤的建筑物加速破坏,一部分建筑物不得不拆除;一些已加固的建筑物又发生沉陷裂缝,直接经济损失达千万元以上。随着新的裂缝的不断出现,势必给城市建设带来新的危害和影响。

关于地裂缝的成因其说不一,部分人认为是构造地裂缝^[1-2],一部分人认为是非构造地裂缝^[3]。笔者根据几年来的工作认识,就西安地裂缝的影响因素及其对震害的影响作一初步探讨,以供城市工程抗震部门参考。

二、西安地裂缝的特征及影响因素

目前查明,西安市具有一定规模、活动强烈的地裂缝共有七条,即铁炉庙—吉祥村地裂缝(简称铁炉庙地裂缝)、秦川厂—南廓村地裂缝(简称和平门外地裂缝)、西大—西工大地裂缝、西安仪表厂—兰空留守处地裂缝(简称西郊地裂缝)、西安油漆总厂四分厂—西安风机厂地裂缝(简称八府庄地裂缝)、十六街房—韩北村地裂缝(简称韩森寨地裂缝)和辛家庙地裂缝。单条裂缝带总长2—9公里,总体走向北东—北东东。除此之外还有规模较小、长约200—500米的近南北走向的地裂缝五条(图1)。这些地裂缝虽在规模、走向上不尽相同,但在空间分布和活动性质上具有以下共同特点:(1)分布区域只限于城区近郊长约13公里、宽约10公里的北东方向特殊地面沉降区域内,七条主裂缝带近似等间距排列;

(2)北东—北东东向地裂缝活动方式统一表现为以南侧下降为主,张裂次之;(3)地下防空黄土洞壁及探坑显示裂缝面陡直成线状,可见深度超过十五米,个别地段已与古裂缝贯通;(4)主裂缝带由一条延伸较深的主裂缝及两侧与之平行的、延伸较浅的3—7条分支细裂缝组成,带宽一般在10米以内,裂缝带上建筑物牵引破坏宽度可达30米,破坏方式先是墙体裂缝,后是基础沉陷,未发现整体倾斜。

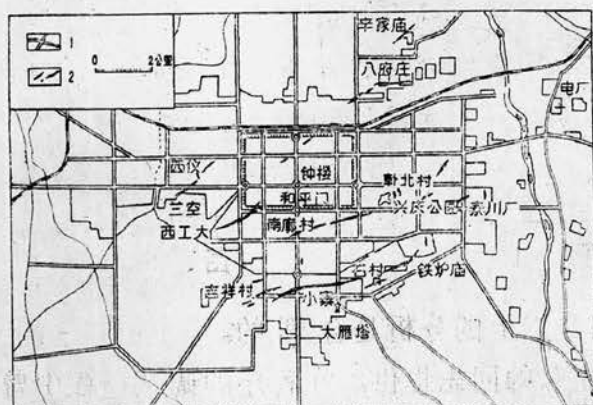


图1 西安地裂缝分布图
1.道路 2.地裂缝带

据调查，西安地裂缝六十年代初至七十年代中期就有显示，只是因为仅在个别建筑物上有所表现而未被人们重视。七十年代中期，我国大陆相继发生了几次强烈地震，特别是松潘地震波及西安及77年草滩两次小震之后，地面开始出现裂缝并迅速发展，才引起人们广泛的重视。经过几年来的考察、监视、研究后发现，影响地裂缝的形成、发展的主要因素是：

1. 抽水引起的地面差异沉降。西安市区第四系沉积平均厚度近700米，沉积物大体可分为粘性土类、砂土和砾卵石三种。除地表黄土层外尚有五个压缩层，其中埋深210—220米以上者有三层，220—230米者有两层。西安市区地面沉降从71年以后成倍增加，78年以后每年平均沉降量高达60—70毫米，引起地面沉降的主要原因是过量集中开采承压水。由于71年以后工业自备井迅速增加，由于过量集中开采地下水，引起承压水位大幅度下降，其下降总值(1970—1980)在30—50米之间，东南郊和南郊最为严重，南郊的静水位已从原来的30—40米降为75—85米，东南郊一带已从70年的50米左右降为80—95米(图2、图3)。图2是1970—1980年地面沉降等值线图，图中显示西安市区特殊沉降范围可达100多平方公里，总体沉降中可圈出三个沉降中心。图3是1980年西安市承压水下降漏斗图，两者对比可以明显地看出，承压水区域开采下降漏斗和地面沉降的分布范围、地面沉降中心与承压水区域下降漏斗中心基本一致和吻合，而地裂缝带的平面展布、加速活动时间正好与此相一致，显示出三者之间的密切关系。

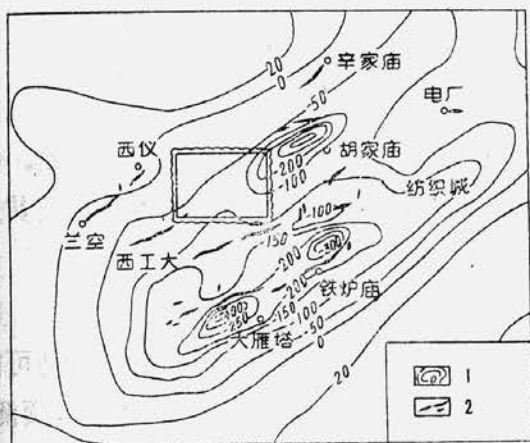


图2 西安市区垂直形变等值线图
(1970—1980)

1. 形变等值线 2. 地裂缝带

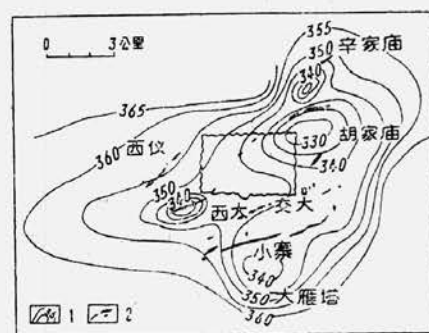


图3 西安市区地裂分布与1980年
承压水位等值线(据西安市勘察院资料)

1. 承压水位埋深等值线 2. 地裂缝带

2. 现代构造活动扮演的角色。(1) 西安位于渭河新生代断陷盆地中部次一级构造—西安凹陷与东部骊山凸起的结合部，新构造运动趋势表现为山区上升、盆地下降的张性活动。因此，晚近时期构造作用引起的继承性下降是西安地区较大范围内地面沉降幅度的一个组成部分(图4)。据关中地区大面积水准测量结果，七十年代以来的渭河断陷盆地相对秦岭山区作东北高、西南低的掀起运动，平均年形变值为2—4毫米，临潼—长安断裂多年形变监测资料显示其北西盘下降量每年约2毫米左右，这与西安市区71年以来较大幅度连续沉降的现象很不一致。(2) 西安地裂缝分布区正好处于北部近东西向渭河大断裂和东部临潼—长安断裂交叉的西南部(图5)，相距均在20公里以上。地震活动^[4]、地面地质、形变资料反映出这两条断裂为活动断裂。从西安地裂缝的分布区间、活动特征，显然还没有充分证据证明它们之间的联系，从对设在西北大学、观音庙、翠华路小学(后两者分布位于铁炉庙地裂缝的东段和中段)三个定点形变场三年(1981—1984年)的定点形变观测资料证明，地裂缝水

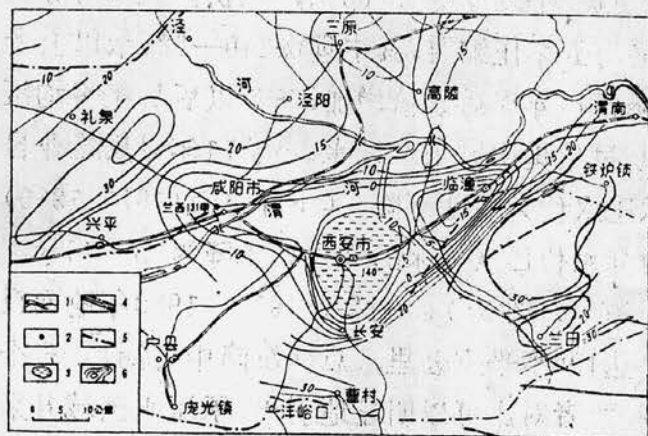


图4 西安地区垂直形变图(1971—1980)

- 1.水系 2.起算水准点及其名称 3.特殊下沉区
4.形变等值线 5.主要活动断裂 6.隐伏断裂



图5 西安地区断裂构造图

- 1.大断裂 2.断层 3.卫片解译断层
4.地裂缝 5. $M=2.9$ 6. $M=2.2$

平错量几乎没有变化更能说明这一点。

综上所述,西安地裂缝产生、加速活动的主导因素是抽水引起不均匀地面沉降所致,晚近时期构造作用下的继承性下降是大面积沉降幅度的一个组成部分,它所占的量级是极其小的。

三、西安地裂缝带地震效应的宏观分析

西安地裂缝已经给工程设施带来了危害,如果人为因素得不到控制,在其范围内仍可能出现新的裂缝(基坑开挖中已经遇到),如果加密监测并研究,也可能会不同程度地作出预测,这是具有预报意义的。而探索强震时地裂缝对地面运动的影响更直接关系到城市建设的规模和设防标准。

1.根据关中地区历史强震及现今小震活动分布特点,西安附近断层组合及活动性质,西安地裂缝活动的诱导因素,目前还看不出其与地震活动趋势之间的关系。因为地裂缝活动只是在承压水位差异下降及每年第三季度(雨季)才有加速。因此可以认为,西安地裂缝不是地震活动的标志,更不可能是发震构造。从这一点出发,理论分析已经证明,西安已出现的地裂带在强震时对地面运动没有显著的影响^[5],微震动的观测也表明了这一点*。

2.由于过量开采承压水,造成西安市地面大幅度沉降,市区内形成几个较大的地面沉降中心,这与天津市的地面沉降有共同之处。唐山地震后对天津市破坏情况调查表明,此次地震地面沉降与震害之间并无直接或明显的关系^[8]。但这并不排除地震时会产生新的重力性滑移裂缝,特别是在沉降中心的边缘地带,这种震时地裂会使建筑物震害加重,但地裂的出现会缩减临近地段的地面振动历时,因而在一定程度上减轻了震害,这对震害预测又提出了一个更为复杂的问题,有待今后深入研究。

3.尽管西安地裂缝带对地震动不会产生显著影响,但由于地裂缝带是一个不稳定带,具有沉降、张裂的性质,加上外营力,比如水的渗入或集聚,造成湿陷,尽管裂缝带两侧的

地质条件
使震害
走向的
必然存
的重点
过不同
兰

地质条件相同，但地裂缝带本身及其两侧一定宽度内在强震作用下会产生不均匀沉陷，从而使震害加重，从这点来说，地裂缝引起的地基失效却是值得重视的。另一方面，沿地裂缝带走向的不同地段土质条件也存在着差异，比如填土层的薄厚、古河道的存在，其震害程度也必然存在着强弱之分。例如，天津海河古河道所在地段是1967年河间地震和1976年唐山地震的重点破坏区。因此，有必要经过大量细致的调查、钻探岩性对比分析，确定出地裂缝带通过不同地段的危害程度，这对地震工程建设具有重要的意义。

兰州地震研究所陈丙午研究员给予笔者热情的指导，谨表示衷心的感谢。

参 考 文 献(略)

新疆地震构造特征与烈度区划

胡方秋

(新疆维吾尔自治区地震局)

在烈度区划工作中，区域背景分析是必要的。作者对新疆地区的构造格架、断层滑动速率、地热活动、区域应力场进行了分析，并对各个地震带进行了对比讨论。根据以上分析和讨论，作者对新疆地区烈度区划中的地震地质指标得出以下几点结论：

1. 印度板块向北推移的力通过青藏高原传递到新疆，西伯利亚地块向南挤压，使该区处于近南北向的压应力作用下，这是该区新构造运动及地震活动的动力来源。

2. 断块隆起与拗陷之间是强烈的差异活动地带，活动褶皱及活动断裂发育，地震频繁。

3. 在近南北向压应力作用下，在构造单元分界线上，产生纬向逆冲断层，北东、北西向左旋、右旋逆走滑断层，这些均是发震构造。

4. 不同方向活断裂交汇处、断裂转折部位、压性、扭压性盆地边缘或锐角部位是强震活动的场所。

5. 地壳厚度突变带、重力梯度带上断裂发育，地震频繁。

6. 地震断裂的力学性质与发震构造一致。地震形变带沿发震构造展布，走向东西的以崩塌、滑坡为主，地震断裂不发育；走向北东、北西的以左旋、右旋逆走滑为主。