

陈智群, 黄 晖, 刘吉平, 等. C-ATS 地电仪常见故障分析及排除[J]. 华南地震, 2015, 35 (1): 119-123. [CHEN Zhiqun, HUANG Hui, LIU JiPing, et al. Common Fault Analysis and Troubleshooting of C-ATS Geoelectric Instrument[J]. South china journal of seismology, 2015, 35 (1): 119-123.]

C-ATS 地电仪常见故障分析及排除

陈智群¹, 黄 晖², 刘吉平², 李 敬¹, 刘东辉¹

(1. 广东省地震局新丰江中心地震台, 广东 河源 517021; 2. 广东省地震局, 广州 510070)

摘要: 对 C-ATS 地电仪系统构成、工作原理和特点进行了介绍, 结合维护检修经验对 C-ATS 地电仪常见故障的原因进行了详细分析, 对故障的排除方法进行阐述, 检查维护仪器的方法经验, 对其它地电台站有一定的参考意义。

关键词: C-ATS 地电仪; 控制器; 元件; 异常; 故障排除

中图分类号: P315.62 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2015) 01-0119-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2015.01.019

Common Fault Analysis and Troubleshooting of C-ATS Geoelectric Instrument

CHEN Zhiqun¹, HUANG Hui², LIU JiPing², LI Jing¹, LIU DongHui¹

(1. Xinfengjiang Seismic Center Station, Earthquake Administration of Guangdong Province, Heyuan 517021, China; 2. Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China)

Abstract: The paper briefly introduces the system structure, working principle and characteristics of geoelectric instrument (C-ATS). Combining with authors instrument maintenance experiences of many years, the paper analyzes the cause of the common faults with the C-ATS in detailed and expounds the elimination methods of faults. The methods and experiences of instrument maintenance listed in the paper have a certain reference significance to other geoelectric stations.

Keywords: Geoelectric instrument(C-ATS); Controller; Element; Abnormal; Troubleshooting

0 引言

C-ATS 是以通用微机为控制器的全自动测量系统, 它是在充分消化吸收进口整机 ATS 的主要技术基础上, 于 1989 年底由广东省地震局研制成功的。C-ATS 全自动测量系统适用于地电阻率、FSQ 浮子水管倾斜仪、重力仪、地温仪、地应力

等前兆观测的自动数字化测量。1990 年初 C-ATS 在河源黄子洞台进行地电阻率试观测, 1992 年 7 月起列入国家地电台网正式观测仪器在河源和平地电台使用至今。作为早期的数字化地电观测仪器, C-ATS 在长期连续的观测中充分显示出其特点: 自动化程度高, 具有数据判断和处理能力(如重测判断、故障诊断、报警、打印、建库等);

收稿日期: 2014-03-10

作者简介: 陈智群 (1965-), 男, 实验师, 主要从事地震监测和仪器维护工作。

E-mail: hyczq@126.com.

观测精度高;长期连续工作稳定性好;采用非观测时段仪器与外线路完全隔断的方法,雷击概率低;将不同功能的硬件采用板式独立设计方法,便于日常维护及故障排查。

地电仪器由于需要连续进行观测工作,某些电子元件长期处于高电压、大电流及高温环境里极易出现故障,仪器一旦出现故障大多要返厂或请专业技术人员到台站维修,这样不但维修周期长、费用高,而且由于缺测多(许多台站缺乏备用仪器)影响了观测的连续性,给资料分析使用带来一定的影响。C-ATS在设计时充分考虑到仪器的易维护性,将主要芯片设计成插拔式、主要功能硬件设计成独立板式。实际使用证明,这种设计方式给仪器故障的排查带来了很大的方便,简单故障台站工作人员能够很快排除,疑难复杂故障只要观测人员具有一定的无线电基础知识也能够在专业技术人员的远程指导下修复仪器。

1 C-ATS 地电仪系统构成及工作原理^①

1.1 系统构成

C-ATS 地电仪观测系统包括硬件系统和软件系统。硬件系统由两大部分组成,一是控制部分(微机控制器),包括主机、显示器、磁盘驱动器、

打印机;二是执行部分,即 C.ATS,包括电源开关,电源控制及警报触发板(AC-C.ATS),AB、MN 通道转换板(AB、MN-C.ATS),模数转换电路(ADC1、ADC2),供电电源(P-C.ATS),标准器件盒(O-C.ATS,即 B12V 电源及标准电阻、标准电池等)和避雷盒(LP-C.ATS),硬件系统结构框图见图 1。

C-ATS 的软件系统是由汇编语言及 BASIC 语言编写的测量执行程序,主要内容包括:时间的读取、仪器定时自检;测量、判断、复测、计算、显示和数据入库;故障的报警、诊断和显示;数据的定时打印和绘图;仪器运行日志和值班员记事^[1],软件系统框图略。

1.2 C-ATS 地电仪工作原理

由图 1 可见,C-ATS 在非测量时段,K1、K2 断开,整个系统处于关闭状态,外线路 AB 和 MN 由于 LP-C.ATS 避雷盒(后改为中间继电器)的作用与系统是断开的。在 O-C.ATS 内有一组后备电池,当定时器到点起闹时,起闹信号通过后备电池触发 AC-C.ATS 工作,K1 开关闭合,C.ATS 主机上电,后备 B12V 被变压,经过整流稳压后输出 A12V 切换,持续的闹时信号又将系统电源开关 K2 合上,微机上电启动(如不启动,持续的闹时信

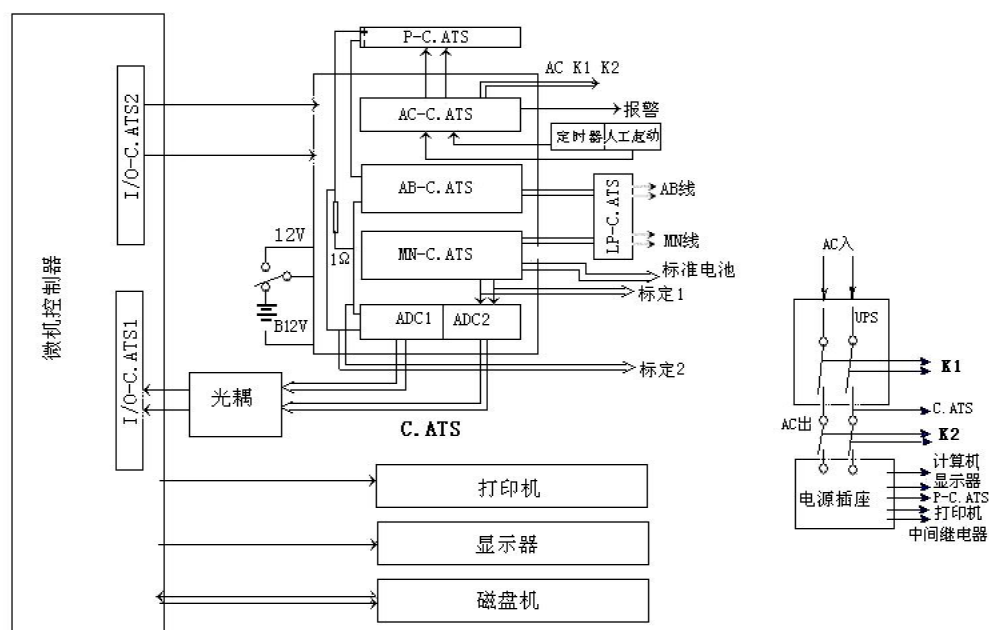


图 1 C-ATS 硬件系统框图

Fig.1 Diagram of C-ATS hardware system

^① 广东省地震局技术室. C-ATS 研制报告, 广东省地震局, 1990.

号可将警报器触发), LP-C.ATS 动作将外线路与 AB、MN 通道转换板接通, 整个系统进入测量程控状态, 系统电源开关 K2 由 I/O-C.ATS 发出的信号锁住, 预热后进入电阻率逐道测量流程, 在程序的控制下, 由 I/O-C.ATS 输出控制信号, 执行电路 AC-C.ATS、AB-C.ATS 和 MN-C.ATS 完成供电、断电及 AB、MN 线切换的功能。电信号的模数转换由 ADC1 和 ADC2 完成, 其中供电电位和自然电位由 ADC1 完成, 供电电流由 ADC2 完成。由于采用双 ADC, 供电电流和供电电位可以同时采样, 能够有效减少供电电源随机波动带来的干扰误差。由 ADC1 和 ADC2 转换出来的数字信号, 通过光电耦合器由 I/O-C.ATS 读入计算机, 计算机对读入的数码进行译码, 得到所测量信号的数据, 计算机即可完成电阻率值的计算、重测判断、故障判断、数据处理存储等各项工作。根据软件设定的程序, 利用 MN-C.ATS 及其它通道, 进行每天的零输入检查, 每天每测道的 AB 回路负载检查和每月的标准电池检查。每次测量完毕, I/O-C.ATS 发出解锁关机信号, 系统即被关掉, 恢复测量前的状态。

2 常见故障的分析及排除

2.1 常见故障现象

(1) 系统启动异常故障。C-ATS 地电仪出现频率最高的故障现象是启动异常, 启动异常包括:

① 到点仪器不起动; ② 启动后无测量动作、仪器死机; ③ 启动后立即关机。

(2) 测值异常故障。测值异常现象较常见, 而且故障原因复杂、范围广, 是 C-ATS 维修的难点之一, 该类故障可细分为: ① 所有测道电流值均为“0”; ② 某测道电阻率总超差; ③ 电阻率测值不对, 但测量过程、顺序正常。

(3) 关机异常故障。系统关机异常可以分为两类: ① 键入人工关机命令后可顺利关机; ② 键入人工关机命令后依然无法关机。

2.2 故障的分析及排除

2.2.1 启动异常原因分析及故障排除方法

根据仪器工作原理(图 1), 电源控制及警报触发板 AC-C.ATS 起到整机电源的通断控制作用, 该控制板的电路原理图如图 2, 其工作过程分析如下: ① 定时器到点发出的闹时信号经 D1-D4 的整流, 先将 Q2 导通, 触发 CR2 导通 J1 吸合, 将 AC220V 电源与 UPS 输出接通, C.ATS 主机内两个变压器工作, 经过整流稳压输出两组 6V 电源(分别供 ADC1、ADC2)和一组 12V 电源, 此 12 电源通过继电器将 O-C.ATS 内的可充电 12V 后备电池切换; ② 持续的闹时整流信号通过 R1、C1 延时触发 SRR 固体继电器导通, 此时系统电源板所需 220V 电源被接通, 系统触发启动; ③ 计算机启动后, 其 12V 电源通过 R0 将 SRR 锁住; ④ 继电器

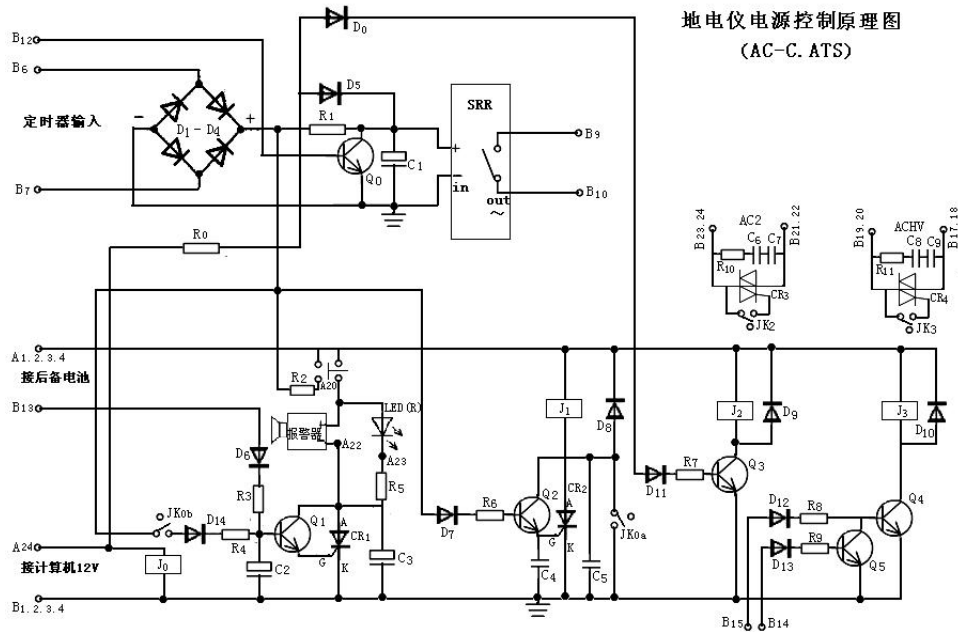


图 2 C-ATS 地电仪电源控制原理图
Fig.2 The schematic of C-ATS power control

J0 同时受控于计算机 12V 电源而吸合,其作用有二:一是将警报触发电路与定时器持续的整流闸时信号断开;二是将可控硅 CR2 短路,让 J1 的电流从 JKoa 触点通过,使 CR2 无电流流过,保证当系统电源 220V 被撤掉(SRR 截至)时计算机 12V 同时消失,J1 释放,AC220V 电源或 UPS 被关掉。

依据电路分析可以判断,仪器到点不起动故障应检查的元件及方法是:① 定时器,定时器使用 6V 干电池,经实测电池电压低于 4V 时将起动困难,低于 3.5V 将无法起动;② D1-D4 整流二极管,可用万用表依次检测各二极管正反电阻判断好坏;③ D7、R6、Q2、CR2、J1 等相关起动器件,先用万用表在线检测各元件判别,对有怀疑的元件再用替换法,实际检修中发现 Q2 较易损坏,AC 板上三极管均为 NPN 型 S8050 管,应急代换可用 S9014,9014 虽然耐压、功率比 8050 高些,但最大集电极电流比 8050 要小许多,更容易在仪器启动瞬间烧坏;④ 相关连接线接触不好、O-C.ATS 及 C.ATS 电源开关置错,这是日常较易被忽视的启动故障,可通过观测仪器面板指示灯及检查对应线路发现;⑤ O-C.ATS 内 12V 电池电压不足、电阻 R1 阻值太大、电容 C1 失容或漏电、SRR 输入端故障均会导致启动困难现象,排查方法可先测量电池电压,若不低于 8V 则排除电池问题;其次连续按人工启动按钮,如能够启动可初步判断 R1 阻值变大,经核对色环,R1 阻值应为 22 Ω ;接着判断电容是否存在故障,最好焊下电容一脚,用模拟表选 $\times 1K$ 档并且交换表笔检测,若两次测量结果指针均摆动幅度较大且基本能回到初始位置,则表明电容正常,当然如果有合适电容(50 V、470 μf)直接替换更好,排除电容问题后,则可基本判断 SRR 是否存在故障。进一步判断 SRR 输入端好坏的方法是:用万用表 $\times 1K$ 档检测,红笔接 SRR 输入端负,黑笔接正,测值应为 6 $K\Omega$ 左右,交换表笔测值为 ∞ ,表明 SRR 输入端正常,否则存在问题。更换 SRR 应注意合适的型号,笔者在实际检修中发现,参数差别大亦可导致无法启动。

启动后无测量动作、仪器死机故障通常出在 ADC 芯片及 I/O-C.ATS 控制板上。该类故障可先检查 C.ATS 内的两片 ICL7135 芯片 ADC1、ADC2,11 脚为 +6 V 输入端,若检测到该脚无电压则应继续检查 C.ATS 主机内 6V 电源变压器及其整流、稳压输出元件。由于 C.ATS 主机内元件较密集,进行带电检测非常不易,且可能导致元件

短路致故障范围扩大,因此实际维修时大都采用探查法进行简单快速的判断:用手指接触相关大功率元器件,感觉温热则该元件正常、烫手则工作异常、无温升感觉则该元件未工作,进行初步判断后再用替换法试用好元件更换往往能快速找到故障点。检修中发现,ICL7135 芯片故障导致仪器死机的现象是:C.ATS 面板通道指示灯“1”长亮,P-C.ATS 电源电流表指针满指示不回表,不观测。发现该故障时应及时关机,否则可能导致 P-C.ATS 电源烧溃或仪器系统其它元件损坏。I/O-C.ATS 控制板上的 U2 芯片 D8255 负责系统的控制信号输出,该芯片或其外围关联元件损坏同样会导致仪器死机故障,可用替换法更换 U2 芯片排查故障点,外围耦合元件 4N25 光耦一般较少损坏,倒是雷电过后的故障不可忽视检查。另外,I/O 卡与 C.ATS 主机之间的数据线接触不良亦会出现该类故障。

启动后立即关机的原因可能是 AC-C.ATS 板上的 D5、R0、Q0 等元件有故障,Q0 损坏的概率较高,万用表在线检测很容易发现故障元件;I/O 卡 U2 芯片损坏也会导致这类故障,可参照上节检修方法排查故障源。

2.2.2 测值异常原因分析及故障排除方法

引起测值异常的故障范围很广,仪器主机系统、电源、避雷设施及外线路故障均会导致测值出现异常,C-ATS 电源及外线路引起的故障已有文章阐述^[2],此处对涉及此类故障只作现象描述,故障排除方法略。

所有测道电流值均为“0”的故障原因包括:① 避雷设施故障,LP-C.ATS 避雷盒由于电源插头接触不好导致外线路未闭合,2005 年起避雷盒改为中间继电器^[3],中间继电器未得电闭合也会导致相同的故障现象,可观察继电器的指示灯是否亮辨别故障;② P-C.ATS 电源故障,如保险丝烧断致电源未工作;③ MN-C.ATS 板上继电器 J0 及 Q1 故障,由于 J0 及 Q1 组成过载保护电路,如该部分故障将致 I/O-C.ATS 失控而引起电源系统故障,但此故障现象少见;④ AB-C.ATS 板上各道可控硅损坏或触发电阻太大,该故障未曾出现过,因为各道元件同时出现故障的概率很小;⑤ O-C.ATS 盒上开关未置测量档位置,该现象一般出现在仪器标定后,忘记将“标定”档打回至“测量”档;⑥ 电源 P-C.ATS 内的 K2 开关未受控闭合,K2 为直流供电输出开关,受控于 I/O 芯片 U2 发出的控制信号,通过 I/O 板上 J4 插座 6 脚→数据

线→C.ATS 主机 P1 串口 4 脚→AC-C.ATS 的 B15 脚→AC 板, D12、R8、Q4、J3、CR4 (图 2)为电流输出的控制元件, 以上有元件线路故障均会导致电流测值为“0”。检修时一般直接检查 Q4 及 CR4, 这两个元件较容易损坏, CR4 为双向可控硅, 代换可用 BT138 或相近参数的管子。

某测道电阻率总超差故障原因有: ① 对应 AB 通道可控硅或继电器损坏; ② 对应 MN 通道相关元件损坏; ③ 相应测道外线路漏电。因为 AB、MN 板元器件较少, 而且有备用插板, 通过换板试测可以快速排除故障, 一般该类故障大都是继电器接触不良。外线路漏电导致的超差一般电阻率测值变化幅度较大, 可通过线路漏电检查判别。

电阻率测值不对, 但测量过程、顺序正常的故障原因可能出在: ① ADC1、ADC2 故障, 通常是 ADC2 故障, 检修中发现该芯片故障时, 电流测值基本正常、供电电位差异异常、自然电位不对、电阻率测值不对; ② I/O 卡中的 U1 芯片及其相关光耦损坏, U1 芯片负责观测数据的读入处理, 故障时测值表现为供电电位、电流、自然电位基本正常, 但电阻率变小明显, 用替换法检查可快速排除故障。

2.2.3 关机异常原因分析及故障排除方法

关机异常有两大方面的原因, 其一是由于观测时出现供电异常、线路故障及环境变化致数据较大变化, 这时系统对测值作出判断, 显示故障原因并等待人工干预; 其二是负责自动关机的元件故障导致无法自动关机。

键入人工关机命令后可顺利关机: 这种现象可根据故障显示代码进行相应检查便能很快找到故障源。

键入人工关机命令后依然无法关机: 先检查系统电源插座有无打到“关”的位置, 再进一步检查 AC-C.ATS 板上 SRR 及其相关连接线路。由于 SRR 输出端是无触点开关, 用万用表难于判别好坏, 只能用替换检查法。曾经出现过系统有时能够自动关机有时不能关机的故障, 检测 SRR 周围线路未发现问题, 用相同 SRR 替换板上 SRR 后故障依旧, 又将板子拿到明亮环境里认真观察, 发现 SRR 输出端附近覆铜线路有一处微微鼓起, 轻轻擦掉表漆发现鼓起处已氧化, 从而导致线路接触不良, 用锡补焊后试机, 故障排除。

3 结语

(1) C-ATS 地电仪系统稳定性好是其能够进行长期连续观测的基础, 台站工作人员日常的精心维护也是仪器能够正常运行的保证。

(2) 在日常观测中, 如能认真观察仪器的运行状况, 了解仪器的性能、特点、原理, 记录每次故障的现象和处理情况, 就能很快提高自己管理维护仪器的水平。

(3) 本文是多年来对 C-ATS 地电仪系统维护、故障检修经验的系统性总结, 希望对其它台站有一定的参考意义。

参考文献:

- [1] 柴剑勇, 叶春明, 吴名彬, 李小宏, 等. 地电自动测量系统国产化(C-ATS)研究[J]. 华南地震, 1991, 11(2): 61-67.
- [2] 陈智群, 刘吉平, 李敬. 河源台地电专用电源和外线路故障查修方法[J]. 华南地震, 2013, 6(2): 117-123.
- [3] 陈智群, 刘吉平, 李敬. 地电仪综合防雷措施及其效果分析[J]. 价值工程, 2013, 9(25): 271-272.
- [4] 陈智群, 柴剑勇, 李敬, 等. 和平台深孔电极地电阻率测值趋势下降原因分析[J]. 华南地震, 2014, 34(1): 117-121.