

文章编号:1671-251X(2012)02-0092-04

DOI:CNKI:32-1627/TP.20120113.1410.027

动态电子轨道衡数据采集系统设计

徐栋¹, 徐海贤², 崔婷婷³

(1. 广西工学院电子信息与控制工程系, 广西 柳州 545006; 2. 南宁铁路局科学技术研究所, 广西 柳州 545007; 3. 中国矿业大学(北京)信息工程研究所, 北京 100083)

摘要:提出了一种动态电子轨道衡数据采集系统的设计方案,重点介绍了影响系统性能的称重通道的硬件设计。该系统采用可编程增益放大器 AD625 及二阶低通滤波电路对传感器信号进行初步处理;采用带光电隔离的模入接口卡 PCI-8325B 实现 AD 转换,并通过 PCI 总线将数据送入前端主机进行软件处理,处理后的数据通过网桥或 Modem 送往终端计算机,实现数据的统一管理。试验结果表明,该系统满足工程实际应用需要。

关键词:动态电子轨道衡;称重通道;数据采集;重力传感器;AD 转换;PCI 总线

中图分类号:TD67 文献标识码:B 网络出版时间:2012-01-13 14:10

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120113.1410.027.html>

Design of Data Collection System of Dynamic Electronic Railway Scale

XU Dong¹, XU Hai-xian², CUI Ting-ting³

(1. Department of Electronic Information and Control Engineering of Guangxi University of Technology, Liuzhou 545006, China. 2. Science and Technology Research Institute of Nanning Railway Administration, Liuzhou 545007, China. 3. Institute of Information Engineering of CUMT. (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: The paper proposed a design scheme of data collection system of dynamic electronic railway

收稿日期:2011-10-25

作者简介:徐栋(1986-),男,山东淄博人,硕士研究生,研究方向为智能控制与智能自动化。E-mail:xudongd1128@163.com

包括建立 PLC 的连接、建立项目、使用测试客户机 3 个步骤。另外,PC Access 软件自带 OPC 客户机测试端,用户可以方便地检测系统通信质量及配置的正确性。LabVIEW 采用 Data Socket 函数访问 OPC Server,前面板的控件与 Data Socket Server 中的数据项绑定,不需要编程即可实现实时数据访问功能^[5]。

4 结语

基于 PLC 和 LabVIEW 的液压式定重装载监控系统已在工业现场应用,结果表明,该系统运行稳定、可靠,开发周期短,适合现场应用,主要表现在以下几个方面:

(1) 该系统在传统的定重装载装置上增设了液压缸,可同时测出定量斗和箕斗中的装煤量。

(2) 该系统集 PLC 控制的可靠性及 LabVIEW 强大的图形编程能力和可视化编程环境于一体,具有性能稳定、界面友好等特点。

参考文献:

- [1] 刘相文,王雷,陈义强,等.老主井提升定重装载系统改造新途径[J].矿山机械,2006(8):85-86.
- [2] 张宝龙.煤矿箕斗定重装载 PLC 控制系统[J].工矿自动化,2009(6):88-89.
- [3] 西门子(中国)有限公司.深入浅出西门子 S7-200 PLC[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [4] 于岩,巩炳静,田汝臣,等.箕斗定重装载系统的设计应用[J].山东科技大学学报:自然科学版,2004(1):62-63.
- [5] 曾路亚.基于 OPC 技术的 PLC 与 LabVIEW 通信实现[J].微计算机信息,2009(6):52-53.

scale and mainly introduced hardware design of weighing channel which influences performance of the system. The system uses AD625 and second-order low-pass filtering circuit to make primary process for sensor signal, and uses PCI-8325B to realize AD conversion for the processed data and sends the data to front host to make software process through PCI bus, then sends the data to terminal computer through network bridge or Modem to realize unified management for the data. The test result showed that the system meets with actual application requirements of object.

Key words: dynamic electronic railway scale, weighing channel, data collection, gravity sensor, AD conversion, PCI bus

0 引言

动态电子轨道衡是一种对行进中的货车进行动态称量的计量设备,其以自动化程度高、计量速度快、适应范围广、准确度高、性能可靠等特点,广泛应用于铁路、港口、码头、工矿企业。随着动态电子轨道衡的快速发展,在加快物流计量速度的同时,也给计量工作带来巨大压力,其计量性能的好坏关系到企业的经济效益^[1]。

动态电子轨道衡数据采集系统作为动态电子轨道衡的重要组成单元,用于将重力传感器输出的模拟信号转换成计算机能识别的数字信号,然后送入计算机进行计算和处理,得出所需的数据,其结构如图 1 所示。动态电子轨道衡数据采集系统性能的好坏(主要取决于它的精度和速度)决定着动态电子轨道衡计量性能的优劣。图 1 中,称重通道用于调理信号,是动态电子轨道衡数据采集系统的重要组成部分,它的采样速度、精度、抗干扰性能对动态轨道衡的计量性能、计量速度有较大影响^[2-4]。

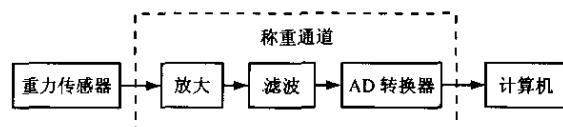


图 1 动态电子轨道衡数据采集系统结构

为了提高轨道衡计量的精度和适应采集与控制的
需要,本文介绍了一种新型的动态电子轨道衡数
据采集系统的设计,并着重介绍了影响系统性能
的称重通道的硬件设计。该系统采用基于 PCI 总
线的带光电隔离的数据采集卡作为动态电子轨
道衡数据采集系统的 AD 转换器。重力传感器
采集的模拟信号经放大、滤波处理后,送入 AD
转换器进行转换处理,最后通过 PCI 总线送入
计算机。计算机利用软件对信号进行再次处理,
得出相应的车辆重量、车型、来车方向等信
息。试验结果表明,该系统能确保动态电子轨
道衡的计量准确性及长期稳定性。

1 称重通道硬件设计

1.1 放大电路

放大电路采用 AD625 可编程增益仪表放大器, 其增益范围为 $1 \sim 10\,000$, 具有高精度、低失调电压、低功耗、低噪声、高带宽等优点, 广泛应用于电子秤、数据采集系统中。放大电路如图 2 所示。

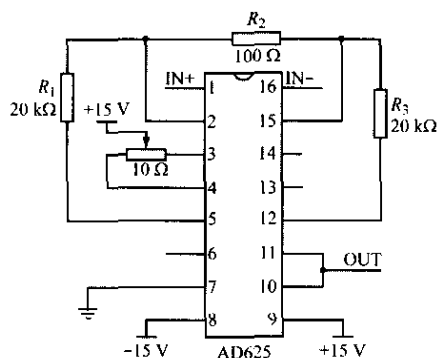


图 2 放大电路

针对重力传感器信号幅值大小,选择放大倍数为 G 。在电阻控增益方式下,仅需 3 个外接电阻(R_i (R_1, R_3), R_G (R_2))即可选择 1~10 000 倍增益放大范围。其中 R_i 为反馈电阻,一般情况下选择 $R_i = 20 \text{ k}\Omega$; R_G 为增益电阻。 G 的表达式为

$$G = \frac{2R_f}{R_g} + 1 \quad (1)$$

则

$$R_G = \frac{2R_f}{G-1} \quad (2)$$

图 1 中, $R_1=R_3=R_f=20\text{ k}\Omega$, $R_2=R_G=100\text{ }\Omega$,
由式(1)可得

$$G = \frac{2R_f}{R_G} + 1 = \frac{40\,000}{100} + 1 = 401$$

为了提高动态电子轨道衡数据采集系统的精度,在选择放大倍数时应尽量使输入信号经放大后幅值在 3/4 满度附近,这样得到的结果线性度最好。因此,可根据实际测量要求将放大电路中的 AD625 的增益电阻 R_G 改为滑动变阻器,则可实现增益的

调节。增益可编程调节范围根据增益电阻的阻值大小确定。另外,也可固定 AD625 的放大倍数,在数据滤波处理后进行二次放大,该二次放大电路的放大倍数可通过反馈电阻的阻值大小进行控制。

1.2 滤波电路

信号经放大后,要进行滤波处理。由于现场环境的复杂性及车辆自身横向摆动与垂向振动引起的干扰,使货车过衡波形中带有许多高频成分,为了消除这些干扰,采用有源二阶低通滤波器对调理后的信号进行滤波。二阶低通滤波电路如图 3 所示,该电路由 2 节 RC 滤波电路与反向比例放大电路组成,放大增益 $A_{uf} = -\frac{R_f}{R_1} = -1$ 。

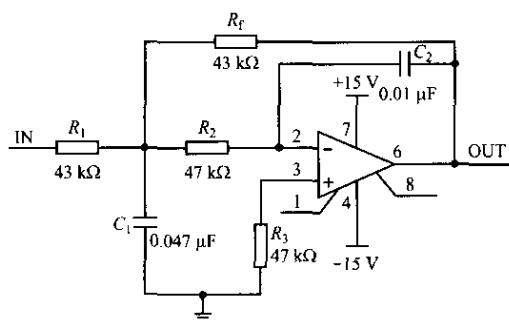


图 3 二阶低通滤波电路

其中通带截止频率 f_c 为

$$f_c |_{\text{Hz}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{43\,000 \times 0.047 \times 10^{-6} \times 47\,000 \times 0.01 \times 10^{-6}}} = 163$$

为验证该电路的有效性,通过 Proteus 仿真软件,用示波器观察其输入与输出关系,如图 4 所示,其中输入 IN 为上方曲线,输出 OUT 为下方曲线。

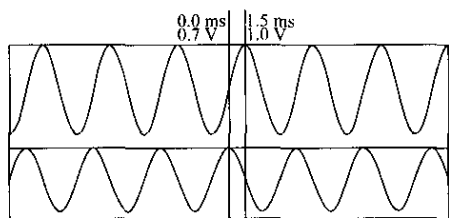
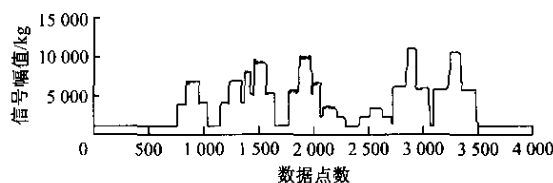


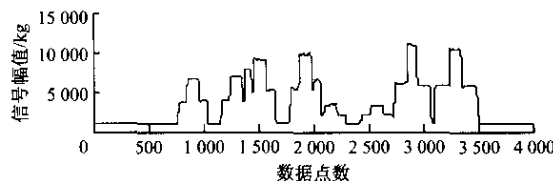
图 4 用示波器观察的二阶低通滤波电路输入输出波形

从图 4 可看出,输出信号的频率与输入信号一致,相位相差 45° ,说明二阶低通滤波电路不会改变信号的频率。当给定输入信号的频率为 163 Hz 时,输入信号的幅值约为 1 V,输出信号的幅值约为 0.7 V,输出信号的幅值明显小于输入信号的幅值。显然,此时电路的放大作用已不理想,说明通带截止

频率 f_c 接近 163 Hz,通带截止频率与理论分析计算一致。二阶低通滤波电路的滤波效果如图 5 所示。



(a) 原始数据波形



(b) 滤波后波形

图 5 二阶低通滤波电路的滤波效果

1.3 AD 转换电路

AD 转换部分由 PCI-8325 光电隔离型模入接口卡实现,适用于提供了 PCI 总线插槽的 PC 系列微机,具有即插即用(PnP)的功能,比较适合恶劣环境的工业现场数据采集。

PCI-8325 光电隔离型模入接口卡主要由多路模拟开关选通电路、高精度放大电路、模数转换电路、光电隔离、DC/DC 电源电路、先进先出(FIFO)缓冲存储器电路、开关量输入输出电路及接口控制逻辑电路等部分组成。该卡采用三总线光电隔离技术,使被测量信号系统与计算机之间完全电气隔离。同时,该卡自带 DC/DC 隔离电源模块,无需用户外接电源。

PCI-8325 光电隔离型模入接口卡分为 A 型卡和 B 型卡两种产品。A 型卡为 12 bit 转换分辨率,B 型卡为 16 bit 转换分辨率;单端 32 路/双端 16 路模拟量输入,输入信号范围为 $0 \sim 10 \text{ V}$ 、 $\pm 5 \text{ V}$ 、 $\pm 10 \text{ V}$ 。本文设计的 AD 转换电路选择具有双端输入的 B 型卡,输入范围为 $\pm 10 \text{ V}$,转换时间为 $10 \mu\text{s}$ 。AD 转换输出码制为双极性二进制偏移码。

以 16 位 AD 转换为例,输入双极性信号 $-10 \sim +10 \text{ V}$,转换后得到 $0 \sim 65535$ 的数字量,数字量 0 对应的模拟量为 -10 V ,数字量 65535 对应的模拟量为 $+10 \text{ V}$,这种编码方法称为双极性偏移码,其数字量值与模拟电压值的对应关系可描述为

$$\text{模拟电压值} = \frac{\text{数字量}}{65536} \times 20 - 10$$

式中:数字量/65536 为数字量相对于满额数字量所占的比重。

PCI-8325 光电隔离型模入接口卡 AD 转换启动方式可以选用程控频率触发、程控单步触发、外部 TTL 信号触发及外部时钟同步触发等多种方式。AD 转换后的数据结果通过 FIFO 缓冲存储器缓存后由计算机通过 PCI 总线读出。

AD 转换电路选用 16 位高精度采集芯片 ADS7809 作为 PCI-8325 光电隔离型模入接口卡的模数转换器件,采样速率达 100 kHz,内部自带采样保持和 2.5 V 精密基准电源,片内自带时钟。在设置好启动方式,清空 FIFO 缓冲存储器并允许芯片工作后,检测到触发信号,PCI-8325 光电隔离型模入接口卡开始采样,采样数据串行输出。

动态电子轨道衡数据采集系统中的模拟量输入通道为 2 路,为避免干扰,提高采集精度,将不使用的通道就近对地短接(不要使其悬空),以避免造成通道间串扰和损坏通道。为保证安全及采集精度,应确保系统地线(计算机及外接仪器机壳)接地良好。特别是使用双端输入方式时,为防止外界较大的共模干扰,应注意对信号线进行屏蔽处理。

2 系统软件设计

采样数据经过硬件处理后,送入计算机还需进行软件设计。系统软件设计主要实现数字滤波、车重计算、车型识别等功能。

由于货车在过衡过程中,从重力传感器输出的电压会受到车辆本身的横向摆动及纵向震动、车辆的冲击引起台面震动、传感器的共振、工频及电磁干扰等外界多方面因素的影响,使得输出电压会叠加许多交变分量。由于滤波电路不能完全去掉不相关的干扰信号,因此,还需利用计算机编制的软件程序对采样数据进行数字滤波处理,以减少干扰信号,提高后续处理的运算精度^[5]。

采样数据经过数字滤波后进入称重算法阶段,该阶段实现车辆的称重处理。对于标准四轴车辆,在不断轨、单台面、转向架计量方式下,车辆总重采取两头转向架称重再求和的方式,即通过称重算法先计量前转向架的重量,再计量后转向架的重量^[6-7]。

车型识别需要将各车辆的测量信息与轨道衡车号自动识别系统进行匹配,得出每辆车的信息文件,从而可识别每辆车的车型。

前端主机对送入的过衡数据进行处理,并将其作为一个完整的检测周期,求出相应的结果后,重新

开始进行下一个检测周期,如此不断循环下去,求得的结果通过网桥或 Modem 送往后端主计算机,并由主计算机对数据做进一步处理。前端主机的工作流程如图 6 所示。

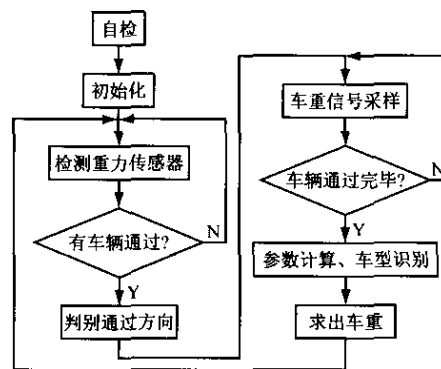


图 6 前端主机的工作流程

3 结语

动态电子轨道衡数据采集系统选用可编程增益放大器 AD625 及二阶低通滤波电路对物理信号进行初步处理,满足 AD 转换器的量程电压需要及有效改善信号信噪比;为满足采集与控制的需要,采用基于 PCI 总线的 PCI-8325B 光电隔离型模入接口卡作为系统的 AD 转换器,实现信号与计算机间的电气隔离;经硬件处理后的信号通过 PCI 总线送入前端主机进行软件处理,实现数字滤波、车重计算、车型识别等功能;之后信号通过网桥或 Modem 送往终端计算机,实现数据的统一管理。试验结果表明,该系统能很好地实现对传感器信号的放大、滤波、AD 转换功能,精度高,运算速度快,满足工程实际应用需要。

参考文献:

- [1] 赵德永. 动态轨道衡系统的波形分析[J]. 铁道技术监督, 2007(5): 47-49.
- [2] 徐俊杰, 李霞. 动态电子轨道衡数据采集系统设计[J]. 衡器, 2003, 32(4): 10-11.
- [3] 陈建权. 基于 C8051F020 的轨道车辆动态称重系统研究[D]. 大连: 大连交通大学, 2008.
- [4] 吴志刚. 动态电子轨道衡称重原理分析[J]. 有色金属, 2006(1): 29-33.
- [5] 高文鹏, 相龙艳, 卢秀春. 动态电子轨道衡软件的设计[J]. 衡器, 2002, 31(5): 21-22.
- [6] 张玉英. 动态电子轨道衡系统设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [7] 张智宏, 钱建生, 陈治国, 等. 轨道数据的远传及上网发布[J]. 工矿自动化, 2002(1): 34-35.