

重复地震条件初探

——从河间地震亦论重复地震的相似性

卫 鹏 飞

(天津市地震局)

摘 要

本文叙述1967年与1973年在河北省河间地区几乎在原地相继发生6.5级和5.3级破坏性地震,这两次地震间隔6年半、第一次地震余震活动当年就已结束、第二次地震是另一次独立的地震事件。

这两次地震无论在震中位置,烈度分布,宏观动感,地震序列,震源机制和面上地震活动图象等方面都有高度的相似性,是又一个罕见的重复性地震震例。最后,通过对河间,溧阳重复性地震的分析对比,对重复性地震的形成条件进行了初步的探讨

重复地震的相似性目前国内已有人注意并开始研究,认为这是诸多地震事件里的一种罕见现象。了解它们,必将有助于地震研究的深入。本文以河间地震为例,参加这一讨论。

一、地震的相似性

1967年和1973年在河北省河间地区相继发生6.3级和5.3级破坏性地震,这两次地震现象非常相似,本文通过以下六个方面,确认它是国内又一个重复性地震震例。

1、震中位置

1967年地震和1973年地震几乎在原地重复,属于同一构造部位上。两次地震均发生在河间地区,在里坦凹陷大城断裂一侧。两次地震基本参数列入表1。

2、烈度分布

这两次地震波及范围很广,极震区都遭受到不同程度的破坏。根据两批不同人员的宏观考察结果,得到完全相似的烈度分布。极震区也就是第一次地震的Ⅵ度区与第二次地震的Ⅵ度区几乎完全重合,展布方向均为东西向,长短轴长度范围差不多。第一次地震的Ⅵ度区与第二次地震的Ⅴ度区除一些细节以外基本一致,呈南北向展布。第一次地震的Ⅴ度区与第二次地震的Ⅳ—Ⅱ度区大体相当。用烈度公式计算的震源深度结果也大致相同,说明两次地震的发震过程几乎一样(图1)。

3、宏观动感

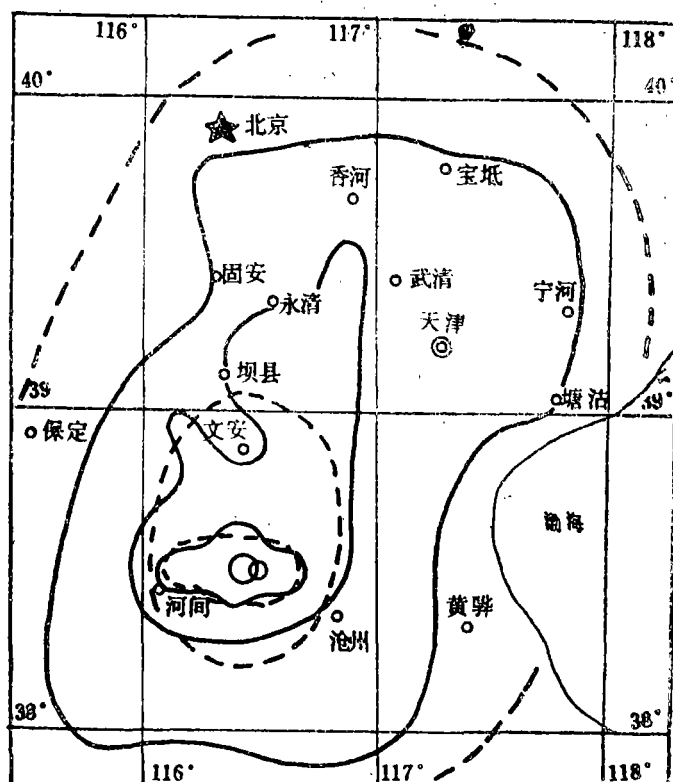
这两次地震,宏观动感强烈,房屋大批出现破裂,遭受破坏。在极震区第二次地震造成的房屋裂

表 1

	①	②
发震日期	1967.3.27	1973.12.31
发震时刻	16 ^h 58 ^m 20 ^s	19 ^h 00 ^m 53 ^s
震中位置	38°30' 116°30'	38°28' 116°33'
震源深度KM	30	30 [*] 19 ^d
震级M	6.3	5.3
烈度定深度KM	33	35

①1967年地震②1973年地震(下同)

*华祥文

^d许忠淮

—— 分别为七、六、五度区烈度线
 - - - 分别为六、五、四、三度区烈度线

图 1 河间地震烈度分布图

隙多数是沿着第一次地震裂缝经过抹灰以后又重新裂开。两次地震听到的地声情况一样，都是南北向传播。在人们感觉的广大区域内，地面运动也都是以南北晃动为主。说明这两次地震具有相同的震源力学过程。

4、地震序列

这两次地震的序列特征和地震类型完全相似。两次地震震源区主震前均没有前震，第一次主震和最大余震相差1.8级，其它余震都很小。第二次主震和最大余震相差2.8级、几乎没什么余震。也就是说，两次地震主震前后都无明显的地震活动，主震释放能量占99%以上。从地震类型上看，两次地震都不典型，介于主震余震型和孤立型之间（图2）。

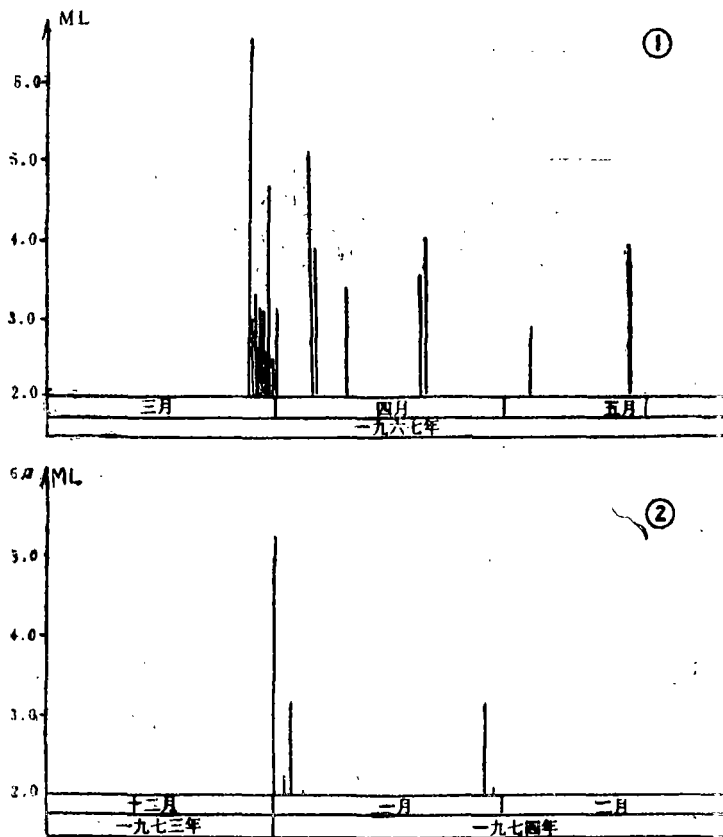


图2 河间地震序列图

5、震源机制

这两次地震的震源机制解，根据不同人员作出的结果相当一致。主压应力均为NEE向，高角度直立断面。说明两次地震破裂机制一样，震源机制主要参数列入表2。

表2

	节面 I		节面 II		P轴		T轴	
地震	①	②	①	②	①	②	①	②
走向	15	18	287	289	238	241	335	336
倾向	NW	NW	NE	NE				
倾角	61	65	85	90	17	17	24	17

P、T为方向、仰角

6、平面上地震活动图象

河间两次地震前，其周围地区，即华北区平面上的地震活动出现过类似的图象，明显的有以下三点：

①河间地震的出现与邢台地震有较好的对应关系。

1966年8月邢台发生7.2级地震，震后一年沿NE向构造迁移，1967年3月河间发生第一次6.3级地震。此后、邢台余震高潮延续到68年5月 $M \geq 5.0$ 地震频频发生。5月份以后，邢台余震活动明显衰减，不再有 $M \geq 5.0$ 地震发生，相对平静达4年之久，直到1972年10月，邢台重新爆发强余震，发生一次5.2级地震，也就在此震后一年多，1973年12月河间又发生第二次5.3级地震。

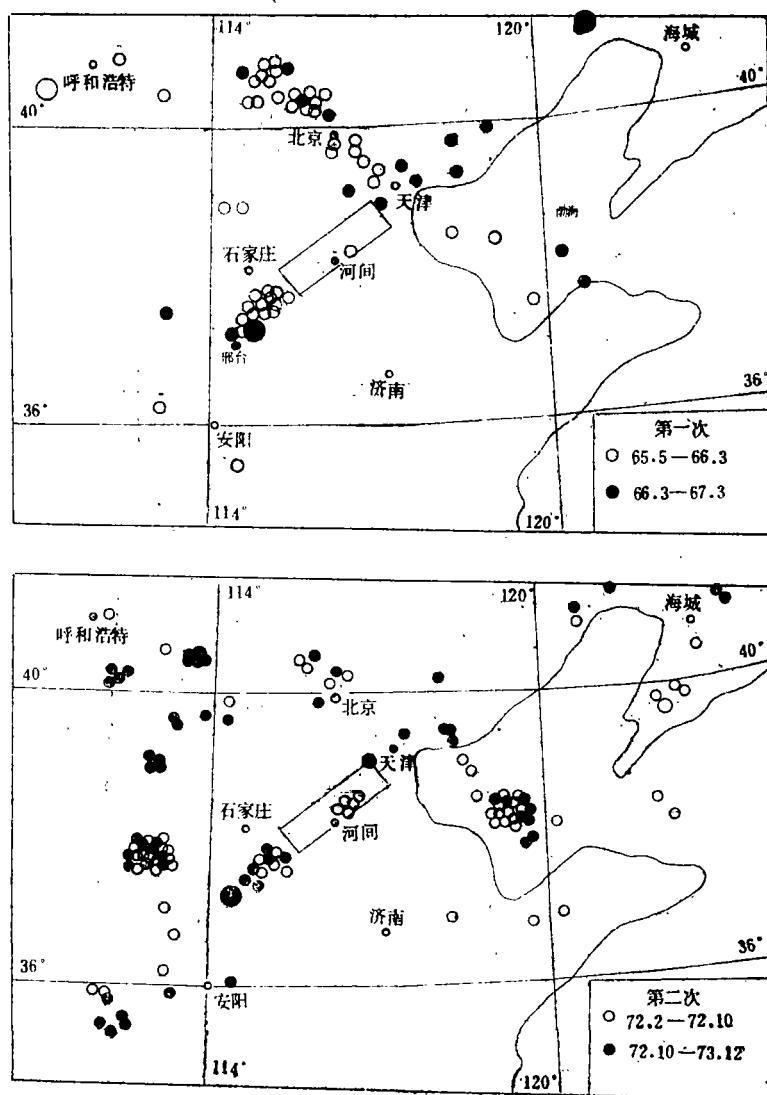


图8 河间震前周围地震活动图象

②两次地震前，周围中小地震有类似的活动图象，而且都以邢台地震为转机。

河间地震前二年至前一年间，面上地震活动主要形成京西北—渤海NW向条带；邢台震后即河间

震前一年内,地震活动分布明显转向朝阳—天津—邢台—安阳NE向条带。震前二年至前一年,河间地区有另星小震,转成NE条带的前一年内,河间地区出现明显的地震空段。

图③几乎在两次邢台地震的同时,也就是在地震活动图象面临转折之际,河间震源区各有一次早期前震显示,第一次是1966年8月的河间3.1级地震,第二次是1972年9月的3.0级地震,两次早期前震差不多都提前一年显示(图8)。

从以上六个方面的资料、反映出两次河间地震在其活动历史上有惊人的相似之处,为一次很好的重复性地震震例。

二、重复地震形成条件初步探讨

目前国内比较典型的重复性地震有两例,即1967与1973年河间地震和1974与1979年溧阳地震。两

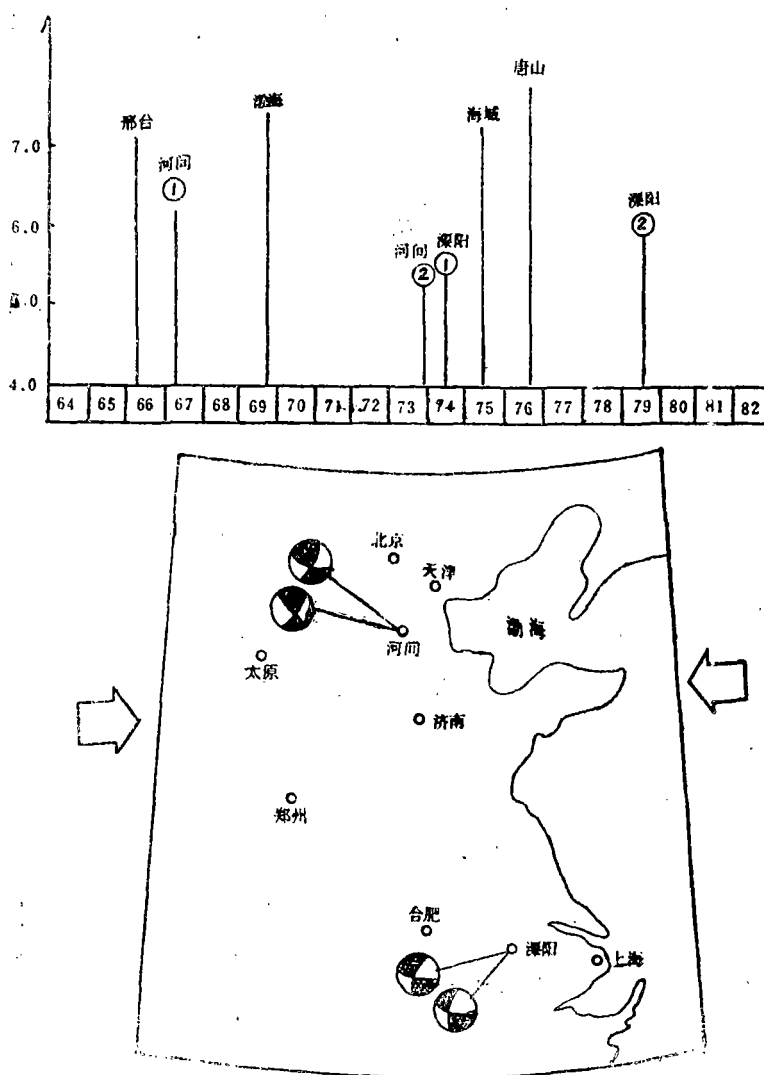


图4 华北统一应力场和第四活动高潮期

地震重复地震的某些共同之处，使我们有可能对其形成条件提出一些初步探讨。

1、重复地震的发生，在时间上处于地震活动高潮中，在空间上受到一个稳定的区域构造应力场的作用。

1966年至今，华北块体地震活动处于有历史记载以来的第四活跃期大释放阶段，地震频度又进入一个高潮时期。作用于华北块体的是一个加强的稳定的区域应力场。这次高潮的标志是在短短的十几年中，发生一连串七级以上地震和许多中强震。河间、溧阳两次重复性地震就发生在这个高潮里的七级强震间隔之中。河间、溧阳地震的震源机制解表明，与华北强震和区域构造应力场完全一致，是受大区域构造应力场控制的（图4）。

总体环境的稳定一致是重复的首要条件。

2、重复地震发震的构造环境

河间、溧阳两次重复性地震的发震构造有极其相似的环境背景。地震都发生在新生代隆起构造单元内的次一级地槽式凹陷盆地边缘，盆地两侧有现今尚在活动的NE向继承性断裂，并与次一组NW向断裂构造相交，发震构造往往就在这种交汇部位上。两地构造差异性升降速率也基本相同（图5）。

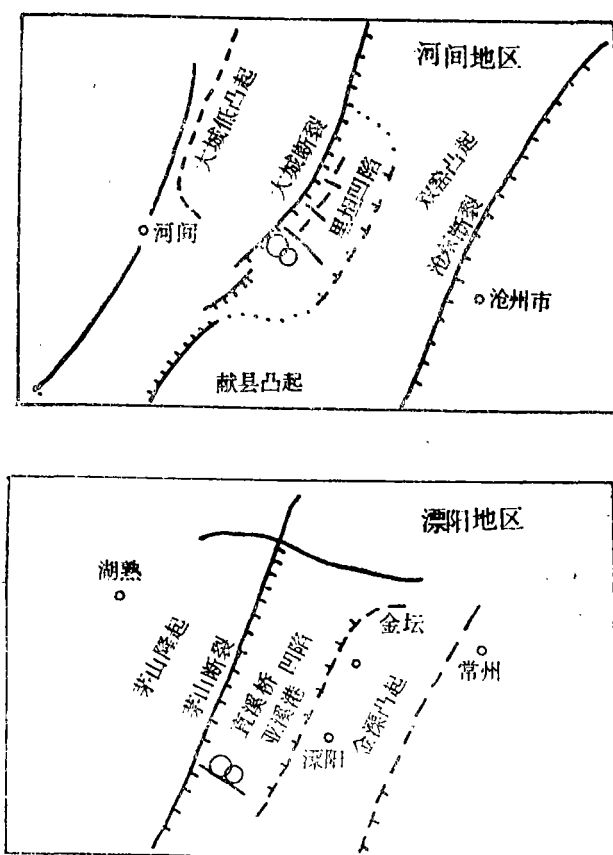


图5 重复地震地质构造示意图

河间地震位于沧县隆起上的次一级构造单元里坦凹陷中、凹陷呈NNE向展布、西面为向东南倾的大城断裂，东面为向北西倾的里坦东断裂，隆起中的凹陷构成一组反向运动。根据不同深度的沉积层厚度资料得到盆地西侧大城断裂中段的升降速率约为1.5mm/年。

溧阳地震位于苏南一勿南沙新生代断裂隆起上的次一级构造单元直溪桥—丫溪港凹陷盆地内。凹陷呈NNE向展布,西面为向东南倾的茅东断裂,东面为向北西倾的金坛—南渡断裂。根据两期水准复测资料表明茅东断裂的差异性升降速率约为 $1-2\text{ mm/年}$ 。

特殊的构造部位是重复地震的必要条件

8、重复地震介质的高应力状态

根据两次重复地震的余震序列特点,震源体积、Q值、应力降,都反映所发生地震的地区介质处于高应力状态,该介质易于储备一定的应变能。

两次重复性地震序列表明、主震与最大余震相差较大,可达2级多,余震极少或很小,说明重复地震为一种低应力降地震。两次地震b值都偏低,约为0.6左右。根据余震勾划的震源体积偏小似乎与震级不太相称。另据北京台网记录的小震P波谱分析求得河间里坦地区的Q值约为400左右。又据地震距和地震波能量求得溧阳震源区视应力约为88.5巴,这些数值都比一般地区高得多。充分反映了重复地震发生在高应力介质状态的地区。

参考文献

- 1、从两次溧阳地震认识地震现象的相似性 许绍燮、刘玉芬
- 2、1979年溧阳6级地震震源构造的研究
叶洪等 地震地质第2卷第4期
- 3、北京及邻区Q值分布特征的研究
付昌洪、朱传镇 西北地震学报第2卷第3期
- 4、利用微体古生物分析方法研究沿海平原(津沧)地区断裂新活动性及其与地震的关系 赵连壁等
- 5、一九六七年三月二十七日河北河间一大城地震(宏观调查工作小结)
中国科学院地球所、地质所河间地震考察队宏观调查组
- 6、一九七三年十二月三十一日河间5.1级地震考察报告
国家地震局地震测量队等
- 7、唐山强震前后北京、天津周围地区应力的变化过程
华祥文 地震学报第2卷第2期
- 8、京、津、唐、张地区地震应力场的方向特征。
许忠淮等 地震学报第1卷第2期