



华南师范大学  
South China Normal University

学院：物理与电信工程学院

专业：物理师范专业      年级：14级物理2B班

题目：基于LabVIEW的远程控制单摆实验

学生：吴锦鑫                      学号：20142301111

指导教师：吴先球

2017年6月14日

华南师范大学物理与电信工程学院

# 基于 LabVIEW 的远程控制单摆实验

吴锦鑫

(华南师范大学物理与电信工程学院, 广东广州 510006)

**摘要:** 基于虚拟仪器对传统单摆法测量重力加速度实验进行改进, 通过光电门收集单摆周期数据, 用超声波测距测量摆长的大小, 并利用 LabVIEW 构建服务器与客户端来进行数据的收集与处理。与传统的单摆法测重力加速度的实验相比, 提高了实验的效率和实验结果的精确度。

**关键词:** 远程控制; LabVIEW; 单摆实验

## A remote controlled one-pendulum experiment based on LABVIEW

Wu Jinxin

(School of Physics and Telecommunications Engineering, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** Based on the virtual instrument, the experiment of measuring the acceleration of gravity is improved by the traditional single pendulum method. The pendulum cycle data is collected by the photoelectric gate, the length of the pendulum is measured by ultrasonic distance measurement, and the server and the client are used to collect and process the data. Compared with the traditional single pendulum method, the efficiency of the experiment and the accuracy of the experimental results are improved.

**Key words:** remote control; LabVIEW; pendulum experiment

## 1 引言

### 1.1 研究意义

重力加速度的测量是中学物理教学的重要内容, 传统上通常使用单摆法测量重力加速度, 使用的仪器较为简易, 数据也不够精确。本文通过光电门收集摆球的运动信息, 利用超声波测距测量摆长, 通过电磁铁的通断电实现摆球的释放, 利用 LabVIEW 搭建数据采集与处理平台来测量重力加速度, 与传统单摆法测重力加速度相比具有使用方便、测量精确的优点。

LabVIEW 是由 National Instruments Corporation 开发的图形编程语言, 广泛用于数据采集, 自动化和控制软件的开发。LabVIEW 直观的编码使得能够在相对较短的时间内创建高级控制应用程序。还可以轻松创建虚拟仪器 (VI) 的图形用户界面 (前面板), 为进一步的修改和开发提供了广泛的灵活性。LabVIEW 通过使用专用 VI 或其他特定工具 (如动态数据交换 (DDE) 或动态链接库 (DLL)), 支持不同供应商生产的各种硬件设备。

### 1.2 前人研究进展

从查到的文献的数量来看, 基于 LabVIEW 的虚拟仪器技术主要应用在大学的实验教学和科学研究上, 但其中也有少量应用在中学的实验教学研究上。例如利用 LabVIEW 开发了一套“基于 USB 声卡和虚拟仪器的中学物理实验平台”, 该实验平台利用 USB 声卡作为数据采集器, 配合各种传感器可完成力、热、电、光等内容的实际测试任务, 将实验数据输入到计算机里进行处理, 在其研究论文里还列举了“验证胡克定律实验”、“演示晶体熔化时温度的变化规律”、“电磁感应现象的演示”、“演示声音振动图像”等利用该平台辅助完成的实验。也有大学开发了成本低廉的基于计算机声卡的虚拟信号发生器和虚拟双踪示波器, 研制了基于虚拟仪器技术的电磁学远程实验教学系统。用 LabVIEW 软件编写了客户机与实验机程序, 实现了虚拟信号发生器经声卡输出信号、串口与单片机系统的通信、单片机调节电路元件参数、虚拟示波器和虚拟电压表实时采集待测电路波形和电压数据、TCP/IP 网络通讯等功能; 用 Linux 中的 IPtables 防火墙技术实现实验机与服务器间的端口映射; 用 Dreamweaver 和 Flash 设计了电磁学远程实验教学系统主页, 包括“示波器的使用”、“RLC 串联电路

的暂态过程”、“RLC 串联电路的相频特性和幅频特性”和“RLC 并联电路的相频特性和幅频特性”4 个电磁学远程实验。

### 1.3 本次研究工作切入点

由单摆测量重力加速度实验原理可知，当摆角  $\theta < 5^\circ$  时，单摆的运动可以视为简谐振动。只要测得与摆长  $L$  相对应的周期  $T$  就可以求出重力加速度。因此，要得到重力加速度  $g$  关键是精确测量摆球运动周期  $T$ 。

### 1.4 拟解决的问题

用 Labview 建立数据收集与处理平台，编写程序构建服务器与客户端。用户在客户端进行操作，将命令传送至服务器，进而控制单片机，再通过单片机发送命令控制各种实验仪器进行工作，同时将仪器收集到的数据返回客户端，即可在客户端上获得周期  $T$ 、重力加速度  $g$  等物理量信息。

## 2 测量的原理

### 2.1 单摆原理

一根长度不变的轻质小绳，下端悬挂一个小球。当细线质量比小球的质量小很多，而且小球的直径又比细线的长度小很多时，此种装置称为单摆，如图 1 所示。如果把小球稍微拉开一定距离，小球在重力作用下可在铅直平面内做往复运动，一个完整的往复运动所用的时间称为一个周期。当摆角

小于  $5^\circ$  时， $\sin \theta \approx \theta$ ，单摆可近似认为是简谐运动，可以证明单摆的周期  $T$  满足下面的公式：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

式中  $L$  为单摆长度， $g$  为当地重力加速度。对不同的单摆长度  $L$  测量得出相对应的周期。

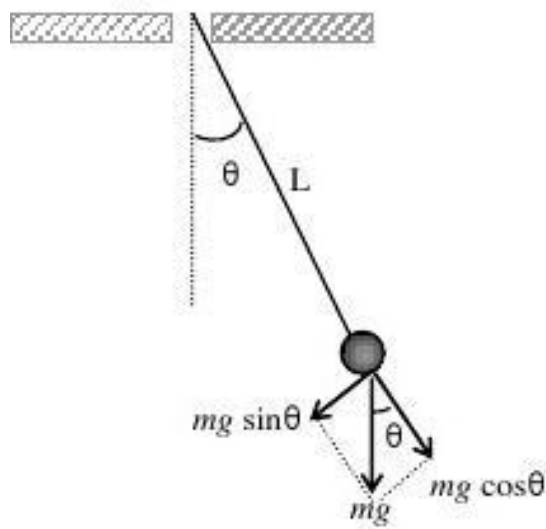


图 1 单摆

### 2.2 远程控制单摆实验硬件设计

远程控制单摆实验仪器的装置原理图如图 2 所示。

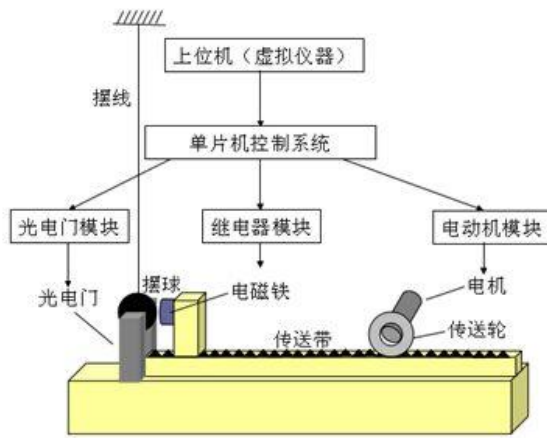


图 2 远程单摆实验仪器的装置原理图

单片机控制光电门模块、继电器模块、电动机模块。光电门模块可以记录摆球摆动的周期，继电器模块控制电磁铁的通断电（即实现摆角的控制与摆球的释放），两个电动机模块分别控制摆角和摆长，超声波测距模块可以测得摆长。

光电门模块的作用是采集摆球摆动信号，摆球经过光电门时，遮挡光电门一侧的发光二极管发出的红外线，导致光电门另一侧检测不到该红外线，从而在光电门的输出端形成高电平；当摆球不遮挡光电门的红外线时，在光电门的输出端形成低电平，继电器模块接通电磁铁，通过单片机控制继电器的通电和掉电的时间可以控制电磁铁吸引和释放摆球的时间电动机模块用于驱动传送轮，从而驱动传送带，使得传送带上的电磁铁移动，可以通过改变电机转动的圈数实现摆球摆动的角度。

### 2.3 远程控制单摆实验软件设计

通过 LabVIEW 设计程序，利用 TCP/IP 协议实现客户端与服务器端的通信，通过客户端将实验操作转化为控制信号，可远程控制单摆系统（启动电机并返回摆长数据），并将接收到的周期数据并通过波形图表显示出来，根据采集的周期数据，计算当地的重力加速度。

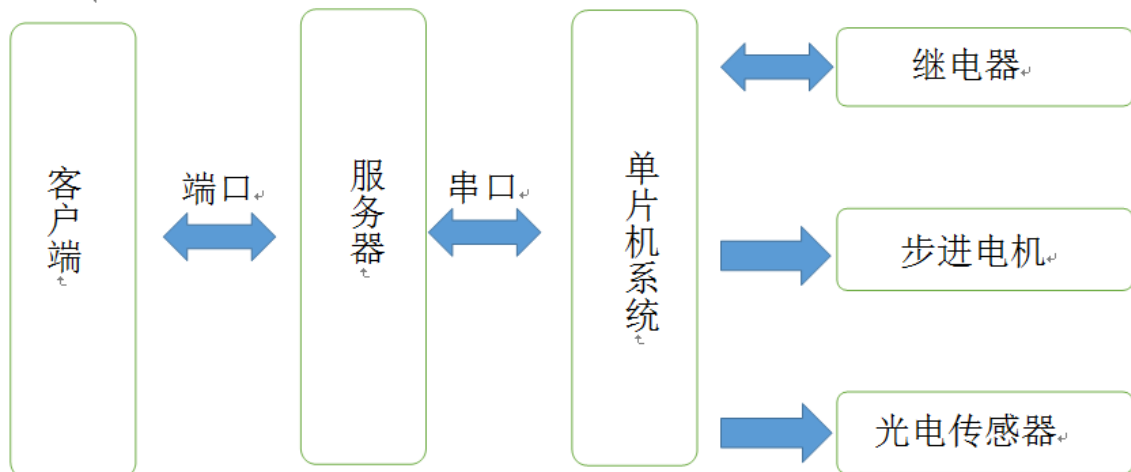


图 3 Labview 远程控制结构框图

### 2.4 客户端设计

客户端程序框图如图 4 所示：

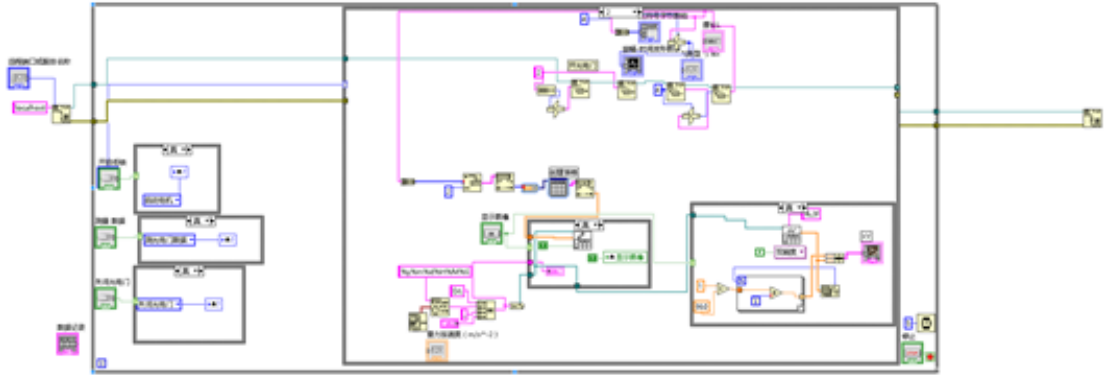


图 4 服务端程序框图

该程序利用 1 个 条件结构，实现发送控制继电器通断电、 步进电机启动的信号、读取摆球摆动信息以及关闭光电门的功能。并利用 while 循环读取控制信息，以下两个条件为该循环的终止条件：①用户点击退出按钮；②TCP 连接出错。

为了使信号有效发送，程序共用了 2 个 TCP Write 节点，第 1 个节点用于传送字符长度，第 2 个节点用于传送字符数据。用户首先在面板上选择 “ 开启衔铁 ” 控制开关，经 2050 端口发送控制电路的信号。当摆球摆动稳定时，再选择 “ 测量数据 ” 控制开关， 再次经过 2050 端口发送控制信号， 收集到的摆球摆动信号再反馈回客户端， 从而控制摆球的摆动和光电传感器信号的存储。

客户端前面板如图 5 所示：

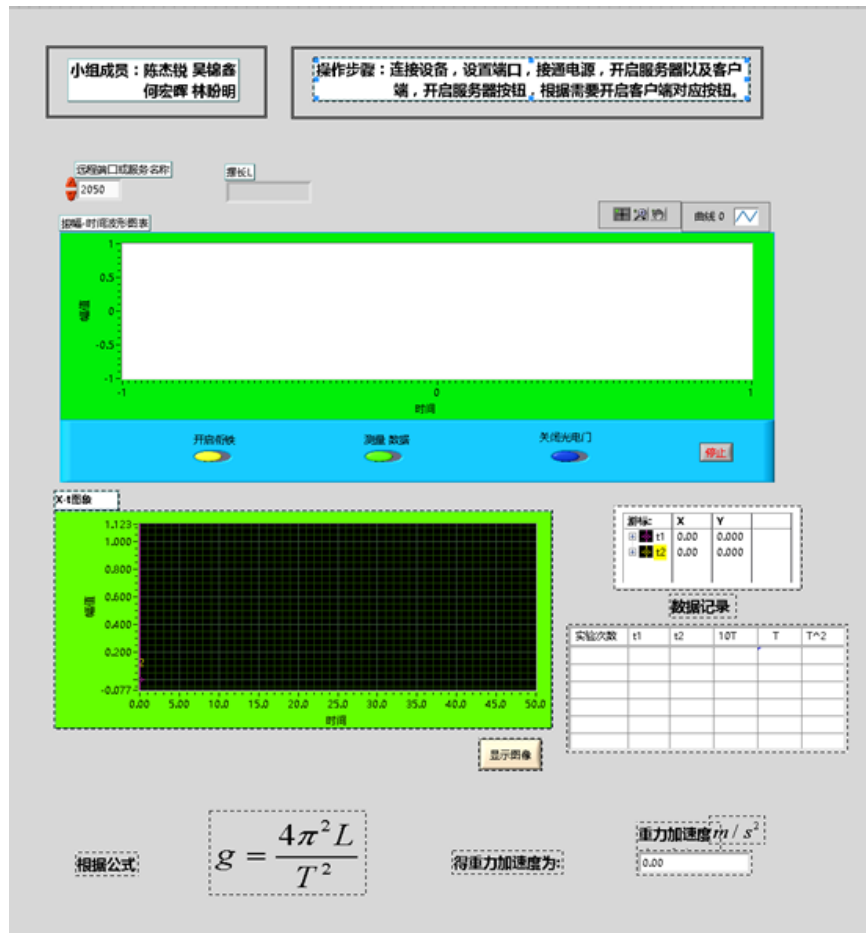


图 5 客户端前面板

控制界面包括 开启衔铁 测量数据 关闭光电门。实验开始时，用户在操作界面左上角的实验操

作部分选择“开启衔铁”开关，其相关指令经过串口通信送到单片机，由单片机控制步进电机的转动，利用步进电机驱动传动轮转动，从而实现传动带上的电磁铁移动，伴随电磁铁的通电及掉电实现智能控制摆球摆动。其中电磁铁的通电及掉电由单片机控制继电器实现。光电传感器采集的摆球摆动信号经由单片机通过串口通信传到服务器，再反馈给客户端，用户通过客户端面板观察波形的显示，移动时间光标，读得  $t_1$  和  $t_2$  的时间，将该两个时间填入相应表格中，计算得到对应周期，确定后可自动得到重力加速度。

## 2.5 服务器设计

服务器程序框图如图 6 所示：

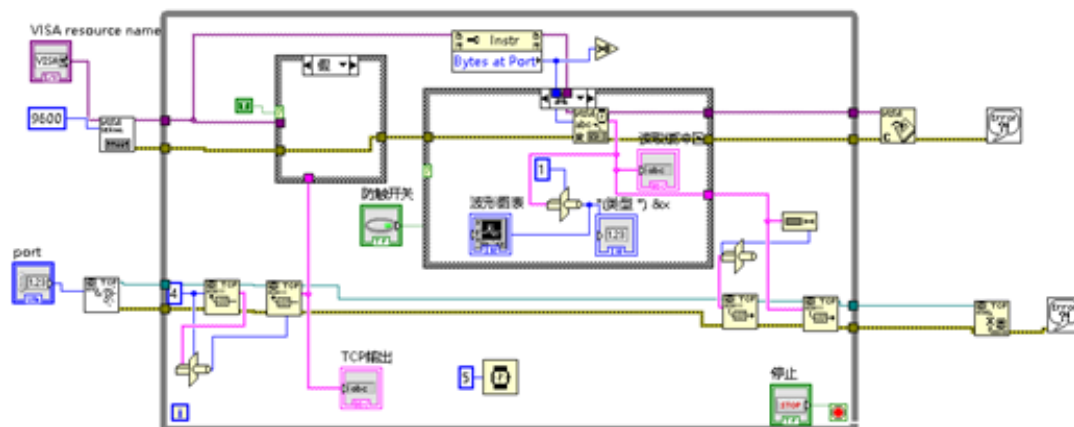


图 6 服务器程序框图

服务器程序整体采用一个 While 循环，并用 VISA 通信进行信号传输。同时在此所示条件结构中，将数据通过图形表现处理，而由于服务器和客户端之间数据通信有延迟，所以我们可以看到客户端和服务器的图像之间是有一定时间差的。

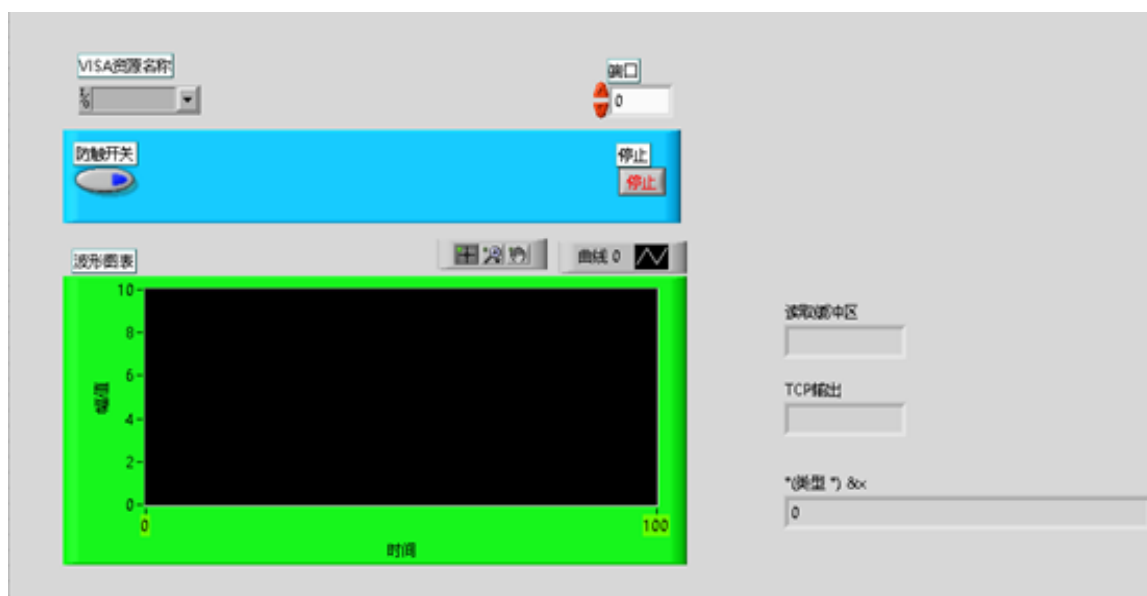


图 7 服务器前面板

客户端与实验端通过进行 TCP / IP 通信来传送控制指令及实验数据，服务器开启前应设置好 visa 资源名称和端口。远程端口设置为端口 2050，visa 资源名称通过查看资源管理器可得。



### 3 测量的方法和测量过程

用户打开服务器和客户端，运行程序，开启衔铁，可以控制电机启动，即通过单片机调节电机转动，继电器控制电磁铁通电。用户可以看到电磁铁在由电动机带动的传送带上缓缓移动，电磁铁吸住摆球后，电机朝反方向移动，到达指定位置后，电磁铁掉电释放摆球。当看到摆球摆动均匀时，选择“记录数据”，打开光电传感器采集摆球摆动信号，将该信号通过单片机经过串口传入客户端和服务器，用户只需点击“显示图像”按钮，便可以绘制出摆球摆动信号。通过摆球摆动信号可以很容易得到摆动周期，从而得出当地的重力加速度。

### 4 测量结果与分析

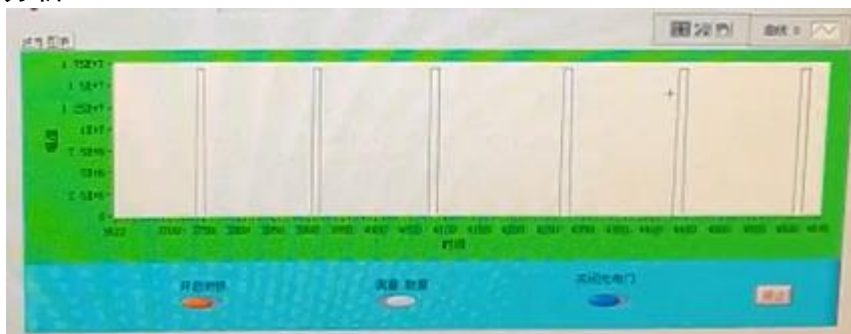


图 8 周期

从前面板可以得出周期  $T$  的精确数值，再将周期  $T$  和测得的摆长  $L$  带入公式，即可求得  $g$ 。

### 5 结论

利用 LabVIEW 实现单摆物理实验的模拟最大特点是增强了与使用者的互动性。学生可以根据所学的理论知识，分析程序所得到的结果。LabVIEW 作为一种不需要编程基础的编程软件，很适合工作繁忙的教师使用。由于我们的编程技术所限，这个系统的某些地方还有待改进，比如无法实现远程观测实验的运动变化情况，也无法得出系统的摆球瞬时速度和水平方向的位置坐标。

### 参考文献:

- [1] 蔡霞.基于虚拟仪器实现单摆法测量重力加速度 [J]. 物理实验, 2012, 32(8):28-29
- [2] 王越. 基于 LabVIEW 的单摆法测重力加速度远程实验设计 [J]. 广东技术师范学院学报, 2015, 5:25-26
- [3] 骆焕昌.基于 LabVIEW 编积技术的单摆运动研究系统 [J]. 物理教师, 2007, 28(8):51-52
- [4] 陈树学, 刘萱. LabVIEW 宝典 [M]. 北京:电子工业出版社, 2011

### 6 附录

做完这次综合设计性实验，我觉得这不仅仅是一个普通的物理实验，还让我收获了很多在实验之外的东西。

做综合设计性实验时，第一个任务就是选题，选题可不是一个容易的工作。第一次展示后，我们小组就根据老师给的综合设计性实验的材料去找适合做的实验，我们对单摆实验比较感兴趣，于是就选定了这个实验。后来实验成功的经验证明，在选题时就谨小慎微，是磨刀不误砍柴工。基本上做物理科研工作的人，肯定要看他所研究领域的文章，特别是德高望重的一些物理学家，他们走在研究的前沿，会给后面研究的人指明方向，这是非常重要的。没有方向的研究就像无头苍蝇一样乱撞，是事倍功半。

第二个任务就是实际操作。一开始我们就遇到了困难。第一个困难是端口无法驱动，即使多次重装驱动还是失败，于是我们就上网寻找解决方法，终于将单片机对应的驱动软件找到了，才解决了这个问题。紧接着串口对单片机输入指令又出现了问题，单片机没有反应，后面依靠师兄师姐的帮助完美的解决了这个问题，这告诉我学以致用才是学习的目的，只学不用是“死知识”，活学活用知识才“活”。我们做出效果的那天可以说是非常兴奋，第一次感觉实验成功是这么美妙的体验。带着脑子

去动手，是我做实验的切身体会。遇到了问题一定要去查找原因，蛮干是做不成功的。如今是信息爆炸的时代，随便上网搜都能找到解决问题的好办法，只要肯动脑筋去解决问题，一般是能解决的。而且学校老师们都非常乐于帮助学生，有那么好的资源，真是我们华师学子的福气。

通过这个实验，我们培养了一种做实验的思维方式，养成了一种良好习惯。做实验的日子只有短短几个星期，但是我们学到了不只是实验所蕴含的物理知识，还学到了实验的方法技巧以及思维方式，我们很感谢指导老师给予我们的支持和教导。这次的设计性实验与普通物理实验最大的不同就在于没有指导书，没有老师示范，全凭自己去解决问题，去摸索，更能培养我们的动手能力，创新能力。

好实验，好教学，受益一生。