

华北中强地震前的地震活动条带特征

戴英华 张青荣 陈连柱 赵明淳

(河北省地震局)

摘 要

中强地震大多发生在活动断裂带上,研究这些地震带的应力状态及其带上所发生地震的时空特征,对于探索大地震前的前兆信息是非常重要的。分析1970年以来,华北6级以上地震前地震区内的地震活动,发现在震前2—3年,中小地震的空间分布有向地震带内集中的趋势,而在临震前1—2个季度,又表现为向带外发散。这种在震前地震活动分布向条带内集中和发散的趋势为地震预报提供了一定的信息。

一、引 言

地震活动的成带分布已为人们所公认,时振梁⁽¹⁾、邓起东⁽²⁾、陈章立⁽³⁾等指出:“全国破坏性地震的地理分布大多聚集于一定的狭长地带,在这些地带内大小地震发生的时间、强度和空间分布都有一些共同的表现形式,并与地质构造有着某种关系,因此,在研究地震活动性时,不是孤立地研究某一单独的地震,而是把整个地震带的活动作为一个统一的过程。”其他作者也在一些中强地震前的总结中指出了震前的条带活动图象⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾,尽管他们根据不同的原则划分了所研究地区的地震带,但就中强地震前在地震活动带里所呈现的异常图象说来,基本上都是相似的:(a)大震前的某时间段内,区域中小地震活动分布相对集中在狭长的条带内,形成一种很直观的地震活动图象;(b)条带内的地震活动在震前有一定程度的增强过程。

但是,既然中小地震的成带分布是客观存在的,那么,仅仅说明地震活动的条带分布不足以说明震前的异常。问题的关键是要分析这样的条带分布与正常情况下的成带图象的差异性及其条带内地震活动的增强过程与区域地震活动增强过程的关系,这样才能突出震前地震活动的条带分布所显示的异常特征。本文试图分析华北中强地震前中小地震向带内集中的特征,并讨论这样的前兆性条带的形成、发生与发展过程,以及与应力场的关系,同时讨论地震带的强震分布规律,从而寻找地震带在强震前的异常特征。

二、资料与方法

地震资料取自“中国东部地震目录”⁽¹⁰⁾,对70年以前的地震,则从地球物理所的传输台

网报告得到，震级下限根据台网控制能力选取2.0级，分析范围为北纬34°—44°，东经104°—126°。依据时振梁⁽¹⁾和马宗晋⁽¹¹⁾等人所划分的华北各地震带的结果，研究1970年以来华北6级以上地震发生前相应地震带的前兆性条带分布的特征。

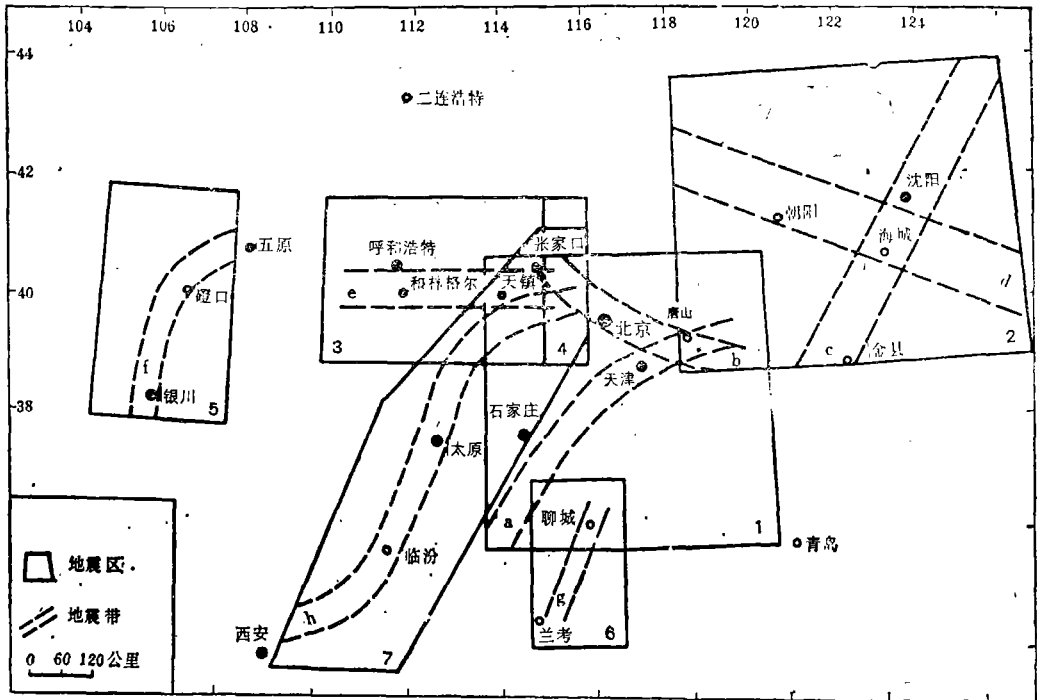


图1. 各地震区和地震带分布

注：图中1.1976年7月28日唐山地震区，2.1975年2月4日海城地震区；3.1976年4月6日和林格尔德地震区，4.1981年8月13日丰镇地震区，5.1976年9月23日霞口地震区 6.1983年11月7日菏泽地震区，7.山西地震区。a.河北平原带，b.燕山带东段，c.金州断裂带，d.营口—朝阳断裂带，e.燕山带西段，f.南北带北段，g.聊考带，h.山西带。

我们计算一定时间内地震区内地震活动带里的地震次数与地震区内地震次数之比（即频度比值 k ），以此来显示作为中强地震前兆的地震活动带的地震集中现象。为保证统计时间里，带内和区内具有一定数量的地震，我们选取季为单位时间。

在计算地震次数时，对震群只在单位时间内取一次最大地震，对3级以上地震次数则进行加权，把它等价到2级地震上来。我们用震级—频度公式

$$I_k N_1 = a - bM_1 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$I_k N_2 = a - bM_2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

其中 b 为地震带在历年的统计平均值。

由(1)和(2)式可得到

$$I_k \frac{N_2}{N_1} = b (M_1 - M_2) \quad \dots \dots \dots (3)$$

表 1

区 或 带	统计时间 (年)	b	权 系 数			
			2 级	3 级	4 级	5 级
唐山地震区	1967—1976	0.59	1	3.89	15.1	58.9
海城地震区	1970—1975	0.53	1	3.63	13.2	47.9
山西带	1976—1983	0.67	1	4.67	21.9	102.3
燕山带西段	1970—1976	0.54	1	3.44	11.9	
聊 考 带	1975—1983	0.66	1	4.57	20.9	
南北带北段	1970—1979	0.54	1	3.44	11.9	

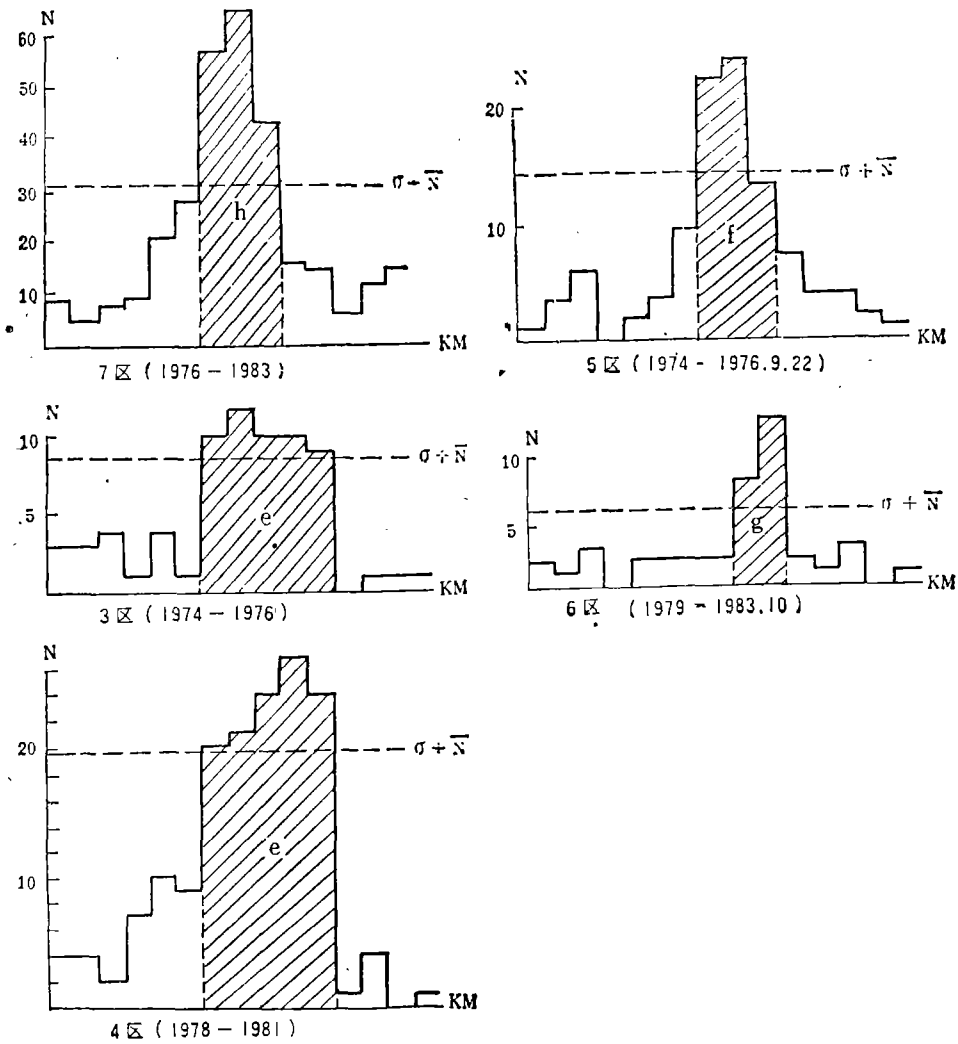


图 2，各地震区垂直于地震带的频度投影

$$\text{则 } \frac{N_2}{N_1} = 10^b (M_1 - M_2) \dots\dots\dots (4)$$

利用(4)式可以计算3级以上地震等价于2级地震次数的权系数。

各地震带的b值和各震级的权系数如表1所列

地震带与地震区的划分原则:

(1) 地震带的选定与相应的活动构造相适应, 地震带长度不小于200公里, 在3年左右的震中分布图上, 2级地震空段不小于全长的1/5。

(2) 地震带的宽度与长度之比不超过1/5, 在选定带的宽度时, 要考虑带内的地震密度显然比带外集中, 若作地震区内垂直于地震带的地震频度投影图(图2), 可见地震带内的频度明显高于带外, 即图上的阴影部分, 计称均值N和均方差σ, 阴影边界线可卡在大于N + σ值。

(3) 地震带的面积与地震区的面积之比不超过1/5, 目的为保证带内和区内有一定的地震数。

(4) 地震区必须包围地震带, 它既不包括邻近的地震密集区, 也不含有地震平静区。

三、结 果

1. 前兆性条带活动分布所呈现的地震活动增强过程与区域地震活动的一致性

图3显示了唐山与海城地震前相应条带上的地震频度与区域地震活动频度的同步性, 说明条带上地震频度的变化仅仅反映了区域地震活动的变化, 因此只用地震带上的频度变化不能作为地震带所特有的前兆。

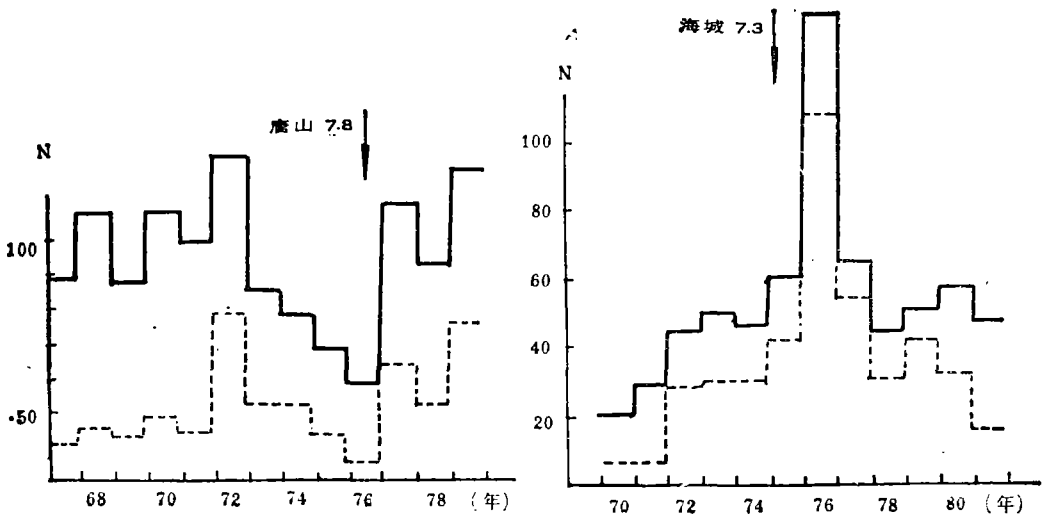


图3. 唐山、海城地震前地震区和地震带的频度变化

2. 区内地震活动向带内集中的特征是前兆性条带的标志

图 4 是各地震带与相应地震区内地震频度比值图。可以看出，正常情况时，频度比值在均值线附近波动，而大多数中强地震发生前 2—3 年，比值持续上升，若以二倍均方差为警戒线的话，它超过该线的异常时间为 1—2 年，说明地震区内地震活动的空间分布在震前有向带内集中的过程，而中强地震发生在频度比又急剧下降之后的半—1 年，表明中强地震前，中小地震所呈现的分散—集中—分散的前兆过程。

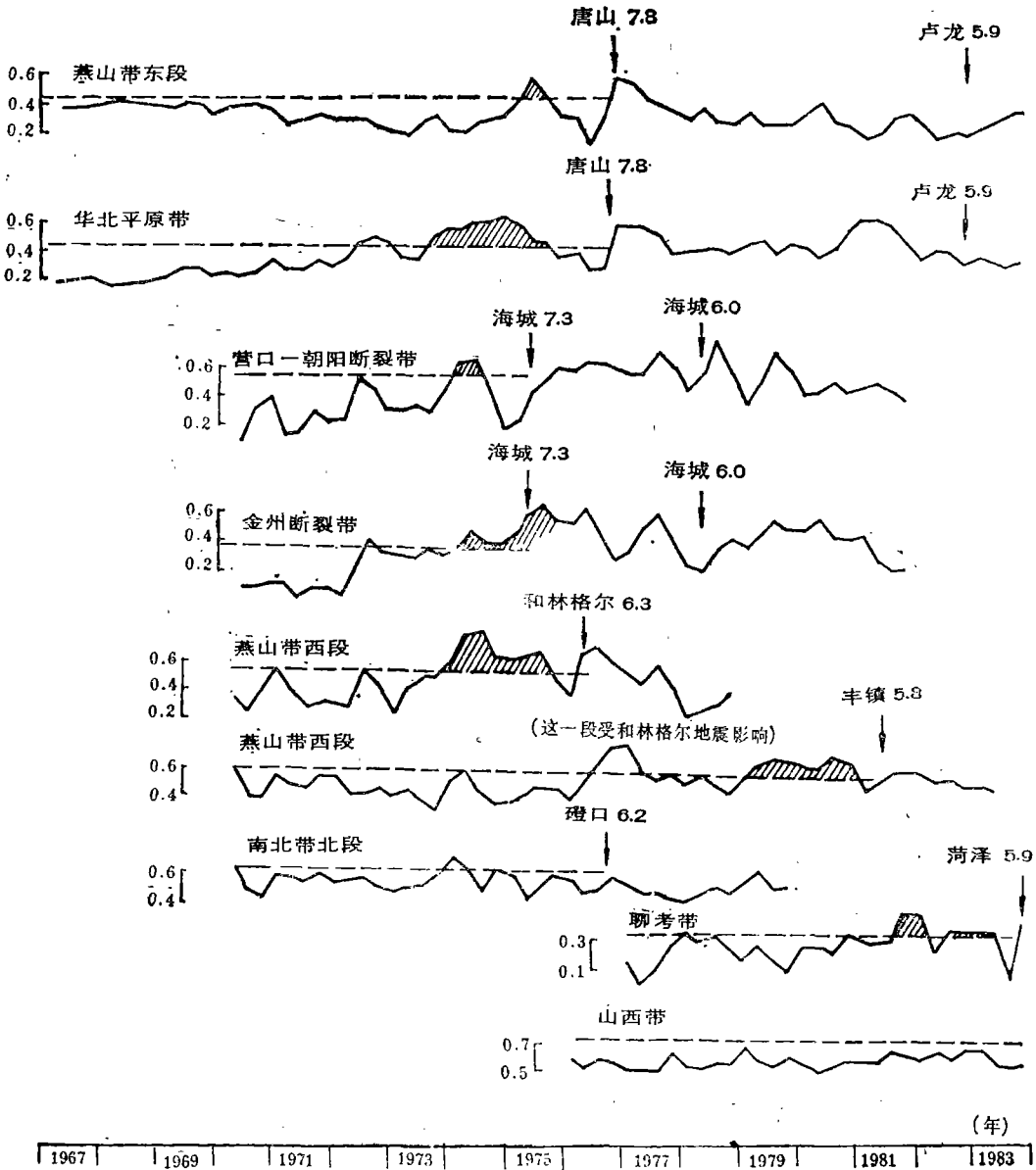


图 4. 各地震带与相应地震区频度比值图

中强地震发生后的滞后效应使得相应区内条带的地震活动有所增强, 比值连续几年内维持较高水平, 然后缓慢下降, 而晚期强余震往往发生在下降中的起伏之后。如1973年6月海城6.0级和1982年10月芦龙5.9级地震(图4)。

表2列出了各次地震前相应区各异常活动条带的形成、发生和发展情况。

表 2

地震区	地震带	条带宽(km)	条带长(km)	条带宽/条带长	条带面积与地震区面积之比	异常开始时间	异常时间(季)	比值下降到发震时间(季)	条带走向	主震节面走向
唐山地震区	燕山带东段	70	440	0.18	0.11	75年第1季度	3	3	300°	300°
	河北平原带	60	640	0.13	0.12	73年第3季度	9	4	35°	30°
海城地震区	金州断裂带	100	660	0.21	0.19	74年第1季度	2	3	31°	23°
	营口—朝阳带	90	600	0.15	0.14	74年第1季度	4	0	310°	290°
和林格尔地震区	燕山带西段	65	300	0.25	0.17	74年第1季度	7	2	230°	275°
丰镇地区地震区	燕山带西段	45	240	0.20	0.09	79年第2季度	7	1	90°	74°
菏泽地区地震区	聊考带	60	270	0.22	0.15	81年第2季度	6	1	10°	16°
磴口地区地震区	南北带北段	45	210	0.19	0.11	74年第1季度	3	2	20°	17°

我们还对山西地震带在唐山地震后的地震活动情况作了检查, 发现山西地震区的中小地震活动成带性显著, 从山西地震区内与地震带的地震频度比值图上可见1977年以来比值涨落不大, 均在2倍均方差值之内, 尚无上述其它条带在地震前的集中和发散现象, 事实上山西带近几年也没有发生过6级以上的地震。

3. 强震前前兆性条带的共轭性

从图4还可以看出, 对于七级以上的地震, 不仅它的中小地震向条带集中的特征表现得更为明显, 而且它的前兆性条带有两条。如唐山地震和海城地震, 虽然两条带的异常起始时间并不相同, 但地震发生在两带同时显示异常的阶段。这样的异常条带的共轭性, 可能与强震发生的机制有关。

4. 前兆性地震活动条带的走向与中强地震的节面方向的一致性

表2还列出了各次中强地震前的节面解与相应的前兆性条带走向, 可见两者的方向基本一致, 两条共轭条带的走向分别与两节面解走向一致, 单条带的走向与其中一个的节面解一致。

四、讨 论

地震的发生是应力作用的结果, 而在那些地震带及其附近地区, 其地壳下部存在着较特殊的环境^[11], 在区域应力场增强的条件下, 处于这样特殊环境的地区中的微破裂增加的几率比其它地区要大, 同时, 互相之间产生了作用和串通, 这样使岩石强度弱化, 使原来本来

比较破碎地壳中的闭锁段应力更加集中，导致破裂，引起地震带频度的增加相对于地震区的其它地区要快，反映出频度比值的增加。

随着应力进一步的增加，那些破裂强度小于震源区极限强度的闭锁区的开通过程逐步接近停止，地震区其它地区的微破裂过程并没有因此而受较大影响，图象上表现为向地震带外发散，这种频度比在临震阶段的下降，乃是异常的短临标志。

(1984年8月13日收到初稿)

参考文献

- (1) 时振梁等，中国地震活动的某些特征，地球物理学报，1，1974
- (2) 邓起东等，中国地震烈度区划图编制的原则和方法，地震学报，1，1980
- (3) 陈章立等，大震前区域地震活动性特征，国际地震预报讨论会文选，地震出版社，1981
- (4) 地球所二室，大震前的地震活动，地震战线，6，1977
- (5) 四川省地震局，1976年松潘地震，地震出版社，1976
- (6) 国家地震局《一九七六年唐山地震》编辑组，一九七六年唐山地震，地震出版社，1982
- (7) 阎荣举，龙陵大震前的地震活动，地震研究，1，1978
- (8) 付征祥等，唐山大地震前震源区及其邻近的异常变化特征，地震研究，2，1981
- (9) 赵兴兰等，聊城—兰考断裂带地震活动图象，华北地震科学，2，1984
- (10) 国家地震局分析预报中心，中国东部地震目录，地震出版社，1980
- (11) 马宗晋等，1966—1976年中国九大地震，地震出版社，1982

THE CHARACTERISTIC OF SEISMICITY BELT BEFORE MODERATE STRONG EARTHQUAKE IN NORTH CHINA

Dai Yinghun Zhang Qing rong Chen lianzhu Zhao Mingchun
(*Seismological Bureau of Hebei Province*)

Abstract

Most of moderate strong shocks occur in active fault belt. It is important to study stress state of these seismic belt and temporal-spatial characteristic of earthquakes in the belt for exploring precursor information before large shock. Based on analysis of seismicity in seismic area before $M \geq 6$ earthquake in North China since 1970, it is shown that spatial distribution of moderate and micro-earthquakes trends to convergence towards the belt in 2 - 3 years before large shocks, and diverge outward belt in 1 - 2 seasons before shock. The tendency provides some information for earthquake prediction