

震前地倾斜跃变异常初探

藏希明 刘金勇 杨俊峰

(青海省地震局)

摘 要

本文对临震前地倾斜跃变异常的基本记录特点、跃变达到峰值后发震时间关系及跃变矢量与发震方位的关系等作了初步探讨。得到了以下三点认识:

- (1) 地倾斜跃变异常从出现到峰值这段时间的两倍加一个常数便是未来地震的发震时间。
- (2) 地倾斜跃变的矢量方位多指向或背向震中。
- (3) 地倾斜跃变异常持续时间越长, 幅度越大, 一般发震的震级就越大。

人们在地震预报探索中发现震前地倾斜出现“突变”现象[1][2], 并把这种现象作为地震发生前的临震信息运用于地震预报工作。

为探讨地倾斜跃变异常与地震发生的内在联系及其形成机制, 我们选择了青海境内八个有代表性而且是比较可靠的跃变异常图, 并结合其它的震例分析得到一些初步认识, 供研究、讨论。

一、地倾斜观测基本情况

我们使用了青海省门源、德令哈、香日德三个倾斜台的资料。这三个台在青海的位置及与构造的关系如图1所示。其观测条件、环境、使用仪器等基本情况见表1。

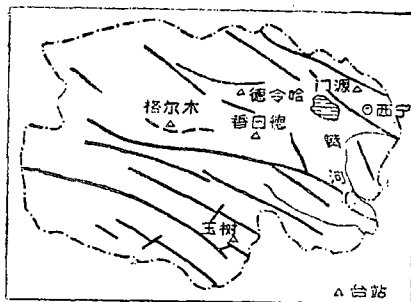


图1 青海省倾斜台站分布图

Fig. 1 Distribution of tiltstations in Qinghai province.

表 1

台名	仪器	开始观测时间	仪器格值 η	洞室情况	正常记录形态	所处大地构造位置
门源	金属摆倾斜仪	1981.6	NS、EW 1.2×10^{-2} ,,/mm	山洞基岩为砂岩,山洞进深24米,复盖及围岩厚度大于24米,洞室湿度在80—90%范围内,日温差不大于0.1℃ 年温差2.5℃左右	仪器工作较稳定,观测资料比较可靠,正常,日变记录形态是一条变化十分平缓的波状曲线	该台地处祁吕构造系大坂山断裂所夹持的山间槽地内
香日德	金属摆倾斜仪	1980初	NS 1.52×10^{-2} ,,/mm EW 1.38×10^{-2} ,,/mm	山洞基岩为石灰岩,山洞进深17米,复盖及围岩厚度16米,洞室湿度80%左右,日温差小于0.5℃,年温差最大达6.5℃	仪器工作较稳定,观测资料基本可靠,正常日变记录形态是一条较规则的正弦波状曲线	该台地处昆仑纬向构造北界,柴达木盆地东南缘,布尔汉布达褶断系的香日德断裂边缘
德令哈	金属摆倾斜仪	1981底	NS、EW 2.7×10^{-2} ,,/mm	地表观测室,室内日温差最大3℃,年温差最大15℃	仪器工作稳定性差,主要受气温变化影响,观测资料精度低,日变记录形态近似一条斜直线	该台地处柴达木断陷盆地东北缘宗务隆断裂南缘

二、震前倾斜跃变异常的基本特点

1. 记录形态特点

(1) 震前跃变记录形态是在比较平缓的背景上出现“跃变”。即倾斜速率突然加大,脱离正常变化轨道,出现跃变形态。

(2) 震前倾斜跃变无周期性变化。

以上两点在实际观测记录图上很清楚。图2是门源台的记录曲线。由图中可以明显看出曲线呈上凸形态。香日德台的记录曲线呈下凹形态(图3)。图4是门源台、德令

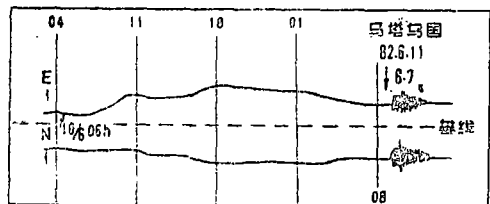
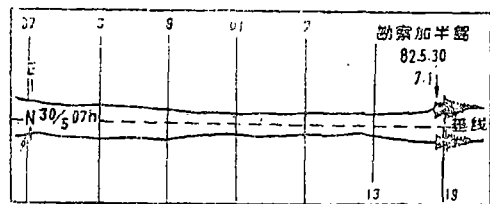
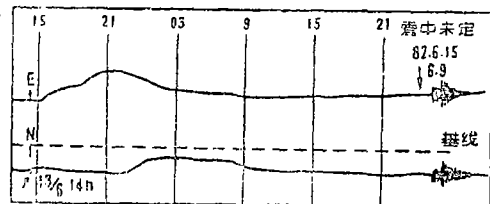


图 2

a. 门源台1982年6月13日—15日倾斜跃变异常图 b. 门源台1982年6月10日—11日倾斜跃变异常图 c. 门源台1982年5月30日—31日倾斜跃变异常图

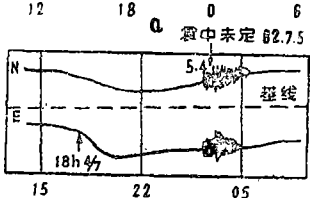
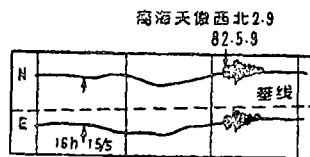


图 3

a. 香日德台1982年5月15日12时—16日6时倾斜跃变异常图 b. 香日德台1982年7月4日14时—7月5日09时倾斜跃变异常图

哈台记录曲线，曲线呈缩颈形态。

2. 震前倾斜跃变的其它一些特点

(1) 震前跃变异常持续的时间为几小时至几十小时。在我们所分析的例子中，跃变异常从出现到发生地震这个过程最长时间为35小时，最短时间为8小时。跃变异常从开始到极大值时间一般最长为12小时，最短为3小时。震前跃变异常持续时间和达到极大值的时间见表2。

(2) 震前倾斜跃变异常出现，一般在震前数小时到几小时。近震的平均跃变出现时间在震前15小时左右。远震的平均跃变出现时间在震前25小时左右。

如1982年5月16日青海天峻西北2.9级地震，倾斜跃变异常出现在震前8小时，6月22日印度尼西亚班达海6.9级远震倾斜跃变异常出现在震前18小时。

(3) 跃变异常信息的传播视速度

倾斜跃变异常信息的平均传播(或迁移)视速度为：远震230公里/小时，近震27公里/小时。如1982年5月16日天峻西北2.9级地震震中距记录台191公里。震前，出现跃变异常到发震持续时间为8小时，求得视速度为23公里/小时。1982年5月31日堪察加半岛发生7.1级地震，震中距记录台5千多公里，震前出现跃变异常到发震持续时间为35小时，求得视速度为143公里/小时。

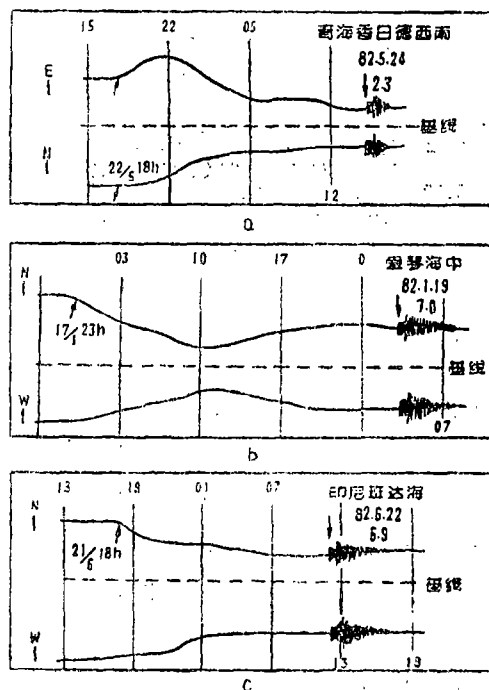


图 4

a. 门源1982年5月23日15时—24日18时倾斜跃变异常图 b. 德令哈台1982年1月17日20时—19日09日倾斜跃变异常图 c. 德令哈台1982年6月21日18时—22日20时倾斜跃变异常图

二、震前倾斜跃变异常信息与地震三要素的粗略分析

1. 倾斜跃变异常信息与发震时间

据八次典型跃变震例并结合其它几次震例分析统计，初步得到，从倾斜跃变异常开始出现至出现极大值的时间与发震时刻有如下关系式：

$$T_0 = 2T + C$$

式中 T_0 为未来发震时间， T 为斜跃变在记录图上开始出现至极大值的时间(小时为单位)， C 是一经验系数，在此我们取7.5小时。

据此求得，表2中所列八次地震的发生时间与实际发震时间相差均不超过7.5小时。如1982年5月24日香日德南2.3级地震前跃变异常出现的时间是5月23日18点，达到极大值时间是5月24日3点，求得发震时间是5月24日19点左右，而实际发震时间是5月24日15点40分左右，求得发震时间比实际发震时间滞后3个小时左右。1982年7月5日5.4级地震的发震时间是7月5日2点50分，求得发震时间是7月5日7点左右，两者相差(滞后)4个多小时。

表 2

台 站	地震日期	震 级	震中距离	震 中 位 置	震源深度	跃变开始至发震时间(小时)	跃变开始至极大值时间(小时)	跃变波传播视速度小时/公里	跃变幅度角秒/mm	矢量方向	与震中方位
德令哈 香日德 门源台 门源台	82年 1.19	Ms 7.0	60.2°	北纬 40° 东经 104.2° (爱琴海中)	未求出	29	11	230	NS 0.035 EW - 0.27	NW	相 同
	82年 5.16	M1 2.9	Km 191	天峻西北	未求出	8	8	23	NS 0.006 EW - 0.008	NW	差90°
	82年 5.24	M1 2.3	Km 660	香日德西南	未求出	21	9	31	EW + 0.08 NS - 0.06	SE	差90°
	82年 5.31	Ms 7.1	46°	北纬 36.2° 东经 104.2° (祁连山北麓)	33	35	10	143	EW + 0.07 NS - 0.05	SE	差90°
门源台 门源台 德令哈 香日德	82年 6.11	Ms 6.7	85°	南纬 14.1° 西经 104.2° (马塔乌图)	100	27	12	349	EW + 0.07 NS - 0.01	SE	相 同
	82年 6.15	Ms 6.9	39.2°	未交出震中	96	31	8	140	EW + 0.07 NS - 0.01	SE	不 详
	82年 6.22	Ms 6.9	46°	南纬 7° 东经 104.2° (印尼班达海)	413	18	9	283	NS 0.13 EW - 0.17	NW	相 反
	82年 7.5	Ms 5.4	20°	未交出震中	60	8	3	277	NS 0.04 EW - 0.06	NW	不 详
						平均远震 25小时, 近 震15小时	平 均 8.1	平均远震 237, 近震27			

2. 倾斜跃变异常信息的持续时间及幅度与地震震级

地震的震级与跃变异常持续时间和幅度有一定的关系。一般是, 跃变异常持续时间越长, 幅度越大则震级就相应大些, 反之亦然。表 2 中可看出这个关系。如 1982 年 5 月 31 日 7.1 级地震前跃变异常从开始出现到发生地震, 持续的时间长达 35 小时, 异常幅度东西分量为负的百分之七 (角秒), 南北分量异常幅度为负的百分之五 (角秒); 而 1982 年 7 月 5 日 5.4 级地震前, 倾斜跃变异常从出现到发震的时间仅有 8 小时, 跃变异常幅度南北分量为百分之四 (角秒), 东西分量为负的百分之六 (角秒)。从这两个震例来看, 跃变异常持续时间相差 27 小时, 跃变异常幅度东西分量相差百分之一 (角秒), 南北分量也相差百分之一角秒, 两个地震的震级相差 1.7 级。

3. 倾斜跃变异常矢量方向与地震震中

倾斜跃变异常矢量方向与发震震中关系有关文献有介绍^[9]。倾斜跃变异常有较明显的方向性, 多数情况是跃变异常矢量方向与地震震中方位一致或相反。在我们所取八个倾斜跃变震例中, 有三个地震的跃变矢量方向与发震震中方位是差 90° 的。1982 年 5 月 31 日 7.1 级地震、5 月 16 日 2.9 级地震、5 月 24 日 2.3 级地震的震中位置均与跃变合矢量方向相差 90°。有两个地震的震前跃变矢量方向与发震震中方位相同, 两个震中方位未交出, 一个与发震方位相反。

* 罗荣祥等, 厦门台地倾斜对 1982 年 7.9 级强震的前兆反映, 1981.

震前倾斜跃变异常的探讨还是很初步和肤浅的,有很多问题仍待研究。如对同一次地震,为什么在相距不很远的几个台站上记录到的震前跃变异常信息有的台就很明显,而有的台就不明显?为什么一些地震前能够记录到倾斜跃变异常,而另一些地震前就记录不到这种异常呢?这都是需要继续深入研究和探讨的问题。

(本文1983年12月20日收到)

参 考 文 献

- [1] 力武常次, 地震预报, 冯锐、周新华译, 地震出版社, 1978.
- [2] 刘光远, 震前地壳长周期形变现象, 地震研究, Vol. 3, № 4, 1981.
- [3] 肖尔茨, 海城地震预报的一种物理解释, 国外地震, № 3, 1977.
- [4] 冯德益, 地震波速异常, 地震出版社, 1981.
- [5] 郭增建、秦保燕, 震源物理, 地震出版社, 1979.

A PRELIMINARY STUDY OF THE ABNORMAL SUDDEN CHANGES OF GROUND TILT BEFORE EARTHQUAKES

Zang Ximing, Liu Jinyong and Yang Junfeng
(Seismological Bureau of Qinghai)

Abstract

The features of the abnormal sudden changes of ground tilt before earthquakes, statistical relationships between the duration of the sudden change to its peak value and the interval from the start point of the anomaly to earthquake occurrence and empirical relationships between the composite vector of the sudden change and the epicentral position are tentatively discussed in this paper. The conclusions are the following:

(1) Doubled time from the starting point of the sudden change of ground-tilt to its peak value plus a constant equals the interval between the starting point and occurrence of earthquake.

(2) The composite vector of the sudden change of ground tilt directs mostly to the epicenter, or back on the opposite direction.

(3) Generally the longer the duration of the abnormal sudden change of ground tilt and the bigger the abnormal change, the greater the magnitude of earthquake after the anomaly.