

# 永安台 FHD-2B 型质子磁力仪观测概况与仪器维护<sup>①</sup>

全建军<sup>1,2</sup>, 夏 忠<sup>3</sup>, 刘礼诚<sup>1</sup>, 陈珊桦<sup>4</sup>, 刘水莲<sup>1</sup>, 陈美梅<sup>1</sup>

(1. 福建省地震局永安地震台, 福建 永安 366000; 2. 福建省地震局南平仪器维修分中心, 福建 南平 353000;  
3. 江苏省地震局新沂地震台, 江苏 新沂 221400; 4. 福建省地震局泉州基准地震台, 福建 泉州 363000)

**摘要:**通过对永安台 FHD-2B 型质子磁力仪运行 3 年来观测概况的介绍, 总结日常观测过程中可能遇到的仪器故障或问题, 并初步探讨解决仪器问题的经验办法, 以提高仪器维护的质量。

**关键词:**永安地震台; FHD-2B 型质子磁力仪; 观测概况; 仪器维护

中图分类号: P315.62

文献标志码: B

文章编号: 1000-0844(2015)增刊 1-0101-07

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2015.02.0563

## Observations and Instrument Maintenance of the FHD-2B Proton Magnetometer at Yongan Geomagnetic Station

QUAN Jian-jun<sup>1,2</sup>, XIA Zhong<sup>3</sup>, LIU Li-cheng<sup>1</sup>, CHEN Shan-hua<sup>4</sup>, LIU Shui-lian<sup>1</sup>, CHEN Mei-mei<sup>1</sup>

(1. Yongan Seismic Station, Earthquake Administration of Fujian Province, Yongan, Fujian 366000, China;

2. Nanping Equipment Maintenance Sub-center, Nanping, Fujian 353000, China;

3. Xinyi Seismic Station, Xinyi, Jiangsu 221400, China; 4. Quanzhou Seismic Station, Quanzhou, Fujian 362000, China)

**Abstract:** A geomagnetic FHD-2B proton magnetometer was installed at the Yongan station in October 2009. After years of stable operation, a large set of reliable precursor observation data has been generated. The instrument is operating smoothly at present, and the data profiles contain few burrs, small lines, and low noise. However, the instrument may encounter a variety of problems in its daily observation process, influencing its normal operation. In order to improve the quality of the instrument's maintenance, it is necessary to conduct a summary of the commonly occurring instrument problems and their corresponding solutions. The FHD-2B proton magnetometer comprises communications technology, computer technology, data acquisition, and computer software processing; the magnetometer is a set of integrated and comprehensive technology. Each functional unit is independent and connected to one another, so that the failure of any unit can affect the overall instrument performance, leading to a decrease in the continuous collection rate, accuracy, or quality of the observation data. This study describes a particularly problematic situation at Yongan station, including repair methodology that involves the investigation of communication failures and faulty data acquisition for the FHD-2B proton magnetometer data, and the subsequent improvements, so that the readers can share the experience of equipment maintenance, as well as the implementation of an improved equipment maintenance program. Interference factors, such as meteorological factors, human disturbances, and unknown reasons, are discussed. The improved maintenance program, which enhances the quality of observation data, requires the station staff to document in the instrument observation log, the data preprocessing and the weather changes, providing detailed and reliable information for forecasters to accurately identify and analyze disturbances and seismic

① 收稿日期: 2015-04-01

基金项目: 2014 年福建省地震局地震台站科技基金项目(SF201406); 2015 年中国地震局“地震监测、预报、科研三结合”课题(151302)

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

E-mail: qjjkt@163.com

anomalies. Scheduled and effective magnetometer equipment maintenance and the keeping of daily observation log records are critical for ensuring reliable and long-term observation data is obtained for seismic monitoring.

**Key words:** Yongan seismic station; FHD-2B proton magnetometer; observations; instrument maintenance

## 0 引言

永安地磁台 FHD-2B 型质子磁力仪安装于 2009 年 10 月。由于此前仪器所处的地磁观测室受道路拓宽工程影响,观测环境遭到破坏,新建的永安地磁台观测环境有很大的提升。经几年的稳定运行,产生了大量可靠的前兆观测数据。目前仪器运行正常,数据记录曲线毛刺较少、线条较细、噪声较低。但仪器在日常观测过程中会遇到各种各样的问题,影响仪器的正常运行,因此有必要对仪器遇到问题的相应解决办法做一次总结,以提高仪器维护的质量。永安台的 FHD-2B 型质子磁力仪是江苏省地震局按照中国地震局“十五”规程研制的地震前兆观测仪器,功能多且电路复杂,维修难度相对较大,因此各台站对仪器运行过程中遇到问题的解决普遍感到经验不足。本文从永安台所遇到的问题出发,从磁力仪的数据及通讯类故障多方面排查,对数据采集类故障等多种情况的修复方法以及永安台防雷改造的经验等方面进行介绍,以此分享仪器维护方面的经验,提高仪器维护质量。

## 1 台站仪器观测概况

永安地磁台位于福建省永安市洪田镇黄龙村李厝甲,占地面积约 9.2 亩,距离村民土木房约 100 m,东面与北面为民居和农田,南面为山坡,西面为高山。区域构造简单,表面为黄土、碎石覆盖,下面的基岩岩性为沉积石灰岩,未发现磁体岩体,200 m 范围内磁场梯度小于 1.0 nT/m,符合地磁台选址规范的要求<sup>[1]</sup>。

永安地磁台 FHD-2B 数字化地磁观测系统(图 1)于 2009 年 10 月架设完毕,探头和线圈安装在地磁观测室,主机安装在台站办公楼,地磁观测室与台站办公楼的距离约 39 m,采用平行信号线连接。该仪器用于地磁场绝对观测,测量地磁总场  $F$ 、地磁场水平分量  $H$ 、地磁偏角  $D$ ,产出分钟值数据。FHD-2B 质子磁力仪分辨率  $< 0.1$  nT;总场精度  $F < 0.3$  nT;水平分量  $H$ (或垂直分量  $Z$ )精度  $< 0.6$  nT;磁偏角精度  $D < 0.1$ ;测量范围:20 000~70 000 nT;具备网络接口,可接入前兆服务器,完成数据自动采集;支持

FTP 与 HTTP 访问功能,台站工作者可登入 IE 直接对仪器进行访问和管理<sup>[2]</sup>。

## 2 仪器常见问题及解决方法

FHD-2B 质子磁力仪集通信技术、计算机技术、数据采集以及微机软件处理于一体,是一套集成的综合化技术设备。其中各个功能单元技术上既相互独立又存在联系,任何一个单元发生故障都会对仪器工作造成影响,导致观测数据的连续率或观测精度降低,影响观测资料的质量。现以几种典型故障现象为例,详细介绍故障产生的原因及检修方法与流程。

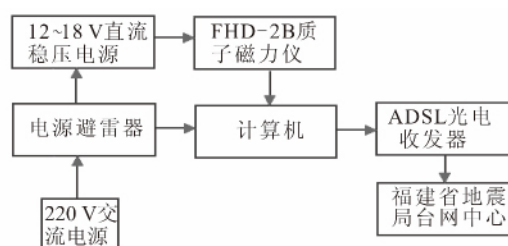


图 1 永安地磁台 FHD-2B 数字化地磁观测系统

Fig. 1 FHD-2B digital geomagnetic observation system in Yongan geomagnetic station

### 2.1 数据类故障

#### 2.1.1 观测数据噪声变大

数据噪声是观测数据相对精度的反映,噪声小的数据相对观测精度高,反之就低<sup>[3]</sup>。FHD-2B 磁力仪在运行过程中有时会出现数据噪声变大、观测曲线变粗,而数据曲线形态基本正常的现象,造成上述现象的原因一般有如下几种:

(1) 温度影响。FHD 质子磁力仪中使用的电子器件有一定的工作温度范围,当工作环境温度较高时,电子器件的工作特性将产生一些变化。永安地磁台在夏季高温时节,曾多次出现白天数据噪声较大,夜间数据噪声较小的情况。解决办法:在夏季高温时节打开地磁记录室门窗通风。

(2) 仪器的工作参数发生改变。这些参数指的是各个分量的调谐值、信号线的分布电容以及探头的电感量。FHD-2B 质子磁力仪与其他质子磁力仪相同,地磁场测量采用 LC 谐振原理,谐振公式为

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

式中:  $f$  是 LC 谐振回路的中心频率;  $L$  是探头的电感量;  $C$  是仪器中的配谐电容值。

根据这个原理及地球磁场缓慢变化特点,选频测量上 FHD-2B 质子磁力仪采用了自动跟踪与数字化选频技术<sup>[4]</sup>。FHD 在设定完调谐参数后,仪器调谐测量将根据设定值进行。如果测量结果与上一次测量结果或设定值相比  $\leq \pm 100$  nT,测量结果将会自动跟踪并存入调谐值存储单元,为下一次测量选频提供参考值,否则不作跟踪,并始终利用存储单元中的调谐值进行调谐测量。如果这些参数中有一个或几个发生较严重的偏离,那么就使信号的测量不能产生有效的选频共振,造成仪器的选频特性降低,产生较大的测量误差<sup>[5]</sup>,使观测数据曲线线条变粗、噪声变大。解决办法:远程恢复仪器缺省参数或现场重设参数。

(3) 探头轴向偏离或探头壳内航空煤油渗漏等情况。质子磁力仪探头的轴向应指向东西方向,因为当探头的轴向与地磁场的方向成  $90^\circ$  夹角时,探头感应到的质子旋进信号的电压最强。探头轴向如果偏离东西方向较多,感应到的电压会明显减弱,有可能造成观测数据噪声增大,甚至无法正常观测。水平补偿电流如果没有输出或改变较大,会引起补偿磁场改变较大,造成测量参数的较大偏离,引起水平分量、磁偏角测量偏离实际值较多,并造成噪声增大,甚至无法观测。分量线圈的方位角如果偏离较多,使跟踪参数偏离较多,也会使磁偏角数据的噪声增大。如果探头壳开裂漏油,使容器内的煤油减少,影响信号强度,也会造成数据噪声增大。解决办法:更换仪器探头或调整探头方向。

(4) 工频信号的干扰。当有交流供电线路与信号线相距较近时,交流干扰信号会通过信号线耦合到仪器中,使观测数据的噪声变大。解决办法:重新调整供电线路布线。

(5) 供电电压过低。这种情况大多是主机电源出现故障导致的,或者是交流市电停电后,后备电源蓄电池开始使用时,直流供电电压会逐渐降低,当供电电压降到一定值时会出现上述情况。解决办法:对供电电压进行调整或更换后备蓄电池。

(6) 接地不好。一般要求接地电阻小于  $4 \Omega$ , FHD-2B 质子磁力仪在日常观测时主要使用交流电,交流电中包含有 50 Hz 高频谐波分量。仪器的机箱和信号线的屏蔽层虽然都是金属的,能起到屏蔽作用,同时表面也会感应到耦合电磁干扰,如果没有良

好的接地装置与仪器连接,将这些干扰引入到接地,这些感应的电磁干扰将会影响到仪器的正常观测,使数据噪声增大。解决办法:增加接地面积或调整接地方案。

(7) 磁性物质的影响也会出现上述情况。

当然观测数据噪声变大也可能是上述多种原因共同造成的,应逐一对其进行排查。如果排查前后曲线变化不是很明显,可以使用磁静日数据的一阶差分来进行对比。图 2 是永安地磁台排除交流电磁耦合干扰前后的数据曲线图,从图上可以直观看出排除干扰后曲线由粗变细。

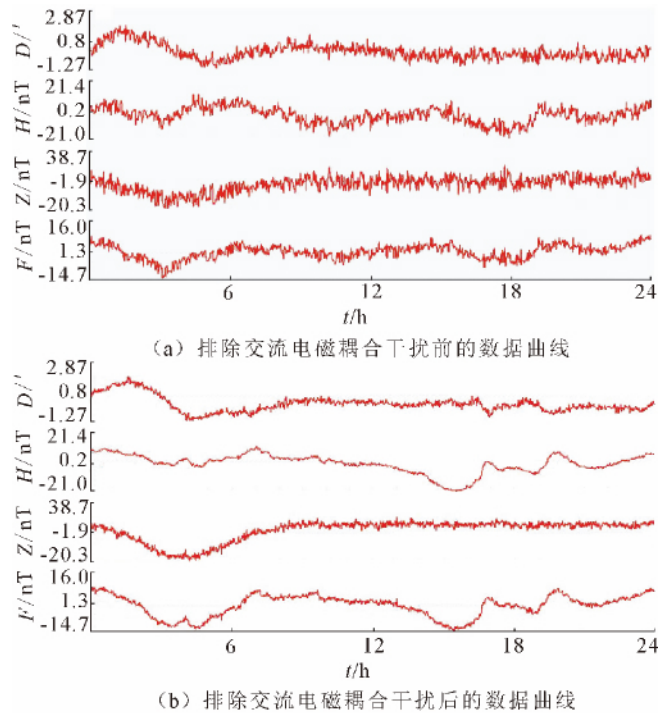


图 2 永安台排除交流电磁耦合干扰前后的数据曲线  
Fig. 2 Data curve before and after excluding the electromagnetic coupling interference at Yong'an station

### 2.1.2 地磁总场 $F$ 正常,但水平分量 $H$ 和磁偏角 $D$ 异常

在永安地磁台观测实践中,曾遇到观测数据总场  $F$  正常,但水平分量  $H$  和磁偏角  $D$  异常的状况。台站工作人员首先怀疑是仪器水平分量调谐值异常造成的,于是对仪器的缺省参数通过网络进行远程恢复,然后观察仪器发现测量数据依旧异常。工作人员赶到现场后在主机由测量结束转换到时间显示时将其暂停,再将主机面板上的 6 号键按下,查看补偿电流的输出情况。发现面板显示的补偿电流值与设置的补偿电流值一致,因此可以排除补偿线圈开路、接触不良或补偿电流电路发生故障的可能。咨询仪器

生产厂家后,认为如果排除仪器参数和补偿线圈故障,出现这种情况一般为补偿电路中的3DJ6结型场效应管损坏所致。工作人员将新购的3DJ6结型场效应管换上后,观察仪器测量数据,发现水平分量 $H$ 和磁偏角 $D$ 观测恢复正常。解决办法:如果台站有出现这种异常状况,仪器维修人员可以从仪器参数、补偿电流电路和补偿线圈三部分进行故障排查。

### 2.1.3 观测数据曲线出现突跳。

首先应判断突跳是否是磁暴对观测数据造成的影响。通常观察数据曲线的总场 $F$ 和垂直分量 $Z$ 是否同时出现突跳。一些研究表明,地磁 $Z$ 分量较其他分量更多地反映了地球内部的变化<sup>[6]</sup>,如果 $Z$ 分量没有突跳,而总场 $F$ 和水平 $H$ 同步出现突跳,则可以判断是磁暴造成的影响(图3)。如果排除磁暴影响,则有可能是如下几种情况:(1)地电阻率直流供电、地铁直流供电、三峡高压直流供电的影响;(2)铁磁性物质的影响;(3)观测方位角发生偏差的影响;(4)输出偏置电流或补偿电流线路有发生漏电现象。解决办法:前两种情况应对台站周围的工作环境进行检查,查找干扰源;后两种情况与上述地磁总场 $F$ 正常,但水平分量 $H$ 和磁偏角 $D$ 异常的解决方法相同。

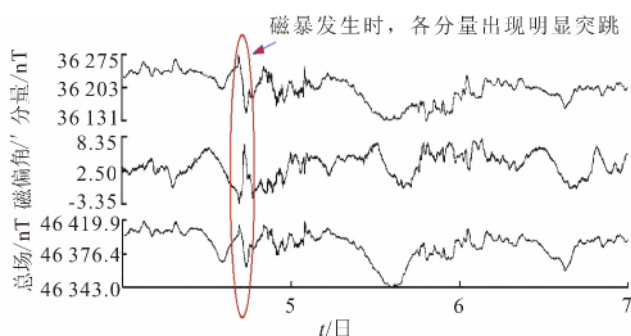


图3 2010年4月5日永安地磁台受磁暴干扰的数据曲线

Fig. 3 Data curve with magnetic storm interference at Yongan station on April 5, 2010

### 2.1.4 观测数据显示为零或恒定不变

永安地磁台FHD-2B磁力仪在运行过程中有时会遇到观测数据显示为零或恒定不变的现象。根据以往的仪器维修经验,此类现象一般由FHD主机的硬件故障或接插件接触不良引起。(1)首先按下主机面板的0号键,如果面板显示数值为45 873.5,这说明主机的信号测量通道以及存储部件未发生工作异常,可判断故障发生在主机外部线路的可能性比较大。此时要查看仪器主机与信号线航空插头之间、探头与信号线之间是否保持良好接触。如果将接触不

良的可能性排除后,可用万用表对受到极化时的探头电压进行测量,若探头端子电压未达到14V左右,说明信号线路发生断路故障,否则就要对主机内部的信号放大板进行检查,查看是否接触良好及部件是否发生损坏性故障。(2)如果按下仪器面板的0号键,面板显示数值为E1或E3,说明仪器内部信号测量通道或存储器件出现故障,位于仪器面板上用于信号分频的81C55、面板与控制主板的连接排线接触不良,用于信号切换的电子开关CD4066、起信号整形和地址译码作用的16V8D,以及存储芯片628512和单片机芯片AT89C55出现故障,都会造成测量数据为0或为恒定值故障现象。

## 2.2 数据采集故障

在永安地磁台FHD-2B电磁力仪运行维护过程中发现,有时登入管理系统查看观测数据时,状态显示数据已完成采集,但到处理系统进行数据预处理时,却发现所有或某个分量数据显示全为null或部分为null,尝试多次对观测数据重新手动采集,结果表明采集虽完成但仍为null。根据以往维修经验判断,此类故障一般是如下两种原因造成的:(1)仪器在暂停、标定、断电、对时以及远程重启时,会导致下位机无法采集到数据,从而形成缺数,此类缺数是无法补收回来的;(2)由于主机内部的PC104工控机(上位机)发生重启、死机、故障从而导致的缺数,可通过一定方法进行补救。

**零点时刻缺数补收方法。**此类缺数一般是由于主机的工控机无法正常读取下位机的数据而导致的。如果观测室现场有人且已将显示器和鼠标连接到主机,可以通过上位机中的应用软件点击“数据回传”手动读取下位机中的当天数据。日常观测中为了降低干扰,一般没有把显示器以及圆口鼠标接到到主机上,况且接上鼠标后也必须将系统重启才能识别,因此遇到此类情况可以通过工控机复位后会重新对下位机数据进行读取,从而实现零点数据的补救。具体操作如下:在主机完成测量后切换到时间显示时迅速将电源关闭后打开,也可以通过远程实现对工控机重启。如果通过远程重启工控机应避免在下位机进行测量时操作,以防新的缺数产生。具体操作如下:通过IE登入仪器主页,打开“仪器状态”网页,先对仪器与本地计算机时间进行远程时钟校对,然后观察本地计算机时间,当时钟到25~35s之间时,对仪器进行远程重启。

前一天数据显示为null,或虽有数据但不完整的补收方法。遇到这种缺数时,管理系统会显示采集完

成,但也会提示“数据异常”。这主要是 RS-232C 串口采集数据转换成“十五”规程格式的 EPD 文件时出错引起的,可以通过手动收数将其补回。由于 FHD-2B 保留了“九五”模式,当天以及前一天的数据会以 ORG 文件格式保存在内部存储单元,可以通过仪器自带的“数据回传”功能,重新读取仪器的 ORG 数据并将其写入“十五”格式的 EPD 文件进行保存,从而供前兆服务器进行数据采集,具体的补收流程如图 4 所示。

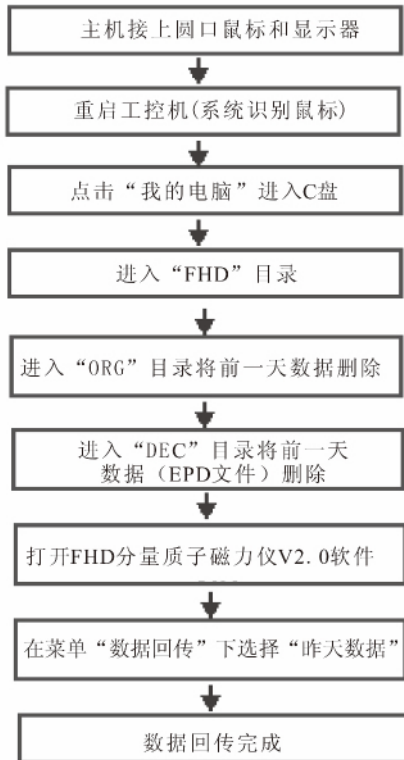


图 4 数据回传流程

Fig. 4 Process of data transmission

如果需要补收某天的前一天数据,可以先将其数据文件删除,再通过外设键盘把工控机系统日期设置成某天的日期,然后按照上面的方法实现前一天的数据补收,补收完成后应及时把系统日期设置成当前日期。采用此种方法可以实现一个月以内任一天数据的补收。

为了降低环境因素造成的干扰,尤其是车辆与建筑物方面的干扰,地磁观测室通常建设在远离办公室及主要公路的地方。另外当 FHD 磁力仪发生故障时,工作人员到现场进行处理时也容易形成人为干扰。鉴于上述情况,对 FHD 进行远程控制从而实行故障的远程排除显得很有必要。

永安地磁台远程控制 FHD-2B 磁力仪主要通过

VNC 软件来实现。VNC 是一款基于 Linux 或 Unix 操作系统的免费开源软件,其远程控制能力强大、高效实用,性能可以与 Windows 或 MAC 中任何一款远程控制软件相媲美,安装服务器端占空间较小约 1.2 MB,适合在 Windows98 系统运行。VNC 远程控制 FHD-2B 步骤如下:

(1) 在用户计算机上安装 VNC 客户端,即 VNC Viewer。

(2) 打开客户端软件,在“Server”栏目输入仪器的 IP 地址及端口号(图 5)。

(3) 点击“OK”并输入登录密码。

(4) 登录成功后仪器的远程桌面会显示出来。至此便能对仪器的操作系统实现远程控制,完成数据回传操作。

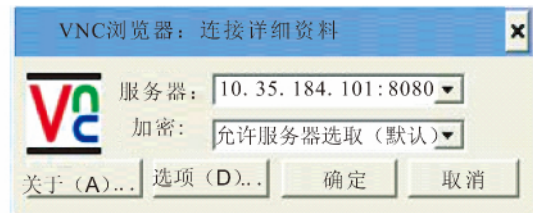


图 5 VNC 远程登入器

Fig. 5 VNC remote login control

### 2.3 通讯类故障

工作机有时无法正常连接到磁力仪下载观测数据,主要表现为仪器 IP 无法 PING 通,网页查看仪器工作状态无法登陆页面。磁力仪通讯连接出现中断的主要原因可归纳为 2 大类:网络链路故障和网络通信工控机系统故障。网络链路故障的原因较多,有路由器故障、交换机故障、路由器或交换机与仪器连接的双绞线断线、RJ45 插头与接口接触不实等。网络通信工控机系统故障主要是工控机开关电源损坏、程序存储卡损坏、PC104 工控机损坏等。

#### 2.3.1 网络链路故障

永安地磁台 FHD-2B 维护过程中出现的通讯故障大多是网络链路故障引起的。因此在进行通讯故障排查时,应对其首先进行排查。永安台磁力仪网络进行过防雷优化改造,在磁力仪通信单元端用网线与光猫连接,再通过光纤传输至台站办公楼与另一台光猫连接,然后该光猫通过网线与一小交换机连接再将数据传输至信息节点机房的核心路由器与省局内网连接。这样的连接方式较为复杂,因此网络故障判断要逐一排查,首先检查网线或光纤头是否接触不实或断线,具体可以观察路由交换机或光猫的端口状态灯

是否正常。如果传输链路中有交换机或者光猫死机故障等则可用笔记本进行网络测试,将笔记本的网段设置成与仪器 IP 同网段,然后将网线插入笔记本使用 PING 命令看是否连通。这样逐级排查就可以发现是从哪一级开始就无法连通的,再观察该设备状态是否正常,进行断电重启看是否恢复,如仍无法恢复则应更换该设备检查是否设备故障直到网络连通恢复。

### 2.3.2 网络通信工控机系统故障

在进行了上述方法排查后仍无法解决通讯故障则应考虑是否为源头的网络通信工控机系统故障。

(1) 工控机开关电源损坏。PC104 工控机是整个网络通信工控机系统中最重要元器件,其正常工作需要 5V 的直流电压,这就需要将 220 V 的交流输入转换成 5 V 直流输出为其供电,通过网络通信工控机系统内部的开关电源可以实现电压转换操作。在网络通信工控机系统内部邻近供电电源输入接口位置有一长方体模块,即开关电源,其作用就是将 220 V 交流电压转换成 5 V 直流电压。开关电源故障的主要现象是:可以正常输入 220 V 交流电压,但电源降压输出端输出的电压不是直流 5 V 或没有电压输出。如果发生开关电源故障,PC104 工控机上的电源指示灯一般不亮。通过检查 PC104 工控机上的电源指示灯是否点亮即可判定是否属于此类故障。但为保险起见,在电源指示灯灭的情况下也要检查一下开关电源的输出电压是否为直流 5 V,以避免电源指示灯故障引发误判。此类故障可以通过更换同类开关电源来排除。

(2) 工控机程序或程序存储卡损坏。工控机程序或程序存储卡有时也会发生损坏,导致 FHD-2B 磁力仪不能正常通讯。该类型故障较难判定,一般采用替换法来判定和排除。

具体做法是:①将工控机程序预先复制到通用的存储器中,以备工控机程序故障或程序存储卡损坏时之所需;②在发生通讯故障怀疑是工控机程序或程序存储卡损坏时,将通用存储器中备份的工控机程序复制到工控机适用的存储卡中;③将工控机的程序存储卡取出(PC104 工控机上),将装有完好程序的新存储卡插入,然后检测通讯故障是否排除,如排除则属于该类型故障,如未排除则需进一步检查故障原因;④如果通讯故障通过第③步已经排除,则重新在取出的存储卡上复制完好的工控机程序,然后替换先前更换的存储卡,如此时仪器能够正常通讯,则故障原因仅为程序故障,原存储卡可用;若仪器不能正常通讯,则

可以断定原存储卡已经损坏,需要将损坏的存储卡取出后重新插入带有完好程序的可用的程序存储卡。

(3) PC104 工控机损坏。一般是在更换完好的装有程序的网络通讯接口存储卡仍无法恢复仪器通讯时可怀疑是 PC104 工控机损坏导致。判定此类故障的最简单的方法是听声音:将网络通讯接口断电重启,在网络通讯接口重新上电后几秒钟内能听到“嘀”的一声,一般表明该通讯接口的 PC104 工控机工作正常。当然,通过替换法,更换一台完好的 PC104 工控机来判定故障原因的方法更准确、可靠。实践中 PC104 工控机损坏导致仪器通讯故障极少遇到。

(4) 工控机 RS-232 通讯芯片损坏。工控机内部有用于支持 RS-232 接口通讯的芯片,这种芯片也会发生损坏,特别是仪器受到雷击时。如果在雷电后发生通讯故障,采用其他方式均无法排除故障时,可以采用断开仪器主机的电源后更换新的 RS-232 通讯芯片的方式尝试解决。

## 3 关于台站 FHD-2B 磁力仪的防雷问题

永安地磁台办公室和地磁观测室相距较远,约 100 m,地处农村田野、山边,附近很少有比较高的建筑物,各种线路多而长(如供电线路、电话线路、数字信号线等),仪器设备多属于微电子、高灵敏、低功耗,这些特点导致地磁台仪器的电源和信号线等设备极易遭受雷击问题<sup>[7]</sup>。福建局漳州台 FHD-2B 磁力仪在仪器安装初期就曾多次因近雷感应造成 PC104 工控机损坏,仪器主机内部芯片雷击损坏,存储数据的 SD 卡烧毁等仪器故障<sup>[8]</sup>。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。下面是永安台在仪器防雷方面的一些经验:结合仪器工作原理,防雷重点在电源线 and 信号线引入的感应雷<sup>[9]</sup>。①进行三级防雷改造:在台站主供电电源处加装专业防雷器,在分电源各个大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进行通信线路的防雷改造,将磁力仪原先的网线直连方式改成利用光纤传输,在光纤两端安装两个光猫,永安台将长距离传输的通信线路改成光纤传输后,工控机无一雷击故障。③确保仪器主机接地良好,在观察室附近建设防雷地网,设备接入该地网。④永安台地磁观测室内所有电源线缆、通信线缆均采用镀锌合金套管进行防雷屏蔽,金属管表面要连接完好并良好接地。雷击故障无法避免,但是如果做好上述防雷措施,磁力仪遭遇雷击的几率将大大减少,有利于保证仪器长期正常运行并获得长期稳定可

靠的数据。

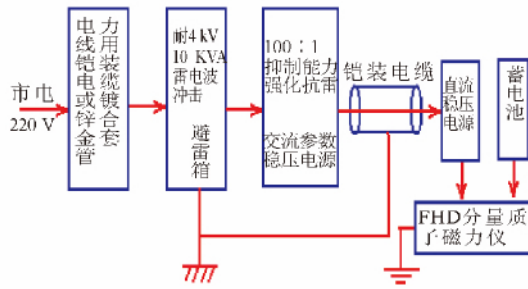


图 6 防雷改造后的永安地磁台观察室供电技术系统

Fig. 6 The power supply technical system after transforming the lightning protection system of Yongan station

#### 4 日常巡查与维护

通过日常巡查与维护可以对仪器的工作状态及时了解,能尽早地发现干扰源或故障,并采取相应解决办法,对提高台站观测数据的连续率和观测精度有很大帮助。永安地磁台在日常工作中主要进行以下几方面的巡查工作:

(1) 工作环境巡查。台站托管人员每天定时对地磁工作环境进行巡查,例如:检查是否有车辆等铁磁性物质的影响,是否有电磁干扰的影响等。发现干扰源后需及时将其排除<sup>[10]</sup>。

(2) 供电系统的巡查。每天查看市电和备用 UPS 供电系统的工作状态,特别是在市电停电后应加密巡查,对后备蓄电池电压进行监控,从而保证后备电源能满足仪器正常工作所需电压。为避免蓄电池长期处于浮充的充电状态,应定期(三个月)进行人为中断供电,使 UPS 带负载放电。

(3) 仪器工作状态的巡查。由于永安地磁台装有远程网络视频监控系统,工作人员可以通过网络摄像机远程查看仪器面板指示情况、仪器面板显示的测量数据是否正常、仪器时钟显示是否准确、仪器的各项工作参数是否正常、仪器墩上是否有其他杂质以及探头的轴向是否正对东西方向,从而确保仪器处在正常工作状态。也可以通过 IE 登入仪器主页查看仪器的工作状态和仪器时钟情况。在当日数据页面以及工作参数页面中,可以查看当日的实时观测数据,并对比实时工作参数与原始工作参数,从而实现仪器工作状态的检查。

#### 5 结语

永安台的 FHD-2B 磁力仪在运行了一段时间后,

遇到了各种各样的问题,通过对仪器问题的解决,积累了一些仪器维护方面的经验。在观测过程中除了文中提到的故障外,还会出现其他干扰因素,如气象因素、人为干扰等,还有一些不明原因造成的干扰。所以在提高台站观测质量的同时,台站的工作人员也要如实填写观测日志,对仪器工作情况、数据预处理情况、天气变化情况进行详细记录,为分析预报人员正确识别干扰以及地震异常信息提供可靠依据。

#### 参考文献 (References)

- [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):96-97.
- [2] 夏忠,冯志生,稽才建,等.FHD-1 型质子磁力仪的改进与完善[J].地震学刊,2002,22(2):28-31.
- [3] 纪加迎,夏忠,杨冯威,等.FHD 质子磁力仪观测数据噪声的影响因素及对策[J].地震地磁观测与研究,2011,32(增刊 1):18-23.
- [4] 夏忠,稽才建,冯志生,等.数字化选频与自动跟踪技术在分量核旋仪中的应用[J].地震地磁观测与研究,2004,25(2):87-90.
- [5] 夏忠,稽才建,冯志生,等.FHD 分量核旋仪抗干扰技术[J].地震研究,2005,28(1):102-107.
- [6] 孙宏志,王学成,刘一萌,等.基于 3G 无线传输的测震台站监控设备的研制[J].地震工程学报,2014,36(2):378-388.
- [7] 许康生,辛长江,李英.汶川地震前后地磁 Z 分量的谱质心变化[J].地震工程学报,2014,36(2):394-395.
- [8] 张凯,赖见深,林苗碌.漳州台 PET 型重力仪观测概况与仪器维护[J].华南地震,2013,33(2):115-116.
- [9] 刘其寿,杨佩琴,郑建志,等.龙岩台 V S 型垂直摆倾斜仪标定异常问题分析[J].华南地震,2012,32(1):50-51.
- [10] 中国地震局监测预报司.地震电磁数字化观测技术[M].北京:地震出版社,2002:11-12.