

基于 ADuC7026 的动态称重传感器的设计

王宪菊, 李超

(南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 设计了一种基于精密数据转换器 ADuC7026 的快速动态称重传感器。整个系统采用上、下位机的模式, 下位机(传感器)主要完成信号放大、A/D 转换、数据采集、数据处理和数据传输; 上位机(计算机)通过 Visual C++ 创建一个图形用户界面, 此界面用于参数设定和数据接收, 上位机和下位机之间采用 RS-232 通讯协议。在介绍了系统的硬件组成和软件设计后, 针对动态称重的特点, 提出了一种新的数据处理方法—触发函数, 并给出了相应的程序流程图。该系统电路简单、工作稳定、精度高、参数设置灵活。

[关键词] 动态称重, 数据采集, ADuC7026, RS-232, VC++

[中图分类号] TP212.1 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2010)02-0017-04

Design of Dynamic Weight Sensor Based on ADuC7026

Wang Xianju, Li Chao

(School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

Abstract Based on ADuC7026, an accurate data converter, a fast dynamic weighing sensor is designed. The whole system adopts upper computer and subordinate computer between which ProtolRS-232 is used. The subordinate computer (sensor) is mainly used to accomplish amplifying signals, A/D conversion, data collection, processing and transmission. The upper computer (computer) uses Visual C++ to design a graphical user interface, which is used for parameter setting and data receiving. Having introduced the hardware components and software design, a new data processing method—trigger function is proposed, and for the characteristics of dynamic weighing, the corresponding program flow chart is given. Finally, a graphical user interface is introduced simply, which is based on MFC. The system has such advantages: simple circuit, stable working, high accuracy and alignment to set parameter, and thus has a good developing foreground.

Key words dynamic weight, data collection, ADuC7026, RS-232, VC++

称重与人类生产、生活息息相关, 在工业生产现场中, 有很多地方需要正常作业的同时测量出物料的质量。例如, 在医药生产中, 在灌注的同时测量出药液的质量; 快速分选系统要求物品在快速通过称重平台时就称量出其重量等。这种动态称重与日常生活中一般称重在概念上有很大的不同, 具有如下特点^[1,2]:

- (1) 被测对象或测量环境处于运动状态;
- (2) 在短时间内进行快速测量, 即在系统稳定前测出物品的质量;
- (3) 通常是一种连续作业的自动测量系统。

目前, 国外对动态称重研究起步较早, 国内尚处于早期研究阶段。国内市场上出售的称重产品多是以单片机为核心的静态称重仪表, 因单片机存储容量比较小, 系统资源有限, 运算速度较低, 只能实现平均滤波算法等简单的数据处理, 不能完成在动态称重中的运算量较大的数据处理任务, 无法满足动态称重系统要求的抗振动干扰能力强、响应速度快的要求。

随着国内外劳动力成本的提高以及国际市场环境对我国加工业的要求, 动态称重系统在食品包装、饮料灌装、缺件检测、果蔬分选等行业得到越来越广泛的应用。这对传感器的测量精度、操作界面、响应速度提出了更高的要求。本文基于以上要求设计了一款动态称重传感器。

收稿日期: 2010-03-08

通讯联系人: 李超, 博士, 教授, 研究方向: 机电一体化工程。E-mail: lichao@njnu.edu.cn

1 系统硬件设计

硬件设计主要包括嵌入式微处理器、称重传感器、变送器和通讯模块设计. 硬件系统结构框图如图 1 所示.

整个模块的信号控制流程如下: 由弹性测量元件和应变片组成的模拟称重传感器采集到被测重物的模拟信号, 变送器将微弱的模拟信号 (mV 级信号) 放大转换为标准模拟信号 ($0\sim 5V$), 标准信号被送入 CPU (嵌入在称重传感器内) 的 A/D 输入端, 利用 CPU 内部集成高达 $1MSPS$ 采样率的 12 位 ADC 对信号进行采样, CPU 对采样后的信号进行滤波和数据处理, 将处理后的数据通过 RS-232 发送至上位控制 PC/PLC. PC/PLC 可以随时向嵌入式 CPU 发送瞬时数据或均值数据命令, 并对 CPU 内部的参数进行读写操作; PC/PLC 可以通过判断传感器输送过来的数值进行进一步的后续处理.

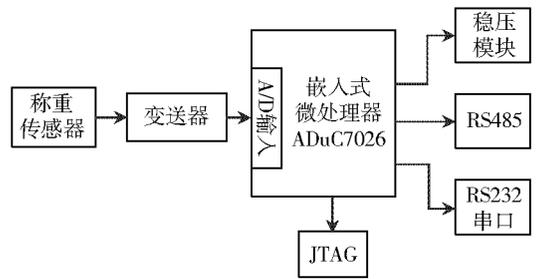


图 1 硬件系统结构框图

Fig.1 Block diagram of hardware system

1.1 嵌入式微处理器 ADuC7026

ADuC7026 是 ADI 公司生产的集成 ARM 7TDM I 内核的精密数据转换器, 具有 ARM 7TDM I 内核的编程能力, 集成了一个由 ARM 公司设计的 16/32 位 ARM 7TDM RISC 处理器内核, 最高处理能力高达 $45MIPS$. 输入最高支持 16 通道的 12 位 A/D 转换, 采样率高达 $1MSPS$ 适用于高精密测量与控制, 以及具有基本数字编程要求的数据采集系统^[3].

由于 ADuC7026 把高速 A/D 转换、D/A 转换以及具有 ARM 7TDM I 内核的微处理器集成在一个芯片内, 利用 ADuC7026 作为前端数据采集可以缩小数据采集系统体积, 简化电路, 提高模拟通道的信噪比和降低系统成本^[4].

1.2 称重传感器和变送器

传感器和变送器在仪器、仪表和工业自动化领域中起着举足轻重的作用. 传感器将非电量转化为电量, 而变送器是将传感器输出的非标准电信号转换为标准电信号的装置.

本系统采用的变送器将传感器的微弱信号 (mV) 转换为标准模拟信号 (如 $0\sim 5V$), 变送器的外部接线图如图 2 所示.

1.3 通讯模块

大量数据经过 ADuC7026 运算处理后, 需要传输给上位机的往往只是运算结果, 数据传输量不大, 因此采用串行通信方式. 考虑到兼容性, 系统采用 RS-232 和 RS-485 两种接口方式以方便 ADuC7026 与上位控制器之间的通信. 在系统调试过程中, 用户可以通过上位 PC 机, 利用 RS-232 向称重仪表发送信息, 以调整称重仪表的工作参数.

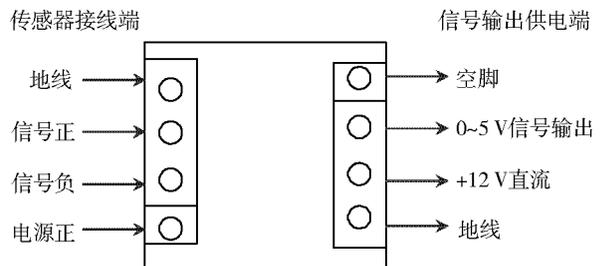


图 2 变送器的外部接线图

Fig.2 External wiring diagram of transmitter

使用 ADuC7026 的 UART 接口与 PC 通信时, 由于 PC 串口是 RS-232 电平, 为了确保电平匹配, 系统采用 MAX232 芯片完成电平转换. ADuC7026、MAX232 以及 PC 之间采用典型的零调制三线制方法连接, 如图 3 所示.

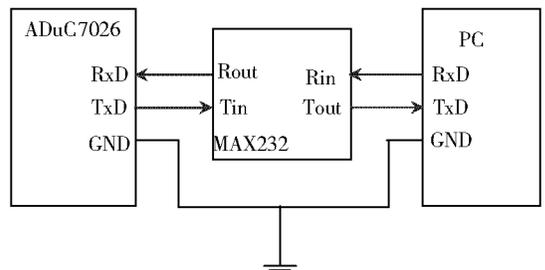


图 3 ADuC7026 与 PC 连接

Fig.3 ADuC7026 connection with PC

本系统选用性能价格比较高的 MAX485 芯片实现 TTL 电平到 485 电平的转换, 并且 RS-485 通讯电路与主电路之间采用高速光电耦合器件 6N137 进行隔离^[5], 进一步保证电路的安全.

2 软件设计

动态称重要求在短时间内完成测量, 在软件设计上除了考虑静态因素以外, 更重要的是要解决动态称重外界干扰大和测重间隔短所造成的称重误差较大的问题. 影响动态称重精度的因素主要有物料对称重平台的直接和间接冲击、其他需要运行的机械部件的振动、传感器弹性元件的动态特性以及电磁干扰等诸多方面, 它使称重传感器的输出信号叠加了一个交变分量, 处理不好会产生很大的称重误差, 因此如何对称重传感器输出的信号进行处理, 快速得到高精度称重结果是动态称重需要解决的主要问题^[6]. 本文提出一种新的软件设计方法—触发函数, 即在连续动态称重下, 用户可以通过触发函数选择在最“恰当”的时机“捕捉”最真实的称重数据, 并在进行快速采集和滤波处理后把最终的计算结果储存在嵌入式 CPU 的存储器里, 当上位机 (PC /PLC) 向其发送读称重值信号指令时, 下位机立即送出当前的存储值和状态信号 (也可设置成自动向上位机发送称重值). 这样就有效地保证了称重精度.

2.1 触发原理

对于称重系统而言, 称重的过程就是被称物品先对称重平台 (传感器) 施加一个幅度与物品重量相当的阶跃输入信号, 称重系统对这个输入信号的稳态响应值反映出物品的重量. 但在快速称重过程中, 常常无法等待到系统完全进入稳态, 甚至输入系统的信号不仅仅只是物品重量产生的阶跃信号, 还有很多由于快速称重工艺而无法避免的干扰信号. 例如快速称重中应用最广泛的传送带称重过程 (触发原理图如图 4 所示). 由于物料冲击和机械振动, 重物刚被运输到称重平台上有一个短时间的波动, 即在建立时间这段时间内, 为信号的伏动期. 随着物品在称重台上的移动, 信号渐渐趋于平稳, 进入稳定期 (实际还会有高频震动波), 这段时间为称重的最佳时期, 系统应在此期间尽可能多的采集数据并进行算术平均, 以去除其它高频震动对实际重量值的影响. 称重时间结束, 称重值保存到 EEPROM 中. 其中触发水平、建立时间、测量时间为触发的 3 个参数, 这 3 个参数可通过上位机进行设置. 在实际应用中, 当称重系统工作频率确定后, 上位 PC 机可以检测绘制出实际的响应曲线, 根据响应曲线上实际测出的数据设置参数的最佳值.

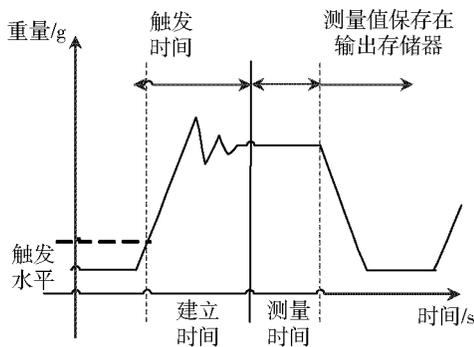


图 4 触发原理
Fig.4 Trigger principle

2.2 触发函数的实现

由于动态称重系统要求实时性比较强, 因此触发函数利用中断程序实现. 如图 5 所示, 当处理器检测到 A/D 转换值大于触发水平值时, 启动定时器 0 定时时间为“建立时间”, 在这段时间内, 由于称重信号有波动, 因此, 处理器对这段时间的 A/D 转换值不做任何处理, 同时打开定时器 1, 定时时间为“测量时间”, 这段时间称重信号进入稳定阶段, 为称量的最佳时间, 信号比较稳定, 需要采集这段时间的 A/D 转换值, 做简单的平均滤波算法, 得出物品的重量值. 由于每次采样都会不可避免地受到干扰信号的影响, 所以参与平均算法的数据采集量直接关系到物品的称重精度, 这也是选取采样率高达 1MSPS 微处理器 ADuC7026 的原因. 测量时间结束,

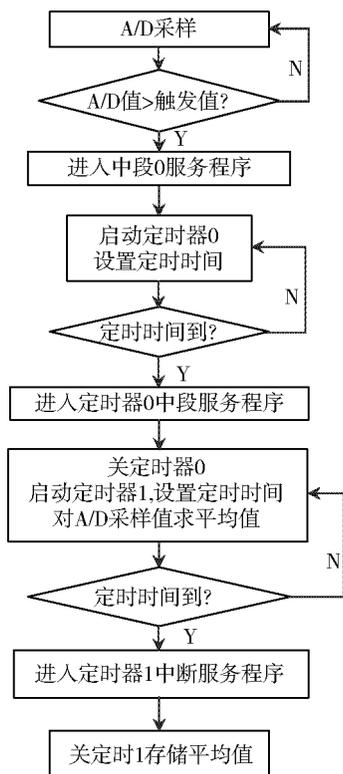


图 5 触发函数的实现框图
Fig.5 Block diagram of trigger function

将得到的称重值保存在 EEPROM 中, 等待上位机发读取指令. 触发函数的实现程序框图如图 5 所示.

3 图形用户界面

图形用户界面是在 Windows 操作系统下利用 MFC 编程实现的^[7]. 如图 6 所示, 此界面由“通讯”、“参数”、“测量”、“图形”和“触发”属性页组成. “通讯”属性页用来设置通讯的波特率、数据位、停止位、奇偶校验位等参数. “参数”属性页主要方便用户选择传感器的滤波方式、滤波器的截止频率、数据采样率、输出率等参数. “测量”属性页主要是接收显示下位机传送的实时称重值、最大值和最小值. “图形”属性页是以曲线的方式显示称重值, 横轴为时间, 纵轴为称重值. “触发”属性页是为用户设置触发参数所用, 例如触发值、建立时间和测量时间等.



图 6 图形用户界面

Fig.6 Graphical user interface

4 结语

本系统成功地将精密微转换器 ADuC7026 应用到动态称重传感器的系统开发中, 充分利用了 ADuC7026 高精度的 A/D 转换接口和强大的数据处理能力. 触发函数的使用大大减小了动态称量的时间, 提高了系统响应速度和称重精度.

[参考文献] (References)

- [1] 施昌彦. 动态称重测力技术的现状和发展趋势 [J]. 计量学报, 2001, 22(3): 201-205.
Shi Changyan. The status and development of dynamic weighing measuring technology [J]. Acta Metrologica Sinica, 2001, 22(3): 201-205. (in Chinese)
- [2] 程路, 张宏建, 曹向辉. 车辆动态称重技术 [J]. 仪器仪表学报, 2006, 27(8): 943-948.
Chen Lu, Zhang Hongjian, Cao Xianghui. Vehicle dynamic weighing technology [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2006, 27(8): 943-948. (in Chinese)
- [3] Analog Devices Inc. ADuC7026-precision analog microcontroller [EB/OL]. [2009-04-16]. <http://www.analog.com>, 2009.
- [4] 杜忠平, 林克正, 黄凌碧. 基于 ADuC7026 的网络化数据采集系统设计 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2006, 11(2): 80-82.
Du Zhongping, Lin Kezheng, Huang Lingbi. Design of networked data acquisition system based on ADuC7026 [J]. Journal of Harbin University of Sciences and Technology, 2006, 11(2): 80-82. (in Chinese)
- [5] 白仁刚. 基于嵌入式的称重系统 [D]. 杭州: 浙江大学信息学院, 2008.
Bai Rengang. Dynamic weighing system based on embedded system [D]. Hangzhou: School of Information, Zhejiang University, 2008. (in Chinese)
- [6] 张进. 基于 ARM7 的胶囊动态称重系统的研究与设计 [D]. 武汉: 武汉理工大学自动化学院, 2009.
Zhang Jin. Research on capsule dynamic weighing system based on ARM7 [D]. Wuhan: School of Automation, Wuhan University of Technology, 2009. (in Chinese)
- [7] 求是科技, 谭思亮, 邹超群. Visual C++ 串口通信工程开发实例导航 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
Qiu Shikeji, Tan Siliang, Zou Chaoqun. Visual C++ Serial Communication Engineering Development Examples Navigation [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2003. (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]