

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.06.023

## 基于 PXI 总线的电台板级故障自动诊断系统

康云<sup>1</sup>, 刘松平<sup>1</sup>, 夏明旗<sup>2</sup>

(1. 南京电讯技术研究所 第五研究室, 南京 210007;

2. 北京军代局 447 厂军事代表室, 内蒙古 包头 014033)

**摘要:** 为提高技术保障的效率, 以 PXI 测试仪器为硬件平台, 设计基于故障树的推理软件平台。通过对测试点的测试数据进行采集, 再进行故障的合理识别、推理和判断, 推断出正确的结果, 将故障定位在板级(即最小可更换单元)。结果表明, 该系统自动化程度高、操作方便, 能实现对电台故障“板级定位”的模块化、快速化和自动化测试。

**关键词:** 虚拟仪器; PXI 总线; 故障诊断; 故障树

**中图分类号:** TP306.3 **文献标志码:** A

## Automatic Diagnosing System of Radio Station Board-Level Fault Based on PXI Bus

Kang Yun<sup>1</sup>, Liu Songping<sup>1</sup>, Xia Mingqi<sup>2</sup>

(1. No. 5 Studio, Nanjing Telecommunication Technology Research Institute, Nanjing 210007 China;

2. No. 447 Factory Military Representative Room, Beijing Military Representative Bureau, Baotou 014033 China)

**Abstract:** In order to improve the technology maintenance efficiency, the radio fault diagnosing system uses a PXI test unit as the hardware platform. Design reasoning software platform based on the fault tree. Then carry out fault rational reorganization, reasoning, and judgment, deduce the correct result, and locate fault in board-level (that is the minimum alterable unit). The result shows that the system is high automation degree and easy to operation, which can realize module, fast and automatic testing for radio station fault “board-level location”.

**Keywords:** virtual instrument; PXI bus; fault diagnosing; fault tree

### 0 引言

当前, 通信设备的复杂性越来越高, 自动测试设备已成为通信设备维修保障的主流。由于电台电路板的复杂性使故障诊断维修越来越困难, 在传统的故障诊断过程中, 通常使用模拟示波器、万用表等, 由于无法转换成数字量, 故无法进行数据采集、保存、处理, 只能凭借专业修理人员经验和有限的资料进行判断, 限制了修理保障的范围、修理时间及维修的可靠性。笔者研制基于 PXI 总线的电台板级故障自动诊断系统, 以降低对技术保障人员的素质要求, 提高技术保障的效率。

### 1 PXI 总线板级故障自动诊断系统方案设计

对虚拟仪器进行开发, 主要是基于 GPIB 总线、VXI 总线、PXI 总线以及 LXI 总线技术。目前, GPIB 已经逐渐淡出市场成为非主流技术, LXI 是一种新技术, 拥有的产品较少, 而 PXI 在机械、电气和软件方面增加了仪器测量所特别需要的性能和特点, 并增加了专门的系统参考时钟、触发总线、星形触发线和模块间的局部总线, 可以满足高精度的定时、

同步与数据通信要求, 具有较高的性能价格比。相对于 VXI 总线, 选用 PXI 总线模块能节约开发成本、测量空间以及拥有更多的可选用产品, 使得系统兼容性强、驱动开发方便, 可大大缩短整个检测系统的开发周期, 故选用 PXI 总线。当前的故障诊断方法包括神经网络法、概率统计法、故障树分析等。前 2 种方法需要事先提供大量的样本才能实现自动故障诊断, 在实际工程中不易实现。故障树分析法是建立在人工对电路板工作原理、故障模式、测试项目和测试点等分析的基础上, 基于对可替换单元 (replaceable unit, RU) 工作原理的认识, 以及各测试点的配置情况, 设计人员可以较容易地分析出各测试点 (或测试项目) 与 RU 的关联关系, 并据此设计出 RU 的故障树。因此, 系统采用故障树分析的方法, 故障诊断完全基于测试点的测试结果。

采用 PXI 总线模块构建的硬件开发平台, 主要完成电台板级故障诊断任务。利用数字示波器、万用表、信号源等功能模块获取被测电路板的测试点数据, 并根据故障树进行合理的判断、推理, 将故障定位在最小可更换单元。鉴于不同型号电台以及

收稿日期: 2011-01-03; 修回日期: 2011-03-21

作者简介: 康云 (1980—), 女, 湖北人, 土家族, 硕士, 工程师, 从事通信测量研究。

相同型号电台不同功能板块的故障树不同，为保证诊断系统的通用性，建立了电台板级故障树信息数据库。用户可以添加、修改或删除故障树信息，改变测试程序，满足现有各类电台板级故障诊断。

测试系统的主要功能包括：故障自动诊断功能、故障树信息管理功能、记录查询打印功能。

## 2 PXI 总线板级故障自动诊断系统硬件组成

PXI 总线故障自动测试系统的硬件系统主要包括：主控计算机、数字化仪、任意波发生器、上下变频器、数字多用表、中频数字化分析仪、矩阵开关、程控电源、数字 I/O、音频源和音频分析模块组成，见图 1。

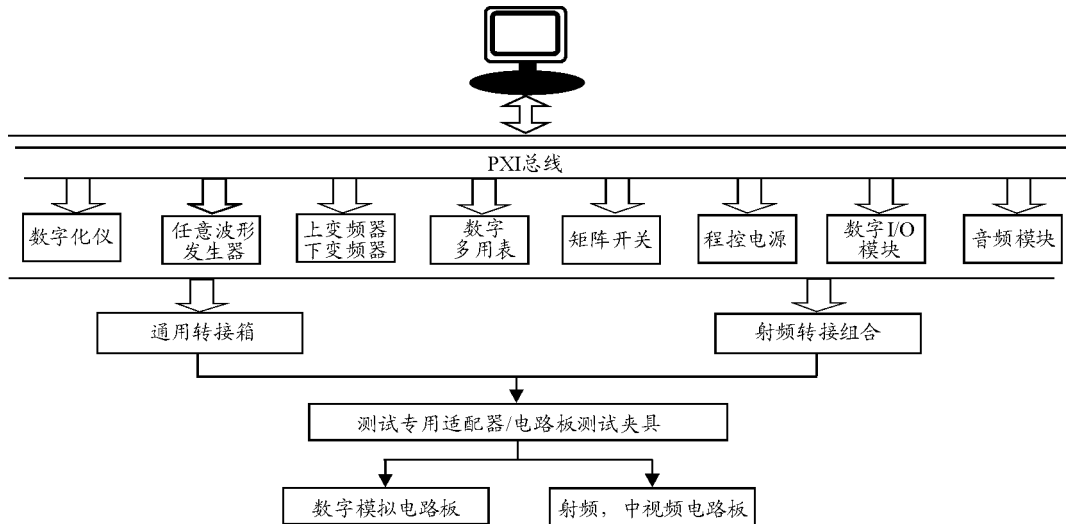


图 1 电台板级故障自动测试系统硬件系统

对于数字、模拟、数模混合、射频和电源类被测电路板，自动测试平台通过专用适配器与被测电路板相连，激励信号通过通用信号转接箱发送至专用适配器，加载到被测电路板相应端子，同时将响应信号送入通用信号转接箱的信号测量通道，经调理、转接后进入自动测试平台中的相关测试模块。主控计算机是测试过程的指挥控制中心，对数据采集及激励设备的工作进行协调和控制，测试数据送故障诊断数据库进行预处理，供诊断之用。对于射频被测电路板，平台通过射频测试组合与被测电路板相连，数字、模拟、电源等信号通过通用信号转接箱转接至射频测试组合，射频信号源及测量仪器直接连至射频测试组合，对被测电路板施加激励和测量响应信号。

## 3 PXI 总线板级故障自动诊断系统软件设计

### 3.1 系统软件设计

该系统采用虚拟仪器的思想设计各型号电台板级故障测试软件，使用者可以通过修改软件的方法，方便地改变、增减系统的功能与规模。系统采用典型的 3 层体系结构模型：用户界面层、控制逻辑层和数据库层。其软件平台框架结构主要包括：

1) 虚拟仪器即用户界面层：负责软件系统与用户的交互、提示用户操作的流程、接收用户指令并显示

测试结果；2) 自动测试软件即控制逻辑层：实现诊断系统的主要功能，负责联系数据库层和用户界面层，把测试结果送到数据库层和用户界面层；3) 数据库层：主要存储电路板的故障树以及测试点的预期数据和实测数据。这种结构模型使软件具有良好的可维护性和开放性。

测试软件以 LabWindows/CVI 为开发平台，采取模块化编程方式，提高了编程速度。CVI 是基于 ANSI C 的交互式 C 语言集成开发平台，具有可视化、交互式、标准的 Windows 操作界面，很强的数据处理、数据分析功能和功能齐全的软件工具包。

### 3.2 虚拟仪器界面设计

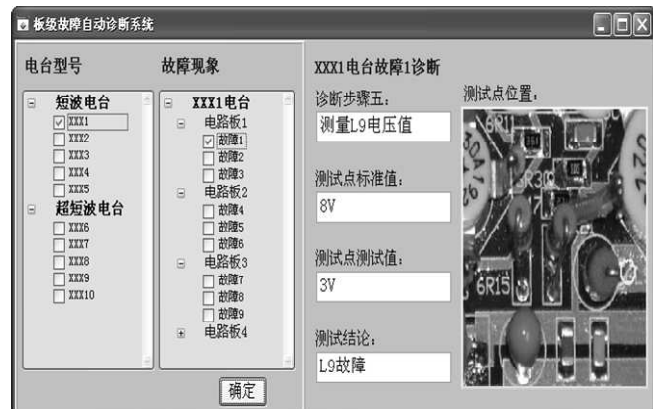


图 2 自动诊断界面

在软件平台的设计上, 为用户设计了操作简易的人机界面。界面分为 2 个区域, 如图 2。左边是电台型号和故障现象选取, 右边是故障诊断及结果显示区, 诊断过程中用黄色的圆圈实时标出测试点位置, 可以方便用户查找测试点。

### 3.3 自动诊断软件设计

电路板不同故障现象具有不同的诊断步骤及特殊操作要求, 根据诊断系统的功能和被测对象特点, 系统软件采用如图 3 的模块化设计思路。通过对故障诊断需求的分析, 将软件分为主控模块和测试功能模块。主控模块是系统运行的主控程序, 负责调度管理系统所有的测试功能模块, 用来控制人机交互、数据库链接、DLL 链接、流程控制、文档操作等工作的进行。测试功能模块是在 LabWindows/CVI 中开发的测试功能动态链接库模块的集合, 集中了系统所需的各种测试程序模块, 为系统提供针对测试项目的测试功能。测试功能模块实现了传统仪器如频率计、功率计、音频分析仪、音频源、射频源以及示波器的功能。

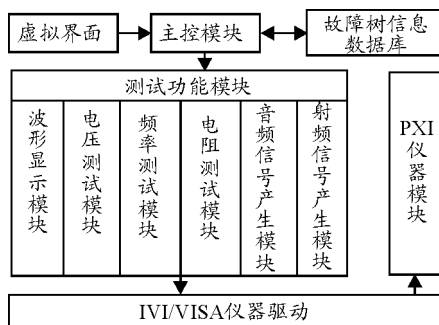


图 3 测试系统软件结构图

初始化以后进入故障现象判断界面, 用户选择电路板及其故障现象, 然后自动进入故障板级定位诊断程序。该主控模块根据故障诊断步骤, 引导测试人员启动 PXI 测试仪器进行相关的测试, 包括测试前的准备、仪器仪表的联接、测试点位置、注意事项、参数标称值等。测试结果将自动送入数据处理模块, 与标称值进行比较, 进行合理的推理判断, 得出相应的结论, 如果结论不是最终的可替换单元, 则进行下一轮的引导、测试、数据处理、推理判断, 最终定位至可更换单元。诊断任务完成后, 主控模块接收诊断结果数据, 存入诊断结果数据库。

采用这种软件结构有利于开发工作的分工协作, 易于软件维护和系统的扩展和升级。针对不同

型号电路板故障现象, 只需通过运行一块电路板, 选择相应的主控程序, 来调用不同应用测试模块软件。底层硬件的驱动主要是通过调用动态链接库的方式实现的, 该动态链接库在 VC++6.0 中生成。系统在测试软件的控制下, 与 PXI 模块共同完成电台测试工作。

### 3.4 数据库管理软件设计

板级故障诊断中, 电路板的型号、故障现象、诊断步骤、测试点以及测试点的标准值和图片均来自于 ACCESS 数据库, 只要编辑数据库的内容就可以修改故障诊断的步骤, 而上层的软件则不需要修改。在编制数据库应用程序时, 本地数据库类型选择为 Access 数据库。数据库中的内容主要包括电路板型号、故障现象、故障树信息 (诊断步骤、测试点以及测试点标准值)、测试结果信息 (包括测试点测试值、故障定位结果), 并使用 ADO 数据引擎来实现应用程序与本地数据交换信息。在软件中实现了以下功能: 1) 显示: 实时地从数据库中读出电路板型号、故障现象以及故障树信息, 并显示在树状列表框中; 2) 添加: 可以向数据库中添加电路板的故障现象及其相应的故障树信息; 3) 修改: 修改选定的故障树信息, 并保存到数据库中; 4) 删除: 从数据库中删除选定的电路板型号及其参数。

## 4 结束语

该系统已应用到多种超短波和短波电台装备的板级故障诊断, 效果良好, 具有易于操作、便于使用、通用性强、性能稳定的特点。在系统建立过程中, 还逐步开发和完善了故障树数据库和各种的测试信息。同时, 该硬件平台和软件系统还可用于各种仪器、设备的故障诊断, 具有广泛的推广价值。

## 参考文献:

- [1] 刘君华. 基于 LabWindows/CVI 的虚拟仪器设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [2] 杨乐平, 李海涛, 等. 虚拟仪器技术概论[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [3] 张波, 陈岩申, 张桂芝. 外军电子自动测试系统及其相关技术的应用与发展情况研究[J]. 计算机测量与控制, 2002(1): 3-6.
- [4] 李志强, 王志云. 雷达故障“板级定位”诊断系统的设计[J]. 火力与指挥控制, 2002(3): 78-80.
- [5] 黄洁, 何怡刚. 模拟电路故障诊断的发展现状与展望[J]. 微电子学, 2004(2): 21-25.