

文章编号: 1007-2934(2015)02-0069-04

# 基于单片机的霍尔效应实验数据采集和显示系统的研发

郭 聪, 刘 强, 耿浩杰, 周永军\*, 孙丽媛, 杨 智

(沈阳航空航天大学, 辽宁 沈阳 110136)

**摘 要:** 介绍了一种基于单片机的数据采集、传输和显示系统, 该系统是以大学物理实验中的霍尔效应测磁场实验为基础, 阐述了其结构、功能、硬件及软件的设计过程。本系统采用单片机通过 R232 协议和 PC 机进行通信, 通过 A/D 转换模块、STC89C52RC 单片机主控模块、串口通信、数据处理和显示等模块来实现一种高效的数据采集、传输和显示, 该系统在实验教学中具有一定的应用前景和商业价值。

**关键词:** 单片机; A/D 转换; 串口通信; 数据显示

中图分类号: O4-33 文献标志码: A DOI: 10.14139/j.cnki.cn22-4228.2015.02.019

在传统的大学物理实验中, 学生需要手动重复地测量大量的数据, 测量过程较长<sup>[1]</sup>, 同时仪器的工作状态在长时间测量中也常常发生变化, 造成测量数据误差较大、重复性变差<sup>[2]</sup>。对传统的手动测量的一些大学物理实验进行了改进、研究, 发挥计算机在实验数据的实时采集、记录、分析、显示等方面特有的优势, 显示出了它在使用中的方便性、灵活性、广泛性, 取得了很好的教学效果。将先进的计算机技术引入物理实验, 它充分利用计算机的数值计算、数据传输、实时控制、定时技术、图形显示等功能, 并使大学物理实验教学更丰富高效<sup>[3]</sup>。基于以上的背景, 从应用角度出发, 研发了基于单片机的霍尔效应实验数据采集和显示系统。设计选用了 ADC 分辨率为 16 位的实时

数据采集系统, 通过 STC\_ISP\_V4.80 软件环境编写数据采集程序进入单片机<sup>[4]</sup>, 利用自行开发的运行在 PC 机上的数据采集终端程序来实时直观地显示采集的数据及其变化规律。本系统以模拟量作为数据采集的来源, 即采集到的电压和电流值, 然后进行 A/D 转换, 得到便于传输的数字信号, 经过下位单片机对数据进行处理再发送

给上位 PC 机显示出来, 这个过程利用标准的串行 USB 接口实现给单片机供电, 同时通过高速传输的 USB 接口进行单片机的程序下载和转串口承载单片机与 PC 机之间数据通信。PC 机的软件部分基于 VC++6.0 编写<sup>[5]</sup>, 运行在 Windows 环境下的窗口程序对接收到的数据进行实时显示<sup>[6]</sup>。本系统在确保物理实验基本原理、满足物理实验基本要求的前提下, 显著提高了物理实验教学的整体质量, 使学生有较多的时间针对自身的需要重复进行某些实验环节的操作, 以此来加深理解。同时该装置的应用不仅丰富了物理实验课程的内容, 又有助于物理实验教学的研究, 对物理实验课程改革起到了良好的促进作用<sup>[6]</sup>。

## 1 系统结构

### 1.1 系统的整体结构设计

整个系统采用了模块化的设计, 各模块布局合理, 整体的结构紧凑。主要功能是数据的传输和程序下载, USB 转 TTL 模块的作用是给单片机供电以及上位 PC 机和下位单片机之间的电平转换, 其原理图如图 1 所示。

收稿日期: 2014-11-12

基金项目: 辽宁省大学生创新创业训练计划项目(201310143021); 沈阳航空航天大学教学改革项目(JG132005C)

\* 通讯联系人

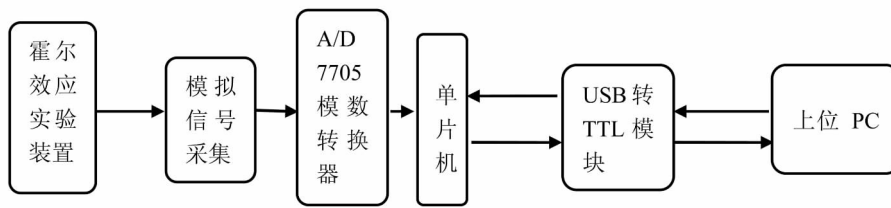


图1 系统硬件的总体结构框图

单片机与PC机是使用USB转TTL模块进行串口通信,它可以将USB虚拟成一个串口,解决笔记本电脑用户无串口的烦恼。此模块传输速度、传输准确性都满足实验需求,而且价格便宜,使用方便。

### 1.2 系统各部分的功能介绍

模拟信号采集部分的目的是为了采集所需要的原始的数据,即本系统中所需要的电压和电流。下位机以AT89C52RC单片机为控制单元,16路A/D转换芯片AD7705采集电压和电流信号转换为相应的数字信号,便于单片机后续的处理并以一定的协议将数据通过串口发送至PC机,最终通过运行在上位PC机的程序对接收到的数字信号进行处理和显示。微控制器STC89C52RC以一定的的协议将数据通过串口发送至PC机。单片机的晶振电路和复位电路是单片机正常工作的先决条件。PC机通过串行USB转串口接收单片机发送的数据,并进行实时处理和显示。

## 2 系统硬件部分设计

### 2.1 MCU芯片的选择

STC89C52RC单片机是宏晶科技推出的新一代高速、低功耗和超强抗干扰的CMOS 8位微控制器,采用经典的MCS-51内核,指令代码完全兼容传统8051单片机,12时钟/机器周期和6时钟/机器周期可以任意选择。工作电压:5.5~3.3V(5V单片机)/3.8~2.0V(3V单片机)工作频率范围:0~40MHz,相当于普通8051的0~80MHz,实际工作频率可达48MHz,用户应用程序空间为8k字节。

### 2.2 A/D转换器选择及采样设计

模数转换器,是把经过与标准量(或参考量)

比较处理后的模拟量转换成以二进制数值表示的离散信号的转换器,简称ADC或A/D转换器。本系统模数转换器采用的是芯片AD7705,AD7705是AD公司推出的16位 $\Sigma$ - $\Delta$ A/D转换器,该转换器采用SPI兼容的三线串行接口,能够方便地与各种微控制器和DSP连接,也比并行接口方式大大节省了CPU的IO口,能直接将传感器测量到的多路微小信号进行AD转换。这种器件还具有高分辨率、宽动态范围、自校准、优良的抗噪声性能以及低电压低功耗等特点,非常适合仪表测量、工业控制等领域的应用<sup>[7]</sup>。

本系统是采集两路信号(电压和电流),AD7705芯片精度为16位( $\Delta = (5/65536)V \approx 0.076\text{mV}$ ,其精度满足实验需求)高精度A/D转换芯片AD7705有两个双端模拟信号输入通道,分辨率为16位无丢失代码,增益、信号极性以及更新速率等可由软件设置<sup>[8-10]</sup>。片内可编程增益放大器的增益范围为1~128,这使AD7705可与多种传感器直接相连,无须外接放大器,并且内置可编程的自校准电路,通过对零点和满度的校准,可有效去除零点漂移和增益误差的影响。接口为SPI串行总线,因而与单片机的接线大大减少,简化了硬件的设计。在测量电流时,我们对两种实验方案进行了比较,第一种是利用电流变送器进行电流的测量;第二种是利用采样电阻进行电流的测量。采用了第二套方案,原因是其价格低、精度满足实验要求。

## 3 系统软件部分的设计

PC端主程序框架如图2所示。

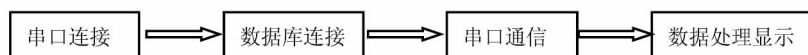


图2 PC端主程序框架

### 3.1 数据采集 PC 端软件设计

PC 端软件是基于 MFC 对话框进行程序的编写, 其主要包括以下几部分:

1. 窗口界面的绘制(包括开始界面绘制、控件绘制、坐标系绘制、网格绘制、LIST 表格绘制等);
2. 串口通信控件的连接、初始化和设置;

3. 数据库的嵌入(包括数据库的连接、读写、修改等);

4. 采集数据时的动态响应(包括动态图形绘制、动态数据表数据显示等)。

### 3.2 界面介绍

首先是开始界面, 如图 3 所示:



图 3 霍尔效应实验数据采集系统初始界面

点击进入后进入主界面, 如图 4 所示:

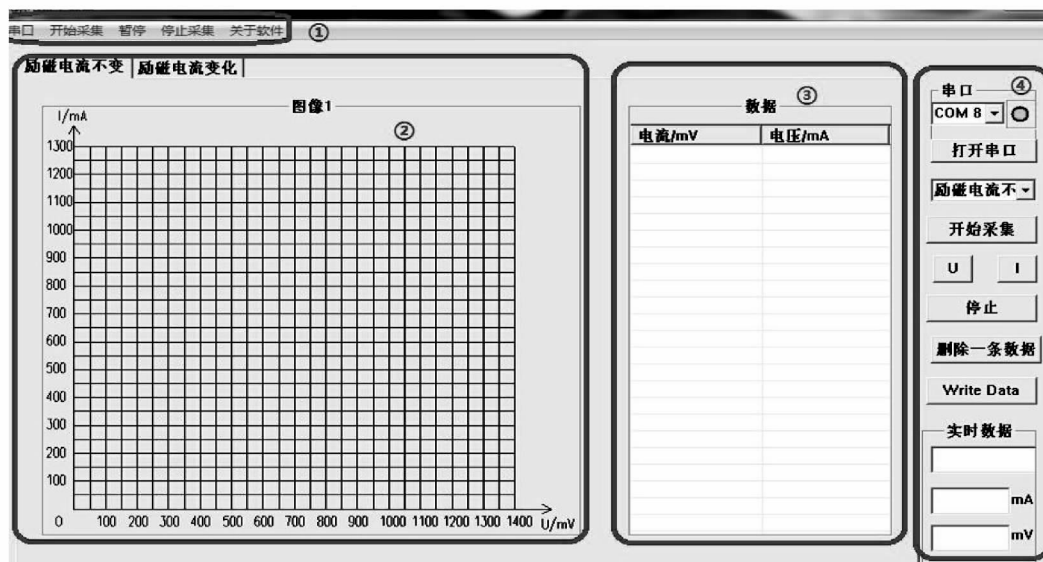


图 4 霍尔效应实验数据采集系统主界面

1. 菜单栏区域: 包括串口设置、开始采集、暂停、停止采集(同时关闭串口)四部分是本程序所有功能的体现;

2. 绘图区域: 包括两个 TABLE, 一个是励磁电流不变、励磁电流变化两个子窗口。每个窗口中包含一个二维坐标系进行图形的绘制;

3. 数据表区域: 包含一个 LIST 控件, 对实时采集的数据进行显示;

4. 系统控制区域: 与菜单栏区域功能相同, 都是对采集整个过程进行控制, 同时能够实时的对数据进行一个显示、也能够对偏差的数据进行手动删除, 避免实验错误对绘制出的图像造成的影

响,而影响实验效果。

根据端口信息,选择串口端号,点击打开串口后,绿灯变为红灯,打开串口按钮变为灰色,表示串口已经连接,可以进行串口通信(即采集可以开始)。选择两种模式,“励磁电流不变”、“励磁

电流变化”,并点击进入相应的子窗口。然后就可以进行采集。传输电流电压时,图像会实时显示,数据表也会同时显示。图5显示了励磁电流不变时,工作电流和霍尔电压之间的关系曲线。

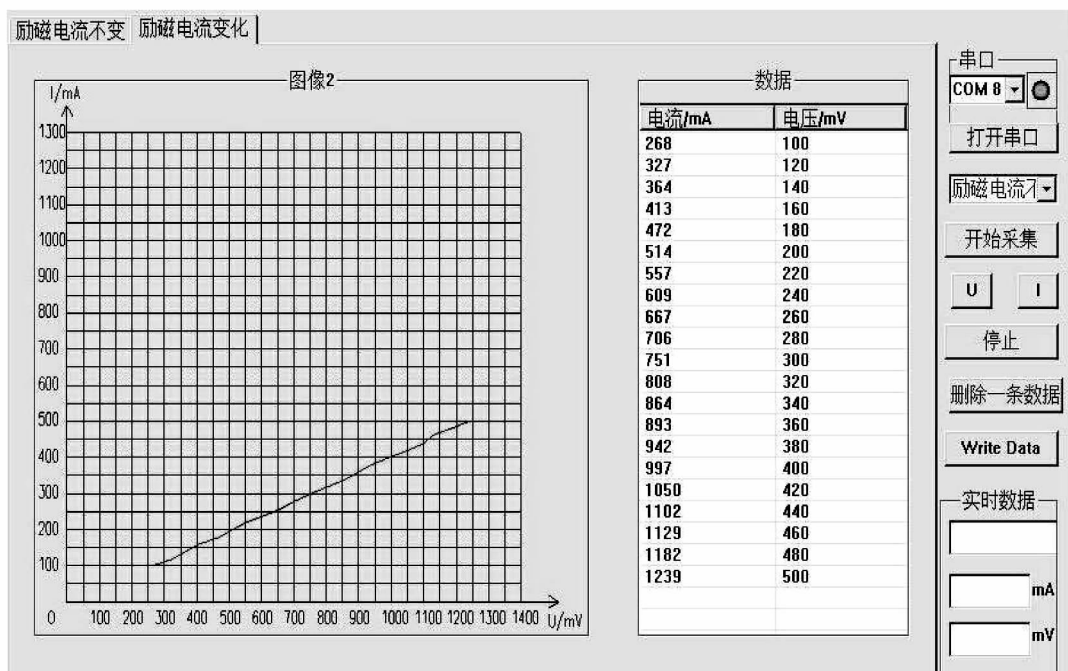


图5 励磁电流不变时,工作电流和霍尔电压的关系曲线

## 5 结 论

本数据采集系统是一个基于STC89C52RC单片机的霍尔效应实验数据采集系统。霍尔效应实验装置输出的电压信号直接经过A/D7705转换器的输入端,电流信号则通过串联一个标准电阻,通过测量其两端的电压来间接测定流过的电流,经过增益放大、A/D转换后,由单片机进行后期的数字信号的处理和传输,最终由上位PC机在坐标框格中图形化显示测量的数据。本系统结构简单,成本价格低廉。通过实际的测试表明,自动化的数据采集系统,不但没有影响数据的精度和锻炼同学们的动手操作能力,还可以极大地提高同学们在数据采集和测量过程中的效率,提升实验教学质量。

参考文献:

- [1] [1] 牛原,肖霖,成正维.大学物理实验数据处理系统[J].大学物理实验,2008,21(1):91-93.
- [2] 王景衡,李雅轩.光电效应法测量普朗克常数实验数据采集与处理系统的研制[J].天津:天津工业大学学报,2004,23(6):86-88.
- [3] 吴卫华,周敏.基于C#的物理学实验数据处理软件的设计[J].2012,25(1):56-57.
- [4] 谭浩强.C程序设计[M].3版.北京:清华大学出版社,2012:10:42-47.
- [5] 李现勇,Visual C++串口通信技术与工程实践[M].人民邮电出版社,2002:12-16.
- [6] 王瑗,余建波,赵铁松.计算机数据采集在大学物理实验中的应用[J].大学物理,2007,26(11):43-46.
- [7] 陈勇钢,吴伯农.AD7705高精度数据采集实现.国外电子测量技术[J].2006,25(1):38-39.
- [8] 傅敏学,张连芳,刘滢滢.开设计算机数据采集系列实验提升物理实验技术水平[J].实验技术与管理,2006,23(4):83-87.
- [9] 彭珊.模数转换器AD7705及其接口电路[J].国外电子测量技术,2001,20(2):25-28.
- [10] 秦志强.C51单片机应用与C语言程序设计[M].2版.北京:电子工业出版社,2009:42-50.

(下转第89页)

## Wireless Acceleration Detection System of Flexible Piezoresistive Film Based on Carbon Nanotubes

ZHANG Tong ,HU Xiao-jun ,ZHANG Lu-yin

( Shandong University of Science and Technology ,Shandong Qingdao 266590)

**Abstract:** We through the analysis of the great significance to the acceleration detection ,obtains the value and significance of acceleration detector ,describes the design idea and application prospect of the system. The sensor adopts the carbon nanotube film induction front-end based on nanotechnology ,broaden the sensor equipment R & D ,at the same time the application of wireless sensor technology ,make the system more practical. Finally we introduced the experimental condition of the system ,and the effect of specific application.

**Key words:** acceleration detection; carbon nanotubes; single chip computer; sensor

\*\*\*\*\*  
( 上接第 72 页)

## Based on Single Chip Microcomputer of Hall Effect Experiment Data Acquisition and Display System of Research and Development

GUO Cong ,LIU Qiang ,GENG Hao-jie ,ZHOU Yong-jun ,SUN Li-yuan ,YANG Zhi

( Shenyang Aerospace University ,Liaoning Shenyang 110136)

**Abstract:** The paper introduces a system of data acquisition ,transmission and display. The system is based on MCU ,the process of data acquisition is based on the Hall effect which is used for measuring the magnetic field in physics experiment of university. The structure ,function hardware components ,software design and implementing details are described in detail. The MCU communicates with PC machine through USB1. 1 communication protocol ,which is adopted in the system. Through the A/D conversion module ,STC89C52RC MCU module ,serial port communication ,data processing and display module to realize an efficient data acquisition ,transmission and display. This system has a certain application foreground and commercial value in experiment teaching.

**Key words:** MCU; A/D transform; serial communication; data display