

基于 GPIB 总线的任意波形信号发生器自动测试系统设计

辛慧^{1,2}

(1. 装备指挥技术学院 北京 101416)

(2. 北京飞行控制中心 北京 100094)

摘要 本文介绍基于 GPIB 总线的任意波形信号发生器自动测试系统的设计, 详细阐述系统的硬件组成和软件设计。该系统采用 Microsoft 最新的 Visual Studio.NET(VS) 平台, 实现对任意波形发生器的实时测量控制、测量结果处理以及数据库设计等, 从而大大提高任意波形发生器的测试精度和测试效率。经使用验证, 可用于实际测试中。

关键词 GPIB 总线 自动测试系统 任意波形信号发生器

引言

任意波形信号发生器是电子测量中使用比较广泛的基础电子测量仪器, 用于激励被测系统或被测设备, 广泛应用于试验部队通信、卫通、测控、指控等领域。随着电子技术和现代科学技术的发展, 现在的仪器仪表的数字化和集成化程度不断提高和普及, 其功能不断增加和完善, 测试项目和测试范围也在不断扩展, 传统手工测试的弊端越来越突出。而任意波形发生器的种类繁多, 且很多测试项目的测试点数繁琐, 手动测试仪器用时越来越长, 引入的人为误差对测试结论的影响也越来越大。建立自动测试系统可完全解决这些问题, 既能提高工作效率, 又省去读取数据、记录数据、数据处理、误差计算等人工操作过程, 出现错误测量结论的可能性大大降低, 极大地提高测量工作的质量。

1 GPIB 总线简介

GPIB 是通用接口总线 (General Purpose Instrument Bus) 的缩写, 从 HP 公司 1965 年推出的仪器接口系统 (HP-IB) 发展而来。1987 年, ANSI/IEEE488.2 更明确地定义控制仪器通过 GPIB 通讯的方式, 因此 GPIB 又称为 IEEE488.2。GPIB 总线是一个数字化 24 脚并行总线, 其中 5 根接口控制线, 3 根通信握手线, 8 根并行数据线, 剩余 8 根为地线和屏蔽线; 使用 8 位并行、字节串行、异步通信方式, 所以字节通过总线顺序传送; 传输速率理论上可达到 8Mbit/s; 计算机连接的仪器数目最多不超过 15 台, 采用星形或线形的互连方式。

GPIB 总线实现计算机与测量系统的首次结合。它能自动适应测试系统中各台仪器不同的数据速率, 数据一直保持到速率最慢的受方收到后才能撤销或更新^[4]。

2 系统组成

GPIB 总线是特别为仪器控制而设计的, 经过长期的实践考验, 成为仪器控制与连接方面应用广泛的总线, 并在未来仍会持续应用于测试和测量领域; 而且 GPIB 总线的发展较为成熟, 性能可靠, 是国外各大仪器公司生产的数字仪表普遍采用的标准仪器接口, 同时还有大量的软件支持, 所以是目前国内使用最广泛的总线系统, 主要用于工业现场和一般的实验室条件下。因此, 在本系统中采用 GPIB 总线连接计算机和仪器。

典型的 GPIB 系统的硬件组成主要包括计算机和打印机、测量仪器、总线和 I/O 接口设备三大部分。本系统中测量仪器包括标准器部分和配套设备两部分: 标准器为频率计 CNT-90, 用于测试任意波形发生器频率准确度; 数字多用表 KEITHLEY2002, 用于测试任意波形发生器直流和交流幅度; 音频分析仪 HP8903B, 用于测试任意波形发生器总谐波失真。配套设备为示波器、频谱仪等, 用于测试任意波形发生器波形特性、各次谐波失真等。总线和 I/O 接口设备即数条 GPIB 线缆和 Agilent82357A USB/GPIB 接口卡, 用于连接计算机和各仪器设备 (见图 1)。

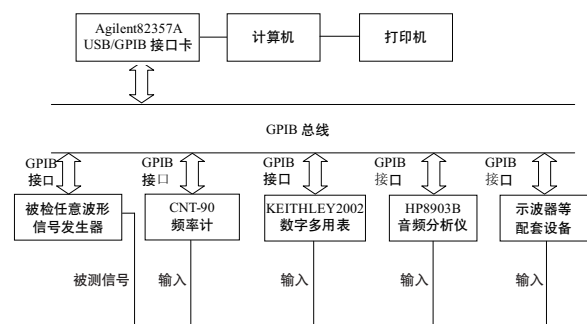


图 1 系统硬件连接框图

3 软件设计

3.1 软件体系结构

自动测试系统的软件体系结构从上到下可分为软件开发环境与应用软件、仪器驱动程序和接口 I/O 软件三层。

系统中, 接口 I/O 软件采用 VISA 库, VISA 实质就是标准的 I/O 函数库及其相关规范的总称, 是计算机与仪器之间的软件层连接, 用来实现对仪器的控制。仪器驱动程序完成对某一特定仪器的控制与通信的软件程序集合, 是连接上层应用软件和底层 I/O 软件的纽带和桥梁。在本系统中, 没有使用各仪器的驱动程序, 而是使用基本接口库函数直接操作仪器的 SCPI 指令, 来完成各仪器设备测试方案的编写。应用软件建立在仪器驱动程序上, 给用户提供了操作仪器、显示数据的人机接口, 及数据采集、分析处理、显示、存储等任务。系统中, 在 Microsoft 最新的 Visual Studio.NET (VS) 平台上, 利用 C# 语言开发应用程序。

3.2 软件实现

在 Visual Studio.NET 平台上, 利用 C# 语言开发整个自动测试系统的应用程序, 同时安装 Agilent T&M Toolkit 软件, 大大降低自动测试任务和数据处理编码和开发时间。

设计过程中, 遵循由上至下的设计方法, 首先根据系统的总体需求, 将系统划分为各个功能模块: 数据库管理模块、测试模块、输出模块和帮助模块。为将各功能模块集成在一起, 还需一个主控程序来实现各功能模块的调用 (见图 2)。

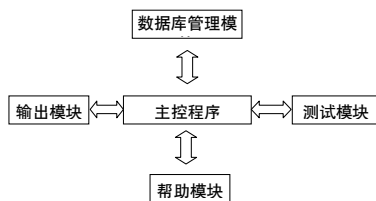


图 2 软件系统组成框图

3.2.1 主控程序 主控程序作为整个系统人机交互的主要部分, 统筹整个自动化测试的进程。主控程序首先要求录入被测件基本信息, 选择测试项目, 然后检查各测试设备准备情况, 确认准备工作做好后, 调用测试模块开始各项目测试, 最后调用输出模块出具报告。

3.2.2 数据库管理模块 系统采用数据库存储管理各型号被测件的基本信息、测试参数、测试点、仪器程控指令、仪器各项指标、测试数据、数据处理结果以及数据分析等, 使整套系统可维护性更强。

根据不同的存储数据的需要, 将数据存贮到相应的数据表中。

使用 Visual Studio.NET 完成对数据库的添加、删除、更新以及查询等各项操作, 可适用于多种数据库形式, 如 Access 2000、SQL Server 2000 以及功能更为庞大的 Oracle 等。在提高系统通用性的同时, 为今后的系统升级留下较大空间, 减少大量的代码编写。

3.2.3 测试模块 测试模块是完成具体测量项目的集合体。它根据被测件及其选定的测试项目, 首先初始化各仪器设备, 然后顺序运行各项的测试程序分模块, 开始测试。测试过程中, 实时显示测试数据, 然后对测试数据进行处理和结果判定, 再把测试数据、数据处理结果和判定结果存贮到数据库管理系统中, 以备输出模块调用。

3.2.4 输出模块 输出模块是实现数据转移并出具标准格式原始记录和检定证书、测试报告的模块, 调用 Word 自动生成固定格式的规范化报表。它从数据库中提取测试数据、数据处理结果、测试结论等信息填充入原始记录或证书报告模板的适当位置, 生成符合 GJB2725 的原始记录和检定证书或测试报告。

3.2.5 帮助模块 帮助模块为使用者提供帮助信息。提供每个测试模块仪器连接的图形提示, 提示测试过程的注意事项等等, 大大降低测试过程中人机交互时出错的可能性。

4 结论

本文介绍的基于 GPIB 总线的任意波形发生器自动测试系统, 实现任意波形发生器的全自动测试, 而且提高任意波形发生器的测试精度和测试效率, 具有实用性、灵活性、安全性、可扩展性等特点。实际应用中, 把测试时间由原先的一天左右缩短为大约 2h, 节省时间, 解放人力, 而且大大降低许多人为误差, 可广泛应用于配备 GPIB 接口的任意波形发生器的测试中, 具有很高的实用价值和应用前景。

参考文献

- 1 杨乐平, 李丽, 冯向军等. 自动化测试与虚拟仪器技术, 国防科学技术大学, 1998
- 2 Karli Watson 等著, 康博译. BEGINNING C#, 北京: 清华大学出版社, 2002
- 3 Jeff Ferguson Brian Patterson 等著, 盖江南, 朱海绫, 王勇等译. C# 宝典, 北京: 电子工业出版社, 2002
- 4 刘顺国, 贺文旭. 基于 GPIB 总线的虚拟检定系统的设计与实现, 中国测试技术, 2006, (5): 68-70

(下转第 53 页)

4 实例分析

以某 2×135MW 供热机组的额定参数运行为基础作仿真实验,进行“汽包水位低”故障发生时的故障诊断推理。

4.1 故障征兆的获取

汽包水位低运行的故障征兆是指:在汽包水位下降时,相关热力参数的异常变化或相关设备表现出来的外在异常现象。具体征兆的获取可有以下几个途径:(1)由仪表直接测得的热力参数与其正常值相比较后得到的故障征兆。(2)由测点参数算得的热力参数与其正常值相比较后得到的故障征兆。(3)由运行人员对热力设备进行现场查看、检修和试验得到的故障征兆。

4.2 仿真分析

运行中由于水冷壁管泄漏导致汽包水位降低,这一故障的故障征兆(见表 2),诊断故障树结构见图 2。由故障征兆 A, C, D(含义见表 2)作正向推理,排除“汽包水位故障”、“给水流量不正常小于主蒸汽流量”和“汽包压力骤升”,并根据故障征兆 E 初步确定汽包水位降低;然后以“给水流量不正常大于主蒸汽流量”故障树节点为起始点作反向推理,检测不到汽包水位高报警,故只在异常状态中将其列出。最终根据故障征兆 F, G 验证“水冷壁或省煤器管泄漏”故障的存在。

表 2 诊断示例所用到的征兆符号列表

符号	故障征兆	事实表达	是否属实
A	汽包水位低	三个水位计均显示低	是
B	给水流量不正常的大于蒸汽流量	$\bar{x}+3\sigma>30$	是
C	给水流量不正常的小于蒸汽流量	$\bar{x}+3\sigma>30$	否
D	汽包压力骤升	$\Delta P/\Delta t<0.5$	否
E	锅炉泄漏检测装置报警		是
F	现场查明有泄漏响声		是
G	定排门处有泄漏声		否

参考文献

- 1 侯子良,刘吉川等.锅炉汽包水位测量系统,北京:中国电力出版社,2005
- 2 李德英,张跃.锅炉系统故障诊断模糊推理方法,系统工程理论与实践,1998:125~129
- 3 夏朝阳.循环流化床锅炉状态监测与故障诊断专家系统[博士学位论文],北京:清华大学,1996
- 4 张建华,侯国莲,段泉圣.模糊及神经网络在凝汽器故障诊断中的应用,现代电力,1998,15(3):13~16
- 5 李勇,叶荣学,曹祖庆.基于 BP 网络的凝汽器故障隶属函数及模糊诊断方法,汽轮机技术,1995,37(4):25~31
- 6 王培红,朱玉娜,贾俊颖等.模糊式识别在凝汽器故障诊断中的应用,中国电机工程学报,1999,19(10):46~49
- 7 汪健.基于热力参数的大型机组热力循环系统的集成故障诊断系统[硕士学位论文],北京:清华大学,1994
- 8 闻新,周露等.控制系统的故障诊断和容错控制,北京:机械工业出版社,1998
- 9 李德英,倪维斗.电站锅炉诊断系统的广义故障树知识表示法,清华大学学报(自然科学版),1998,38(7):74~77

Fault diagnosis of drum level in power plants based on fault tree

Liu Runhua

(Department of Equipment, GuangDong LianZhou Power Generation, Lianzhou GuangDong 513400)

Abstract The fault of drum water level is one of the worst accidents in power plants. Early detection of fault symposium and its change trends is significant for avoiding the occurrence of unexpected accidents. Based on analyzing the mechanism of drum level change, a drum level fault diagnosis system by fault tree analysis (FTA) is established. This method combines generalized FTA and intelligent diagnosis system. An example is given to diagnose the fault of low boiler drum level.

Key words Fault diagnosis Boiler drum level Fault tree analysis Thermal power plant

(上接第48页)

Design of automatic test system for arbitrary generator based on GPIB bus

Xin Hui^{1,2}

(1. Academy of Equipment Command&Technology, Beijing 101416)

(2. Beijing Aerospace Control Center, Beijing 100094)

Abstract The paper presents the design, including hardware and software of automatic test system for arbitrary generator based on GPIB bus in detail. The system realizes realtime test control, test data processing and database design of arbitrary generator under the new Visual Studio.NET (VS) platform of Microsoft, accordingly it improves the test accuracy and test efficiency of arbitrary generator greatly. The system is verified by the practical use and can be applied to the daily test.

Key words GPIB bus Automatic test system Arbitrary generator