



调整形变观测思路探寻地震预报的新途径

范雷彪, 任 忠

(内蒙古自治区地震局包头市地震台, 内蒙古 包头 014010)

摘要:应用现有的仪器设备和技术手段, 避开各种干扰因素捕捉新的观测要素, 为地震预报提供可靠的前兆信息, 本文提出了一种新的观测方案。新方案由三部分构成: 一是在观测思路上将作用力作为观测目标; 二是在台站的布局中改变现行的独立观测方式, 以局域台站组的形式来集中布设观测点; 三是对形变仪中的水管仪和伸缩仪布设方式进行调整, 由单分量方向线上的相对观测改为两套仪器就同一固定点进行绝对值观测。

关键词: 形变观测; 局域台站组; 作用力; 地震前兆异常特征; 观测要素

中图分类号: P315.725

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2011)04-0408-05

Adjust Deformation Observational Way to Explore New Path of Earthquake Forecasting

FAN Lei-biao, REN Zhong

(Baotou Seismic Station, Earthquake Administration of Inner Mongolia Autonomous Region, Inner Mongolia Baotou 014010, China)

Abstract: Using present deformation monitoring equipments and technique means, in order to avoid various interference factors and provide reliable precursor information for earthquake forecasting, a new way for deformation monitoring is presented in this paper. The new method consists of three parts, the first is to take acting force as deformation observation aim; the second is to changes spotting way of seismic station from independent observation in each station to station group concentrating observation; the third is to adjust spotting way of the FSQ water tube tilt-meter and SSY quartz tilt-meter from relative observation in single direction to absolute observation for same point using both equipments.

Key words: Tidal deformation observation; Local station group; Acting force; Earthquake precursors anomaly characteristic; Observational factors

0 引言

我国地震形变观测工作经过几十年的运行, 积累出了许多宝贵经验和一些新的理论观点, 但是我们目前还不能对地震前兆异常及各类信息做出准确判定, 难以通过形变手段为地震预报做出肯定意见。我们认为造成这一结果的原因是现行的形变观测思路出现偏差, 没能找准攻克目标, 同时在实际观测中获取的观测要素不足, 得到的地下信息量有限, 观测

数据受地表干扰因素较多, 难以掌握大地活动的真实全貌。本文介绍笔者在多年从事形变观测的实践中对现行观测方法的看法, 并探索地形变观测的新思路。

1 现行的形变观测面临的问题

(1) 观测思路存在偏差

收稿日期: 2010-06-30

作者简介: 范雷彪(1962—), 内蒙古包头人, 副高, 从事形变观测与研究。

运用形变观测技术进行地震探索预报是在上世纪三十年代由大地测量技术借用过来的。科学家们依据地震前出现的各种形变现象,想通过捕捉形变量的大小、特征变化来判断地震的发生^[1]。起初科学家们想到借助固体潮的规律性变化去对应异常变化来预测地震,于是将固体潮观测作为形变观测的主要目标。经过几十年的运行发现事实并非所预想那样,逐渐意识这种固体潮观测方法存在两方面的不确定性:一是正常的形变规律不是在短时间内就可掌握到的,需要几十年甚至更长时间^[2];二是一些基本规律的变化不一定就是地震活动引起的,其它很多因素都有可能引起此规律的改变。

(2) 仪器布设结构存在弊端

现今的形变观测方式是在过去的认知基础上形成的,仪器布设的主要弊端是单分量的独立观测,观测数据反应的均是各单一分量上的倾斜、应力应变的一些变化,而不是整个形变的全貌客观地反映。各仪器间以及同一仪器的不同分量间的观测数据都不存在统一的协调关系,因此用各条独立的观测曲线不能描述出一个整体的形变面。其次形变仪器均安装在地表位,使得观测数据不可避免地要接受大量地表形变信息,没有相应的技术手段对其提取分辨,只能凭经验判断。

(3) 台站的整体布局结构缺乏统一性

形变台站在地震预报中没能发挥出理想的作用,除了有仪器本身的原因以外,还与台站的布局结构有关。当初在台站建造中有种普遍观点认为形变台站可以起到“以点控面”的效果,只要台网密度足够大就能达到地震预报的需求。因此只一味地追求台网密度,没有考虑到各台站间的相互协同关系会对台站的基本职能的发挥起到非常重要的作用。导致现有的绝大多数台站处于一种孤立的位置,呈现出一种撒豆布点式状态。各台站间观测资料无法建立起一套联系体系,各自为战,对一些前兆异常形不成一个统一性的解释标准,使有限的台站资源没能充分利用好。

(4) 缺少必要的观测要素

地震活动是地壳块体间相互作用的结果,地块间的作用必然会体现为一种力的变化,而力的作用方向和作用点是描述一个力在作用过程中的基本要素。要想确定发震地点必须要考虑到力的作用方向和作用点,现行的形变观测中恰恰缺少这两项关键要素。目前我们还没有一种专用仪器设备可以直接获得地下作用力的方向和作用点,只能以应力应变

量的变化来推断出地下作用力的大体方向。该方法一是确定不出作用点;二是可靠性不强,因为在很多情况下,特别是在有地表形变干扰的时候分不出主应力还是分应力,对于作用点的确定更是缺少依据,只能凭地震地质学及测震学的经验画出一个大体区域。

正是由于以上几方面的原因使得我们直到目前还没能搞清什么样的信息是能够真实地反应出地震前兆特征,造成地形变观测工作处于一种停滞不前的状况。

2 新观测方案及观测仪器的作用

2.1 局域台站组的建立

在选定出的某个特定区域内(根据地震活动性判定)布设三四个台站,使各台站的基准点构成一个三角形关系(见图1中T、U、V三个台站)。在局域台站组中找出三角形的中心点标为O点,确定出中心点的坐标方位。局域组台址的选定需满足两项基本要求:每个台站的间距应控制在一定范围内,具体依据形变观测范围定(应考虑在80~150 km之间);台站间的选址需考虑到相互间的高程差,其差值越小越好。组内台站采用相同的观测手段和同步观测方式。

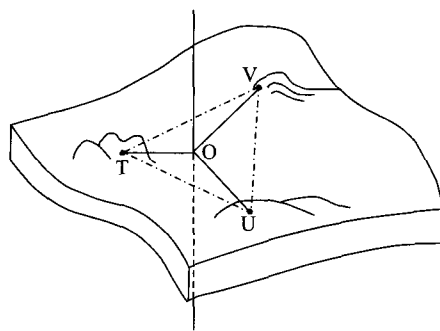


图1 局域台站组的构建

Fig. 1 Layout of station group.

2.2 伸缩仪的布设及功能作用

伸缩仪的新布设结构主要是为了捕获到地下作用力方向而设定的。在每个台站的基准点周围布设上四套伸缩仪,固定端均设在基准点,分布在基准点东、南、西、北四个方向上(图2)。

判断作用力是来自地表还是地下,以及它的作用点位置在什么地方,可以通过以下方法确定。

假设有一个不明确的作用力 G ,该力作用到甲台站的基准点后(设甲、乙、丙三台站的基准点分别用U、V、T来表示),在基准点周围的应力变化会分

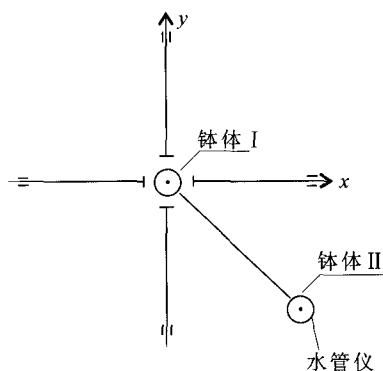


图2 基准点伸缩仪布设方案

Fig. 2 Layout of 4 SSY equipments at one point.

别在伸缩仪的四个传感器探头上得到相应的反映。如果有 E、N 两个传感器为压应力(正值); W、S 方向为拉应力(负值),那么可以初步断定该力是来自台站 NE 方向。

在力的方向确定后再确定作用力的大小:应用 W、S 向的一组数据(或 E、N 向的一组),读取每日应力应变数据并计算其均值,以 10 天为一单元做累计平均值,用当前的 2 个数据与起始(年初)的 2 个日均值数据相减,各得到 2 个差值,用这 2 个差值在坐标系中做矢量图。在矢量图中作用力 G 的准确方向和应变量的大小变化(长度大小)被直接标出(图 3)。同理也观察该力在其它两个台站的应力变化。同样对台站在不同单元期内数据也做矢量图,如果出现三台站的应力方向能共同指向某一地区,可以证实该力是来自地下,汇交点就是其作用点;如果三台站的应力应变没有形成汇交,则说明各台站的应力可能是来至地表的某些干扰,在台站组确定的区域内不具有前兆异常特征。

下一步观察应力大小变化:对三台站在不同时期的矢量值做对比比较,做出时间—量值比较图(便于区别甲、乙、丙三台站各用不同颜色表示,见图 4)。从应力大小的变化情况看,如果出现汇交的应力值均有连续增大现象,达到一定程度后转为持续稳定,对此可作出这样的理解,此处的形变量正由逐渐递减到停滞。这与岩石破碎实验中的特征相似,属地震前兆特征^[3],未来在该区域内发震的可能性极大。

2.3 水管仪的安装布设及功能作用

水管仪的基本功能是反应两点间相互倾斜变化情况,应用这一原理来监测三台站间的相互倾斜变化,进而可描述出三台站间的垂直变化情况。要求在三台站间设定出一个参照体,同时三台站要与参

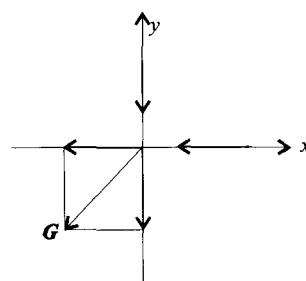


图3 应力矢量图

Fig. 3 Sketch of stress vector.

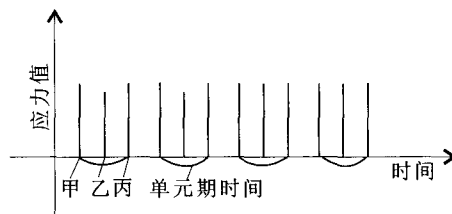


图4 时间—应变值比较图

Fig. 4 Diagram of time-deformation amount.

照体建立起统一体系,局域台站组中水管仪的总体结构需布设成“三线汇交”形状,它们的连线均指向中心点(图 5)。

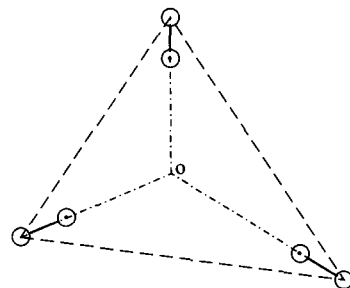


图5 局域台网中水管仪的布设

Fig. 5 Layout of DSQ in station group.

具体作法:先分别量测出三台站的高程,在中心点 O 点处建立一垂直标线,由三台站基准点向垂直标线各引一水平线,与垂直标线的交点分别为 U_0 、 V_0 、 T_0 ,三点间的距离分别表示三台站及其与 O 点的高程差。调整好每个台站的基准点与对应空间点的方位角,并量测出每个台站的基准点至空间点的距离,既方位线长度。在仪器安装中先在基准点处安放好钵体 I,然后沿方位线上再安放另一钵体 II,仪器需按水管仪的安装要求,以垂直状的态度安放在这条方位线上^[4]。

水管仪的这种安装在数据处理上需要做时间调整,因为甲、乙、丙三台站的位置距离不同,在观测时间上会有一个相位差,因而在三台站读数时须选用同一时刻,这就要求三台站须建立统一的时间体系,

即 O 点观测时间^[5]。

由于 O 点和三台站的基准点(U、V、T 三点)都是在变化中的空间点,在观测中可暂不考虑水平方向的变化情况(水平向的变化相对方为线的长度可忽略不计),只有过一段时间后再重新标测一下各点的位置,相当于做仪器的标定处理。

新结构中将水管仪的观测方式定为三点同步观测,一方面是得到三台站间起伏变化情况,另一方面也能为伸缩仪的观测结果起到辅助印证作用。

基本思路是观测每个台站的钵体Ⅱ水位对基准点钵体Ⅰ水位的变化,获得三台站的基准点相对于中心点 O 的起伏变化,并将各台站的变化情况都集中反映到垂直标线上,通过判断投影值的定量变化建立起三台站间的相互起伏变化。

具体做法以甲台站为例说明:第一步计算倾斜角度及投影值的大小。读取每个整点时钵体Ⅱ对钵体Ⅰ的变化情况,观测倾斜变化值并通过格值计算出倾斜角度值;对 24 个整点值做均值计算;也以 10 天为一个监测单元得出一个 10 日均值,用当前均值与起始(年初)日均值相减(将起始值当作基准值),得到的差值就是 U 点的角度 θ 倾斜量,用 $\tan\theta$ 乘以方位线距离就得到当前的 U 点在垂直标线上投影值 H_U (由于它们是相似三角形关系)。用每一时期的 10 日均值与起始值相减得出各个时期的角度值,做同样的上述计算得出各个时期不同的投影值 H_{U1} 、 H_{U2} ……等(图 6)。同样在乙、丙两台站也会算出 H_T 、 H_V 不同时期的值(假设 O 点是静止的,既从 O 点的位置角度去看三台站的倾斜变化)。

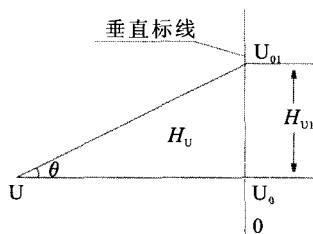


图 6 倾斜投影关系

Fig. 6 Tilt projection relationship.

第二步观测投影值大小变化。在得到每个监测单元期内的投影值变化情况后,用后一个投影值减前一个值,如果结果为正说明台站位置在下降;反之台站位置在抬升,这样依次相减会得出不同时期台站基准点的垂直变化情况。由于三个台站的投影值同时显现在同一垂直线上,这样就存在可参考性和对比性。对各个台站的各个监测单元期的投影值做

这两方面的比较,观察 H_U 、 H_V 、 H_T 各值的正负以及增减量大小的变化,可以描述出局域台站组内一个整体倾斜变化情况,在局域台站组控制的三角形区域内,三角形的三个点的变化情况已经掌握,自然就能了解到整体面的变化。

从目前掌握的资料中总结出震前有应力逐渐增大到平衡静止的过程,并且伴随有形变隆起现象这已被定为前兆异常的显著特征^[4]。本文提出的这种观测方案就是为找到这一特征而设定的。假如在观测中出现了这样的情况,在局域台站组出现的形变中其被抬升的方向恰好指向伸缩仪测到的应力交汇区,而且越靠近交汇区的台站其倾斜变化越明显,这就进一步证实该处的异常特征的可靠性,因为此时水管仪和伸缩仪均探测到的是同一异常变化。

3 新方案的优势讨论

(1) 应用新方案能够解决两大难题

在现行的形变观测中一直伴随着两个难题,一是要判定出观测到的形变量是来自地下还是局部的地表形变干扰;其次是要确定出什么样的大地形变中才有孕育地震的可能性。用现行的形变方法对这两个难题给出判定是一件非常困难事情,因为在孕震过程必伴有形变这已被大量实际观测事实和实验所证实,反之各种形变过程未必就会有地震发生,这又是一个普遍现象^[3]。地震前出现的形变活动是在一个大的区域场内进行的,其与地块间的相互持续、缓慢作用过程相一致,我们应该依据这一特征做为判别地表形变和地下形变的一项标准。如果在观测中得到的形变现象能符合上述特征,就可以做出第一步断定这属于大地形变活动应当给予重视。而要找到这一形变特征,就必须在一个较大的区域内构建起一个统一观测体系,要在各观测台站间构建起一个参照体。这样才能对各台站的形变变化情况给出一个判断依据,找到上述特征。

关于孕震问题的判断,既然在复杂的形变现象中判定不清何为前兆异常,就应放弃现行的以记录曲线漂移量为异常判断的依据,转而从作用力的角度去思考、探寻。因为我们已总结出在发震前会有应力变化从逐渐递增到逐步放缓至到平衡静止这样的特征,将此特征作为孕震特性的一项标准,在找到地下作用力方向的同时,通过掌握应力大小的变化就会捕捉一些能够体现孕震时特有规律和表现。

(2) 新方案更切合实际

地震的形成是由地块间相互的作用力造成的,

在整个形成过程中始终体现着力的变化。如能确切地找到作用力的三要素,就意味着能确定出发震的两个要素即地点、时间。从力的作用点去联系地震的发震点;从作用力的大小变化去联系地震的发震时间。依据这一思路在未来的观测实践中结合地震地质与测震学的一些经验是很容易确定出地点和时间这两个要素。此外地震预报的三要素中需要优先考虑就是地点问题,而从力的角度去探寻板块间的作用点是完全能够做到也容易实现。

(3) 可勾画出大地形变中“面”的变化情况

现行的观测方式得到的只是某一方向上的单分量的变化情况,无法勾画出一个整体形变面的变化特征。采用这种利用参照点进行定点观测方式得到的是“面结构”变化,从而实现了形变观测由“线”到“面”的升级,其作用是将现行的用单分量曲线特征作为异常判定标准改为以一个形变面的变化作为异常的判定标准。

(4) 观测结果直观便于早发现异常并预测出未来的震中位置

采用新方案后,观测人员只要随时关注伸缩仪、水管仪捕捉到的异常特征(应力走向及倾斜的变化情况),并结合以其它台站的资料就可以给出肯定性预测意见,能直观地预测出未来震中位置。此外,它通过三力汇交方法找出地下作用力的作用方向以及作用点是现行形变观测方法无法做到的。

(5) 能为确定地震震级提供一种新的思路

在对伸缩仪的应力分析中,通过做时间—量值比较图,关注每次地震的震级与应力平衡期持续时间的对应关系。如能积累到足够地震实例,就能总结出多大的震级一般会有多长的持续时间,作为推断未来地震震级的依据。

4 结束语

地震预报现仍处在探讨、摸索阶段,受技术条件的制约暂时还无法做到直接探测地下深层面变化,但我们可以通过一些已知的现象去作推理、判断。本文也是遵循着这一原则斗胆提出了新设想方案。由于笔者的理论水平低对其合理性、可行性的认识存在有一定的局限性,现将本文呈现,想得到有关专家的指导、点评。

二十多年前当笔者刚开始接触地震工作时见到师傅们用手工点绘的各类图件来做分析预报意见感到神奇、深奥。可是二十多年过去了,今天我们的形变台站还是停留在原有的认知水平内,仍然想用记录曲线的某些特征变化(正漂、负漂、畸变)来解释说明形变现象。大量的事实说明这种做法起到的收效甚微,这也使得许多同仁对用形变技术预报地震产生了不同程度的质疑。其实根据形变现象进行地震预报的大思路本身没错,只是目前的具体执行措施方面出了点偏差,只要我们坚持积极的探索、改进最终会为形变观测闯出一片新天地。

[参考文献]

- [1] [日]力武常次,著. 冯锐,周新华,译. 地震预报[M]. 北京:地震出版社,1978:22-27.
- [2] 国家地震局科技监测司. 地震形变观测技术[M]. 北京:地震出版社,1995:40.
- [3] 国家地震局预测预防司. 地壳形变分析预报方法[M]. 北京:地震出版社,1998:22-23.
- [4] 中国地震局监测预报司. 地壳形变数字观测技术[M]. 北京:地震出版社,2003:23.
- [5] 缪启龙. 地球科学概论[M]. 北京:气象出版社,2000:20-21.