

基于 LABVIEW 的远程控制单摆实验

林盼明

(物理与电信工程学院 14 级物理学专业 学号: 20142301101)

摘要: 本实验通过 LABVIEW 软件远程控制单摆探究振动的周期和摆长的关系, 并测定当地的重力加速度。相比于传统单摆实验, 本实验能更加方便地测量单摆的周期及摆长, 并且利用光电门计时和超声波测距, 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

Lin pan-ming

(School of Physics and Telecommunication Engineering, physics class, student
ID:20142301101)

Abstract: The aim of this experiment is to explore the relationship between pendulum cycle and length, as well as to measure the local acceleration of gravity. Compared with traditional pendulum experiment, mine not only has a quick way to the pendulum cycle and length, but greatly improve the experiment efficiency and accuracy of result based on photoelectric door of timekeeping and ultrasound wave of distance measuring.

Key words: remote control; LABVIEW; pendulum experiment

引言: 传统单摆实验是手动调节摆长和利用秒表对单摆摆动时间进行计时, 容易产生手动释放摆球引起的圆锥摆、秒表计时引起的计时误差及人工计数引起的计数误差等问题, 而远程控制单摆实验是利用光电门计时和超声波测距, 能大大提高实验效率和实验结果的精确度。并且, 使用 LABVIEW 系统可以清晰展现单摆的正弦曲线运动轨迹, 更方便计算出单摆的周期。

一、 原理与方法

(1) 关于单摆运动

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° 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。

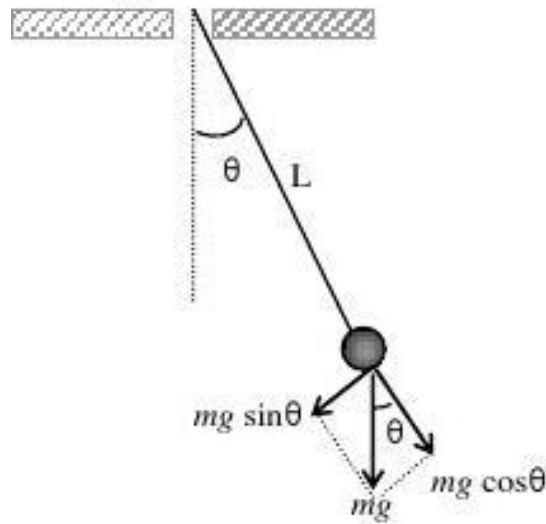


图 1 单摆

(2) 远程控制单摆实验设计

远程控制单摆实验仪器的装置原理图如图 2 所示。

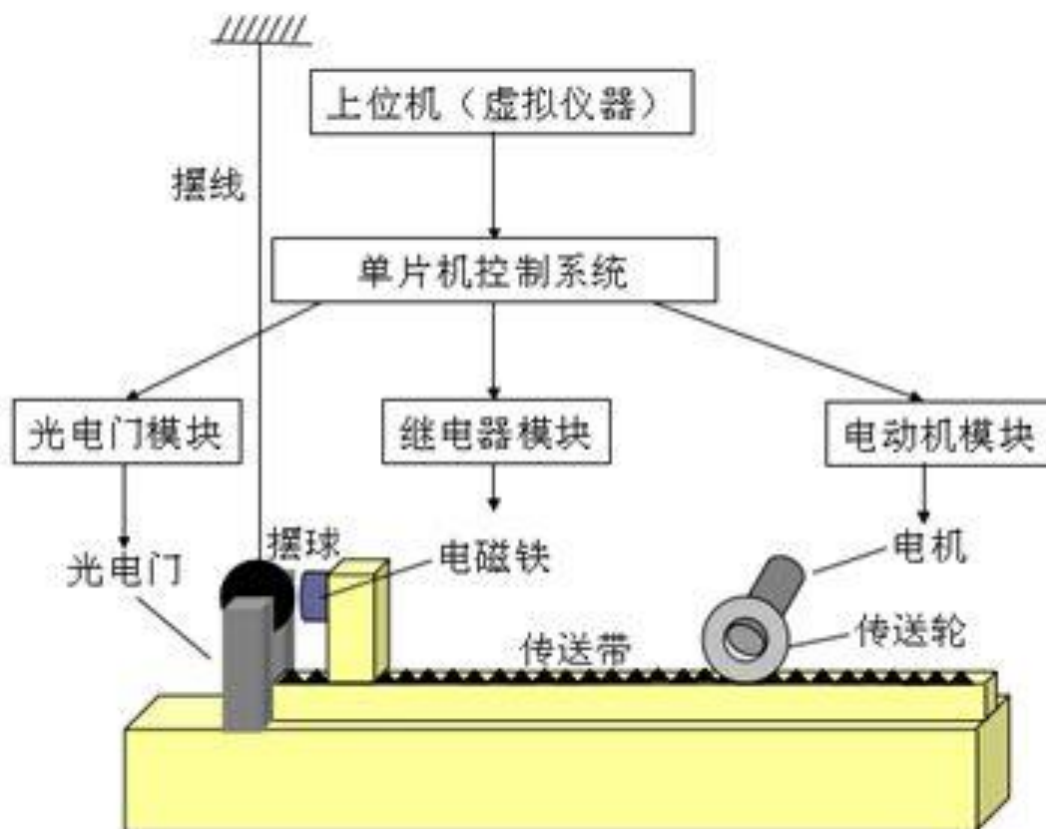


图 2 远程控制单摆实验仪器的装置原理图

其中，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磁性的有无（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（电动机 1 如图所示，电动机 2 在摆线方向上），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。

通过 LABVIEW 设计程序，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。

要用 LABVIEW 实现远程控制，则应把实验装置置于服务器端，当客户端与服务器端建立连接后向其发送相关命令，服务器接收到后通过 VISA 写入函数向串口写入相关命令，从而通过单片机系统去控制摆角和摆长。如图 3 所示。

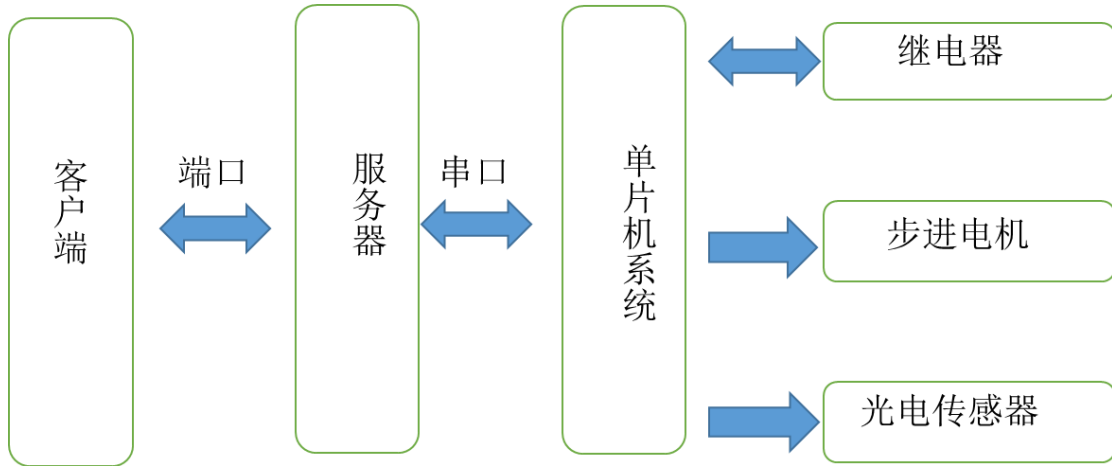


图 3 LABVIEW 远程控制结构框图

其中，单片机系统控制实验装置的操作与命令字对应如下：

指令	过程	命令字
电机启动 并返回绳长数据	电机 1 启动，电磁铁吸引摆球，并牵引摆球到合适的摆角然后释放，同时测距模块测得绳长	1
光电门开关	光电门开启，持续接收光电数据。当单片机缓冲区填满时，自动返回数据给上位机（计算机）。也可通过 LabVIEW 中的“VISA 读取”读取缓冲区中的数据。（注意读取完成后，一定要发送指令“5”关闭光电门，不然单片机会持续读取，影响其他操作）	2
上调\下调	电机 2 启动，稳定后测距模块测距，同时电机 1 启动，摆球开始摆动	3\4
光电门开关	光电门关闭	5
多次测量绳长	连续测量绳长，并返回平均值 a—10 次； b—20 次；	a/b/c/d

	c—30 次；d—50 次	
--	---------------	--

表 1 单片机系统控制实验装置的操作与命令字

(3) LABVIEW 程序设计

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，把对应操作的信号送至服务器，实现单摆法测量重力加速度的实验。

(3.1) 客户端程序

客户端前面板如图 4 所示。

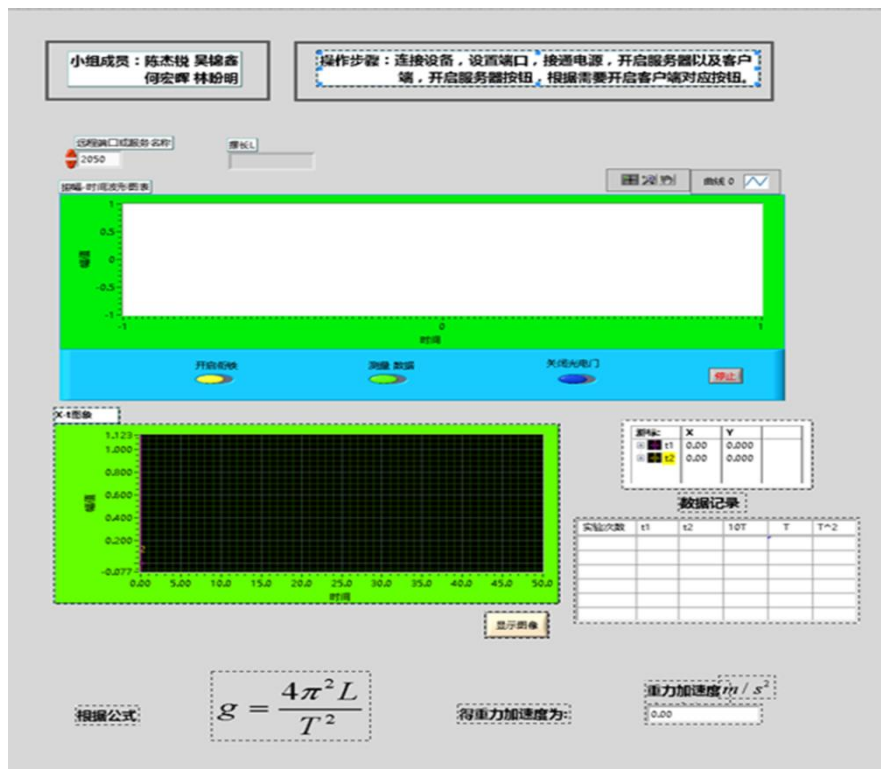


图 4 LABVIEW 客户端前面板

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。

对应的客户端程序框图如图 5 所示。

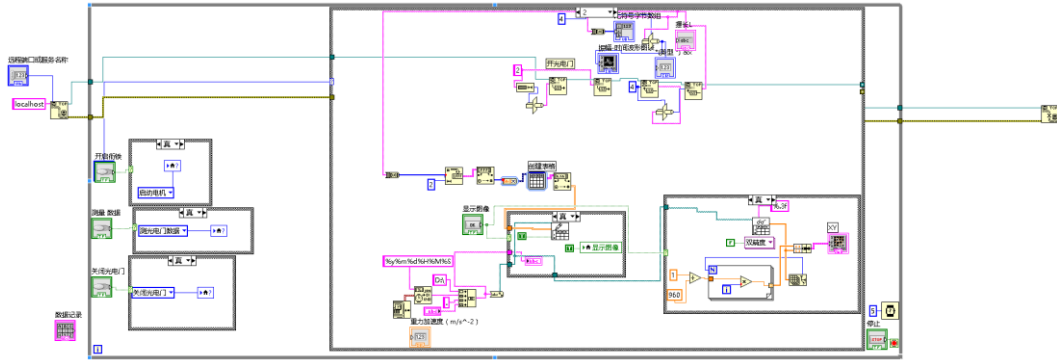


图 5 客户端程序框图

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。另外，该远程端口设置为端口 2050。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。

(3.2) 服务器程序

服务器前面板如图 6 所示。(客户端与服务器通过进行 TCP/IP 通信来传送控制指令及实验数据)



图 6 服务器前面板

对应的程序框图如图 7 所示。

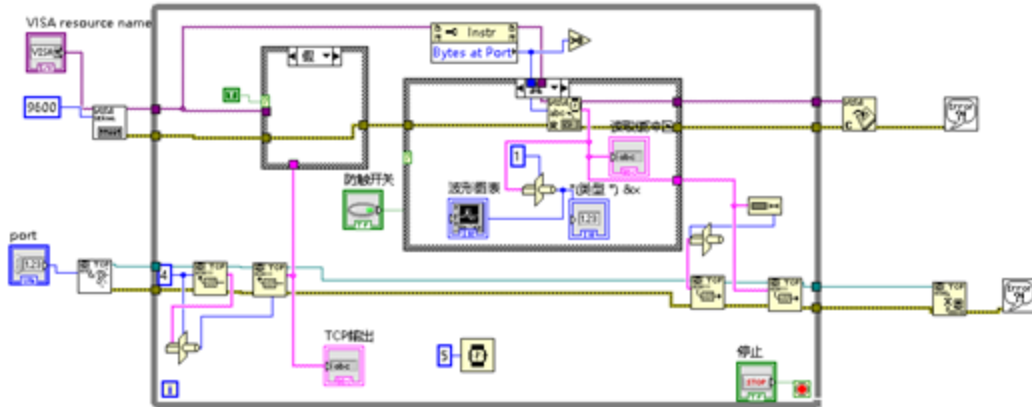


图 7 服务器程序框图

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，在所示条件结构中，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。

(4) 操作方法

- 将单摆单片机与电脑相连接，打开服务器和客户端，设置好服务器的 visa 资源名称和端口（该远程端口设置为端口 2050）；
- 开启服务器和客户端，再打开服务器防触开关按钮，打开客户端“开启衔铁”按钮，单片机的衔铁就会向前移动吸住摆球；
- 关闭衔铁，小球会做单摆运动，随即打开“测量数据”开关，点击“显示图像”就会在客户端和服务器的波形图表上显示出波形，并且显示摆长。
- 最后关闭“测量数据”按钮，关闭光电门，关闭客户端，再关闭服务器。

二、总结与反思

基于 LABVIEW 的单摆法测重力加速度的远程控制系统，采用图形编程制作服务器与客户端，通过客户端与服务器的通信，将指令发送给单片机。单片机控制衔铁的通电断电和光电门的开启关闭，从而控制摆球的摆动与数据的收集。相比于传统的单摆法中用秒表测时间，该系统准确性更高，同时虚拟仪器的可视化也

为教学上的使用提供了极大的便利。由于编程技术的制约，本系统还有许多待改进的地方，比如将摆球的瞬时速度、位置求出来等等，能量守恒等实验也可以在此基础上进行改进。同时在进行实验的过程中，出现了许多意外情况，比如驱动出错、输出命令没有反应等等，这就非常需要个人的耐心和细心，并且我在解决问题的过程中也学会了很多知识。此外，非常感谢老师和实验室各位师兄师姐的悉心指导与帮助，希望这次难忘的综设经历能在日后的学习过程中为艰苦的科学研究打下一定基础，并且激励我不怕挫折、迎难而上！

参考文献:

- [1]王越, 林曼虹, 吴先球. 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, (05):25-28+38.