

基于 PXI 和 GPIB 总线雷达自动测试系统的设计

王 勇, 王晟达, 彭 芳, 梁 娟

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘 要:利用 PXI 模块仪器和 GPIB 仪器,组建了基于 PXI 和 GPIB 总线的某型雷达自动测试与故障诊断系统。给出了系统的硬件构成和软件设计方法,并讨论了将关系型数据库和专家知识应用到自动测试和故障诊断领域中的实现方法。实际应用表明:该系统具有通用性强、操作方便、自动化程度高、故障定位准确等特点。

关键词:PXI 总线; GPIB 总线; 自动测试; 故障诊断

中图分类号:V243 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2004)06-0024-03

美国 NI 公司推出的 PXI 总线,是将 CompactPCI 规范定义的 PCI 总线技术发展成适合于测量与数据采集场合应用的机械、电气和软件规范, PXI 技术以极低的价格提供了其他价格昂贵测试平台上高精度仪器才具有的同步、定时特性,为组建高性能低价位的测试系统提供了一个良好的平台^[1]。

1 系统硬件组成

1.1 仪器组成

某雷达自动测试系统由 PXI 总线模块仪器和 GPIB 总线台式仪器构成双总线混合型测试系统,见图 1。

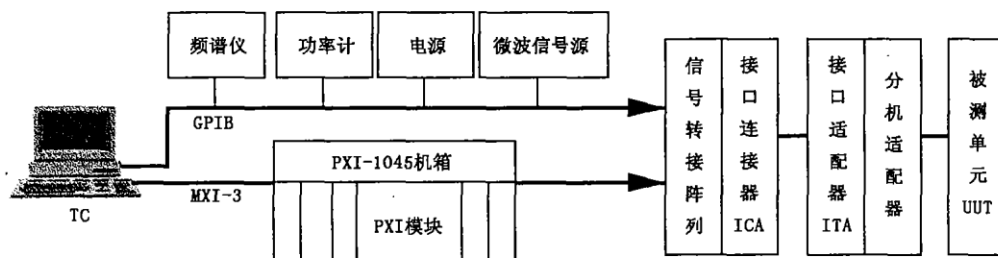


图1 雷达自动测试系统框图

根据目前货架产品,选用的 PXI 模块仪器有:提供系统所需激励信号的 PXI-5401 型任意波形发生器,实现信号测量的 PXI-4070 型 6 位半万用表、PXI-5112/32M 型 2 通道示波器、PXI-6608 型计数器,实现信号转接的 PXI-2503 型通用开关矩阵、PXI-2591 型 4 选 1 射频开关、PXI-6508 型 96 路 DIO 通道以及实现 429 总线传送的 429-16 型 16 收/16 发 429 板,通过 PXI-8330 型 MXI-3 接口卡与测控计算机连接。

系统中选用的台式仪器有微波信号源 E8257A、频谱仪 IFR2393A、功率计 IFR8652A、程控直流电源 HP6673A、交流电源 801RP,通过 PCI-GPIB 总线转换卡与测控计算机连接。

1.2 测试接口

由于被测对象种类繁多、范围广,对系统的接口设计、信号转换控制、电磁兼容等提出较高的要求,为此系统采取集中互连方式,由信号转换阵列集中管理系统所有信号的输入、输出。

收稿日期:2004-06-02

基金项目:军队科研基金资助项目

作者简介:王 勇(1971-),男,山东诸城人,硕士生,主要从事雷达信号与信息处理研究;
王晟达(1962-),男,河北正定人,教授,主要从事雷达信号与信息处理研究。

系统选用了 VPC 公司生产的符合 ARINC608A 标准的多槽位 ICA 部件作为测试系统的信号转接阵列。阵列接口的信号通道主要由微波信号通道、高频信号通道、数字信号通道、模拟信号通道、程控电源通道、开关量通道、离散逻辑通道、矩阵开关通道组成。所有分机适配器配有统一的与 ICA 对接的测试接口连接器 ITA, 这样设计也为系统留出了扩展空间, 即更换适配器即可对其它设备进行测试。分机适配器是被测对象和测试系统之间的电气、机械连接装置, 主要实现信号的调理、匹配和转接。

2 系统软件组成

2.1 测试软件组成

选用 NI 公司的 LabWindows/CVI 6.0 为开发平台, 软件采用模块化和开放式设计思想, 由系统自检模块、仪器控制与自校模块、系统测试模块、数据库管理模块、故障诊断模块以及系统帮助模块构成。

系统自检模块主要完成各 PXI 模块及程控仪器自检、信号转接阵列逻辑可靠性和准确性检查等内容; 仪器控制与自校程序主要利用 VISA 库编写各台式仪器驱动程序, 同时完成各 PXI 模块、仪器的自动校准工作。

系统测试模块主要完成雷达各分机的性能测试。在传统的测试软件编写过程中, 往往把所有的测试参数、仪器程控指令、测试结果和分析处理结果统统放在程序中, 程序的通用性、可维护性很差。为了实现程序的通用性, 选用 LabWindows/CVI SQL Toolkit 作为测试程序与数据库之间进行数据交换的工具把测量数据和测试流程分开, 测试流程的任务就是根据测试需求读取配置数据库的数据, 配置测试仪器, 进行相应地数据采集、分析计算, 并把结果写回到测试结果数据库中^[2]。当测试需求改变时仅按照改变的内容修改配置数据库相应的记录即可, 而不须修改测试流程。这保证了测试软件的通用性和可维护性。

数据库管理模块主要利用数据库开发平台 Access 建立关系型数据库, 完成测试对象的数据管理, 实现与故障诊断模块的通信。对于每一测试对象, 数据库中均有一组对应的数据记录, 所有的激励源参数、负载设置参数、通道设置参数、被测信号性能参数都存放在数据库的记录中。

2.2 故障诊断模块

故障诊断模块是一个基于故障树和推理机的专家系统^[3], 它集中了被测分机的可能故障现象和故障原因, 通过推理确定出故障所在位置及可能原因。该系统是一个独立于测试程序并嵌入到测试程序中的应用程序, 在完成测试后, 若某一测试结果与标准值不同, 则置相应的故障标志位, 测试模块检测到这一故障标志位将调用故障诊断程序, 利用测试结果自动完成故障诊断。故障诊断模块组成框图见图 2。

故障诊断模块的知识库是在事先静态创建的, 可以由专家或用户进行修改或补充, 它用或逻辑故障树表示故障诊断知识, 并从中得出诊断规则。推理机采用事实驱动的正向推理方式^[4], 即从故障现象向故障原因推理并得出故障点位置。系统通过读取测试结果数据库中的不正常数据作为征兆事实并按一定的推理算法与规则库中规则的前提条件进行匹配, 若匹配成功, 则将该规则的结论部分作为中间结果继续与知识库中的规则进行匹配, 直到得出最后的结论。若匹配不成功, 则以交互方式引导检测人员选择合适的权系数来完成故障诊断。

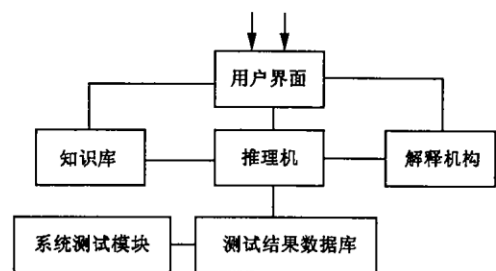


图2 故障诊断模块组成框图

3 调试结果及分析

系统研制完成后到雷达生产单位进行了联机调试, 根据雷达维护要求, 调试工作分两个层次进行, 第一层是对雷达整机的测试, 故障定位到外场可更换单位 LRU; 第二层是对 LRU 的测试, 故障定位到内场可更换单元 SRU。

调试结果表明系统测量数据完全符合技术指标要求, 对电连接器信息比较丰富的分机可将故障直接定位到插件板, 连接器信息不够丰富的可将故障定位到几块相关的插件板上, 若把故障定位到元件级可能会出现虚报错误^[5], 这可通过补充完善故障诊断模块知识库的方式解决。表 1 给出了某雷达数据处理机插件板

1人为设置一个故障后系统四次测试的检测诊断结果,数据处理机不仅处理雷达内部各分机的信号,还处理雷达外部多种交联设备的信号,插件板多,电路复杂,能体现测试系统的检测水平。

从表1可看出,系统每次检测均能发现故障,成功率达100%,诊断结果分布在三块插件板上,而插件板1出现故障的几率最大,更换插件板1故障消除,表明故障定位正确。

经多次试验证明该系统性能稳定,运行可靠,自动化程度高。对雷达故障检测率达100%,常见故障正确定位率达90%,这表明该测试系统能够满足部队内场的维护要求,达到预期的效果。

表1 数据处理分机插件板1测试诊断结果

测量次数	检测结果	诊断结果
1	结果与标准值不符,发现故障	插件板1,3
2	结果与标准值不符,发现故障	插件板1,5
3	结果与标准值不符,发现故障	插件板1,3
4	结果与标准值不符,发现故障	插件板1,5

4 结束语

本文利用成熟的PXI模块仪器和GPIB仪器构建了雷达自动测试系统,利用LabWindows/CVI实现了测试系统软件的总体设计并建立起与数据库应用程序的接口,由数据库来管理测试数据和被测对象的故障信息,使测试程序与测试数据分离,提高了测试软件的通用性和可维护性;同时将故障诊断专家系统应用到实际测试中去,利用测试数据和存储故障信息完成雷达的故障定位,实现了由原来返厂维修到部队维修的转变,解决了长期困扰部队设备维修周期长、费用高等问题,提高了部队武器装备的保障能力,具有较高的军事价值和经济价值。

参考文献:

- [1] 张效军,毛俊华,吴 瑛. VXI和PXI的取舍[J]. 测控技术,2000,19(4):34-36.
- [2] 李志强,王志云,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[J]. 南京理工大学学报,2001,25(5):487-490.
- [3] 魏震生,张义忠,于振江. 基于VXI总线的测试平台与故障诊断系统设计[J]. 计算机自动测量与控制,2001,9(1):10-12.
- [4] 胡柏青,李 安,高启孝. 基于PXI总线的惯导远程故障诊断系统[J]. 声学与电子工程,2002,(3):31-34.
- [5] 徐荣红,董新民. CZT-10耦合器操纵台的故障诊断及定位[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2000,2(1):75-78.

(编辑:姚树峰)

Automatic Testing System for Radar Based on PXI and GPIB Bus

WANG Yong, WANG Sheng-da, PENG Fang, LIANG Juan

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

Abstract: The structure of hardware as well as the design idea of software of the automatic and fault diagnosis system for radar based on PXI and GPIB bus is introduced, then the methods of how to apply the relational Database and expert knowledge to the field of automation testing and fault diagnosis are discussed.

Key words: PXI bus; GPIB bus; automatic testing; fault diagnosis