

一九八一年十一月九日邢台5.8级强余震

王泽皋 刁桂苓

(河北省地震局)

1966年8月河北省南部发生的邢台大地震是一个前震多、主震强、余震频繁、衰减有起伏、延续时间长的地震序列。在它的活动过程中曾经发生过多次强余震活动的反复。直到将近十六年之久的1981年11月9日又发生了这次5.8级强余震。仅到11月30日的22天内就发生了700多次小地震，其中 $M_s \geq 4$ 级地震2次，又形成了邢台大震群中的一个子序列。从测定的基本参数看来(图1)，它们都分布在老震区的中部(北纬 $37^{\circ}20' \sim 30'$ ，东经 $114^{\circ}50' \sim 115^{\circ}06'$)大约600多平方公里的范围内，主震位于诸小震的中央(见图1中粗线所圈的范围)。

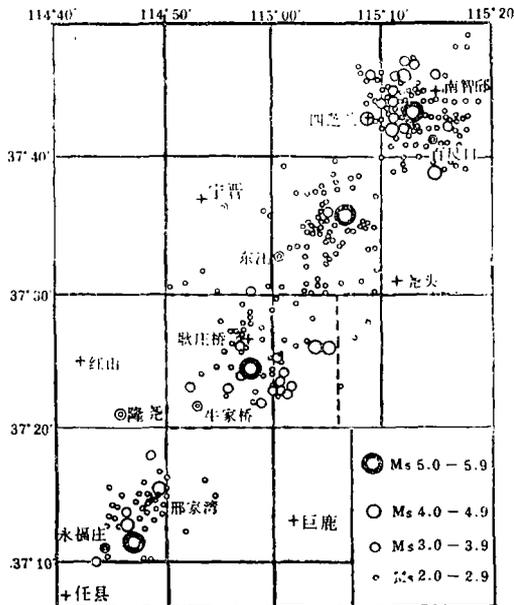


图1 邢台1967、12、8、南智邱5.7级地震序列；1968、5、15、永福庄5.0级地震序列；1974、6、6、东社4.9级地震序列；1981、11、9、耿庄桥5.8级地震序列；有基本参数的震中分布图

一、宏观考察的烈度分布情况

地震发生后，河北省地震局、国家地震局、地震地质大队、兰州地震研究所等单位都派人到现场进行了考察，将震中烈度定为六度。

六度区的范围：北起晋县耿庄桥公社的赵家庄，南到隆尧县白家寨公社的马兰，东自隆尧县西毛儿寨公社的所在地，西到隆尧县千户营公社的东王庄、赵家庄。六度等震线呈椭圆形，长轴为18公里呈北东 30° 左右，短轴为7.5公里，面积约为100平方公里(图2)。

六度区的主要现象：一些破旧房屋和刚盖而尚未完工的房子出现了不同程度的裂缝，个别的达到三、四厘米宽，长达四、五米。杨庄小学的教室裂缝较多，需要进行维修后才能再使用。邢台地震后盖的抗震房基本完好无损。部分院墙倾倒。有六间老朽的牲口棚和两间简易仓库屋顶塌落。牛家桥公社社办砖瓦厂40米高的烟囱顶端折断7米掉下来，砸坏两孔窑洞。地面没有任何破坏裂痕，人员没有受伤。

这次5.8级地震的有感范围较大。东自济南，西到太原，南达郑州，北至大同、北京、天津及唐山、滦县等地都有感觉。

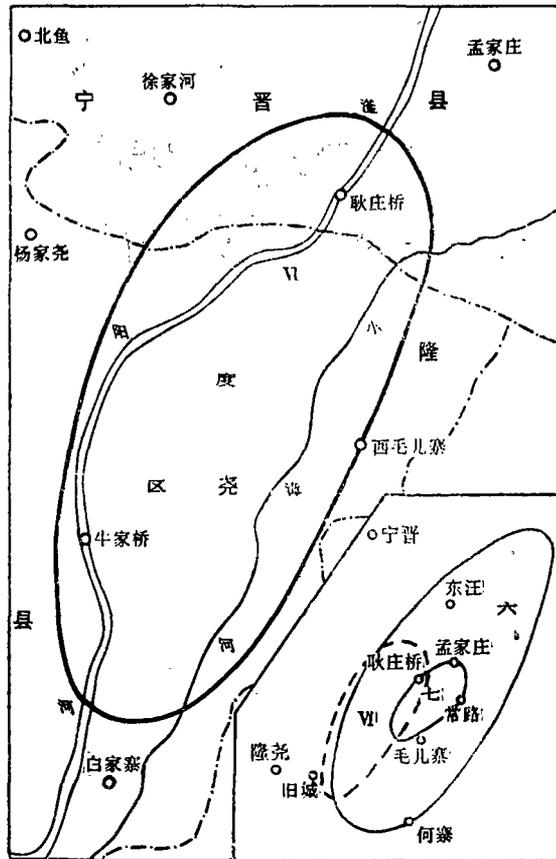


图2 1981年11月9日邢台5.8级地震烈度分布示意图(图中右下角是与1966、8、6、5.2级前震烈度的对比)

二、关于震级的测定

这次地震发生后，全国台网和区域台网测定的震级值是不一致的。国家地震局根据远台测定的平均震级为5.8级。据震中20公里的红山地震台利用DD-1 仪器记录的限幅时间，用以往邢台资料统计的限幅时间与震级的经验公式（见《地震战线》1980年第2期）计算的震级为 $M_s5.1$ 级，这与宏观烈度值相应的震级是一致的。仪器测定的震源深度为20km，利用深度、烈度与震级的关系计算震级为5.0左右。为什么近台和远台会差得这样多呢？我们认为可能与震源位置有关。因为邢台1966年3月8日和22日两次大震的深度只有9公里和10公里，这次地震位于两次大震震源区的公共部分，即两个震源破碎区的迭加部分，而且在其下部。因之，地震波能量吸收快，到达地面后能量衰减得快，因而震中区及其附近台站收到的地震波振幅小，影响到出格记录的时间短，测定的震级低。而远台记录的地震波射线不经过震源区，在其下部传播出去，面波发育，测定的震级高。正是由于这次地震位于两次大震震源区的迭加破碎体之下（图3），也就直接影响到震中烈度低，震中区的范围小。这次地震的六度区比同一地点1966年3月6日发生的 $M_s5.2$ 级地震的六度区小得多（见图2右下角，实线为5.2级、虚线为5.8级地震等震线）。当然，与 $M_s5.8$ 级地震在正常情况下所应有的六度区范围相比就更小得多了。这与时振梁等统计强余震的震中烈度要比一般同级地震的烈度低1~1.5度的结果一致。

看来，强余震若位于大震震源区之下，有可能是造成近台测定震级要低于远台，震中区烈度要低

于强前震的主要原因之一。

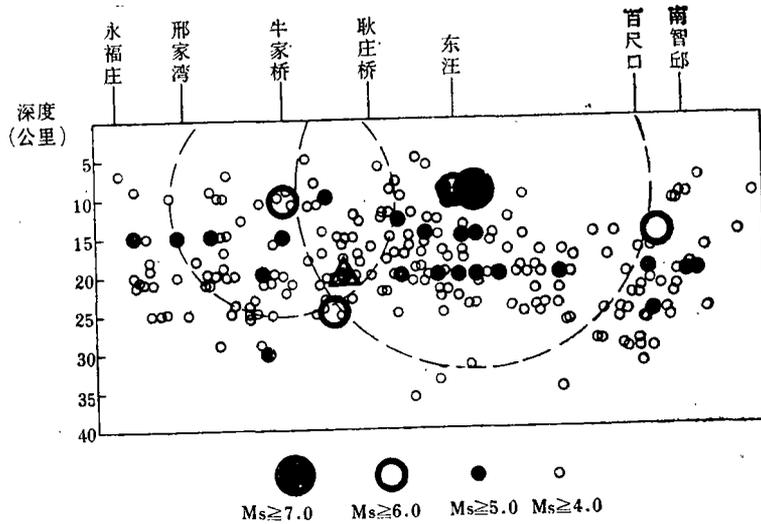


图3 邢台地震系列4级以上地震震源深度的剖面图 (三角形内是1981、11、9、强余震)

三、震源机制解

根据81个地震台记录的P波初动资料求得的震源机制解列入表一。同时也将邢台各次6级以上地震和1967年12月8日以后几次强余震的机制解一并按时间顺序列入表内以供参考。

附表一

编号	时 间	震中位置		震级	深度	破裂面			主压应力轴		中间应力轴	
		北纬	东经			走向	倾向	倾角	方位	倾角	方位	倾角
1	1966.8.8	37°21'	114°55'	6.8	10	21°	SE	75°	67°	4°	327°	720°
2	22	37°30'	115°05'	6.7	9	15°	SE	85°	242°	11°	20°	69°
8	22	37°32'	115°03'	7.2	9	19°		90°	64°	0°		90°
4	26	37°41'	115°16'	6.2	15	26°	SE	76°	68°	26°	242°	64°
5	29	37°21'	115°02'	6.0	25	47°	SE	72°	284°	12°	27°	47°
6	1967.12.8	37°43'	115°13'	5.7	25	75°	NW	67°	28°	5°	128°	62°
7	1968.5.15	37°11'	114°47'	5.0	15	31°	NW	77°	255°	21°	65°	72°
8	1974.6.6	37°36'	115°08'	4.9	24	41°	SE	84°	265°	2°	6°	78°
9	1981.11.9	37°24'	114°58'	5.8	20	36°		90°	81°	5°	216°	83°

从机制解的结果看，5.8级地震的主压应力轴空间取向接近于水平，中间应力B轴接近于直立，这个特点不仅与表一中的强震，而且与邢台有机制解的大多数较大地震所反映出来的应力场均有很好的—致性，并且与华北地区的构造应力场一致。邢台强余震的活动在很大程度上与—致性很强的华北构造应力场的作用有直接关系。在这种大区域构造应力作用下，邢台震区不时发生强余震活动，同时邢台活动区的自身也在进行着平衡调整活动。这表现在1967年底以来的四次强余震反复把全活动区几

平是等距离地又复盖了一遍(图1)。

四、邢台地震余震延续时间长的原因

前已提及邢台地震的：“延续时间长”的问题，这里分两个方面来讨论：

1、邢台地震区处在太行山东麓山前断裂北东向分枝的一个第四纪断陷盆地内。区内的升降差异运动强烈，断裂发育，为地震活动创造了有利的构造条件。由震源机制解得的应力场的优势方向来看，邢台地震的活动与当地局部构造的走向有关。联系河间、渤海、海城、唐山等一系列大小地震的机制解看来，这些大地震与大范围的地壳构造体系的走向是相关的，它们在华北地区的统一构造应力场作用下呈现一种整体活动。它们的活动彼此牵连互为影响，邢台地震又居于首位，在后来的一系列大地震之前应力场的强化过程中，邢台的余震活动水平都有回升。

2、邢台和林县地区一样，都处于六十年代以来华北地区强震活动所形成的北东向条带与北西向条带的交汇部位，可能两个条带的地震活动对它都有影响，因而它的余震活动很难平静下来(图4)。

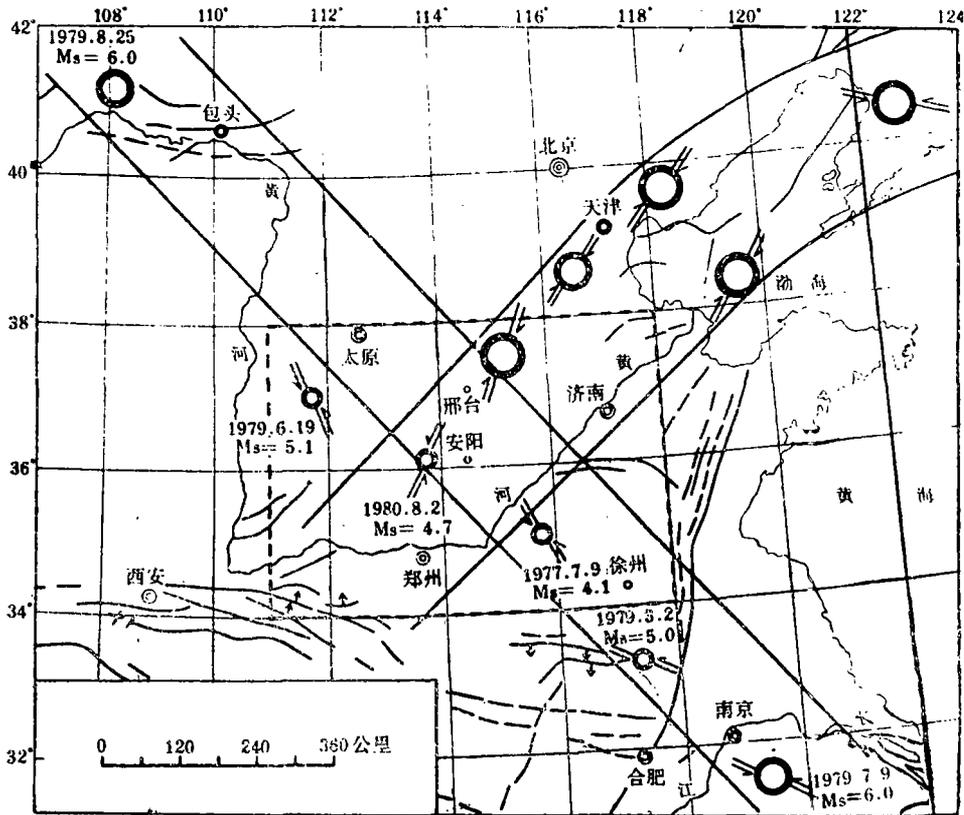


图4 1966年以来华北地区北东带和北西带上强震分布图(箭头表示断层运动方式)

五、邢台余震序列延续时间的初步估计

正是由于上述原因，邢台地震才有“经久不息”的特点。1968年以后邢台余震频度有一个转折，

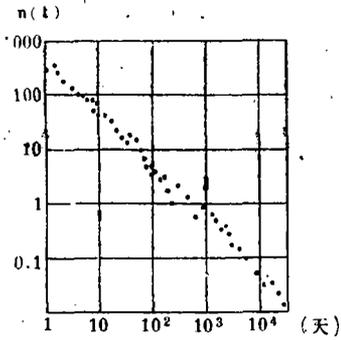


图 5

若以此作为后期调整活动的话，按1962年宇津德治指出的后期频度的衰减规律为：

$$n(t) = n_0 e^{-\lambda t} \dots \dots \dots (1)$$

用邢台1968年1月到1982年10月共178个月的观测月频度值计算的结果为：

$$\lg N = 2.5520 - 0.0071t \text{ (月)} \dots \dots \dots (2)$$

相关系数 $\gamma = 0.78$ ，标准偏差 $\sigma_N = 0.47$ ，置信度大于 98%。按

(2) 式计算邢台以月为单位的直接余震也需要30年才能结束。

在未来的若干年中若华北地区还有大震发生的话，也许它还可能会受影响，很难说它已经趋于衰减平息，不再有所起伏。延续时间长达30年之久的连续活动，邢台并不是特例。1891年日本的美浓、尾张8.4级地震的余震活动就延续了30年（宇津 德治 1977）（图 5）。

浓、尾张8.4级地震的余震活动就延续了30年（宇津 德治 1977）（图 5）。