

大震前小震活动条带的定量分析 方法的初步研究

周仕勇 王海涛

(新疆地震局)

一、引言

近年来,大震发生前出现小震活动条带的现象已引起国内外地震工作者的普遍关注。文献〔1〕指出,大震前一般均有数目不一的小震发生,且这些小震大都集中在一个窄带内。陆远忠等〔2〕分析了自1969年以来在我国大陆地区发生的有区域台网记录的9次7级以上强震和我国东部地区发生的3次6级地震,发现除通海7.7级地震外,其余几次地震前均有比较明显的小震活动条带显示。但是,以往关于小震活动条带的研究仅停留在图象识别及定性分析上。本文通过引入 C_B 值,对地震的条带活动进行了定量研究,得到了一些初步结果。

二、原理及方法

小震活动条带是大震前震源区应力沿断层集中,并且积累到一定程度的表现。通过分析小震空间分布的条带状集中程度,能提取地震区应力集中程度的信息。为此我们引入 C_B 值,试图定量表示这种条带集中程度。

设有几个地震均匀分布在面积为 S 的矩形区域内,则它们与直线 $Ax + By + C = 0$ 的距离的平方和为:

$$D^2(A, B, C) = \frac{n}{S} \cdot \frac{1}{A^2 + B^2} \iint_S (Ax + By + C)^2 dx dy, \quad (1)$$

由(1)式可求得 $D^2(A, B, C)$ 的极小值

$$D_1^2 = \min \{ D^2(A, B, C) \} = \frac{1}{12} ns. \quad (2)$$

设在区域 s 内实际发生的 n 个地震与某直线 $Ax' + By' + C' = 0$ 的距离之平方和为:

$$D^2(A', B', C') = \sum_{i=1}^n \frac{(A'x_i + B'y_i + C')^2}{A'^2 + B'^2},$$

* 所用资料由新疆地震局预报室地震数据库提供。选取地震时删除了5级以上的余震。(2)式的证明从略

其中 (x_i, y_i) 是第 i 个地震的实际震中坐标。

$$\text{令 } D_i^2 = \min D^2(A', B', C') = \min \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{(A'x_i + B'y_i + C')^2}{A'^2 + B'^2} \right\}, \quad (3)$$

$$\text{即定义 } C_B = D_i^2 / D_T^2 = \frac{ns}{12D_T^2}. \quad (4)$$

由 (2)、(3) 式给定的 D_i^2 、 D_T^2 之意义可知, (4) 式定义的 C_B 之值域为 $(0, +\infty)$, C_B 值的大小能理想地反映地震的条带状集中情况。显然易见, 地震分布趋于离散时, $C_B < 1$; 地震呈均匀分布时, $C_B = 1$; 地震呈带状集中分布时, $C_B > 1$, 且地震分布的成带程度愈高, C_B 值亦愈大。

三、计算结果及分析

我们参照文献〔3〕, 根据新疆地震活动的情况分四个地区研究 C_B 值的变化情况。根据各地震区不同的监测能力, 选取适当的震级下限, 以保证资料的可靠性。具体情况详见表 1。

表 1 资料选取情况

地 区	纬度范围	经度范围	起止年月	起算震级
拜城	40°40' ~ 43°00'	81°00' ~ 84°00'	76年1月—88年6月	(M _L) 2.1
乌鲁木齐	42°20' ~ 45°00'	87°00' ~ 90°00'	79年1月—88年6月	(M _L) 1.3
乌苏	42°20' ~ 45°00'	84°00' ~ 87°00'	79年1月—88年6月	(M _L) 1.3
富蕴	45°00' ~ 48°00'	88°00' ~ 91°00'	79年1月—88年6月	(M _L) 2.1

我们选取1979年—1988年的新疆地震资料, 分别对乌鲁木齐、富蕴、乌苏和拜城地区, 以一年为时间窗, 一个月步长进行 C_B 值的滑动计算。结果表明, 在所有考察区里一些中强地震前出现了 C_B 值的异常变化过程。图 1—图 3 给出了部分强震前后 C_B — t 曲线。表 2 列出了各地区 C_B 值的有关参量及这些地区内1979年以来 C_B 值异常与地震对应情况。由表 2 可见, 1979年以来共出现13组 C_B 异常。其中 8 组分别对应了 5 级以上地震, 对应率为 61.5%。对地震而言, 1979年来发生的 14 次 5 级以上地震, 有 10 次地震前出现 C_B 异常, 准确率为 71.4%。

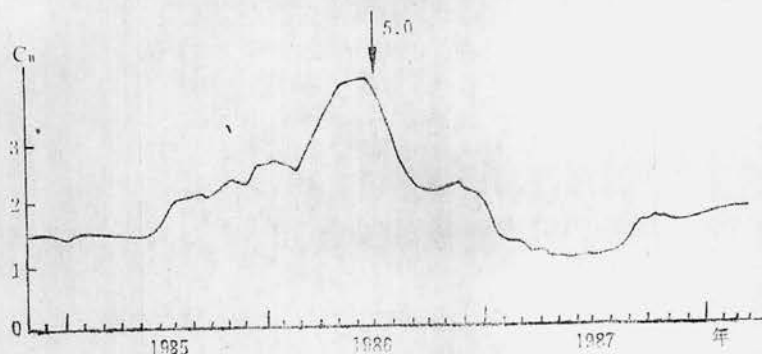


图 1 1986年6月13日乌鲁木齐5.0级地震前 C_B 变化曲线

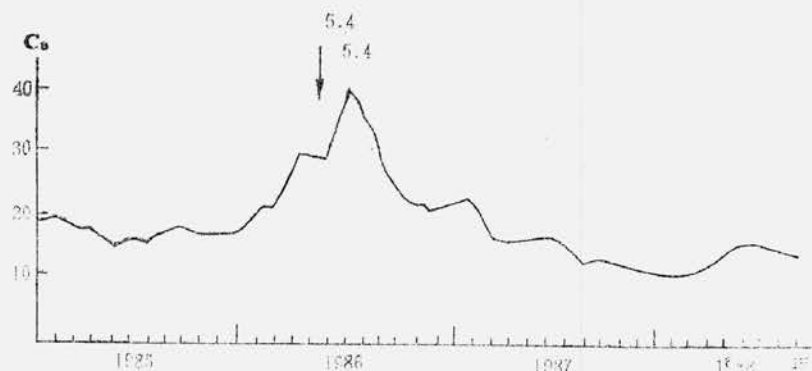
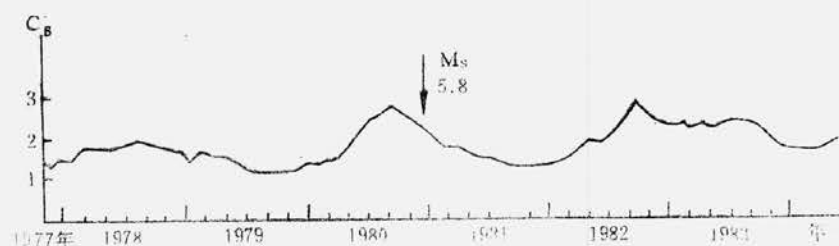
图2 富蕴地震前 C_B 值变化曲线图3 玛纳斯地震前 C_B 值变化曲线

表2

各地区 C_B 值有关参量及地震异常对应情况

地区	十年 C_B 均值	C_B 标值差 σ_{CB}	$M_s \geq 5.0$ 地震 C_B 异常指标	C_B 值异常时段	对应地震情况	备 注
富蕴	18.2	4.3	24.6	1979年1月—1981年1月	1980年12月15日青河5.8级无	1986年4月23、24日二次5.4级地震
				1983年8月—1984年8月	无	
				1986年2月—1987年8月	1987年9月19日富蕴5.8级无	
乌鲁木齐	1.8	2.2	0.33	1981年1月—1981年11月	无	
				1982年8月—1984年6月	1983年6月1日阜康5.3级 1983年12月15日和静5.2级	
				1985年10月—1986年8月	1986年6月13日乌市5.0级	
拜城	2.6	3.5	0.59	1977年12月—1980年2月	1979年8月29日库车6.0级	
				1981年1月—1981年12月	无	
				1985年6月—1986年7月	1987年1月6日拜城5.8级	
				1987年3月—1987年7月	1987年8月5日新和5.5级	
乌苏	1.6	2.1	0.29	1979年8月—1980年8月	1980年8月22日乌苏5.0级 1980年11月6日玛纳斯5.8级	1983年3月3日呼图壁5.4级 1983年6月29日尼勒克5.1级
				1981年1月—1982年4月	无	
				1985年7月—1986年8月	无	
异常对应率	61.5%				地震报准率	71.4%

从图1—图3可以看出，震前 C_B 值的异常表现为“低值—高值上升—下降发震”的变化过程。但是 C_B 值的绝对值的大小与地震的强度无明显关系。

研究中还发现不同地震区具有不同的地震正常活动水平下的 C_B 值（即背景值）。但对

同一地震区, C_B 背景值在地震活动的不同时段无显著差异。确定 C_B 值是否出现异常应与该区 C_B 背景值进行比较。根据新疆的一些震例, 我们总结出5级地震的 C_B 异常指标值与相应地震区的 C_B 背景值的相关经验公式是:

$$C_{B\text{异常}} = \overline{C_B} + 1.5\sigma_{C_B}。$$

其中 $\overline{C_B}$ 是相应地区 C_B 值的历年平均值, σ_{C_B} 是 C_B 值的标准差。

四、结 束 语

综上所述, C_B 值异常反应地震的能力是令人满意的。但是, 与其他预报手段一样, 虚报和漏报的情况仍是难免的。另外, 如果监测台网布局不合理, 也可能导致计算出的 C_B 值偏高(如富蕴地区)。

本工作是在朱令人付研究员的指导下完成的, 在此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] 郭增建、秦保燕, 震源物理, 地震出版社, 1979。
- [2] 陆远忠等, 地震预报的地震学方法, 地震出版社, 1985。
- [3] 冯先岳, 天山活断层, 中国地震, Vol. 2, No. 1, 1936。

PRELIMINARY STUDY ON THE METHOD OF QUANTITATIVELY ANALYSING ACTIVE STRIPS OF SMALL EARTHQUAKES BEFORE STRONG EARTHQUAKES

Zhou Shiyong, Wang Haitao

(Seismological Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region)