

全建军, 张 凯, 刘水莲, 等. 永安地震台数字地震观测系统常见故障的分析及排除[J]. 华南地震, 2014, 34 (4): 78-83. [QUAN Jianjun, ZHANG Kai, LIU Shuilian, et al. Analysis and Frouble Shooting of Common Faults in Digital Seismological Observation System of Yong'an Seismic Station[J]. South china journal of seismology, 2014, 34(4): 78-83.]

## 永安地震台数字地震观测系统常见故障的分析及排除

全建军<sup>1,2</sup>, 张 凯<sup>3</sup>, 刘水莲<sup>1</sup>, 刘礼诚<sup>1</sup>, 陈美梅<sup>1</sup>, 郑志泓<sup>4</sup>

(1. 福建省地震局永安地震台, 福建 永安 366000; 2. 福建省地震局仪器维修中心南平分中心, 福建 南平 353000;  
3. 福建省地震局漳州地震台, 福建 漳州 362000; 4. 福建省地震局邵武地震台, 福建 邵武 354000)

**摘要:** 论述了永安地震台数字地震观测系统的组成单元及各单元的作用与功能, 总结、分析日常观测中常见的各类故障, 并详细分析仪器运行过程中典型故障的产生原因及排除方法, 可为其他相关地震台站提供借鉴。

**关键词:** 永安地震台; 数字观测系统; 故障分析; 排除

中图分类号: P315.67 文献标志码: A 文章编号: 1001-8662 (2014) 04-0078-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2014.04.014

## Analysis and Frouble Shooting of Common Faults in Digital Seismological Observation System of Yong'an Seismic Station

QUAN Jianjun<sup>1,2</sup>, ZHANG Kai<sup>3</sup>, LIU Shuilian<sup>1</sup>, LIU Licheng<sup>1</sup>,  
CHEN Meimei<sup>1</sup>, ZHENG Zhihong<sup>4</sup>

(1. Yongan Seismic Station, Fujian Province, Yong'an 366000, China; 2. Seismological Bureau of Fujian Nanping Sub-center Equipment Maintenance Center, Nanping 353000, China;  
3. Zhangzhou Seismic Station, Fujian Province, Zhangzhou 363000, China;  
4. Shaowu Seismic Station, Fujian Province, Shaowu 354000, China)

**Abstract:** This article introduces each part of digital seismological observation system of Yong'an seismic station and their function, summarizes and analyzes all kinds of common failures and solutions in daily observation. Meanwhile, the paper analyzes the causation of typical failure and solutions during the running of the system in detail, which can provide a reference for other related seismic stations.

**Keywords:** Yong'an geomagnetic station; Digital observation system; Failure analysis; Solution

收稿日期: 2014-03-16

基金项目: 2013 年福建省地震局地震台站科技基金项目(T201306)联合资助

作者简介: 全建军 (1984-), 男, 工程师, 主要从事从事台站形变、电磁观测和信息节点、地震仪器维护管理工作。

E-mail: qjjkt@163.com.

## 0 前言

要获得连续的原始观测资料首先要保证仪器正常运行,因此把仪器的日常维护做好,确保仪器的稳定运行是地震监测工作中的关键环节。福建省地震局测震台网台站多、孔径范围大,数据传输方式多样,系统多采用太阳能供电和交流供电相结合的供电方式,诸多因素决定了数字台网观测系统的多样性、复杂性,也使得数字台网运维工作需解决许多客观问题。本文以永安地震台为例,对数字记录以来,观测系统各环节出现的各类问题进行了总结和分析,并给出解决办法,希望对今后的工作有所帮助和借鉴。

## 1 数字地震观测系统的组成

永安地震台建于1971年,地理坐标:东经117.36°,北纬25.89°,高程179 m,台址位于永安市下渡路211号,距离市区约2.5 km,基岩为上侏罗纪晶屑凝灰熔岩,附近有北东向政和-海丰断裂带、北西向永安-晋江断裂带通过,属福建省12个区域有人值守数字地震台之一,含永安燕西和永安小陶两个测震子台<sup>[1]</sup>。永安台数字观测系统由CMG-3ESPC甚宽频带地震计、SLJ-100加速度型地震计、GPS卫星授时系统、EDAS-24GN数据采集器、太阳能板组、太阳能控制器、免维护电瓶、DC12稳压电源等组成。

永安地震台数字地震观测系统是福建地震局数字台网的重要组成部分,需要实时的将数据传入福建省地震局数字台网,所以永安台数字地震观测网络系统选用福建移动公司提供的SDH通信体系作为主信道,备用信道采用基于互联网业务构建的VPN隧道。这种SDH线路提供不同等级的信息结构针对相应的数字信号传输速率,包含映射法和覆用法,以及相关的同步方法共同组成的一个技术体制,如果所有的网络设备都在同一个SDH网络中,组成广域网中的局域网将不受地域的限制,这就实现了“IP到台站”,避免因通信链路中断导致的数据丢失,从而台网中心的数据接收服务器可以用“十五”Jopens软件登录到数采获取实时数据<sup>[2]</sup>。

电源供电系统是数字地震台站观测系统的一个重要组成部分。根据永安数字地震台的实际情况,地震观测室采用的模式是太阳能供电,供电系统由4个100AH免维护电瓶,8块12V、36W太阳能电池板和太阳能控制器DC-DC12V稳压电源

构成,用来给地震计和数据采集器供电。地震记录室供电模式采用市电,市电先通过UPS不间断电源,再接入供给交换机、光电转换器等设备。

由于永安数字地震台地处山区,一旦遭遇雷电强对流天气,雷害频发,不利于仪器设备的长期安全运行。永安数字地震台多次因近雷感应造成数采内部芯片损坏、存储数据的SD卡烧毁等仪器故障。因此要保证仪器安全正常运行,提高仪器连续率和观测质量,台站的设备防雷改造十分必要。永安台在仪器防雷方面主要采取以下防雷措施:

(1) 进行三级防雷改造:在台站主供电电源处和分电源处加装专业防雷器,在仪器供电端更换具有防雷功能的插座。

(2) 确保仪器主机接地良好,在仪器室和观测室附近铺设防雷地网,所有设备均接入该地网。

(3) 仪器室和观测室内所有通信线缆和电源线缆的防雷屏蔽均采用镀锌合金套管方式,金属管表面要完好的连接和良好的接地。

以目前的雷电防护技术,雷击故障虽然无法完全避免,但上述防雷措施如果有做好,将大大减少数字地震观测系统遭雷击的概率,有利于保证仪器正常的、长期运行并获得稳定的、长期的、可靠数据<sup>[3-4]</sup>。

## 2 记录出现问题后的快速判定和维修

数字地震台站用地震计完成地面运动参量到模拟电压量的转变,再利用数据采集器将模拟的电压量转变成数字量<sup>[5]</sup>。数据记录处理中心发现记录出现问题时,首先要判断是什么故障。一般来说,能在实时监控中看到的有2种故障,即数据中断和记录失真。其次要搞清楚是地震计、数据采集器或数据传输设备出现异常导致的数据中断,还是网络传输过程出现异常导致的数据中断,最后根据上述的初步故障判定,确定具体的维修办法。根据仪器类型、数据传输方式等的不同,出现异常后判定仪器故障点的方法和思路也不同,永安地震台仪器维修人员根据本台近几年测震仪器出现的故障种类以及维修经验,总结出以下故障快速判定和维修的方法(图1)。

## 3 地震观测系统故障的分析及排除

数字地震台站,地震计、数据采集器、交换机、宽带通信、计算机等一起构成地震观测系统。

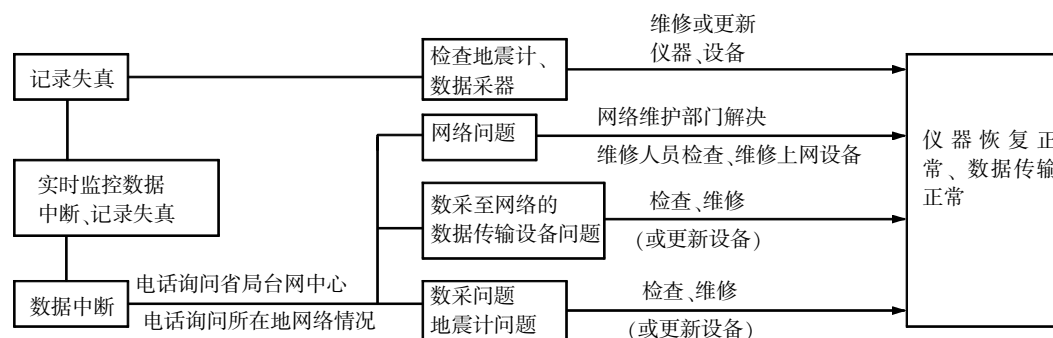


图1 永安地震台测震仪器故障快速判定和维修步骤示意图

Fig.1 The schematic map of fast fault determination and maintenance procedures of the seismic instruments in Yong'an seismic station

系统主要的组成部分是集成的，任何一个环节发生故障都会对整个系统产生影响，导致地震数据丢失<sup>[6]</sup>。现就几次典型的故障现象为例，详细分析和论述几次故障产生的原因和具体的解决办法。

### 3.1 通信故障的分析及排除

2013年9月，永安小陶台数据中断，咨询当地电信网络部门，网络正常；到现场用笔记本电脑通过路由器上网，网络正常；用笔记本电脑连接数采，记录数据正常，用笔记本电脑 ping 省局

测震台网中心可以正常 ping 通；但测震台网中心还是无法接收到波形数据，打电话询问永安地震台的值班人员，告知永安地震台可以正常收到波形数据(图2)。数采正常，网络又通畅，但测震台网中心无法接收到波形数据，这种情况永安地震台仪器维修人员也是首次遇到。将这种情况与省局信息网络室沟通后，网络室的工作人员建议更新省局网络交换机 ARP 数据表，在完成 ARP 数据表更新后，测震台网中心连接永安小陶台，可以正常接收到波形数据。

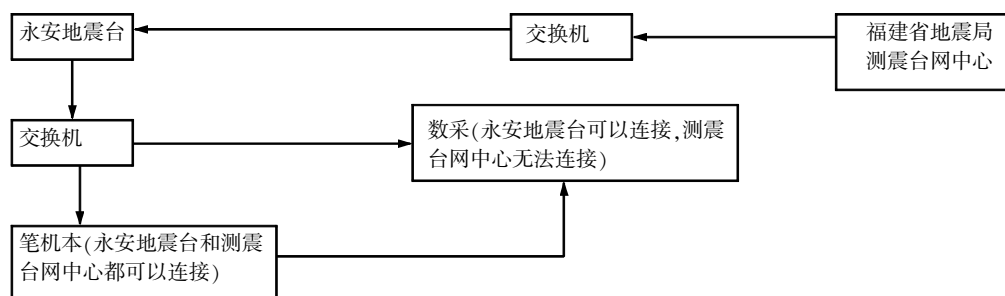


图2 永安地震台数字地震观测系统通信故障示意图

Fig.2 The schematic map of communication failure of the digital seismic observation system in Yong'an seismic station

故障分析：网络设备之间的通信要通过交换机的 ARP 表，将目标 IP 地址转换为网卡的 MAC 地址，通常情况下，交换机会自动更新 ARP 表，以访问新接入的设备。笔记本电脑可以访问省局服务器，表明该服务器的 ARP 信息正确；从永安地震台可以访问小陶台，说明永安台交换机已经正确更新了仪器 ARP 信息；从测震台网中心无法访问小陶台是因为省局网络交换机里还没有更新该仪器的 ARP 信息，这种情况一般出现在网卡较

旧的设备上。

上述故障也可以用 Telnet 远程登录数采(图3)，反 PING 服务器或者台式电脑来解决。Telnet 命令是通过网络对 EDAS-24IP 进行远程访问和控制，在 telnet 环境下与超级终端环境一样支持 Linux 大部分命令。

具体操作如下：① Telnet192.9.100.246 (登录数采)；② Ping192.9.100.96 (反 PING 服务器或者台式电脑)。

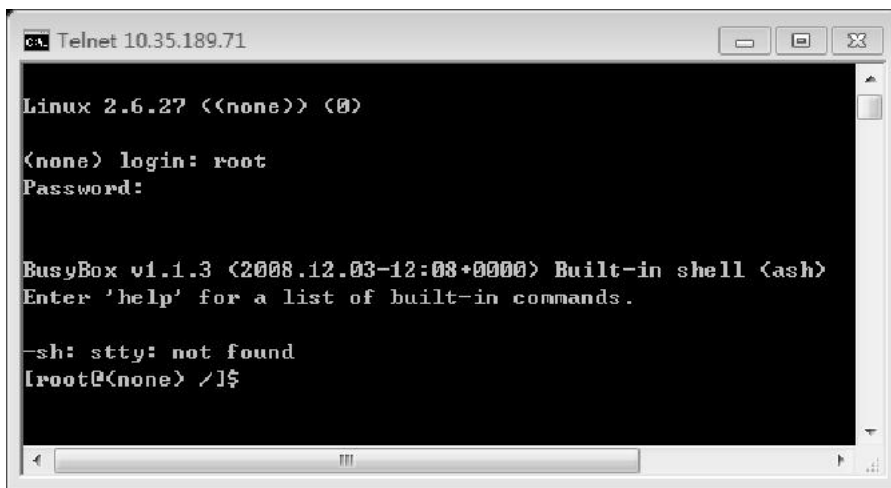


图3 利用 Telnet 远程登入数据采集器

Fig.3 Using Telnet remote login data acquisition

### 3.2 摆线短路故障分析及排除

2013年3月,永安小陶台数据中断,咨询当地电信网络部门,网络正常;到现场发现数采指示灯不亮,将数采断电后重加电,指示灯亮起,但一分钟后又熄灭,更换备用数采后故障依旧。对地震计进行检查,发现其摆线插头已发霉,试着拔掉摆线插头,数采指示灯正常,与笔记本连接也正常,于是将备用的摆线换上,数采恢复工作正常。

故障分析:永安小陶台年代久远,水泥层破损,渗水严重,观测环境较潮湿,地震计摆线由于受潮导致短路故障发生,从而影响数采的正常工作。为了避免此类情况发生,应定期对数字地震台进行巡视,发现破损应及时修缮,同时在观测室可以放些硅胶、无水氯化钙进行吸潮。

### 3.3 数据采集器的故障分析及排除

2013年3月,永安燕西台数据中断,询问燕西台托管员,告知断电后,数采IP显示为127.0.0.1(通常情况下断电不会造成数采IP改变,有恢复IP也应是192.168.X.X),远程无法更改。到现场考虑到数采的IP有时会莫名恢复,所以直接将备用数采换上并配置上参数,但测震台网中心收到信号时断时续,在本地用笔记本PING数采间隔10s左右会丢几个包;换回老数采也是如此,判断可能是系统问题,格式化CF卡,把升级程序复制到CF卡,重新刷机,数采恢复正常。

数采网口灯接光调制解调器不亮或者不停的

重启,一会灭掉、一会亮起来,但接笔记本电脑亮,这通常是数采网口匹配不好造成的。解决办法:在数采和光猫之间加小的网络交换机。

### 3.4 波形异常的故障分析及排除

2012年1月开始,永安小陶台数采记录的波形时常在UD、EW、NS3个分向同时产生一段高频干扰噪声,持续的时间都不长,是正常仪器噪声的好几倍(图4)。根据以往维修经验判断,这种情况一般是没有良好的接地,采集数据引入50 Hz电源干扰噪声。台站维修人员用导线(地线)将EDAS-24GN机壳上的螺丝与打入地下的导体相连接,高频干扰噪声消失,数采记录波形恢复正常。

数据采集系统地线的可靠接入是防雷与抗干扰的首要保障,接地质量的好坏直接影响采集数据的好坏。合格的地线要满足两个条件:①有独立架设的地线,接地电阻不大于5Ω;②系统地线分工作地和保护地,采用单点接地方式。不能与水管。钢筋等土建“地”连为一体。

### 3.5 地震计反馈板的故障分析及排除

台站工作人员用SSDP分析软件对波形数据进行分析时,会遇到波形其中一个分向或三个方向都出现大幅度的、持续的类似毛刺状的干扰。维修人员查看了台站周围环境,未发现台站周围环境有明显变化和干扰源,仪器的地线也保持良好接地。通过分析认为是反馈板电路板故障或反馈板接触不良造成的波形干扰。关闭地震计电源后,重新安装FCU中出现故障分向的反馈板,并检查

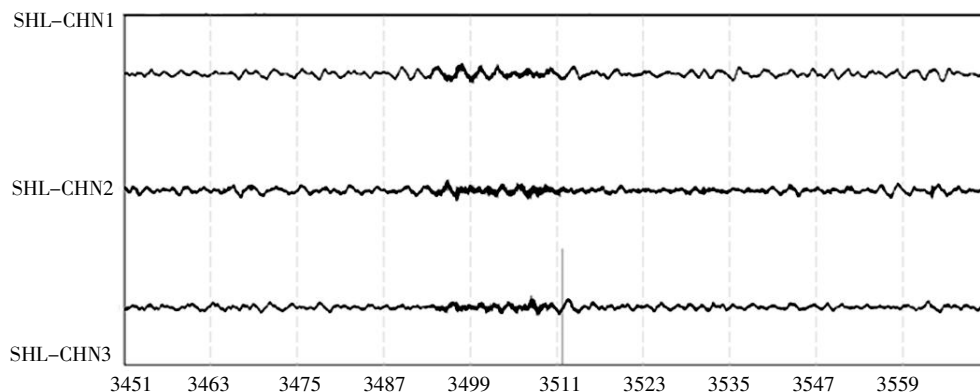


图4 永安地震台受电源干扰的波形

Fig.4 Waveform interfered by power in Yong'an seismic station

FCU 机箱与 AFU&RC 机箱有无正常的接线。恢复地震计供电后,查看波形如果单方向或三个方向类似毛刺状的干扰仍存在,则需要考虑对反馈板进行更换。

### 3.6 数据采集器时间误差的故障分析及排除

永安数字地震台采集的地震数据,有时发震时刻会存在一定的偏差,其根本原因是长时间的 GPS 不对钟,同时生成一个“1970010100.000”的文件。解决办法是:关闭数据采集器的电源,10 分钟后重新对数采进行加电。有时需要把数采打开,将数采内电池进行彻底放电。如果上述方法

GPS 还是无法自动校正时间,还可以利用 EDSP-GN-SMS2006 专业软件把数据采集器设置成为 PC 机时间。连接数采 LAN 口然后对数采的时间进行校对,LAN 口为网络接口,通过该接口可以获取数采内部记录数据和修改数采内部参数文件。具体操作方法:选中“网络”,在地址栏输入数采中的 IP 地址,由于数采端口默认是 5000,在此端口栏也填 5000。用户名填数采默认的 root,密码填 arcal00,在主动发送方式选择打勾。上述参数完成后,点击“添加”后,再选择“连接”(图 5)。如果以上方法还是无法完成对钟,那就要考虑更换 GPS 接收天线或是更换数据采集器。



图5 将数据采集器设置为计算机时间

Fig.5 Set the data collector for computer time

### 3.7 供电系统的故障分析及排除

(1) 交直流稳压电源的故障。交直流稳压电源上有直流电压输入显示、充电电压显示、电流显示和电压输出显示。① 如果有直流电压输入及充电电压显示 (正常应该在 12.8 V 左右), 无电压

输出显示和电流显示 (永安数字地震台正常的供电电流应该在 1.0~1.2 A) 这说明交直流稳压电源的稳压模块已损坏,需要将交直流稳压电源进行更换。② 如果有显示电压输出,无电流输出,遇到这种情况要检查下负载连线,因为有接负载才有

电流输出<sup>[6]</sup>。

(2) 如果白天实时记录波形正常,一到晚上就中断,这种情况一般是供电不足引起的,应对供电设备进行检查。

(3) 每天安排托管员检查 UPS、数据采集器及 MODEM 等各指示灯工作情况。

## 4 结语

文中分析了永安地震台数字地震观测系统各部分的功能,在此基础上给出了快速判定和解决各种仪器故障的思路、步骤和具体的解决方法。同时结合近几年的仪器维护经验,论述了几次典型故障产生的原因和解决方法,希望能给同类台站提供一些可借鉴的经验。

## 参考文献:

- [1] 全建军, 夏忠, 刘水莲, 等. 永安地磁台的勘选与建设[J]. 地震地磁观测与研究, 2013, 34 (3/4): 96-97.
- [2] 袁顺, 段天山, 冉惠敏. 新疆数字地震观测网络测震系统的构建[J]. 内陆地震, 2009, 23 (2): 177.
- [3] 张凯, 赖见深, 林苗禄. PET 型重力仪观测概况与仪器维护[J]. 华南地震, 2013, 33 (2): 113-114.
- [4] 闫俊岗, 张双凤, 温超, 等. 邯郸数字地震遥测台网系统构成[J]. 华北地震科学, 2003, 21 (3): 43-44.
- [5] 祝军. 拜城地震台数字仪故障的检查与排除[J]. 高原地震, 2009, 21 (3): 71-72.
- [6] 王桂莲, 盖立平, 王晓东, 等. 直流稳压电源故障的分析与维修[J]. 实验室科学, 2013, 13 (3): 161-162.
- [7] 杨漾, 曾云飞, 郭民权, 等. 海南省测震仪器防雷问题探讨[J]. 华南地震, 2012, 32 (4): 96-101.