

河北易县台形变异常映震能力分析^①

赵慧琴¹, 李均良¹, 张跃刚², 崔泽岩³, 王 艳³, 张 肖¹, 王会芳³

(1. 河北省地震局 易县地震台, 河北 保定 074211; 2. 河北省地震局, 河北 石家庄 050021;
3. 河北省地震局保定中心台, 河北 保定 071000)

摘要:对河北易县台形变观测资料日均值和月均值在 2 次唐山地震前后的变化进行分析, 发现该台多种观测手段在地震前记录到了显著异常, 分析其共性和差异性, 给出该台形变资料的异常特征和提取方法。

关键词: 易县地震台; 形变观测; 异常信息; 映震能力

中图分类号: P315.72⁺5

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2015)增刊 1-0091-06

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2015.02.0563

Earthquake Reflection at the Yixian Seismic Station, Hebei Province Based on Deformation Anomalies

ZHAO Hui-qin¹, LI Jun-liang¹, ZHANG Yue-gang², CUI Ze-yan³,
WANG Yan³, ZHANG Xiao¹, WANG Hui-fang³

(1. Yixian Seismic Station, Earthquake Administration of Hebei Province, Baoding, Hebei 074211, China;

2. Earthquake Administration of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050021, China;

3. Baoding Central Seismic Station, Earthquake Administration of Hebei Province, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: Anomalies in the daily and monthly mean value curve of crustal deformation anomalies before the Tangshan $M4.2$ and $M4.8$ earthquakes in 2010 and 2012 were analyzed. This study examined the earthquake reflecting ability at the Yixian seismic station. Stress and strain sensitive points were identified around the focal region of the formation and evolution of the source. A relevant earthquake anomaly may have existed if several set of instruments or different components in the same observation all showed anomalies. The reliability of a group of anomalies was better than a single anomaly. The shape of anomalies may have differed in the same observation before different earthquakes. This difference must be detected in order to reasonably identify anomalies. Similarity among anomalies in the short and imminent stage dominates earthquake preparation.

Key words: Yixian seismic station; deformation observation; anomalous information; earthquake reflecting ability

0 引言

河北易县地震台位于太行山隆起带与华北平原拗陷区的分界部位, 属太行山北段低山丘陵地区, 紫荆关断裂带东侧。山洞进深 200 m, 覆盖厚度大于 40 m, 山洞岩性底部为闪长岩, 顶部为中厚层夹薄

层石灰岩和页岩。易县台短水准观测 EW 向基线长为 487 m 并跨断层, NS 向基线长为 264 m。

易县地震台是以形变为主的前兆观测台站, 监测手段有伸缩仪、垂直摆、体应变、短水准等, 属形变

① 收稿日期: 2015-03-15

基金项目: 河北省地震局监测、预测、科研三结合项目资助课题(2015-10-31-06)

作者简介: 赵慧琴(1982-), 女(汉族), 河北张家口人, 工程师, 硕士研究生, 主要从事地震形变观测与研究。

E-mail: zhaohuiqinzhjk@163.com

综合台。易县台各观测手段资料连续完整,在华北地区的一些地震前记录到了显著异常,且不同观测手段在同一震例中表现出相同的异常特性,显示该台具有一定映震能力。本文结合震例对易县台形变观测到的前兆异常进行分析,研究其共性和差异性,以期给出易县台形变资料的异常特征和提取方法,为其在地震分析预报中的应用提供参考。

1 前兆观测异常信息提取与分析

对于同一应力、应变场,如果只有一种仪器出现异常变化不足说明是应力应变调整的结果,但是如果震前有几套仪器均出现异常反应,则很可能是一种临震前记录到的与地震相关的异常反应。本文对易县台短水准、垂直摆、体应变、分量应变、水管倾斜等观测数据在一些震例前的异常相应进行分析,目的在于探讨同一震例前易县台站形变观测的群体异常,进而研究易县形变观测的映震能力。震例包括2010年3月6日唐山4.2级地震,2012年5月28日唐山4.8级地震。主要是应用日均值和月均值分析观测曲线趋势改变和形态改变进行异常提取。

2 震例分析

2.1 2010年3月6日唐山4.2级地震

(1) 短水准异常

易县地震台跨断层短水准观测仪器的放大倍数EW向为 $\Delta h=3\ 347.25\text{ mm}$,NS向为 $\Delta h=1\ 032.25\text{ mm}$ 。EW向2005—2011年月均值曲线图见图1。研究显示,易县短水准对华北地区的中强地震有很好的映震效果,特别是张北6.2级地震前表现出了很好的异常响应^[1-2]。易县短水准在2010年3月6日地震前表现出了很好的异常形态。EW向自2005年开始曲线持续上升,表现为西倾,到2009年底达到峰值,最大上升幅度约50 mm;3月6日地震后开始恢复,但又表现为快速下降,2011年开始才恢复正常。NS向2009年下半年曲线急速下降,表现为南倾,2010年开始转快速上升,接近峰值后发生地震^[4]。该断层附近没有抽水浇地干扰,气压、温度对其干扰甚微,因此我们认为该断裂带在2010年3月6日唐山4.2级地震前有明显的前兆异常。

(2) 垂直摆异常

易县台垂直摆在2010年3月6日唐山4.2级地震前也有异常出现。垂直摆观测的EW向和NS向自2009年2月开始表现为持续上升,2010年震前达到峰值,发震后两个方向都逐渐恢复。震前两

个方向都有小幅升降波动(图2)。

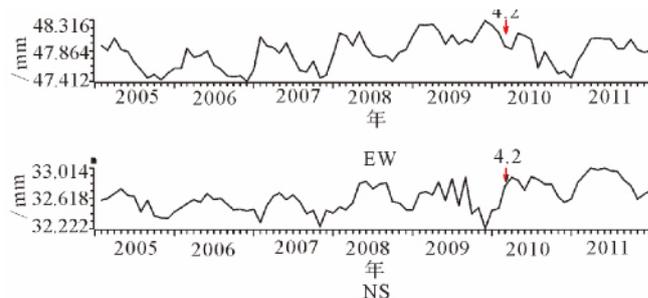


图1 易县台短水准月均值曲线

Fig. 1 Monthly mean curves of short leveling at Yixian station

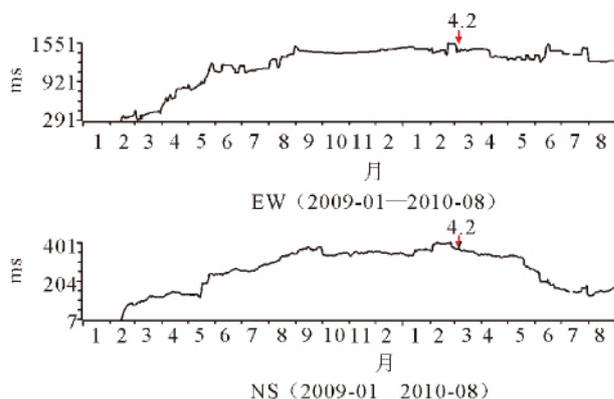


图2 易县台垂直摆日均值曲线

Fig. 2 Daily mean curves of vertical pendulum tiltmeter at Yixian station

2.2 2012年5月28日河北唐山4.8级地震

2012年5月28日唐山4.8级地震前,易县台的大部分形变观测项目都记录到了前兆异常,其中包括分量应变、体应变、垂直摆和水管。

(1) 分量应变异常

易县台分量应变共有4个分量,分别是EW、NS、NE和NW,地震前EW、NS、NE分量都有异常显示(图3^[10])。2012年3月中旬3个分量曲线都出现了下降变化,下降持续10天左右,然后恢复。这种同一观测几个分量同时出现异常,增加了异常的可信度。

(2) 体应变异常

易县台钻孔体应变仪器为TJ-II型,钻孔深70.30 m,2001年3月投入观测。自仪器安装以来,实现了数字化连续记录。分量应变出现异常的同时,体应变也记录到了异常(图4)。2012年4月下旬体应变曲线出现了上升变化,5月初开始恢复。

(3) 垂直摆EW向异常

易县台垂直摆EW向2012年4月13日开始上

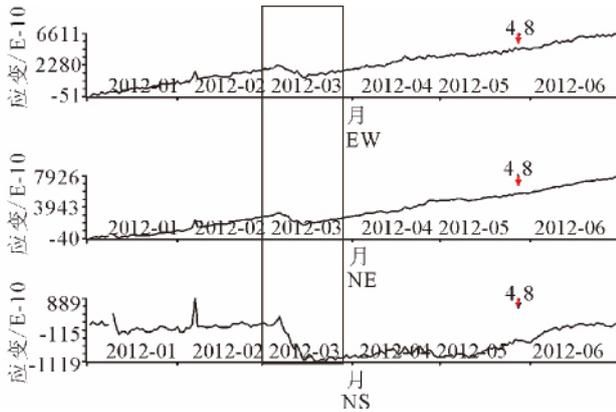


图 3 易县台分量应变日均值曲线

Fig. 3 Daily mean curves of component strainmeter at Yixian station

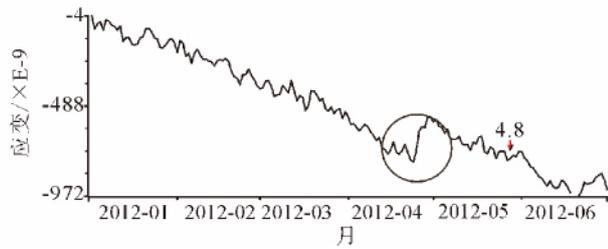


图 4 易县台体应变日均值曲线

Fig. 4 Daily mean curve of volumetric strain meter at Yixian station

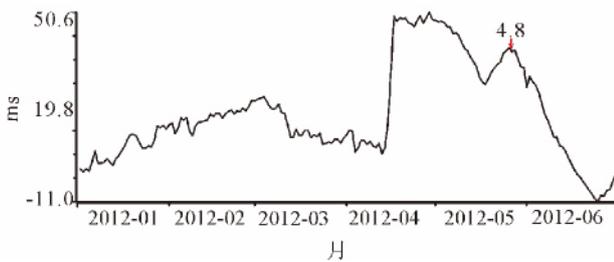


图 5 易县台垂直摆 EW 向日均值曲线

Fig. 5 Daily mean curve in EW direction of vertical pendulum tiltmeter at Yixian station

升,由 4.4 上升为 49.4,变化幅度 45 ms,远超正常潮汐变化幅度(图 5)。4 月 16 日曲线达到最高值,之后一直在高值徘徊,5 月 8 日发震后曲线逐渐下降恢复。震前曲线还有小幅升降波动。

(4) 水管 NE 向异常

易县水管倾斜仪 NS 向在 1998 年张北 6.2 级地震前曾有异常显示^[2](图 6)。水管倾斜仪 NE 向 2011 年 9 月开始出现曲线逐渐上升,至 5 月初上升约 200 ms。在 1 月 24 日至 30 日出现了 83 ms 的阶变,4 月 14 日至 16 日出现了 114 ms 的阶变。

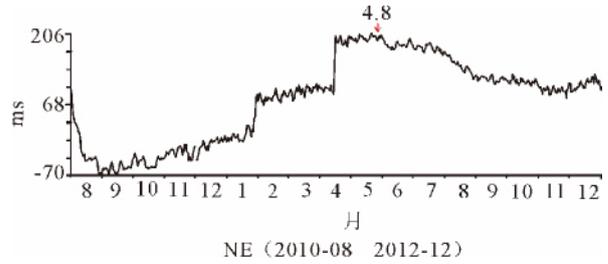


图 6 易县水管 NE 向日均值曲线

Fig. 6 Daily mean curve in NE direction of water tube tiltmeter at Yixian station

3 讨论与结论

通过上述分析可见,易县台的形变观测具有较好的映震能力,对 2010 年和 2012 年唐山的 4.2 级和 4.8 级地震,震前都有明显的异常响应。通过震例分析有以下几点认识。

(1) 在震源形成及演变过程中,震源区周围一定距离存在应力应变敏感点^[3]。如果观测台站选择合理,位于敏感断层附近,则可能记录到可靠的形变信息。从两次地震前易县形变观测数据曲线的反应看,震前形变观测记录到了大范围内区域应力应变作用。根据多次产生异常变化的情况进行分析,这种异常现象应该是地壳应力应变的变化,也反映了地壳物质整体运动时的应力应变过程。易县台位于紫荆关断裂带东侧,活动断裂往往是应力应变敏感部位^[6]。

(2) 处于同一应力、应变场,如果观测台站只有一种仪器出现异常变化,不足以说明是应力应变调整的结果^[9]。但是如果震前有几套仪器均出现异常反应,则很可能是一种临震前记录到的与地震相关的异常反应。特别是同一观测的不同测向同时出现异常,这种群体异常的信度高于单项异常。

(3) 不同观测手段比较显示,同一手段在不同震例中有时表现为趋势性异常,有时表现为短临异常。例如易县垂直摆,在 2010 年唐山 4.2 级地震前表现为趋势异常,而在 2012 年唐山 4.8 级地震前则表现为短临异常。短水准观测一般表现为趋势异常,在张北 6.2 级地震前出现了趋势异常,本文震例同样如此^[2]。因此,不同的观测手段异常形态可能存在差异,同一观测手段在不同的地震前异常形态也有差异,在分析资料时要注意这种差异,科学分析,合理提取异常^[7]。

(4) 多种异常曲线都能解释同一实例,不同的观测和理论模式可以从不同角度描述地壳物质在孕

震中的复杂运动过程,这表明在地震孕育过程中前兆异常的共性占主导地位,至少在短临阶段是如此^[8]。

(5) 地震趋势异常形态在预报中的应用也得到了一些科研工作者的肯定。文献[5]认为,源外区岩石受力机制应不同于震源区,不同震中距范围内观测到的趋势性异常曲线应有不同的形态。反之,可依据观测到的趋势性异常形态差异,判断异常点位所在的震中距,并大致判明异常所处的时间段^[5]。

本文仅应用形变观测日均值和月均值曲线的趋势改变和形态改变进行了异常提取分析,对于这些异常的机理性还有待进一步研究。

参考文献 (References)

- [1] 张跃刚,孙佩卿,陈立强,等.短水准震前异常的演化特征[J].华北地震科学,2002,20(3):14-21.

- [2] 陈开坊,李占录.张北6.2级强震前易县台地形变临震异常[J].华北地震科学,1994,17(4):70-71.
- [3] 马海萍,武艳强,杨立明,等.2013年甘肃岷县漳县 M_s 6.6地震前地壳形变特征研究[J].地震工程学报,2013,35(4):730-736.
- [4] 肖兰喜,李杰,董翔,等.山东跨断层短水准异常的可能物理机理[J].华北地震科学,2012,30(3):14-18.
- [5] 贺楚儒.地震趋势异常形态在预报中的应用[J].地震,1989(5):1-8.
- [6] 苏树朋,张跃刚.河北省文霸网流动重力观测对网区及周边地震的反应[J].西北地震学报,2009,31(1):91-96.
- [7] 杨又陵,唐九安.乌什地震台倾斜固体潮观测与震兆异常[J].西北地震学报,2009,31(3):242-247.
- [8] 王双绪,蒋锋云,李宁,等.岷县漳县6.6级地震前区域地壳运动变形背景与断层形变异常特征[J].地震工程学报,2013,35(3):503-511.
- [9] 李赫,刘双庆,刘文兵,等.唐山4.8级地震前后视应力变化研究[J].地震工程学报,2014,36(4):1019-1025.
- [10] 陈晓东,孙和平.一种新的重力潮汐数据预处理和分析方法[J].大地测量与地球动力学,2002,22(3):83-87.