

# 基于 AD 卡和 LabVIEW 软件的计算机实测物理实验

孙梦超, 原 媛, 俞 熹  
(复旦大学 物理学系, 上海 200433)

**摘要:** 以 AD 卡 (Analog-to-Digital-Convert-Card) 作为硬件接口, 在 LabVIEW 软件中编写程序, 实现功能丰富的计算机实测教学实验。

**关键词:** AD 卡; LabVIEW; 虚拟仪器; 计算机实测实验

## 1 引言

在现代物理实验中, 利用计算机来对各种物理量进行监视、测量、记录和分析, 可准确地获取实验的动态信息, 因而有利于提高实验精度, 有利于研究瞬变过程, 更可以大大节省实验工作人员的劳动强度和工作量, 这是现代物理实验的发展方向。为了在物理实验教学中向同学们介绍这种技术, 本文使用 USB-1208FS 型号的 AD 卡和 LabVIEW 平台下自主编写的“A/D Card Universal Model”软件, 设计了计算机实测技术的教学实验。

在计算机实测物理实验技术中, A/D 卡 (模拟/数字信号转换卡) 以其体积小、性能优良、价格低廉、控制灵活等优势, 获得了越来越多科研工作者的青睐。本文中所用的 USB-1208FS 型号 AD 卡, 最高采样频率为 50,000 S/s。

在控制硬件的软件设计中, 使用最广的是 NI 公司的 LabVIEW 软件。LabVIEW 软件数据采集、处理功能强大, 与各种硬件兼容性好, 且采用图形化编程, 增加了编程的灵活性, 是硬件控制的行内标准。

## 2 实验设计

### 2.1 实验装置

图 1 是实现本实验的原理图。实验装置将实验中产生的各类物理信号 (电学信号、光线信号、力学信号、热学信号等) 传递给传感器; 传感器将这些信号转换为电学模拟信号, 之后传递给 AD 卡; AD 卡将电学模拟信号转换为数字信号, 传递给计算机; 计算机中的软件 (本实验中为自编写的“A/D Card Universal Model”软件) 完成数据的读取、处理、分析、打印、保存等功能。

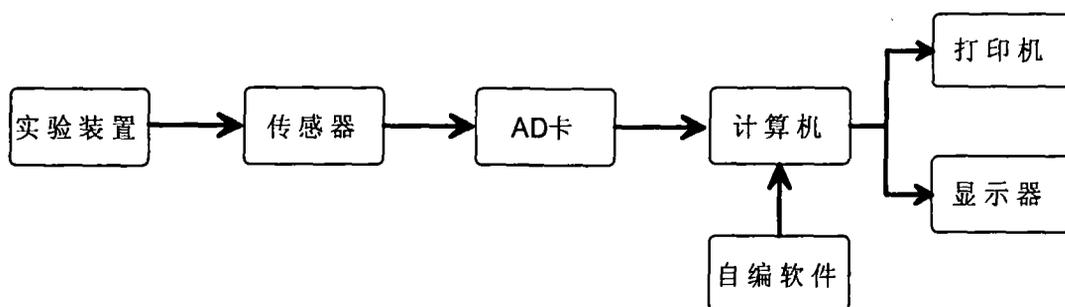


图 1 计算机实测物理实验原理图

**作者简介:** 孙梦超 (1989-), 男, 河北人, 复旦大学物理学系 2007 级本科生。

**指导教师:** 原 媛 (1982-), 女, 山西长治人, 复旦大学物理学系助理工程师, 硕士, 从事理论物理和物理实验教学研究。

如果实验装置产生的信号是电学信号,则无需传感器这个环节,直接将电学信号输入AD卡即可。在本实验中,实际测量的是信号发生器产生的电学信号。其它类型物理信号的测量可以参看“3 实验拓展”部分。

## 2.2 软件设计

为实现教学目的,编写了一款“A/D Card Universal Model”软件。该软件集数据采集和处理于一体,实现了数据采集、文件存取、定标、FFT变换、坐标变换、函数拟合等功能,可灵活地满足各类教学需求。图2为该软件结构图。

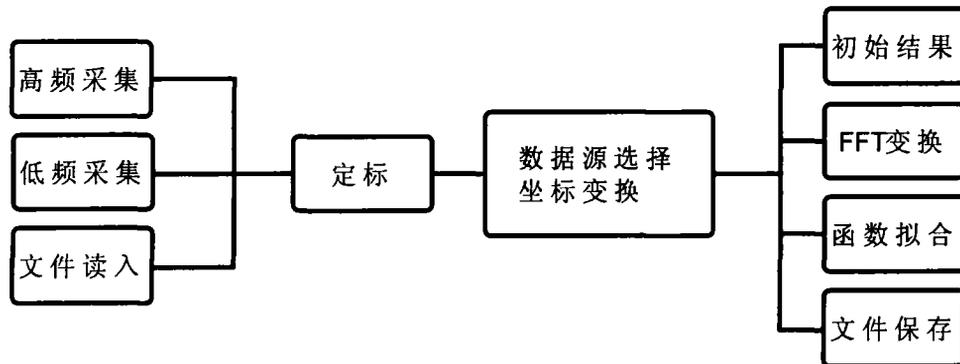


图2 软件实现结构图

软件编写过程中,已将软件可实现的所有功能以子VI的形式模块化,使得该软件的移植性、拓展性良好。如需更换不同型号的AD卡,只需重新编写“高频采集”和“低频采集”两个模块即可;如需更换不同的传感器,只需更改“定标”模块的定标数据即可。

软件的功能实现和界面在下面的“实验设计”部分介绍。

## 2.3 实验设计

在该实验设计中,实验内容包括电学信号的采集、正弦信号的函数拟合、FFT变换、数据文件读入、微分和二次微分运算等内容。

### 2.3.1 电学信号的测量与数据处理

图3中的白线是以40,000 S/s的采样频率采集的3,208Hz的电学信号。由于采样频率是信号频率的10倍以上,所得的结果失真很小。图3中的红线是将数据进行正弦函数拟合的结果。从右上角的标签中可以看到,该软件还提供了线性拟合、指数拟合、对数拟合、多项式拟合、任意函数拟合等多种拟合处理。

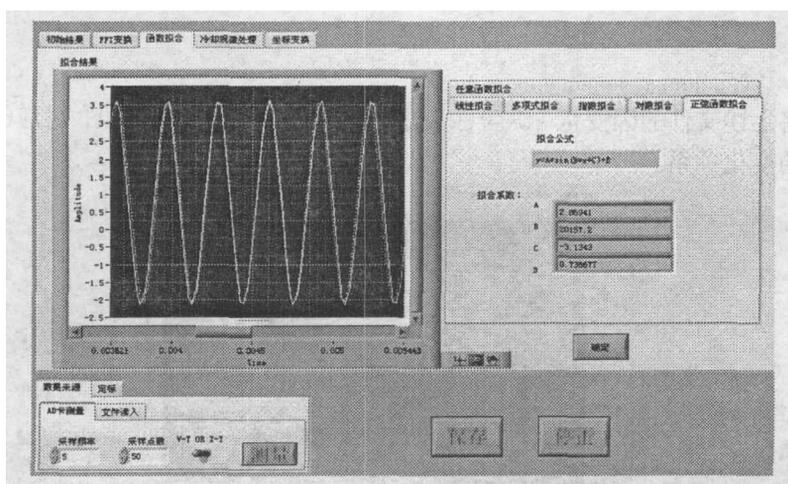


图3 正弦信号的采集和拟合

图4是将该信号进行FFT变化处理后的结果。在右上角显示了处理后峰值所在的频率,与信号发生器所显示的频率一致。

### 2.3.2 数据文件的读入与数据处理

在实验设计中,通过AD卡实时采集数据并不是唯一的数据读入方法。为了贴近科研实际,软件同时提供了读入文本文档中数据的方法。

在该软件的设计中,所读入的文本文档可以包含两列或者三列数据,每列数据应以空格和制表符隔开。该软件所保存的数据也是这种格式的。

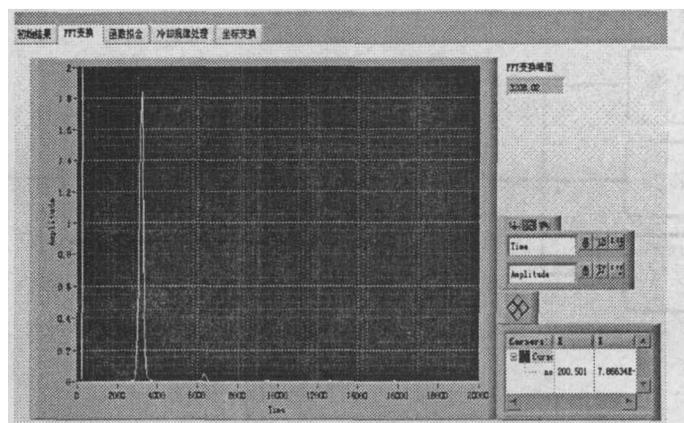


图4 FFT变换结果

(注:测试信号频率为3208HZ,软件测试为3208.02HZ)

图5为读入一组因变量随自变量平方变化( $s=t^2$ )的数据文件的结果。这种关系可以对应匀加速运动中位移随路程的变化关系。

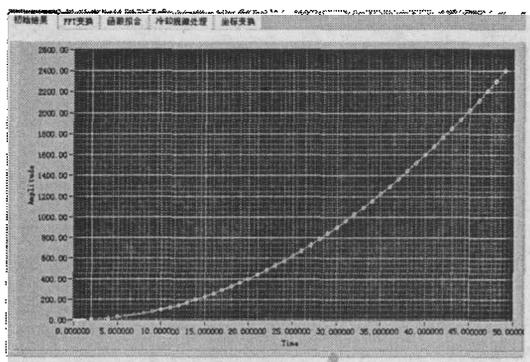


图5 (文件读入)位移--时间图

图6是将上述文件的因变量(纵坐标)进行一阶微分处理后的结果,对应的物理意义为速度随时间的变化关系。

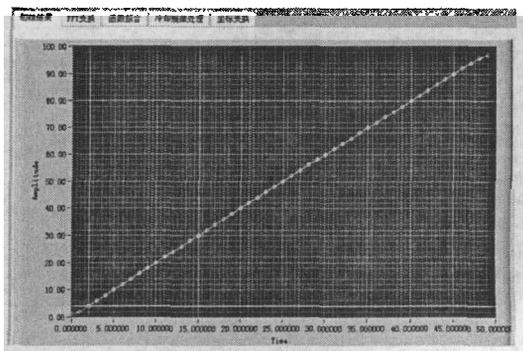


图6 (一阶微分)速度--时间图

图7是将图5中所示数据的因变量进行二阶微分处理后的结果,对应物理意义为加速度随时间变化关系。边缘处的数据略有偏差,这是在保证数据点不变的前提下对数据进行微分处理的必然结果。

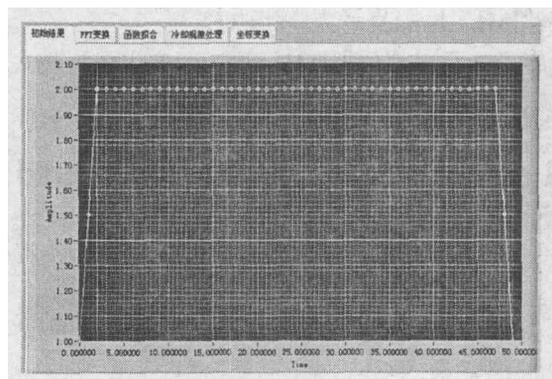


图7（二阶微分）加速度--时间图

在以上这些设计中,实验围绕实际科研中最常遇到的问题,以电学信号为例,向同学们展示了数据的测量和读取、函数拟合、FFT变换、坐标变换等功能。在基础物理实验中还经常遇到对其他类型物理信号的测量和处理,将在下面的实验拓展部分予以介绍。

### 3 实验拓展

从图1中我们可以看到,只需更换不同的物理实验装置和传感器,便可测量、处理不同类型的物理信号。图8是将拾音器与AD卡相连后,用50K S/s的采样速度,测到的声波图形。该声波由两个频率相近的振动叠加而成,因此呈现为拍的形状,从而便捷地实现对拍频的测量。

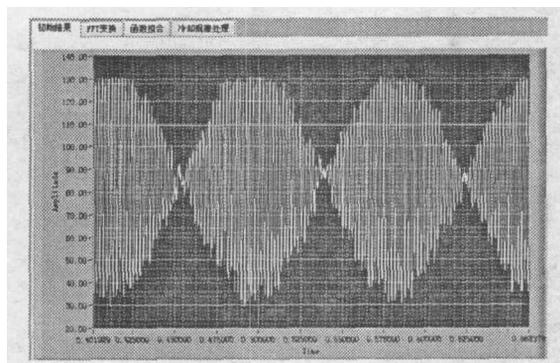


图8 声波的测量

与此类似的,也可以将温度传感器与AD卡相连。经过定标后,该系统就成为高精度的电子温度计,可以广泛用于各种热学实验。

### 4 结语

计算机实测实验相比于传统的人工实验有着巨大的优势,已经在近来的科学研究中普及。作为以培养学生科研能力为目的的基础物理实验课程,也应尽量向同学们展示这种技术。

从上面的实验设计中我们可以看到,这个系统具有灵活强大的信号采集、数据处理功能,在不同的实验环境中可以用于设计各种不同的计算机实测实验。这些实验既不受实验者反应时间的限制(如测量瞬时的声波图形),也不受实验者劳动强度的限制(如长时间记录温度变化的实验),充分体现了计算机实测实验的优势所在。

参考文献:

- [1] 沈元华. 普通物理实验[M]. 上海:复旦大学出版社, 2001,2003: 306~319.
- [2] 贾玉润. 大学物理实验[M]. 上海:复旦大学出版社.
- [3] 王福明. LabVIEW程序设计与虚拟仪器[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2009.

## Computer-aided experiments based on AD-card and LabVIEW

SUN Meng-chao, YUAN Yuan, YU Xi  
(Fudan University, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** Using AD-card (Analog-to-Digital-Convert-Card) as interface, and LabVIEW as software, we designed several computer-aided experiments for teaching purpose.

**Key words:** AD-card; LabVIEW; virtual instrument; computer-aided experiments