

基于 LabVIEW 的转动惯量测量系统设计

张 勇 孙 宁 (桂林电子科技大学 机电工程学院 广西 桂林 541004)

摘要: 根据转动惯量测量试验要求, 基于图形化编程语言 LabVIEW8.2 为平台, 设计出一套转动惯量测量系统。该系统通过 LabVIEW 串口通信程序将采集数据传送到 PC 机, 由 LabVIEW 测量系统对数据进行转换、曲线拟合处理和计算, 实现了数据的实时获取、显示、存储。为简化曲线拟合处理程序, 采用了 LabVIEW 与 MATLAB 相结合的方法对数据进行曲线拟合, 得到了良好的效果。该系统满足了测量转动惯量试验的要求。

关键词: 转动惯量测量; LabVIEW; MATLAB

Design of Measurement System of Moment of Inertia Based on LabVIEW

ZHANG Yong, SUN Ning

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: According to the test requirements of measuring the moment of inertia and based on graphical programming language LabVIEW8.2, a measurement system of moment of inertia is designed. The system transfers the collected data to PC through the LabVIEW serial communication programming. The data are transformed, curve fitted and calculated by the LabVIEW measurement system, which realizes the acquisition, exhibition and storage of data in real-time. With the method of LabVIEW, combined with MATLAB to fit curve, the processing program of curve fitting is simplified. The system meets the test requirements of measuring the moment of inertia.

Keywords: moment of inertia measurement; LabVIEW; MATLAB

转动惯量是物体质量特性参数中的主要指标, 也是设备系统性能分析中的重要性能参数。在许多关系到国家命脉的重要产业领域中, 如: 航天、航空、战术导弹、汽车生产等领域, 对产品转动惯量的精度要求越来越高。同时, 提高测量速度、实现测量自动化以及实现测量设备的简单化、降低成本也是对测量系统开发提出的要求。而基于计算机的图形化虚拟仪器软件 LabVIEW 帮助我们实现了这一要求。LabVIEW 是由 NI 公司研制的一种用图表代替文本行创建应用程序的图形化编程语言。与其他基于文本程序设计语言相比, LabVIEW8.2 具有: 直观、易学易用; 通用编程系统; 模块化等优点^[1]。基于以上优点设计了一套通过单片机采集数据, 利用 LabVIEW8.2 丰富的库函数和强大的信号处理功能的转动惯量测量系统。本

文旨在介绍以 LabVIEW8.2 为开发平台的数据处理系统, 对单片机采集数据部分不做任何介绍。

1 转动惯量测量原理

转动惯量是刚体转动中惯性大小的量度。目前测量物体转动惯量的方法很多, 主要有: 扭转振动法、三线扭摆法、复摆法、单线扭摆法、单轴扭振法及落体法等^[2]。这些方法主要是基于扭摆原理测量物体的转动惯量。而本测量系统则是基于能量衰减原理对被测物体的转动惯量参数进行测量。通过推导可以得出被测物体转动惯量的计算公式为:

$$J_d = J_s \frac{T_d - T_0}{T_s - T_0} \quad (1)$$

基金项目: 国家自然科学基金(50965005); 广西制造系统与先进制造技术重点实验室主任课题(0842006-019-Z)

收稿时间: 2009-08-29; 收到修改稿时间: 2009-10-14

式中, J_s 为标准件的转动惯量, 可以通过理论计算精确的求出, T_0 、 T_d 、 T_s 分别表示在定转速区间内测量装置空载运行时、被测物体与测量装置共同运行时、标准件与测量装置共同运行时的能耗时间。分别测出能耗时间 T_0 、 T_d 、 T_s , 通过计算公式(1), 即可求出被测物体的转动惯量。该测量系统的重点是能耗时间的测量, 测量计时装置如图 1 所示。能耗时间由数字感应计时系统采集, 传输给 LabVIEW8.2 计算处理系统, 求出被测物体的转动惯量。

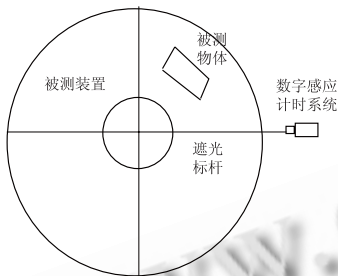


图 1 测量计时装置示意图

2 LabVIEW与串口通信

VISA(Virtual Instrument Software Architecture)也就是虚拟仪器软件结构体系的简称, 是对仪器驱动程序封装。仪器驱动程序通常是一组应用层次上的软件模块。在构建实际的仪器控制程序时, 可以按功能调用这组软件模块, 而无需了解和掌握底层的仪器命令集。通过 VISA 用户能与 RS-232 连接, 只需要对它编程, PC 就可以与单片机通信, 从而实现测量数据的读取、继电器的控制和命令的发送。在 LabVIEW 中建立 PC 与单片机串口通信^[3, 4], 基本步骤如下:

1) 初始化串口。利用 VISA Configure Serial Port. vi 设置串口通信的串口号、波特率、数据位、校验、停止位^[5]。要获得成功的串口通信, 必须设置 PC 与单片机的串口通讯的初始化参数一致, 否则无法实现串口通讯。数据采集系统中单片机的串口通信参数为波特率: 9600, 数据位: 8, 校验位: none, 停止位: 1。因而, PC 也必须设置相同。

2) 读写串口。利用 VISA Read. vi 和 VISA Write. vi, 分别可以从串口读人和输出数据。若要通讯双方获得正确的信息, 那么需要设置一定的通信协议。通信协议是指通讯双方通信时发出命令和收到应答的信息格式。本设计中的通信协议比较简单。PC 发送一个字节(0~FFH)命令码, 即共有 256 个命令码, 已足够本系统使用。系统只取部分数据作为命令码, 单片机会做出对应的应答。单片机软件设计的通信协议的

具体格式如表 1 所示。

表 1 通信协议

内容	字节长度	取值范围
起始符	1	'0'
数据	12	xxH
结束符	1	'e'

由于 LabVIEW 的串行通信函数只允许对字符串的读写, 因此在数据处理时, 必须进行字符串与数值之间的正确转换。此外, 读入当前串口中的字符, 采用 VISA Read 节点输入即可, 但要确定单片机上传的确切字节个数。为了使读取的数据更容易转换, 每次读完串口, 就用 VISA 清空 I/O 缓冲区.vi 来清空串口缓冲区。

3) 关闭串口。即函数 Close. vi。

串口通信参数的程序框图 2 所示。

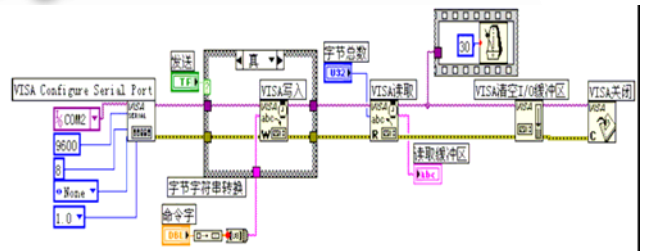


图 2 串口通信参数程序框图

3 继电器控制程序设计

继电器控制开关以“拨动开关”或者“按钮”形式放置主界面上, 并与数据采集系统继电器的控制状态相对应。当 PC 与数据采集系统连接成功后, 继电器处于可控制的状态。拨动开关输出数据类型属于布尔型, 要么 1, 要么 0, 与数据采集系统的 I/O 控制继电器的状态相吻合。在继电器设计里只有六个, 只需要一个字节的低六位即可, 余下高位是为命令字预留的。继电器控制程序框图如图 3 所示。接收到的字节转换成字符串, 然后通过 VISA Write. vi 函数写入串口, 就可以对继电器进行控制。

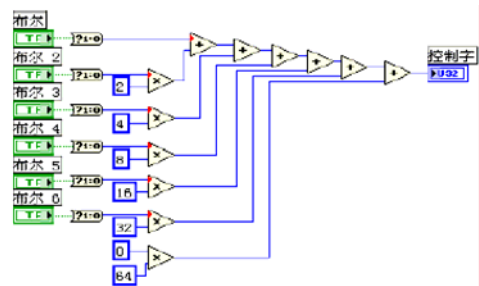


图 3 继电器控制程序框图

4 数据的接收与处理

4.1 数据的接收

在进行转动惯量测量时，软件需要接收单片机上传的数据，这些数据是最原始的数据，是以数据帧格式上传，需经过提取才能得到所要的信息。由于 VISA Read.vi 读入的数据帧的数据都是用 ASCII 码表示的字符串，不能用于数值计算，必须转换为数值。但数据帧中，数据部分有 12 个字节，前 4 个字节表示脉冲的次数，后 8 个字节表示该次对应的计数器的数值。可以按照图 4 所示将字符串转换成数值。

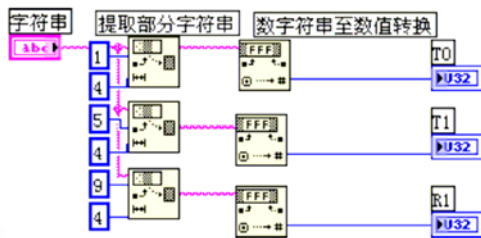


图 4 字符串转换成数值程序框图

为了满足计算要求，需要将转换后的时间数据换算成绝对时间，转换公式如下：

$$Time = \frac{65536 \times T_1 + R_1}{fosc} \times 12 \quad (2)$$

公式(2)中， T_1 为 T_0 计数器值； R_1 为 T_1 计数器值； $fosc$ 为晶振频率。并将转换后的数据显示在表格控件里，便于人工分析及观察测量系统运行是否正常。

4.2 数据处理

接收的数据，虽然做了预处理。但仍不能直接用来计算转动惯量，必须根据采集到的圈数 n 和时间 t ，按照回归拟合的步骤，求出定转速区间 $[w_1, w_2]$ 内的时间差，即能耗时间。由于在 LabVIEW 中，对曲线拟合的程序设计并不方便。因此，在 LabVIEW 中通过 MATLAB Script 脚本节点调用 MATLAB 曲线拟合工具箱 (Curve Fitting Tool Box) 来简化程序^[6]。LabVIEW 通过输入端把预处理的数组输入到脚本节点，作为拟合曲线的数据集合。在 MATLAB Script 脚本节点里写入命令：“cftool”，即可以弹出曲线拟合工具箱窗口 (Curve Fitting Tool)。通过 “data” 把装入的数组数据生成一个散点图；再由 “Fitting”，设置自定义函数 $f(x) = -a * \exp(-b * x) + a$ ；最后点击

应用按钮 “Apply”，生成所需要的拟合曲线，并记录参数 a 与 b ，求出时间差。曲线拟合程序框图如图 5 所示。

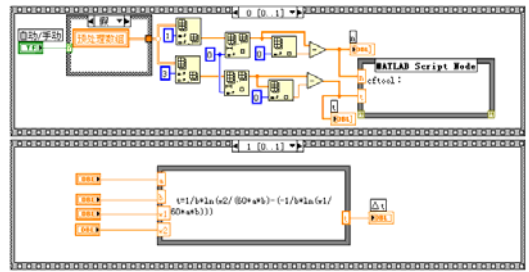


图 5 曲线拟合程序框图

5 系统实现

根据 LabVIEW 数据处理系统对采集到的数据进行处理后，即可得到定转速区间 $[w_1, w_2]$ 内的能耗时间 T_0 、 T_d 、 T_s ，然后根据公式(1)即可求出被测物体的转动惯量 J_d ，程序框图如图 6 所示。

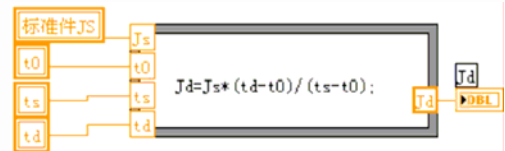


图 6 转动惯量计算程序框图

基于 LabVIEW8.2 开发的转动惯量测量系统是通过串口建立 PC 机与单片机间的通信。PC 机接收到单片机上传的数据后，通过图 7 所示的程序框图对数据进行转换、曲线拟合处理、计算，求出转动惯量参数。在程序的执行过程中实现了数据的实时获取、显示、存储。该系统保证了测量的顺利进行。

6 结论

本系统是以 LabVIEW8.2 为平台构建的转动惯量测量系统。该系统 PC 机通过串口实时读取单片机上传的数据，并通过对数据进行处理计算，实现了转动惯量的测量。在该系统中 LabVIEW 与 MATLAB 的结合使用，使程序设计更简单化，从而达到了对测量系统开发的要求。并且该系统在实际运行中可靠、有效、稳定，同时，还具有扩展性强、易于维护、成本低等特点。充分体现了虚拟仪器在控制系统中的应用地位。

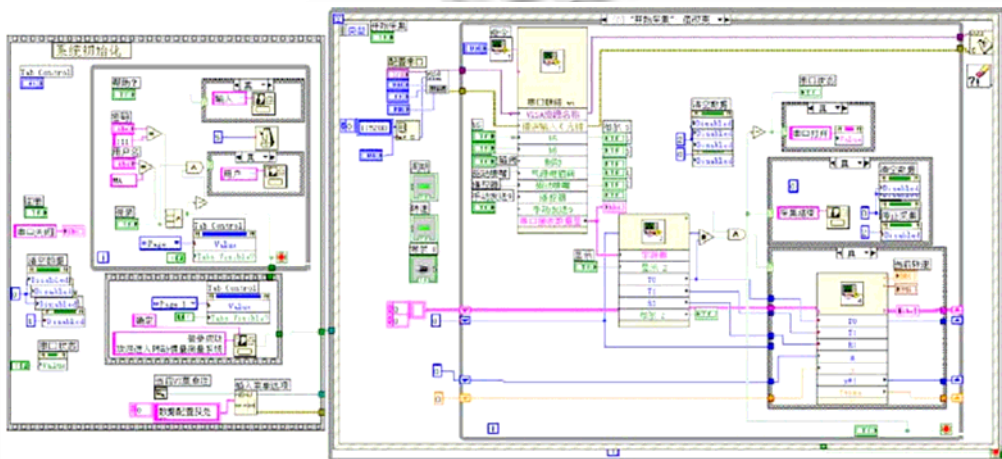


图7 系统结构主程序框图

参考文献

- 1 龙脉工作室, 岂兴明, 等. LabVIEW 8.2 中文版入门与典型实例. 北京: 人民邮电出版社, 2008. 4 - 18.
- 2 孙兴川, 张妮娜. 扭摆法测转动惯量的研究. 安阳师范学院学报, 2008, (2): 54 - 55.
- 3 钟绍俊, 许素安, 赵子恺. 可编程控制器与 LabVIEW 的通讯实现. 微计算机信息, 2003, 19(13): 19 - 20.
- 4 任丽丽, 张志杰. 基于 LabVIEW 的串口数据采集系统. 微计算机信息, 2008, 24(3-1): 56 - 57.
- 5 梁永湖, 孙宁. 基于 LabVIEW 实现 PC 与 PLC 的实时监控. 计算机系统应用, 2008, 17(12): 136 - 138.
- 6 苏金明, 张莲花, 刘波. MATLAB 工具应用. 北京: 电子工业出版社, 2004. 500 - 512.