基于虚拟仪器技术的多轴运动监控平台的开发

刘春国，张海燕，卫延斌，谢吉涛

(西安理工大学，西安 710048)

摘要：采用“PC 机+运动控制器+伺服电机”的设计方案，设计开发了基于 LabVIEW 的多轴运动监控平台，并在 LabVIEW 中通过 ActiveX 技术开发了平台控制界面和监测程序。所开发的平台具有较高的控制性能，且开发周期短，易操作。

关键词：LabVIEW；Trio 运功控制器；ActiveX；多轴运动

中图分类号：TS801.43 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-3563(2013)19-0078-05

Development of Multi-axes Motion Control Platform Based on Virtual Instrument Technology

LIU Chun-guo, ZHANG Hai-yan, WEI Yan-bin, XIE Ji-tao

(Xi´an University of Technology, Xi´an 710048, China)

Abstract: A multi-axes motion monitoring and control platform based on virtual instrument was designed by using the method of "PC+motion controller+servo motor". Platform control interface and monitoring procedures was developed using ActiveX technology. The platform has characteristics of high control performance, short development cycle and easy operation.

Key words: LabVIEW; Trio motion controller; ActiveX; multi-axes motion

印刷机各色机组是整个印刷机的主体部分、关键部件，控制各机组的协调性将直接影响印品的套印精度、产品质量。传统印刷机械中，各色机组的动力传递主要依赖绑定在印刷机上的长轴、齿轮、变速器等组合来完成。无轴传动技术就是指使用几个互相之间独立运作的伺服电机驱动系统替代了从前的单电机驱动长轴传动，所以也可把它称作无齿轮传动技术[1]。此系统的驱动和测控，采用精准的自动化多功能伺服电机，同时依靠精准的测控驱动系统，替代了目前已广泛使用的凸轮、齿轮箱等传动机构。利用无轴传动技术，可以将大型的设备分成许多个标准模块，然后随心所意地自由组合。由此，德国力士乐公司于 1992 年第一次把无轴传动技术带进印刷机械领域，在业界内取得了不小的反响及关注。时至今日，此技术正越来越得到广泛的应用和推广[2]。现在各种各样无轴传动的产品正越来越多地出现在各类印刷机械中，如卷筒纸胶印机、标签印刷机、印后加工机械等。

由于多电机多轴运动监控程序具有复杂性高、协调性差等特点，使得无轴传动运动控制器在应用于印刷机的开发过程中需要反复实验，才能最终实现理想的监控功能，因此有必要设计并开发一套平台能够模拟多电机驱动多轴的实际运行环境，同时对伺服电机多轴运动监控平台进行各种测试，提高多轴运动控制器的开发效率，降低伺服电机监控平台进行实物运行的风险。

笔者设计了一款基于虚拟仪器技术的印刷机多轴运功监控平台，其核心应用软件为美国 NI 公司设计开发的图形化编程语言——LabVIEW(G 语言)。用 LabVIEW 进行编程时，不需要编写程序代码，只要将流程图和框图有机地组合起来即可。该软件具有开发方便、直观、扩展性强等特点，正越来越多被广大技术、工程人员所喜爱[3-4]。文中采用“PC 机+运动控制器+伺服电机”的设计方案，基于 LabVIEW 和其

收稿日期：2013-02-05

基金项目：教育厅科学研究计划(自然科学项目)(11JK0862)

作者简介：刘春国(1987-)男，山东枣庄人，西安理工大学硕士生，主要研究方向为印刷包装设备现代设计理论与平台仿真。

强大的外部代码连接技术,选择并调用运动控制器自带的控件函数,开发了基于虚拟仪器技术的多轴运动监控平台。

1　系统框架及工作原理

此多轴运动监控平台采用“上位机+下位机”框架结构,便于对多轴运动控制的协调和管理,提高控制的高效实时性。

PC 计算机作为上位机,可完成对多轴运动的位置、加速度、速度等参数进行设定,完成对人机界面管理、信息显示和预处理等非实时处理任务。运动控制器为下位机,接收来自 PC 机的控制命令信号并进行及时处理,实现运动控制算法,并根据作业的要求和传感器件的信号进行必要的逻辑数学运算,为各电机提供正确的控制信号以完成所要求的运动,同时可向 PC 机实时反馈当前运动的位置、速度等参数。其平台结构原理见图 1。

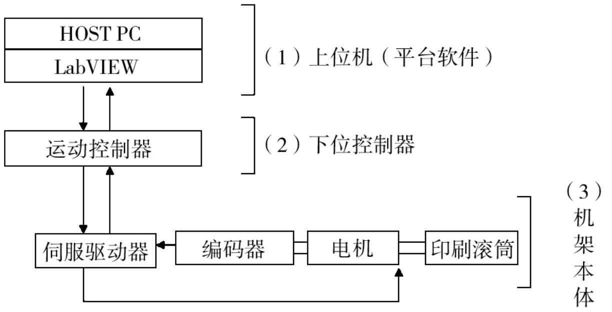

图 1　平台结构原理

Fig. 1 Schematic of the platform structure

2　系统平台设计

选用虚拟仪器的主流开发软件——LabVIEW 作为平台的控制软件,充分利用它方便、快捷的特点,开发设计了多轴运动监控平台的人机交互界面和监控程序。使用者只需要将滚筒转轴的单位转换因子、加速度、减速度等运动参数在参数设置界面中设定好,ME309 独立运动控制器就会相应地做出处理并控制伺服电机运转,完成所要求的运动命令。

作为多轴运动监控平台上位机的开发软件,G 语言 LabVIEW 具有操作界面友好,开发编程方便、快捷等优点,与传统程序开发工具复杂的开发程序不同,其不但具备强大的测控功能还兼顾了平台的灵活性。为了充分利用其他软件编程语言的优势,LabVIEW 提供了强大的外部接口能力,包括 DLL、C 语言接口(CIN)、ActiveX、MATLAB 等[5-6]。

在 LabVIEW 平台上利用其 ActiveX 外部接口,通过调用独立运动控制器的函数及方法来操纵伺服电机的运转。计算机中的 LabVIEW 既可作为控制器的客户端调用独立运动控制器的方法和属性对控制器发号命令,又可以作为服务端根据反馈信息计算控制器的下一步运动命令。此课题调用的是 Trio 运动控制器所提供的 Trio PC 控件对象,完成对此运动控制器的二次开发利用,同时实现对多个滚筒轴的速度、减速度、加速度和位置等参数的控制,完成基于虚拟仪器技术的多轴运动监控平台的快速开发,缩短开发周期。

ME309 独立运动控制器提供的 ActiveX 服务器控件名为“Trio PC”,编程人员可以根据需要从此 ActiveX 服务器调用多种 ActiveX 对象,其中包含对运动控制器进行操控的多种方法和属性,如 GetVariable 可以读取特定系统变量的当前值(如控制器类型、当前位置等),SetVariable 可以设定特定系统变量的当前值(如加速度、速度、减速度等[7])。用户可以通过调用这些方法和属性来实现对运动控制器的操作控制功能,其工作流程见图 2。

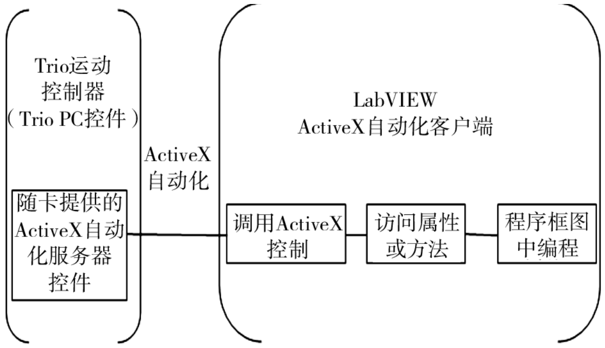

图 2　平台开发方法

Fig. 2 Platform development method

3　程序开发

将 LabVIEW 作为客户端,经过 ActiveX 外部接口操纵多轴运动控制程序的运行,把 ME309 独立运动控制器自带的控件函数和方法作为服务器,实现对此控制器的二次开发利用。具体方法见第 2 节所述,开发者通过 LabVIEW 对 Trio 独立运动控制器提供的“Trio PC”控件进行控制,调用其属性、方法。在 Lab-

VIEW 中有许多 ActiveX 相关的调用函数，这些函数在 LabVIEW 程序框图的函数选板上的互连接口——ActiveX 选板上。其中主要函数有：打开自动化的作用是打开 ActiveX 控件，取得对象的属性；属性节点的作用是设定或获取 ActiveX 控件的属性；调用节点的作用是用来调用 ActiveX 控件提供的方法[8]。

作为客户端，LabVIEW 要想操作 ActiveX 控件对象，首先要安装好运动控制器提供的 TrioPC 控件——Trio PC Motion ActiveX。然后将“打开自动化”函数拖至 LabVIEW 程序框图中，接着按右键单击左上角的“自动化引用”端子，建立 1 个相关联的“自动化引用”控件，利用此控件对 ActiveX 对象进行选取并调用。将需要使用的函数“调用节点”或“属性节点”放置到程序框图中，并将“打开自动化”函数右端“自动化引用”的输出端同“调用节点”或“属性节点”的输入端用数据线连接起来，这样便成功访问了该对象的方法(或属性)了[9]。如果编程人员想要访问一个 ActiveX 控件的多个函数、方法，就必须把各函数的节点依次首尾相连起来。最后，调用“关闭引用”对象来关闭对方法和属性的调用。

文中基于虚拟仪器技术开发的多轴运动监控平台主要包含三大模块部分，分别是运动控制模块、通讯连接模块和运动状态监测模块。

运动控制前面板用来对运动的单位转换因子、速度、加速度、减速度等参数以及转动的角度、方向进行设置，见图 3。其中，单位转换因子 UNITS 用来定义

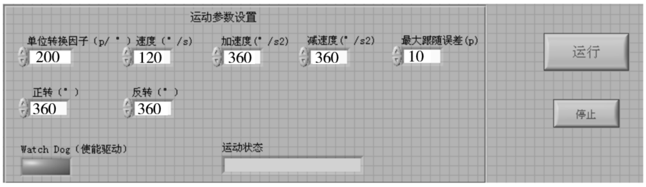

图 3 运动控制前面板

Fig. 3 Front panel of motion control

用户常用的一些单位，例如米、毫米、度等，轴的各参数如速度、加速度、减速度及电机控制指令等都以用户单位为基础；Watch Dog 为 Trio 控制器特有的功能参数，作为伺服驱动器 RUN 输入信号的软件开关，当平台发生错误时(Motion Error)，Watch Dog 指示灯亮起，伺服驱动器自动断掉使能开关，以保护控制器和驱动器。ACCEL，DECEL，SPPEED 属性分别用来设置运动的加速度、减速度、速度等，Move 方法用来对运动位置和参加运动的轴数进行设置。其程序见图 4。

通讯连接模块中，调用 Open 方法设置控制器与 PC 机的通信方式，如 USB，SERIEL，PCI 或 ETH-ERNET，

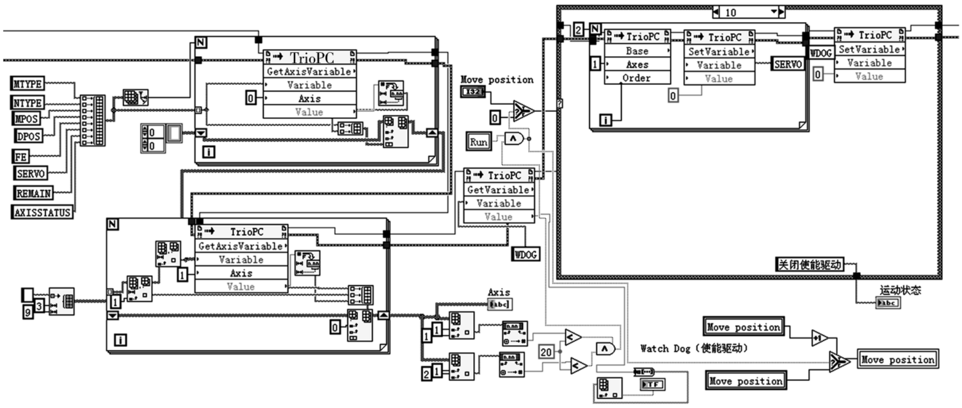

图 4 运动控制程序

Fig. 4 Program chart of motion control

该平台将其设定为 ETHERNET 方式。通信连接测试由指示灯完成，当连接成功时，指示灯变为绿色(见图 5)，表示相应的对象被 ActiveX 程序正确调用，其程序框图见图 6。

运动轴参数的实时显示部分主要通过 GetVariable 方法对控制卡返回的运动位置等参数进行读取，见图 7，可以以数字和图形的方式实时查看轴 0 和轴 1 的运动参数，包括运动类型 ATYPE、目标位置 DPOS、测量位置 MPOS 等主要参数的在线显示。其程序见图 8。

此外，该程序还增加了错误报告显示的功能，若 VI 函数运行中出现错误，用户在错误显示栏中便可

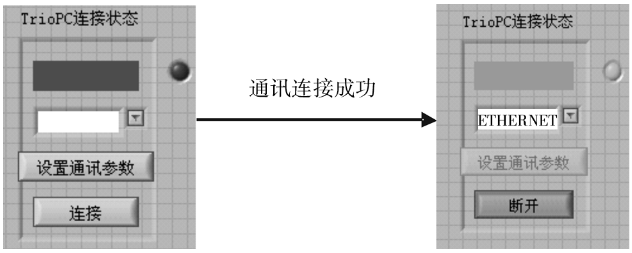

图 5　通讯连接示意

Fig. 5 Schematic diagram of communication connection

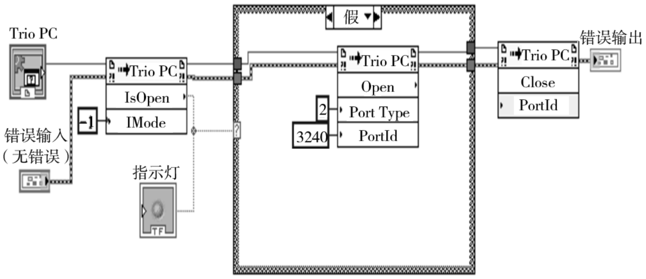

图 6　通讯连接程序

Fig. 6 Program chart of communication connection

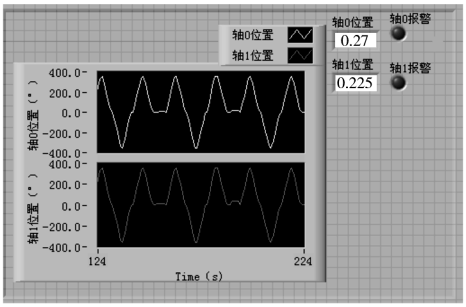

图 7　轴参数的实时显示面板

Fig. 7 Real-time display panel of the axis parameters

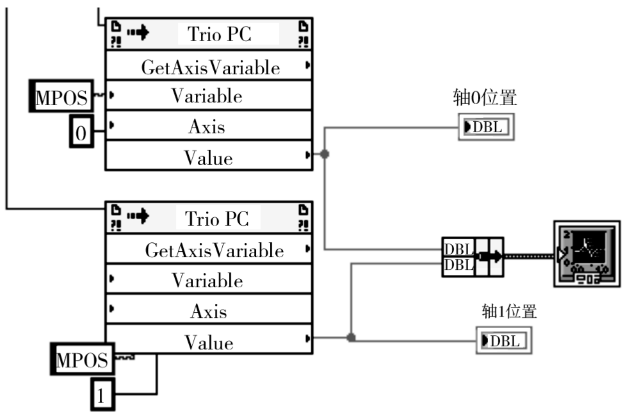

图 8　轴参数采集程序

Fig. 8 Axis parameters acquisition procedure

找出出错原因，从而纠正程序错误。

试运行过程中，此半仿真监控实验平台可以平稳、有效地执行命令。在此良好的基础上，其位置（套准）精度等可靠性标准便可以在实物平台上搭配更加先进的伺服驱动系统加以调试、验证。

4　平台测试

为保证印品的美观性，印刷时必须保障滚筒的套印精度，一般印刷品的套印误差要求控制在±0.1 mm内，在人眼可辨别的细微能力范围之内[10]。结合该实验设计印刷机组滚筒半径约为 75 mm，转换成角度约为 0.7643°/mm，由此推算出滚筒的定位精度约为±0.0764°。

在验证监控平台可靠性、有效性的过程中，依据测试要求输入数据参数，点击运行按钮、选择采集路径后开始测试过程。需要注意的是，在正式测量之前，必须要对被测轴进行回零操作，否则实验得出的数据缺乏可靠性。该实验设计对印刷机无轴传动实验台的机组滚筒轴进行了定位精度和重复定位精度的测试，其测试图表数据及分析如下所述。

4.1　定位精度测试

在轴的 0°～360°的运动范围内，每隔 60°取 1 个目标角度进行测量。从表 1 中的测试结果可以看出，该测试轴能够较准确地定位，而且定位精度误差远小于±0.0764°，满足定位精度的测试要求。

表 1　轴 0 定位精度测试数据

Tab.1 Test data of positioning accuracy of axis 0

目标角度/(°)	测量角度/(°)	误差/(°)
60	60.0023	0.0023
120	120.0065	0.0065
180	180.0035	0.0035
240	239.9978	0.0022
300	299.9963	0.0037
360	359.9971	0.0029

4.2　重复定位精度测试

在 0°～360°范围内随机选取 3 个角度重复 6 次进行测试，从表 2 中的测量结果可以看出精度误差远小于±0.0764°，能够满足设计要求中规定的精度要求。

表 2 轴 0 重复定位精度测试数据

Tab. 2 Test data of repeats positioning accuracy of axis 0

范围/(°)	选取角度/(°)	测量角度/(°)					
		第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次
0 ~ 120	86.0000	86.0020	86.0043	86.0048	86.0039	86.0056	86.0029
121 ~ 240	156.0000	156.0040	156.0029	156.0049	156.0046	156.0039	156.0027
241 ~ 360	322.0000	322.0047	322.0031	322.0018	322.0028	322.0024	321.9968

5 结语

在"PC+运动控制器+伺服电机"的多轴运动监控平台框架方案的基础上,研究开发了基于虚拟仪器技术的无轴传动多轴运动监控平台,利用 G 语言——LabView 分别对此监控平台的监测与控制程序进行了开发设计。当前大部分运动监控程序都使用一些编程语言,比如 VB 和 VC,这些程序都比较复杂并且操作界面的程序占编程工作的一大部分,降低了软件开发的效率。该研究借助于 LabView 直观友好的操作界面以及强大的 ActiveX 的外部接口能力实现了基于虚拟仪器技术(LabView)多轴运动监控程序的快速开发。最后,在完成了硬件设计和软件设计的基础上,对系统的定位精度做了初步测试分析,基本满足平台最初设计的功能及精度要求。由于实验设备属于半仿真平台,加上外界环境对信号传输的干扰等方面因素,平台累积精度误差还有较大的改善空间。该平台提出的研究方法——"无轴传动技术与虚拟仪器先进技术的有机结合"能够为平台的后续研发及误差的逐步缩小打下良好的基础,并最终提高无轴印刷机的开发及工作效率。

参考文献:

[1] 胡瑛,管力明,鲁聪达. 无轴印刷机构原理[J]. 包装工程,2006,27(3):100-102.
HU Ying, GUAN Li-ming, LU Cong-da. Principle of Shaftless Printing Presses[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(3):100-102.

[2] 周永仁. 无轴传动在印刷机上的应用[J]. 包装工程,2006,27(5):295-296.
ZHOU Yong-ren. Application of Shaft-less Drive Technology In Presses[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5):295-296.

[3] 杨乐平,李海涛. 虚拟仪器技术概论[M]. 北京:电子工业出版社,2003:1-3.
YANG Le-ping, LI Hai-tao. Introduction to Virtual Instrumentation Technology[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003:1-3.

[4] GOLDBERGH. What is Virtual Instrument[J]. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, 2000, 3(4):10-13.

[5] 刘乘,刘俊,刘颖君. 基于 LabVIEW 的包装测试虚拟仪器[J]. 包装工程,2008,29(8):89-90.
LIU Cheng, LIU Jun, LIU Ying-jun. Virtual Instrumentation of Packaging Test Based on LabVIEW[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(8):89-90.

[6] 景广,王哨军,董坤,等. LabVIEW 与其他应用程序的接口设计[J]. 电子测量与仪器学报,2007(S1):491-494.
JING Guang, WANG Shao-jun, DONG Kun. Interface Design of LabVIEW and Other Applications[J]. Journal of Electronic Measurement and Instrument, 2007(S1):491-494.

[7] Trio Motion Technology Motion Coordinator Technical Reference Manual[Z]. Trio Motion Technology Ltd, 2008.(余不详)

[8] LabVIEW User Manual[Z]. National Instruments Corporation, 2003.(余不详)

[9] 高瑞,苗长云,王中伟. 基于 LabVIEW 的多轴运动控制系统的设计与开发[J]. 天津工业大学学报,2008,27(6):58-61.
GAO Rui, MIAO Chang-yun, WANG Zhong-wei. Design and Development of Multi-axis Motion Control System Based on LabVIEW[J]. Academic Journal of Tianjin Polytechnic University, 2008, 27(6):58-61.

[10] JOVANOVIC L D. Optical Transmission System for Acquisition and Measurement of the Signals from the High-speed Rotating Shaft Conference Record-IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference[R]. Piscataway NJ USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2000:1308-1312.