

华北北部地区中强地震前后异常 地震活动的统计检验

曹刚 徐建德

(内蒙古自治区地震局)

摘 要

本文根据牛志仁所提出的检验异常地震活动的统计方法^[1],对华北北部地区的九次 $M \geq 5.0$ 级地震前后的异常地震活动,进行了统计检验,拟合出了适合该区的孕震时间 ΔT_i (天)与震级 M 的统计关系式,探讨了异常地震活动的某些特征。

一、引 言

随着地震预报研究的深入发展,概率与数理统计方法在研究地震发生规律、中长期地震预报等方面逐渐受到重视并得以发展。文献〔1〕中提出的建立客观评价和检验异常地震活动的定量方法——检验异常地震活动的统计方法就是其中之一。以其对我国西部地区某些大、中强震前后异常地震活动的研究结果来看,内符检验较好。本文试用此法对华北北部地区(北纬 $37^{\circ}50'$ — $41^{\circ}00'$ 东经 $106^{\circ}00'$ — $120^{\circ}00'$)的九次(表1) $M \geq 5.0$ 级地震前后的异常地震活动进行了统计检验。初步结果表明:这种统计方法不仅适用于我国西部地区,而且亦适于华北北部地区,以此作为“以震报震”的一种预报方法将具有一定的意义。

二、华北北部地区中强地震前后的异常地震活动规律

文献〔1〕指出,由于构造力的反复作用,在漫长的地质时期,地壳产生了无数裂隙,成为一种破碎介质。这种介质在构造力的作用下,发生一些微小地震。这种地震活动是一个近似泊松分布的随机过程。事实上,由于较大地震孕育并与其相伴随的异常地震活动将迭加在正常地震活动背景上,因此客观上造成了确定正常地震活动基准和区分

异常地震活动的复杂性。利用历史地震资料，适当选取一个等精度、尽量长的时间间隔为地震活动母体中的一个子样，对其进行假设检验，反复剔除与正常地震活动母体有显著偏离的异常地震活动。直到统计检验再不出异常地震活动，则以此近似值定义为正常地震活动基准。在此基础上，用单位时间地震频数分布检验高异常地震活动，用时间间隔分布检验低异常地震活动。

利用文献〔1〕给出的检验异常地震活动的方法，按照九次 $M_L \geq 5.0$ 级地震*的震中位置并参考其地质构造选定适当区域范围，选择与主震震级相差3.0级的地震为震级下限，在同一个显著水平 $\alpha = 0.05$ 下，依次进行统计检验，反复剔除异常地震活动，最终找出适当的正常地震活动基准，从而进一步确定高、低异常判据 $L_n^m(\alpha)$ 、 $T_n^m(\alpha)$ 。在此基准上，计算明显的高、低异常地震活动出现至主震发生的时间间隔 ΔT_i (天) 与所对应主震 M_L 的特征量 (表 1)。用最小二乘法计算，拟合出 ΔT_i (天) 与 M_L 之近似关系式 (图 1)：

$$\lg \Delta T_1 (\text{天}) = 0.44 M_L + 0.78 \quad (1)$$

$$\lg \Delta T_2 (\text{天}) = 0.44 M_L + 0.35 \quad (2)$$

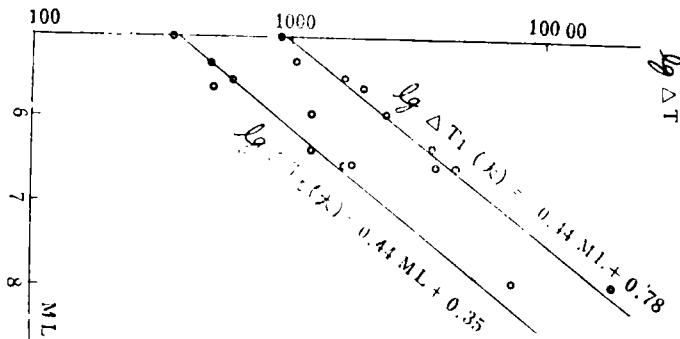


图 1 ΔT_1 , $\Delta T_2 - M_L$ 经验关系

由图 1 可知：

(1) ΔT_i (天) 与 M_L 近似成单对数直线关系，线性拟合较好。若把明显低异常地震活动出现至主震发生时间间隔 ΔT_1 (天) 视为孕震期。那么，主震愈大，孕震期愈长。在时间展布上，低异常地震活动先于高异常地震活动出现。

(2) 与文献〔1〕中的统计式

$$\lg \Delta T_1 (\text{天}) = 0.64 M - 0.47$$

$$\lg \Delta T_2 (\text{天}) = 0.64 M - 0.95$$

比较，虽然孕育一个同震级地震所用时间不尽相同，但均遵从单对数直线关系。孕震时间的不同，可能反映了不同地区介质的差异。

(3) 低、高异常地震活动时间比值，华北北部地区为

* 本文采用 M_L 震级

表 1

地震日期	震中位置			震级 (M _l)	统计范围		统计 起始日期	ΔT_1 (天)	ΔT_2 (天)
	北纬	东径	地区		北 纬	东 径			
1970.7.19	40°48'	107°48'	临河	5.0	40°36'—41°42'	107°18'—108°54'	1966.4.1	903	(354)
1969.4.14	39°12'	113°16'	繁峙	5.3	38°00'—40°00'	112°00'—114°00'	1966.4.1	1057	485
1973.12.31	38°28'	116°33'	河间	5.6	37°50'—40°00'	115°00'—117°30'	1968.4.1	1964	505
1967.7.28	40°39'	115°46'	延庆	5.5	40°00'—42°00'	114°30'—116°30'	1963.1.1	(1614)	(588)
1981.8.13	40°30'	113°25'	丰镇	5.9	39°54'—40°54'	112°36'—113°48'	1973. 10.1	2601	1208
1979.8.25	41°14'	108°07'	五原	6.3	40°00'—41°42'	106°54'—108°54'	1968.2.1	3559	1226
1976.4.6	40°14'	112°12'	和林格尔	6.5	39°48'—41°54'	111°18'—112°30'	1966.4.1	3659	1707
1967.3.27	38°29'	116°28'	河间	6.5	37°50'—40°00'	115°00'—117°30'	1954.1.1	(4446)	(1621)
1976.7.28	39°28'	118°13'	唐山	7.9	38°00'—41°00'	115°00'—120°00'	1923.1.1	(18030)	7158

$$\frac{\Delta T_1 (\text{天})}{\Delta T_2 (\text{天})} = 10^{0.43} \approx 2.7 \quad (3)$$

我国西部区约等于3，均与震级M无关，且比值接近。

为了进一步探索中强震前后异常地震活动规律，我们依据已求出的和林格尔、五原、丰镇三个区域的正常地震活动基准参数入（入为单位时间由正常地震活动的平均次数）高、低异常判据 $L_n^m(\alpha)$ 、 $T_n^m(\alpha)$ （表2）分别作了三个地区的高、低异常地

表 2

地 区	统计范围		正常基准参数 入	低异常活动判据 $T_n^m(\alpha)$	高异常活动判据 $L_n^m(\alpha)$
	北 纬	东 径			
和林格尔	39°48'—41°59'	111°18'—112°30'	0.0097	308.8	1
五 原	40°00'—41°42'	106°54'—108°54'	0.0143	203.7	1
丰 镇	39°54'—40°54'	112°36'—113°48'	0.0108	277.4	1

震活动检验图（图2—7）。由图可见：

和林格尔地区自1966年4月1日以来，出现了一组明显的低异常地震活动，时隔1952天，1971年8月4日卓资县发生了M_L5.1和3.5级地震，高异常地震活动出现。1976年4月6日和林格尔6.5级地震发生。以低异常地震活动出现时间T₁到主震发生时间T₀，间隔3659天，即 $\Delta T_1(\text{天}) = T_0 - T_1 = 3659$ 天，高异常出现时间T₂到主震发生时间T₀，间隔1707天，即 $\Delta T_2(\text{天}) = T_0 - T_2 = 1707$ 天（图2—3）。

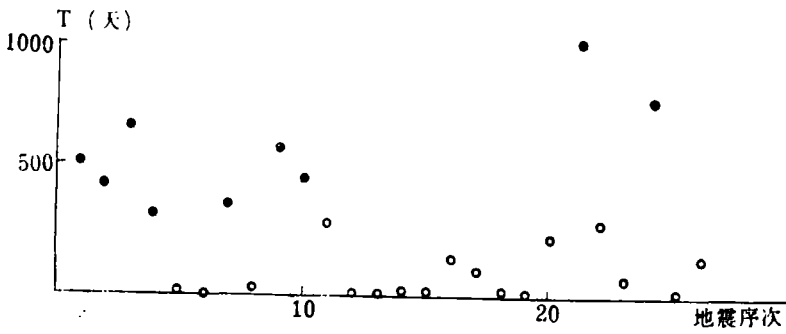


图 2 和林格尔地区地震低异常活动检验图

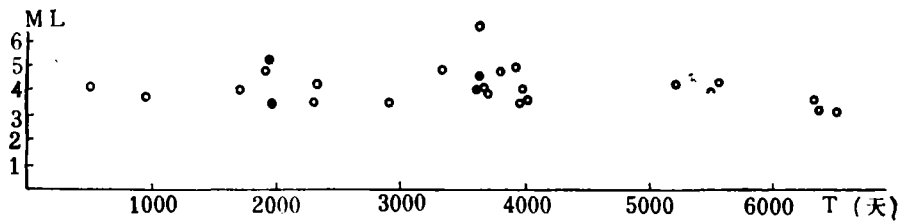


图 3 和林格尔地区地震高异常活动检验图

五原地区1968年2月1日以来共出现了三组低异常地震活动，1976年4月16日磴口震群发生，仅4月16日就发生了 $M_L \geq 3.0$ 级地震5次，是一次明显的高异常地震活动。1979年8月25日五原6.3级地震发生。 ΔT_1 (天) = 3559天， ΔT_2 (天) = 1226天 (图4—5)。

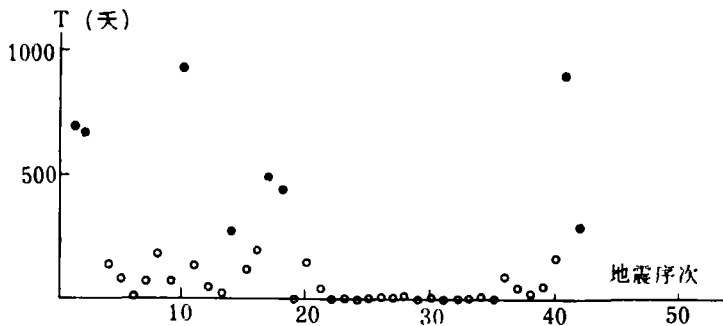


图 4 五原地区地震低异常活动检验图

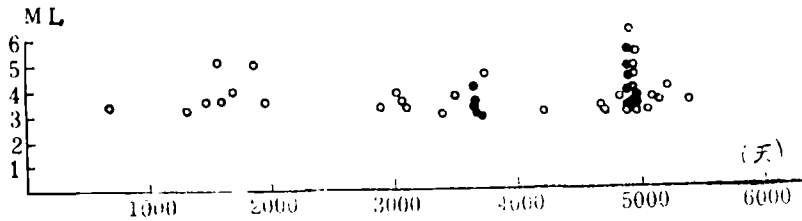


图5 五原地区地震高异常活动检验图

丰镇地区1973年10月1日至1974年6月30日第一次低异常地震活动出现，1978年4月23日山西右玉一带出现高异常地震活动。1981年8月13日丰镇5.9级地震发生。 ΔT_1 (天) = 2601天， ΔT_2 (天) = 1208天 (图6—7)。

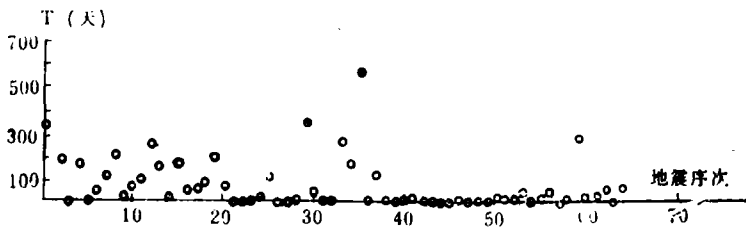


图6 丰镇地区地震低异常活动检验图

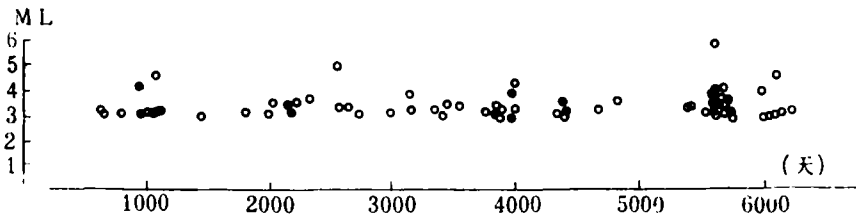


图7 丰镇地区地震高异常活动检验图

三、讨 论

1、华北北部地区九次中强地震发生前均有高、低异常地震活动出现。这种低异常地震活动往往是五级以上地震孕育的一个特征，而孕震期内的高异常地震活动则可能是由于孕震体由介质膨胀所显示出的一种信息。表1表明：孕育一个6.0级左右地震， ΔT_1 (天) 尚需十年左右时间， ΔT_2 (天) 约为三年。这一结果与孙加林根据地震活动特征及测震学指标所得结论基本相符。

2、以上结论是由已知的历史地震活动情况所得，而往往人们感兴趣是根据现

在预测未来。具体的讲，就是根据某地区已经出现的高、低异常地震活动推断未来对应的主震。若在某地区已经出现低、高异常地震活动，其出现的时刻分别为 T_1 ， T_2 。因为

$$\Delta T_1 (\text{天}) = T_0 - T_1$$

$$\Delta T_2 (\text{天}) = T_0 - T_2$$

利用公式 (3) $\frac{\Delta T_1 (\text{天})}{\Delta T_2 (\text{天})} = \frac{T_0 - T_1}{T_0 - T_2} \approx 2.7$ ，我们便可求得发震时刻 T_0 ，进而利

用公式 (1)，(2) 即可求得未来主震震级 M_L 。

3、低、高异常地震活动客观地反映了地震活动的平静—密集—发震过程，孕震时间 ΔT_i (天) 又给出了定量的时段。因此，我们认为：将此作为一种“以震报震”的预报方法具有一定的意义。

必须指出，本文所作工作只是初步的，异常地震活动的某些特征尚需进一步认识、鉴别，区分出与某次地震孕育密切相关的弱震活动区域有待逐步改进，预报方法也要逐步修改、补充，以臻完善。

牛志仁同志曾对本文作了指导，在此谨表谢意。

(1984年8月27日收到初稿)

参 考 文 献

- [1] 牛志仁，我国西部地区某些强震及中强地震前后的异常地震活动，地震学报，8，1980。