

青海省同仁地震台前兆测项干扰因素分析*

邱鹏成¹, 蔡丽雯¹, 张 斌²

(1. 青海省地震局, 青海 西宁 810001; 2. 青海省黄南州地震局, 青海 同仁 811399)

摘要: 对2008~2012年青海省地震局同仁地震台前兆测项所受到的干扰情况进行了分析, 分析结果认为: 环境干扰因素主要有西山沟河渗水、气压突变和雷电等; 人为干扰因素包括校准、检查、换水、供电线路改造等; 观测技术系统干扰因素有供电电源故障、开机和重启仪器、仪器主机(数采)故障等。

关键词: 地震前兆观测; 环境干扰; 人为干扰

中图分类号: P315.63

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2014)增刊-0061-07

0 引言

地震前兆分为宏观前兆和微观前兆。本文所说的地震前兆观测不是能通过感官察觉的地震宏观前兆, 而是只能通过仪器进行测量分析的与地震有关的微观地震前兆信息的观测。随着地震观测科技的进步, 地震前兆观测手段不断增加。观测设备已由模拟向数字化、网络化转变。不管是模拟观测还是数字化观测都面临环境、人类活动和观测技术系统故障等诸多因素的干扰, 所谓“干扰”, 是指对地震异常信息的干扰, 尤其是指对地震前兆异常信息的干扰。以往人们往往忽视各类干扰的存在, 甚至把干扰看作异常。确定了一种现象是异常, 但异常现象不一定是地震产生的(邱泽华等, 2009)。汶川8.0级地震后, 很多专家认为成都地震台重力和姑咱地震台钻孔应变存在异常, 经实地调查, 证实为台风干扰和钻孔内水位干扰(朱航等, 2010)。因此某种意义上在正常动态中也包含有一定的干扰异常(中国地震局监测预报司, 2007)。环境干扰就是江河、湖泊、水渠、水库、抽注水井、高压线、铁路、公路、采石采矿点等长期性环境因素及气温、气压、降雨、雷电等气象因素对前兆观测造成的干扰; 人为干扰指人为因素对前兆观测产生的干扰, 具体来说, 仪器的现场维护维修、调零或归零、标定及台站附近的建筑施工等均属人为干扰; 观测技术系统干扰主要是仪器设备、通讯线路和供电

电源故障及观测仪器之间的相互影响等产生的干扰(杨广华等, 2013); 不明因素干扰就是找不到原因或说不清楚的因素不明的干扰。

对台站产出的资料进行干扰因素分析, 排查形成的原因, 对于处理、利用好前兆资料, 认识地震前兆异常的变化, 推动其在地震预报研究中的应用都有重要的意义。本文对2008~2012年同仁地震台水管倾斜、洞体应变、深井地温等前兆测项所受到的各类干扰进行了深入的研究, 对干扰规律和特征进行了总结。

1 台站前兆观测概况

同仁县位于青海省东南部, 属西氢山北麓, 处于青海省东部农业区与青南牧业区的交界地带, 为青海省黄南州州政府所在地。同仁县属冷温半干旱气候区, 年平均气温5.2℃, 年平均相对湿度为56%, 年平均蒸发量为1453.8mm(青海省地震局, 2005)。县内最大河流隆务河纵贯全县南北, 境内长46.6km。

同仁地震台办公场所位于黄南州政府楼内, 除气象三要素(辅助测项)仪器在楼前外, 其余测项仪器均安装在山洞内, 洞口海拔2503m。山洞夹在隆务河及其支流西山沟河之间, 与两条河流的距离分别为800m和300m。西山沟河距山洞最近处的海拔为2600m。山体岩性为粉质粘土并夹有砂砾, 不适合架设地形变仪器。

经过“十五”项目的建设, 前兆观测项目架

* 收稿日期: 2014-08-18.

基金项目: 青海强震趋势监测预报项目资助.

设有地形变学科 SSY-Ⅱ型洞体应变仪、DSQ 水管倾斜仪 (2006 年 10 月架设) 以及地下流体学科 SZW-1A 型深层水温仪 (2007 年 6 月架设)。两台形变仪器为同墩位观测, 主体由南北和东西 2 条线路组成, 南北向基坑长 8.75 m, 东西向基坑长 10.35 m。水温井位于山洞前, 井深 106.5 m、套管深 104 m、探头置深 100 m, 井内无水, 观测的是地温 (邱鹏成等, 2008)。

2 干扰因素分析

2.1 环境因素干扰分析

同仁地震台山洞东西向放置仪器敦坑道发现有地下水渗出, 从最西端的仪器主墩开始, 至第 3 个仪器支墩结束, 共有 4 个墩子底部渗水, 且连成一线。一年四季不断地从墩底涌出, 在雨量充沛

的时节, 出水量会更多。渗出的地下水带有白色的物质, 温度为 16 ℃ 左右。河流渗水导致仪器墩倾斜变形, 最严重的为最西端的仪器主墩, 该墩顶面已开始向西倾斜, 并带动坑底变形, 通道的水泥护坡也出现裂缝, 保温泡沫板大体向北倾斜。根据洞口水温井钻孔资料, 井深 15.3 m 以上为粉质粘土, 上部夹有砂砾。15.3 ~ 17.8 m 为卵石, 岩芯采取率达 60% 以上, 20.2 ~ 106.5 m 为棕红色泥岩, 结构完整, 有裂隙发育, 岩芯采取率达 90% 以上, 无深层地下水。那么渗水从何而来呢? 西山沟河海拔高于洞口近百米, 两者之间可能存在水力上的联系。渗水水温 16 ℃ 说明渗水管道不是直线的, 而是类似于“鱼钩”状的, 在渗水的过程中存在一个加温环节。水温井深 100 m 处的温度在 17.2 ℃ 左右, 渗水管道的深度应至少在 100 m 以上。图 1a 中洞体应变 EW 向动态曲线一直向上变

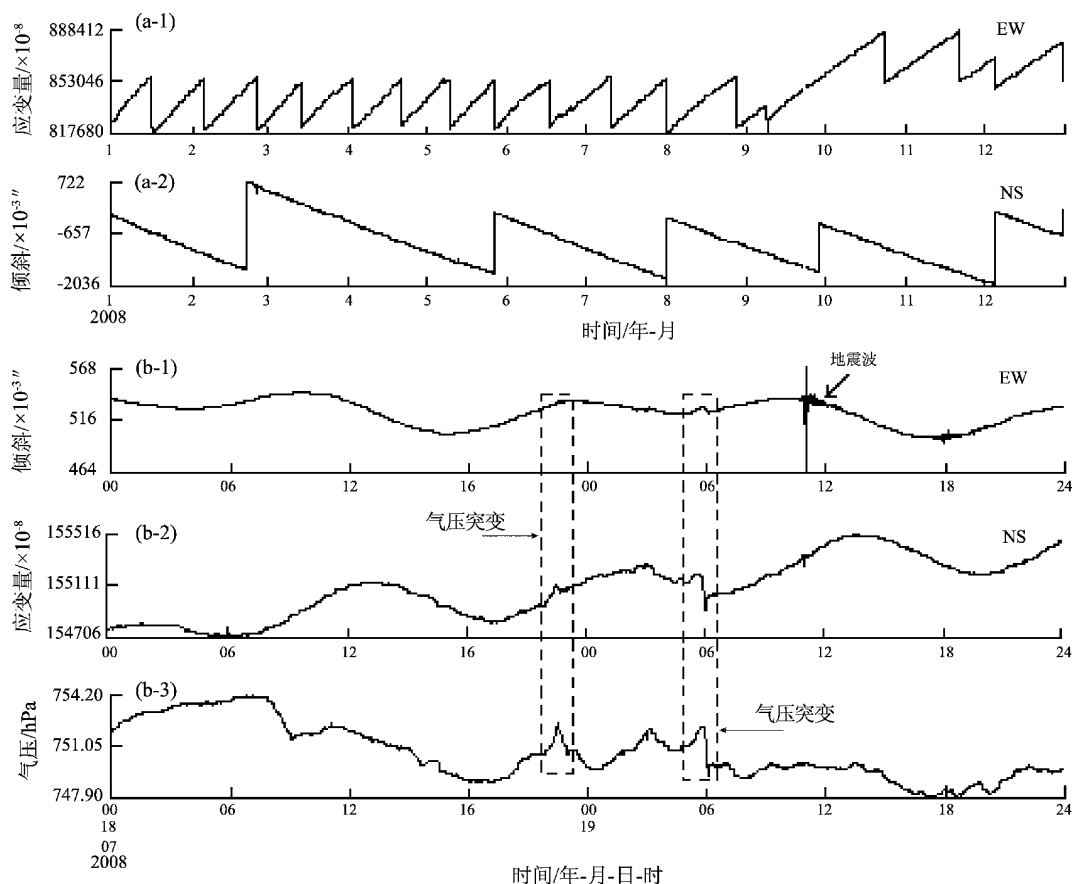


图 1 环境因素对同仁地震台前兆测项动态曲线的影响

(a) 受西山沟河渗水的干扰; (b) 气压突变和雷电干扰

Fig. 1 Influence of environmental factors on dynamic curve of precursory item at Tongren Station

(a) interference by seepage of Xishan River; (b) interference of pressure mutation and lightning

化,不断需要人工调零解决,这是仪器敦倾斜影响的结果;水管倾斜 NS 向动态曲线一直向下变化,虽然 NS 向坑道没有渗水,但渗水导致岩体变形必然会影响到 NS 向观测,只是干扰程度稍低罢了。

同仁地震台的环境干扰因素还有气压突变和雷电等。气压有日变化、年变化和非周期变化三种,气压日变化和年变化相对平缓(李延京等,2014)。气压突变是非周期变化的一种,可引起阵风或风暴,还可能产生雷电。在强雷暴天气出现时,可能会干扰数字化仪器的观测,当前兆数字化仪器的观测资料出现异常时,需要及时排除强雷暴干扰,否则较难区别是干扰还是前兆异常(邱永平,2003)。2008年7月18日21时~19日6时,山洞附近阴云密布,出现了两次气压突变,特别是19日6时前后,在15分钟内气压变化幅度达3 hPa,并伴随雷电和降雨,对水管倾斜和洞体应变的正常动态变化产生了一定的干扰(图1b),说明气压对测值的影响主要是以载荷方式作用的结果(王小平,2010),对深层水温观测未造成影响。

2.2 人为因素干扰分析

同仁地震台人为干扰因素主要有调零、校准、供电线路改造、检查、换水等。当动态曲线一直上升或下降即将超过微调的上限或下限时,需要

对仪器及时调零防止传感器靠摆走直线;在每年的6月底和12月底工作人员要对洞体应变仪和水管倾斜仪进行校准,调零和校准引起的干扰具有明显的特征,表现为阶梯状突升或突降。2009年7月21~23日工作人员对山洞市电线路进行了重新改造,改造期间需要经常断电,加之搬运物品、人员的频繁走动等人为活动的影响,水温仪、洞体应变仪和水管倾斜仪均受到了不同程度的干扰(图2)。2011年1月14日水管倾斜仪 EW 向管道内的水变为绿色,水质发生变化需要换水。在换水时段除了水管倾斜仪外,同墩位观测的洞体应变仪的两个分量也受到了较大的干扰。为了检查仪器的工作状态,有时需要打开保温泡沫板查看,这样的检查也会产生干扰,干扰的形态以尖锐的脉冲变化为主(图3)。上述人为因素干扰形态一般以尖锐脉冲或阶梯状变化为主,具有突变、高频、持续时间短、变化幅度大等特征。

2.3 观测技术系统因素干扰分析

观测技术系统包括数据采集和存储、信号传输、供电避雷、分析与处理等各子系统。只有每一个子系统都正常工作,整个观测系统才能正常运行。任何一个环节出现问题,都会影响到观测资料的连续、准确、可靠。

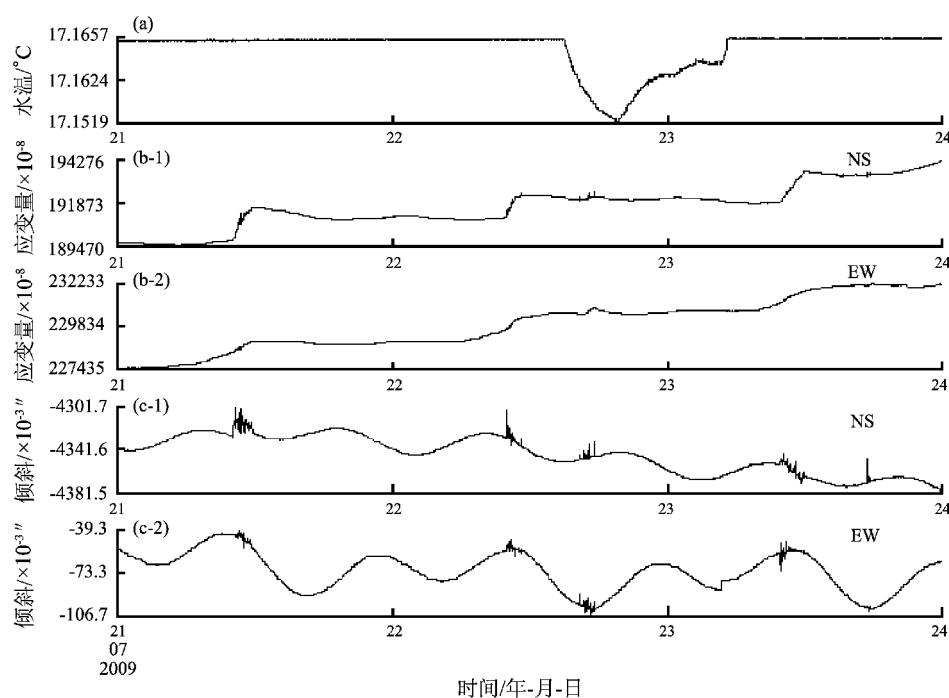


图2 山洞市电线路改造对同仁地震台前兆测项动态曲线的影响

Fig. 2 Influence of circuit transformation in Cave City on dynamic curve of precursory item at Tongren Station

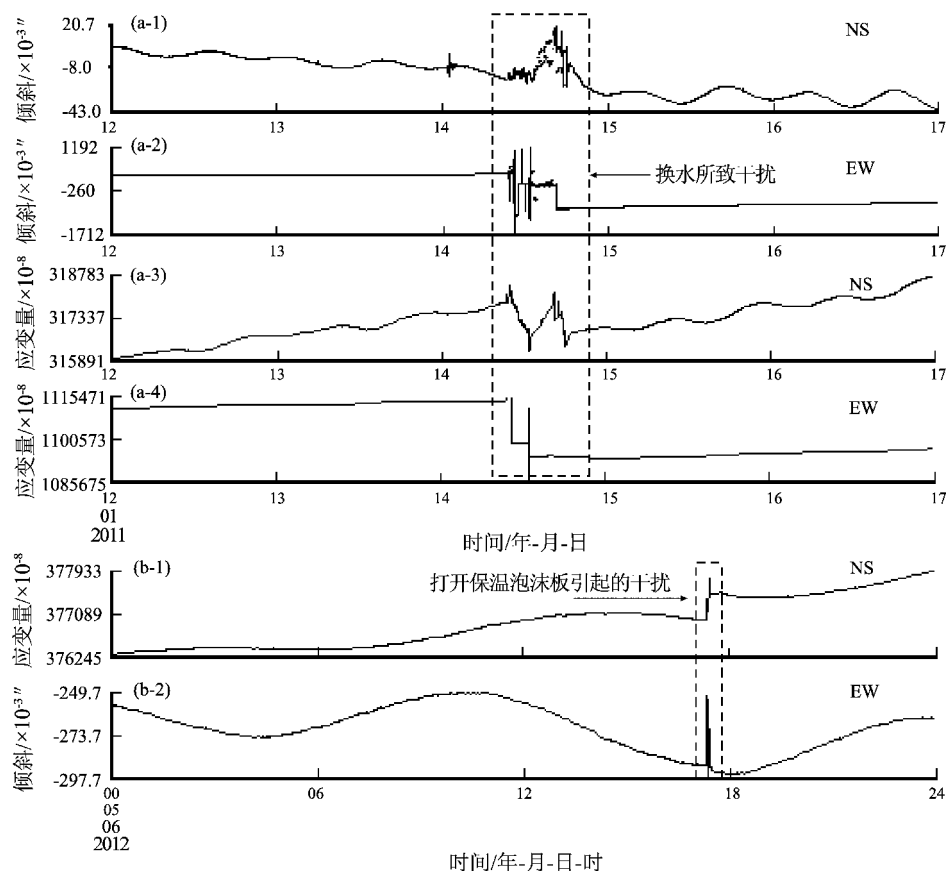


图3 水管倾斜和洞体应变仪水管换水 (a) 及人为打开保温板检查 (b) 产生的干扰

Fig. 3 Interference of watertube tiltmeter and water change of the pipe of cave strain (a) and artificial opening and checking the insulation board

同仁地震台观测技术系统干扰因素主要有供电电源故障、开机和重启仪器、仪器主机（数采）故障等。供电电源故障包括电瓶馈电和 UPS 主机故障两方面，2011 年 8 月 24 日市电停电，因电瓶馈电造成水管倾斜仪和洞体应变仪断记，水温仪除了 UPS 供电外还自带有小电瓶，观测未受影响。更换电瓶后，8 月 25 日 UPS 主机又发生故障，8 月 26 日更换 UPS 主机，观测记录才恢复正常，水管倾斜和洞体应变动态曲线由于受到多次开机或重启仪器影响，出现了大幅突跳，持续时间一般在半小时以上。这是在加电的瞬间，电流过大，造成数采的工作状态失稳引起的。另外，仪器主机（数采）或摆体故障也会对动态曲线造成干扰，其典型特征是仪器仍然在运行，观测记录不稳定，异常与正常形态交错出现，这时应立即更换主机，彻底解决问题（图 4、5）。

2.4 不明因素干扰分析

除了上述干扰因素外，笔者在研究的过程

中发现，有的干扰找不到原因，不是没有原因，而是目前的认知水平有限，不排除一种干扰伴随着另一种干扰的出现而出现。如图 6 所示，2012 年 4 月 19 日~6 月 6 日洞体应变 NS 向和洞体室温（在 NS 向坑道内）出现了一次“U”型异常变化，此次异常变化恰好是在对水管倾斜调零之后发生的，洞体应变和水管倾斜 EW 向均没有异常反应，排除其为地震前兆异常。是不是保温泡沫板没盖好呢？经调查了解，没有相关的记录，值班人员也无法解释（图 6）。类似的情况 2012 年 12 月也出现过一次，不同的是洞体应变 NS 向和洞体室温处于异常上升时段，在 12 月 28 日对洞体应变 NS 向校准后，异常逐步恢复。这两次干扰与仪器调零和校准是否存在因果关系，确切的原因仍需进一步的研究。因为各前兆学科的地震分析预报和干扰因素的分析与排除密不可分（张朝明等，2003），武断下结论是不可取的。

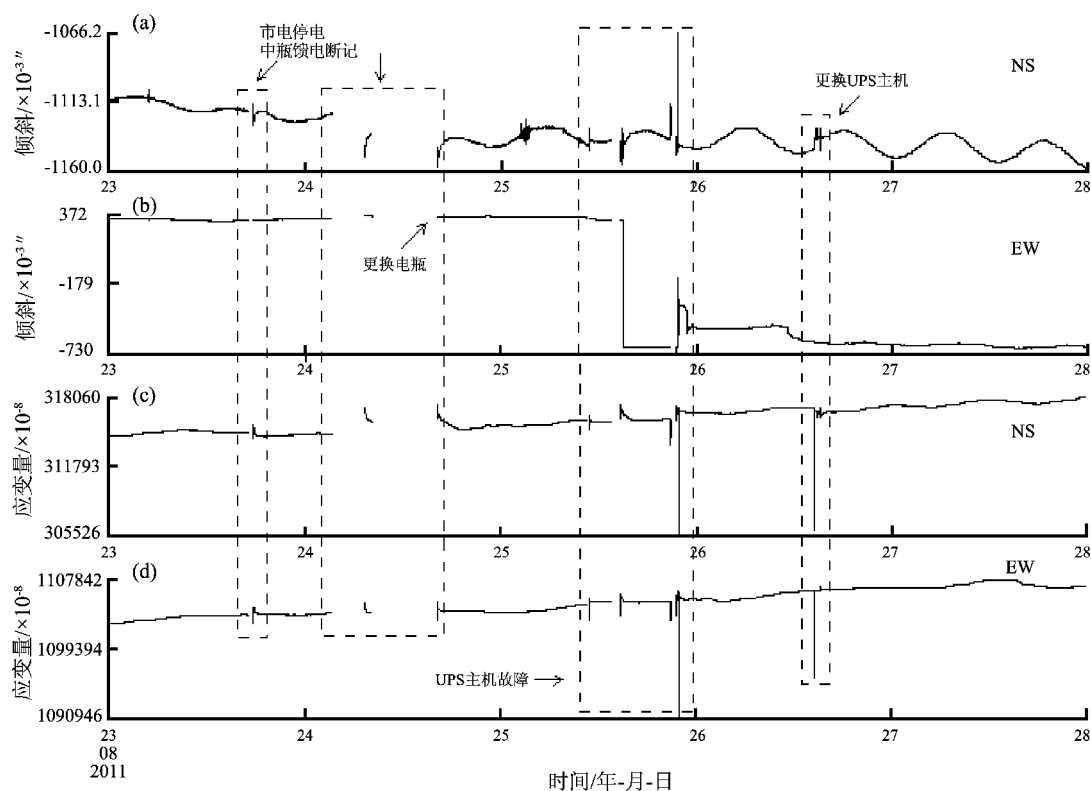


图4 供电电源故障对水管倾斜 (a) 和洞体应变 (b) 的干扰

Fig. 4 Interference of power supply fault on water tube tilt (a) and the cave strain (b)

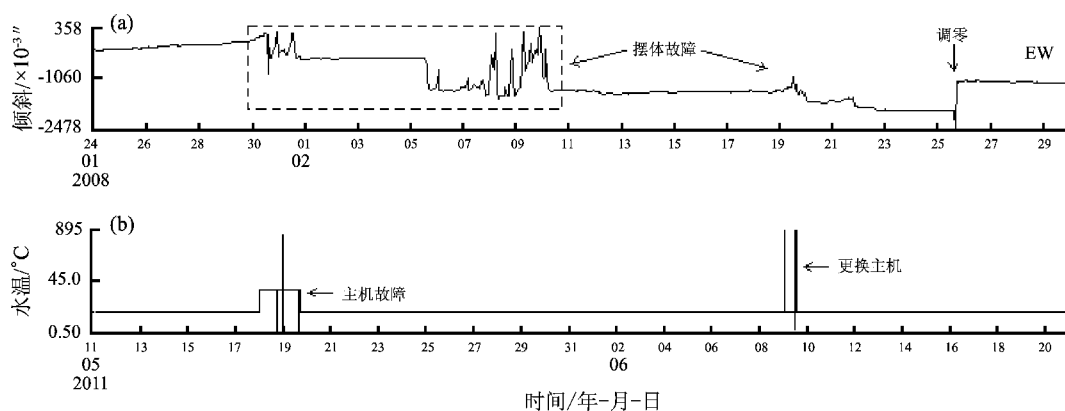


图5 仪器故障对水管倾斜仪 (a) 和水温动态变化 (b) 的干扰

Fig. 5 Interference of instrument fault on water tube tilt (a) and dynamic change of water temperature (b)

3 讨论与结论

(1) 同仁地震台前兆测项受到的环境干扰因素主要有西山沟河渗水、气压突变和雷电等。西山沟河可能通过类似于“鱼钩”状渗水管道渗出坑道,造成仪器墩倾斜,动态曲线一直沿一个方向变化,需要不断调零解决;气压突变对水管倾

斜和洞体应变的正常动态变化产生了一定的干扰,对深层水温观测未造成影响。

(2) 同仁地震台人为干扰因素主要有校准、检查、换水、供电线路改造等。人为因素干扰形态一般以尖锐脉冲或阶梯状变化为主,具有突变、高频、持续时间短、变化幅度大等特征。

(3) 同仁地震台观测技术系统干扰因素主要有供电电源故障、开机和重启仪器、仪器主机

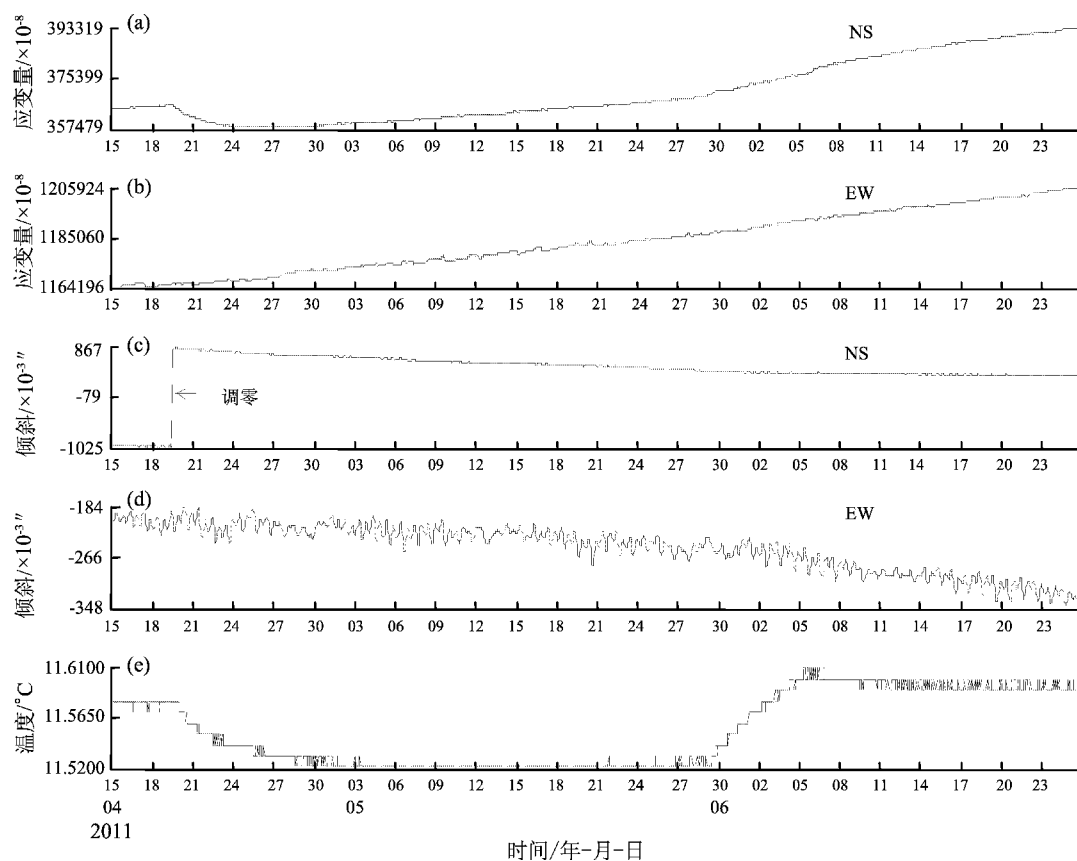


图6 不明因素对同仁地震台洞体应变 NS (a)、EW (b) 及水管倾斜 NS (c)、EW (d)、辅助温度 (e) 的影响

Fig. 6 Influence of unknown factors on cave strain in NS (a)、EW (b) and water tube tilt in NS (a) EW (b)、and auxiliary temperature (e)

(数采)故障等。干扰形态除了具有突变、大幅度等特征外,还伴有断记现象。

(4) 除了环境、人为和观测技术系统因素外,同仁地震台还存在不明因素干扰,不明因素干扰已经确定为干扰,但暂时无法找到原因。

(5) 洞体应变和水管倾斜属于同墩位观测,现场针对其中一个测项的检查、调零、校准或维护都会影响到另一个测项的正常记录。

参考文献:

- 李延京,孔德明,曹董军,等. 2014. 乐都地震台前兆观测干扰分析[J]. 高原地震, 26(1): 18-26.
- 青海地震局. 2005. 青海省地震监测志[M]. 北京:地震出版社, 99-102.

- 邱鹏成,赵生生,王永刚,等. 2010. 2008 年大柴旦 $M_{6.3}$ 地震前井孔水温异常[J]. 华北地震科学, 28(3): 39-42.
- 邱永平. 2003. 地震前兆数字化仪器受到强雷暴干扰研究[J]. 地震地磁观测与研究, 24(5): 100-106.
- 邱泽华,唐磊,周龙寿,等. 2009. 四分量钻孔应变台网汶川地震前的观测应变变化[J]. 大地测量与地球动力学, 29(1): 1-6.
- 王小平. 2010. 上海形变固体潮资料干扰因素分析[J]. 大地测量与地球动力学, 30(增刊 II): 18-22.
- 杨广华,邱鹏成,周瀚琳,等. 2013. 格尔木地震台前兆观测干扰分析[J]. 地震地磁观测与研究, 34(5/6): 193-199.
- 张朝明,陈华静,朱方保,等. 2003. 数字化气态观测干扰因素的分析研究[J]. 地震地质, 25(4): 640-646.
- 中国地震局监测预报司. 2007. 地震地下流体理论基础与观测技术[M]. 北京:地震出版社, 55-56.
- 朱航,邓建平,阳光. 2010. 关于汶川 8.0 级地震前两项异常真伪的探讨[J]. 四川地震, (1): 13-17.

Analysis on Interference Factor of Precursor Items at Tongren Station in Qinghai Province

QIU Peng-cheng¹, CAI Li-wen¹, ZHANG Bin²

(1. *Earthquake Administration of Qinghai Province, Xining 810001, Qinghai, China*)

(2. *Earthquake Administration of Huangnan Prefecture in Qinghai Province, Tongren 811399, Qinghai, China*)

Abstract

Analyzing the interference situation of precursor items at Tongren Station in Qinghai from 2008 to 2012, the result shows that the environment interference factors mainly include the water percolation of Xishan River, pressure mutation and thunder and lightning etc., the human disturbance factors include the calibration, checking, changing the water, power supply line reconstruction etc., the interference factors of observation system include power supply fault, startup and restarting the instrument, and the instrument host (data acquisition) fault etc..

Key words: seismic precursor observation; environment interference; human disturbance