

辽宁地区的地震活动性

唐铭麟 于军

(辽宁省地震局)

摘 要

1975年海城7.3级大震前后,辽宁地区地震活动的时空分布具有显著不同的特征。大震前,小震活动主要集中在辽东半岛,以海城为中心逐渐形成围空区,小震活动自外围向震中区迁移和集中,震前一年,能量及频次急剧增加。大震以后地震活动明显的受东北和北西两个构造方向的控制,形成NE和NW方向的地震活动带。全区出现明显的地震活动重复周期,时间为19个月左右,近于“倍九”的关系。辽西地区的地震活动受唐山地震余震活动的控制,两者呈紧密的呼应关系,形成广义的余震。

一、地震活动空间分布特征

辽宁自公元421年就有历史地震记载,至1970年文字记录的地震仅四十余次。零星分布在辽东半岛和辽西地区,在空间上规律性不明显。1975年2月4日海城7.3级大震前三年,小震活动以海城为中心逐渐形成围空区^[1],自外围向震中区方向迁移和集中^[2],出现明显的规律性分布。地震释放能量 $\sqrt{E}$ 是地壳介质应变的一个量度^[4]。本文使用“构造流变参数” F ^[6],通过小震活动来反映大震前地壳应变的分布和发展特征。

$$F = \frac{1}{AT} \iint E^{\frac{1}{2}} dA dT \quad (1)$$

(1)式中A和T分别代表面积和时间, $E^{1/2}$ 是单位时间单位面积地震释放的应变能。地震释放的能量按下式

$$\log E = 11.8 + 1.5 M_s \quad (2) \text{ 计算。}$$

本文将1975年2月海城7.3级大震前一年即1974年在辽宁地区发生的地震,分三个阶段:1974年1月—3月;1974年4~6月,和11、12~1975年1月,按(1)式计算F,再求出每100平方公里的 $\log E^{1/2}$ 画出等值线(图1)。很显然,应变释放的等值线,首先自海城震中区的外围形成围空区,然后逐渐向震中区收缩,至1974年8月间 $\log E^{1/2}$ 最大等值线收缩为包围震中区的闭合线(图1B)。越接近震中和发震时刻应变量越大。从1974年1月最先出现的外围区 $\log E^{1/2} = 3.0$ 到1975年1月接近震中的 $\log E^{1/2} = 6.0$ 的等值线,两者相差三个数量级。这一地震能量释放的分布特征,反映了孕震过程中的地壳应变变化^[3]。

海城大震以后震中分布主要受NE和NW两个构造方向的控制,尤其唐山地震后这个特点更为明显(图2)。M_L3级以上地震的分布,呈NE和NW两个条带。海城地震后以NW方向活动为主,而1976年7月的唐山7.8级地震加强了北东方向的地震活动。这样在辽西地区形成了NE和NW方向地震活动

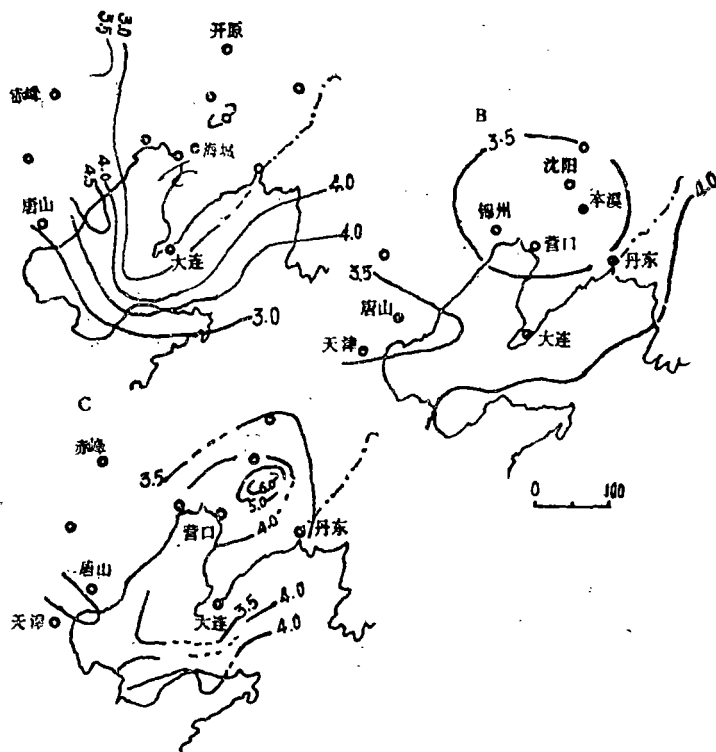


图1 A 1974年3、4、5月地震 $\log E^{\frac{1}{2}}$ 等值线

B 1974年6、7、8、月地震 $\log E^{\frac{1}{2}}$ 等值线

C 1974年11、12月，1975年1月地震 $\log E^{\frac{1}{2}}$ 等值线

带的交汇点，在1976和1977两年形成地震密集区（图2），显示出NE和NW方向同时活动的特点。

二、地震活动的重复周期

辽宁地区自公元421年有历史地震记载以来，仅于1855——1861年在辽东半岛出现过一次相对的地震活跃期，六年间共发生了五次 M_s 大于5级的地震，其中1861年金县发生了 $M_s=6.0$ 级的地震，达到最高峰。此后至本世纪四十年代，即1940年发生了熊岳5.7级和1944年丹东6.7级的地震，从1964~1972年又发生一些4级多的地震，至1975年海城大震前，整个历史时期地震活动水平较低，并无明显的周期性。

海城大震的前一年即1974年，地震的强度和频度急剧增加^[3]，而这次大震之后，在辽宁本土及其邻近地区（东经 $119^{\circ}-125^{\circ}$ ；北纬 $38^{\circ}-42^{\circ}$ ），出现了明显的地震重复周期，间隔时间为19—20个月，地震的频度和强度同时形成高潮（图3）。从1974年12月至1983年3月八年的时间里，共出现五次地震活动高峰（表1），并有逐渐衰减和再起伏的趋势。本文作者根据这一周期性，曾于1982年末预测了1983年3月辽宁地区地震活动的相对高潮。事实证明这一推论是符合客观发展趋势的。辽宁地区地震活动的重复周期，很近乎“倍九”的关系。

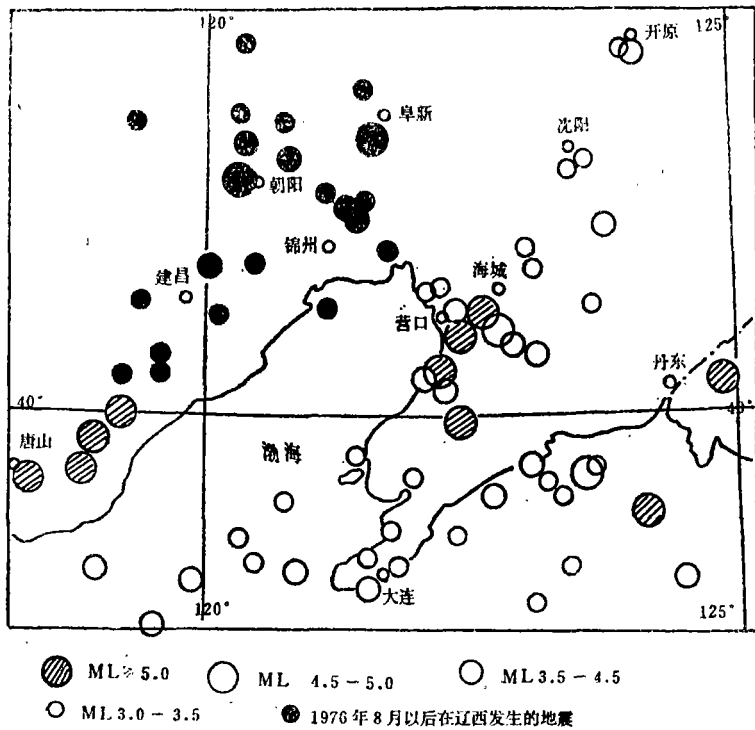


图2 1975年2月—1983年震中分布图

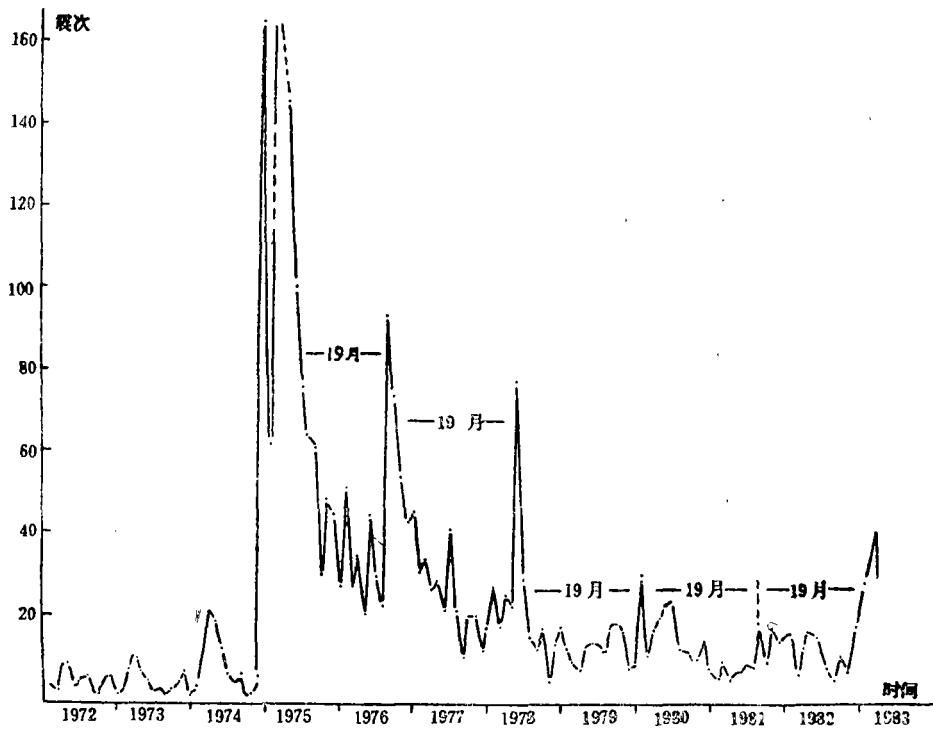
图3 辽宁地区 $ML \geq 1.8$ 级地震的频次随时间的衰减和周期性的起伏

表 1

地震高峰出现时间	间隔时间 (周 期) 月数	最大震级 (Ms)	地点	周期起始 月的震次 (Ms>1)	高峰所在月份地震 能量总和 $\Sigma\sqrt{E}$
1974年12月		4.8	本溪	160	12.7×10^6 (焦耳)
1976年8月	19	3.9	辽西	97	3.54×10^6
1978年5月	20	6.0	海城	77	95.1×10^6
1980年元月	19	5.7	中朝边界	30	48.0×10^6
1981年8月	19	4.7	盖县	18	9.0×10^6
1983年3月	19	4.5	熊岳	41	6.1×10^6

地震高峰出现的地点(表1),除1976年8月发生在辽西而外,其他几次高峰都集中在辽东半岛的南部和东部地区。这一地区的地震活动,约占全省地震活动的90%。

三、唐山地震与辽西地震的特殊关系

辽西地区公元421年在朝阳发生5.0级地震,1698年义县5.0级地震,1966年又发生两个4.5级和4.6级的地震。此后再无较大的地震发生,活动水平较低。自1972年有台网记录至1976年7月唐山7.8级地震以前,每年地震($M_s > 1.0$)平均为二十次左右。1975年2月海城7.3级地震发生后,辽宁各地也随之发生不少地震,是地震最多的年份,辽西地区的地震也不超过三十次。而1976年7月28日唐山7.8级大震发生后的第二天,就引起辽西地区小震频繁发生,从1976年7月29日——1976年末,五个

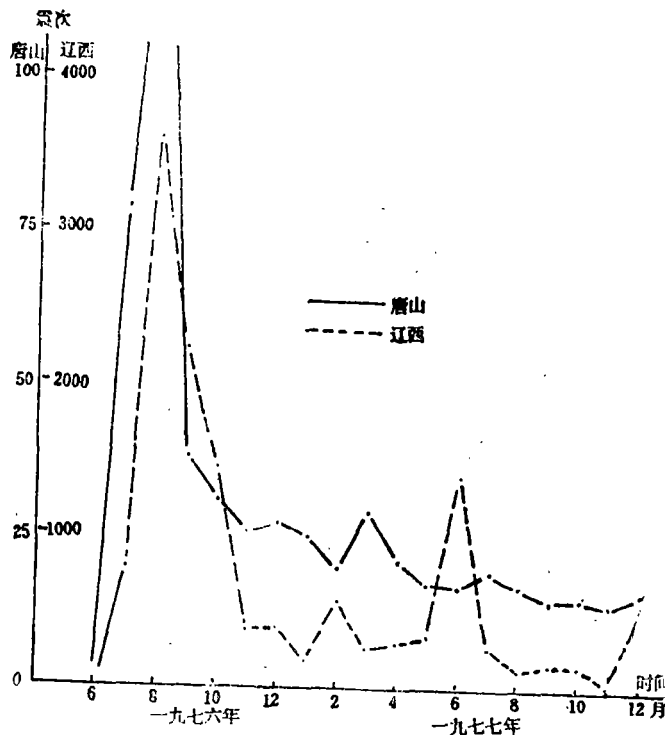


图3 1976—1977年唐山地震余震和辽西地区地震频次同步衰减和起伏

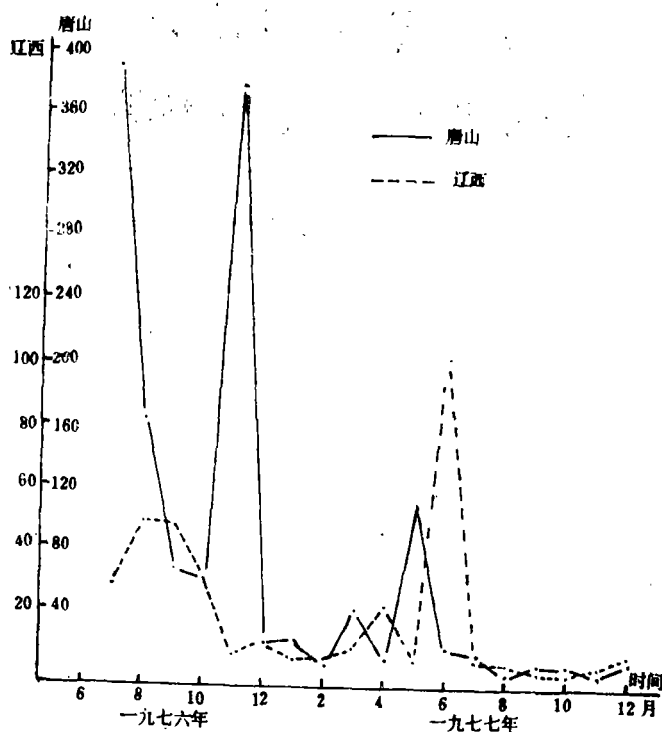


图4 1976—1977年唐山和辽西地震应变释放对比图。

月时间内共发生 $M_s > 1.0$ 的地震230余个。并在1977年6月阜新市南部发生了4.7级的水库地震。唐山和辽西的地震活动呈呼应关系，唐山先震辽西后震，在强度和频度上两者同步起伏，辽西滞后一个月（图4、5）。这种特殊的呼应关系持续两年之久，一直到唐山地区再无大于5级以上的余震为止。唐山地震的余震活动，引起了辽西地区形成地震密集区（图2）成为唐山地震的广义余震。发生这样的情况，很可能与唐山及辽西地区的地质构造有密切关系，这一地区主要是北东方向构造，而唐山的主震和辽西地区相应的广义余震的震源断层走向也是这一方向。这种特殊关系是值得进一步研究的。

参考文献

- [1] 陆远忠等，地震空区与“逼近地震”，地震学报，第四卷第四期，1982年。
- [2] 傅征祥，大地震前区域地震活动迁移，地球物理学报，第25卷第6期，1982年。
- [3] 初洪科、唐铭麟、地震孕育和发生的上冲模式，西北地震学报，第2卷第4期，1980年。
- [4] Benjamin F. Howell, Introduction TO Geophysics, Printed in USA
- [5] Alan Ryall, ET AL, Seismicity, Tectonism, and Surface Faulting in the Western United States During Historic Time, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol 56, NO 5, 1966年