

基于 VXI 总线的信息机主控板故障诊断专家系统

邵智超¹, 刘桂云²

(1. 武汉军械士官学校, 湖北 武汉 430075, 2. 汉口学院, 湖北 武汉 430212)

摘要: 为提高某型电子设备电路板故障的诊断效率及准确性, 实现对电路板故障的自动诊断, 研究开发了基于 VXI 总线的某型电子设备故障诊断专家系统。本文是此项目的一部分, 介绍了某型设备信息机主控板故障诊断专家系统算法研究, 给出了算法在硬件平台上的实现以及故障实例验证。采用 VXI 总线组成电路板故障诊断系统, 可以方便快捷地对某型设备多种型号的电路板进行故障定位。实际应用表明, 该专家系统可有效地解决该型号设备维修价格高, 周期长的弊端, 确保设备的使用性能。

关键词: VXI 总线 专家系统 故障诊断

0 引言

某型电子设备属高技术电子信息设备, 结构复杂, 造价昂贵。目前用于本设备的维修保障设备少, 一旦设备出现故障, 均要返厂维修, 不仅维修价格高, 而且周期长, 严重影响了设备的使用性能。为解决这个问题, 我们研制了基于 VXI 总线的某型设备故障诊断专家系统, 采用自动诊断测试、人工智能、专家系统等技术对出现故障的设备印制板进行性能检测、故障诊断、查询和定位, 将故障定位到最小可更换单元, 指导维修人员进行现场维修。本系统大大提高了设备故障诊断准确性以及修理的效率, 以极小的费用代价实现设备的快速诊断和修理, 确保设备时刻处于良好状态。

本文是基于 VXI 总线的某型设备故障诊断专家系统研究的一部分, 主要介绍了某型信息机主控板故障诊断专家系统算法研究, 给出了算法在硬件平台上的实现以及故障实例验证。

本文组织如下: 第二节简单介绍了基于 VXI 总线的某型设备故障诊断专家系统的硬件和软件开发平台。第三节介绍信息机主控板的功能原理图。第四节给出了平台测试环境、主控板故障诊断算法、算法实现以及故障实例验证。研究过程中出现的问题以及解决方案在第五节。我们在第六节给出总结和进一步工作。

1 基于 VXI 总线的某型设备故障诊断专家系统开发平台介绍

系统平台包含硬件平台和软件平台。硬件平台为被测对象(电路板)施加激励信号, 采集其响应, 为故障诊断提供信息。如图 1 所示, 硬件平台基于 VXI 总线结构, 包括主控计算机、适配器、VXI 总线主机箱及其各种功能模块、激励源等。被测对象通过适配器连接到 VXI 主机箱上。主控计算机是整个测试平台的控制中心, 完成仪器自检、复位、测试流程和数据采集的控制以及数据处理等功能。适配器用于故障诊断系统和被测对象之间信号源的匹配, 主要为激励源和测量仪器设备与测试对象之间建立一个基本统一的连接与通信方式。本系统软件平台选用了目前用于测试和测量中最富有成效的图形化编程语言 HPVEE。其开发界面如图 2 所示。

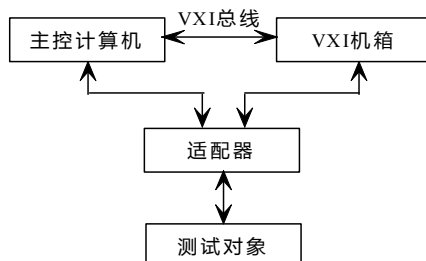


图 1 系统硬件构成示意图

在实际诊断中, 把被测对象的测试结果采集进入计算机, 测试人员可用示波器进行判断, 也可以由计

计算机进行判断。通过比较被测对象输出测试信号量与预期响应信号量进行板级故障检测，发现错误后，进入元件级故障诊断。



图2 基于 VXI 总线的某型设备故障诊断专家系统开发平台界面

2 信息机主控板介绍

该设备型号和电路板较多，本文以信息机主控板为例介绍基于 VXI 总线的故障诊断专家系统开发过程。信息机的功能主要通过主控板实现，信息机主控板由 CPU 模块、键盘与显示电路、串口通信电路及控制开关电路组成。CPU 模块采用 DALLAS 公司生产的 DS80C320 单片机，其内部含一个 8 位的微处理器、128 个字节 RAM，21 个特殊功能寄存器、两个全双工串行口、三个 16 位定时器/计数器、三个 8 位的并行口，有较强的指令系统和处理能力；键盘与显示电路是信息机的输入、输出设备，采用 20 键的全密封键盘和 128 × 64 的点阵液晶显示器实现；串口通信电路使用 RS-232C 电平转换芯片 MAX232A 实现电平转换，双串口单片机 DS80C320 的串口 TXD、RXD 作为无线串口，用于实现与短波电台的连接，控制电台的收发，DS80C320 的串口 TXD1、RXD1 作为信息源串口，用于实现与信息源的连接。

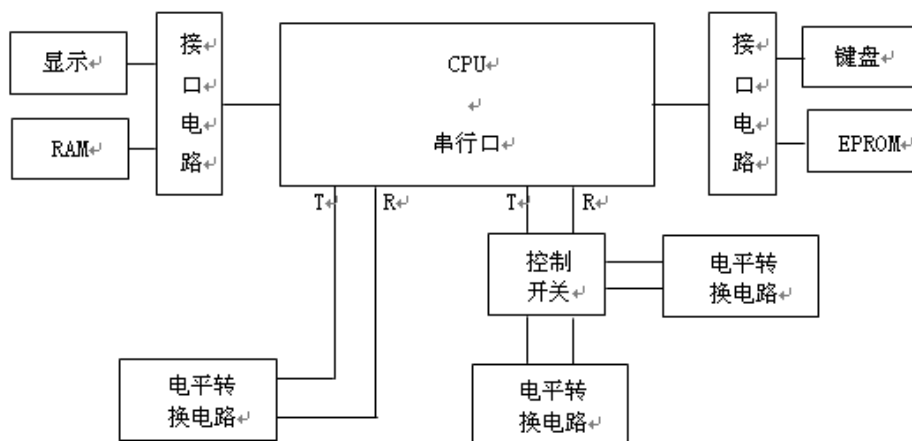


图3 信息机主控板组成框图

3 信息机主控板故障诊断算法与实现

3.1 测试环境

平台提供信息机主控板所需要的工作环境，即为电路板接口提供符合条件的激励信号，同时提供基于 VXI 总线的虚拟测试仪器：三用表、示波器，按照故障等级采集必要的响应（电压、电流、峰峰值、频率、占比、相关系数等）并进行数据处理，为故障诊断提供特征信息，然后与标准知识库的数据进行比较，

系统的显示方式为图文显示,既可显示测量信号的具体数值,又可显示信号的波形,为了排除偶然性,采用多次测量的办法,消除奇异值。

测试信息机主控板时选择较为通用的功能测试方法,其原理是,通过对电路板边界接口输入激励信号,模拟电路板工作环境,同时取出输出信号,而实现对电路板的功能测试,为提高故障覆盖率和故障定位精度,配合使用探针笔和元器件夹具引导的故障定位技术。此法适应性强,可测试任意电路板,解决时序错误、负载、元器件相互间连接及开短路问题,在不需要了解无编号的元件和专用元件的内部功能的情况下也可以对整板编程测试故障定位到元器件级,并达到很高的故障覆盖率。

3.2 信息机主控板故障诊断算法

3.2.1 信息机主控板接口相关信息

信息机主控板接口与 VXI 平台适配器相连,由系统平台提供本电路板所需要的激励信号,并读出相应响应信号。其中,引脚“A1”、“A2”提供信息机主控板的激励信号,引脚“A8”提供响应信号,信息机主控板接插座相关信息如表 1 所示。

表 1 信息机主控板接口相关信息

编码	引脚	信号类型	特征值范围	用途
1	A1	直流电压	$5.5V \pm 0.1V$	激励 1
2	A2	地	GND	地线
3	A8	直流电压	$5.0V \pm 0.5V$	响应 1

3.2.2 典型测试点定义

在进行测试时,需要对一些典型测试点进行人工测试,即通过系统平台上的虚拟万用表、示波器测试不能自动通过接口进行自动信号采集的节点,这些节点位于电路板上。这些节点对于故障元器件的定位是典型的。信息机主控板典型测试点相关信息如表 2 所示,测试点为元器件的端子。

表 2 信息机主控板典型测试点相关信息

序号	测试点	信号类型	特征值范围	用途
1	四输入或非门 D17 管脚 1	直流电压	$-0.5V \sim 0.5V$	响应 2
2	电平转换芯片 MAX232A 管脚 5	直流电压	$1.65V \sim 1.75V$	响应 3
3	电平转换芯片 MAX232A 管脚 6	直流电压	$1.55V \sim 1.65V$	响应 4
4	电平转换芯片 MAX232A 管脚 7	直流电压	$0.0V \sim 1.0V$	响应 5
5	六反相器 D20 管脚	直流电压	$4.5V \sim 5.5V$	响应 6
6	四二输入与门 D21 管脚 3	直流电压	$4.5V \sim 5.5V$	响应 7

3.2.3 故障诊断算法流程

信息机主控板利用双串口单片机 DS80C320 (D1) 内部的振荡电路,在 XTAL1 (Pin18)、XTAL2 (Pin19) 引脚上外接定时元件,内部振荡器便自激振荡,定时电路由石英晶体 G1 和电容器 C3、C4 组成的并联谐振回路构成。晶体 G1 为 11.0592MHz,电容器 C3、C4 为 18pF。主控板复位电路具有上电自动复位和开关复位两种方式。上电复位由 R2 与 C1 组成,开关复位由信息机键盘右下角的“复位”键和电阻 R1、R3、电容 C2 组成,“复位”键按下后,RESET 端为高电平,复位有效。

为正确对主控板电路进行故障诊断检测,自编的测试程序中有一段中断处理程序,单片机 DS80C320 收到欠压中断后自动置串口 TXD 为高电平(5.0V),此时 VXI 平台对串口 TXD 的输出进行测试,若测试结果为 $5.0 \pm 0.5V$,则欠压识别电路无故障,若不在此范围内,则欠压识别电路有故障,为最终把故障定位到具体电子元器件,还需对电路的关键节点进行进一步

测试,根据测试的结果可最终把故障定位到具体电子元器件。

通过对电路板的功能结构分析,在给定标准激励的情况下,给出各测试点的标准响应,并将其各项指标(如电压、频率、占空比等)记录下来,然后根据专家在诊断故障时的思维逻辑,形成一个故障诊断流程图。信息机主控板故障诊断算法流程如图 4 所示。

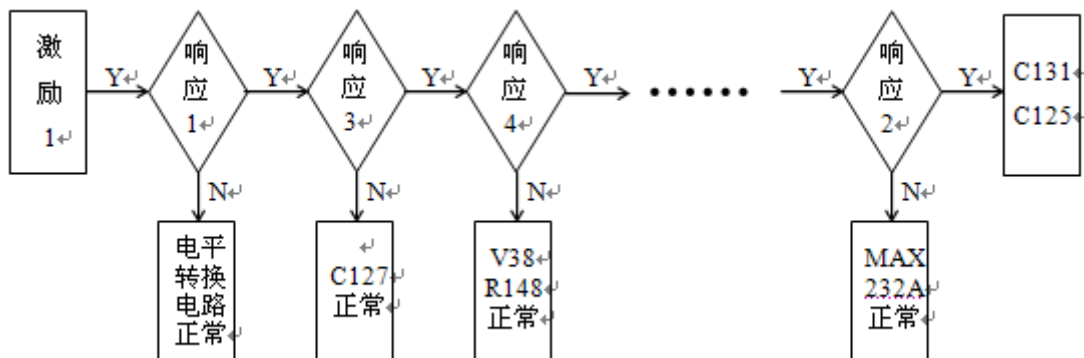


图 4 信息机主控板故障诊断算法流程图

3.3 信息机主控板故障诊断算法实现

根据诊断流程图，我们在 VXI 平台上输入故障数据库，该数据库与待测电路板一一对应，主要包括诊断步骤、模拟激励、数字激励、信号类型、测试节点、测试位置、特征范围、正确情况、错误情况和提示信息等，如图 5 所示。

规则	模拟激励	数字激励	测试节点	测试位置	测试通道	特征编号	特征范围	区间量程	正确情况	错误情况
8	1	1	0	C18 (上)	L4	M8	1,4.50#5.50,	V,20,	9	11
9	1	1	0	C127 (左)	L5	M3	1,4.45#5.45,	V,20,	10	12
10	1	1	0	C129 (左)	L5	M8	1,-4.80#-5.80,	V,20,	电源电路正常	14
11	2	1	0	V1 (1)	L3	M1	1,4#5.5,	V,20,	C131、C125	V1、C124
12	2	1	0	V2 (1)	L2	M1	1,5.57#6.57,	V,20,	13	C136、C1
13	2	1	0	V2 (2)	L1	M1	1,4.50#5.50	V,20,	C127、C133、	V2、C126
14	3	1	0	D28 (4)	*	*	1,-4.80#-5.80,	1,-4.80#-5.80,	C129、C135、	D28、R15

图 5 故障数据库输入界面

3.4 信息机主控板故障实例验证

我们在信息机主控板上设置所有可能的故障，在平台上进行验证，系统均正确运行，将故障定位在元器件级。下面以 C131 和 C125 故障为例进行验证，在定位故障之前的测试对话框分别如图 6、图 7、图 8 所示。

测试时，测试软件根据测试流程提示用户不断更换测试点，同时将测试结果与数据库中各标准结果进行对比，找出器件故障的各种可能原因，并逐个判断其真实性，最终找到故障的原因及故障部件。

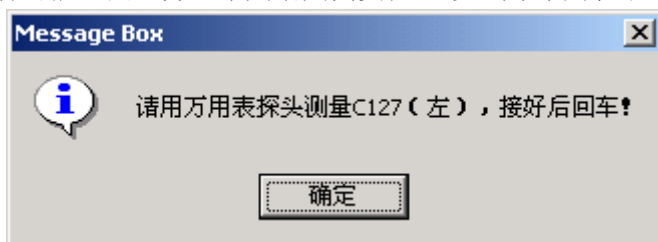


图 6 故障诊断系统与技术人员人机对话框

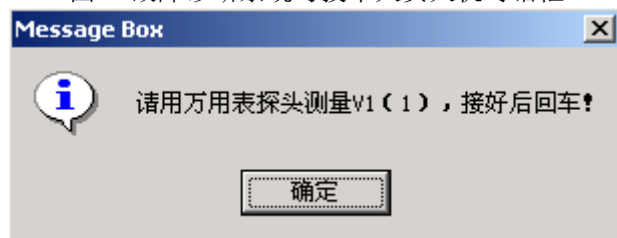


图 7 故障诊断系统与技术人员人机对话框结果框



图8 故障诊断结果

4. 测试中遇到的问题

信息机主控板属于 CPU 板,其测试与故障诊断相对复杂一些,要在被测电路板上换上自编的测试程序芯片,在更换程序片时动作要轻,否则容易损坏电路板和程序芯片,另外在调试程序时,一定要注意所加的激励不能偏差太大,否则容易损坏电路板的元器件,造成经济损失。在填写故障数据库时,响应值的特征范围不能太大也不能太小,太大的话有可能造成不能发现电路板故障,太小的话则有可能对电路板误诊,具体范围需要用实际的测试仪器如万用表、示波器等进行多次测试后确定。

5. 结论

本文介绍了基于 VXI 总线的某型设备故障诊断专家系统开发平台。给出了基于此平台的信息机主控板故障诊断算法、算法实现以及故障实例验证。通过对所有可能故障实例的验证,系统均能准确的对故障进行定位到元器件级,有利于提高测试诊断效率,缩短测试诊断时间,使排除设备故障工作变的简单,具有显著的经济和社会效益。

本文进一步的工作是在显示故障位置时直接给出故障在电路板上位置照片,使人机对话界面更加形象直观,以降低操作人员工作难度,提高效率。

参考文献:

- [1] 周东华、叶银忠,现代故障诊断与容错控制[M],北京:清华大学出版社,2000
- [2] 参考文献李志强,王志去,马彦恒.基于6槽VXI测试仪的雷达故障专家诊断推理机的设计.南京理工大学学报.2001(5)
- [3] 韩兆福.基于VXI总线的电路板故障诊断系统.青岛大学学报.2002(2)
- [4] 阮德生,自动测试技术与计算机仪器系统设计[M],西安电子科技大学出版社,1997