

钟天任. 广东省前兆台网数据跟踪分析工作中常见问题的探讨[J]. 华南地震, 2018, 38 (S1): 25–32. [ZHONG Tianren. Discussion on Common Problems in Data Tracing Analysis of Guangdong Precursor Network[J]. South China journal of seismology, 2018, 38(S1): 25–32]

# 广东省前兆台网数据跟踪分析工作中常见问题的探讨

钟天任

(广东省地震局, 广州 510070)

**摘要:** 广东前兆台网数据跟踪分析工作已开展两年多, 为提高数据质量监控能力、数据异常识别能力和数据跟踪分析能力, 通过分别介绍 7 大类前兆观测事件, 针对其常见问题, 如图件标注、事件描述等进行讨论, 以及各类事件下, 广东省前兆台网各学科仪器、测项的总体情况, 分别总结了存在的问题, 并提出一些建议, 为日后的工作提供一些参考。

**关键词:** 数据跟踪分析; 观测事件; 前兆台网

**中图分类号:** P315.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662(2018)S1-025-08

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2018.S1.004

## Discussion on Common Problems in Data Tracing Analysis of Guangdong Precursor Network

ZHONG Tianren

(Guangdong Earthquake Agency, Guangzhou 510070, China)

**Abstract:** Guangdong precursor networks data tracking and analysis work has been carried out for two years. In order to improve the data quality monitoring capability, data anomaly recognition capability and data tracking and analysis capability, this paper introduces 7 types of precursor observation events and their typical cases, points out the existing problems, and puts forward some suggestions.

**Keywords:** Data tracking and analysis; Observation event; Precursor networks

收稿日期: 2018-03-28

作者简介: 钟天任(1984-), 女, 工程师, 主要从事地震前兆观测研究。

E-mail: tcbychung@163.com.

## 0 引言

为落实《关于全面开展地震前兆台网数据跟踪分析工作的通知》(中震函〔2013〕311号),推进地震前兆台网日常工作重心从观测向观测与应用并重转变,提高前兆台网整体运行质量与服务效能,广东省前兆台网于2014年8月开始正式在全台网开展前兆数据跟踪分析工作。并制定了《广东省地震前兆台站运行管理办法和评比标准》,将跟踪分析工作纳入对台站的年度评比工作中,明确了前兆台站与区域中心各自的任务与要求。

## 1 数据跟踪分析工作的意义

为了能充分利用前兆观测数据,提高数据产品服务的深度,开展了地震前兆台网观测数据跟踪分析工作。同时为了充分发挥地震监测一线人员对观测环境和观测系统,能直接获取观测数据的优势,从原来单一的处理数据转变为处理与分析数据相结合,提高一线人员对观测数据的认识、分析与应用水平。在大量数据中发现问题,提炼信息,提高识别异常和前兆异常的能力,为地震预报提供有效的参考资料。

## 2 常见问题分析讨论

广东省地震前兆观测数据跟踪分析工作经过两年多的运行,产出了大量的数据跟踪分析产品和观测报告,按需求可分为七大类前兆观测事件,分别是:正常变化背景,观测系统故障,天气因素影响,场地环境干扰,人为干扰,地球物理事件和不明原因变化事件。以下分别针对每个变化影响因素,分别对广东区域内一些常见的问题进行讨论,特别是图件标注与事件描述方面,提出存在的问题,最后提出解决方案。

### 2.1 正常动态

包括非地震活动时段、无干扰因素的条件下表现出来的有规律的动态变化,和在各种干扰因素的作用,多年形成了相对稳定的有规律的动态变化。各学科、各测项的正常动态复杂多样,都有自身的特点。如:不同井的动态类型不同,同一口井不同测项,同一测项不同时段的动态类型不同,动态特征千差万别。研究和了解每一口井、每一个测项、每个时段的正常动态是科学、正确进行数据处理、异常识别的前提和必要条件<sup>[1]</sup>。

### 2.2 观测系统事件

观测技术系统包括:仪器、供电、通讯、避雷、观测装置等出现问题或异常引起观测数据的变化。对观测数据影响超过4h的事件要做分析说明,不超过4h的在正常记录和观测日志中说明即可<sup>[2]</sup>。

事件描述要概括故障的基本情况,并说明是否已处置或计划处置的情况。预处理数据和原始数据曲线图要同时段标注,在非正常时段前后各保留不少于1倍变化时长的正常背景,非正常时段要用标注框标注,标注文字概要说明影响因素<sup>[3]</sup>。

广东台网记录到的观测系统故障事件覆盖了全省台站绝大部分仪器,数采故障、传感器故障、供电系统故障和主机故障为主要的四大因素,流体和形变仪器故障频率最高,同套仪器基本都是因同种因素导致再次故障,如下例,新丰江测氦仪在2015年1月、4月、5月、6月都因透气装置故障产出错误数据;信宜台垂直摆频繁因主机和摆体故障导致缺数或产出错误数据。正确辨别故障数据,是跟踪分析工作的基本任务,对图件进行标注和对事件进行规范描述是对数据的整体初步认识。

2015年1月11日15:00~26日02:00期间,新丰江台SD-3A测氦仪由于集气装置故障,频繁产出错误数据,期间错误数据都作缺数处理,在1月23日维修完成,中午12时起恢复正常观测。图1为台站不规范事件记录,不仅缺少了原始观测数据图件进行对比,而且标注文字与标注框、曲线重叠,相同的影响因素重复地写了多遍,导致字字重叠,甚至已经超出了图件范围,既不美观也影响了图件的可读性。事件描述方面,只有简单的一句话,“由于气路故障产生错误数据”,不能仅把观测日志粘贴到事件描述里,需详细描述故障的基本情况,要说明是否已处置或计划处置情况等。

### 2.3 场地环境事件

因场地环境因素,如爆破、工程施工、水(油)井(抽)注水、车辆干扰等引起观测数据出现异常变化或趋势性变化应归于此项。

事件描述要简述干扰因素的基本情况,干扰的位置,相对台站的方位、距离等,详细描述干扰的过程、强度、频度等,以及数据曲线的变化特征与干扰的对应关系,最后要说明计划或已经实行的处置情况。图件标注要完整,标注框要突

出非正常变化时段,标注文字要简明扼要地说明影响的因素。另外,抽(注)水等场地环境干扰同时引起的水位变化,应同时提供水位变化曲线进行对比,若没有水位观测或水位观测不正常应在变化描述中注明。

广东台网记录到的场地环境事件不多,主要集中在电磁、形变和流体学科。其中最突出受场

地环境干扰的是和平地电台的 ZD9A-2B 地电场仪,开始运行至今,受到测区内工厂生产运行中的机电设备 & 车辆维修作业的干扰影响,测值波动变化较大,观测曲线严重失真,已严重影响预报人员对数据的使用,见图 2。另外,要特别注意的是,人为抽水、爆破等均应归到此项,而不归类到人为干扰。

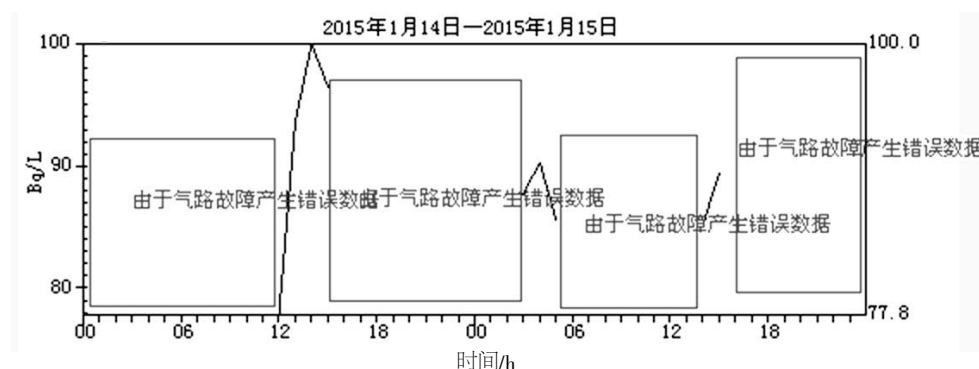


图1 新丰江台 SD-3A 测氡仪故障记录图

Fig.1 Fault record map of SD-3A gas radon counter in Xinfengjiang station

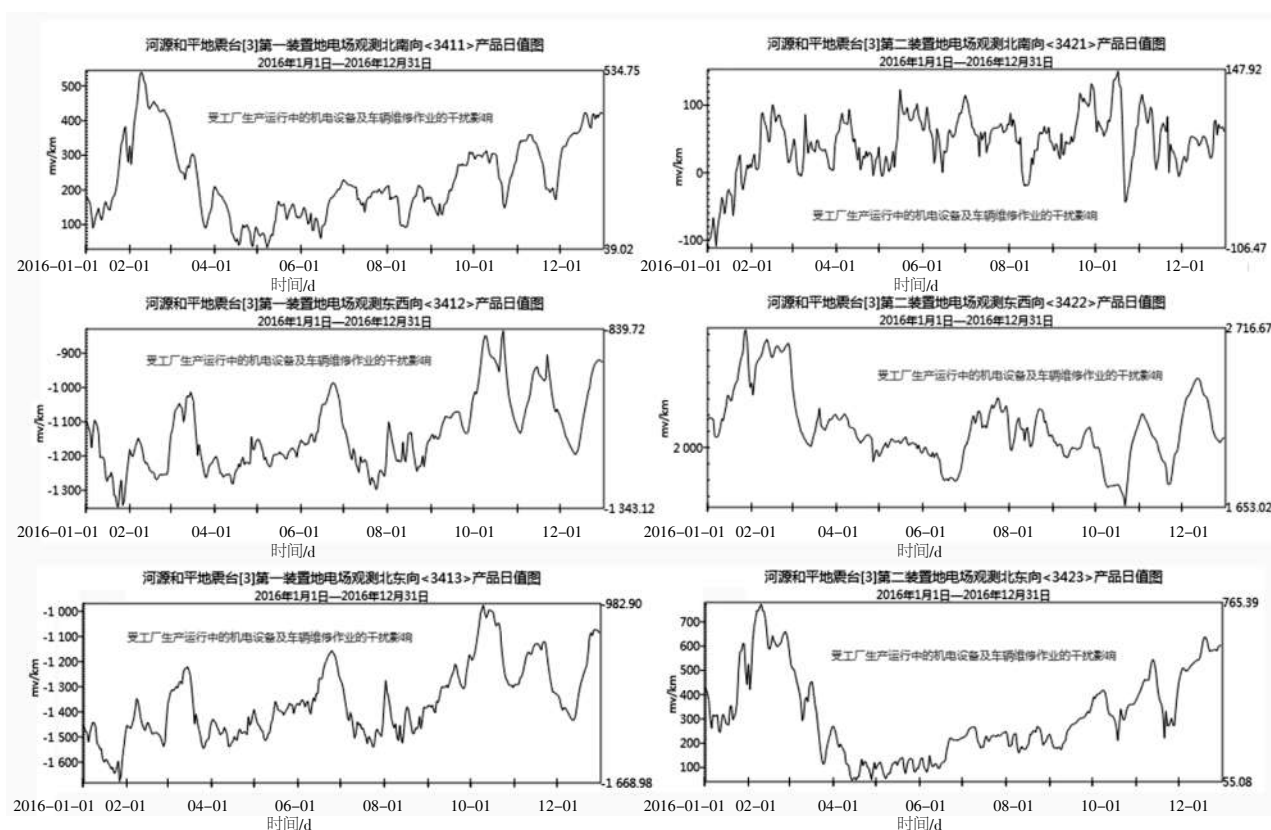


图2 和平台地电场数据记录日值图

Fig.2 The daily value curve of geoelectric field in Heping station

汕头台 2016 年 6 月 4 日测氡仪观测井受附近人为抽水导致观测井水位下降,导致测值上升,变化幅度 112.5 Bq/L,见图 3。台站人员错误地归类到“人为干扰-观测井抽水与放水”事件,正确

归类应为“场地环境-水(油)井泉抽水”,并且要附上同观测站内同期水位数据曲线进行辅助观测佐证对比,但由于站内没有水位观测,因此没有辅助佐证。

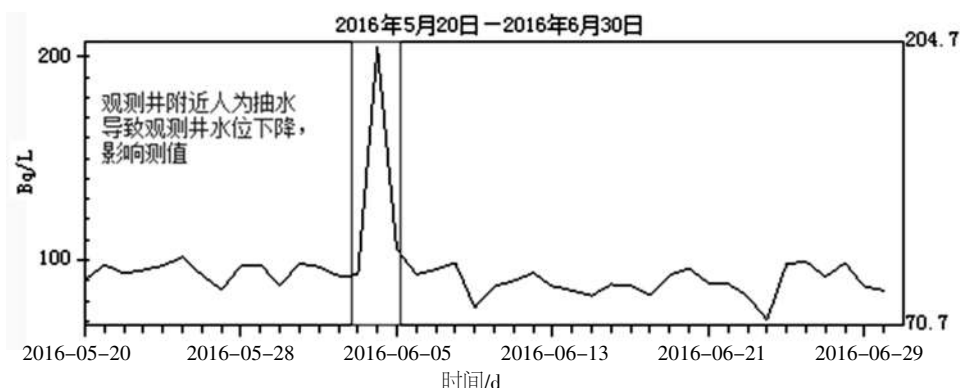


图3 汕头台水氡数据受抽水干扰影响

Fig.3 Water radon of Shantou station influenced by pumping interference

## 2.4 人为干扰事件

由于人为事件, 如标定、调零、进洞、检修(安装)仪器、观测井(抽)注水等, 直接对观测仪器或观测装置的改变引起观测数据影响的短时变化应归于此类。对于长时间趋势变化(>2 d), 则绘图时应同时绘出变化前后若干天的无干扰数据以突出干扰引起的变化。

事件描述要详细描述干扰的过程、强度、频度等, 以及数据曲线的变化特征与干扰的对应关系。图件标注要完整, 标注图框和文字缺一不可, 一般在变化时段前后各保留不少于1倍变化时长的正常背景。

广东台网记录到的人为干扰事件主要集中在

形变、流体和重力台网, 主要是进山洞标定、调零及检查仪器时对正常的观测产生干扰, 可以通过缺数处理来去除突跳和改正台阶。

2014年12月7日信宜台3号井在安装RZB-2分量式钻孔应变仪传感器前, 把水温仪断电停记, 待钻孔应变仪传感器投放完毕后, 重新放置水温仪传感器, 投放深度由原来90 m提升到86 m, 导致12月6日15:02~7日10:58期间错误分钟值作缺数处理, 7日~11日数据曲线因探头扰动发生趋势性上升, 数据变化幅度为0.0814℃, 见图4。台站人员的记录图件标注不规范, 只笼统地标注为“人为干扰”, 应该具体说明干扰的因素, 如: 探头扰动或重新投放传感器导致数据记录不稳定。

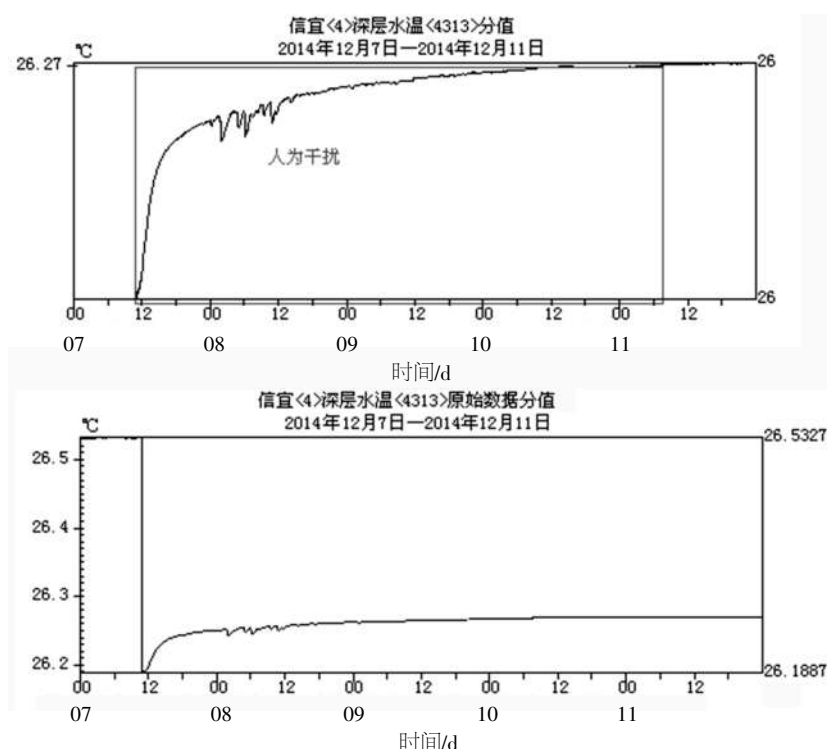


图4 信宜台水温受人为干扰

Fig.4 Water temperature of Xinyi station affected by human disturbance

## 2.5 自然环境事件

因台风、雷电、降雪、降雨、温度、湿度等自然环境引起观测数据出现高频抖动,趋势性上升或下降变化的属于此类。流体学科中,若降雨引起水位动态变化符合多年的背景动态变化特征,视为正常变化;若气温引起氦、汞动态变化符合多年的背景动态变化特征,也视为正常变化,不需做分析。

事件描述要具体描述干扰位置、过程、强度、频度等(如台风名称、级别、距离、登陆位置等),也描述数据曲线变化特征与干扰对应关系。图件标注一般要把相关的辅助观测曲线,如气象三要

素的数据一同进行对比,若是没有辅助观测的需要说明,但是不能把不相关和无用的辅助观测进行对比。

广东台网记录到的自然环境事件较多,主要集中在流体台网和形变台网,主要是降雨对水位表现为大幅度上升;台风和降雨对地倾斜有上升、下降和噪声大等影响,以及对地应变有大幅度下降影响。

汕头台 SS-Y 伸缩仪 2015 年 9 月 1 日 13~14 h 受雷电天气影响,北南向分量产生突跳,变化幅度  $117.6(10^{-10})$ ,东西向分量趋势平缓,见图 5。图件标注不完整,缺少了对应辅助测项的佐证,应把同期的洞体温度的观测曲线也附上。

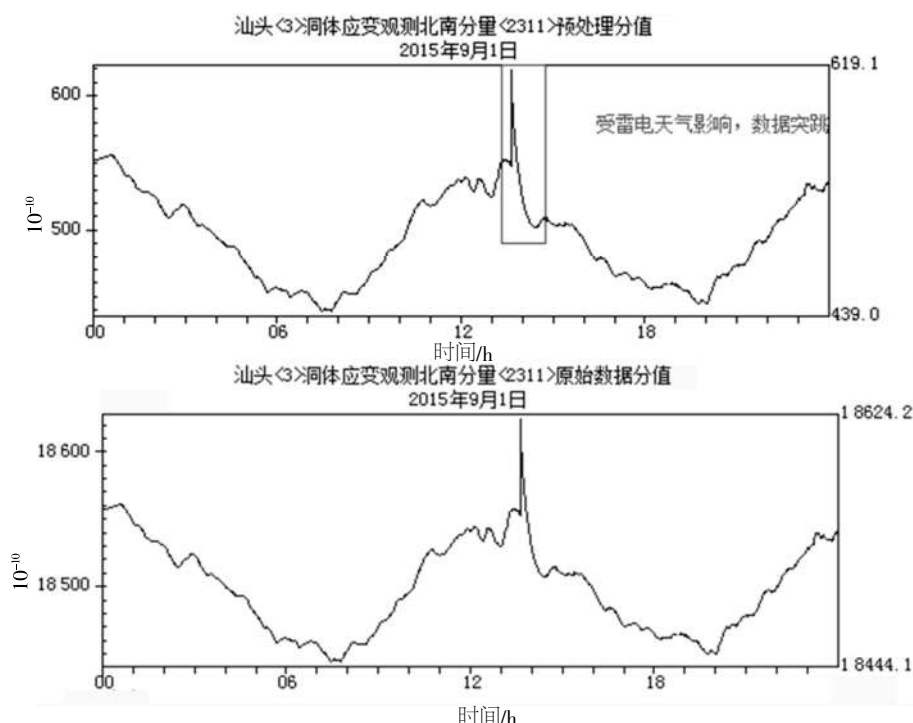


图 5 汕头台伸缩仪受雷电干扰

Fig.5 The telescopic instrument of Shantou station disturbed by the lightning

## 2.6 地球物理事件

地球物理事件是指地震、震后效应,同震反应,爆炸、震前扰动等能够引起较为显著的同震、震后效应的地震事件,地电暴,磁暴也属于此类。事件描述时要完整地把地球物理事件的情况说明,如地震事件应把发震时刻(具体到分)、参考位置、经纬度、震级( $M_s$ )、震中距(km),描述数据曲线的变化特征。图件绘制时,应用箭头准确标识出地震发生时刻,同时用简短文字来描述地震信息(发震地点、震级、震中距)。原始观测曲线上地震波不明显的,可以用差分曲线来表现<sup>[3]</sup>。

广东台网记录到的地球物理事件较多,主要为地震事件和急始磁暴事件,记录到的同震变化主要为形变、重力的同震波,磁力仪记录到磁暴。个别台站如汕头台和潮州台,形变仪器较多,仪器灵敏度高,能记录到全球大小地震,分析工作量较大。

(1) 肇庆磁通门磁力仪 2016 年 7 月 19 日 23:50~21 日 18:00 记录到磁暴,属于急始磁暴 SC,活动程度  $K=5$ ,中烈 m,  $H$  变幅为  $110.8 \text{ nT}$ ,见图 6。台站人员事件描述不完整,“2016 年 7 月 19~21 日,肇庆台 GM-4 磁通门磁力仪发生磁暴事

件”，缺少准确的时间，急始磁暴起始时间要精确到分，结束时间精确到时，最后，应详细列出各分量变幅情况。

(2) 2015 年 9 月 17 日，汕头台 VS 垂直摆记录到智利共发生 3 次地震，分别是 06:54 的 8.2

级，07:18 和 09:41 的 6.8 级和 6.6 级两次余震，见图 7。在短时间内，智利发生了 3 次地震，多次地震的同震变化已发生了重叠，这种情况只需标注最大地震，即只需把智利 06:54 发生的 8.2 级地震标注便可。

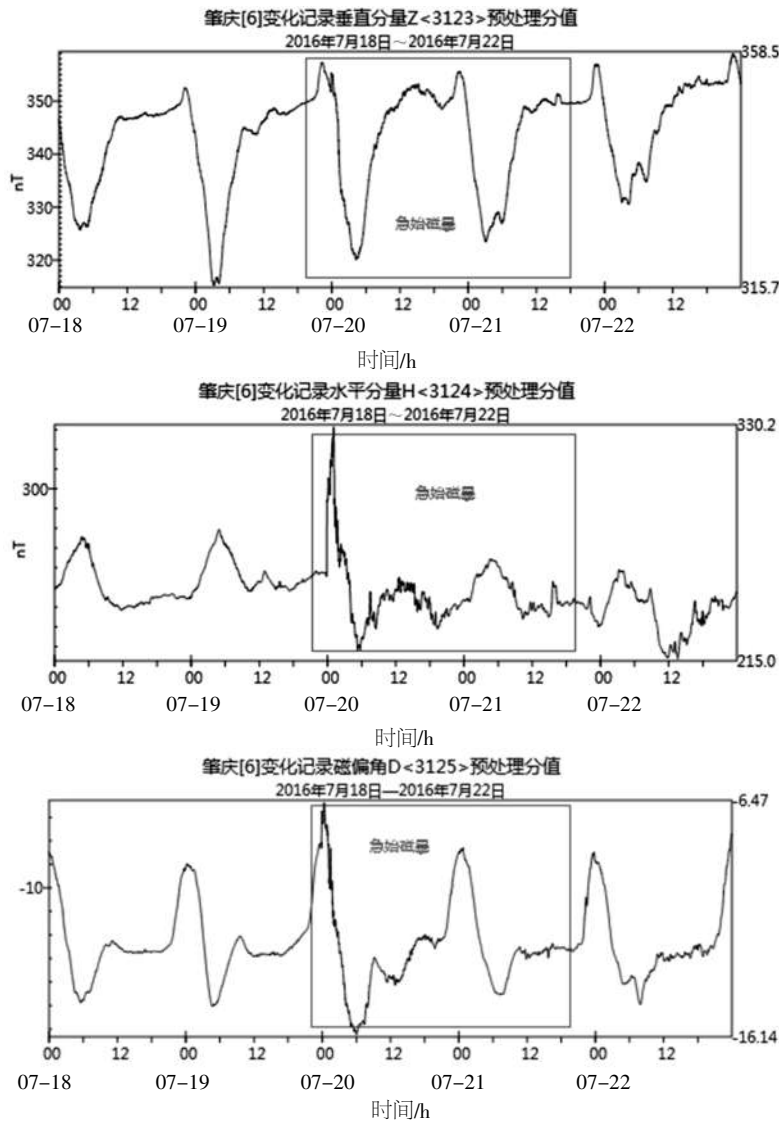


图 6 肇庆地磁仪记录磁暴曲线图

Fig.6 The magnetic storm curve recorded by magnetometer in Zhaoqing station

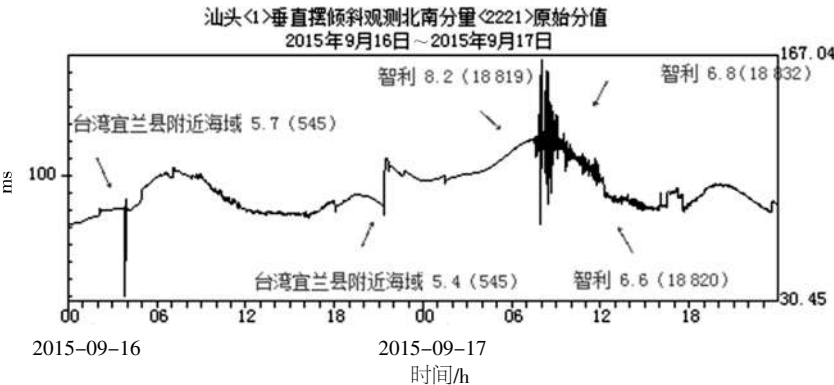


图7 汕头 VS 垂直摆地震标注图

Fig.7 Seismic annotation of vertical pendulum in Shantou station

## 2.7 不明原因事件

排除了以上 5 种影响因素后, 仍然无法确定的异常应归类到不明原因异常。对于不明原因事件的分析, 要分以下 5 步: 不明原因排查, 核实排查, 分析确认, 过程跟踪, 和后续认定及处置。首先要对不明原因进行排查, 根据数据异常情况和以往的工作经验, 综合初步分析后确定原因; 接着进行核实排查, 对观测系统、场地环境及周边环境进行实地考察, 并收集各类辅助观测资料, 如气象资料等; 通过对各方面的分析调查, 提供充足有力佐证后提出结论, 属于哪种不明原因; 接着还需要作一个完整的过程跟踪的落实, 是否需要更新资料和佐证, 或重新修改结论; 最终才作定论和提出处置意见。

数据异常应从异常变化之前两倍或两倍以上时间长度开始绘图, 以作为观测背景来突出不明原因变化。并且要给出详细的排查过程, 描述需要详细、准确, 建议结合往年同时段的观测动态以及近期的地震活动规律进行对比分析, 初步落实过程。过程跟踪和后续处置不能遗漏, 这才能反映我们的工作有始有终。在跟踪期满后如对该条事件有新的认识, 如改变类型, 需删除本条事

件后将其放入引起变化的类型和因素内<sup>[4]</sup>。

广东台网记录到的不明原因事件分布在流体台网、形变台网和地电台网, 但主要集中在流体台网, 不明原因事件中绝大部分是属于疑似故障或干扰, 而非前兆异常, 今后应更注重流体学科的数据质量和流体仪器的质量问题。

深圳台 LN-3 水温仪 2015 年 5 月 7 日至 10 月 1 日期间, 多次出现阶跃, 基本发生在每天 4 点和下午 17 点, 见图 8。不能仅仅把它归类为不明原因后, 只进行简单的描述, “2015 年 10 月 01 日 04 时中层水温数据有不明原因阶跃”, 既缺少变化幅度, 也未说明是否进行了核实, 未进行分析, 未说明再次出现与之前的异同, 也无处置措施, 未进行跟踪, 也无后续认定, 等等。该套仪器从 2000 年开始运行至今已十几年, 老化程度越来越严重, 经常会因老化故障导致数据不稳定, 经过对仪器的检测, 电压电源等其他观测系统的全面检查, 和三要素辅助观测的检查, 以及周边环境的异常排查, 并未发现异常情况, 因此暂列为“不明原因-疑似仪器故障”, 每次的突跳也并没有发生对应的地震, 因此综合经验判断, 排除是前兆异常, 但会持续跟踪数据的变化。

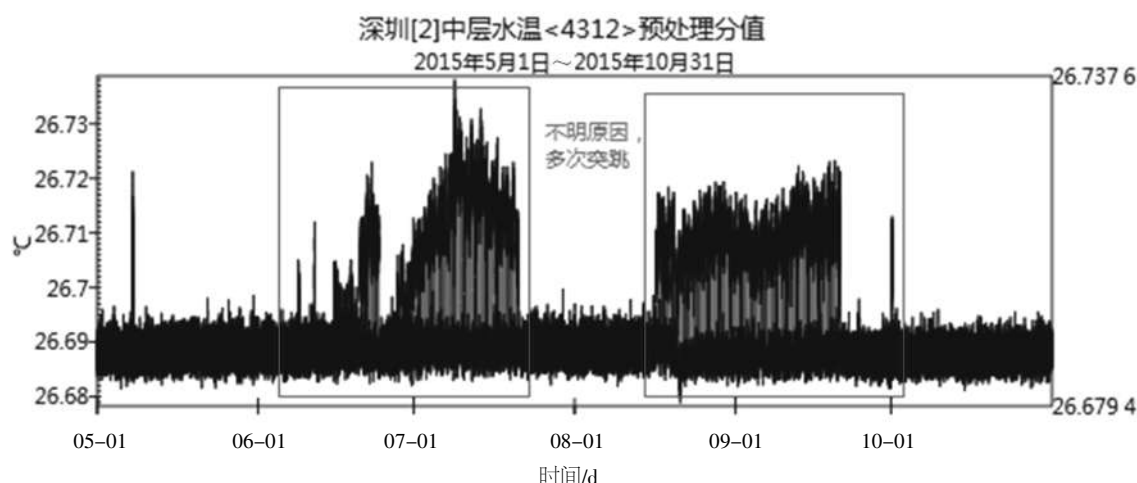


图 8 深圳台水温仪数据异常图

Fig.8 Water temperature data anomaly of Shenzhen station

## 2.8 常见问题小结

开展前兆数据跟踪分析工作以来, 我们对区域内仪器运行情况和数据质量有了更深入的了解。广东区域内大部分为数字化十五仪器, 只有少部分为九五和人工仪器, 绝大部分仪器已运行 10 年以上, 老化程度越来越高, 经常会因老化故障产生错误数据; 水位测项受降雨影响较大, 数据曲

线会随着降雨而趋势上升; 形变仪器如垂直摆、倾斜仪和重力仪灵敏度高, 对全球的大小地震都有较好的同震响应<sup>[9]</sup>; 区域内两套磁力仪运行较为稳定, 除了偶尔会受到干扰外, 各分量变化幅度和趋势基本一致。

基于分析上述 7 大类观测事件, 可归纳出以下常见错误, 分别是: 事件分类错误, 事件描述

不完整,图件标注不规范,图件对比问题,缺少辅助资料佐证等。

若发现数据异常,应结合实际情况将其归类到相应的变化类型中,图件按规范进行文字、标注框、箭头等标注。事件描述要详细、准确,完整,不能仅仅把预处理观测日志复制粘贴,要详细描述分析的过程,分析的依据,及列出相关的佐证材料<sup>[9]</sup>。

### 3 结语

广东前兆台站观测数据跟踪分析工作已运行两年多,产出了大量数据产品和数据报告,为预测预报提供了重要的资料,但同时也遇到了各种各样的问题,为了不断解决问题,观测人员都秉着认真的态度去学习、慢慢地从工作中积累经验,数据分析水平也在逐步提高,但在今后的工作中,肯定还会不断出现新的问题,需要观测人员去处理。

(1) 加强一线观测人员数据跟踪分析工作的培训。每个学科都有各自的特点,需要学科老师对观测人员作一个深度的培训,让观测人员对不同学科、不同观测手段及各观测手段的原理和方法有个更深入的了解,从而提高观测人员对数据异常的识别能力,提高对数据干扰因素的判断能力。

(2) 观测人员也要本着求实、钻研的精神做好观测数据跟踪分析工作。一开始,观测人员都把这项工作作为一个额外的负担,存在应付心里,缺乏工作积极性和主动性,但通过多次的集中培训和到台站进行现场讲解,观测人员也逐渐重视起来,通过发挥观测人员的积极性,和掌握第一手资料的优势,继续提高数据跟踪分析的质量。

(3) 区域中心人员要提高业务水平,全面掌握本区域内各测项的变化规律,从而也能更清楚了解到各测项的预报效能。一方面要定期查看学科中心的反馈结果,一方面要积极与台站沟通,并督促其修改相关事件记录。特别要重点关注长期干扰以及不明原因,预报人员也要积极参与到实地调研跟踪中去,及时核实并发现可能的前兆异常,为会商提供有效的资料,为防震减灾发挥基础性作用。

### 参考文献:

- [1] 刘春国,谷元珠,赵红丽,等. 中国流体前兆数据库的质量监控系统研制及其开发技术[J]. 地震,2002,22(4): 74-79
- [2] 全建军,方传极,赖见深,等. 前兆台站观测数据跟踪分析工作中常见问题的探讨[J]. 华南地震,2015,35(3): 59-65.
- [3] 王建国,刘高川,闫丽莉,等. 天津地震前兆台网典型事件跟踪分析[J]. 中国科技成果,2015(20):42-46.
- [4] 王建国,妖会琴,徐诚,等. 天津地震前兆台网运行监控与数据跟踪分析方法研究[J]. 中国科技成果,2015(7): 29-30.
- [5] 钟天任,严兴,刘吉平,等. 广东形变观测台网垂直摆倾斜仪同震响应特征 [J]. 地震地磁观测与研究,2016(03): 96-101
- [6] 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.