

李毅伟, 吴劲柏, 蔡佩蕊, 等. 莆田台砂层应变东西分量映震特征浅析[J]. 华南地震, 2014, 34 (4): 88-93. [LI Yiwei, WU Jinbo, CAI Peirui, et al. Analysis of Earthquake Reflecting Characteristic of East-West Component of Sand Strain in Putian Station[J]. South china journal of seismology, 2014, 34(4): 88-93.]

## 莆田台砂层应变东西分量映震特征浅析

李毅伟<sup>1</sup>, 吴劲柏<sup>1</sup>, 蔡佩蕊<sup>1</sup>, 陈伟<sup>1</sup>, 何星源<sup>1</sup>,  
宋超<sup>1</sup>, 沈勇<sup>2</sup>, 黄欢欢<sup>2</sup>, 余娟萍<sup>2</sup>

(1.莆田地震台, 福建 莆田 351100; 2.莆田市地震监测与应急中心, 福建 莆田 351100)

**摘要:** 通过整理分析莆田砂层应变观测数据, 并将其与全国 7.0 级以上、福建 3.5 级以上和台湾 5.0 级以上地震前的变化规律进行对比, 结果表明: 东西分量观测数据在上述地震前, 特别是对于福建地区的地震, 有多次震前日变动态出现畸变, 而北南分量和平行断层分量在震前并无明显异常, 结论可为今后分析该区及周边地震活动提供判定依据, 并将其应用到地震预测之中, 具有一定的指导意义。

**关键词:** 莆田台; 砂层应变; 映震特征; 日变动态

**中图分类号:** P315.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2014) 04-0088-06

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2014.04.016

## Analysis of Earthquake Reflecting Characteristic of East-West Component of Sand Strain in Putian Station

LI Yiwei<sup>1</sup>, WU Jinbo<sup>1</sup>, CAI Peirui<sup>1</sup>, CHEN Wei<sup>1</sup>, HE Xingyuan<sup>1</sup>, SONG Chao<sup>1</sup>,  
SHEN Yong<sup>2</sup>, HUANG Huanhuan<sup>2</sup>, SHE Juanping<sup>2</sup>

(1. Putian Seismic Station, Putian 351100, China; 2. Putian Earthquake Monitoring and Emergency Center, Putian 351100, China)

**Abstract:** Based on the observation data of sand strain in Putian station, the paper analyzes its variation before and after the national earthquakes with  $M \geq 7.0$ , the earthquakes in Fujian with  $M \geq 3.5$ , and the earthquakes in Taiwan with  $M \geq 5.5$ . The results show that the east-west component of observation data, especially for the earthquakes in Fujian area, has distortion of the diurnal dynamic before the earthquakes for many times, but the north-south component and the component paralleling to the fault has no obvious abnormalities before the earthquakes. The paper can provide the decision basis for seismic activity analysis of the region and the adjacent in future, and also has certain guiding significance for earthquake prediction.

**Keywords:** Putian station; Sand strain; The earthquake reflecting characteristic; Diurnal dynamic

收稿日期: 2014-09-15

基金项目: 莆田市科技计划项目(2012S07)

作者简介: 李毅伟 (1982-), 男, 工程师, 主要从事地形变观测与分析预报工作;

E-mail: 23571766@qq.com.

## 0 前言

砂层应变观测测项与传统的应变观测具有一定差别,在一定程度上反映了颗粒介质与连续介质的特性。砂层应变观测的理论基础是认为整个大地壳是由颗粒组成,力链是重力作用在颗粒介质中的客观存在,当颗粒系统受力时是靠力链来支撑的。当地壳发生变动时,动态瞬间波及到每个颗粒,之前地壳靠力链承载或失稳或断裂。通过具有很高的直接灵敏度和特殊性能的传感器来接受这种力链的变化,达到观测地震的目的<sup>[1]</sup>。砂层应力有对外界微小作用的敏感性-灵敏度高,可达到  $10\text{ }\mu\text{m/mv}$ 。同时具有与地壳和地震过程耦合的特性(通过特殊的安装方法)。砂层应力仪观测南北、东西和北东(平行于当地断层走向,莆田为 NE40 度)三个分量的砂层应力变化,产生 YL1、YL2 和 YL3 三方向应变变化图。

2009 年 5 月福建省地震局在莆田地区建成砂

层应力仪台站,2011 年,在中国地震局监测司的支持下,在莆田建立了我国第一个砂层应变数据中心,收录了全国 18 个砂层应变台站的观测数据,实现了各台之间的数据共享,并提供数据应用服务<sup>[2]</sup>。本文通过对莆田砂层应变观测得到的数据进行分析处理,剔除干扰因素,统计发现,砂层应变东西分量对于国内大震和邻近地区的中小震出现了多次曲线相似的前兆异常,而南北向数据变化幅度较小,平行断层分量数据比较紊乱,未提取到异常信息。

## 1 莆田砂层应变数据概况

### 1.1 年变规律

莆田北高台砂层应变从 2009 年 5 月开始观测,到目前已积累了 5 年多的数据,从整体的趋势来看(如图 1),莆田北高台砂层应变三分量具有一定的年变规律。

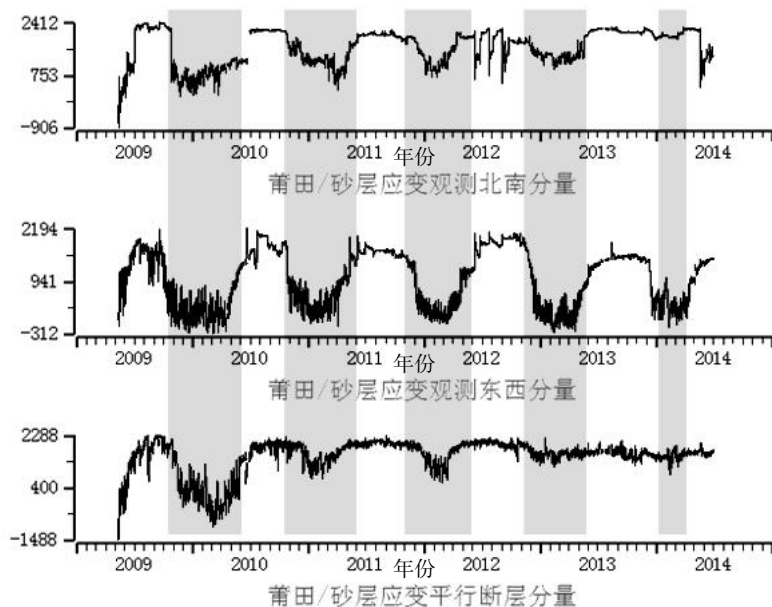


图 1 莆田砂层应变三分量年变规律

Fig.1 The annual change rule of three-component of sand strain in Putian

每年从 11 月份到 4 月份,三分量的数据处于相对低值状态,且日变幅度较大;从 5 月份到 10 月份,三分量的数据处于相对高值状态,日变幅度变小。了解了正常年变的规律,对于判定某些地震的前兆信息有一定的指导意义。

### 1.2 观测数据曲线中的突跳现象

通过对莆田砂层应变观测资料分析研究,曲

线出现突跳现象比比皆是,进一步对原始秒值的研究,我们发现大多数的突跳是由于观测仪器的通信单元串道导致,为了提高砂层数据的有效性,更加准确地反应应力趋势,采用笔者自主开发的砂层应力数据处理软件<sup>[3]</sup>,对砂层应变数据做了滤波处理,通过滤波程序对砂层应变原始秒值数据进行处理,过滤较大的突跳,再换算成分钟值,以突出砂层应变数据的趋势,保证砂层数据的真

实有效性(如图 2)。

### 1.3 莆田砂层东西分量映震分析

砂层应变数据在某些地震的震前具有一定的前兆反应,比如距离四川芦山最近的成都台,在 2013 年 4 月 20 日四川雅安  $M_s7.0$  级的震前约 11 个小时,三个方向同步出现突升,数据曲线产生畸变,而作为辅助测项的温度却没有出现任何异常现象,说明该震前的数据畸变并不是外界干扰引起,该震例对我们研究砂层的地震前兆信息具

有一定的指导作用。

牛安福等<sup>[4]</sup>研究的突变主要是持续时间在十几天至半年之内的变化,即短期前兆特征,其基本条件有二,一是变形速度显著增加,二是变形速度的稳定和持续,两个条件从另一方面也给出了突变应具有巨幅特征和单调性。通过对莆田砂层东西分量的观测研究,其在正常情况下具有明显的日变规律,一天的数据约在 12 点左右下落,18 点左右回升,这种日变规律的幅度与年变规律是一致的(如图 3)。

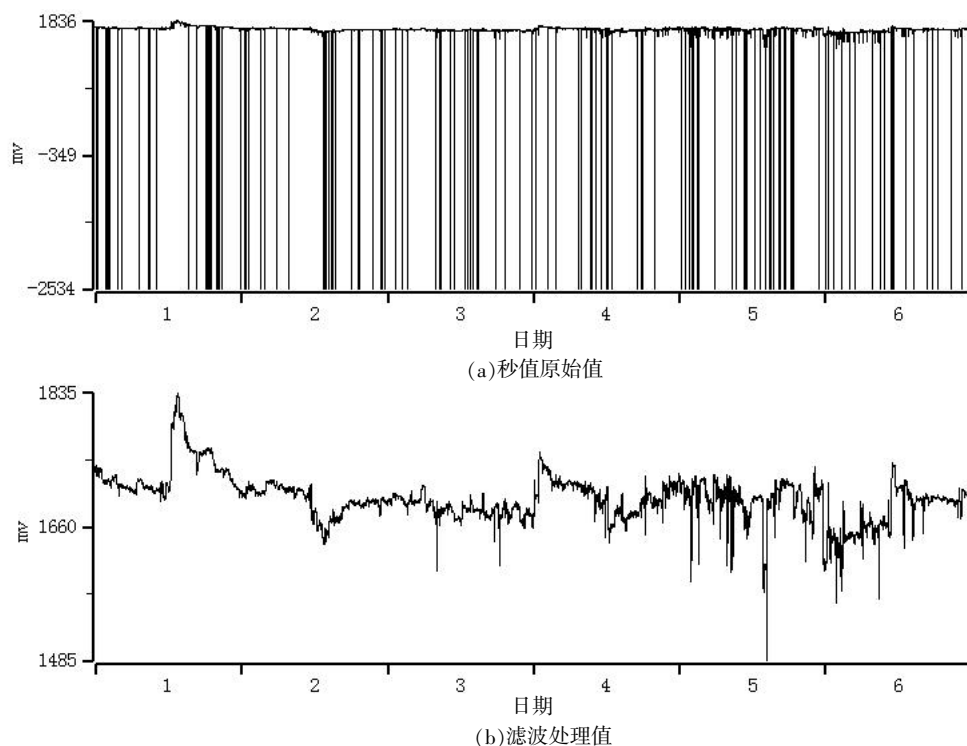


图 2 莆田砂层平行断层分量 2012 年 8 月 1~6 日观测数据处理前后比较

Fig.2 The comparison of observation data of component paralleling to the fault of sand strain in Putian from 1<sup>st</sup> to 6<sup>th</sup> August, 2012 before and after processing

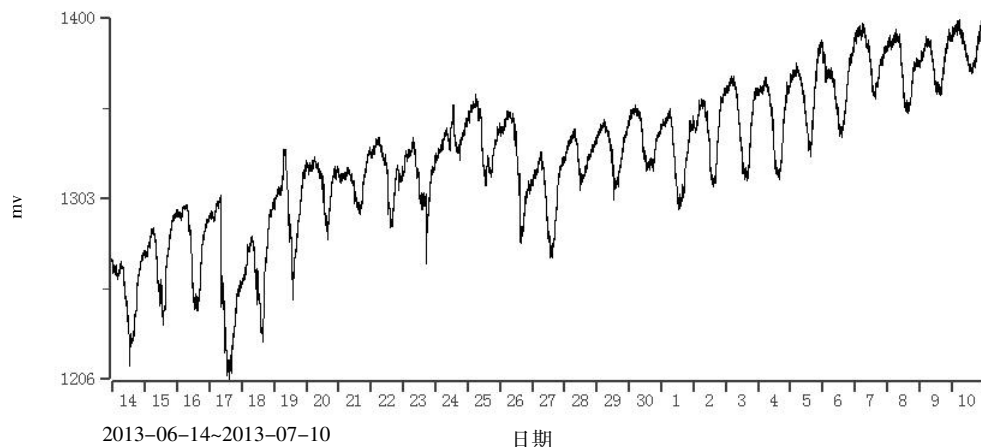


图 3 莆田砂层应变东西分量正常动态分钟值

Fig.3 The normal dynamic minute value of east-west component of sand strain in Putian

莆田砂层东西向在某些地震前有一定的前兆信息,而该前兆信息大多数是基于这种日变规律的破坏,通过对应变曲线的观察分析,对该日变规律的破坏类型总结如下:

(1) 类型一。在震前一段时间日变规律较为明显,曲线整体趋势处于加载上升状态或相持状

态,在地震前一两天日变动态改变,12 点至 18 点的数据没有下落,而处于同步上升情况,或是下落程度比前一段时间明显要低(图 4、5)。

(2) 类型二。在震前一段时间日变规律较为明显,曲线在震前一天处于急速卸载状态(图 6)。

据此挑选了 2009 年 5 月至 2014 年 6 月的全

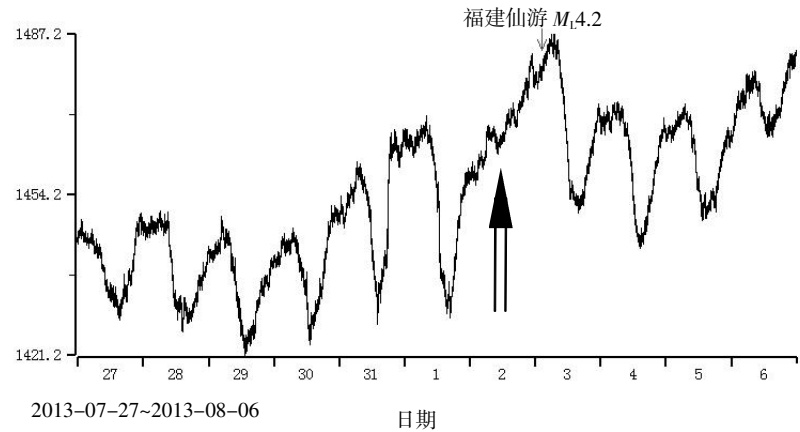


图 4 莆田砂层东西分量在 2013 年 8 月 3 日福建仙游  $M_L$  4.2 级地震前后的观测曲线

Fig.4 The observation curve of east-west component of sand strain in Putian before and after Fujian Xianyou  $M_L$  4.2 earthquake in August 3<sup>rd</sup>, 2013

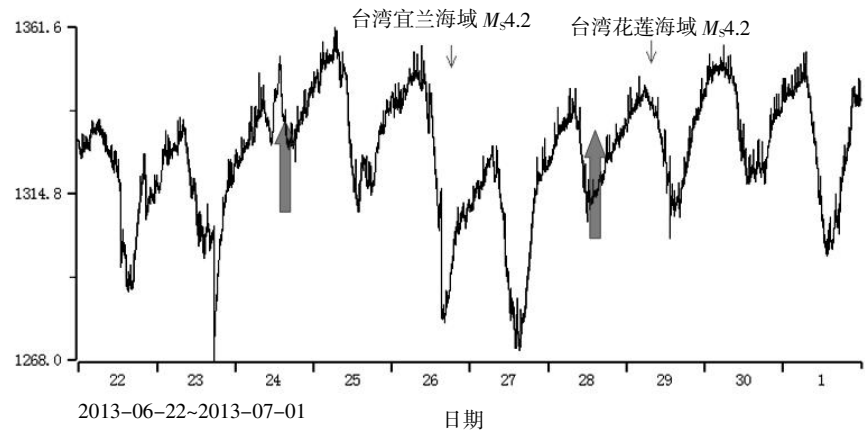


图 5 莆田砂层东西分量在 2013 年 6 月 28 日台湾花莲海域  $M_s$  5.8 级地震前后的观测曲线

Fig.5 The observation curve of east-west component of sand strain in Putian before and after Taiwan Hualian area  $M_s$  5.8 earthquake in June 28<sup>th</sup>, 2013

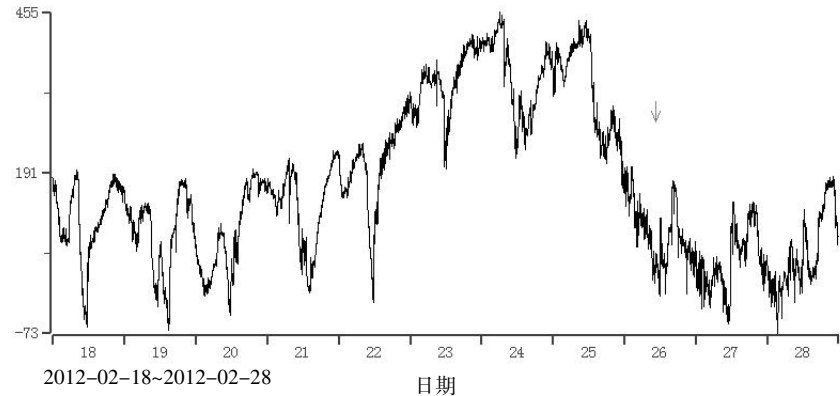


图 6 砂层东西分量在 2012 年 2 月 26 日台湾屏东  $M_s$  6.0 级地震前后的观测曲线

Fig 6 The observation curve of east-west component of sand strain in putian before and after Taiwan Pingdong  $M_s$  6.0 earthquake in February 26<sup>th</sup>, 2012

国 7 级以上(注: 6 级以上多在西北部, 对应莆田砂层东西向的影响并不是很明显)、福建地区 3.5 级以上、台湾地区 5 级以上地震, 同时观测曲线在地震前一段时间日变规律较为明显的观测曲线进行对比分析(表 1)。

1.4 震例统计分析

通过上述研究发现, 莆田砂层东西分量对应全国大震和福建及邻近地区的地震具有一定的短

临前兆反应, 即在加载或相持阶段, 日变动态畸变, 规律破坏一至两天后, 往往对应发生全国 7 级以上(映震率 100%)、福建地区 3.5 级以上(映震率 71%)和台湾地区 5 级以上(映震率 30%)地震。根据分析统计结果, 砂层应变东西分量的这种映震效果与地震震级和震中距与砂层台的距离有一定的关系, 如全国 7 级以上地震, 对于较远的新疆于田, 其实际间隔就比较多一点, 同时对福建地区 3.5 级以上地震的映震效果相对比较好, 而台

表 1 2009 年 5 月至 2014 年 6 月莆田砂层应变东西分量震前异常统计表  
Table 1 The anomaly statistics of east-west component of sand strain before earthquakes in Putian from May 2009 to June 2014

地震范围	对应地震	时间间隔	异常类型
全国 7 级以上	2011-04-14 青海玉树 $M_s7.3$	1 d	类型二
	2013-04-20 四川芦山 $M_s 7.0$	1 d	类型一
	2014-02-12 新疆于田 $M_s 7.3$	2 d	类型一
福建地区 3.5 级以上 (总共 14 次)	2009-08-05 福建古田 $M_L3.6$	2 d	类型一
	2009-09-26 福建漳平 $M_L3.8$	12 h	类型二
	2012-04-15 仙游 $M_L 4.1$	1 d	类型一
	2012-05-04 福建顺昌 $M_L 3.9$	1 d	类型一
	2013-08-03 仙游 $M_L 4.1$	1 d	类型一
	2013-08-19 仙游 $M_L 3.8$	1 d	类型二
	2013-08-23 仙游 $M_L 4.5$	1 d	类型二
	2013-09-04 仙游 $M_L 5.0$	2 d	类型一
	2013-10-30 仙游 $M_L 4.6$	1 d	类型一
	2014-03-14 仙游 $M_L 3.8$	1 d	类型一
台湾地区 5 级以上 (总共 37 次)	2009-06-28 台湾花莲海域 $M_s5.3$	1 d	类型二
	2009-07-14 台湾花莲海域 $M_s6.1$	1 d	类型一
	2009-10-04 台湾花莲海域 $M_s 6.2$	1 d	类型一
	2012-02-26 台湾屏东 $M_s 6.0$	1 d	类型二
	2012-04-09 台湾花莲海域 $M_s 5.6$	1 d	类型一
	2012-06-06 台湾台东海域 $M_s 5.7$	1 d	类型二
	2012-12-08 台湾新北海域 $M_s 5.2$	1 d	类型一
	2013-06-02 日台湾南投 $M_s 6.7$	2 d	类型二
	2013-06-29 台湾花莲海域 $M_s 5.8$	1 d	类型一
	2013-10-31 台湾花莲海域 $M_s 6.8$	1 d	类型一
	2014-05-21 台湾花莲 $M_s 5.9$	1 d	类型一

湾地区 5 级以上的地震大多位于台湾东部沿海及海域, 其映震率就相对较低。

2 结语

通过整理分析莆田北高台砂层应变东西分量的观测数据, 并根据该台站自观测以来的所统计到的地震进行前兆异常分析, 我们得到以下几点

认识:

- (1) 该分量观测数据有多次震前日变动态畸变, 规律破坏的情况, 特别是对于全国 7 级以上和福建地区 3.5 级以上地震的映震效果较好。
- (2) 对于相同的曲线变化对应地震三要素却没有统一的变化规律, 需要建立数学模型算法对观测曲线进行深入研究。
- (3) 在其他震前无明显的前兆异常的地震大

多处于观测曲线日变规律不明显或混乱,出现该状况可能是由于其他方向应力的叠加引起,或是由于人为干扰引起,有待进一步计算和排除;

(4) 同时在日常观测中同样也发现,其他台站日变规律较好的东西分量在某些邻近地区较大的地震震前也有同样的变化,这些需要以后进一步的积累和总结。

#### 参考文献:

- [1] 孙 威,孙晓明.印度洋 8.7 级与 8.5 级地震的物理前兆[J]. 中国工程科学, 2008, 10 (2): 14-25.
- [2] 蔡佩蕊,沈勇,陈 伟,等.基于 Oracle 的全国砂层应变数据中心设计及应用[J]. 华南地震, 2012, 32 (4): 88-95.
- [3] 李毅伟.基于 Matlab 的砂层应力分析软件系统的设计与开发[J]. 华南地震, 2011, 31 (4): 123-129.
- [4] 牛安福.地倾斜变化的突变性与地震关系的研究[J]. 地震学报, 2003, 25 (4): 441-445.