

一九三七年

菏泽七级地震科学讨论会论文摘要

山东省地震局

一九八四年七月

前 言

1937年菏泽七级地震是本世纪华北平原区造成严重灾害的强震之一,也是近期发生在华北南部的最大地震。为了对这次地震研究进行一次较系统的交流和讨论,进一步探讨华北平原区中南部强震发生条件,并分析讨论震情趋势,山东省地震局受国家地震局的委托于1983年4月14日至17日在山东省菏泽县召开了“1937年菏泽七级地震及华北平原中南部强震发生条件学术讨论会”。本汇编共收集学术论文摘要四十二篇,根据内容大致分成两部分。因水平所限,汇编中难免有不妥之处,请批评指正。

一九八四年七月

目 录

- 丁国瑜同志在《一九三七年菏泽七级地震及华北平原中南部
强震发生条件学术讨论会》上的讲话……………(1)

一、一九三七年菏泽地震研究

1. 1937年山东菏泽大震的应力场……………郭增建(2)
2. 模糊数学方法在山东—江苏地区的地震危险性估计
及1937年菏泽地震的烈度评定中的某些应用……………冯德益 林命周 顾瑾平(6)
3. 1937年菏泽地震前后的地震活动……………王泽皋(8)
4. 1937年菏泽7.0级地震的新构造运动环境
——在1937年菏泽地震科学讨论会上的发言……………高维明(11)
5. 菏泽地区地壳深部发震条件及其近期变异
状态的研究……………孙武成 范文 王保斋 惠乃玲 石琳珂(14)
6. 1937年菏泽七级地震研究概况……………刘元生 吴庭章(25)
7. 1937年菏泽7.0级地震研究的初步总结……………许坤福 赵宪超(30)
8. 1937年菏泽地震前后地震活动特征……………赵宪超 季同仁(39)
9. 1937年山东菏泽地震……………李 群(41)
10. 关于1937年菏泽地震等震线的修改意见……………王安岳(43)
11. 一九三六年华北及其毗邻地区大旱与菏泽大地震……………耿庆国(44)
12. 一九三七年菏泽大震的地震活动背景与空间环境分析……………高旭 刘滨兴(44)

二、华北地区中南部强震发生条件研究

13. 论强震监视预报的某些问题——以华北大震发生的
地壳深部相关因素为例……………孙武城(47)
14. 华北大陆地壳—上地幔构造的波浪断裂型特征……………孙武城 李松林 杨玉春(49)
15. 华北几个地震带内强震迁移活动与断块掀斜运动……………李绍炳(50)
16. 对聊考断裂带的平均复发时间的初步估计……………强祖基 张立人(52)

17. 华北地区大地震的构造应力场背景.....	安 欧 (55)
18. 聊考断裂带构造特征与地震的关系.....	黄春海 (56)
19. 华北卫片的线性破裂同地壳厚度及构造应力场的关系.....	刘光夏 (59)
20. 华北卫星照片的线性破裂解释.....	刘光夏 王敬禹 王浙辉 任文菊 (59)
21. 华北卫片线性破裂特征的统计研究.....	刘光夏 (60)
22. 1668年山东莒县—郯城大地震应力场及有关问题的讨论.....	秦保燕 (60)
23. 菏泽地区活动断裂的卫星数字图象处理的地质解释.....	林伟凡 严蔼芬 蒋 铭 (64)
24. 山东菏泽及其邻区构造活动与地震危险性的探讨.....	曾秋生 (66)
25. 聊兰断裂带全新世活动印象.....	陈锦泰 (68)
26. 聊城—兰考断裂带及其邻区现代地壳应力场 与地震活动.....	魏光兴 周翠英 侯海峰 吴庭章 赵兴兰 刁守中 (73)
27. 沿黄断裂带的地震地质意义.....	王敬禹 (74)
28. 聊考带的地震地质问题研究.....	武学钧 (75)
29. 华北地震大形势与鲁西等地区强震危险性的初步讨论.....	李海华 (76)
30. 豫北地区中强地震构造背景的探讨.....	赵景珍 刘永泉 张香荣 (80)
31. 东濮凹陷构造特征及其构造应力场的探讨.....	刘永泉 赵景珍 (82)
32. 豫北孕震空区及其地震活动趋势的分析.....	宋俊高 (84)
33. 聊考断裂带地质构造特征及地震.....	吴庭章 刘元生 (85)
34. 华北地区历史地震活动的b值变化.....	杨向东 睢建设 金赤兵 (86)
35. 豫鲁皖部分地区地壳厚度.....	赵文俊 郑书真 黄桂芳 方盛明 (87)
36. 聊城——兰考断裂带地震活动平面特征.....	赵兴兰 魏光兴 (87)
37. 聊城地区地震地质及地震危险性初探.....	肖文成 王树鼎 李庆朝 郭汝藏 (89)
38. 聊城——兰考地震带的小震活动特征.....	刁守中 (92)
39. 菏泽七级地震与聊考断裂活动.....	王凤海 赵宪超 饶百成 (94)
40. 华北沉降区的地震活动构造条件.....	武学钧 (95)
41. 冀鲁豫交界地区未来地震的危险性.....	王树鼎 (96)
42. 华北裂谷系的生成及其强震活动的初步认识.....	李家灵 (98)

1937年菏泽七级地震及华北平原中南部强震

发生条件学术讨论会及其前后情况述要.....	张孟昂 (99)
------------------------	----------

责任编辑：刘元生 樊锡珊

丁国瑜同志在《1937年菏泽七级地震 及华北平原中南部强震发生条件 学术讨论会》上的讲话

这次会议交流的学术报告包括了八个方面的内容。第一有关对菏泽地震的新的看法、认识和问题。第二是有关菏泽地震的资料，包括主震、余震和与周围地震活动的关系等，材料比较丰富。第三是有关地震的背景，如这一大震发生的大形势背景、空间环境。第四是对地震发生地区表部构造特点的分析。很多同志整理了地质、石油、煤炭部门的资料，材料也是比较丰富的，还有人从黄河断裂，从更大范围的构造条件来分析菏泽地震的发震构造条件。第五是有关深部构造的讨论，这是认识菏泽地震非常重要的一个方面。第六是地壳形变方面的，仅有二篇显得少一些。第七是对区域应力场的分析。第八是对华北平原中南部地震危险性的评价。在前面几个方面资料的基础上，对菏泽地区聊考断裂带以及华南北部地区的地震危险性包括强震重复周期问题进行了评价和讨论。

从发言的几十篇报告来看，会议的三个目的（总结菏泽7.0级地震、讨论华北中南部的强震发生条件和对未来强震的趋势及工作提出意见）都涉及到了，资料是十分丰富的。下一步我们应当集中讨论二个问题：一是菏泽地震本身，因为华北南部最近期、最大的一个地震就是这次地震，菏泽地震为什么在这里发生？它的构造环境包括深部构造、发震条件的特点到底是什么？表部和深部构造的关系如何？二是区域危险性评价和今后工作建议。我们的工作目的是地震预报，预报地震减轻地震灾害，要通过我们的会议和工作把研究工作做好，以便使今后工作的部署更合理，更有科学根据。山东的同志为筹备这次会议做了很大努力，我们应当感谢他们，同时他们也很希望来自全国各地的同志对这一地区的工作多提出一些看法和建议。华南北部的地震危险性是存在的，我们希望通过共同的讨论将能对这个问题的认识更加深一步，为今后的工作起到积极的作用。

一、一九三七年菏泽地震研究

1937年山东菏泽大震的应力场

郭 增 建

(国家地震局兰州地震研究所)

前 言

1937年8月1日的山东菏泽大震($M=7$)发生距今已45年了。它是华北地区自1888年渤海大震以后头一个遇到的7级地震。1963年作者和姜秀娥同志曾首次求得了这个大震和其后14小时发生的另一次6 $\frac{2}{3}$ 级地震的震源机制,这是华北地区有史以来第一个震源机制资料。此后从1966年开始华北地区(包括辽南地区)发生了许多次大震,其震源断层走向与1963年由菏泽地震所推断的基本相同。本文将回顾菏泽地震的机制研究并讨论其形成的应力场,最后还提出了尚待研究的问题。

一、历史的回顾

在1963年中国地球物理学会年会上,作者和姜秀娥同志首次用震源机制资料(48个破坏性地震的机制资料),讨论了中国境内的现代构造运动[1]。在这48个地震中,就有1937年菏泽两次大震的震源机制结果,菏泽两次大震的震源断层错动性质是相同的,都是平推占优势的断层;它们各自的两个节面(相应着两个可能的断层面)也是相同的,一个走向为北东,一个为北西。在文献[1]中由震源机制资料所得到的全国性结论,当然也适于菏泽地震所在的华北地区。这些结论如下。

1. 绝大多数地震的震源断层面是比较陡直的,并且走滑分量一般都比倾滑分量大,即震源地方岩体的错动方向是近于水平的。由此当时推断我国境内现代的构造运动在更多的情况下是偏近于水平方向的。在华北地区来说,菏泽两次大震也反映了这个事实,

因之华北地区的现代构造运动也应是如此的。虽然李四光先生曾主张水平运动，但那是较早的地质年代的事。作为华北现代构造运动的水平向优势还是从菏泽地震才洞察的。1966年之后华北地区发生了许多次大地震，也证明华北地区的现代构造运动是以平推为主的。例如1966年的邢台地震，1967年的河间地震，1969年渤海湾地震，1975年的海城地震和1976年的唐山地震等都是如此。

2. 对于一个6级地震来说，它所放出的弹性波能约为 $10^{20} \sim 10^{21}$ 尔格，其震源地方所放出的总能量还更大。这种能量所相应的震源体积，即岩石发生破坏和发生强烈变形的体积约等于直径为10~20公里的球体(折合体积)。既然6级以上的大地震，相应地有如此巨大区域内的岩体变动，所以我们当时认为6级以上的地震是与较大范围内的构造运动密切相关的，也就是说它与现代构造运动的总形势有关。对于华北地区来说，菏泽两次大震的机制资料也应当与华北地区构造运动的总形势相关。事实上，菏泽地震所表现的两个节面走向(一个为北东向，一个为北西向)也是后来华北地区一系列大震的断层走向，例如1966年邢台地震，1976年唐山大震的断层走向为北东向，1975年海城地震和1976年宁河地震的断层走向为北西向。在文献〔1〕中曾指出：“通过某一地区震源机制资料的统计研究，可以了解该地区现代的构造运动特征。知道了这个特征，反过来了解该地区未来地震的发生情况也是有帮助的。”从这点来说，菏泽地震的机制资料是有其历史推断意义的。

3. 根据我国境内震源断层错动多为平推错动占优势的事实，当时认为，“在寻找地震发生的地质标志时，不仅要注意垂直运动的地质标志，而且还要注意水平运动的地质迹象。”这个结论是针对50年代苏联地震地质学派的观点来讲的。因为当时帮助我国进行地震烈度区域划分工作的苏联专家们只强调垂直差异运动为发震指标(这一点也对)，而忽视水平运动指标。事实上现在已经明白，平推运动的地质迹象不仅在全国存在，而且在华北也是存在的。

二、菏泽大震发生的构造力源

按照我们的研究(力学, 1977, 1期), 我国大震是水平力和垂直力在地壳内形成的应力场叠加的结果。我们认为: 菏泽地震也是如此。

1. 水平力源: 1962年作者和张诚同志曾讨论了主压应力方向与震源地方两个节面的关系〔2〕。由此可知菏泽两次地震的主压应力方向是近东西向的。1966年邢台地震之后, 华北地区发生的许多大地震, 其主压应力方向也大致如此, 或为北东向, 或为近东西向。

2. 垂直力源: 由于1937年菏泽地震发生时地震波初动资料较少(第一个地震有9个初动符号资料, 第二个地震有7个初动符号资料), 所以P波节线有一定的活动度。在此情况, 虽然平推占优势可以肯定, 但是究竟兼有正断层分量还是兼有逆断层分量则不好肯定。在此情况就不能由震源机制资料决定其是否叠加有垂直力源。不过由地球物理勘

探资料可知，菏泽地震发生于第三第四纪以来深深凹陷区的边缘〔3〕。由此可以推断菏泽大震还有垂直力源的作用，即垂直差异运动的作用。

三、菏泽地震的震中迁移

当第一个大震发生后，如果有强余震，它该在极震区的哪一方呢？这也是有意义的问题。1966年我们曾指出（科学通报，1966，5期）大震后震中往往沿始发大震的最内等震线长轴延伸方向，始发大震的发震构造延伸方向以及与始发大震有关的弱震带的延伸方向迁移。1977年我们又指出（地震战线，1977，6期），一个大震发生后，震中多由地势高处向低处迁移。对于菏泽大震后第二个地震的迁移位置来说以上几个判据也都是符合的。在华北地区，邢台地震也是如此，辽南大震也是如此。至于唐山地震则上述其它迁移判据仍适合，但地势这条判据则正反皆有。菏泽两次大地震的排列方向是北东方向，也说明它们的断层走向是北东向，这也符合菏泽地震是在近东西向压力下形成的结论。

四、今后尚待研究的问题

1937年菏泽地震距今已45年了。当时由于各种条件的限制，未能及时收集和研究更多的现象，今天也无法补救。但是菏泽大震发生的地质条件还是能够研究的。1965年我们在西北地区执行地震烈度任务时曾提出用地质资料所反映的孕震体长度指标推求未来地震震级的方法〔4〕，这个方法需要研究构造分段。所谓构造分段就是把将来可能同时释放地震能量（相应于一次大震）的地段分割出来，此段的两端应是地震时断裂传播停止的地方。知道了上述段长后，可用以下的公式来估计未来大震的震级，即：

$$M_s = 3.3 + 2.1 \log L (\text{段长}) \quad (1)$$

1973年我们提出了震源是由应力积累单元和其两端的应力调整单元组合而成的模式（称组合模式），在这个模式中释放地震能量的地段为应力积累单元，止裂的地方是积累单元两端的应力调整单元。我们曾归纳出应力调整单元有以下一些类型，即：

1. 活动断裂交会地区
2. 温泉出露地区和地热异常区
3. 蠕滑断层段
4. 地下富含液体的地区
5. 固体潮变化大的地区
6. 深部气体易于逸出的地区
7. 小震和中强地震长期活跃的地区
8. 发射长周期地震波的地区

9. 小地震应力降较大的地区
10. 发生过 8 级以上地震距今历史不长的地区
11. 地震波吸收特强和波速特低的地区

在震源物理书(1979)中我们对构造交汇区作了图 2 的示意。

图中虚线 AB 段为应力积累单元, 即发震地段, A 和 B 是断裂交汇区, 它为应力调整单元, 图 2 中的实线为两个与发震地段横交的两个断层带。在实际中, 我们尚不能断定这两个横断层是否粘住了, 若它与完整介质相差不大, 此时则 AB 段发生快速的断裂传播(即发震), 遇到它们时不一定能挡住快速传播的断裂。但是在断裂交汇处往往介质比较破碎, 因之一般可作为调整单元。

如果横交的整个断裂带为松软破碎的地带时, 则快速传播着的断层遇到该松软带的任何段也就停止了。

关于破碎的断裂带能起止裂作用的道理如下。一个前进的剪切断裂传播时, 断层两盘分别以一个压缩区和一个拉伸区在前进, 拉伸与压缩区交界的地方为剪切应力集中区。这种应力状态在前进过程中如碰到一个横交的松软破碎的断层带, 则其对压缩和拉伸状态的传递越过是不同的。松软破碎的介质可以传压力(尽管有吸收), 因之压力可以越过传到断裂另一侧。但是拉力就不同, 由于断层带上介质松软破碎, 容易产生拉断, 这样拉力就越不过断层带了。在此情况一个快速传播的断层遇到一个横交的软弱破碎的断层带后, 传过去而进入该断层另一侧的只是压力了。这样剪切应力传过横交断层带后, 就大大变小了。其减弱的剪应力可表为:

$$\Delta S = \frac{1}{2} S + K \quad (2)$$

式中 S 为传播的剪切断层在未接触到横交断层前其断层锋头上的剪切应力, K 为传播断层越过横交断层带时剪应力的衰减, 这个衰减包括松软介质向张裂区的调整和向地表自由面的调整以及松软介质的压密而消耗的压应力, 这些都会影响传过横交断层的剪切应力。如果横交断层是一个理想的裂缝, 两盘接触而不粘结, 则 $K=0$ 。

$$\Delta S = \frac{1}{2} S \quad (3)$$

由此可知, 越过横断层后剪应力大大衰减, 所以传播着的剪切断层就止裂了。汤泉已用实验作出了横断裂对传播的张裂缝的止裂作用〔5〕。

如果我们知道了调整单元, 则积累单元的长度就知道了。另外再知道这个积累单元与区域压应力方向的斜交情况, 则可定此段为可能的发震地段。当积累单元的长度已知后, 即可由(1)式来求未来的震级。建议对菏泽大震也作类似的研究(包括前述其它调整单元指标), 果能如此, 则可推用于华北南部地震区域划分工作。

(图与参考文献略)

模糊数学方法在山东—江苏地区的地震危险性估计及1937年菏泽地震的烈度评定中的某些应用

冯德益

林命周

顾瑾平

(天津市地震局 上海市地震局 兰州地震研究所)

本文概略介绍模糊数学方法用于山东地震研究的两项初步结果。

一、模糊优先选择比方法在山东—江苏地区地震危险性估计中的应用。

我们选取山东—江苏两省经纬度在 117° — 119° E和 33° — 37° N之间的地区，主要包括郯庐断裂北段，要求估计今后二十年该地区发生七级以上大震的危险性。为了使用模糊优先选择比方法，同时还取四川松潘、云南昭通、甘肃兰州及长江口等已发生强震及不易发生强震的地区来进行比较。

采用文献[1]中所述的八项地震活动性指标及由七次七级以上大震资料得出的，肯定要发生大于七级的地震的标准固定样本，分别求出各待判地区与标准样本之间的绝对距离，便可得到相应的模糊相关矩阵 $R^{(1)}$ 。由这些矩阵 $R^{(1)}$ 的每行取出极小值，并按这些极小值从大到小的顺序确定该项指标最接近固定样本的次序 $N^{(1)}$ 。然后把每一个待判地区 j 按八项指标所得的次序求出积 $\prod_{i=1}^8 N_j^{(i)}$ 。此积最小者即为最接近于固

定样本的地区，亦即发生七级以上大震的危险性最大的地区。

所得结果见表1。由表1可以看出，昭通与松潘两地区最危险，但已经发生过大震；接下来便是所研究的山东—江苏地区，有三项指标名列第一，八项指标的次序之乘积也较小，近二十年内发生七级以上大震的危险性较大。

表 1

六个地区的地震危险性估计

地 区 与 期 限	K								∑j
	1	2	3	4	5	6	7	8	
松 潘 1975—1994	2	1	3	2	2	1	4	2	192
兰 州 1982—2001	4	4	3	2	4	1	2	4	3072
长江口 1982—2001	5	3	5	3	5	4	5	5	112500
昭 通 1973—1992	2	1	3	2	3	1	1	1	72
山 东—江苏, 1982—2001	1	4	3	1	1	5	4	2	480

二、模糊数学方法在1937年菏泽地震的烈度评定中的应用。

对于历史上已发生过的地震,宏观资料不可能取得很全,因而需要对文献〔2〕中所列的对照表进行简化。例如,我们可以只取房屋的破坏与毁坏加起来作为一项指标,得出表2所示的烈度对照表。

表 2

以房屋破坏程度为基础的烈度对照表

房屋类型	破坏情况	XI		X		IX		VIII		VII		VI	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
I		1.00	0	0.991	0.052	0.944	0.065	0.762	0.093	0.400	0.081	0.154	0.040
II	破坏+毁坏	1.00	0	0.877	0.192	0.738	0.258	0.560	0.223	0.260	0.119	0.055	0.025
III		0.953	0.122	0.557	0.182	0.296	0.550	0.136	0.083	0.050	0.034	0	0

根据表2,便可用文献〔2〕中介绍的方法对1937年8月1日菏泽7级地震的烈度进行评定。比如,据《中国地震目录》(科学出版社,1971)所载的宏观资料,这次地震时,菏泽房屋倒塌约30%,东明、定陶两处倒房20%。假定该地区的房屋基本上属于第II类,所调查的倒房百分比包括破坏与毁坏的房屋之和占总房屋数的百分比,利用表2,可求得实际宏观调查结果与对照表的贴近度为:

$$R_{\text{菏泽}} = (0.5 \quad 0.5 \quad 0.528 \quad 0.628 \quad 0.947 \quad 0.5)$$

$$R_{\text{东明、定陶}} = (0.5 \quad 0.5 \quad 0.506 \quad 0.537 \quad 0.888 \quad 0.57)$$

XI X IX VIII VII VI

归一化矩阵为:

$$R_{\text{菏泽}} = (0.139 \quad 0.139 \quad 0.147 \quad 0.174 \quad 0.263 \quad 0.139)$$

$$R_{\text{东明、定陶}} = (0.146 \quad 0.146 \quad 0.147 \quad 0.157 \quad 0.259 \quad 0.146)$$

XI X IX VIII VII VI

显然,菏泽应判为VII度,但靠近VIII度,东明与定陶也可判为VII度,但靠近VIII度的程比菏泽小。因此,菏泽可定为VII⁺,东明与定陶则应定为VII。

这只是以房屋破坏为指标的烈度定量化评定结果。若再加上其它宏观考查指标,就可以用模糊数学方法对烈度作出全面的定量评定。(参考文献略)

1937年菏泽地震前后的地震活动

王 泽 皋

(河北省地震局)

本文根据菏泽大地震前后华北地区 6 级以上大震的迁移特点,提出了“地震块体”平衡活动的设想,对大形势的估计有一定的意义。根据菏泽震中区迄今的小震活动以及我国许多大震区的观测事实,认为老震区确实存在小地震的“长期活动”现象,研究其活动性,对老震区的活动水平可以作出基本估计,“震情窗口”的作用,震源区介质的物性演变和对震源模式的认识以及台网布局等,都具有它一定的参考意义。根据近年来的观测事实,认为可用郑——荷地带($34^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{N}$, $114^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$)小震活动月频度和林县地区小震活动的月频度曲线的涨落特点,来监视晋、冀、鲁、豫四省接壤地带及其附近一些较大地震的到来。

一、菏泽地震前后华北地震活动形势

20世纪以来华北(北缘为大青山、阴山、燕山、千山东西纬向构造带;西界贺兰、六盘山南北褶断构造带;南界秦岭、大别山褶断带;东界为海域的一个巨大的地质块体)地区出现了两轮 6 级以上的强震活动,第一轮从 1910 年到 1948 年,目前我们正经历着 1966 年以来的第二轮强震活动。从第一轮强震活动开始的 1910 年回朔到 1888 年渤海 7.5 级地震的 22 年间,华北地区没有一次 6 级以上的地震,从 1948 年到 1966 年的 18 年间,华北地区也没有一次 6 级以上地震,而 1910 年到 1948 年间共发生十九次 6 级以上地震,基本上每两年一次。其间以 1920 年海原 8.5 级地震为最大,还有两次 7 级以上地震,一次是海原余震,再一次就是 1937 年的菏泽地震了。

在空间分布上,第一轮 6 级以上强震活动始于华北块体东界的黄海,7 年后登陆,1917 年在安徽霍山发在 6 $\frac{1}{4}$ 级地震,然后迅速波及到华北块体的周围边缘地带,直到后期的 1937 年才在华北块体的中部菏泽地区填补了这次菏泽地震。

每次大小地震的发生似乎是随机性的,但若用历史的眼光从长时间、大范围来作整体活动性的考虑,每次地震在每轮活动过程中又都有它一定的韵律和彼此的从属性。比如这一轮的海原 8.5 级是最大的地震,其前后华北各地次一级的地震就是从属于它的。

这种大范围整体活动的从属性不仅这一轮有，在华北从1000年以来的活动史上曾经有过16组的成组活动⁽¹⁾，每一组都有7级或接近7级的6 $\frac{2}{3}$ 级大震，各组其它6级以上地震，都可认为是从属于各组中最大地震的。若把每一轮或每一组的活动区称为“地震块体”的话，则每一轮或每一组的“地震块体”都要在能量释放过程中，达到它基本平衡后才能结束。这种“地震块体”各时期的具体位置是不一样的，它可能与某些具体构造单元一致，也可能跨越一些具体的构造单元，即获得地震能量的那部分地壳（限于篇幅，这里不多举例）称为“地震块体”。

这种“地震块体”的平衡活动，不仅大区如此，局部也类似。就以华北这轮强震活动来说，除大块体的平衡外，东部也有其自身的平衡活动，当1910年黄海6 $\frac{2}{3}$ 级地震后7年登陆就发生安徽霍山6级地震，其后基本上是来回活动于郯——庐构造体系的东西两侧，有节奏的由南往北的迁移活动。

我们回顾过去，目的还是要看未来，目前我们正外在1966年开始的华北又一轮6级以上的强震活动中，若按上述平衡法则，显然大华北的西南部是不平衡的，西界和西南角迄今只有一些6级以下的地震，因此未来的震级可能还要大些。而华北块体的中部，即小华北的南部，亦即晋、冀、鲁、豫接壤地带并不处在同一个具体的构造带或同一个地震活动带上，而且距一些历史上和近代的菏泽、邢台7级以上大震都比较近，目前仅以一些中小地震来释放应变能，所以6级以上的地震是我们目前主要监视的对象。

二、菏泽老震区有“长期活动”的特点

随着地震科学事业的进展，区域台的布设以及观测技术的提高，从1970年以来的实际观测资料看，菏泽大震的震中区仍有小震丛集的现象。我们在这里约定，大地震后连续发生的所谓最早期、早期、晚期、最晚期、超晚期的余震，统称为“直接余震”或“连续余震”。它是一种在大震后应力场急剧调整、演变时一个序列的整体活动。把“直接余震”后大震区不时发生的小震丛集现象称为“长期活动”，它是在常应力起伏作用的情况下，发生的丛集现象。

这种丛集小震的震级是时大时小的。但若历史地来看菏泽大震的趋势，仍然是逐步衰减的。

这种老震区小震活动的丛集现象，不仅菏泽有，1668年郯城——莒县8.5级地震震源区也有，只不过它衰减得快，只是在1671年查到它发生过一次5级地震外，直到1982年6月就没有查到过该震区有更大的地震发生，但是从1970年以来该震区确有小震活动丛集现象。还不仅如此，历史上很多大震区如1679年三河、开谷8级大震震源区，1830年磁县7.5级地震震源区，1556年华县8.0级大震震源区等等，都有这种特点。

看来，这种“长期活动”确实存在，而且有些老震区的“长期活动”中，强度和频的起伏都很大，特别是强度的起伏大这点，目前确定难以预测它到来的确切时间。但是，还可以比较确切说出给定时间上的最大强度，这就给我们对一些老震区的基本估

计,带来了方便。

经过分析研究,各次大震都有它自身的“长期活动”的衰减规律。看来,菏泽老震区当前发生4~5级的地震,仍然是正常的“长期活动”。

我们认为,对“长期活动”的研究有以下几方面的意义:

1. 仅就以上两个老震区(当然还有其它很多老震区)小震丛集图象看来,至少已看到两种震源模式了,一是“烧饼”状的,如菏泽老震区;一是长条状的,如郟城——莒县老震区。也就是说,震源模式是多种多样的。

2. 从老震区“长期活动”的存在看来,震源区地壳介质一旦经过大震的破坏后,在“短时期”内是很难愈合复原的,即使在常应力的作用下,也很容易发生一些小震,以释放其应变能,

3. 能对老震区的震情趋势作出较为合理的基本估计。

4. 由老震区小震活动的盛衰起伏,可以对外区起到一种“震情窗口”的作用。

5. 对震情监制的台网布局等,有一定的参考意义。

三、对晋、冀、鲁、豫地带地震监视工作的设想

可以理解,地震的发生与当地介质强度是有关的,在地震活动带或活动区里,强度大的地方不常发生地震,一旦发生地震,震级就大,介质强度小的地方经常发生小地震。而大震的发生又是大区构造应力持续增强的结果,在构造应力持续集中增加的过程中,一些局部的介质强度小的地方一遇到应力增加,往往先于大震到来之前,就以小震活动的形式释放其应变能,这个事实不论如何解释,它与大震的先后关系却给我们带来了趋势预报的极大好处。

根据1970年以来郟——荷地带($34^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{N}$, $114^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$)小震月频度的起伏与附近较大地震的对应关系看来,这条地带的附近较大地震之前月频度曲线是有回升的。当然,有一个不可忽视的事实是这一地带的小震活动还受到海城、唐山诸大震活动的影响而活动增强。但是,它附近的较大地震又发生在小震活动增强之后。在这个带西头的林县小震月频度起伏的前兆意义早为众所周知。这里所说的对应办法是就近不就远,就大不就小,远大近小。这样,我们就可以用郟——荷地带小震月频度的起落特点,来监视小华北南部的晋、冀、鲁、豫接壤地带的震情趋势的动态了。

注:

李志民、宋燕贞、解永明、张清荣、李文英、张嘉延、李淑莲、郭妍、许玲等参加了资料统计、制图等工作;刘茜、王丽、刁桂苓参加了清绘及图象复制等工作。

(图与参考文献略)

1937年菏泽7.0级地震的新构造运动环境

——在1937年菏泽地震科学讨论会上的发言

高维明

(国家地震局分析预报中心)

在1937年菏泽7.0级地震45周年之际,召开这个讨论会是很有意义的。自邢台地震以来,华北平原内部及其边缘相继发生了邢台7.2级地震,河间6.0级地震,渤海7.4级地震,海城7.3级地震,唐山7.8级地震。近年来对以上地震都进行了不同程度的总结,出现了诸如“中国九大地震”等系统总结和优秀成果,由于菏泽7.0级地震发生在1937年,距今已达45周年,当时资料少,工作差,至今没有作过系统总结,因此,从地震地质角度出发,这次讨论会,对于总结华北平原——渤海盆地的地震分布规律,强震的发震构造是有意义的,对于本区基本烈度的评定和未来危险区划分也是有益的。这是一次促进本区地震科研工作的大会,我们热烈祝贺会议取得成功。

根据我们历年来对菏泽7.0级地震的宏观调查,如地下水位的升降变化,喷水冒沙,地裂缝和震动方向分布,宏观震迹主要呈北西西方向,在极震区的建筑物和震害也显示北西西方向,这次刘元生、吴庭章同志提供的烈度图进一步证实了这个结果。从赵宪超、许坤福同志提供的材料,我们认为也是北西西方向的。这种方向性分布与北西西向的菏泽断裂是一致的,因此,我们认为要重视华北南部北西西向断裂的研究。菏泽7.0级地震的地质资料及烈度资料提供了菏泽地震是在北东向区域主压应力作用下形成的北西西向的左旋剪切破裂的结果,这在新构造运动环境上也可得到解释。

1. 从地形和地质条件分析,黄河从风陵渡至兰考(实地是铜瓦厢)由西向东流,约500公里长。至兰考,黄河突然以 40° 角拐折向东北方向流,于山东垦利入渤海,菏泽地震位于黄河转折的特殊部位,这一现象可视为讨论华北平原现代构造活动的一个窗口。黄河从风陵渡—郑州附近,黄河北岸是中条山和太行山,南岸是伏牛山、大别山,构造上南是秦岭断褶带,北是山西断块区,其间发育了黄河断裂,此段黄河正是沿着黄河断裂发育。黄河被东西向困束于南北山岭间,同时黄河谷地发育了以邙山为代表的河谷阶地,黄河有相对高程5—8米,20米,80米,120米等几级主要阶地,阶地区河床较窄,切割较深。黄河从孟津以东由低山、阶地区进入平原区,河谷逐渐开阔坦荡,到兰考仍然保持东西流向,形成一个明显的喇叭形河谷,宽达数公里,这是一个古沉溺河谷的特点。在现代河流入海或入湖口颇为常见,典型的有钱塘口的杭州湾,珠江口的伶仃洋,海河塘沽以东,在渤海湾内还能恢复沉溺河段。黄河古沉溺河口,是在东西及北西向两组

断裂的交汇部位，是太行山山前及河北平原内部北东向断裂的右旋倾滑活动和近东西向或北西西向断裂左旋走滑活动引起的一个局部张扭地区，形成了华北沉降平原中一个新的沉积中心，有巨厚时第四纪沉积物，也是黄河出山以后大的冲积扇堆积地区，地震位于这一活动地区。

2. 黄河在兰考处的突然转折，受北北东向的聊考断裂带控制，黄河在聊考断裂带内通过。聊考断裂全长360公里，它主要有三条断裂组成，西侧的长垣断裂，中部的黄河断裂，东侧的聊考断裂，其中聊考断裂是主干断裂，三条断裂组成平原区的复式地堑结构，西部是长垣地堑，东部是东明地堑，中部是一地垒，聊考带内新生代以来具有强烈的活动，内部有深厚的新生代堆积，在东西地堑内新生代沉积层厚达5000—8000米，新第三纪及第四纪沉积厚1400—2500米。中部地垒新生代沉积也有3000—5000米，新第三纪及第四纪沉积1400—2000米。断裂带内奥陶系顶面断差7000余米，新生代以来各层位的断距最大可达1700米，小的也到300—400米。由地表向深处断层面倾角变小，由顶部的60余度到深处缩小到9度是一条典型的铲形断裂。此种破裂类型及其与中、下地壳的破裂关系尚需积累更多的观测资料和数据。聊考断裂带本身有北西西和北东东向两组横向断裂相割，其中北西西向断裂是具有更新活动的一组断裂，通过菏泽震区的菏泽断层就是这种性质的断层，它们把聊考断裂分割成许多长度不等、不同活动强度的段落。就整个聊考断裂带来说，沉积中心由北向南迁移，厚度由薄变厚，表明活动性也由北向南迁移。在被北西西向断层切割处形成强活动和沉降中心，以新第三纪以来沉积为例，如东明地堑前梨园1600米，东明1700米，埕阳1900米，长垣地堑柳屯集1600米，王新庄2400米，留光集2500米。据新石器时代及唐宋考古资料推算，现代活动性很强，断裂带外围两侧沉降速率1.2—2.0mm/年，断裂带内可达5.0—8.0mm/年。

3. 菏泽震区位于黄河大拐弯东侧，离拐点仅75公里，震中位于现代上升区。在聊考带内全新世来明显下沉，沉降速率最大可达8mm/年，而断裂东侧，近2000年来沉降速率显著比断裂带内小，约1.2mm/年左右，是相对上升区，同时说明菏泽震区和聊考断裂带间存在着明显的差异性运动。这在菏泽全新世沉积及平原地貌上得到了充分的证明。

菏泽震区及其周围平原高程约54米至52米，地面平坦，坡度甚缓，河流纵坡降极微，原始地面向东倾斜为主。现代水系都为南西向东北流，但探其源由不是地面的向东北倾斜，这是近卅年来兴办农田灌溉渠道局部截流的结果，调整了原有的水文网。据我们调查，原有水文网与现代不一样，原始水流向东及略向东北方向流动。黄河是一地上河流，是海河水系的发源地，自周秦以来至今的水系有很大变化，菏泽地区，周秦时的丹水，发源于兰考附近向东南流，偏于现黄河古道、太行堤北侧，两者流向一致，位置相似。菏泽县是西南的菏水都是向东、东南流，而来自兰考，开封的济水，自菏泽西南向东北流，经现在定陶汇古菏泽湖—巨野，汇古大野泽湖—梁山—东平。濮水则在鄄城南，菏泽县北境内流过，再向东北。此种周秦古道的两种方向，都绕道菏泽、巨野、成武一带，可见该区明显的是一平原河流的分水岭区。清嘉庆年间，分水岭北有赵王河（即明濮水），南河，分水岭南有白花河、洺水等河道。这一分水岭可视作近2000年来的一个现

代隆起区，在隆起区范围内的菏泽湖、大野泽湖均因地面的隆起而消失。从大区域分析，黄河在铜瓦厢决口，有大的改道七次，即禹黄古道、春秋古道、汉唐古道、宋代古道、金之古道和明清古道，前五条古道都在聊考断裂以西由西南向东北流，宋代和明清古道在兰考一带向东南流，可见黄河古道也是遵循一定的构造格局变化的，在隆起区的两侧分流的。

我们在菏泽地区，据十数万个民用井孔及水文站孔资料发现在地面以下30米深度内有四组埋藏古河道分布，也有2组方向，在上述河流分水岭区的北，则以北东向沙层分布为主，在它南部以南东向为主，基本上反映了古河间地区的面目，证明这一新的近代上升区的存在，并控制水系的流向和发育。因此可以认为菏泽地震从构造活动上分析是位于两组断裂相交汇的强烈活动的现代地面隆起部位。在华北平原的现代强烈活动区，经常是强震发生的地区，如邢台地区、古宁晋泊、大陆泽的消亡，表明近2000年来该区是一上升地区，据1919年顺直水利委员会测量资料和1956年水准资料比较，邢台地震区也是长期上升的。1967年河间地震处于团泊洼及文安洼边缘上升区。唐山地震区，海岸线的逐步退缩，陆地面积的不断扩大，向渤海推进，以及震前多年水准复测比较都证明是一上升地区。

当然，形成地壳这种构造特征，与深部结构有关，聊考断裂带在深部是一个地幔隆起的斜坡带上，这与地堑系的形成是一致的。现代构造应力场在北东向主压应力作用下，引起近东西向或北西西向逆走滑活动和导之震区附近的地面隆起，因此，进一步研究现代平原的变形对于探讨华北平原区强震构造是有意义的。

(图件省略)