

分布式实时在线监测系统在产品安全检测中的应用

楼润瑜¹, 王备战², 魏翩翩², 瞿 城²

(1. 厦门出入境检验检疫局, 福建 厦门 361012; 2. 厦门大学软件学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 虚拟仪器是基于计算机的仪器, 其应用和研究是计算机应用研究的热点. 异地检测是产品安全检测实验室亟需面对和解决的问题, 网络化虚拟仪器的应用成为必要和可行. 论文应用 LabVIEW 开发了远程控制虚拟仪器的分布式实时在线监测系统, 介绍了该系统的体系结构, 系统设计以及关键技术, 实现了异地控制虚拟仪器测试, 为虚拟仪器测试的网络化提供了较高的参考价值. 系统采用了底层编程技术屏蔽了底层接口的多样性以及多线程技术的采用, 保证了系统运行的可移植、稳定、可靠和高效. 实验表明, 该系统能够成功地进行本地检测和异地检测.

关键词: 虚拟仪器; 实时; 分布式; 检测; GPIB; LabVIEW

中图分类号: TP273+.5; TP274+.5

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2008)02-0196-06

随着虚拟仪器和网络技术的发展, 测控系统呈现出网络化的趋势. 在越来越多的场合下, 测试系统面临地域分散化、数据海量、采集环境复杂化等诸多挑战, 单机本地化的测试系统已不能满足用户的要求, 由此发展出了分布式远程测试系统, 其宗旨是“分布式的采集, 集中化的分析管理, 共享的数据资源”^[1], 网络化测控使得数据采集、分析和显示等测控组件可以分布在网络的不同位置上, 从而充分利用网络上的各种资源; 使得测量能够在 PC 机与主机相隔一段物理距离的地点完成.

传统仪器与计算机和网络技术的深层次结合可产生全新的仪器结构^[2]. 产品安全检测实验室需要检测多种数据(如瞬态电压、电流、功率、电能量、温度等), 采集这些数据的环境存在多样性(有的是噪声很大, 有的可能有辐射或有害气体产生等等情形), 这样复杂的环境不方便人员在现场控制设备, 因此有异地监测的需要. 所以, 能够提供性价比合理的、开放、高效、适用自身测量要求、完整的测控系统解决方案, 无疑是检测实验室测试纷繁数据所亟需面对和解决的问题.

1 系统分析、设计与实现

1.1 需求分析

本系统需求包括功能需求、性能需求、环境需求、可靠性需求、可维护性需求、可扩展性需求、安全保障需求、用户界面需求、资源使用需求、软件成本消耗与

开发进度要求及预先估计以后系统可能达到的目标.

- 计算机与测试前置终端(测量设备)的通信形式选择(RS-232 串行口、GPIB 并行口 IEEE-488 接口)^[3].

- 用户界面上包括测量仪器操作面板, 相应的功能按钮, 动态测量的曲线显示(最好是可对曲线所选部分有放大显示的功能), 菜单项(菜单包括数据文件的查询、存储、参数校准设置、文件删除), 还包括对数据库的修正(考虑到仪器的校准参数变化时应修正相应的数据). 不同界面可自由切换, 测量数据的统计处理(最大值、最小值、平均值、极差、方差、功率、电能量等), 设定报警范围, 打印相应的报表、曲线, 并配有系统帮助等.

- 多个测量数据的采集和处理要体现实时性、通用性, 程序设计时应考虑尽量少占内存和资源.

- 每个测量前置终端产生一个数据文件的字段, 包含数据采集时间戳和数据采集的实际通道所对应的测量参数(可由用户在应用界面上设定).

- 系统设置密码保护, 防止重要参数随意更改.

- 系统的设计要考虑到能推广应用, 前置终端(测量设备)上可连接多台不同类型测量设备的情形(即通用性和扩展性), 如 RS-232 串行口可用多用户卡来扩充测量前置终端; GPIB 可最多扩展到 14 个前置终端^[4].

- 整个测试网络的总体控制以 MDI(Multi document interface)窗口显示, 计算机可同时与各个前置终端进行通信操作, 互不干扰.

- 可运用 LabVIEW 丰富的组件和功能, 如多文档界面、动态数据交换信息对话框等^[3].

收稿日期: 2007-07-09

基金项目: 国家质量监督检验检疫总局项目(2005IK106)资助

Email: lourunyu@gmail.com

表 1 软件的非功能性要求

Tab. 1 Nonfunctional requirements of software

目标系统的限制	
性能	实时性, 资源利用, 特别是硬件配置限制, 精确度, 质量要求
可靠性	有效性, 完整性
安全保密性	安全性保密性
运行限制	控制方式(本地、异地), 对操作员的要求
物理限制	系统的规模等限制
开发和维护的限制	
开发类型(实用性开发)	
开发工作量估计(系统要求合理性及满足需求的结构框架选定, 系统调试、尤其是数据通信及正确处	
开发方法	质量控制标准, 阶段性调试评审, 验收标准
可修改性, 测量仪器的自适应性	
可维护性	

除考虑软件的功能性要求之外, 还要考虑表 1 所示的软件非功能性要求.

1.2 系统的硬件

系统的硬件设备分布图和服务器端系统实现图分别由图 1、2 所示. 系统采用标准通用接口型 (RS-232 或 GPIB), 所有模块对外接口都按标准设计, 系统组建非常方便, 其中 GPIB (General purpose interface bus) 系统虽然首次投资大, 但有利于组建大、中型测量

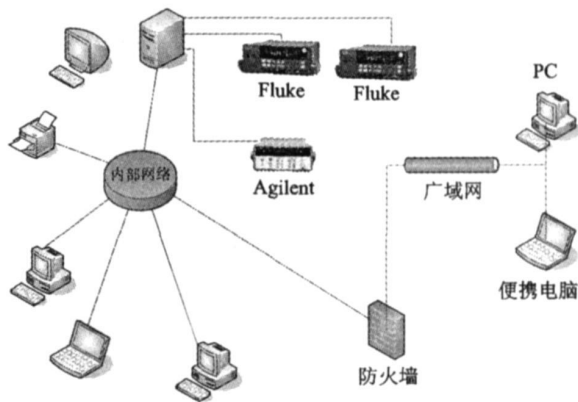


图 1 硬件设备分布图

Fig. 1 Distributing of devices

系统. 串行端口最多可接 10 台仪器, GPIB 最多可接 14 台仪器, 目前系统实现首先挂接一台 Fluke 2635A 和一台 Agilent 34970A 仪器, 通信接口可在 COM1、COM2 及 14 个 GPIB 中选择.

1.3 系统的软件

1.3.1 开发平台

系统运行平台为 Windows 操作系统, 开发平台采用国内外测试技术和仪器科学中的通用编程语言 LabVIEW 8. LabVIEW (Laboratory virtual instrument engineering workbench) 是由美国国家仪器公司 (National instruments, NI) 开发的一个功能强大而又

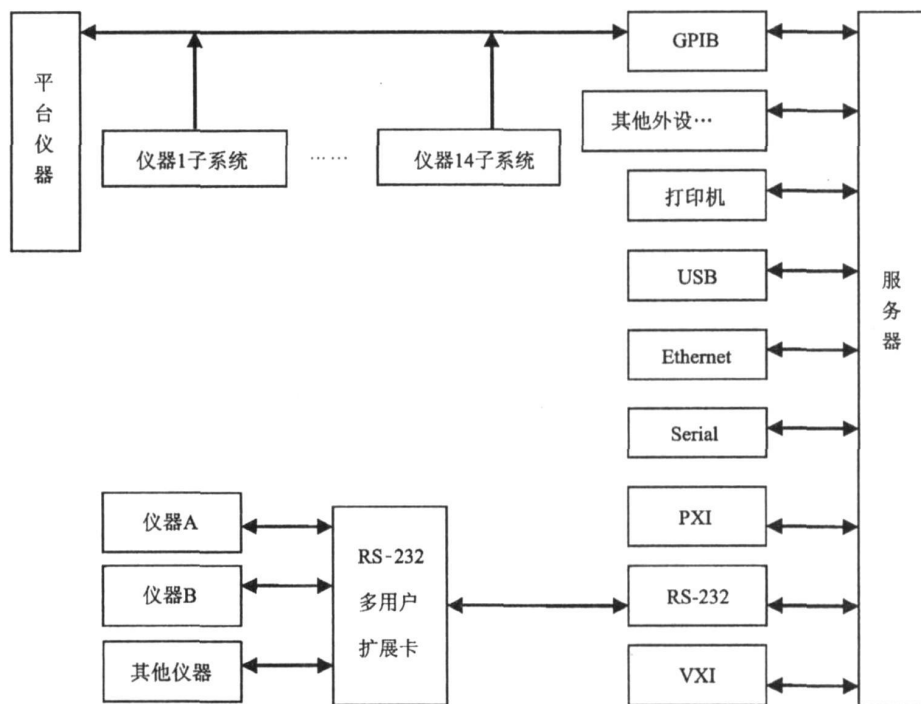


图 2 服务器端系统实现图

Fig. 2 System realization of server

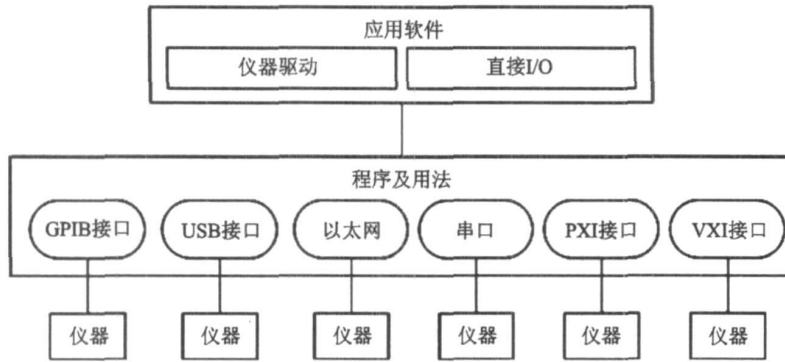


图 3 系统软件架构图

Fig.3 Software framework of system

灵活的虚拟仪器开发工具^[5], 具有丰富的图形用户接口, 提供了丰富的 VI 资源, 用户也可根据需要进行修改或编写自己的 VI, 加上应用软件包、用户接口库、仪器驱动程序的应用, 极大地减少了开发时间, 为开发高质量的虚拟仪器提供了坚实的基础^[6-8]。

数据采集器采用 FLUKE 公司的 2635A、2620A 和 Agilent 34970A。其中 FLUKE 仪器均有 21 个模拟输入通道, 测量直流电压、交流电压、电阻、频率、热电偶测温、铂电阻测温等基本电参数和物理参数。Agilent 数据采集器测量类型有热偶、RTD 和热敏电阻测量温度 DC 和 AC 电压, 二线和四线电阻, 频率和周期, DC 和 AC 电流, 对各通道高/低极限或这两个极限的 4 个报警, 数字 I/O 模拟输出(DAC)。

1.3.2 系统软件架构

系统可运行在 B/S 或 C/S 模式下, 系统的软件架构和层次结构图如图 3、4 所示。

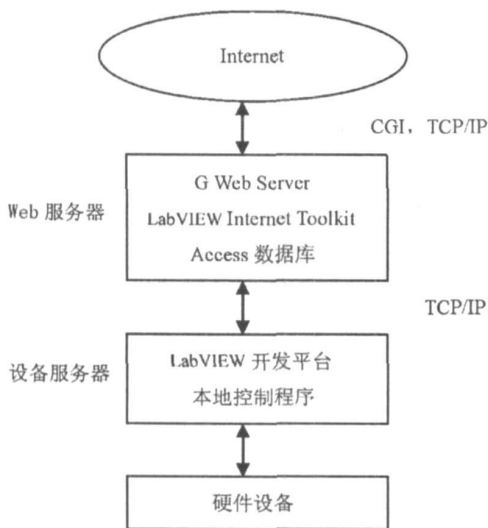


图 4 系统层次结构

Fig.4 Software frame of system

1.3.3 人机界面设计

人机界面的设计实现上, 采用典型的 LabVIEW 界面风格, 有层次地展开多种功能窗口; 合理安排各种组件, 将实时操作性强、需经常用到的组件安排在界面的右侧, 将批处理及一般查询、浏览、统计处理的功能设置在界面上部相应的下拉菜单中, 将仪器及通道的各参数状态表放置在界面中部。整个界面格局合理、友好、方便。

系统主界面如图 5 所示。

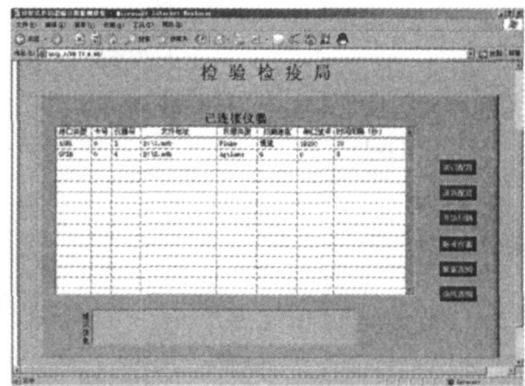


图 5 系统主界面

Fig.5 Main interface of system

1.3.4 主界面菜单选择功能框图

主界面菜单包括“系统功能”(包括打印设置、密码设置、接口测试、退出系统)、“通道参数”(包括参数查阅、通道设置、纠偏设置)、“文件查阅”(包括数据查阅、曲线查阅)、“帮助信息”(包括帮助内容、关于)。其中接口设置及通道设置都是对参数的批处理, “文件查阅”菜单主要是对已存在相应目录下的历史数据文件进行列表查阅和曲线查阅, 并可统计打印。

1.3.5 主界面图符按钮、切换按钮和状态栏图

主界面图符按钮、切换按钮和状态栏, 如图 6 所示。其中主界面图符按钮中的“电子表格”是导入通道

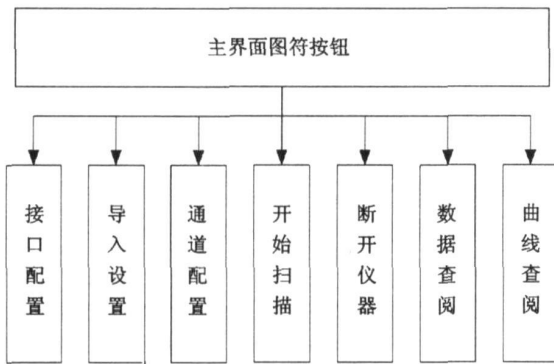


图 6 主界面图符按钮功能框图

Fig. 6 Function frame of map button for main interface

配置进行通道配置查阅的,其余的是相应下拉菜单中的项目。主界面及选择按钮是操作仪器必须用到的操作按钮,其中“名称设定”是仪器通道名称定义及通道性能状态设定按钮,“参数设定”是对某个仪器的某个参数的设定。

1.3.6 系统的关键技术

- 采用多线程编程,改进程序的整体性能^[9]。

- 采用数据库技术,对数据进行存取、浏览、修改、统计等操作,系统在单层应用中使用本地数据库,采用直接访问方式,有其速度优势。

- 采用彩色图形显示技术,能实时生动地将数据库表中的数据以二维曲线的形式显示,并能放大、缩小曲线,曲线颜色也可随意设定,并具有鼠标定位实时显示数据的功能。

- 采用缓冲更新,将接收信号存放于二维数组中,再对数组操作,将数据过滤给数据库,可大大减轻系统负担。

- 帮助文档具有 Windows 风格,并能更具上下文环境准确定位帮助文件,方便使用者求助。

- 采用底层驱动技术,使系统对待连接仪器具有自适应性。

2 测试功能分析

2.1 纯粹使用仪器的不足之处

- 在 DOS 操作系统下运行的应用软件,界面呆板,操作不够方便,不能实时地观察数据动态变化过程^[10];

- 对数据文件中数据的处理需退出系统,再转换文件格式为 Excel 格式,去除数据间的分隔符,再启动 Excel 电子数据表格处理数据。整个数据处理分析花费时间较长,人工操作处理的环节较多,易出错。因此,对处理后结果的可信度和准确度带来影响^[11];

- 通信参数、参数初始化、参数选择、扫描状态、修正系统偏差和通道功能选择显得较为繁杂,且易出错,操作费时;

- 数据存储不方便,易出现未保存成功,数据丢失。

2.2 分布式实时在线监测系统优越之处

本系统采用先进的计算机技术、网络技术建立基于计算机的测量仪器,避免了纯粹使用仪器测试的不足,具体如下:

- 使用 PC 机 Windows 操作系统下界面友好的虚拟仪器面板操作,实现 2635A、2620A 和 34970A 的全部参量测试操作;具有数据实时曲线描绘显示,生动地展现被测参量的动态过程和发展趋势,为数据分析提供最直观的参考;

- 各种参数设置方便,既可以批处理方式也可以独立方式进行设置;通道名可由使用者自己命名,还可直接调用模块参数表;

- 数据统计处理自动完成(包括最大、最小、极差、方差、功率和电能);数据文件命名、存储方便,避免被覆盖或丢失;

- 2635A、2620A 和 34970A 与计算机间通信,除了 RS-232 串行口之外,还有速度更快 GPIB 并行口;

- 系统为进一步扩容预留端口,可共享测试资源,组建自己独特且规范的测试网络系统;

- 系统简洁、实用、可靠、完备,具有较高的性能价格比;

- 系统维护和更新换代快,计算机技术的发展为系统更新带来新的活力。

2.3 测试功能分析

分布式实时在线监测系统可运行在 B/S 或 C/S 模式下,以前置数据采集终端(Hydra2635A、2620A 和 Agilent 34970A)、通信接口(包括 RS-232 串口、PCI-GPIB 并行口并可扩展 USB 通用串行总线、Ethernet 以太网、PXI 面向仪器系统 PCI 扩展、VXI 基于 VMB 总线等标准接口)及电缆线、PC 服务器、PC 工作站、显示器、打印机、Intranet 或 Internet 组成仪器通用硬件平台,在物理隔离的地点调用测试软件完成设定功能的测试任务(利用软件在屏幕上生成虚拟面板,在软件引导下进行信号采集、动态显示数据,数据统计和处理,实现仪器功能并监测系统的状态和操作全过程)。该系统的前端数据处理设备,通过 IEEE-488 总线接口及 RS-232 串口和服务器连接而成。微型计算机可根据用户需要设置一个服务器和多个工作站,服务器端接有多个前端数据处理装置(DSP),采集的数据存在服务器的数据库中;工作站可浏览、操纵服务器上所

有界面, 监控测试网络各台设备的状态和操作。

该成果的应用, 可使产品安全实验室建立一个分布式实时在线监测系统平台, 该系统具有如下特点:

- 可作为网络化分布式测控系统;

- 可使用微型计算机 Windows 操作系统下界面友好的虚拟仪器面板操作, 实现 2635A、2620A、34970A 型多点数据采集器的全部参量测试操作;

- 具有数据实时曲线描绘显示, 生动地展现被测参量的动态过程和发展趋势, 为数据分析提供最直观的参考;

- 各种参数设置方便, 既可以批处理方式也可以独立方式进行设置;

- 数据收集、存储、加工处理自动完成;

- 2635A、2620A、34970A 型多点数据采集器与计算机间通信, 除了 RS-232 串行口之外, 还有速度更快的 GPIB 并行口, 并可根据仪器接口的需要采用其它标准接口, 如 USB、PXI、VXI 等标准接口;

- 可运行在 B/S、C/S 模式下, 共享测量仪器, 充分满足了网络上各测量仪器远程控制及采集数据回传的要求, 能够远程读取采集数据, 进行波形显示和后期处理; 控制采集、工程标定、波形实时显示、读取数据、数据处理、存盘、打印及通讯功能;

- 能适应系统硬件结构和规模的改变, 为测试的可靠性和可扩展性提供强有力的保证;

- 所有数据资料通过数据库统一管理, 安全可靠, 自动记录整个系统中所有的重要操作, 产生日志文件, 以备后查; 提供系统硬件智能识别、自动校准、自动检测报警控制和访问权限;

- 系统简洁、实用、可靠、完备, 具有较高的性价比;

- 解决标准化设计、可靠性技术、分布式网络结构设计技术、自动化标定调试和自适应测试、VISA 等一系列关键设计技术, 使系统的可靠性、灵活性得到提高和保障;

- 系统维护和更新换代快, 计算机和网络技术的发展为系统更新带来新的活力。

系统可实现自诊断与校验校准、仪器的自动调节与监控、多参数的并行自动测量与处理、测试结果科学管理与检索、信息的共享与互访等等, 所有这些监测都可以实现透明化。不断发展的强大的计算机技术作为坚强后盾, 使系统具有开放式架构, 提供了今后随着需求改变可进行系统调整或扩充的灵活性; 随着数据库技术的发展, 数据的存储、分析、挖掘能力大大加强。

本系统研制后可方便地应用于电子电器产品多个项目的检测中, 并为各有关科研单位和企业所借鉴运

用。只需备有 IEEE-488 接口或 RS-232 串口或其它标准接口、微机、Intranet 局域网或 Internet 广域网就可大面积推广使用, 从而产生良好的经济效益和社会效益。

3 结束语

虚拟仪器是计算机技术介入仪器领域所形成的一种新型的、富有生命力的仪器种类, 在虚拟仪器中计算机处于核心地位, 计算机软件和测试系统更紧密的结合, 形成了一个有机整体, 使得仪器的结构概念和设计观点等都发生了突破性的变化。使用 NI 公司的 LabVIEW 软件开发, 配合 FLUKE 2635A、2620A 和 Agilent 34970A 开发出的分布式实时在线监测系统, 将软件和硬件相结合, 传统与现代协调, 组建产品安全检测实验室的网络化、集成化、分布式的测控系统, 用户可以以透明的方式操作仪器硬件, 满足检测系统集成的需求, 提高检测效率及系统性能。系统开放式的构架不仅确保工作在未来的可用性, 也提供了今后随着需求改变可进行系统调整或扩充的灵活性。本系统已成功地运行在 Intranet、Internet 实际测量中, 运行稳定, 达到了预期的目标。随着数据仓库、数据挖掘技术的发展, 如何对大量数据进行模式的发现以及数据的统计分析将是本系统下一步研究的重点。

参考文献:

- [1] 刘君华. 现代检测技术与测试系统设计[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1999.
- [2] 邓焱, 王磊, 等. LabVIEW 7.1 测试技术与仪器应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [3] Hordeski Michael. 个人计算机接口[M]. 北京: 电子工业出版社, 1996.
- [4] 路友荣. PC 系列微机接口扩展设计[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1994.
- [5] Bishop Robert H. LabVIEW 7 实用教程[M]. 乔瑞萍, 林欣, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [6] 雷振山. LabVIEW 7 Express 实用技术教程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- [7] 杨乐平, 李海涛, 杨磊. LabVIEW 程序设计与应用[M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [8] 侯国屏, 王坤, 叶齐鑫. LabVIEW 7.1 编程与虚拟仪器设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [9] Kimery James. 基于计算机的测试仪器[J]. 电子产品世界, 1999(6): 28-29.
- [10] 郑人杰. 软件工程(高级)[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [11] 葛滋焯. 自动测试系统及其接口技术[M]. 上海: 同济大学

学出版社, 1987.

An Application of Inspection in Product Security Based on Distributed and Real Time System

LOU Ruiryu¹, WANG Beizhan², WEI Piarpian², QU Cheng²

(1. Xiamen Entry Exit Inspection and Quarantine Bureau, Xiamen 361012, China;

2. School of Software, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Virtual instrument(VI) is an instrument based on computer, the application of which is the hotspot in computer applications development and research. Remote inspection is the most emergency problem in the product security inspection laboratory. It is necessary and feasibility for the application of network VI. We develop the distribute real time online inspection system for control VI remotely using the software labview. Firstly, the architecture of the system was introduced. Secondly, the design of system and key technique were clarified. Finally, the controlling remote VI is successfully tested. It provides a high reference value for the VI inspection on network. Since the system use the bottom programme technique which make the botterm interfaces independent and the multithreading technique, the system runs transplantable, equably, reliably and efficiently. Our experimentation shows that the system work well in local and remote inspection.

Key words: virtual instrument; real time; distributed; inspection; GBIP; LabVIEW