

文章编号: 1002-0268 (2000) 01-0080-03

虚拟仪器技术在发动机台架试验 测量控制系统中的应用

童 兵, 卢青春

(清华大学汽车安全与节能国家重点实验室, 北京 100084)

摘要: 本文介绍了利用虚拟仪器技术开发发动机台架试验测量控制系统的具体开发过程、结果和应用。

关键词: 虚拟仪器; 发动机台架; 测量控制

中图分类号: U464

文献标识码: A

Application of Virtual Instrument in Engine Test-bed Measure and Control System

TONG Bing, LU qing-chun

(State Key Laboratory of Automobile Safety and Energy Conservation Tsinghua University, Beijing 100084 China)

Abstract: This paper describes an application of Virtual Instrument in developing Engine Test-bed Measure and Control System, introduces the detail and result of the development.

Key words: Virtual Instrument; Engine Test-bed; Measure and control

0 概述

随着计算机技术、软件技术以及网络技术的高速发展, 计算机在电子测量和仪器领域的应用越来越广泛, 与之相关的新的测试理论、测试方法和仪器也不断出现。1986年美国NI(National Instrument)公司首次提出了虚拟仪器(Virtual Instrument)的概念, 并开发了以此概念为基础的虚拟仪器开发平台LabVIEW, 其它大公司也相继推出了自己的虚拟仪器开发平台, 虚拟仪器技术开始飞速发展。90年代, 虚拟仪器的发展方向主要是I/O总线及硬件驱动程序的标准化、先进图形化编程平台的研制设计、更为高速精密的硬件功能模块的研制, 其根本目的是使用户能使用不同厂商的应用软件和模块化的功能硬件, 迅速地构造自己的测试方案。虚拟仪器技术已经成为当今测试领域主流的解决方案。在国内, 虚拟仪器技术的应用也发展很快, 国外大公司的成熟产品已经进入中国市场, 国内也已经出现了专门生产虚拟仪器的公

司, 但在I/O总线及硬件驱动程序的标准化、图形化编程平台等方面还有待发展。

为了实现I/O接口软件的统一, VXI plug & play联盟提出了一种I/O接口软件库模型, 即虚拟仪器软件结构VISA(Virtual Instrument Software Architecture), 用以实现不同类型仪器之间的软件的统一。VISA规范了VXI、GPIB、串口等多种接口, 得到了越来越多的仪器制造公司的认可。按照VISA结构模型构造的虚拟仪器软件分为图1所示的4个层次。

I/O接口是测试软件的基础, 用于处理计算机与仪器硬件间联接的底层通讯协议; 设备驱动是真正对仪器硬件执行通讯与控制的软件层, 规范的驱动程序使开发者不必了解设备的细节而能开发通用的程序; 开发环境是虚拟仪器的开发平台, 良好的开发平台可以提高开发效率, 降低开发成本; 应用层实现虚拟仪器的功能, 如仪器测试、设备控制等应用过程; 仪器硬件可以是GPIB仪器、串行仪器、VXI仪器或DAQ板卡。

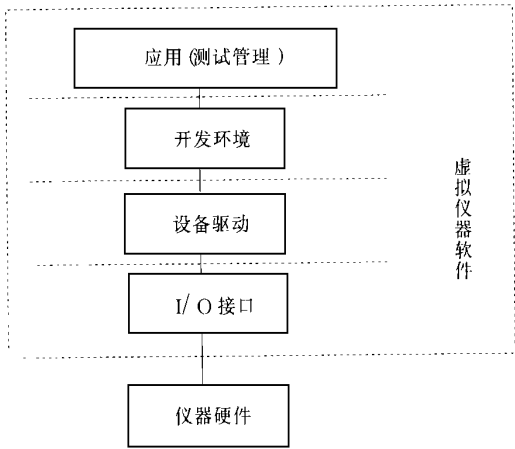


图1 虚拟仪器软件结构

与传统的电子仪器相比，虚拟仪器以软件取代了部分的硬件，用软件实现了数据读取、数据分析处理、数据显示等传统仪器只能用硬件实现的功能；同时实现了传统仪器很难实现的数据编辑、存储、打印曲线及图表的功能，增强了仪器间数据交换及信息综合、自动分析判断的能力，概括地说就是“软件即仪器”。软件取代部分硬件，使得仪器系统的研制过程变得简单，成本降低，而且仪器更容易更新升级、应用新的理论和新的算法。在规范了 I/O 接口，硬件实现按功能模块化后，虚拟仪器的开放性、兼容性和可扩展性大大增强，使得虚拟仪器的开发变得更为方便，缩短了开发周期。本文具体介绍虚拟仪器技术在发动机台架试验测量控制系统中的应用。

1 发动机台架试验测量控制系统的设计要求

发动机台架试验测量控制系统是用于发动机稳态试验的系统，基本功能是按照用户指定的工况调整发动机的油门和测功机的扭矩，使发动机在指定的工况下稳定的工作，然后测量和记录发动机在此工况下的工作状况和各种环境参数，保存数据文件，并进行数据处理。

测量参数包括发动机的转速、扭矩、燃油消耗量、烟度、进水温、出水温、机油温、进气温、排气总管温、排气歧管温 2 路、中冷器冷却进水温、中冷器冷却出水温、中冷器进气温、中冷器出气温、干球温度、湿球温度、大气压力、发动机机油压力、增压器机油压力、排气总管压力、排气歧管压力 2 路、增压器进口压力、增压器出口压力、流量计压差等，各项测量参数的精度必须满足《内燃机台架性能试验方法》GB1105-87 的要求，对于不同型号的发动机和不同类型的试验，所要求的测量参数是不同的。

控制参数包括发动机的油门、测功机的扭矩。
试验项目按照 GB1105-87《内燃机台架性能试验方法》组织，包括负荷特性试验、速度特性试验、调速特性试验、耐久性试验、怠速试验等，还应该能完成用户自定义的研究性试验。

试验完成后，保存数据文件；按照标准 JB3743-84 的要求进行数据处理、打印表格和曲线；对于不同的试验和不同类型的发动机，参数修正和表格、曲线的要求不同。

根据以上要求，所研制的发动机台架试验测量控制系统必须具备以下特点：测量的参数多，精度要求高；可扩展性强，用户可以定义和扩展参数；功能灵活，除了能完成法规规定的试验项目，还能完成用户自定义的试验流程。

2 系统设计

为了很好地满足测量参数多、可扩展性强、功能灵活等特点，并且能快速地完成开发任务，按照虚拟仪器系统的结构设计了 TH-A 型发动机台架试验测量控制系统。系统结构如图 2 所示。

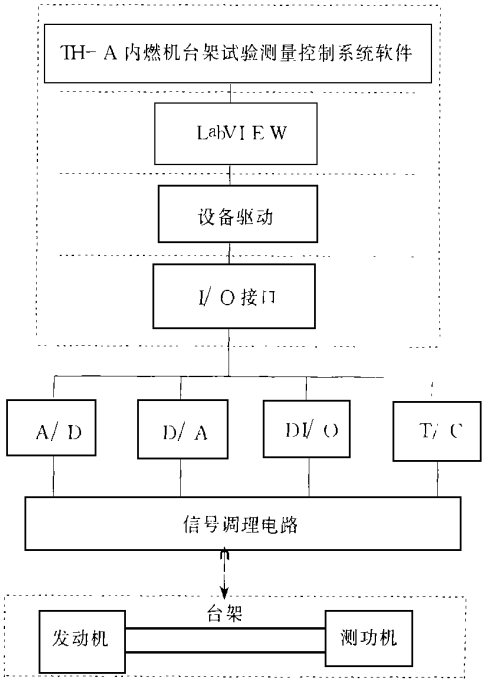


图2 TH-A 发动机台架试验测量控制系统结构

图2 TH-A 发动机台架试验测量控制系统结构

系统硬件设计时遵循模块化、标准化、易扩展的原则，按照功能将参数分类。常温参数为 8~16 路，高温参数为 8~16 路，压力 8~16 路，其它小信号 8~16 路，脉冲量输入 4 路，开关量输入 8 路，开关量输出 8 路，D/A 输出 2~4 路。这样既可以满足用

户的基本要求, 又可以满足用户的扩展要求, 同时使底层的信号调理电路更容易标准化。

为了节约成本, 底层的 A/D 数据采集板、D/A 模拟量输出板、DI/O 数字量输入输出板、T/C 定时计数板均采用国产板卡。其优点是性能满足要求, 而且服务容易得到保障, 价格便宜; 缺点是没有规范的设备驱动程序, 需要自己编写。

系统采用了两块 32 路 A/D 数据采集板, 用以满足测量参数多的要求, 同时给用户保留充分的扩展余地。底层信号调理电路采用模块化的产品, 按照传感器和信号进行分类, 分为热电阻、热电偶、小信号、压力等分别进行预处理, 信号经预处理后, 进入 A/D 数据采集板, 计算机采集到信号后, 进行滤波处理后将电压量换算成实际测量的物理量。系统采用了一块 DI/O 开关量输入输出板, 用来输入测功机的报警信号和状态信号, 控制测功机的工作方式。系统采用了一块 T/C 定时计数器板, 用来采集发动机的转速。系统采用了一块 D/A 模拟量输出板, 计算机采用两个 D/A 通道, 分别给测功机和油门传送命令值, 以调整发动机到设定的工况。

接口板的驱动程序采用的是 WATCOMC 编写的, LabVIEW 用 CIN 节点将编译后的 C 程序集成, 达到无缝联接的效果, 执行速度快。

系统软件开发工具选用的是美国 NI 公司的图形化编程界面 LabVIEW, 它是 NI 公司以虚拟仪器概念为基础开发的, 其中包含了许多测试领域常用的仪器仪表模块, 还包含了很多数值分析和信号处理的模块, 具有强大的调试、查错的功能。支持串行接口、GPIB、VXI 等标准总线和多种数据采集卡; 具有完备的代码接口, 支持 DDL、CIN 等形式的外部代码调用。采用 LabVIEW 提高了编程的效率, 使开发人员的精力集中在主要的技术问题上, 加快了调试的过程, 大大缩短了开发周期。

TH-A 型发动机台架试验测量控制系统软件按照 GB1105-87 规定的试验项目组织试验, 按照用户选定的试验项目和设置的工况调整发动机完成试验。整个

系统按照 4 个模块组织。

(1) 系统配置模块完成与整个系统有关的参数的设置, 包括基本参数 24 路 (标定系数、参数是否滤波)、扩展参数 42 路 (名称、标定系数、单位、参数是否有效、参数是否滤波)、发动机的类型、油耗仪的种类、油耗测量时间等参数的设置, 保证系统有充分的灵活性和可扩展性。

(2) 试验准备模块完成试验前的准备工作, 包括填写试验编号、试验房号、试验日期、试验人员、发动机参数、附件参数等与试验纪录有关的参数, 设置控制参数、极限参数、工况模板等与试验过程的控制有关的参数。

(3) 试验过程模块完成具体的试验, 即按照设定工况调整发动机, 测量并记录各种参数, 并在试验过程中实时监测发动机的工作状况, 发现异常情况并报警。

(4) 数据处理模块完成试验数据计算、修正, 按照标准 JB3743-84 和用户要求的格式输出表格和曲线。用户可以用多种方法 (二乘、三次样条、折线) 拟合试验曲线, 可以调整曲线的坐标极限, 还可以一次调入多次试验的数据结果进行比较。

3 应用与结论

开发出的发动机台架试验测量控制系统已经在天津内燃机研究所和无锡柴油机厂投入使用, 两套系统分别面向的是增压柴油机和非增压的小型柴油机, 经过一段时间的运行, 得到了用户的好评。

开发的过程和最后的应用结果说明, 应用虚拟仪器技术开发测量控制系统能有效的缩短开发周期, 降低研制费用, 在很好的满足了用户要求的同时使系统的结构变得简单, 提高了系统的可靠性和可维护性。

参考文献:

- [1] NATIONAL INSTRUMENTS. LabVIEW Function and Reference Manual
- [2] 清华大学汽车工程系. TH-A 发动机台架试验测量控制系统使用说明书. 1998.