

# 关于甘肃地区小震调制比异常区域面积选取问题的讨论

董积平

(国家地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

**摘要** 利用甘肃省地震台网 1988 年以来的地震目录, 对计算小震调制比的区域面积选取作了研究, 发现存在一个适用的最小面积, 其大小约为 6 个平方度.

**关键词:** 甘肃 小震调制比 异常区域面积

## 1 引言

文献 [1] 研究了调制小震法预报中强地震的问题. 调制小震法的基本内容是, 固体潮对一定区域的小震活动具有触发作用, 对此可以用该区域受固体潮作用期间发生的小震数  $m$  和小震总数  $N$  之比来衡量, 即

$$r_m = \frac{m}{N}$$

式中  $r_m$  称为小震调制比. 其中  $m$  取朔望日前后各 4 天共 8 天内发生的小震数,  $N$  取一个月内存发生的小震总数. 这样当  $r_m = m/N = 8/30 = 0.27$  时为正常值, 若偏离这个值时则为异常. 实际上  $r_m$  应在 0.27 附近有所起伏.

由于地壳是不均匀的, 不同区域在地质构造特点、介质性质、应力水平以及固体潮作用状况方面存在差异. 因此对固体潮的反应是不同的, 具体可以体现在固体潮对不同区域小震活动的触发作用上存在差异. 另外, 所选区域面积的大小对小震调制比的计算也有一定的影响. 本文将甘肃地区划分为 5 个区域, 分别计算各区域  $r_m$  时序曲线, 进而研究区域面积对  $r_m$  的影响.

## 2 区域划分及各区 $r_m$ 时序曲线的变化情况

本文利用甘肃省地震台网记录到的小震资料. 属于该地震台网的 30 几个地震台站布设在一个狭长的地带. 根据这个特点及台网监测能力, 将甘肃地区分为 5 个小区. 这 5 个小区分别是: 酒泉地区(北纬  $39^\circ \sim 40^\circ 30'$ , 东经  $94^\circ 40' \sim 99^\circ$ ); 民乐地区(北纬  $38^\circ \sim 39^\circ 30'$ , 东经  $99^\circ \sim 103^\circ$ ); 门源地区(北纬  $37^\circ \sim 39^\circ$ , 东经  $101^\circ \sim 103^\circ$ ); 天水地区(北纬  $33^\circ 30' \sim 35^\circ 30'$ , 东经  $104^\circ \sim 107^\circ$ ); 甘川交界地区(北纬  $32^\circ 30' \sim 34^\circ 20'$ , 东经  $103^\circ \sim 105^\circ$ ). 5 个小区的面积依次为, 酒泉地区:  $1.5 \times 4.33 = 6.5$  (平方度); 民乐地区:  $1.5 \times 4 = 6$  (平方度); 门源地区:  $2 \times 2 = 4$  (平方度); 天水地区:  $2 \times 3 = 6$  (平方度); 甘川交界地区:  $1.83 \times 2 = 3.7$  (平方度). 其中最大的区是酒泉地区, 最小的区是甘川交界地区, 民乐和天水地区的面积大小是相同的.

自 1988 年 1 月开始, 对这 5 个区逐月分别进行  $r_m$  的计算并依次绘成时序曲线, 见图 1 ~ 图 5. 从 5 个区的  $r_m$  时序曲线可以看出,  $r_m$  基本上在 0.27 上下起伏波动. 分别计算了 5 个区自 1988 年以来  $r_m$  的平均值, 结果是酒泉: 0.290; 民乐: 0.276; 门源: 0.300; 天水: 0.274; 甘川交界: 0.256.

我们发现这些平均值的大小与所选区域的面积大小有关. 用各区  $r_m$  的平均值除以各区的面积分别得到酒泉: 0.045; 民乐: 0.046; 门源: 0.075; 天水: 0.046; 甘川交界: 0.069. 其中有三个区的值很接近, 这三个区是酒泉、民乐和天水. 而门源和甘川交界地区的值却比前三个区大得多, 且相互也不一样, 与前三个区相比, 这两

个区的面积也偏小, 有可能这种结果正是由于所选区域面积过小引起的. 因此, 计算  $r_m$  时应对所选区域的面积有一个最小限定, 否则仅由于计算中出现的偏离涨落就足以抵消地震前兆异常的起伏.

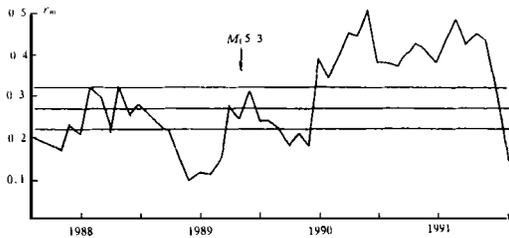


图1 酒泉地区  $r_m$  时序曲线

Fig. 1 Curve of  $r_m$  change with time in Jiuquan area.

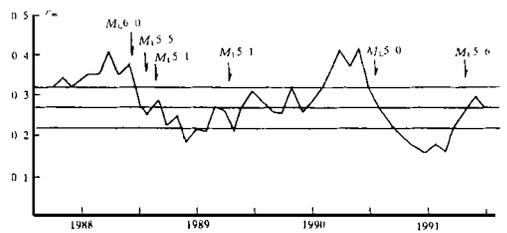


图2 民乐地区  $r_m$  时序曲线

Fig. 2 Curve of  $r_m$  change with time in Minle area.

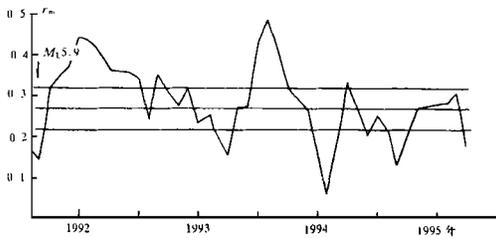


图3 门源地区  $r_m$  时序曲线

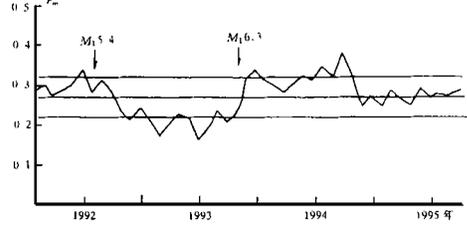


图4 天水地区  $r_m$  时序曲线

Fig. 4 Curve of  $r_m$  change with time in Tianshui area.

### 3 $r_m$ 异常与强震的对应关系

根据以上讨论, 我们对各区的  $r_m$  曲线变化与该区域内  $M_{1.5}$  以上强震(表 1)的对应关系做了研究. 讨论时将每个区强震发生的范围扩大 1 个平方度.

酒泉地区从 1988 年 1 月至 1995 年 2 月共发生 5 级以上地震两次, 一次发生在 1989 年 9 月, 另一次发生在 1992 年 1 月. 第一次地震前  $r_m$  无异常变化, 第二次地震前大约一年半时间里,  $r_m$  持续异常(图 1).

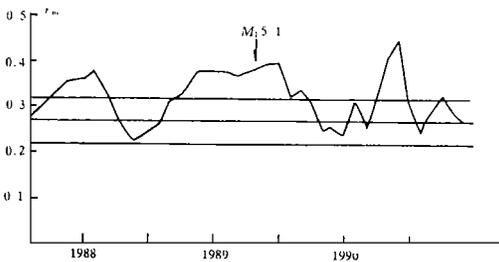


图3 门源地区  $r_m$  时序曲线

Fig. 3 Curve of  $r_m$  change with time in Menyuan area.

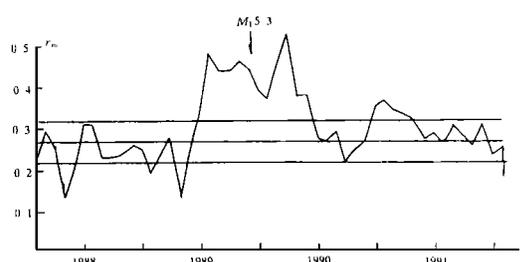
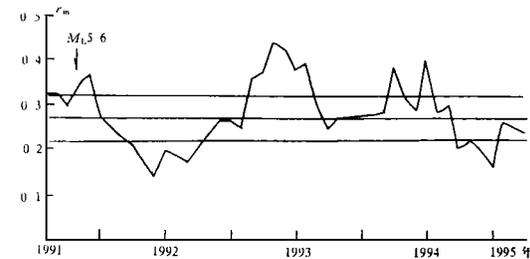


图4 天水地区  $r_m$  时序曲线

Fig. 4 Curve of  $r_m$  change with time in Tianshui area.



民乐地区从 1988 年 1 月至 1995 年 2 月共发生 5 级以上地震 8 次, 其中 1988 年 11 月至 12 月发生 3 次, 在这三次地震之前  $r_m$  出现 10 个月左右的持续异常. 1991 年 1 月 5.0 级地震前  $r_m$  出现 6 个月左右的持续异常. 另外 1992 年 6 月发生的 5.4 级地震前, 也有  $r_m$  异常出现, 但不太突出. 其余 3 次地震前  $r_m$  无异常出现(图 2).

天水地区从 1988 年 1 月至 1995 年 2 月发生 5 级以上地震一次, 发生时间是 1989 年 8 月, 在地震前后  $r_m$

出现 12 个月的异常(图 4).

门源地区从 1988 年 1 月至 1995 年 2 月共发生 5 级以上地震两次, 一次发生在 1989 年 9 月, 在其前后一年时间里  $r_m$  出现持续异常; 另一次发生在 1991 年 10 月, 由于资料不全, 很难讨论其与异常的对应关系. 该地区  $r_m$  出现 6 次突出的异常, 与地震对应较好的只有一次. 该区  $r_m$  起伏涨落较大, 可能与其面积选择太小有关(图 3).

甘川交界地区从 1988 年 1 月至 1995 年 2 月未发生 5 级以上地震, 但在 1990 年 6 月至 1991 年期间,  $r_m$  出现大约一年左右的异常(图 5).

门源和甘川交界地区的地震样本少,  $r_m$  曲线呈现较杂乱的起伏涨落, 异常无规律, 这可能与两个区域的面积较小有关.

#### 4 结论与讨论

根据上述研究可以看出, 民乐、天水及酒泉地区的  $r_m$  平均值较为接近 0.27, 这三个地区的区域面积大于或等于 6 个平方度, 而且它们的  $r_m$  异常与地震的对应关系较好, 因此, 对于甘肃地区在计算小震调制比  $r_m$  时, 选取的空间区域面积似应在 6 平方度左右较为合适. 面积选得过大, 则计算出的  $r_m$  对于研究异常起伏规律的实

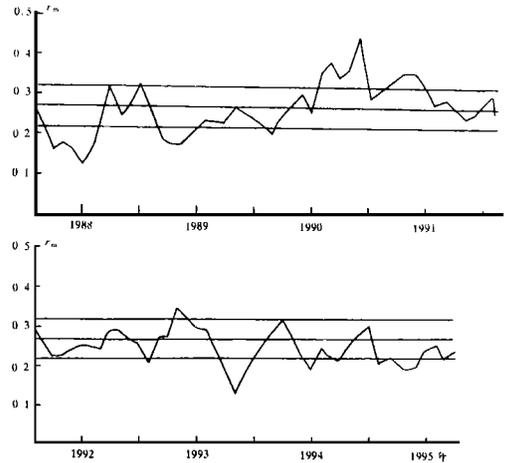


图 5 甘川交界地区  $r_m$  时序曲线

Fig. 5 Curve of  $r_m$  change with time in boundary of Gansu Province and Sichuan Province.

表 1 1988 年~1995 年酒泉等 4 个区域 5 级以上地震参数

区域	时 间	纬度	经度	深度(km)	震级( $M_L$ )	震中位置
酒泉	1989-09-21 00 h 21 min 58 s	39°07'	97°10'	24	5.3	疏勒山
	1992-01-12 08 h 12 min 27 s	39°45'	98°19'	20	5.9	嘉峪关
天水	1989-11-02 15 h 22 min 40 s	35°58'	106°17'	27	5.3	固原
门源	1989-09-04 06 h 03 min 57 s	39°30'	102°46'		5.1	努尔盖
	1991-10-01 00 h 33 min 06 s	37°47'	101°22'	0	5.6	门源
民乐	1988-11-22 01 h 46 min 01 s	38°35'	99°32'	0	6.0	肃南
	1988-12-04 10 h 58 min 16 s	38°34'	99°31'	0	5.5	肃南
	1988-12-26 15 h 46 min 01 s	39°05'	100°02'	16	5.1	张掖
	1989-09-04 06 h 03 min 51 s	39°30'	102°46'		5.1	努尔盖
	1991-01-02 10 h 58 min 48 s	38°09'	99°50'	3	5.0	祁连
	1991-10-01 00 h 33 min 06 s	37°47'	101°22'	0	5.6	皇城
	1992-06-21 19 h 19 min 40 s	38°33'	99°37'	0	5.4	肃南
	1993-10-26 19 h 38 min 21 s	38°28'	98°37'	0	6.3	肃南

用意义越小; 反之, 面积过小, 则由于随机涨落所引起的非异常起伏会“淹没”曲线的异常而使工作失去意义. 本文的结论不仅对小震调制比方法在技术上的实施有意义, 而且对其它统计预报方法的研究也有借鉴作用.

(下转 100 页)

## A TEXTUAL RESEARCH ON THE LONGXI COUNTY EARTHQUAKE, A. D. 138

LEI Cunshan WU Borong

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000*)

WANG Zengjia

(*Lanzhou Seismic Museum, Lanzhou 730070*)

WU Yuxia LEI Zhongsheng

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000*)

### Abstract

A strong earthquake with magnitude of  $6\frac{3}{4}$  occurred in Longxi county on March 1, A. D. 138, which was the first one recorded by the Zhang Heng seismoscope. The event is made a textual research analysing historical data. The result shows that epicentre of the event with intensity of 9 degrees is between Minhe county of Qinghai Province and Lintao county of Gansu Province, and its geographical location is  $35.9^{\circ}$  north latitude and  $103.3^{\circ}$  east longitude. Regional tectonic background of the event is studied also.

**Key words:** Gansu, Historical earthquake, Textual research of earthquake

(上接 96 页)

### 参考文献

- 1 秦保燕, 等. 由调制小震法初探中强地震时空强预报. 地壳形变与地震, 1986, 6(4): 293 ~ 304.

## DISCUSSION ON CHOICE OF THE AREA OF REGION FOR CALCULATING MODULATED SMALL EARTHQUAKE RATIO IN GANSU

DONG Jiping

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000*)

### Abstract

It is studied that size of the area of region for calculating modulated small earthquake ratio using earthquake catalogue recorded by Gansu seismic network since 1988. Modulated small earthquake ratio is calculated respectively in five regions chosen in Gansu Province and its vicinity. Results show that an applicable minimum area is 6 square degree.

**Key words:** Gansu, Modulated small earthquake ratio, Area of anomaly region