

# 应变异常分析与临震预报探讨

许风柱, 胡 琼

(新疆地震局库尔勒地震台, 新疆 库尔勒 841000)

**摘要:**就库尔勒台用高精度 RZB-1 型宽频带数字应变仪先后在 500 km 范围内记录到的几次较典型的  $M_s5.5$  左右地震的前兆异常作了初步分析与探讨. 结果发现, 震前测值曲线异常形态虽说各有所不同, 但却有一些共同的特征: 固体潮畸变, 应变速率加快, 易出现临震突跳, 应变阶跃等. 根据这些特征, 我们对 1993 年 2 月 3 日和静  $M_s5.7$  地震、1993 年 10 月 2 日若羌  $M_s6.6$  地震和 1996 年 1 月 9 日沙湾南  $M_s5.4$  地震作了不同程度的预报.

**关键词:**应变; 异常分析; 临震预报; 库尔勒

**中图分类号:** P315.72<sup>+</sup>7; P315.75      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-0844(2000)02-0139-04

## 0 前言

RZB-1 型钻孔应变仪是一种测量频带较宽的高精度地震前兆仪, 该仪器自 1991 年正式在库尔勒台记录以来, 资料连续可靠, 并先后记录到库尔勒 500 km 范围内的几个较典型的  $M_s5.5$  左右地震的前兆异常. 震前, 我们根据这些异常对地震作出了不同程度的预报. 本文就这几个地震作些初步的分析与探讨.

## 1 台站概况

钻孔应变观测台位于库尔勒市北约 8 km 的铁门关( $86^{\circ}11'25.43''E$ ,  $41^{\circ}48'49.40''N$ ), 高程 1 070 m. 钻孔深度为 104.59 m, 台区大面积基岩出露, 岩性为前震旦系片麻花岗岩. 北轮台-兴地断裂和铁门关大断裂分别在钻孔南北两侧约 2 km 处穿过. 4 道互成  $45^{\circ}$  夹角的 RZB-1 型传感器装于井下 104.59 m 深处, 采用 RDJ 数据采集器自动记录. 仪器灵敏度优于  $1 \times 10^{-8}$ , 日漂移量: NE、NS 道不大于  $1.5 \times 10^{-8}$ , EW、NW 道不大于  $3.5 \times 10^{-8}$ . 在地下室进行日常观测, 年室温差不大于  $12^{\circ}C$ , 湿度不大于 85%. 几年来, 观测资料的连续率达 98% 以上.

## 2 典型震例

本文选取了库尔勒台 500 km 范围内的几个  $M_s5.5$  左右地震作为震例.

**震例 1:** 1993 年 2 月 3 日在距库尔勒 54 km 处发生了和静  $M_s5.7$  地震. 在此地震前发生过 1992 年 11 月 28 日的吐鲁番南  $M_s5.3$  地震(距库尔勒台 235 km)和 1993 年 1 月 16 日阳霞  $M_s4.8$  地震( $\Delta=153$  km). 这几个地震前钻孔应变仪的  $N45^{\circ}W$  道都非常清楚地记录到它

们的叠加异常变化(图1).由N45°W道的日均值和速率曲线图可看出:1992年6月30日前日应变量变化不大于 $-3.5 \times 10^{-8}$ 个应变变量.随着时间的推移,应变速率逐步加快,截至11月12日在134 d间共累积变化了 $-1.76 \times 10^{-5}$ 个应变变量,1992年11月13日出现张性突跳,在回升相对稳定时发生了1992年11月28日吐鲁番南  $M_S5.3$  地震,震后测值又继续下降,并在下降中又发生了1993年1月16日的阳霞  $M_S4.8$  地震.到1993年1月22日,应变累积量达 $-2.9 \times 10^{-5}$ .1月23日该道两次出现张性突跳,仅2 d内就回升了  $3.66 \times 10^{-6}$ 个应变变量之后,测值又以更快的速度下降,到2月1日和2日,日变速率猛增到 $-1.03 \times 10^{-6}$ 和 $-1.12 \times 10^{-6}$ .2月3日就发生了和静  $M_S5.7$  地震.该地震的最大压应变量为 $-3.465 \times 10^{-5}$ ,发震当天的最大压应变量为 $-3.255 \times 10^{-5}$ ,从1月23日突跳到发震共经历了11 d.这3个地震有以下几个共同特征:① 发震前应变测值都出现突跳,吐鲁番地震前15 d出现突跳,阳霞地震前19 d出现突跳,和静地震前11 d出现突跳;② 临震前出现应变阶跃,其出现时间因震中距不同而不等,吐鲁番地震应变阶跃出现在临震前32 h,阳霞地震在临震前27 h,而和静地震在震前36 h;③ 震级和震中距不同,因而出现的应变阶跃幅度也不同,吐鲁番地震最大阶跃幅度为7.0 mm(相当于32个应变变量),阳霞地震为2.0 mm(相当于9个应变变量),而和静地震为9.0 mm(相当于42个应变变量).

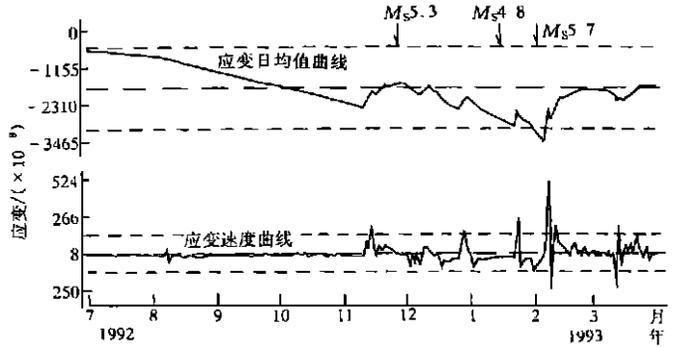


图1 和静  $M_S5.7$  地震前应变仪 N45°W 向应变日均值和速率曲线  
Fig. 1 Daily mean value curve and rate curve of strain in N45°W direction before the Hejing  $M_S5.7$  earthquake.

震例2: 1993年10月2日在距库尔勒410 km的若羌发生了  $M_S6.6$  地震.从图2中可清楚地看出,1993年2月测值变化较小,但在2月底出现  $8.0 \times 10^{-7}$ 的跳动后,测值由上升转为逐渐下降.日变速率加快,应变累积量逐步增大.7月中旬出现张性跳动,其最大的日回升量为  $1.16 \times 10^{-6}$ ,突跳后测值继续下降.到8月12日测值达到最低点( $-5.8 \times 10^{-6}$ 应变变量)之后快速回升,最大日回升量为  $1.6 \times 10^{-6}$ ,日变速率超过2倍均方差.从8月12日张性突跳到10月2日发生  $M_S6.6$  若羌地震共经历了51 d时间,回升量级为  $7.6 \times 10^{-6}$ .这次地震在测值异常期间固体潮形态虽然也出现不同程度的畸变,但没有出现前3个地震那样的震前应变阶跃.

震例3: 1996年1月9日沙湾南  $M_S5.4$  地震.此震距台站250 km,从图3中我们可非常清楚地看到,N45°E道的日均值曲线和日变速率变化同前几个地震的震前异常有着明显的不同,它没有明显的短临异常显示.1995年12月12日前,测值日变化量不大于5.0,12月13日突然出现一压性突跳,日变量为 $-6.26 \times 10^{-6}$ ,到12月30日测值下降到最低点( $3.844 \times 10^{-5}$ ).并在测值稳定的第10天,即1996年1月9日发生了沙湾南  $M_S5.4$  地震.我们对该震也作了较成功的预报,三要素基本正确,得到新疆地震局的认可.

### 3 异常特征

通过对以上几个地震的分析我们发现:钻孔应变仪对震前地下应力场异常变化反应较好.

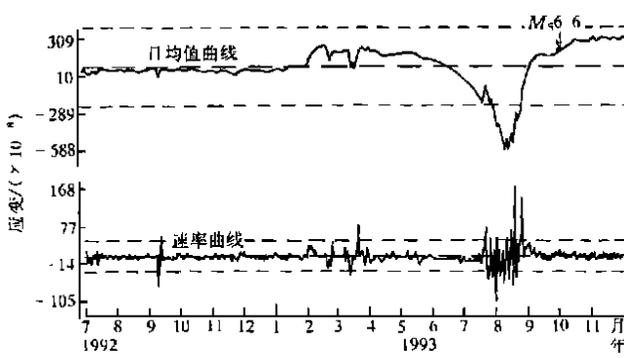


图 2 若羌  $M_S6.6$  地震前  $N45^\circ E$  道应变日均值曲线和速率曲线

Fig. 2 Daily mean value curve and rate curve of strain in  $N45^\circ E$  direction before the Ruoqiang  $M_S6.6$  earthquake.

虽说其异常形态具有多样性,但也具有相似性.

### 3.1 短临异常

短临异常时间一般都小于 3 个月。如: 1993 年 2 月 3 日和静  $M_S5.7$  地震, 震前 81 d  $N45^\circ W$  道测值出现  $7.0 \times 10^{-6}$  的跳动, 明显的异常从此开始加大; 1993 年 10 月 2 日若羌  $M_S6.6$  地震, 在地震前 72 d,  $N45^\circ E$  道测值日变速率出现异常变化, 最大日变幅度为  $2.76 \times 10^{-6}$ ; 1996 年 1 月 9 日沙湾南  $M_S5.4$  地震, 震前 28 d 测值日变速率也出现异常变化, 最大日变化量为  $6.26 \times 10^{-6}$ 。在短临异常期间, 测值曲线打破正常变化规律; 固体潮出现畸变; 测值及其日变速率日趋加大加快。对于  $M_S \geq 5.0$  地震, 异常量级一般为  $10^{-6} \sim 10^{-4}$ 。

### 3.2 临震异常

临震异常时间一般不大于 1 个月, 这期间固体潮完全消失, 测值极易出现突跳, 应变速率超过 2 倍均方差。对于  $M_S \geq 5.0$  地震, 日变化量大于  $1.0 \times 10^{-6}$ 。临震突跳后 20 d 左右发震的可能性较大。如: 1993 年 2 月 3 日和静地震, 在突跳后 11 d 发震; 1992 年 11 月 28 日吐鲁番地震, 突跳后 15 d 发震; 1996 年 1 月 9 日沙湾南地震, 突跳后 28 d 发震。

### 3.3 临震应变阶跃

发震前一般都会出现临震应变阶跃。应变阶跃一般出现在震前数小时到数十小时之间, 出现时间和阶跃幅度视震中距和震级的不同而有所不同。本文所述几个地震的异常参数及应变阶跃参数等详见表 1。

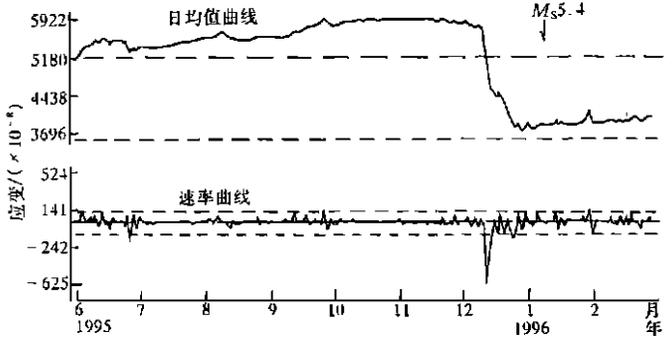


图 3 沙湾南  $M_S5.4$  地震前  $N45^\circ E$  道应变日均值曲线和速率曲线

Fig. 3 Daily mean value curve and rate curve of strain in  $N45^\circ E$  direction before the south Shawan  $M_S5.4$  earthquake.

表 1 地震异常参数及预报情况

发震时间	地点	震级 $M_S$	震中距 $\Delta/km$	反映测道	短期异常 /d	临震异常 /d	最大日应变量 $(\times 10^{-8})$	地震应变阶跃情况			预报情况
								震前时间 t/h	震前幅度 /mm	同震幅度 /mm	
1991-12-18	乌苏南	4.8	335	—	—	—	—	3.5	1.2	2.0	—
1991-12-18	库尔勒东	4.0	153	NS、NW	—	12	20	0.5	2.0	1.5	—
1992-11-28	吐鲁番南	5.3	235	$N45^\circ W$	48	15	201	32.0	7.0	—	电话报局
1993-01-10	阳霞	4.8	154	$N45^\circ W$	65	19	146	27.0	2.0	—	电话报局
1993-02-03	和静	5.8	54	$N45^\circ W$	81	11	255	3.6	9.0	33.0	短期预报
1993-10-02	若羌	6.6	410	$N45^\circ E$	72	51	-92	—	—	—	预报意见
1996-01-09	沙湾南	5.4	250	$N45^\circ E$	28	10	-626	仪器漏电无法辨认			短期预报

我们曾根据对当时测值异常变化情况的认真分析,分别对前述几个地震作出了不同程度的预报;我们对和静地震和沙湾南地震均填写了短临预报卡片,震后经核对,三要素基本正确;对若羌地震写出了具体预报意见,在吐鲁番和阳霞地震前及时用电话将测值异常情况 & 预报意见报新疆地震局科监处和应力主管人员,从而引起高度注意.

## 4 结语

几年来,我们虽然利用临震异常时间和异常量级并结合异常期间的一些特征较准确地作了一些预报,但我们也碰到过有异常而无地震的情况.例如 1996 年下半年测值异常幅度很大,而库尔勒 500 km 范围内都无  $M_S5.0$  左右地震发生,这类问题还有待我们今后在工作中不断总结与探索.

### [参考文献]

- [1] 蒋靖祥. 新疆钻孔应变异常特征与地震三要素关系研究[J]. 内陆地震, 1995, 9(2): 118~125.

## ANALYSIS ON STRAIN ANOMALY AND DISCUSSION ON IMPENDING EARTHQUAKE PREDICTION

XU Feng-zhu, HU Qiong

(*Earthquake Station of Korla, Seismological Bureau of Xinjiang  
Uygur Autonomous Region, Korla 841000, China*)

**Abstract:** Primary analysis and discussion on some typical earthquake precursor anomalies which appear in the range of 500 km are done according to the data recorded by the RZb-1 type digital strain gauge with high precision and broad channel. The results show that though there are some differences on the observed curve anomaly forms before the earthquake, there also exist some same characteristics such as solid tide distortion, strain rate increase, impending earthquake abrupt anomaly, strain step, etc. According to these characteristics, authors predicted the earthquakes, for example, the Hejing  $M_S5.7$  earthquake on Feb. 3, 1993, the Ruoqiang  $M_S6.6$  earthquake on Oct. 2, 1993 and the south Shawan  $M_S5.4$  earthquake on Jan. 9, 1996.

**Key words:** Strain; Anomaly analysis; Impending earthquake prediction; Korla