

文章编号: 1005-8893(2000)03-0054-04

虚拟仪器技术及其应用^{*}

朱正伟¹, 顾炳峰², 史国栋¹

(1. 江苏石油化工学院 计算机科学与工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 较为全面系统地介绍了虚拟仪器技术的发展, 包括虚拟仪器的定义、虚拟仪器系统的构成、虚拟仪器的软件开发平台等, 并就虚拟仪器应用在 pH 值的测量中的情况作了较为详细的介绍。

关键词: 虚拟仪器; 开发平台; LabVIEW; LabWindows/CVI; pH 值测量

中图分类号: TP 273

文献标识码: A

现代技术的进步以计算机技术的进步为代表。不断革新的计算机技术, 从各个层面上影响着、引导着各行各业的技术更新。基于计算机技术的虚拟仪器系统技术正以其不可逆转的力量推动着测控技术的革命。虚拟仪器系统的概念不仅推进了以仪器为基础的测控系统的改造, 同时也影响着以数据采集为主的测控系统传统构造方法的进化。虚拟仪器的出现, 彻底改变了传统的仪器观, 开辟了测试计量技术的新纪元^[1]。

1 虚拟仪器的概念与特点

虚拟仪器 (Virtual Instrument, VI) 是指具有虚拟面板的个人计算机仪器。它利用特定的软件在计算机屏幕上构成虚拟仪器的面板, 并配置相应一些硬件, 使计算机能完成许多仪器的功能, 从而使个人计算机变成了一种综合了许多仪器的装置。使用者操作这台计算机, 就像在操作一台自己专门设计的传统电子仪器。

虚拟仪器是测控技术和计算机技术相结合的产物, 它充分利用最新的计算机技术来实现和扩展传统仪器的功能。用计算机屏幕可以形象、方便地模拟各种仪器控制面板, 以各种形式表达输出检测结果; 用计算机软件可以实现各种各样的信号分析、

处理, 完成多种多样的测试功能。总之, 充分利用计算机丰富的软硬件资源, 可以大大突破传统仪器在数据的处理、表达、传送、存储等方面的限制, 达到传统仪器无法比拟的效果。在计算机上插数据采集卡, 然后用软件在屏幕上生成仪器面板, 用软件来进行信号的分析处理, 实现传统仪器功能, 就是典型的例子之一。

2 虚拟仪器系统的组成

和传统的仪器一样, 虚拟仪器一般由 3 部分组成:

输入: 主要是进行信号调理, 并将输入的模拟信号转换成数字信号。

输出: 主要是将数字信号转换成模拟信号并进行必要的信号调理。

数据处理: 是指按测试要求对输入信号进行各种分析和处理。

虚拟仪器的基本框图如图 1 所示。虚拟仪器的硬件构成有多种方案, 通常采用以下几种^[1, 2]。

2.1 基于通用接口总线 GPIB 接口的仪器系统

GPIB (General Purpose Interface Bus) 仪器系统

* 收稿日期: 2000-07-09

作者简介: 朱正伟 (1963-), 男, 江苏武进人, 副教授, 硕士, 主要从事测控技术及智能化仪表方面的研究; 2. 本院计算机科学与工程系 99 届毕业生。

的构成是迈向虚拟仪器的第一步，即利用 GPIB 接口卡将若干 GPIB 仪器连接起来，用计算机增强传统仪器的功能，组织大型柔性自动测试系统。利用 GPIB 技术，可以用计算机实现对仪器的操作和控

制，替代传统的人工操作方式，排除人为因素造成的测试测量误差。同时，由于可以预先编制好程序，实现自动测试，从而提高了测试效率。

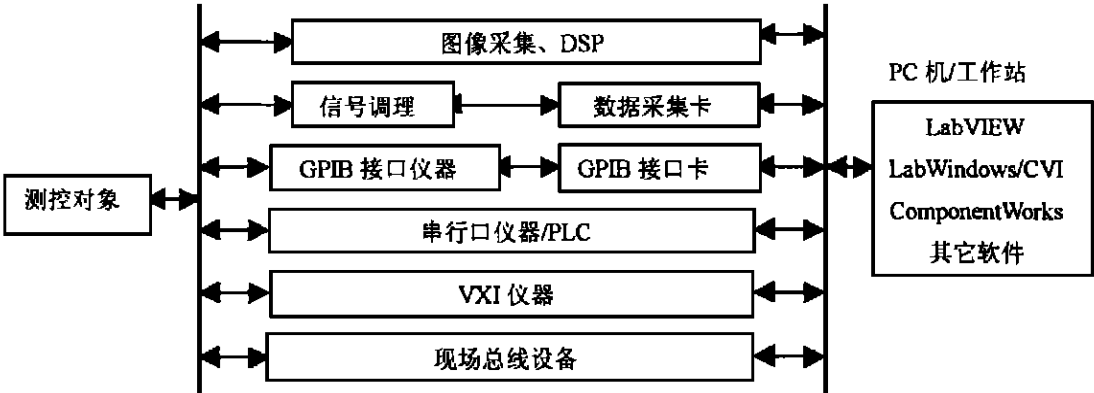


图 1 虚拟仪器构成的基本框图

2.2 基于数据采集的虚拟仪器系统

采集的模拟、数字信号通过 A/D 转换等设备输入计算机进行分析、处理、显示等，并可通过 D/A 转换实现反馈控制。根据需要还可加入信号调理和实时 DSP 等硬件模块。

2.3 利用 VXI 总线仪器实现虚拟仪器系统

VXI (VME bus eXtension for Instrumentation) 总线为虚拟仪器系统提供了一个更为广阔的发展空间。它是一种高速计算机总线——VME 总线在仪器领域的扩展。由于其标准开放、传输速率高、数据吞吐能力强、定时和同步精确、模块化设计、使用方便灵活，已越来越受到人们的重视。它便于组织大规模集成化系统，是仪器发展的一个方向。

2.4 在基于串行口或其它工业标准总线的系统

将某些串行口仪器和工业控制模块连接起来，可组成实时监控系统。基本硬件确定以后，就可通过不同的软件实现不同的功能，构成一个虚拟仪器系统。以 VXI 虚拟仪器系统为例，它至少需要仪器、通信和驱动程序 3 种接口软件，如图 2 所示^[3]。其中仪器接口为仪器与计算机之间的通信协议和方法。通信接口按标准方式将仪器连接起来，它是仪器与仪器驱动程序之间的通信接口，实际上就是 VXI 系统的 I/O 接口软件。仪器驱动程序接口将通信接口与应用开发环境连接起来。

的一段程序，它作为用户应用程序的一部分在计算机上运行。仪器驱动器是虚拟仪器系统的核心，是完成对硬件控制的纽带和桥梁。应用软件开发环境将计算机的数据分析、显示能力与仪器驱动器融合在一起，为用户开发虚拟仪器提供了必要的软件工具和环境。目前有两种较为流行的虚拟仪器开发环境：一种是用编程语言设计虚拟仪器，如 LabWindows/CVI 等；二是用图形编程语言设计虚拟仪器，如 LabVIEW 等。

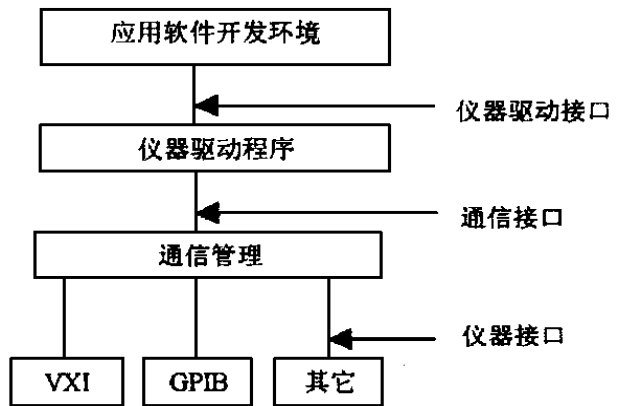


图 2 VXI 虚拟仪器系统软件结构框架

3 虚拟仪器开发的软件平台

LabVIEW 是美国国家仪器公司 (National Instruments) 推出的图形化软件编程平台，如图 2，它是一种基于图形的程序设计语言——G 语言构成的，它可用来进行数据采集和控制、数据分析和数据表达。它是一种结构化解释型开发平台。LabVIEW 的

主要特点如下^[4]：

(1) LabVIEW 使用“所见即所得”的可视化技术建立人机界面。针对测试和过程控制领域，LabVIEW 提供了大量的仪器面板中的控制对象，如表头、旋钮、图表等。用户还可以通过控制编辑器将现有的控制对象修改成适合自己工作领域的控制对象。

(2) LabVIEW 使用图标表示功能模块，使用图标间的连线表示在各功能模块间的数据传递，使用为大多数工程师熟悉的数据流程图式的语言书写源程序代码，这样使得编程过程与思维过程非常相似。

(3) LabVIEW 提供程序调试功能，可以在源代码中设置断点、单步执行源代码、在源代码中的数据流连线上设置探针，观察程序运行过程中数据流的变化等。

(4) LabVIEW 提供了大量的函数库供用户直接调用。从基本的数学函数、字符串处理函数、数组运算函数和文件输入输出函数到高级的数字信号处理函数和数值分析函数。从底层的 VXI 仪器、数据采集板和总线接口硬件的驱动程序到世界各大仪器厂商的 GPIB 仪器的驱动程序，LabVIEW 都有现成的模块帮助用户方便迅速组建自己的应用系统。

(5) LabVIEW 提供 DLL 库接口和 CIN 节点来使用户有能力在 LabVIEW 平台上使用其它软件平台编译的模块。因此 LabVIEW 是一个开放式的开发平台，用户可在该平台上使用其它软件开发平台生成的模块。

目前，LabVIEW 已成为数据采集、检测、数据分析等方面的领先开发平台，在世界范围内拥有众多的用户，并成功地构造了各种应用系统。

LabWindows/CVI 是美国国家仪器公司所提供的另一套功能卓越的开发平台，它以 ANSI C 为核心，将功能强大、使用灵活的 C 语言平台与用于数据采集、分析和表达的测控专业工具有机地结合起来。其主要特点如下^[3]：

(1) LabWindows/CVI 将源代码编辑、32 位 ANSI C 编译、联接、调试及标准 ANSI C 库等集成在一个交互式开发环境中。LabWindows/CVI 建立在开放式软件体系结构之上，以项目文件为主体框架将 C 源代码文件、头文件、库文件、目标模块、用户界面文件、动态链接库 (DLL)、仪器驱动程序等多功能组件集于一体，并支持动态数据交换 (DDE) 和 TCP/IP 等网络功能，为用户在原来 C 语

言开发的基础上建立新一代的虚拟仪器系统提供了完善的兼容性和极大的灵活性。

(2) LabWindows/CVI 独有的人机交互界面编辑器，运用“所见即所得”的可视化交互技术，使人机界面的实现直观简便。

(3) LabWindows/CVI 对每一个函数都提供了一个函数面板，用户可以在函数面板上交交互式输入函数的各个参数。用户还可以通过变量声明面板交互式声明变量。由于采用这种交互式编程技术，大大减少了源代码语句的输入量，减少了程序语法错误。

(4) LabWindows/CVI 针对测控领域的应用提供了功能强大、使用方便的库函数，如 ANSI C 库函数，高级数据分析库函数，GPIB、数据采集、VXI、RS — 232 硬件驱动函数库，DDE 和 TCP/IP 网络函数库等。

(5) LabWindows/CVI 提供变量显示窗口，以便观察程序变量和表达式的变化情况。同时还具备单步执行、断点执行、过程跟踪、参数检查、运行间内存检查等多种调试手段。

4 虚拟仪器应用实例

pH 值是用来表示水中氢离子浓度的一项重要指标，在废水处理中必须严格控制 pH 值在一定范围内才能排放。我们采用 LabVIEW 软件平台及它的套装软件 HiQ，研制了一种 pH 值测量和控制系统。

利用 LabVIEW 作为开发平台，编制 VI 程序，通过 pc-1200 卡或 A/D 和 D/A 卡、DAQ (Data Acquisition—数据采集软件) 实现数据采集、再利用 HiQ 软件实现数据分析处理及数据显示等功能。

首先，在面板上建立一个动态显示系统模拟流程图的主 VI (虚拟仪表程序)，动态显示各阀门及泵的开关状态、pH 值的历史曲线和实时曲线。各功能的实现均采用调用各个子 VI 的方法实现。具体的子 VI 包括：显示帮助子 VI、数据采集子 VI、数据处理子 VI、数据显示子 VI、数据输出子 VI 及报警子 VI。在数据处理子 VI 中用 case 结构实现对控制方法的选择。具体的每种控制方法都分别编制成独立的子 VI 以备在数据处理子 VI 中调用。

主要技术要点有如下几个：

(1) 完成系统画面的动态显示。由于 LabVIEW 没有提供系统的动态显示功能，所以需要定制如阅

门、管道、泵等部件的动态显示模型。

(2) 在 LabVIEW 中对 Win32 动态链接库 (DLL) 的调用

在 LabVIEW 中可以通过调用库函数功能来调用动态链接库 (DLL)。动态链接库是一种极其强大的工具, 通过它可以共享许多应用程序中的代码。

(3) 建立与 HiQ、DAQ、Fuzzy Control 的接口

HiQ 接口: 在 LabVIEW 的 Diagram 中打开功能模板 (Functions Palette) 选中 Communication >> HiQ, 在此子模板中选 Launch HiQ 和 Open Notebook 两项, 并用 Wire Tool 将它们连接起来。

DAQ 接口: 打开流程图 (diagram) 选中 Data Acquisition 子模板, 子模板中包含模拟输入 (Analog Input)、模拟输出 (Analog Output)、数字输入输出 (Digital I/O)、定时器 (counter) 等众多库函数。可以方便的进行数据采集、数据输出。

Fuzzy Control 接口: 打开流程图 (diagram) 选中 Fuzzy Logic 子模板, 选中 Load Control 和 Fuzzy Control, 在 Load Control 中引入的模糊逻辑程序, 并将 Load Control 的输出结果输入到 Fuzzy Control 中, 可以在脱离 Fuzzy Logic Toolkit 环境下运行。

使用 HiQ—Script 进行编程, 可以实现交互式的功能, 并可以实现交互式功能所不能实现的一些功能, 诸如, 动画功能、创建曲线对象功能。利用

这些功能编出了 HiQ—Script 程序, 建立 pH 值与 pH 传感器电极电压、与铜电阻温度补偿之间存在的函数关系。并用 2D、3D 图形的方式表述结果, 在所有这些工作的基础上, 进一步考虑动态显示 2D、3D 图形的可行性。并最终自动生成报表与他人共享技术成果。

5 结束语

实践证明, 采用了虚拟仪器技术并利用虚拟仪器软件开发平台后, 整个系统移植到软件开发平台下, 其功能迅速增强, 操作界面更加美观, 检测时间大大减少, 使用更加方便, 而且其应用范围不仅在测控仪器方面, 在许多其它方面也可展开应用。

参考文献:

- [1] 骆晨钟. 软仪表技术及其工业应用 [J]. 仪表技术与传感器, 1999 (1): 35—38.
- [2] 王泽保. LabVIEW 与虚拟仪器设计 [J]. 世界仪表与自动化, 1999, 3 (6): 68—70.
- [3] 王留群. 虚拟仪器及其应用 [J]. 世界仪表与自动化, 1999, 3 (4): 54—57.
- [4] NATIONAL INSTRUMENTS. LABVIEW Evaluation Guide [M]. Hongkong: NATIONAL INSTRUMENTS, 1998.
- [5] NATIONAL INSTRUMENTS. LABWindows/CVI Evaluation Guide [M]. Hongkong: NATIONAL INSTRUMENTS, 1998.

Virtual Instruments Technology and Its Application

ZHU Zheng—wei¹, GU Bing—feng², SHI Guo—dong¹

(1. Department of Computer Science and Engineering, Jiangsu Institute of Petrochemical Technology, Changzhou 213016, China)

Abstract: An all—around and systemic presentation of its development was presented, including the definition of virtual instruments, the construction of a virtual instrument system and the development of the software platform based on virtual instruments. Furthermore, a detailed presentation of its application in the measurement of pH values was presented.

Key words: virtual instruments; platform; LabVIEW; LabWindows/CVI; measurement of pH values