

地电仪工作可靠性和抗干扰的研究^{*}

谭大诚, 苏明达, 张世中, 侯远文, 宋宝昌

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃兰州 730000)

摘要:自动化的地电观测仪器在观测过程中, 因受干扰有时会造成死机或复位等现象, 使观测过程不能顺利进行. 导致仪器不能可靠运行的原因中, 电源的干扰和强电磁场的干扰是很重要的因素. 增强仪器电源部分的抗干扰能力以及在电路中采用软、硬件的抗干扰措施能较明显地增强仪器的抗干扰能力, 提高其工作可靠性.

主题词:地电仪; 可靠性; 死机; 复位; 干扰

中图分类号: P319.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2000)02-0177-05

1 干扰的来源及其造成的后果

1.1 电源干扰

电源噪声干扰的频谱大致为 10 kHz ~ 30 MHz, 最高可达 150 MHz^[1]. 这种干扰主要通过以下两处进入地电观测仪器电路.

1.1.1 仪器的工频变压器

地电仪电源均采用隔离变压器, 在初、次级间绝缘性较差时, 电网中串模、共模干扰噪声很容易通过工频变压器进入电路, 造成仪器可靠性明显下降或难以工作; 在其绝缘性较好时, 这种变压器也只是对电网中的高频共模干扰起到良好的隔离作用^[2]. 在材料或绕制工艺不好时, 其热损耗较大, 能使仪器机箱内或其局部温度较明显升高, 使电阻类元件、半导体器件和其它一些元器件参数发生变化, 影响仪器的可靠性以及使用寿命.

1.1.2 稳流电源

与地电仪配套使用的有一稳流电源, 该稳流电源输出的电流流经地电仪机内标准电阻和继电器组, 这些器件又与其主电路板直接相联. 稳流电源的工频变压器初、次级绝缘性较差时, 不仅会影响稳流电源的工作和性能, 也会使电网中噪声干扰较易进入地电仪主电路, 造成地电仪工作可靠性下降.

另外, 电子仪器内多个元器件共用一个电源的现象十分普遍, 由公共阻抗(即电源内阻)的耦合会形成自身噪声的输出或对外来干扰的接收, 形成相互间的干扰. 在较新型的地电仪中, 关键元器件与其它元器件电源采用分开使用的对策, 加之大多数器件的电源端都有去耦电路, 这种干扰已经很小.

1.2 电磁干扰

地电观测的大电流、正反供电和多测道特性使得地电仪一般都采用了继电器组. 在继电

器的吸合与断开瞬间,偶尔有火花放电现象发生.在放电过程中,会向周围辐射出从低频到超高频的频带很宽、谐波十分丰富的电磁波,加之继电器与电路相接,这种较强的电磁干扰对数字电路的影响是明显的.另一种放电现象发生在交流电网中,主要因为在电网中有接触不良的开关、保险丝、插座等,在仪器工作时,尤其在稳流电源供电期间或供电、停止供电瞬间,这些不良接触处会产生火花放电.这时不仅产生的强电磁场通过电网进入仪器内,而且会造成仪器电源电压发生大幅度突变,引起仪器控制或运算出现紊乱、死机、复位.

1.3 其它干扰

地电仪机内的接插件、开关、继电器较多,当其接触不良或松动时也能产生噪声干扰.机内有的信号线较长,且经过接插件,在机内多种噪声干扰下,偶尔能导致信号在传输过程中波形畸变,引起仪器工作不正常.

2 抑制干扰、提高仪器可靠性的措施

在仪器的使用环境较差(如附近有较大的容性负载或感性负载,即家用电器、电子设备、计算机等)时,来自电网的电源干扰是明显的;如果附近有较强电磁波的发射,对仪器来说不仅有来自内部的电磁干扰,还有来自空间较强的电磁干扰.全国多数地电观测台站离城市较远,因此干扰以电源和仪器内部电磁场为主.根据观测系统的电路结构和其主要干扰源的特点,可采取软件、硬件以及软、硬件相结合的措施来增强仪器的抗干扰能力,提高系统的工作可靠性.

2.1 电源干扰的抑制

地电观测系统的主机,其交流电源输入端、稳流电源的交流输入和直流输出端均应当接有如图 1 所示的电源噪声滤波器.

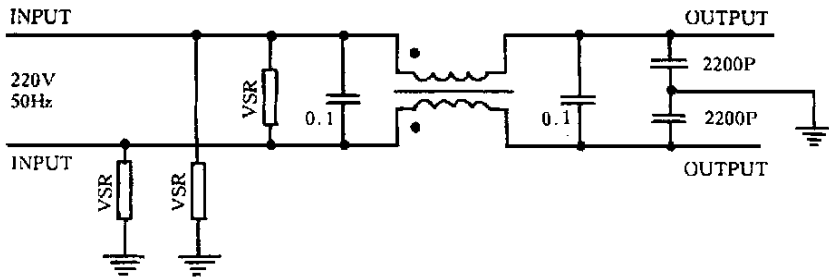


图 1 电源噪声滤波器

Fig. 1 Power noise filter circuit.

图中 3 个压敏电阻 VSR 可起到对尖峰脉冲、浪涌电压的抑制作用;共模扼流圈抑制高频共模干扰;两个 0.1μ 薄膜电容器抑制差模干扰;两个 2200 P 陶瓷电容器对共模干扰起抑制作用.为增强效果,也可用两级甚至三级滤波^[1].

上述电源噪声滤波器既可抑制交流线上的外来干扰,又能减小主机、稳流电源向外发出的噪声干扰以及稳流电源对主机的干扰.在其之后,在尽可能短的距离内接仪器或稳流电源的工频变压器,这种变压器绝缘要好些,例如 ZD8B、WL-5N 的变压器的初、次级间的绝缘电阻均在 $500 M\Omega$ 以上.

2.2 电磁干扰的抑制

电磁干扰分来自空间和仪器内部两类.地电仪机壳均采用导电性能优良的金属板且接大地,对空间的电磁干扰起到了较好的屏蔽作用.对仪器内部的电磁干扰可采用以下硬件措施来增强其抗干扰能力,提高系统的可靠性.

2.2.1 屏蔽

这主要是利用高频电磁场通过屏蔽金属时的涡流作用,使得电磁波大幅度衰减.地电仪死机或复位大都发生在稳流电源供电或停止供电瞬间,因此稳流电源对主机的影响一方面通过交流电网,另一方面通过主机的继电器组及大电流通路,在继电器触点吸合、断开及安培级电流在电路中的通、断瞬间,比较容易在触点间产生放电现象,向周围空间辐射电磁波,从而产生较强的电磁干扰.电源干扰的抑制在前面已述.对通过空间传递的电磁干扰可用导电性能优良的金属(如铜、铝)做一屏蔽罩将继电器组包围起来,再将屏蔽罩接地,这样对电磁场具有屏蔽的作用.

2.2.2 灭弧

并联在继电器上的电容或电容与电阻串联的吸收电路可对通过导线传递的干扰进行吸收灭弧.同时也可在与继电器组相联的接口芯片上进行去耦处理,如在 ZD8A 机中相应 8255 芯片的 GND 脚与 RESET 脚间跨接一个 470 P 的电容,可增强其效果.

以上措施能有效增强仪器的抗干扰能力,提高仪器的可靠性.为进一步改进其性能,尽可能避免干扰造成仪器的偶尔死机等现象发生,可使用监视定时电路,即看门狗(WATCH-DOG)电路,同时也可进一步利用 CPU 芯片的中断功能.

2.3 WATCH-DOG 电路工作原理(图 2)

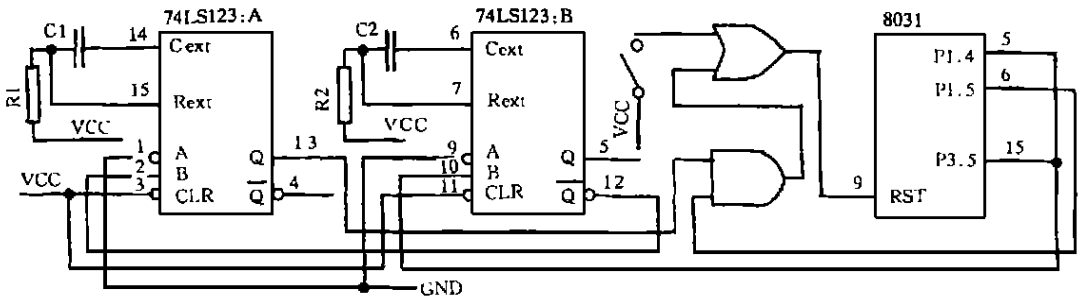


图 2 看门狗电路原理
Fig. 2 Watch-dog circuit.

该电路主要由一双单稳触发器 74LS123 构成.当 8031CPU 的 P1.5 口输出电平保持为高,则该看门狗电路一直打开.只要仪器的工作运行程序每隔一段时间由 8031CPU 的 P1.4 口输出一正脉冲,其上升沿使单稳电路复位,这时 74LS123 的第 13 脚输出电平一直保持为低.当噪声干扰使程序陷入死循环,而当死循环中又没有定时脉冲输出或程序飞跑入程序存储器 EPROM 中无程序的区域时,就会造成死机.这时也就没有定时脉冲加到看门狗电路,当时间达到由 R2C2 设定的准稳态时间时,74LS123 的第 13 脚便产生一复位信号,使 CPU 复位,把程序拉回工作运行程序起始地址重新启动,脱离死机状态.

显然,如果程序陷入的死循环中有脉冲输出,这看门狗电路即失去作用.为了能够处理这种情况,进一步提高仪器的可靠性,可使用 CPU 的中断功能.

2.4 中断功能的使用

8031 单片机有 5 个中断源,即外部中断 0、外部中断 1、定时器 0 溢出中断、定时器 1 溢出中断、串行口中断.根据仪器的软、硬件资源使用情况,可选取一中断方式使用,如 ZD8A 地电仪可选定时计数器 1 的方式 1 计数溢出中断.计数脉冲用看门狗电路中 P1.4 口的输出脉冲,即将 P1.4 口与 P3.5 口相接(图 2).为尽可能提高程序效率,缩小计数脉冲数,可在 TH1 寄存

器中预置一初始值. 开启该中断程序如下框图所示.

```

ZHONGDUAN:  MOV    TMOD, #51H
              MOV    8DH, #0C0H
              MOV    8BH, #00H
              MOV    IE, #88H
              MOV    IP, #09H
              CLR    TF1
              NOP
              SETB   TR1
              RET

```

一旦干扰造成仪器死机, 而且这种死机是程序的死循环中包含有正脉冲输出的情况, 前述的看门狗电路是不能直接起作用的, 但计数器 1 依然在 C000H 初始值上不停地累加计数. 一旦计满溢出, 就会发出内部中断请求信号, CPU 响应该中断后, 自动转入中断服务程序. 只要在指定位置的中断服务程序中迫使 CPU 复位, 则能将仪器从死机状态中拉出.

使用该中断系统所能带来的另一个

好处是在每次测量完成后的大约 3~5 min 时间内, 可使 CPU 进行一次复位操作, 从而使仪器的软件系统更可靠.

2.5 自检、自动补测程序

上述看门狗电路和中断功能的使用, 主要是将仪器从死机状态中拉出, 在 ZD8A 仪器上的实验效果较为理想. 复位后或干扰直接引起仪器复位后, 因地电观测的特殊性, 会造成丢失测点或测量完成后不打印的后果. 为尽可能使观测数据完整, 提高仪器的可靠性, 可给仪器增设工作状态自检、自动补测程序(图 3).

该程序在 ZD8A 仪器上进行了实验及实际观测, 对丢失测点或测量完成后不打印的处理, 效果是比较理想的. 同时, 结合该程序增加了一些工作状态标志, 从而能存储有关仪器发生死机、复位故障的年、月、日、小时及道次, 也能进一步将其显示出来, 以便于台站人员对仪器的工作状况有所了解. 如在 1998 年 11 月 25 日 16 时第 2 道曾发生过死机或复位, 则在监控状态下执行相应程序后, 可显示:

98-11-25

大约在 10 s 后, 再接着显示:

16 - - - 02

2.6 软件保护

自动化仪器的软件系统一般都编制成模块化以便调用. 有时, 造成了许多程序块在存放的地址上彼此之间有较多的空白区域. 在仪器工作过程中, 尤其是其工作环境较差时, 各种干扰偶尔会使程序落入这些空白区域, 造成仪器出现死机等故障. 为了进一步提高软件系统的可靠性, 可在这些空白区域填充空操作指令(跳转指令为三字节, 仍然落入第一字节的可能性仅为三分之一)以增强软件系统的抗干扰能力.

3 结束语

电子设备在工作过程中, 不可避免地会通过各种耦合受到外界的干扰或对外界进行干扰.

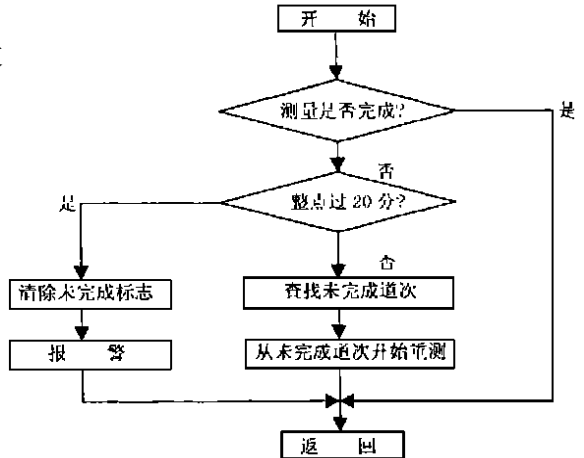


图 3 自检、自动补测程序
Fig. 3 Self-testing-and-complementing program.

性能优良的电子仪器或设备不仅能抑制外来的或内部产生的各种干扰, 而且还能抑制自身对外界的干扰. 我们试图通过对一些方法、实验的讨论和研究来达到这一目的, 在 ZD8A 仪器上的实验和实际观测取得了较好的效果.

我们写这篇文章时, 曾得到中国地震局分析预报中心赵家骝老师、王燕琼老师和席继楼同志的大力支持, 在此谨表示衷心感谢.

[参考文献]

- [1] 沙占友. 新型特种集成电源及应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1998.
 [2] 毛楠, 孙瑛. 电子电路抗干扰实用技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1996.

STUDY ON RELIABILITY AND ANTI-INTERFERENCE CAPACITY OF DIGITAL GEOELECTRICAL EQUIPMENT

TAN Da-cheng , SU Ming-da , ZHANG Shi-zhong , HOU Yuan-wen , SONG Bao-chang
 (*Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China*)

Abstract: Digital geoelectrical equipment controlled by microprocessor may be casually deadlocked or reset when measuring the apparent resistivity due to some interferences. Through careful analysis, it is found that the fundamental interferences are from power circuit and strong electromagnetic field, which reduce reliability of the equipment. Fortunately, the anti-interference capacity and reliability of the equipment could be evidently heightened by adopting software and hardware improvement.

Key words: Terrameter; Reliability; Dead lock; Reset; Interference

(上接第 195 页)

[参考文献]

- [1] 汤吉群, 张德民, 李玲. 数据通讯技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999. 288 ~ 299.
 [2] 郭梯云, 刘增基, 王新梅. 数据传输[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1998. 612 ~ 614.

A BRIEF INTRODUCTION ON FUNCTION OF MODEM FOR DIGITAL SEISMIC SIGNAL TRANSMISSION

ZHAO Xin-min¹, CAO Chun-ping²

(1. *Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China*;
 2. *Lanzhou Business College, Lanzhou 730000, China*)

Abstract: The key of data communication is transmission of digital signal. The A/D transformation and D/A transformation can be carried out by using the MODEM. Process of V^o24 interface is analysed. A brief introduction to the basic principle of the T-1496 MODEM is given.

Key words: Digital telemetric seismograph network; MODEM; Signal transmission