

严 兴, 刘 锦, 刘吉平, 等. 广东省前兆台网数据跟踪分析情况概述[J]. 华南地震, 2015, 35 (1): 43–50. [YAN Xing, LIU Jin, LIU Jiping, et al. Introduction to the Data Tracking and Analysis of Earthquake Precursor Networks in Guangdong Province[J]. South china journal of seismology, 2015, 35(1): 43–50.]

## 广东省前兆台网数据跟踪分析情况概述

严 兴, 刘 锦, 刘吉平, 叶秀薇

(广东省地震局, 广州 510070)

**摘要:** 介绍了 2014 年 6 月份以来, 广东前兆台网数据跟踪分析的开展情况, 包括分析工作的推进, 工作过程中存在过的问题及解决情况, 事件分析的归类汇总和产出, 典型事件记录的介绍和分析讨论。

**关键词:** 跟踪分析; 事件记录; 典型事件; 前兆台网

**中图分类号:** P315.78

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-8662 (2015) 01-0043-08

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2015.01.007

## Introduction to the Data Tracking and Analysis of Earthquake Precursor Networks in Guangdong Province

YAN Xing, LIU Jin, LIU Jiping, YE Xiuwei

(Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China)

**Abstract:** This paper introduced the proceeding situation of data tracking and analysis of earthquake precursor networks in Guangdong. It contains the advance proceeding of the analysis job, the difficulties and solutions in the process, the output and summary statistics of event records, the discussion on typical events.

**Keywords:** Data tracking and analysis; Event log; Typical event; Precursor networks

### 0 前言

为落实《中国地震局关于加强地震监测预报工作的意见》(中震测发〔2010〕94号), 推进地震前兆台网日常工作重心从观测向观测、应用并重转变, 提高前兆台网整体运行质量与服务效能, 2014年8月1日开始正式在全台网开展前兆数据的日常跟踪分析工作, 跟踪分析结果纳入年度资

料评比。跟踪分析工作的开展分为三级, 自下而上分别是台站、区域前兆中心以及国家前兆台网中心, 台站的工作重点要从以前的单纯产出数据向产出数据并且分析应用数据并重, 为的是发挥台站一线工作人员熟悉资料, 熟悉环境的优势, 第一时间发现异常信息, 并作出初步判断, 为区域中心的会商和异常核实提供第一手资料, 区域前兆中心需要做好台站分析工作的审核和指导,

收稿日期: 2014-01-10

基金项目: 广东省省级科技计划项目(2013B020200010)

作者简介: 严 兴 (1981-), 男, 工程师, 在读博士, 主要从事地震前兆观测研究。

E-mail: xyan\_2004@163.com.

对台站的跟踪分析记录进行汇总分析,按照形变、重力、地磁、地电、流体的学科分类方法,分类汇总事件记录,找出内在规律,形成综合意见<sup>[1]</sup>。

## 1 分析工作的推进情况

按照台网中心对省局及台站数据跟踪分析的要求,广东局区域中心首先对前兆数据库的配置和分配权限进行了更新,创建了区域中心及各个台站的新用户账号,并于7月初配合广东局监测预报处对台站相关人员进行了《地震前兆台网观测数据跟踪分析》软件的安装和使用培训,通过实际操作练习,基本上清楚了工作内容,建立了初步的机制。

各前兆台站每周一系统分析上一周的观测数据变化,录入事件记录并复核;每月5日前做月分析,发现新的观测数据变化录入事件记录并复核。前兆中心在台站数据分析后第二天审核台站上一周的事件记录;每月10日前审核台站上一月的事件记录,产出上一月的跟踪分析报告和图集,并于10日前上传到国家中心网站。

跟踪分析工作开展的初期,因为规范不断修改,台站人员存在分析记录不完整、不规范的问题,经反复沟通和多次修改,除了6月份的跟踪分析因为台网中心和区域中心数据库资料差异造成分析完整率较低外,其余7~11月份的台站分析完整率都达到了100%。

广东省地震局为规范数据跟踪分析工作,根据中国地震局《地震前兆台网运行管理评比办法(修订)》和《区域地震前兆台网运行管理技术要求(修订)》,制定了《广东省地震前兆台站运行管理办法和评比标准》,并且已经出台了正式文件,从2015年1月起,正式将数据跟踪分析工作纳入对台站的年度评比工作中。

## 2 工作中的问题及解决情况

### 2.1 跟踪分析工作中存在的问题

在跟踪分析推进的初期,台站事件记录存在语言描述,填写,标注不统一,不同分析人员填写的记录也不统一;观测日志中仪器故障的描述不够具体,难以分类;绘图的区间不明确,导致要描述的事件在图中显示不明显;台站填写事件类型与实际类型不相符;经过几个月的熟悉过程之后,台站分析记录的图形标注和事件描述都趋于规范,后期,随着软件的升级完善和分析规范

的修订,出现了一些新的问题,例如,相同类型事件合并问题:广东的形变测项比较容易受到周边施工爆破等的干扰,在一段时间内,一个或多个测项可能每天固定时间都会受到相同的干扰,应合并在一起说明;时间上相近的同震响应也应合并为一条记录;事件归类问题:观测曲线的台阶通常是由于系统不稳定造成的,属于观测系统故障,而不是不明原因事件;数据对比问题:对于观测系统故障、人为干扰等造成的缺数,绘图时仅用预处理数据,未同步引用原始数据进行对比;辅助资料使用问题:广东春夏季多雨,数字水位仪观测曲线由于降雨量增大趋势上升,在做分析时未同步引用气象资料进行印证;相同事件及同台仪器不同测项合并问题:汕头台垂直摆、伸缩仪、钻孔应变仪,新丰江质子磁力仪,和平台地电仪,深圳台重力仪,信宜台垂直摆多条观测测项记录应合并为一条,并重新分段;文字描述问题:分析事件时简单、用语不标准、分析论证不科学严谨。

### 2.2 问题解决情况

针对上述问题,我们采用了如下措施推进工作:

(1) 对台站相关人员进行地震前兆台网数据跟踪分析软件使用培训,并利用出差巡查台站仪器的空余时间,对台站的跟踪分析工作进行现场的指导和沟通交流,帮助台站规范分析流程,听取建议并总结后及时向台网中心汇报。通过电话、QQ等手段,随时同台站跟踪分析人员沟通,了解情况,及时指出错误,解决问题。

(2) 利用《2014年度全国前兆台网运行管理暨数据跟踪分析工作培训班》在我省深圳举办的机会,组织主要台站人员旁听会议,及时了解并落实台网中心的跟踪分析工作的最新要求。

(3) 根据本省的实际情况,制定了《广东省地震前兆台站运行管理办法和评比标准》,并且已经出台了正式文件,从2015年1月起,正式将数据跟踪分析工作纳入对台站的年度评比工作中。

通过一系列措施,从区域中心到台站,建立了跟踪分析工作的初步规范,在大家的共同努力下,该项工作正一步步走上正轨。

## 3 分析记录的分类汇总

从6月开始进行跟踪分析工作至11月共6个月时间内,广东的前兆台网共分析仪器44套,产

出事件记录 1 097 条,其中,非正常事件 445 条,典型事件 14 条,统计情况如表 1。按照学科区分,形变和流体学科因部署最广泛,记录到的干扰事件也最多,占整个台网的 85%以上。由于形变仪器需要调零和标定,受人为干扰也较多,另外,形变台网记录到的地震事件和受场地环境的影响如爆破等也最多,韶关台,汕头台,信宜台的垂直摆都普遍存在对中远地震的同震响应<sup>[2-4]</sup>。流体

台网在夏季本省多雨季节中,较易受降水的影响,所以受自然环境的干扰影响较大。形变和流体台网在夏季雷雨季节受雷击影响造成观测系统故障的情况也较多<sup>[5-6]</sup>。

跟踪分析的主要目的是要及时发现异常,也就是不明原因事件,半年来共有 14 条不明原因记录。除重力外,在其他 4 个学科都有分布,分别是流体 8 条,地电 4 条,地磁、形变各 1 条。

表 1 2014 年 6 月-11 月学科台网事件统计

Table 1 Statistic information of the invent logs from Jun.2014 to Nov.2014

学科名称	实际分析 仪器/套	非正常 事件记录/条	事件类别/条					
			观测系统	自然环境	场地环境	人为干扰	地球物理事件	不明原因
形变	7	307	42	12	72	12	168	1
重力	2	27	0	0	0	5	22	0
地磁	2	11	1	0	0	6	3	1
地电	2	20	0	3	12	1	0	4
流体	31	80	40	24	0	8	0	8
合计	44	445	83	39	84	32	193	14

4 典型事件记录产出情况

典型事件记录共有 14 条,经仪器测项合并后为 8 条,分别是 6 月下旬至 7 月初的新丰江台测氦仪高值异常;6 月中旬阳西地震台水温仪数据突跳;7 月初信宜地震台垂直摆倾斜仪数据突跳;7 月和平地电台地电仪数据整月波动幅度大;7 月中下旬新丰江台水位仪数据波动幅度大;深圳台水位仪 7 月初和 7 月中旬的不明原因突跳;8 月 14 日新丰江台质子矢量磁力仪加卸载相应比超阈值;8 月 7 日韶关台水位仪 6 小时内数据曲线出现剧烈变化。

(1) 新丰江中心地震台 FD-125 测氦仪 (2014-06-24 00:00~2014-06-30 00:00, 2014-07-01 00:00~2014-07-02 23:59, 2014-07-22 00:00~2014-07-26 00:00, 如图 1), 原始数据变化描述: 仪器正常, 周围环境没有变化, 测值升高, 疑为异常, 之后 7 月 11 日河源发生 4.2 级地震, 认为是地震前兆异常。

(2) 阳西地震台 SZW-1A 水温仪 (2014-06-18 01:23~2014-06-18 08:01, 如图 2), 预处理数据变化描述: 阳西水温 6 月 18 日 1 时 23 分至 8 时突跳, 不明原因。

(3) 信宜台 VS 垂直摆倾斜仪 (2014-07-04 14:50~2014-07-04 18:26, 如图 3), 预处理数据变

化描述: 不明原因造成数据突跳、台阶。

(4) 河源和平地震台 ZD8MI 地电仪 (2014-07-01 00:00~2014-07-24 23:59, 如图 4) 预处理数据变化描述: 受不明原因干扰数据波动幅度较大。

(5) 新丰江中心地震台 LN-3A 数字水位仪 (2014-07-18 05:11~2014-07-21 15:43, 如图 5) 预处理数据变化描述: 数据变化幅度大, 不明原因。

(6) 深圳台 LN-3 数字水位仪 (2014-07-03 10:54~2014-07-03 16:23, 2014-07-17 23:10~2014-07-18 05:59, 如图 6), 预处理数据变化描述: 2014 年 7 月 3 日 10:54~16:23 不明原因台阶, 7 月 17 日 23:10~7 月 18 日 05:59 不明原因干扰数据突跳。

(7) 新丰江中心地震台 FHD-2 质子矢量磁力仪 (2014-08-14 00:00~2014-08-14 23:59, 如图 7), 预处理数据变化描述: 14 日计算加卸载响应比超出阈值。周围无环境干扰、无人干扰和直流电干扰。

(8) 韶关台 LN-3A 数字水位仪 (2014-08-07 08:00~2014-08-07 16:59, 如图 8), 预处理数据变化描述: 静水位 2014 年 8 月 7 日 08 时 00 分至 2014 年 8 月 7 日 16 时 59 分数据变化异常 (6 h 内变化幅度达 3 cm, 先降后升, 最后又自动恢复正

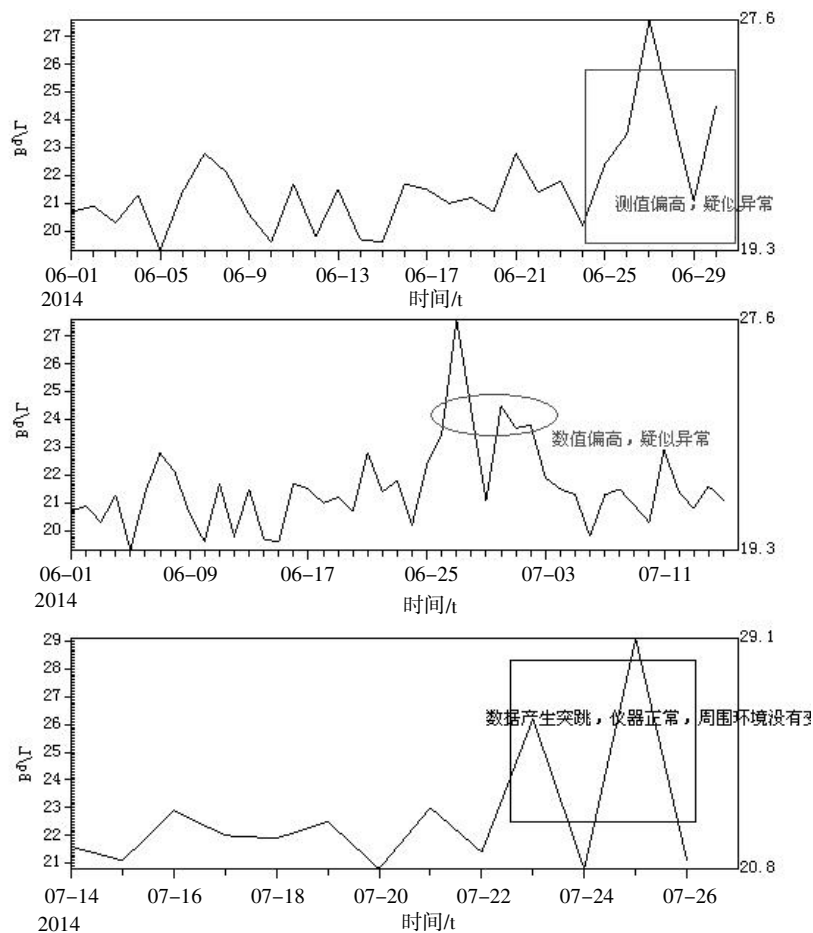


图1 新丰江台测氡仪日值图

Fig.1 The day-value curve of water radon in Xinfengjiang station

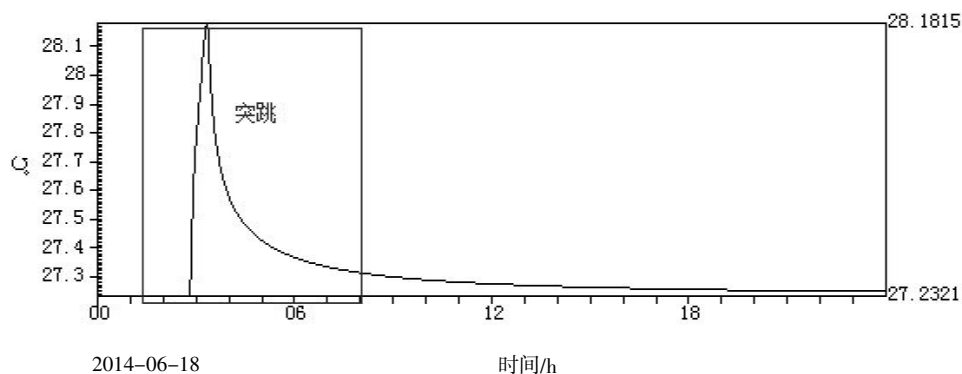


图2 阳西台水温仪分值图

Fig.2 The minute-value curve of water temperature in Yangxi station

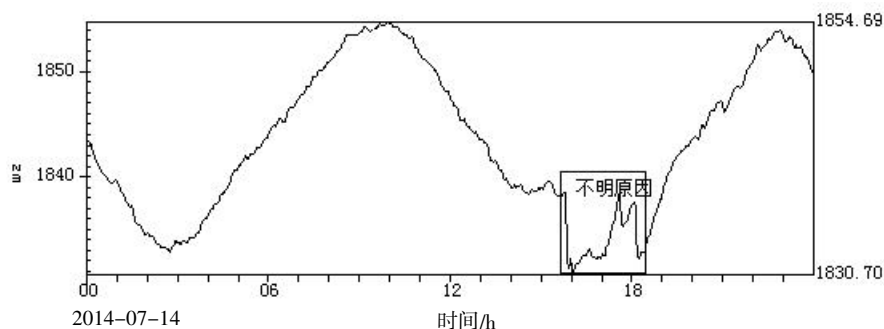


图3 信宜台垂直摆倾斜仪北南分量分值图

Fig.3 The minute-value curve of vertical pendulum tilt meter NS component in Xinyi station

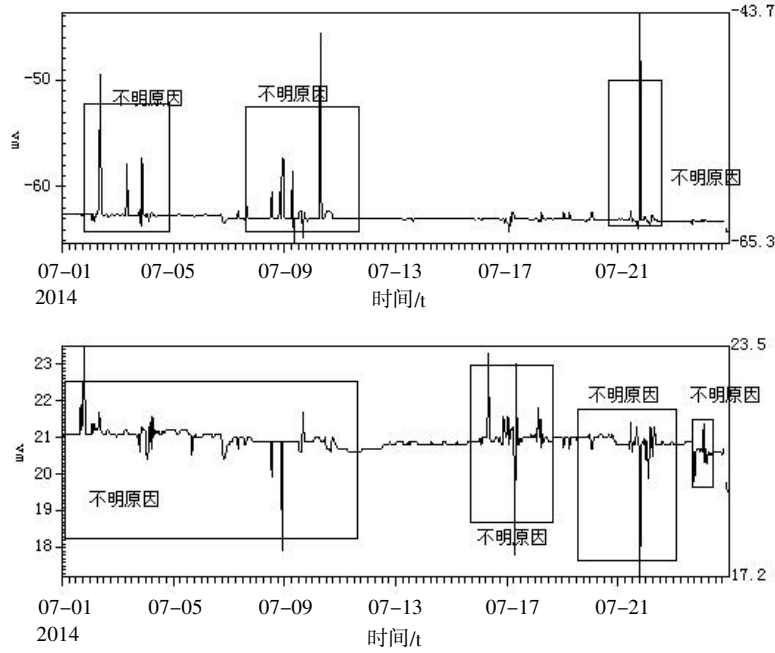


图 4 和平台地电仪时值图

Fig.4 The hour-value curve of geoelectric instrument in Heping station

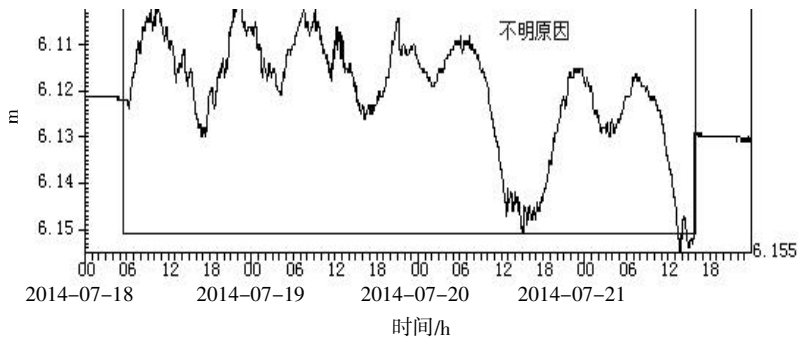


图 5 新丰江台静水位分值图

Fig.5 The minute-value curve of water level in Xinfengjiang station

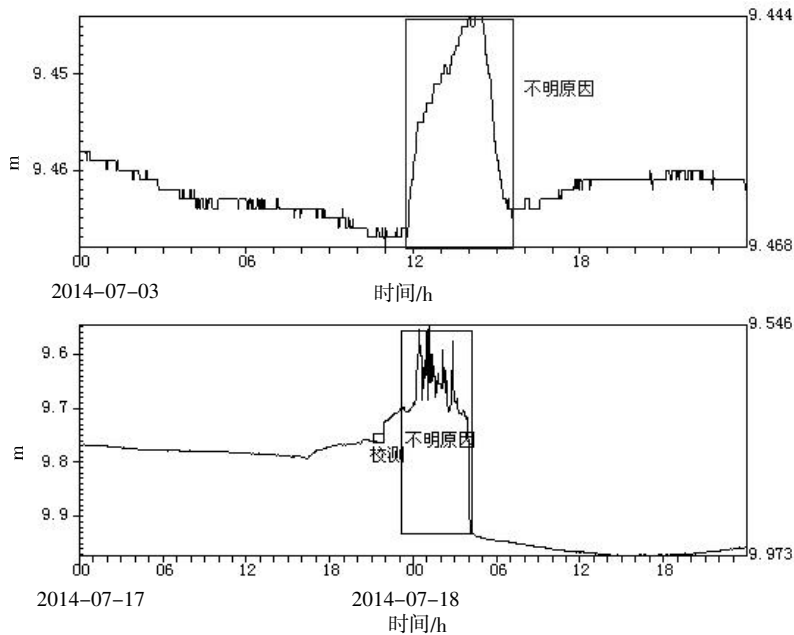


图 6 深圳台静水位分值图

Fig.6 The minute-value curve of water level in Shenzhen station

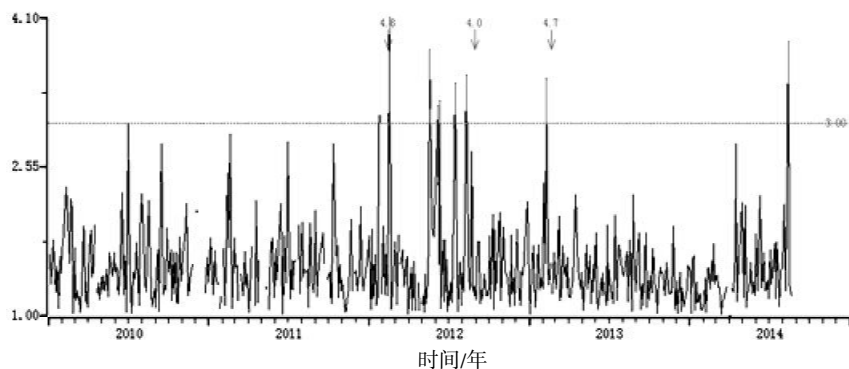


图 7 新丰江台地磁 Z 加卸载响应比图(2010-01~2014-08)

Fig.7 The load-unload response ratio in map of geomagnetic Z element of Xinfengjiang station

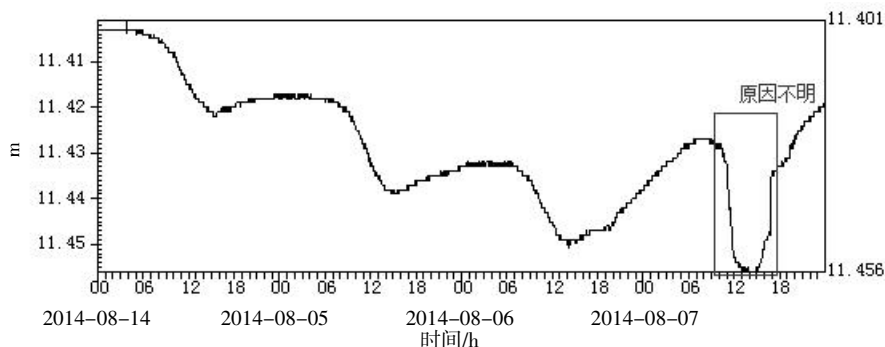


图 8 韶关台静水位分值图

Fig.8 The minute-value curve of water level in Shaoguan station

常),待核实。8月8日上午就7日静水位出现约6 h 数据异常(10:59至11:45下降3 cm, 16:54至16:55急升2 cm后恢复正常)向碧桂园工地及良村村委会了解相关情况,据村长反映:附近1 km 范围内没有大型抽水作业,碧桂园工地用水抽取的是湟江河水。随后将情况上报。说这种短时间(6 h)且又能自动恢复的异常暂不需派工作组进行现场核实。

## 5 结语

新丰江中心台站水氡6月25日至7月2日相对高值,在6月源城区震群前黄子洞水氡、庄田水氡日值在震前都出现数天小幅突跳(图9),黄子洞水氡、庄田水氡五日均值出现高值(图10),7月11日东源发生了 $M_s$  4.0级地震,6月下旬至月初出现的水氡异常经排查已排除人为干扰,应为

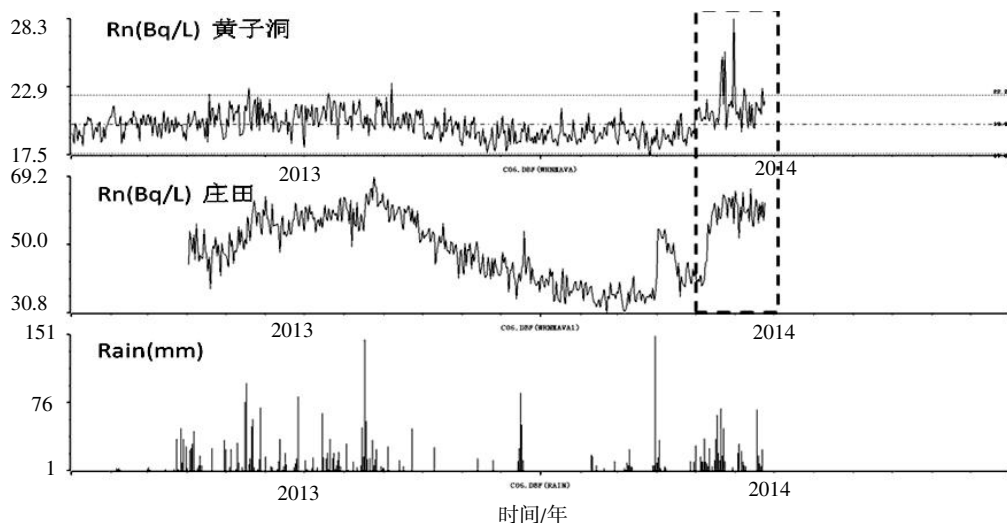


图 9 河源地区黄子洞水氡、庄田水氡日值图

Fig.9 The day-value curve of water radon in Huangzidong and Zhuangtian station

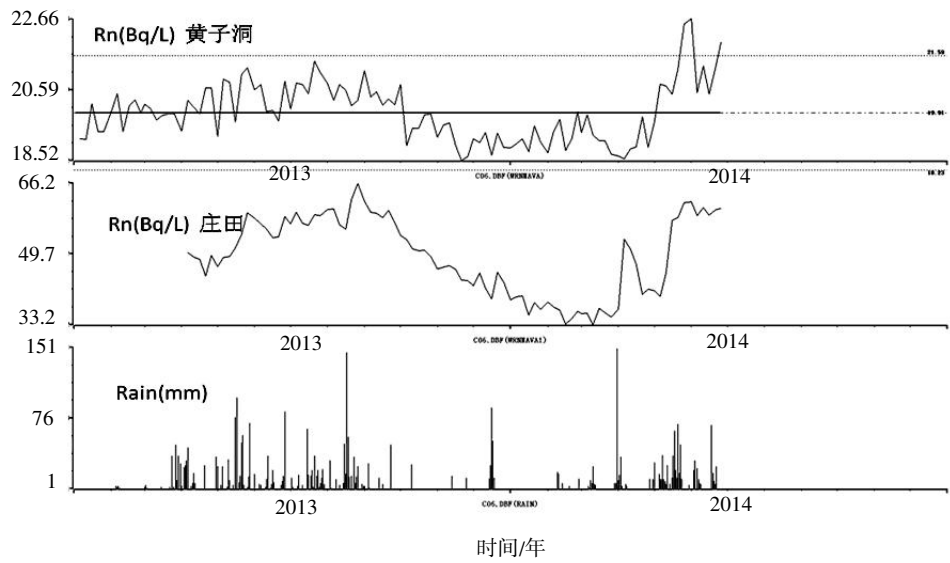


图 10 河源地区黄子洞水氡、庄田水氡五日均值图

Fig.10 Anomaly in 5-day-value curve of water radon in Huangzidong and Zhuangtian station

地震前兆异常。

阳西台水温 6 月 18 日 1 时 23 分至 8 时突跳, 原因不明, 而同一辖区的阳江地震台水温仪并未出现类似异常, 所以该异常信息并不能判定为地震前兆异常。

深圳台水位仪和信宜台垂直摆倾斜仪数据常年出现不明原因的台阶。和平台地电仪没有经过验收, 而且周围基建施工等范围较大, 可能对地点观测造成电磁干扰, 因此该疑似前兆异常不可靠。新丰江中心地震台水位仪 7 月 18 日 05:11 至

7 月 21 日 15:43 数据波动幅度大, 台站人员检测仪器正常, 同时间段内新丰江地区降雨量没有明显增大, 而且以往也没有同震响应的震例。韶关台水位仪出现异常变化后很快恢复, 也没有再次出现, 应排除地震前兆异常。

9 月、10 月肇庆、河源地磁  $Z$  加卸载响应比值低于阈值(见图 11), 根据本区以往震例研究结果: 广东地区以  $P(z)$  出现高值( $P(z) \geq 2.8$ ) 作为地震磁异常判别指标。台站 220 km 范围的中强地震前半年内, 或强远震前, 响应比值  $P(z)$  值出现

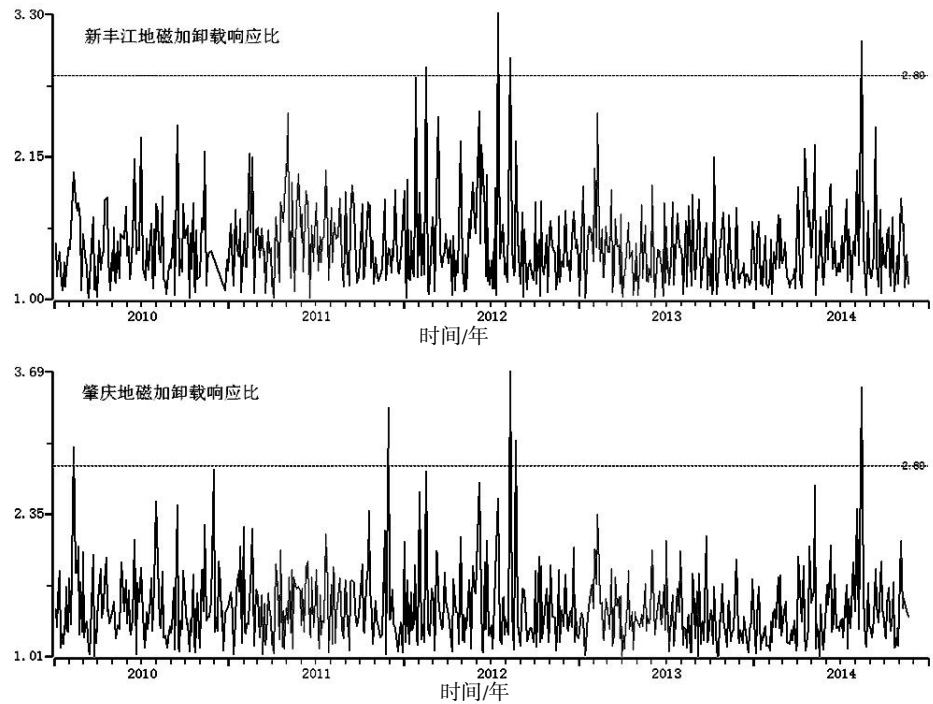


图 11 广东省新丰江台地磁  $Z$  加卸载响应比图 (2010-01~2014-11)

Fig.11 The load-unload response ratio map of geomagnetic  $Z$  element of in Xinfengjiang and Zhaoqing station

高值异常。8月14日两个台站地磁 $Z$ 加卸载响应比值同时出现高值异常半年时间尺度内应该继续关注异常情况。

## 6 结语

通过前兆数据跟踪分析的工作,我们对广东前兆测项的预报效能和一般规律有了更加清楚地认识。本省形变和重力学科应震效果较好,记录到的同震响应最多,同时受场地环境的影响也较大,分析工作量最多;不明原因的典型事件记录主要集中于流体和电磁,更确切地说是水氡和地磁两个测项,新丰江的两个水氡测项一直以来对河源地区的中小地震都有很好的前兆异常表现;肇庆、河源两处地磁加卸载响应比通常对今后半年内一定范围内的中强地震有高值异常表现。

跟踪分析的出发点在于发挥台站工作人员的积极性和掌握第一手资料的优势,通过经验和分析,第一时间发现异常汇报异常。通过不断的积累经验和事实验证,广东前兆台网的跟踪分析工作在总结规律的基础上向前推进,随着台网在今后的逐步建设和完善,数据跟踪分析的发展和成熟,这项工作一定能够在分析会商中发挥更大的作用。

## 参考文献:

- [1] 杨马陵, 陈大庆. 中国大陆水库最大诱发地震发生时间与震级的统计研究[J]. 华南地震, 2012, 32 (4): 1-9.
- [2] 陈智群, 刘吉平, 李 敬. 河源台地电专用电源和外线路故障查修方法[J]. 华南地震, 2013, 33 (2): 117-123.
- [3] 冯志生, 李鸿宇, 张秀霞, 等. 地磁谐波振幅比异常与强地震[J]. 华南地震, 2013, 33 (3): 9-15.
- [4] 陈智群, 柴剑勇, 李 敬, 等. 和平台深孔电极地电阻率测值趋势下降原因分析[J]. 华南地震, 2014, 34 (1): 117-121.
- [5] 康云山, 安海静, 马可兴. 天水地电阻率地表与井下多种观测方式的试验分析[J]. 地震工程学报, 2013, 35 (1): 190-195.
- [6] 赵 栋, 易立新, 王广才. 地下水位中地震前兆信息提取方法研究[J]. 地震工程学报, 2013, 35 (2): 334-341.