

# 康定台水平摆倾斜仪对几次中强地震 的短临异常反映

郭铭奎

(四川康定地震台)

## 摘 要

康定地震台位于四川鲜水河、龙门山、安宁河交汇处附近,金属水平摆倾斜仪投入观测的十几年间,对台址周围200公里范围内 $M_s$ 大于5.5级和300公里范围内 $M_s$ 大于6.0级的地震均有不同程度的反映,特别是对鲜水河断裂带上的几次中强地震反映较好,似乎可认为该台属地震地倾斜前兆观测的“敏感点”。目前,该台的地倾斜观测是监视四川地区地震活动的重要手段之一。

## 一、前 言

金属水平摆倾斜仪是观测地壳形变的一种高灵敏度仪器。除可能记录到震前地壳构造运动方面的倾变外,同时还记录到气温、气压、降雨、振动等诸因素引起的变化。因此,如何识别真正异常,并从中获取震兆信息,乃是该手段监测地震的关键。本文介绍几次地震前,康定台倾斜仪显示的短临异常情况。

## 二、地质构造及仪器概况

### 1. 台址所处地质构造

康定地区地质构造复杂,深大断裂发育。鲜水河断裂带由北西方向经甘孜、炉霍、道孚、乾宁至康定,然后向南偏转经泸定,在石棉安顺场附近与南北走向的安宁河断裂相接。另一条断裂——北东向的龙门山构造带,经宝兴、天全于泸定、康定、石棉与上述两条断裂交汇。康定台正处在这三大断裂交汇的“三叉口”附近,对前兆观测来说是十分有利的。

除上述三大断裂外,康定附近尚有受鲜水河构造运动制约的弧型构造——木居断裂(北起乾宁、塔公间,南至九龙县附近);有南北向的王母——榆林宫断裂;甚至可能存在近东西向的隐伏断裂(图1)。

### 2. 台址和仪器工作状态

康定台位于县城北郊， $\phi_N = 30^{\circ}03'31''$ ， $\lambda_E = 101^{\circ}58'06''$ 。台基为奥陶纪含磷白云质灰岩，较完整，节理、节面不发育。仪器置于山洞内，洞底海拔高度2540米。附近无大的厂矿、采石场等干扰源，离雅拉河约100米，离折多河约600米，离川藏公路干线1公里多。主要干扰是降雨（因灰岩渗水性很强），其次是河流水位和流量，两条河交汇后最大流量为186米<sup>3</sup>/秒，水位变化不超过1米。

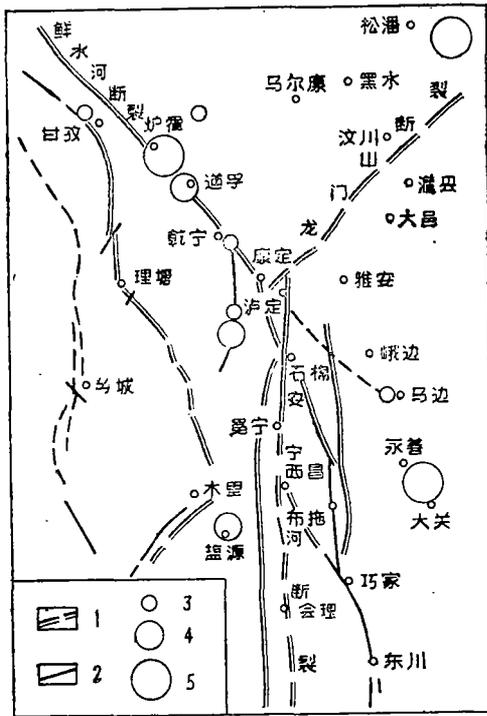


图1 康定附近的地质构造及震中分布

- 1. 新生代以来活动显著的断裂带
- 2. 主要断裂带
- 3.  $M = 5.1 - 6.0$
- 4.  $M = 6.1 - 7.0$
- 5.  $M = 7.1 - 8.0$

Fig. 1 The epicenters and the geological structure near Kangding.

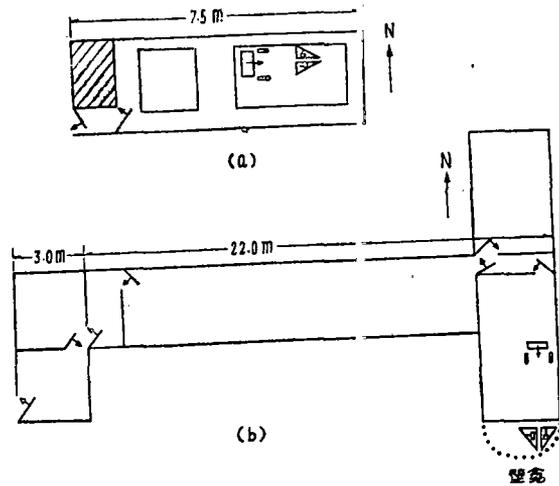


图2 山洞平面及仪器布置略图

- (a) 1970年8月至1978年4月
- (b) 1980年1月以后

Fig. 2 The cave plane and the instrument arrangement.

金属水平摆倾斜仪于1970年3月安装，于1978年4月停记，扩建山洞，1980年元月恢复记录。扩建山洞前，洞深7.5米，仪器本体置于混凝土墩上，顶覆盖和侧覆盖均为40米。扩建山洞后，洞深增至22米，顶覆盖和侧覆盖均为60米，呈T字形，仪器置于人工开凿的壁龛内，洞口有一小房，设有五道密封门，以保温并尽量减小气流对仪器的影响。改建前保温性能较差，洞内日温差0.3—0.5℃，年温差5.0℃—7.0℃；改建后保温性能好，洞内日温差减至0.2℃，年温差小于2℃。山顶有杂草、灌木等植被。山洞及仪器布置情况见图2，有关参数详见表1。

表1

观测时间	山洞进深	覆盖厚度	洞顶植被	洞内日温差 ( $^{\circ}\text{C}$ )	洞内年温差 ( $^{\circ}\text{C}$ )	光杠杆A (米)	自振周期T (秒)	格值 $\eta$	主要干扰源	仪器位置
70年8月至78年 月4	7.5米	40米	杂草灌木	0.3—0.5	5—7	1.00	18	0.0183	折多河	水泥墩
80年1月至83年 7月	22.0米	60米	同上	0.2—0.3	2—8	1.00	20	0.0151	同上	壁龛
83年8月至今	同上	同上	同上	低于0.2	低于0.2	2.67	20	0.00568	同上	同上

### 三、资料的选取及处理方法

建台以来，台站附近200公里范围内大于5.5级和300公里范围内大于6.0级的地震共发生7次，选取这几次地震前1—2月的倾斜资料日均值、零时值、整点值作常规分析处理，并用分量图法、矢量图法、差分法、回归分析法和形态法等方法来分析讨论震前的短临异常。回归分析和差分法取三倍中误差为噪声限，超限者视为异常。

### 四、几次中强地震前的短临异常现象

#### 1. 1971年8月17日马边5.9级地震

震中距220公里，震中在倾斜台的东南方向，N—S分量倾斜变化见图3，震前两天异常量达0.5角秒。矢量图上也出现异常，两向相关的回归分析也有异常显示。

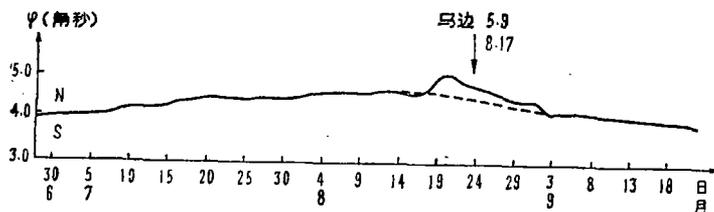


图3 马边5.9级地震时倾斜日均值分量(EW分量从略)

Fig. 3 The daily mean component of the inclination during the Mabian earthquake (M=5.9).

#### 2. 1972年9月27日康定塔公5.8级地震

震中距45公里，震中在倾斜台北西方向，位于鲜水河断裂带上，震前倾斜矢量图上打了三次结，并于临震前几小时矢量方向发生突变(见图4)。日均值二阶差分在震前多次超限(见图5)。

#### 3. 1973年2月6日炉霍7.9级地震

震中在西北方向，离台210公里，位于鲜水河构造带上，震前倾斜分量图出现三次明显异常(见图6)，矢量图三次打结(图7)，日变形态、两向相关回归分析后的余差等都有异常显示。

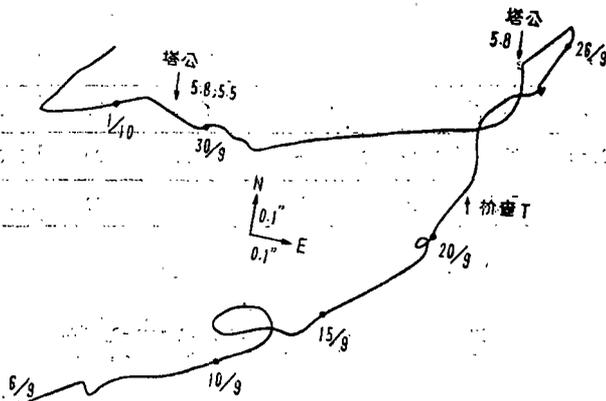


图4 塔公5.6级地震前后的倾斜矢量图

Fig. 4 The inclination vector before and after the Tagong earthquake (M=5.8).

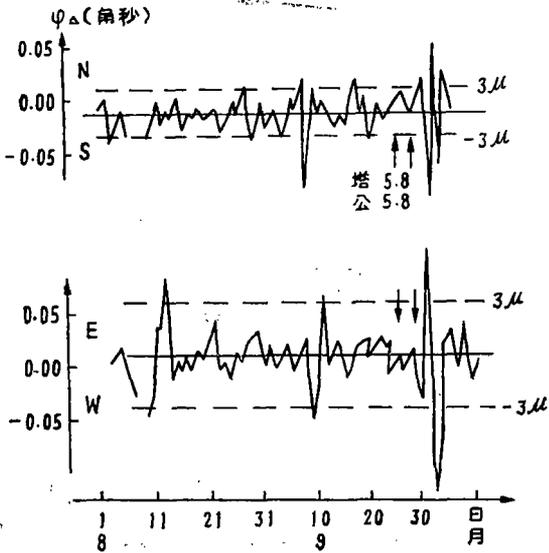


图5 日均值二阶差分图

Fig. 5 The second order difference of daily mean value

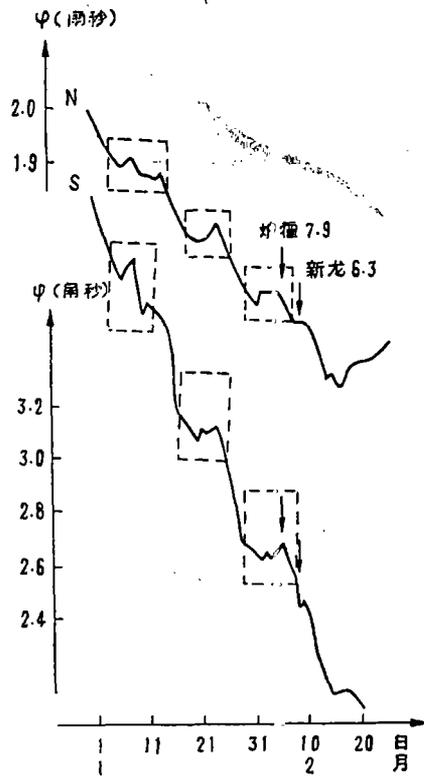


图6 炉霍7.9级地震前倾量异常变化图

Fig. 6 The variation of inclination amount before the Luhuo earthquake (M=7.9).

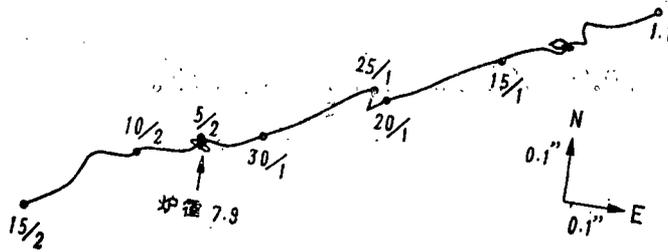


图7 零时值矢量图对炉霍7.9级地震的反映

Fig. 7 The mirror of zero value to the Luhuo earthquake (M=7.9).

4.1976年8月16日松潘7.2级地震

松潘地震前一个月，康定台倾斜日均值出现异常，从矢量图（图8）可以看出，异常持续时间长达一个月左右，异常量达0.1。

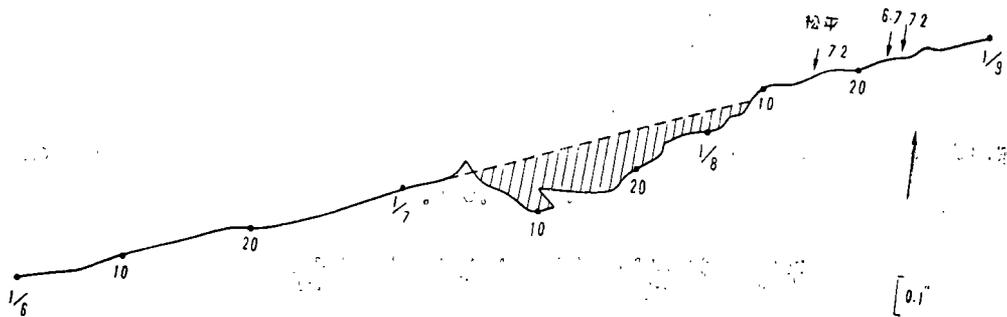


图8 日均值矢量对松潘7.2级地震的反映

Fig. 8 The mirror of daily mean value vector to the Songpan earthquake (M=7.2).

5.1976年11月7日盐源6.7级地震

震中在倾斜台西南方向，震中距280公里，震前EW分量有异常，震前17天异常量达1.0角秒，于震后13天恢复正常。一阶差分曲线在10月20日—22日超限（图9）。

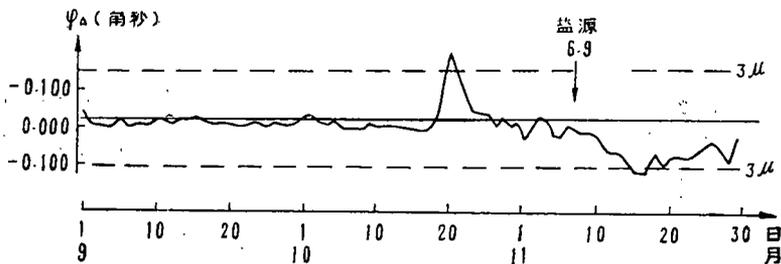


图9 一阶差分曲线对盐源6.7级地震的反映

Fig. 9 The reflection of the first order difference to the Yanyuan earthquake (M=6.7).

6.1981年1月24日道孚6.9级地震

这次地震发生在鲜水河构造带上，震中距135公里，震前两天原始记录图纸上出现明显异常，打破震前潮汐记录规律，日变形态于震前两天出现畸形，倾斜量为正常量的5—7倍。

## 7.1982年6月16日甘孜6.0级地震

甘孜地震发生在鲜水河构造与其得卡断裂之间,离台280公里,日变形态在震前两天出现大幅度异常,並留下0.2—0.3角秒的永久性形变(图10)。

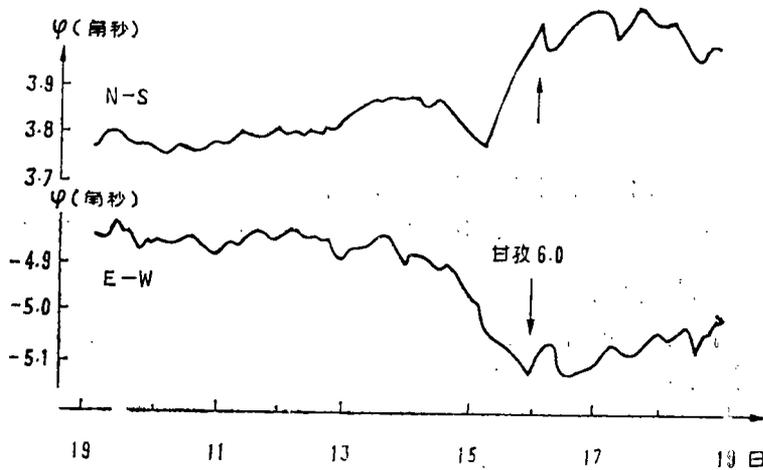


图10 甘孜6.0级地震日变形态异常

Fig.10 The form anomalies of daily course during the Ganzi earthquake (M=6.0).

## 五、历次地震异常的可靠性分析

康定春季多雨,干旱季节很少有雨。河流流量随雨水的多少而变化。故此,1973年2月6日炉霍7.9级地震、1975年1月15日康定6.2级地震、1976年11月7日盐源6.7地震和1981年1月24日6.9级地震异常都是可信的,这四次地震除无降雨、水位变化干扰外,人为干扰原因也可排除。1982年6月16日甘孜6.0级地震,震前雨量较大;水位变化对其也有影响,加上调节仪器带来的人为影响,故可信度较差。如果说也对应地震的话,那么震前的异常包含有一定的干扰。1971年8月17日马边5.9级地震、1972年9月27日康定塔公地震前的异常,水位及降雨都有一定的影响,但并不严重,且无人为干扰,因此,认为异常的出现还是可信的。

1976年8月16日的松潘地震,看起来是有异常的,但是与降水量一对照,就可予以否定。因为7月2日至6日康定降雨70多毫米,而异常正好就在这几天,以后再不见异常现象,故此可以认为,这次地震前异常纯属降雨干扰造成的。

## 六、讨 论

通过对历次地震及干扰因素的分析,不难看出:康定地震台金属水平摆倾斜仪对300公里范围内的6.0级以上地震反映较好,我们还对离台100至200公里范围内的4.0级以上地震作了分析,也发现震前有一定的异常显示。其特征可归纳为以下几点:

1.震前数日出现倾斜矢量打结、转向,打破了年变规律,打结的次数和异常的时间长短与地震的震级成正比。

2. 临震前一至两天日变形态畸形。
3. 震前数小时突变(如转向、倾量增大)。
4. 震后数日恢复正常。

康定台地倾斜观测对鲜水河构造带上和马边、永善东南方向的地震反映较为显著,对前者敏感主要是台址在其构造带上,而马边永善地区是否有隐伏断裂与鲜水河断裂相接,有待深部资料证实。

康定台是不是真正的“敏感点”,有待进一步验证,而“敏感”的成因是我们应该进一步深入研究的课题。

(本文1984年11月2日收到)

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 林纪曾, 观测数据的数学处理, 地震出版社, 1981.
- [ 2 ] 马桂芳, 强震前地倾斜临震信息的初步探讨, 地壳形变与地震, № 1, 1983.
- [ 3 ] 冯锐, 地倾斜与地震, 地震出版社, 1978.
- [ 4 ] 李祥根, 四川康定折多塘地震震中区地震地质调查, 川滇强震区地震地质调查汇编, 地震出版社, 1979.

## THE RESPONSE OF THE HORIZONTAL PENDULUM TILTMETER IN KANGDING STATION TO THE SHORT AND IMMINENT-TERM ANOMALIES FOR A FEW MODERATE EARTHQUAKES

Guo Mingkui

(*The Kangding Seismographic Station, Sichuan Province*)

### Abstract

The Kangding seismographic station is very close to the juncture of the three main fracture zones, named Xianshuihe River, Longmenshan Mountains and Anninghe River. In the past decade years, the metal horizontal pendulum clinometer has, to varying degrees, mirrored the earthquakes of  $M=5.5$  within 200 km and of  $M=6.0$  within 300 km, specializing in a few moderate strong quakes in Xianshuihe fracture zone. It seems that the station happens to be the sensitive spot for the precursors of inclination to be observed. At present, it is one of the most important measures to observe the inclination in Kangding seismographic station so as to monitor the seismicity in Sichuan Province.