

1937年菏泽地震地裂缝追踪研究^{*}

王瑞田 赵宪超 毕桂香

(山东省菏泽地区地震局, 菏泽 274026)

摘要 本文在前人研究和野外调查工作的基础上,对1937年菏泽7.0级和 $6\frac{3}{4}$ 级地震地裂缝的空间展布特征、性质、成因及其与震中区附近活动断裂的关系进行了深入研究,并以此为依据对两次地震的破裂方式及发震构造进行了讨论.认为菏泽地震的破裂方式为“双震型共轭破裂”,北西向成武—东明隐伏断裂可能为7.0级地震的主要发震构造。

关键词: 菏泽地震 地裂缝 共轭效应 地震断层

1 前言

1937年8月1日山东省菏泽市西部解元集一带发生7.0级强烈地震,14小时后,在其北偏东约16km处的小留集一带又发生 $6\frac{3}{4}$ 级地震,震中烈度分别为九度和八度。这两次地震不仅使大部分房屋倒塌,而且使地面遭受严重破坏。当时由于战乱、交通不便及专业人员缺乏等方面的原因,震后仅李善邦先生做了函调,无人到现场对该次地震的破坏情况进行实地考察。后来由于工程建设等方面的需要,一些学者陆续做过多次调查^[1]。本文在前人调查工作的基础上,对两次地震地裂缝及空间分布特征进行再研究,为探讨这两次地震的破裂方式及发震构造提供更多的依据。

2 研究方法 with 资料调查概况

上述两次地震发生在黄河冲积平原区,至今已过去了50多年,地表没有留下任何破坏痕迹。要全面分析研究这两次地震的形变特征和破裂方式,唯一途径就是调查走访震区经历、目睹过上述两次地震的老人,从调查情况看,有95%以上的经历过该地震的老人都对当时的情况记忆犹新,有些人甚至还能指出当时地面出现的喷水冒沙、地裂缝的确切位置及展布方向。

对1937年菏泽地震的调查共有1796个调查点^{**},分布在山东、河南等5个省127个县(市)279个乡镇,其中发现地裂缝150多处,占全部调查点的8.4%。尽管做了大量的调查工作,但是调查点数和有感区或破坏区内实有自然村数相比仅占很少一部分。就极震区而言(Ⅷ—Ⅸ度区),调查点数平均只占区内自然村总数的17.2%(表1)。这说明还有很多地裂缝情况没有

* 本文是山东省地震局地震科研监测预报合同制课题项目的部分成果

** 赵宪超等,1937年菏泽地震调查资料(1982-1989)

的空间分布形态与喷水冒沙点的空间分布基本一致(图2)。沿北西方向喷水冒沙现象的分布延伸更远,甚至到河南林县一带还有零星分布。

从调查到的地裂缝资料看,单条地裂缝或某一调查点处的地裂缝走向比较零乱,其规律性不甚明显(表2)。北西向单条裂缝窄而直,一般长十几米,宽2—3cm,呈不连续分布。李村附近一条北西向地裂缝长100cm左右,宽12cm。另外,在菏泽刘庄黄河险工段有4条北西向地裂缝,斜切黄河大堤,其长度均在100cm以上,宽约30cm。切穿黄河大堤最宽的一条北西向裂缝带在东门与菏泽交界处附近的铁庄至黄庄一带,东西长约1km的黄河堤段垂直下落1m。

北北东方向地裂缝在宏观震中区内比较发育,尤其是从马岭岗向北东,经解元集至小留集一带,在长不足20km的形变带中发育多条长而宽的方向大致相同的地裂缝。单条裂缝最

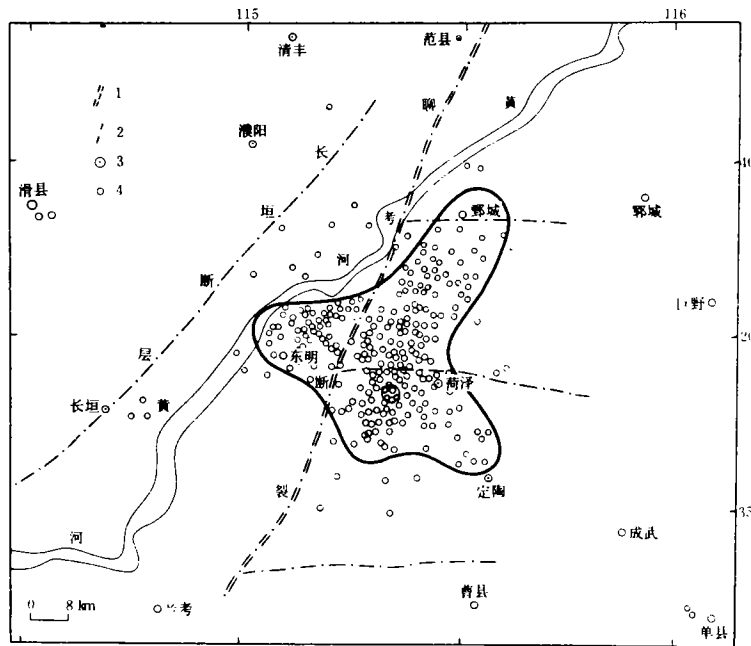


图2 1937年菏泽地震喷水冒沙平面分布图

1. 断裂; 2. 断层; 3. 县城; 4. 喷水冒沙孔

Fig. 2 Distribution of points jetting sand and water associated with the Heze earthquake in 1937.

宽为1.3m,长2.3km。在裂缝与串珠状喷水冒沙孔的复合部位常形成长条形地面塌陷。地裂缝的形状一般中间部分较宽,向两端逐渐尖灭。其两侧较小的单条地裂缝多与之相互平行。有的首尾相接或稍错开,整体呈雁列式^[3]。

3.2 地裂缝力学成因分析

根据对地裂缝调查资料的分析,其形成机制大致分为三种。

3.2.1 扭动剪切裂缝

• 菏泽黄河修防段,菏泽市黄河防震规划资料,1988

这类地裂缝显示剪切扭动特征,其展布方向一般不受地形地物的影响,如菏泽市区南华街发育的北东向地裂缝在穿越一房屋时,房屋被拉开并发生顺时针方向扭动,扭距达3cm以上。单条裂缝延伸较长(如李村乡高李村一条北西向地裂缝长100多米),并常见多条裂缝密集分布,构成一条沿某一方向延伸达1—2km的形变带。

表2 地裂缝方向调查表

方向	EW	SN	NE	NW	方向不清	总数
地裂缝条数	27	25	22	15	61	150
各占总数百分比	17.4%	16.8%	14.8%	10.1%	40.9%	100%

3.2.2 引张地裂缝

这类地裂缝多数是在拉张作用下形成的,也可能有一些是在地面振动或地面波动过程中形成的。不少被调查人这样描述,裂缝一张一合,往复多次,最后有的留下宽宽的一条地裂缝,有的随即合拢,地表不留缝隙。地裂缝一般延伸较短,方向性不强。

3.2.3 重力滑塌型地裂缝

这类地裂缝多受地形地貌、地下水等因素影响,在重力作用下滑动形成,一般出现在河、渠、沟、塘、边坡等地带。如1937年菏泽7.0级地震发生后,沿黄河大堤出现多处阶梯式滑塌现象,其延伸方向与黄河大堤走向一致。

3.3 主要裂缝带的展布方向及组合方式

1937年菏泽地震造成的主要地裂缝带大致可分为北西和北东方向两组,共7条(图3)。北西向和北东向两组裂缝带夹角约75°左右,在平面上构成共轭构造形式。各条裂缝带延伸长度不一,延伸最长的是北西向A裂缝带,其次是北东向的F裂缝带,7.0级地震的宏观震中就位于A与F裂缝带的交汇处附近。

4 震中区附近主要活动断裂及其与地震地裂缝的成生关系

4.1 主要活动断裂

1937年菏泽地震震中区附近主要有聊考断裂、黄河断裂、郓城断裂、菏泽断裂、鳧山断裂、曹县断裂和巨野断裂。这些断裂相互切错交汇,在鲁西隆起区构成“井”字型构造格局。另外还存在两条隐伏断裂,即北东向的小宋—小留断裂*和北西向的成武—东明断裂^[4]。1937年菏泽7.0级和1983年菏泽5.9级地震就发生在这两组断裂交汇处附近(图4)。

4.2 地裂缝总体展布方向与断裂构造的关系

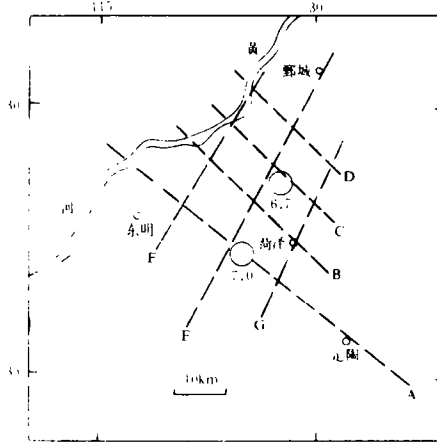


图3 1937年菏泽地震主要地裂缝带分布略图

Fig. 3 Main geofracture zones caused by Heze quake in 1937.

* 山东省地震局,东濮黄河公路大桥场址地震烈度复核工作报告,1988

地裂缝密集带主要分布在黄河断裂、曹县断裂、郛城断裂和鬼山断裂所围限的面积约4,200km²的不规则菱形块体内(图4)。鬼山断裂、郛城断裂和曹县断裂基本控制了地裂缝分布区的南、北和东部边界。地裂缝在黄河以西地区很少见,仅在河南濮阳的坝头、白罡集一带见有零星分布。

综上所述,1937年菏泽地震地裂缝与区域活动断裂的关系有如下特点:活动断裂基本控制着地裂缝空间展布的边界。地裂缝密集区主要沿北西向和北北东向两条隐伏断裂展布,且在北西方向上延伸长,在北北东方向上延伸短,两长轴在平面上不对称。

5 地震破裂方式分析及发震构造讨论

按现代构造运动的尺度,1937年菏泽7.0级和6³/₄级两次地震的破裂应属一次构造活动的产物。根据这两次地震形成的地裂缝的总体展布特征来看,其破裂方式为双震型共轭破裂。形成地震的共轭破裂的主导因素首先要具备水平或近水平的动力条件^[5],即P轴和T轴仰角都小于30°,其方位均与强震所在地区的应力场一致,N轴仰角大于60°。从表3可以看出,菏泽7.0级地震的P轴和T轴的仰角都较小,N轴仰角亦大于60°,符合形成共轭破裂的水平动力条件。

聊考断裂带是1937年菏泽地震震中区附近的一条主干断裂。但从图5可以看出,自有文字记载以来,历史及现今5级以上地震大都发生在聊考断裂东侧的菏泽凸起上,聊考断裂西侧的东明凹陷内绝少4级左右地震的记载。

根据近年来有关研究成果及作者对地裂缝的调查分析结果,可以推测北西向成武—东明隐伏断裂可能是1937年菏泽7.0级地震的主要发震构造,北东向小宋—小留断裂是7.0级地震的辅助断裂,同时也是6³/₄级地震的发震构造。

表3 1937年菏泽7.0级地震震源机制解结果

震级	节面 A			节面 B			P 轴		T 轴		N 轴		
	走向	倾向	倾角	走向	倾向	方位	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	
7.0	43°	SE	80°	312	NE	82°	87°		13°	177°	2°	235°	77°

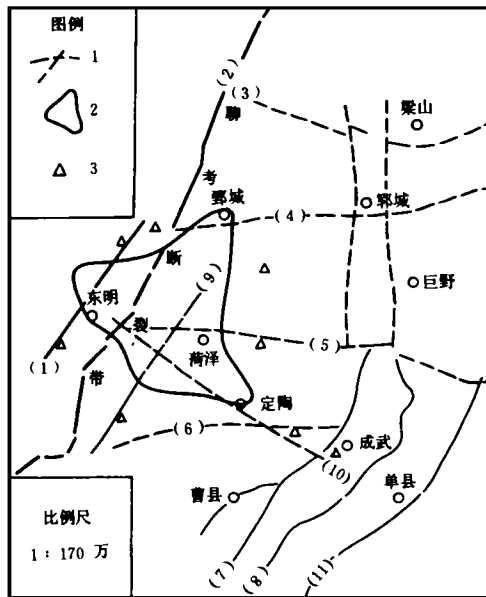


图4 1937年菏泽7.0级地震地裂缝分布与断裂构造关系图

1. 断裂; 2. 地裂缝密集分布区; 3. 地裂缝零星分布点

- (1)黄河断裂; (2)聊考断裂; (3)汶泗断裂; (4)郛城断裂; (5)菏泽断裂; (6)鬼山断裂; (7)曹县断裂; (8)巨野断裂; (9)小宋—小留断裂; (10)成武断裂; (11)单县断裂

Fig. 4 Relationship between geofractures due to the 1937 Heze earthquake and faults.

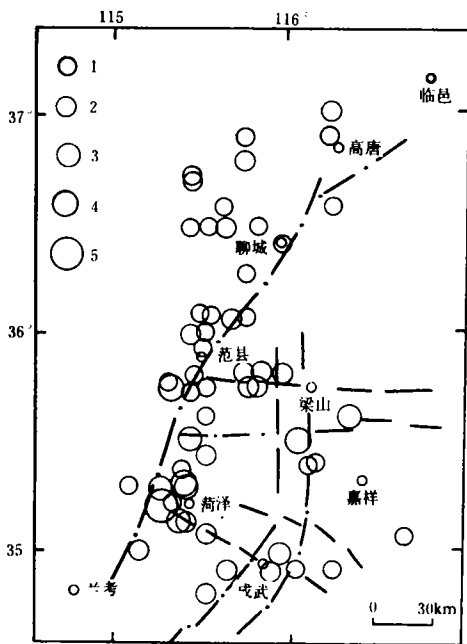


图5 聊考断裂带历史及现今 $M_s \geq 3.0$ 地震分布图

1. $M_s=3.0-3.9$; 2. $M_s=4.0-4.9$; 3. $M_s=5.0-5.9$; 4. $M_s=6.0-6.9$; 5. $M_s \geq 7.0$

Fig. 5 Historical and nowadays $M_s \geq 3.0$ earthquakes along Liaokao fault zone.

6 结束语

1937年菏泽地震造成严重地面破坏,但时隔50多年,破坏形迹已不复存在,靠走访调查难免带有一定的局限性。从地裂缝的总体展布看,共轭的地裂缝带所夹锐角与该次地震的主压应力P轴方向不一致,对此还有待于进一步研究。

(本文1992年8月26日收到)

参考文献

- 1 胡长和等:《1937年菏泽地震》,北京,地震出版社,1991:2--6
- 2 山东省地震史料编辑室:《山东地震史料汇编》,北京,地震出版社,1983:221--233
- 3 赵宪超:1937年菏泽7.0级地震的地裂缝特征,《地壳形变与地震》,11(1),1991:93--95
- 4 商宏宽等:晋、冀、鲁、豫交界地区地震地质条件,《华北地震科学》,1985:2、7
- 5 张四昌:中国大陆共轭地震构造研究,《中国地震》,7(2),1991:69

TRACING RESEARCH ON GEOFRACTURES DUE TO THE HEZE EARTHQUAKE IN 1937

Wang Ruitian, Zhao Xianchao and Bi Guixiang

(Seismological Bureau of Heze Prefecture, Shandong Province)

Abstract

This paper deeply studies the distribution, natures and cause of geofractures associated with the Heze $M_s 7.0$ and $M_s 6\frac{3}{4}$ earthquakes in 1937, and their relation to the active faults near the epicentral area based on previous studies and field investigations. Then the fracture pattern and the causative structures of the two earthquakes are discussed. It is considered that the fracture pattern of the Heze earthquake is conjugate fracture of double-shock type and the Chengwu-Dongming buried fault which trends from NW to SE is mainly causative structure of the $M_s 7.0$ earthquake.

Key words: Heze earthquake, Geofracture, Conjugate effect, Causative fault