

虚拟仪器在频率参数计量测试中的应用

苗菊瑛* 姜东伟

文 摘 介绍了虚拟仪器及其驱动程序, 在 LabVIEW 图形编程环境下所编制的检定分数频率的虚拟仪器驱动软件。

主题词 +虚拟仪器, +LabVIEW 图形语言, +频率计量应用

1 引 言

随着计算机技术的飞速发展, 测量仪器硬件结构的标准化、模块化, 虚拟仪器技术成功地将仪器硬件和计算机资源充分结合起来, 依靠标准的硬件和灵活丰富的软件实现并扩展了常规仪器的功能, 成为国际上 90 年代先进的仪器技术并广泛地应用于自动测试领域。

通过计算机控制测试, 可以在测量过程中自动、快速、准确的调换各种仪器及量程, 并选用不同功能和最佳的工作状态来测量多种参数。自动测试技术的应用不仅使计量测试中的准确性和可靠性得到了改善, 而且还大大降低了计量人员的工作强度。但是, 目前多数的计量测试程序是由非计算机专业人员采用传统的 BASIC 等编程语言编制而成的, 测试程序一般没有理想的程序模块结构, 程序的速度和合理性也受到限制, 并且其用户界面不太直观, 在一定程度上影响着计量测试的速度和质量。当某些仪器要改变时, 计量测试方案和计量测试程序都要有比较大的改变, 这样将增大编程的工作量。

为了解决这一问题, 美国 HP 公司的 VEE, Microsoft 的 Visual Basic 及美国 NI 公司的 LabVIEW 都是可选用的比较好的辅助编程环境。我们在中文 Windows 下选用 LabVIEW 图形编程环境, 它比较直观也比较形象, 依据计量测试领域的专业知识, 就可以定义界面模式, 确定测试步骤, 完成相应的计量测试任务, 并有直观的分析结果。自动测试技术将计量测试人员从繁重的手工计量测试劳动中解放出来, 而图形编程环境又将计量测试人员从复杂的手工编程环境中解脱出来, 并通过计量测试程序的模块化生成结构合理的、易于修改的、界面直观的自动测试程序。

2 虚拟仪器及图形编程环境

计算机软件技术的迅猛发展, 与测试仪器进行深层次的结合, 使仪器结构的概念、设

收稿日期: 1995 08 01

* 中国航天工业总公司二院二〇三所, 助理工程师, 100854

计观念都发生了突破性的变化，出现了新的仪器概念——虚拟仪器。表面上看，是我们利用计算机软件技术把一些图形用户界面和标准模块搭配成新的模块；实际上它把传统的仪器的部分或全部硬件与计算机系统（软件和硬件）结合在一起。构造和应用虚拟仪器的关键是编制虚拟仪器的驱动软件，而编制虚拟仪器的驱动软件的关键是设计虚拟仪器的开发环境。

虚拟仪器的驱动软件，一般包括以下内容：

1. 虚拟仪器的面板：它是由各种不同的控件组合而成的；
2. 编程接口：用户通过对仪器面板的控制完成对仪器的操作，并将虚拟面板的操作转换成相应的仪器代码，以实现对仪器驱动器的功能调用；
3. I/O 接口：提供仪器驱动器与仪器间的通讯能力；
4. 功能库：描述仪器驱动器所能完成的功能；
5. 子程序接口：仪器驱动器在运行时调用它所需要的各种软件模块。

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 是美国国家仪器公司研制的多用于仪器控制、数据采集、数据分析、数据显示的图形编程环境，它提供了大量的通用仪器驱动程序，可以对采集到的数据进行分析、表示、存储，具备了传统集成化编程语言的开发调试功能，并可以直观地对程序进行动态调试。

LabVIEW 形象地仿真测试环境，有一整套编程规则和大量函数与子程序，均是以图形模块的形式给出的，用户可以方便地设计各种虚拟仪器的面板（用户界面）。例如我们为 CH7-51 型频率比对器所设计的频率测量功能的虚拟仪器面板（见图 1），就是利用 LabVIEW 丰富的 Controls（控制器）与 Functions（显示组件库），根据频率测量要求自行设计的编程平台（见图 2）和图标与连接器（见图 3），完成程序的编制。

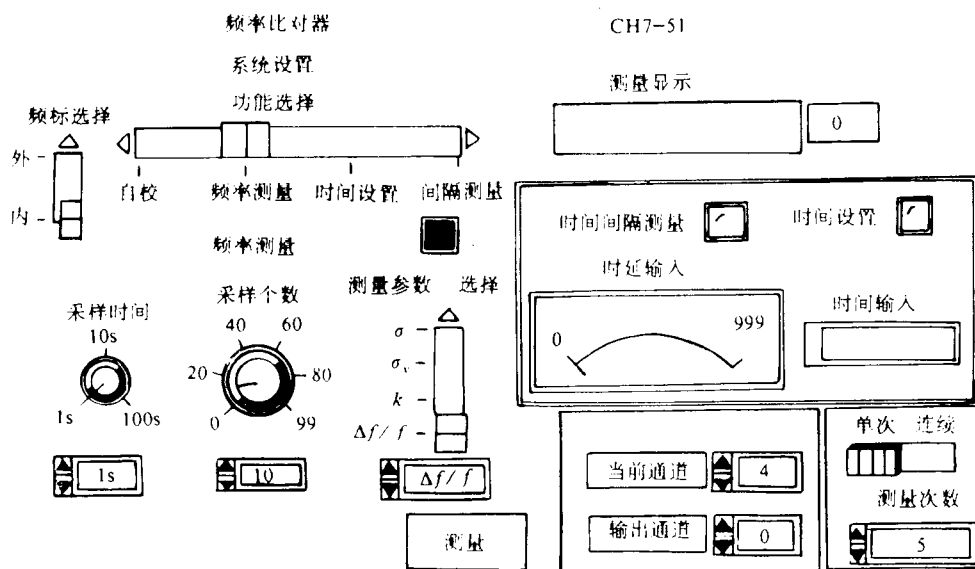


图 1 虚拟面板

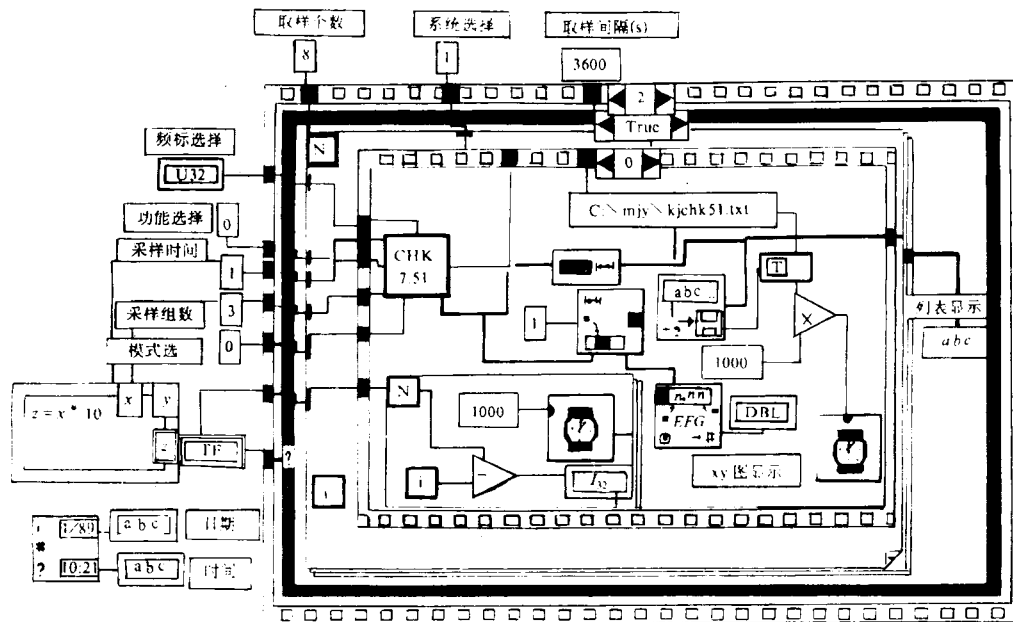


图2 编程平台

虚拟仪器面板是用户进行测试时的主要输入输出界面，计量测试人员通过 Controls 菜单，在面板上选择控制及显示方式，完成对被测仪器的测试设置及结果显示，其中包括各种类型的输入，如数字输入、字符串输入、布尔输入等，显示方式也是各种各样的，如数组输出、图形输出、列表输出等。各个子程序的建立、存储、关闭等管理方面的操作也均由用户面板上的命

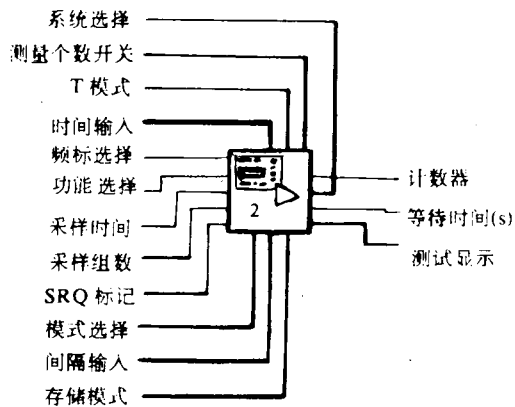


图3 图标与连接器

令菜单完成。

编程平台中的框图是根据测试要求及测试步骤，进行测试编程的界面。适当选择图标与连接器使虚拟仪器面板形成符合规定要求的测量功能。用户通过 Functions 选择不同的图形化程序模块，组成相应的测试逻辑，Functions 中除了包括一些基本要素外，还有与文件有关的输入输出模块、GPIB 和串口控制专用模块。

通常 LabVIEW 编程环境有两种运行状态；即 Edit（编辑状态）和 Run（运行状态），在编辑状态下，计量测试人员可以创建自己的子程序（VI），并面对用户界面和框图进行编辑和修改；运行状态时，计量测试人员可以动态调试程序，观察数据流程，并运行子程序进行测试。

3 虚拟仪器在分数频率检定系统中的应用

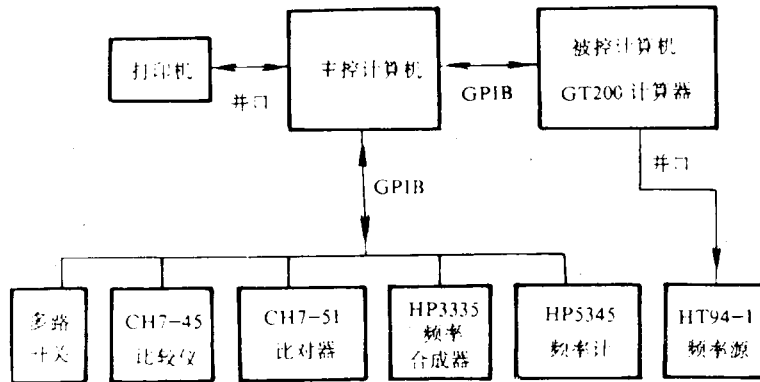


图 4 系统结构图

分数频率检定系统是为了解决国防型号工程和计量检定系统中的分数频率源的自动检定而设计的。它通过不同的仪器配制，可以形成不同的计量检定系统，它系统庞大并且复杂，为了解决经常变换连接线选择不同的计量测试仪器的的问题，并且避免在不同的位置的仪器进行面板操作的不方便；我们在软件设计上，首先实现的是计量仪器的驱动程序的编制，充分利用“软件就是仪器”这一新的思维概念，将传统的可以程控的仪器编制成虚拟仪器；并且根据不同的功能要求，又形成专用功能的虚拟仪器的面板，由计算机统一管理、统一操作。分数频率检定系统中所涉及的仪器主要有：俄罗斯 CH7-51 频率比对器、CH7-45 频率比较仪、101A 射频多路转换开关、美国 HP 的 5345 频率计、HP 的 3335A 频率合成器、GT200 计数器和自行研制的 HT94-1 分数频率源。在这些仪器中 GT200 计数器是计算机插卡式仪器，驱动程序是采用 VB 作界面 QB 编写的，HT94-1 分数源是一个并口（打印口）的仪器，驱动程序由 C 语言编写；其它仪器均有各自独立的驱动程度模块，每个驱动程序模块都有独立的虚拟仪器面板，仪器的程控功能选择与仪器的真实面

板上的功能选择的表达基本一致，计量测试人员不必关心仪器的程控指令是什么代码，因而使用起来非常直观、方便。综合各种方案后确定系统的结构如图 4 所示。

分数频率检定系统有两台计算机控制，主控计算机直接向系统中具有 GPIB488 接口的仪器发程控命令，被控机通过 GPIB488 接口与主控计算机进行通讯，接收主控计算机的命令，再去控制 GT200 计数器和 HT94-1 频率源，主控计算机使用的是美国 NI 公司生产的 GPIB488 接口卡，被控计算机使用的是由航天工业总公司二院二〇三所自行研制生产的 GPIB488 接口卡，这样的设计比较合理，层次比较规范，两台计算机的分工明确，在硬件上避免了计算机中 GPIB 接口卡的冲突，软件上也避免了多种语言在同一个系统上的相互调用，提高了软件的可靠性。

在中文 Windows 软件平台下，采用 LabVIEW 图形编程语言，突破了传统的文字编程框架。计量人员面对的不是一句句枯燥的程序语句，而是比较形象生动的旋钮、滑线定位器、开关、波形图等，利用用户界面上一系列命令菜单，通过计算机键盘输入数据，或用鼠标选择数据，直观地编程。

根据分数频率检定系统软件设计的总体要求，在对软件进行总体分析的基础上，结合 LabVIEW 编程环境开发工具的特点，设计出虚拟仪器不同程序层。

3.1 仪器设备层

仪器设备的基层控制的驱动程序，是软件与硬件的交汇层，可以作为虚拟仪器单独运行。图 5 是 CH7-45 频率比较器的虚拟仪器面板。

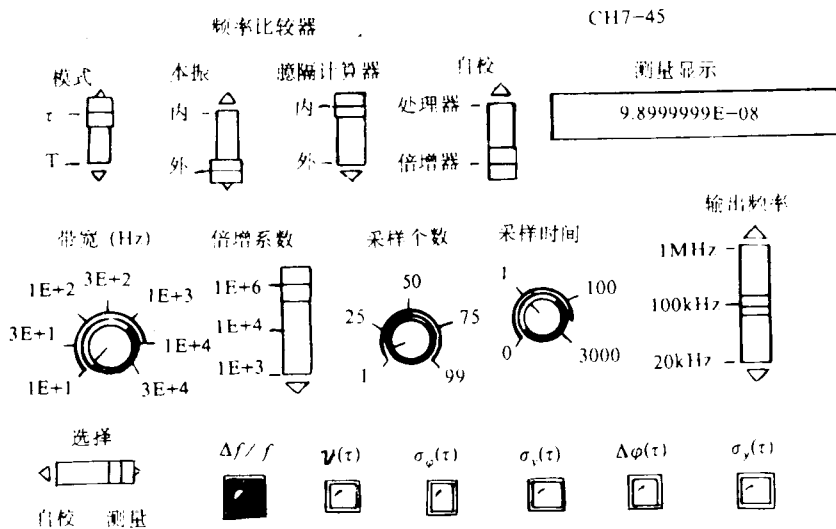


图 5 频率比较器虚拟面板

3.2 专用功能层

为了满足某一测量功能要求而设计的，如本系统中的频率稳定度、日频率漂移率、频率准确度、开机特性、日频率波动、任意测试等专用面板，它们需要调用仪器设备层的虚

拟仪器，通过所设计的测量项目选择用户界面，选择运行不同的专用面板，自己不能独立运行。该层有图形输出，列表输出，写数据文件等多种输出方式。图 6 所示是开机特性功能面板。

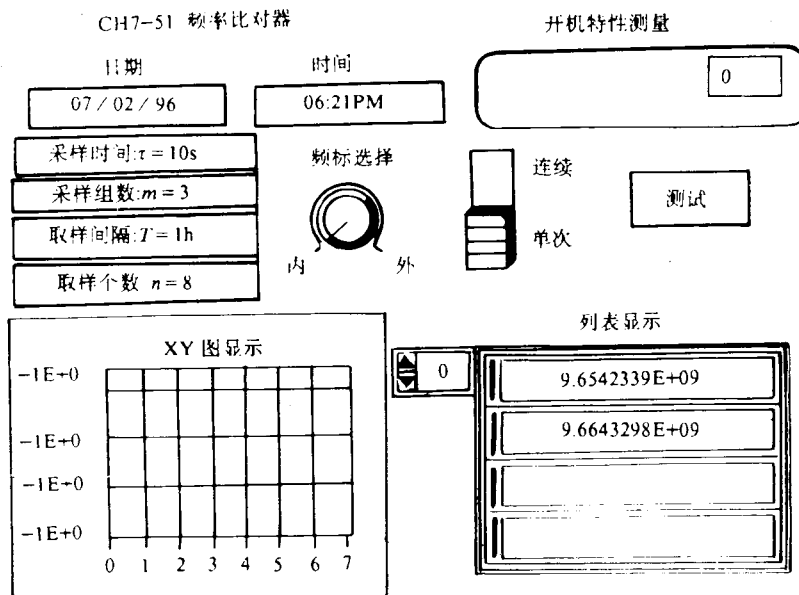


图 6 开机特性功能面板

在本系统中，还设计了测量方法选择用户界面。测量方法选择主要有直接测频法，频差倍增测频法，差拍测频法，差拍测周法，频差倍增测周法，差拍计数法。这些专用的功能性面板，即可以作为单独的功能使用，又可以在测试系统中根据不同的设置进行调用。

4 结束语

虚拟仪器是建立在一定的硬件基础上的，以软件为主体的新型仪器。构造和应用虚拟仪器的关键是驱动软件，特别是有一个适合中国国情的虚拟仪器开发环境。由于计算机技术的迅速发展，CPU 速度的持续提高，内存容量的不断增加及硬盘空间的迅速扩大，也给虚拟仪器软件的研制创造了良好的条件，以发展的眼光看，我国测量仪器的研制尽可能的加快程控标准化，扩展可编程功能，研制开发适合中国国情的虚拟仪器的开发环境，加速我国虚拟仪器的发展。

在虚拟仪器驱动软件的编制过程中，得到了吕洁光、李宗扬、刘洪琴、冯慧、徐月清、董祥英等同志的支持和帮助，在此表示感谢。

参 考 文 献

1 Instrumentation reference and catalogue NI 1995

Application of the virtual instrument in the frequency metrology and test

Miao Juying Jiang Dongwei

Abstract This paper intruduces virtual instrument and its drive program, explains drive software to calibrate the fraction frequency virtual instrument under the environment of graphical programming using instrument LabVIEW and expresses writer's opinion on developing virtual instrument.

Subject terms +Virtual instrument, +Graphical programming using LabVIEW, +Appliation in frequency metrology

~~~~~

### 垂直极化电场标准研制成功

最近航天工业总公司质量技术监督部受国防科工委计量局委托,在二〇三所通过了垂直极化电场标准研制课题技术成果鉴定。鉴定委员会一致认为:该成果由单极天线和金属反射面组成的系统使用方便、工作性能可靠可以满足300kHz~30MHz频段单极天线的定标要求,其综合技术水平处于国内领先,在该频段内接近国际先进水平。

该课题组用钢板建造了 $30 \times 12\text{m}^2$ 的金属反射面并研制出用单极天线装置和金属反射面产生理想的垂直极化电场的系统,可以在该频段内产生标准的垂直极化电场,经理论分析和用研制的接收天线对垂直极化标准电场进行检验,结果证明场强标准的不确定度不大于1dB,达到了预定的技术要求。

徐家政

一九九六年六月十日