

# 基于 LabVIEW 的发动机排气波采集系统设计<sup>①</sup>

## Design of Data Acquisition System for Engine Exhaust Wave System Based on LabVIEW

杨群立 许勇 范晓梅 (桂林电子科技大学 计算机与控制学院 广西 桂林 541004)

**摘要:** 针对在发动机排气波采集过程中对采集系统在速度和精度方面的要求, 将计算机的声卡与 LabVIEW 相结合, 设计了排气压力波采集系统。介绍了声卡硬件特性、转换电路的设计、软件部分的设计和系统标定。应用该系统对发动机排气波进行了采集实验, 结果表明: 系统可以实时、精确的采集发动机排气压力波。

**关键词:** 数据采集 声卡 排气波 LabVIEW

### 1 引言

随着 DSP(数字信号处理)技术日渐成熟, 计算机声卡通过集成 DSP 技术显著地提高了信号处理能力。它同时具有的 A/D 和 D/A 转换功能, 加上成本优势和非常良好的性能稳定特点, 使声卡可以作为一个优秀的数据采集系统<sup>[1,2]</sup>应用。另外它的兼容性、灵活通用性和软件特别是驱动程序的升级方便, 使得它的应用更为普遍。

LabVIEW 是美国国家仪器公司(简称 NI 公司)开发的具有革命性的图形化虚拟仪器开发环境, 是业界领先的测试、测量和控制系统的开发工具。它具有强大的信号采集、测量分析和数据显示功能, 它集开发、调试、运行于一体, 提供了几乎所有经典的信号处理函数和大量现代的高级信号分析工具, 而且 LabVIEW 是基于图形化编程 G 语言的虚拟仪器开发平台, 它提供了一种全新的编程方法, 即直观的前面板与流程图式的框图形式的程序, 程序结构清晰、易学易用, 特别适合硬件工程师、实验室技术人员及生产线工艺技术人员学习和使用, 并可以在很短的时间内掌握并应用于实践<sup>[3,4]</sup>。

本文利用计算机的多媒体声卡代替价格昂贵的商用数据采集卡, 以 LabVIEW 为软件开发平台, 设计了发动机排气压力波采集系统, 该系统在保证排气压力

波采集的实时性和高精度的同时大大降低了数据采集系统的开发成本和使用成本。

### 2 系统整体设计

多缸发动机的汽缸周期性的交替工作, 由此带来了周期性的排气过程, 发动机故障必然影响气缸周期性的工作, 也必然在排气过程产生的排气压力波上得到反映, 即排气压力波与发动机工况有必然联系, 所以将排气压力波作为一种发动机故障检测手段。凸轮轴与气缸的近排气门相连, 凸轮轴旋转一转, 发动机曲轴旋转两转, 也即一个气缸完成四个冲程。为将气缸与压力波对应, 在采集排气压力信号的同时, 通过安装在与凸轮轴同轴的轮盘上的霍尔传感器采集排气开始信号<sup>[5,6]</sup>。

系统主要分为传感器、信号处理电路、声卡(集成或独立均可)、虚拟仪器上层软件四部分, 系统框图如图 1 所示。

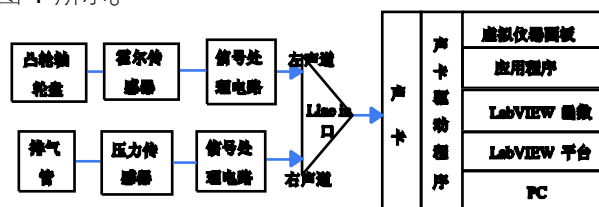


图 1 数据采集系统框图

① 基金项目:国家自然科学基金(60745001,F030402)

收稿时间:2009-01-15

## 2.1 硬件部分

系统的硬件主要包括传感器和作为数据采集卡的声卡。

声卡的信号输入一般有 Line In 和 Mic In 两种插孔,都使用三线制:左声道、右声道、地线。Mic In 口为话筒直接输入,内部有前置放大电路,输入电压小于 50mv, Mic In 口的左右声道在电路上是连通的,在通过 Mic 口实现双路信号输入时,实质上是将同一个信号同时输入左右声道; Line In 口是用来输入 CD 等设备信号,一般输入信号电压范围为 -1v ~ +1v,且在内部左右声道独立输入,可实现双通道输入。为实现对排气开始信号和气缸排气波的同步采集,使用 Line In 口实现双通道输入。

系统采用的霍尔传感器为 AH44E,压力传感器使用苏州双桥压力传感器生产的 CYG1409 水冷式高频高温压力传感器,两者的输出信号分别为 5V 方波和 0~5VDC,需要处理传感器的输出信号以满足 Line in 口输入条件。压力波信号和霍尔传感器信号的处理电路如图 2 所示:

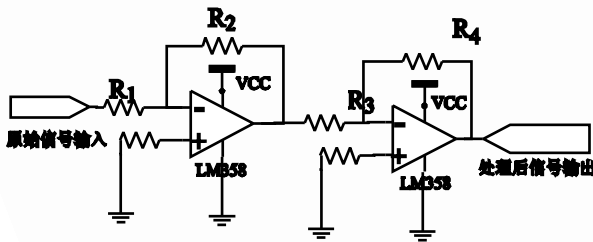


图 2 信号处理电路

## 2.2 软件部分

LabVIEW 内部集成很多模块,它们为各种数据采集硬件、以太网系统无缝集成提供了方便。LabVIEW 函数库中 Sound Input 模板提供了数字声音记录的节点,在所设计的系统中软件部分用到的模块有:

\* SI Conifg 节点 用于设置声卡的参数和数字声音格式,如缓存区大小、采样速率、采样通道数(单通道或双通道)、样本位数(8bits 或 16bits)。本文虚拟示波器用双通道采集数据,缓存区大小为 100000 bytes,样本位数为 16bits。

\* SI Start 节点 驱动声卡开始采集数据。

\* SI Read 节点 从缓存区读取数据。根据不同的数字声音格式,读取相应数据格式的数组。

\* SI Stop 节点 停止采集数据。

\* SI Clear 节点 释放声卡占用的计算机资源。

利用这些数字声音记录节点,即可实现数据的采集。在系统中,结合 LabVIEW 的滤波模块、存储波形模块、电子表格写入模块,对数据进行了初步的处理和存储,在 LabVIEW8.5 环境中编程将各个模块连接后的程序框图如图 3 所示。

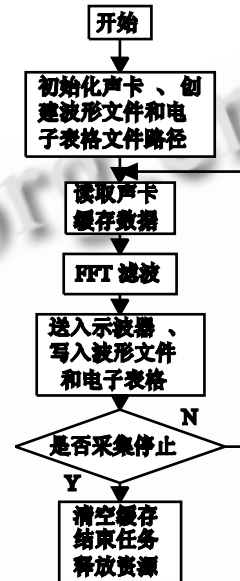


图 3 程序流程图

## 2.3 系统性能测定

信号通过在声卡的 Line in 口输入后,根据所选参考电压,AD 芯片将电压转化成数据,然后送入内部存储单元中存储,等待 CPU 以 DMA 方式存取。传感器的信号输出后,要通过图 2 设计的信号处理电路的处理和计算机声卡内部 AD 芯片的转化,为了保证系统采集数据的准确性,LabVIEW 系统所采集的数据与传感器实际输出的电压值间要进行标定。为尽量减小误差,标定方式采用整体标定法。

标定使用数字信号发生器与 RIGOL 数字存储示波器。数字信号发生器的作用是用来生成信号作为系统标定的输入,数字示波器用来测定 Line in 口实际输入的电压和波形。输入信号电压范围为 0~5V,为安全起见,信号调理电路比例为 1:0.1。实验测得的输入与输入关系如表 1 所示。

由表 1 可以发现,输入信号在 1~250mv 区间时,实际值与采集值之间近似呈线性关系,在高于 250mv 时的线性关系产生了很大变化。为此,在 250mv 附近测量了的几组数据,其波形图如图 4 所示:

表1 系统线性度测量

真实电压 (单位:mv)	声卡数据 (均值)	比例
1	1.91	1.91
5	9.475	1.895
15	28.425	1.895
30	57.21	1.907
50	95.6	1.912
100	190.8	1.908
200	382	1.91
250	476.3	1.905
270	499.5	1.85
300	534	1.78
400	535.5	1.335
500	536.5	1.073

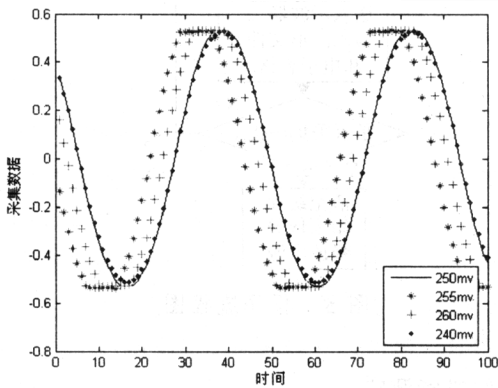


图4 输入电压为 250mv 左右时的数据曲线

通过上图可以发现,当声卡 Line in 口实际输入信号的电压大于 250mv 时,Line in 口内部电路出现电压截止效应,输入信号通过内部电路处理后出现了失真。因此,需要对图 2 所示电路参数进行修改,将传感器信号调至声卡的线性区。

#### 2.4 实测数据

应用上述改进后的系统对排气压力波进行了实测实验。图 5 为实际测量波形,实验用发动机为吉利三缸 A8 发动机(为观察方便,排气信号的幅值做了调整)。

通过实验采集数据可知,系统实现了实时、快速、高精度的数据采集任务,保证了数据的可靠性。同时,

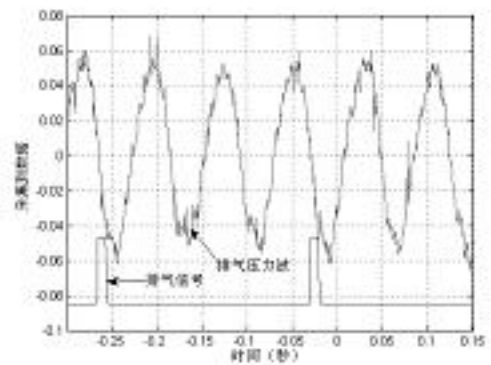


图5 实测压力波和排气信号

通过采集数据与理论数据的对比,也验证了排气波作为一个诊断手段的可行性。

### 3 结语

利用计算机声卡和虚拟仪器开发工具 LabVIEW 设计了发动机排气波采集系统,较好的实现了快速、实时、高精度的数据采集任务,同时降低了实验成本。与 LabVIEW 的结合,缩短了系统软件的复杂度。

本系统适合于任何一台装有声卡的计算机,具有廉价、方便、稳定、性能可靠、精度高等优点,能够适应各种恶劣环境的测试需要,测试结果可靠,体现了虚拟仪器的优点。

#### 参考文献

- 1 孙红兵,莫永新.基于声卡与 LabWindows 的火焰温度实时测量系统.仪表技术与传感器,2007(7):30-30.
- 2 高国华,张永忠.基于声卡的便携式齿轮箱故障诊断系统开发.计算机工程与设计,2004,25(3):371-373.
- 3 陈敏,汤晓安.虚拟仪器开发环境 LabVIEW 及其数据采集.计算机工程与设计,2001(5):61-63.
- 4 郑利锋,杨小雪,张汉全.基于 LabVIEW 的虚拟频谱分析仪设计.自动化与仪器仪表,2002(5):4-7.
- 5 李兆文.汽车排气系统的声振特性研究[硕士学位论文].合肥:安徽农大,2006:19-20.
- 6 刘崢,王建晔.汽车发动机原理教程.北京:清华大学出版社,2001.