

# 溧阳—介休—五原北西地震带 强震的破裂特征\*

林邦慧 魏富胜 刘万琴 王新华  
(国家地震局地球物理研究所)

## 摘要

溧阳—介休—五原北西向地震条带，是唐山地震后华北地区地震活动最为活跃的地带。通过研究发生在这条带上强震的震源机制，破裂过程，震源参数及迁移特点，发现这条带上的较强地震具有以下特点：

1.  $M_L \geq 5.0$  级地震的破裂面走向均为北西向，与条带的总体走向基本一致。反映这些地震具有沿破裂面方向迁移的特点。

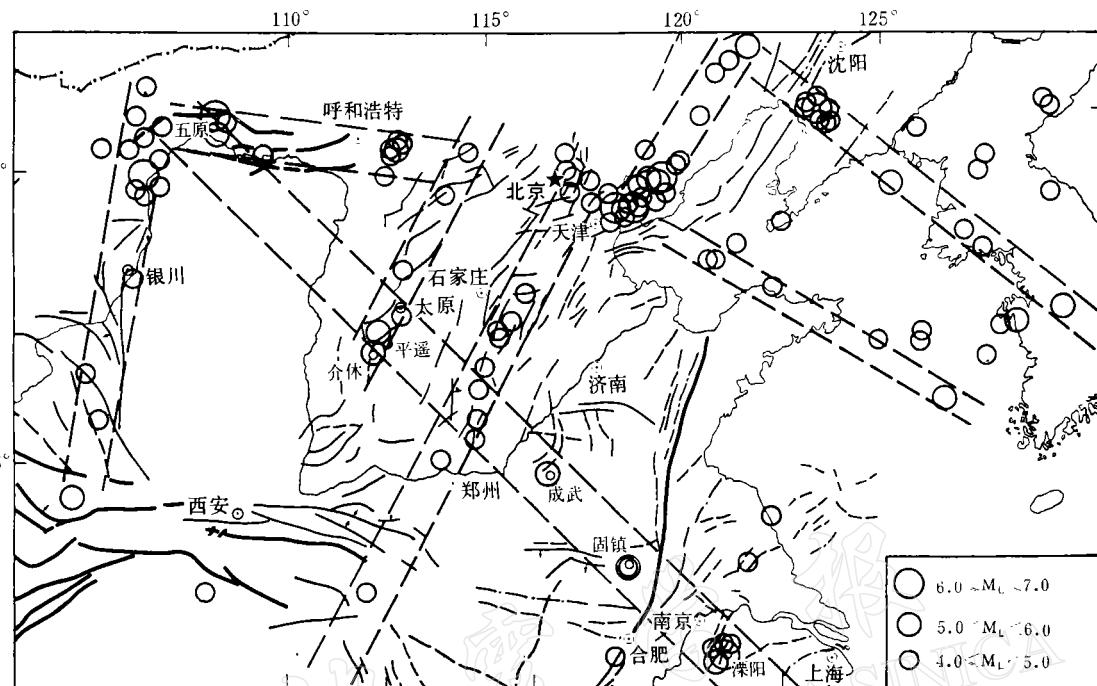
2. 强震是从中间向北西及南东两个条带的延伸方向交替扩展迁移的，并且强度有逐个增大的趋势。而 1980 年 3 月 9 日在条带上平遥地区发生  $M_L = 5.7$  级地震后，再不具备上述迁移，震级增大的特点。

3. 截止现在，均以中强震释放能量。其中多数的主压应力  $P$  轴与华北地区统一的主压应力方位基本一致，但仍有几个强震与华北地区总体走向明显不同，说明局部条件的影响在这个带上有时可以起主导作用。

## 一、引言

自 1976 年 7 月 28 日发生大震至 1980 年 4 月，华北地区  $M_L \geq 4.0$  级地震震中的分布明显地展现出若干条带分布（图 1）。其中以溧阳—介休—五原北西条带的地震活动最为引人注目。发生  $M_L \geq 4.0$  级地震共 10 次，包括  $M_L \geq 5.0$  级地震 6 次，强度与频度均超过其他条带。震级  $M_L$  大于 5.0 级的地震有 1977 年 3 月 10 日山东成武地震，1979 年 3 月 2 日安徽固镇地震，1979 年 6 月 19 日山西介休地震，1979 年 7 月 9 日江苏溧阳地震，1979 年 8 月 25 日内蒙五原地震，1980 年 3 月 9 日山西平遥地震。这说明特别是 1979 年 3 月份以来这个条带中强地震活动频繁。这是唐山大震后，华北地区地震活动的新动向。研究这个条带与唐山大震的关系；研究这个条带各强震的震源参数及破裂过程；研究各强震间的内在联系，对正确地估计北西条带的地震趋势极为重要。为此，我们从最基础的  $P$  波初动资料入手，在有关省地震局的大力协助下分析了初动资料，得到较为可靠的震源机制解，并用  $P$  波频谱研究这几个强震的震源参数或破裂过程，通过分析这个条带

\* 1980 年 7 月 29 日收到初稿，1981 年 8 月 6 日收到修改稿。

图1  $M_L \geq 4.0$  级地震震中分布

强震的破裂特征,探索地壳的构造运动,对地震发展趋势提出一点看法。

## 二、北西条带 $M_L \geq 4.0$ 级地震的震源机制

地震  $P$  波的初动方向包含了该地震震源处动力过程的信息,是求得震源机制解的基础数据,为了保证结果的可靠性,我们除了选用经过严格标定的基式地震仪的资料外,还分别到有关地震局如江苏、浙江、上海、山东、安徽、河北等地震局,分析这几个强震纪录上三个方向的初动符号,一般选用初动清晰尖锐、三个分向的初动方向与震中方位基本一致的垂直分量的初动,在乌尔福网上做震源机制,求得最佳节面解,结果见表1及图2。

以上的震源机制结果表明,位于这个北西条带上的各强震应力主轴  $P$  的方位并不一致。太原地震、磁县地震、溧水地震、固镇地震、溧阳地震、五原地震应力主轴在东北-南西方位上,而成武地震、新乡地震、介休地震为北西-南东方位,前者与华北地区统一的应力场基本一致。

众所周知,震源机制给出的  $P$  轴、 $T$  轴和  $N$  轴是地震时释放的应力主轴的方向,它们反映了地震前后震源区构造应力状态的变化,而不是构造应力本身。 $P$  轴和  $T$  轴与构造应力的  $P_3$  与  $P_1$  的方向成  $45^\circ - \theta$  角(叫断层角)。但是由于对  $P_3$  和  $P_1$  具有对称性,所以有两个可能的,共轭的断层面,它们都与  $P_3$  轴成  $\theta$  角。在一般情况下,在每一个共轭面发生破裂的概率是相同的,所以如果对一个地区许多地震的  $P$  轴和  $T$  轴作统计平均,就有可能获得该区构造应力场的方向,根据李钦祖同志的工作,华北地区大地震的  $P$  轴,存在一

表 1  $M_L \geq 4.0$  级地震的震源机制结果

序号	发震时刻 年.月.日 时-分	地 震	震中位置		Ms (km)	h	节面 A		节面 B		P 轴	T 轴	N 轴	YB	XA	
			$\phi_N$	$\lambda_E$			走向	倾角	走向	倾角						
1	1977.1.1	19-21 太原	37°35'	112°40'	4.0	29°	SE	75°	123°	SW	75°	76°	89°	347°	68°	
2	1977.3.10	17-43 磁县	36°3'	114°3'	4.0	15	64°	SE	72°	150°	NE	79°	18°	85°	286°	70°
3	1977.5.10	11-56 漾水	31°7'	119°1'	4.1	17	16°	NW	60°	100°	SW	80°	60°	61°	152°	77°
4	1977.7.9	16-43 成武	35.0	115°8'	4.8	25	66°	SE	60°	324°	NE	70°	282°	53°	17°	84°
5	1978.6.5	21-25 新乡	35°4	114°0	4.0	22	97°	NE	75°	2°	NW	70°	138°	65°	47°	87°
6	1979.3.2	15-20 阎镇	33°11'.3'	117°25'	5.0	11	43°	SE	45°	105°	NE	63°	242°	35°	348°	79°
7	1979.6.19	12-15 介休	37°0	111°9	5.2	25	60°	SE	70°	160°	SW	65°	132°	85°	19°	56°
8	1979.7.10	18-37 漾阳	31°32'	119°21'	6.0	20	33°	SE	60°	119°	NE	83°	238°	65°	351°	74°
9	1979.8.25	00-59 五原	41°14'	108°07'	6.0	30	355°	NE	75°	94°	SW	60°	46°	81°	315°	57°

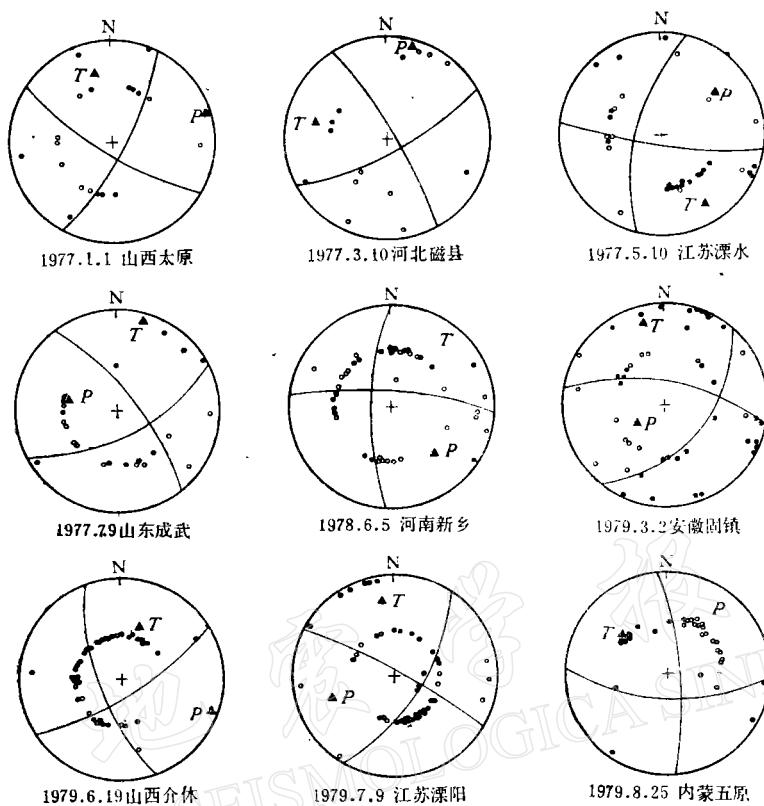


图2 发生在北西条带上  $M_s \geq 4.0$  级地震的震源机制

致性较好的优势方向。这些大地震的  $P$  轴统计平均后的方位是北东东-南西西, 这个方向可以代表华北地区构造应力  $P_3$  轴的方向。太原地震、磁县地震、溧水地震、固镇地震、溧阳地震、五原地震的震源机制  $P$  轴与华北地区统一构造应力方向基本一致, 说明这些地震的产生可能是在唐山地震后震源地区构造应力场作用下, 构造应力超过该处的破裂强度时发生的新断裂, 而对于成武地震、新乡地震与介休地震, 即使在华北统一应力场作用下, 但因为受到当地局部条件的影响, 例如沿着已有的断层发生滑动, 因此表现出的  $P$  轴与华北统一应力场方向不一致。北西条带自唐山发生大震以后发生了多次的中强地震, 说明在这条带上介质的强度并不大, 特别是在其中一些薄弱地区可以以中强地震的规模释放能量, 可能不容易积累起较高的应力, 而且有些地震的  $P$  轴与大华北的优势方向不一致, 从这点推测, 北西条带的地震活动是唐山大震后华北地区应力调整中的次一级的构造运动。

### 三、北西条带 $M_L \geq 5.0$ 级强震断层面走向的分析

发生在北西条带上各  $M_L \geq 5.0$  级强震的破裂面与整个北西条带的走向的关系如何, 是下面要进一步探讨的问题。我们从这些地震的等震线资料或  $P$  波频谱的资料入手进行分析。

我国大量的历史地震等震线资料及大地震的现场宏观考察资料表明，内圈等震线长轴的方向基本上受地震破裂面走向所控制，因此宏观等震线长轴的方向有可能为我们判断震源机制解二节面中哪一个是断层面提供依据。根据山东省地震局及安徽省地震局的资料，1977年7月9日成武地震与1979年3月2日固镇地震等震线长轴的方位基本上是北西走向（见图3及图4），因此认为这两个地震的破裂面可能是北西向的。固镇地震序列  $M_s > 2.0$  级地震震中分布主要呈 NWW 向，其走向大体与主震震源机制解中的北西节面基本一致。为破裂面是北西-南东方向提供新的证据。

然而用等震线的资料来判断破裂面有它的局限性，因为破裂面走向并不是决定等震线形状的唯一因素，而且有的地震的破裂面可能不是一个简单面。

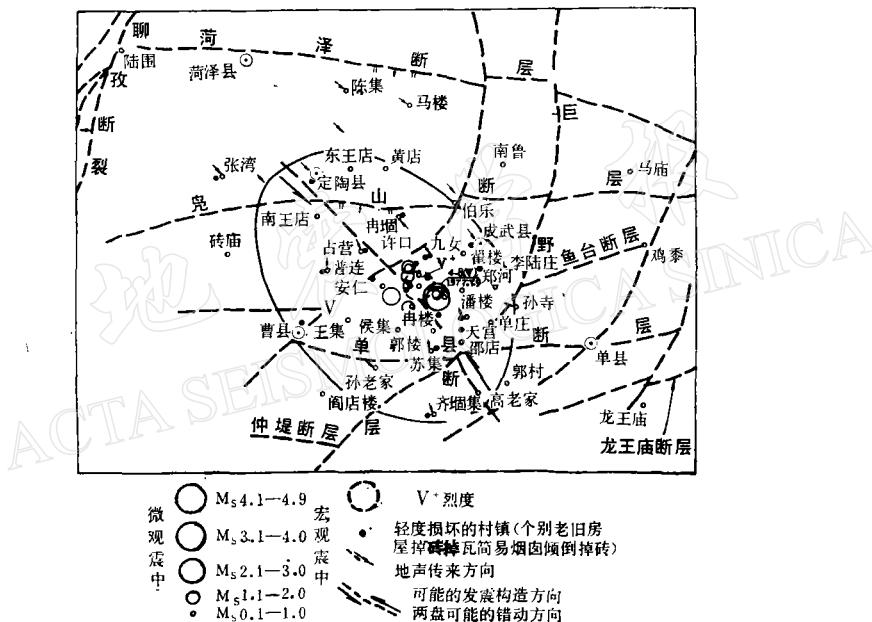


图 3 成武地震等震线

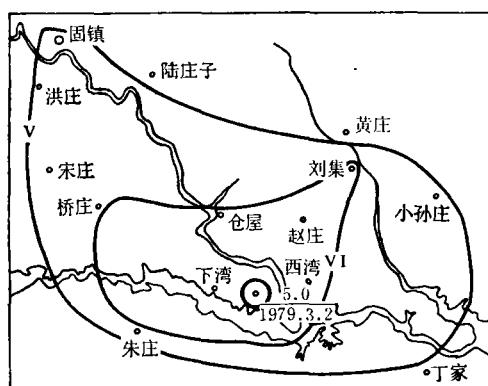
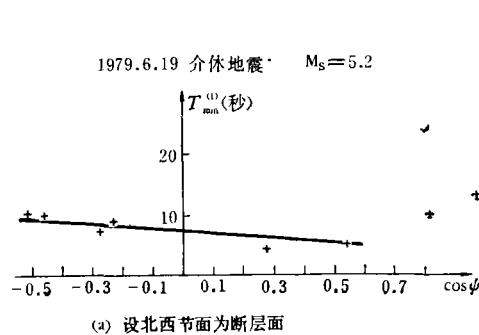


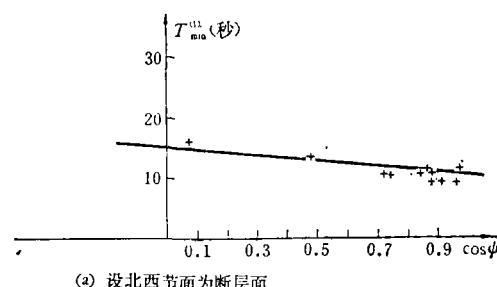
图 4 固镇地震等震线

我们用  $P$  波频谱研究介休地震、溧阳地震与五原地震的破裂过程时,依次设所得到的两个节面为破裂面,做其  $P$  波频谱第一个极小点的周期与破裂方位的关系图。对于介休及溧阳地震,发现把北西节面做为破裂面时,观测点的线性分布比设北东节面为破裂面时

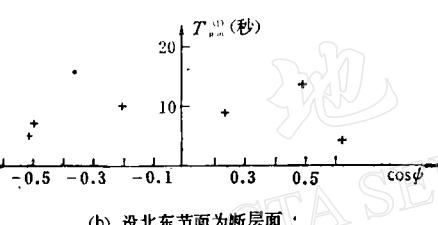


(a) 设北西节面为断层面

1979.7.9 溧阳地震



(a) 设北西节面为断层面



(b) 设北东节面为断层面

图 5 介休地震  $P$  波频谱第一极小点的周期  
与破裂方位关系

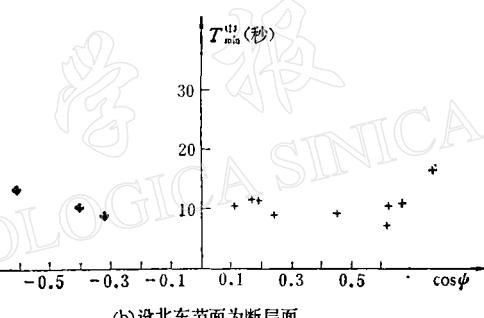


图 6 溧阳地震  $P$  波频谱第一极小点的周期  
与破裂方位关系

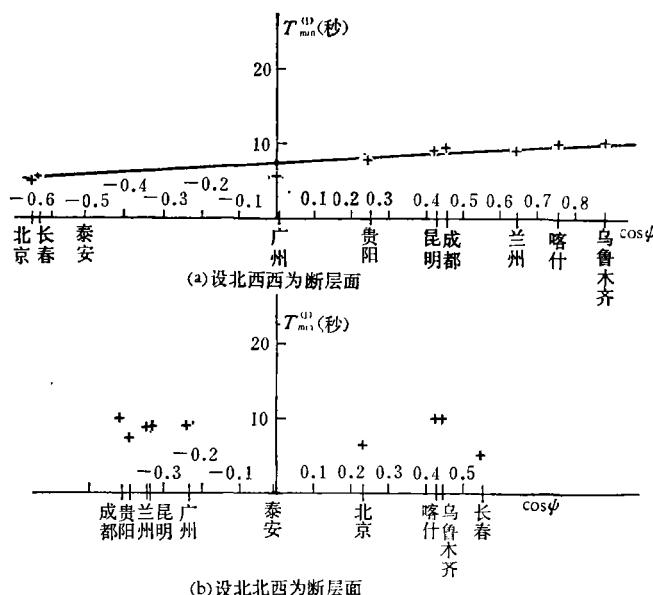


图 7. 1979 年 8 月 25 日五原地震  $P$  波频谱第一极小点周期与破裂方位关系

明显地好，结果见图 5 及图 6。说明介休、溧阳地震主要破裂面的走向是北西的，是沿着北西断层发生的左旋剪切错动。详细情况及资料下面还要谈。对于五原地震，以北西节面做破裂面时，观测点的线性分布也比近南北向节面好(见图 7)。

以上资料表明，发生在溧阳—五原北西条带上各  $M_L \geq 5.0$  级强震的破裂面走向均为北西向，与这个条带的总体走向基本一致。这些地震破裂面方位的相关性，反映了它们具有沿着地震破裂面延伸方向迁移的特点。根据目前的资料，我们认为这个北西条带可能就是这些地震的发震构造。

这种沿地震破裂面延伸方向迁移的特点，在其他地震带上也是屡见不鲜的。例如自 1966 年以来华北地区发生的一系列大地震，邢台、河间、渤海、唐山地震。后面一个地震均发生在前一个地震破裂面的延伸方向上，说明前一个地震发生后，在构造应力场作用下，周围地区的应力调整在地震破裂面方向上可能最大，使得在这个方向上最容易发生地震。这个特点为研究地震的迁移规律提供线索。

#### 四、用 $P$ 波频谱研究北西条带 $M_L \geq 4.0$ 级地震 的震源破裂过程及震源参数

如果把震源模式考虑为有限移动源，由于破裂的多普勒效应，在体波的振幅谱上出现一系列极小值，我们可以根据  $P$  波频谱第一极小点的频率随破裂方位的关系，大致确定地震的破裂过程是单侧破裂？对称的双侧破裂？还是非对称的双侧破裂<sup>[1,2]</sup>。发生在北西条带的强震中 1979 年 6 月 19 日介休地震，1979 年 7 月 10 日溧阳地震与同年 8 月 25 日五原地震，记到足够多的  $P$  波段清晰的基式仪记录，有条件开展这方面的工作。

我们选用 8 个台的介休地震基式仪记录，11 个台的溧阳地震的记录及 9 个台的五原地震基式仪记录，对  $P$  波段进行频谱分析，采用间隔  $\Delta t$  取 0.08 秒，再将采样个数补零到 2 的幂次方数，用矩形窗进行快速富里叶变换，求得  $P$  波记录频谱  $R_p(\omega)$ ，然后扣除介质影响，得到震源的频谱  $U(\omega)$ 。这种方法的关键是如何正确鉴别与震源有关的第一极小点。为此，我们反复改变资料窗长度做频谱分析，观察极小点的变化，选出比较稳定存在的极小点。表 2、表 3 及表 4 给出这三个地震记录  $P$  波频谱第一极小点的频率及以北西节面做断层面的破裂方位数据。图 5(a)、图 6(a) 及图 7(a) 是极小点周期与破裂方位的关

表 2 1979 年 6 月 19 日山西省介休地震  $T_{\min}^{(1)}$  与  $\cos \phi$  对照表

序号	台名	$\Delta^0$	$A_z^0$	$\cos \phi$	$f_1$ (赫兹)	$T_1$ (秒)	$M_0$ (达因·厘米)
1	包头	3.6	33.7	0.969	0.074	13.5	$10 \times 10^{24}$
2	泰安	3.9	97	-0.275	0.138	7.3	$0.6 \times 10^{23}$
3	北京	4.0	54	0.277	0.13	7.7	$7.0 \times 10^{23}$
4	兰州	6.2	265	0.541	0.19	5.3	$88 \times 10^{23}$
5	武汉	6.4	162	-0.559	0.098	10.2	$1.5 \times 10^{24}$
6	南京	7.2	118	-0.456	0.099	10	$3.6 \times 10^{23}$
7	贵阳	11.0	205	-0.231	0.111	9.0	$1.4 \times 10^{24}$
8	乌鲁木齐	19.4	297	0.813	0.1	10	$1.1 \times 10^{24}$

表3 1979年7月10日江苏溧阳地震  $T_{\min}^{(1)}$  与  $\cos \phi$  对照

序号	台名	$\Delta^{\circ}$	$A_z^0$	$\cos \phi$	$t_1$ (赫兹)	$T_{\min}^{(1)}$ (秒)	$M_0$ (达因·厘米)
1	泰安	5.2	339	0.9093	0.11	9.0	$3.1 \times 10^{24}$
2	泉州	6.4	185	0.078	0.062	16.1	$4.9 \times 10^{24}$
3	北京	8.5	344	0.8403	0.098	10.2	$0.4 \times 10^{24}$
4	西安	9.1	287	0.9649	0.11	9.2	$3.9 \times 10^{24}$
5	贵阳	11.4	247	0.7232	0.098	10.2	$0.5 \times 10^{24}$
6	长春	12.9	20	0.4764	0.074	13.4	$3.3 \times 10^{24}$
7	兰州	13.2	293	0.9741	0.087	11.4	$7.3 \times 10^{24}$
8	成都	13.2	269	0.8823	0.11	9.2	$3.7 \times 10^{24}$
9	昆明	16	250	0.7425	0.098	10.2	$1.5 \times 10^{24}$
10	乌鲁木齐	28.2	305	0.8822	0.098	10.2	$9 \times 10^{24}$
11	喀什	36.2	295	0.8680	0.087	11.4	$37.7 \times 10^{24}$

表4 1979年8月25日内蒙古五原地震  $T_{\min}^{(1)}$  与  $\cos \phi$  对照表

序号	台名	$\Delta^{\circ}$	$A_z^0$	$\cos \phi$	$t_1$ (赫兹)	$T_{\min}^{(1)}$ (秒)	$M_0$ (达因·厘米)
1	兰州	6.0	214	0.6409	0.11	9.09	$15 \times 10^{24}$
2	北京	6.3	97	-0.6493	0.19	5.1	$2.1 \times 10^{24}$
3	成都	11.0	198	0.4568	0.11	9.09	$2.2 \times 10^{24}$
4	长春	13.1	72	-0.6341	0.18	5.5	$13.9 \times 10^{24}$
5	贵阳	14.7	184	0.2528	0.13	7.5	$33 \times 10^{24}$
6	乌鲁木齐	15.2	286	0.8865	0.098	10.2	$1.5 \times 10^{24}$
7	昆明	16.6	197	0.4266	0.11	9.09	$14 \times 10^{24}$
8	广州	18.6	164	0.0255	0.18	5.5	
9	喀什	24.4	276	0.7558	0.098	10.2	$15.8 \times 10^{24}$

系图。

由图5(a)、图6(a)和图7(a)可知：

1) 介休地震  $P$  波频谱第一极小点周期随破裂方位的分布出现斜率为正值及负值的两支，说明介休地震的破裂方式是在北西断层面上发生的不对称双侧破裂过程。左边的一支观测点比较多，我们据左支右端点的  $\cos \phi$  数值及不对称比  $a$  与  $z$  的关系<sup>[1]</sup>，求得  $a$  近似等于 0.7。

2) 由图5(a)中直线的截距与斜率，可以求出介休地震总破裂长度为 15 公里，主破裂朝南东方向，长度为 10.5 公里，向北西方向的破裂长度为 4.5 公里。破裂速度为 1.4 公里/秒。

3) 由图6(a)可知，溧阳地震是在震源区北西断层上发生的从北西向南东方向的单侧破裂，由图中直线的截距及斜率，求得断层长度为 19 公里，破裂速度为 1.4 公里/秒。

4) 由图7(a)直线的截距及斜率可以求得五原地震破裂长度为 20 公里，破裂速度为 2.7 公里/秒。是由北西向南东方向的单侧破裂。

5) 由北西条带强震的迁移顺序及介休、溧阳及五原地震的破裂方向看来，地震的迁移方向与前一地震的破裂方向之间看不出明显的关系，估计与当地局部条件有关。

由破裂长度及破裂速度, 我们进一步计算这三个地震的地震距、应力降、应变降, 结果见表 5。

表 5 介休地震、溧阳地震、五原地震的震源参数

地震地区	$L$ (公里)	$\Delta U$ (厘米)	$U_m$ (厘米)	$M_0$ (达因·厘米)	$\Delta \sigma$ (巴)	$\Delta \epsilon$ ( $10^{-5}$ )
介 休	15	18	23	$3.3 \times 10^{24}$	39	5.8
溧 阳	19	23	30	$7.3 \times 10^{24}$	37	5.6
五 原	20	37	47	$12.2 \times 10^{24}$	58	8.8

## 五、北西条带 $M_L \geq 5.0$ 级地震迁移的时空特点

由以上讨论表明, 北西条带  $M_L \geq 5.0$  级地震有沿着破裂面方向迁移的特点, 如果进一步分析这些地震在北西条带上迁移的空间及时间上的细节, 发现它们是从中间向北西及南东两个条带的延伸方向交替迁移, 唐山大震后, 1977 年 7 月 9 日首先在北西条带中段的山东成武地区发生  $M_L = 5.2$  级强震, 1979 年 3 月 2 日在其东南约二百多公里处的安徽省固镇地区发生  $M_L = 5.5$  级强震, 同年 6 月 19 日在成武到固镇的西北方的山西介休地区发生了  $M_L = 5.7$  级地震, 时间间隔不到一个月, 7 月 10 日在介休到固镇的东南方的江苏溧阳地区发生  $M_L = 6.5$  级强震, 又过了一个多月, 在介休到溧阳的西北方的内蒙古五原地区发生  $M_L = 6.5$  级的强震 (见图 8)。这些强震在这个西北条带上的中部开始, 逐渐向北西、东南两个外围方向, 由西北到东南, 又由东南到西北方向反复迁移开来。往返来回两次, 而且地震强度有逐个增大的趋势。1980 年 3 月 9 日在介休附近的平遥地区, 又发生  $M_s = 5.7$  级地震, 震级略比五原、溧阳地震小, 这可能意味着向外围迁移并且震级逐渐升级的阶段的结束。

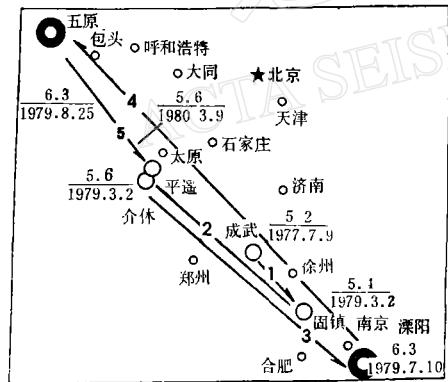


图 8 北西条带  $M_L \geq 5.0$  强震迁移示意图

这些地震有这样的特点: 1. 都在同一个北西条带上。2. 从中段逐渐向外围迁移。3. 震级略有增加(在平遥地震之前)。我们把这些特点联系起来, 做一个粗略的解释。

首先, 我们认为它们很可能在同一个构造应力场的作用或影响下。所发生地震的地区可能是这个条带上的一些易于发生地震的闭锁段及薄弱带。唐山大地震发生后, 破坏了原来的平衡状态。华北地区在调整。把介质视为粘弹性的介质, 这种作用的影响将在大震之后迟一个阶段才能显著起来。加上各种非均匀因素和构造力的作用。设想开始在条带中段附近应力比外围略为集中, 使山东成武首先达到发震条件(也许那里介质强度相对薄弱)。成武地震的发生使该局部地区释放了应力, 又由于位错, 同时放松了形变, 在构造应力场作用下, 引起了周围应力的重新分布。从而使得在它两外侧地区更加紧张。或

者说对破裂面的两外侧影响较大。介质考虑成粘弹性的，这种影响慢慢不断加强，直至两侧之中某些薄弱段破裂——发生地震。这一地震发生，应力又重新调整、然后重复上述过程，另一端又发震。这样就产生了一个在空间沿北西条带从中间向两侧交替扩展的图象——两头迁移扩展。

直至 1980 年 3 月 9 日介休附近平遥地区又发生  $M_L = 5.7$  级地震，可能意味着这些影响不足以使外围地区的介质破裂，发生地震，也不足以使整个条带发生更强的地震，而是在曾经发生过地震的薄弱地区，例如平遥地区发生地震。

以上是一种粗略的说法，要比较圆满地解释这一串地震，还要做许多细致、艰苦的工作。

## 六、几点结论

1. 由震源机制结果可知，发生在溧阳—介休—五原北西带上  $M_L \geq 4.0$  级地震的主压应力  $P$  轴方向不全一致，其中多数与华北地区统一的主压应力方位基本一致，为北东—南西向。成武地震、新乡地震、介休地震主压应力  $P$  轴是北西向，估计是受局部条件影响造成的。一般来说，这种紊乱，只有中强地震才有可能。唐山大震，对这个北西条带的影响，截止目前为止表现为以中强地震形式释放能量，反映了这个条带存在若干介质强度较为薄弱的地区，容易以中强震的规模释放能量，发生地震。因此这个条带可能不容易积累过大的应力。

2. 北西条带上  $M_L \geq 5.0$  级地震的破裂面走向均为北西向，与北西条带的总体走向基本一致。地震的迁移具有沿破裂面的延伸方向迁移的特点，但是否向破裂方向迁移，目前的资料难以定论。说明地震发生后产生的影响可能在破裂面附近及破裂面的延伸方向上最大，这为探索地震的迁移提供依据。

3. 用  $P$  波频谱研究介休及溧阳地震的破裂过程，可得以下结果：介休地震的破裂方式是在北西断层面上发生的不对称双侧破裂过程，断层面总长度为 15 公里，向东南方向的破裂长度为 10.5 公里，北西向为 4.5 公里。破裂速度为 1.4 公里/秒。溧阳地震的破裂方式是在北西断层面上发生的单侧破裂。破裂长度为 19 公里。破裂速度为 1.4 公里/秒。破裂方向是南东。五原地震的破裂方式是在北西西断层上发生的单侧破裂，破裂长度为 20 公里，破裂速度为 2.7 公里/秒，破裂方向也为南东。

用  $P$  波频谱求得北西条带上的  $M_L \geq 4.0$  级地震的应力降数值均略低，没有出现唐山、海城等大震前中小地震应力降明显增大的迹象。

4. 自唐山大震后到 1980 年间，北西条带的地震迁移是从中间地段向西北，东南两个延伸方向交替扩展迁移的，从山东成武地震开始，由北西到东南方向，又由东南到北西方向，来回往返两次，地震强度也逐渐增大。1980 年 3 月 9 日在五原与溧阳间介休附近的平遥地区又发生  $M_L = 5.7$  的地震，意味着在统一的构造应力场的作用下，这个条带向外围迁移，且震级逐步增大的阶段结束，这一系列地震的影响不足以使条带的更外围地区的介质破裂，也不足以使整个条带发生更强的地震。

根据以上的考虑，我们认为发生在北西条带上的构造运动的规模比包括邢台、唐山地

区的北东带小。目前没有迹象表明这个条带中强震的活动就要结束，在这个带上曾经发生较强地震的地区以及与北东条带的交会地区，仍可能发生六级左右的地震。

我们在完成本项工作过程中，得到陈运泰同志，安徽省地震局高则民同志，山东省地震局郭爱香同志及江苏省地震局、上海市地震局、山西省地震局、浙江省地震局的大力协助，特此致谢。

### 参 考 文 献

- [1] 林邦慧、陈运泰等，不对称双侧破裂过程的研究及其在海城地震的应用，地震学报，1, 2, 1979.
- [2] J. C. Savage, Relation of corner frequency to fault dimensions, *J. Geophys. Res.* 77, 3788—3795, 1972.

## ON CERTAIN FEATURES OF RUPTURE OF THE NORTHWESTERLY LIYANG-JIEXIU-WUYUAN STRONG EARTHQUAKE BELT

LIN BANGHUI WEI FUSHENG LIU WANQIN WANG XINHUA

(Institute of Geophysics, State Seismological Bureau)

### Abstract

The Liyang-Jiexu-Wuyuan strong earthquake belt became the most active seismic belt in north China after the 1976 Tangshan great earthquake. By studying the source mechanism, rupture process, source parameters and migration of strong earthquakes occurring on this belt, a few special features can be noticed:

(1) Direction of the rupture surfaces of all earthquakes  $M_L \geq 5.0$  strikes northwest, same as the general strike direction of the belt, showing migration of earthquakes along the direction of rupture.

(2) Strong earthquakes migrate usually from the center part of the belt towards both directions of the belt in its northwestern and southeastern elongations. Their magnitudes tend to increase, however, after the Pingyao earthquake of magnitude 5.7 on March 9, 1980, such feature of migration and increase of magnitude no longer appear.

(3) Until present, all earthquakes have released their energy by moderate and strong earthquakes. The P axes of the principal compressive stress basically coincide with the direction of the general compressive stress. But a few of them do not, showing local conditions may affect the direction.