

# 震源区的断层构造与震源应力 积累过程关系的实验研究

荣代潞 贺玉亭 金 铭 蒋续媛 高中强

(国家地震局兰州地震研究所)

## 摘 要

本实验研究了地壳内对压组合构造和对张组合构造中垂断层蠕滑、破裂错动时对主震断层(底断层)应力积累过程的影响,并结合实际地震活动中的一些现象进行了讨论。所得结论如下:

1.当垂断层蠕滑时,对压组合构造中垂直于底断层的压应力增大,它可以延迟主震发生但增大发震的能量;对张组合构造中垂直于底断层的压应力减小,剪应力略有增大,因而可以促使主震发生。

2.如果垂断层某一部分为原来锁住的愈合断层或为完整介质,当其突然破裂错动时,可以使对张组合构造中的底断层的剪应力突然增大,同时压应力减小,因此前震序列中这类垂断层上的较大前震可看作底断层上主震即将来临的信号。

3.由垂断层破裂前后单轴压力不变和位移不变的实验结果说明了地壳中主震断层应力集中的过程。

4.底断层的主震破裂可以使处于引张状态的垂断层上余震发育甚至发生强余震。

本文还应用实验结果对前震活动的条带现象进行了解释,这将有助于判定对压组合构造中主震的断层面。

## 一、引 言

众所周知,绝大多数构造地震与断层活动有关。因此不少学者从地壳中断层构造的角度来讨论地震的孕育和发生过程<sup>[1]</sup>。郭增建、秦保燕等提出的组合模式实际上是考虑了震源区附近的构造(其中包括蠕滑断层)对发震断层应力积累和释放的影响。近年来,他们又从断层不同组合型式出发研究大震的减震和加震问题<sup>[2]</sup>。马瑾等人实验研究了相交断层的错动

\* 本课题为1986年度地震学联合科学基金资助项目的一部分。







(压应力或剪应力)。

4.文献〔5〕指出，在一些大震发生前，周围都程度不同地有小震活动。在初期，这种小震活动是分散的，零乱的。但在大震发生前小震活动主要集中在一个或两个共轭断裂带附近，形成所谓地震条带。而这种条带活动是构造断裂带活动的反映，它们分别与大震破裂时的主破裂面和次破裂面大致相符。在大震发生前，震源区域的应力主要集中在呈共轭相交的几条断裂上，这时各断裂上的活动都是互相关联的。有时某一断裂上小震活动频度很高，而另一条断裂上反而平静了，不久主震却发生在相对平静的断裂上，其机理大概与前面所说的对压组合构造有关。例如1969年7月18日渤海地震。其震前地震条带分布和M—t图如图4所示〔5〕。

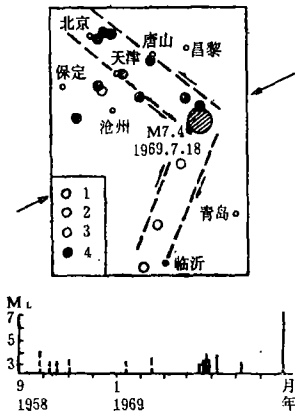


图4 1969年7月18日渤海地震前地震活动条带和M—t图

- 1.  $M_L=3.0-3.9$  2. 1968.9—1968.12
- 3. 1969.1—1969.3 4. 1969.4—1969.7

Fig.4 The foreshocks belt before the Bohai earthquake (July 18, 1969) and the M—t chart

1969年4月—1969年5月小震主要沿北西向的条带发生，5月以后突然趋于平静，而在7月18日突然在北东向条带上发生了7.4级主震。这可能是由于北西向条带上的小震活动加大了北东向断裂上的压应力，因而延迟了地震的发生。而海城地震构造属对张类型，震前北东向的辽阳断裂上小震频繁发生，紧接着在北西向断层上发生了2月4日的主震，其间并无平静时间，其M—t图如图5所示〔5〕。

反之，发震断层的错动也影响到与之共轭相交的次一级断层的活动。对于对压组合构造，底断层的错动增大了垂断层上的压应力，使之不易活动，则垂断层上的余震可能不发育。而对于对张组合构造，底断层的错动使垂断层上正压应力减小，相对于震前处于受引张的状态，因此易于发生破裂错动，形成余震甚至强余震区。例如1976年唐山大震，其余震分布如图6所示〔5〕，可以看出，在主震断裂两端处于引张状态的断层上都发生了大于6级的强余震。

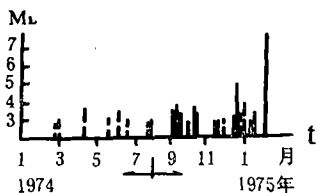


图5 海城地震M—t图

Fig.5 The M—t chart of the Haicheng earthquake

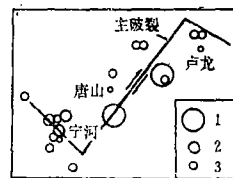


图6 唐山大震强余震分布

- 1.  $M_L > 7.0$  2.  $6.5 < M_L < 7.5$  3.  $6.0 < M_L < 6.5$

Fig.6 The great aftershocks distribution of the Tangshan earthquake (July 28, 1976)

5.在一次大震发生后,确定主震断层面是一件很重要的工作,目前常用的有几种方法〔6〕,但有时仍不能得到确定的结果。利用本文讨论的对压构造和所形成的相应前震的条带分布可以对判断某些地震的主震断层面的方向有所帮助。如前所述,震前震源区域的小震活动所形成的条带与大震破裂时的主破裂面和次破裂面大致相符,对于对压组合构造,主震通常发生在震前相对平静的断层上,前面提到的1969年7月18日渤海地震即是一例,当然还要结合其他方法才能得出确定的断层面解。

#### 四、结 语

本实验用环氧树脂而不是用岩石作为样品,实际上如果这两种材料样品的几何形状一样,则其应力分布规律是相似的。本文在一些理论和定性说明的基础上用模拟实验方法研究了四种构型的断层组合,并企图对一些地震活动现象加以说明,希望本文的工作对断层上的地震趋势的估计以及利用相交断层的小震活动来判断某一断层的地震危险性和大震的短临预报及强余震预报有一定的作用。但实际地壳中的断层分布要复杂得多,而且还有各种软弱区及高强度区等,需要结合具体情形进行深入的研究。

本文的选题和研究得到郭增建、秦保燕的指导,李亚荣帮助绘制了全部图件,竹卫平参加了样品的制作工作,在此一并致谢。

(本文1987年3月5日收到)

#### 参 考 文 献

- 〔1〕马宗晋等,中国近年九次强震的构造分类,西北地震学报,Vol. 2, No. 1, 1981.
- 〔2〕郭增建、秦保燕,大震重复性与减震作用,西北地震学报,Vol. 6, No. 4, 1984.
- 〔3〕马瑾等,断层交汇区附近的变形特点与声发射特点的实验研究,地震学报,Vol. 5, No. 2, 1983.
- 〔4〕杜异军,裂纹相互作用问题的研究,地震地质译丛,Vol. 6, No. 3, 1984.
- 〔5〕陆远忠等,地震预报的地震学方法,地震出版社,1985.
- 〔6〕傅淑芳等,地震学教程,地震出版社,1980.

EXPERIMENTAL STUDY ON THE RELATION BETWEEN THE  
STRUCTURAL FORM OF FAULTS IN EARTHQUAKE SOURCE  
AND ITS STRESS ACCUMULATION PROCESS

Rong Dailu, Huo Yuting, Jin Min

Jiang Xuyuan and Gao Zhongqiang

(*Seismological Institute of Lanzhou, State Seismological Bureau*)

Abstract

There are two combinatory structural forms of faults in the crust. The main faults of them (called the bottom faults) are respectively borne press stress and tension stress when the faults perpendicular to the main faults (called the vertical faults) creep or fracture. The former is called the Model P structure for short, the later the Model T structure. This paper has studied experimentally the effects when the vertical faults creep or fracture on the process of stress accumulation at the main faults and discussed the results with some phenomena in the seismic activity.

1. When the vertical fault in the Model P structure creeps, the press stress perpendicular to the bottom fault increases, it can delay the occurrence of the main earthquake and increase the energy of this earthquake; In the Model T structure the press stress decreases and the shear stress on the bottom fault increases a little, it can urge the occurrence of the main earthquake.

2. If a part of the vertical fault is a locked and healed fault or intact medium and when it fractures, it can suddenly increase the shear stress and decrease the press stress on the bottom fault in the Model P structure. So the larger foreshocks on this type of vertical fault can be considered a sign that the main earthquake on the bottom fault is coming.

3. The experimental results under the condition that the uniaxial pressure or the displacement is constant indicate the stress accumulation process on the main earthquake fault.

4. The fracture of main earthquake on the bottom fault can develop the aftershocks on the vertical fault and even causes great aftershocks.

5. The phenomenon that the foreshocks of some earthquakes scatter on a belt has interpreted. It is helpful for deciding the fault plan of the main earthquake in the Model P structure.