



论文题目：基于 LABVIEW 的远程控制单摆实验

指导老师：吴先球

学生姓名：何宏晖

学 号：20142301094

院 系：物理与电信工程学院

专 业：物理学

摘要：针对传统测量单摆周期实验中计时不准等不足, 设计了利用单片机控制单摆实验来测周期 T 和重力加速度 g 。利用单片机控制摆球摆动及摆动信息收集, 采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; 采用光电传感器采集摆球运动信息通过单片机最小系统的串口将信息

反馈到实验端计算机在计算机可以直观、准确地显示出单摆的摆长和周期以达到改进利用单摆实验测重力加速度的目的。本文将以远程控制单摆实验为例，介绍用 LabVIEW 软件程序设计客户端和服务端，来实现远程控制单摆实验。

关键词：单摆实验，重力加速度，Labview ，远程控制

Abstract In this paper, the experiment of single-chip microcontroller is designed to measure the period T and gravity acceleration. Using single chip microcomputer control pendulum swing the ball and swing information collection. Driven by stepping motor driving wheel rotation so as to realize the electromagnet on the belt to move with electricity and power to realize intelligent control of electromagnet pendulum swing the ball; Using photoelectric sensor acquisition put ball movement information through the serial port of single chip microcomputer minimum system will feedback to experiment shows that the computer in the computer can directly and accurately the pendulum pendulum length and the cycle with the purpose of improving the use of simple pendulum experiment measuring acceleration of gravity. In this paper, we will take the remote control single-pendulum experiment as an example. We will design the client and server with the LabVIEW software program

to realize the remote control single-pendulum experiment.

Key words Simple pendulum experiment, Acceleration of gravity, Labview, Remote control

一、引言

1986 年美国国家仪器公司(National Instruments, NI)提出了虚拟仪器(Virtual Instrument, VI)的概念。尽管迄今为止虚拟仪器还没有一个统一的定义,但是一般认为:虚拟仪器是在 PC 基础上通过增加相关硬件和软件构建而成的、具有可视化界面的可重用测试仪器系统。虚拟仪器是基于计算机的功能化硬件模块和计算机软件构成的电子测试仪器,而软件是虚拟仪器的核心,软件的基础部分是设备驱动软件,而这些标准的仪器驱动软件使得系统的开发与仪器的硬件变化无关。这是虚拟仪器最大的优点之一,有了这一点,仪器的开发和换代时间将大大缩短。

二、研究背景

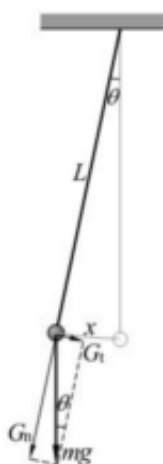
重力加速度是一个重要的地球物理常数测量重力加速度的方法有很多种例如电磁计时器测定法、多球下落法、单摆测量法等。在诸多方法中用单摆法测重力加速度是最简单的一种并且容易测得较精确的 g 值。利用单摆周期公式 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ 在测得周期 T 和摆长 L 的条件下,可以求得重力加速度 g 。在传统的测量方法中,用秒表计时,测得多个周期的总时间,再求平均周期 T 然后再根据公式求重力加速度 g 。

单摆法测重力加速度是相当常用的测量重力加速度的方法但是传统实验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. 本实验设计结合单片机技术及传感器等技术对传统实验进行改进实现了重力加速度的智能化和高精度测定。

三、单摆测重力加速度原理

用一根长度不变、质量可忽略不计的线悬挂一个质点在重力作用下在铅垂平面内作周期运动就成为单摆。当摆角小于 5° 时 $\sin \theta \approx \theta$ 单摆可近似认为是简谐运动于是我们可以推导出单摆周期

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



进而可以推出： $g=4 \pi^2 \frac{L}{T^2}$ 式中 L 为单摆长度（单摆长度是指上端悬挂点到球重心之间的距离）；g 为重力加速度。如果测量得出周期 T、单摆长度 L 利用上面式子可计算出当地的重力加速度 g

四、传统单摆测重力加速度实验

实验步骤

(1) 在细线一段打上一个比小球上的孔径稍大的结, 将细线穿过球上的小孔做成一个单摆

(2) 将铁夹固定在铁架台上方, 铁架台放在桌边, 使铁夹伸到桌面以外, 使摆球自由下垂.

(3) 测量摆长: 用游标卡测出直径 $2r$, 再用米尺测出从悬点到小球上端的距离, 相加

(4) 把小球拉开一个角度 (小于 5 度) 使在竖直平面内摆动, 测量单摆完成全振动 30 到 50 次所用的平均时间, 求出周期 T

(5) 带入公式求出 g

(6) 多次测量求平均值

实验不足之处

1、周期的测量

在传统的单摆实验中测定单摆的周期时, 一般以摆球通过平衡位置时开始计时, 以后摆球从同一方向通过最低位置时计数, 且在数零的同时按下秒表, 测 30 次或者 50 次全振动的总时间, 除以次数得周期. 但是在实际操作过程中, 这样做并不理想, 因为摆球要过平衡位置 2 次, 学生在观察时容易产生混淆所以测出的周期会有较大的误差。

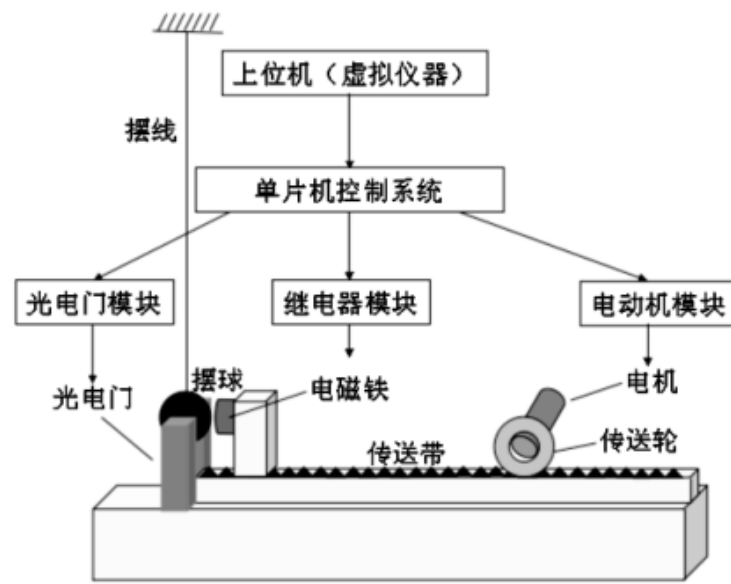
2、摆长的测量

单摆摆长常规的测量方法是用毫米刻度尺测出摆线长度 l' , 再用游标卡尺测出摆球直径 d . 利用公式 $l=l'+\frac{d}{2}$ 求出摆长. 但是, 这样测量摆线长度 l' 误差较大。

五、实验的改进 (远程控制单摆实验)

1、实验装置原理

在 TCP 对话中通过三次握手建立点对点的连接，双机 TCP 通信的流程图如下图所示。改进后的实验系统的硬件结构如图。包括光电门模块、继电器模块、电动机模块这三大模块都由单片机最小系统进行控制单片机最小系统通过串口线与上位机进行通信。



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。

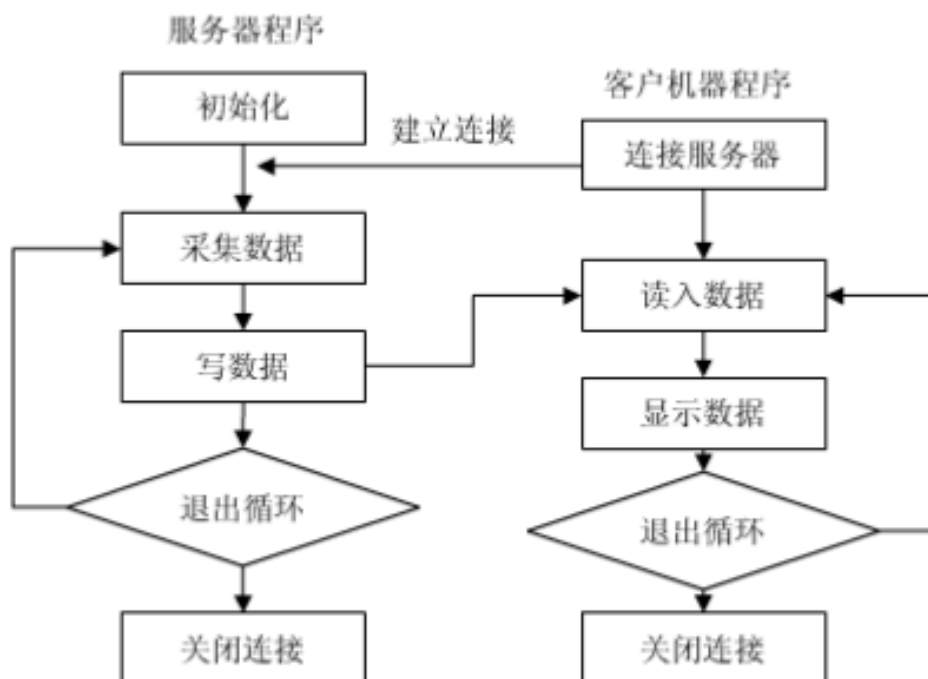
通过 LabVIEW 设计程序，可远程控制单摆系统（启动电机并返回摆长数据），并将接收到的周期数据并通过波形图表显示出来，根据采集的周期数据，计算当地的重力加速度。

传统单摆实验中需手动调节摆长和利用秒表对单摆摆动时间进行计时，而远程单摆实验利用光电门计时，提高了实验的效率和实验结果的精确度。

2、程序设计原理

(1) TCP 通信

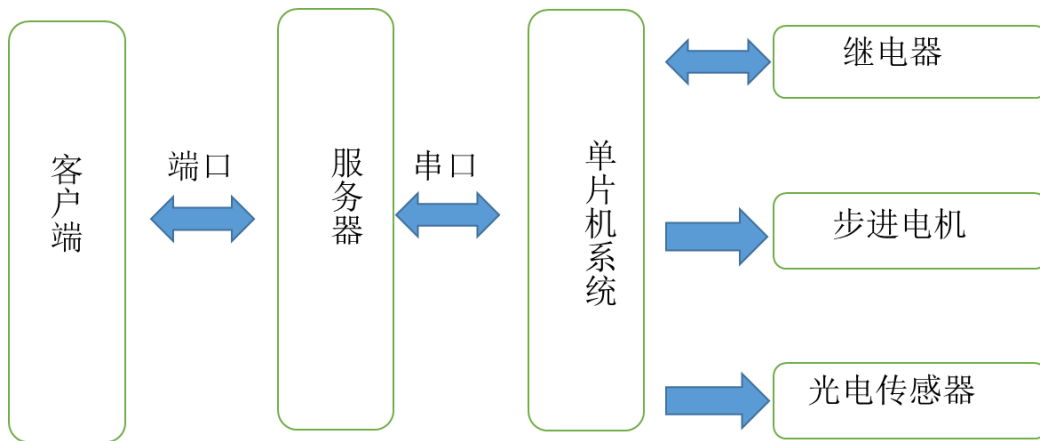
TCP (Transfer Control Protocol) 是 TCP/IP 协议集中的隶属于传输层的传输控制协议。TCP/IP 协议族共分为四层：链路层、网络层、传输层和应用层。TCP/IP 协议的传输层，包括 TCP、UDP 协议，可以被 LabVIEW 直接应用。



(2) VISA

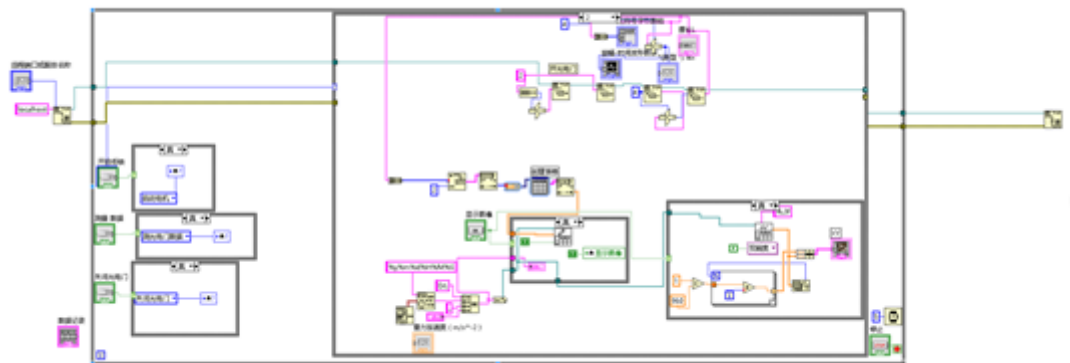
VISA 是虚拟仪器软件结构体系的简称,是在 LabVIEW 工作平台上控制各个种类仪器的单接口程序库。通过 VISA 用户能与大多数仪器总线连接,包括 GPIB, USB, 串口和以太网等。VISA 扮演了计算机与仪器之间的中间层连接角色,为计算机和仪器的顺利通信提供通道。

3、程序设计



客户端将实验操作转化为控制信号,通过服务器将信号传送至单片机,实现单摆测量重力加速度。

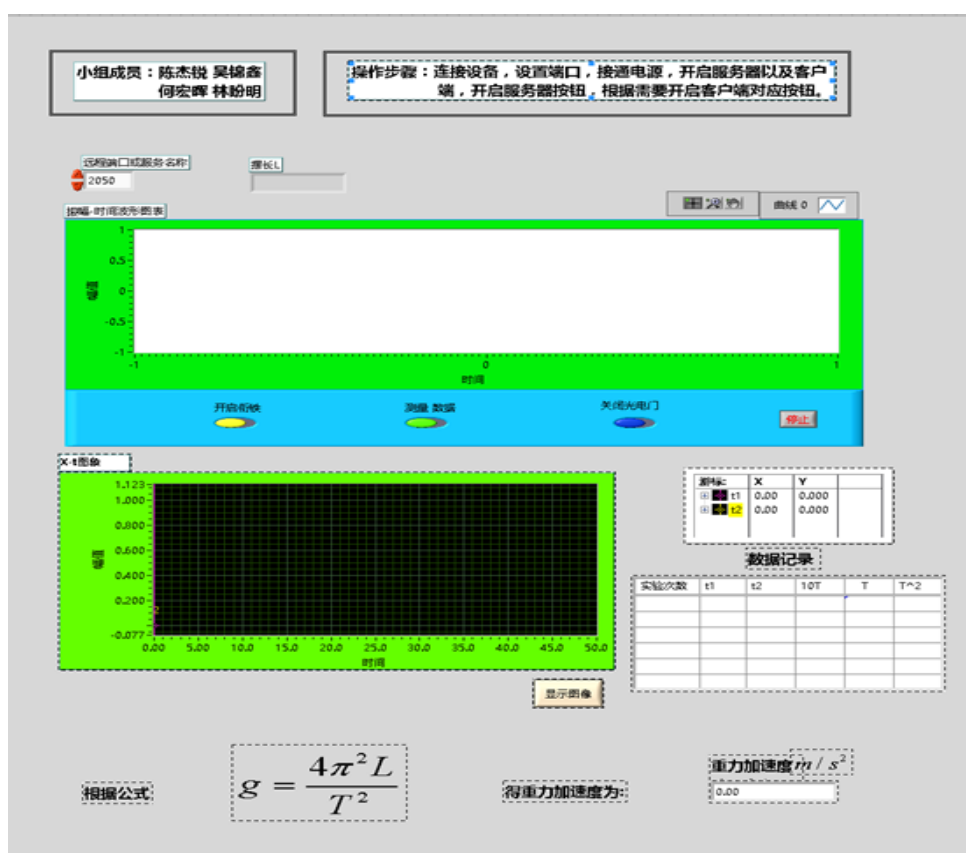
(1) 客户端



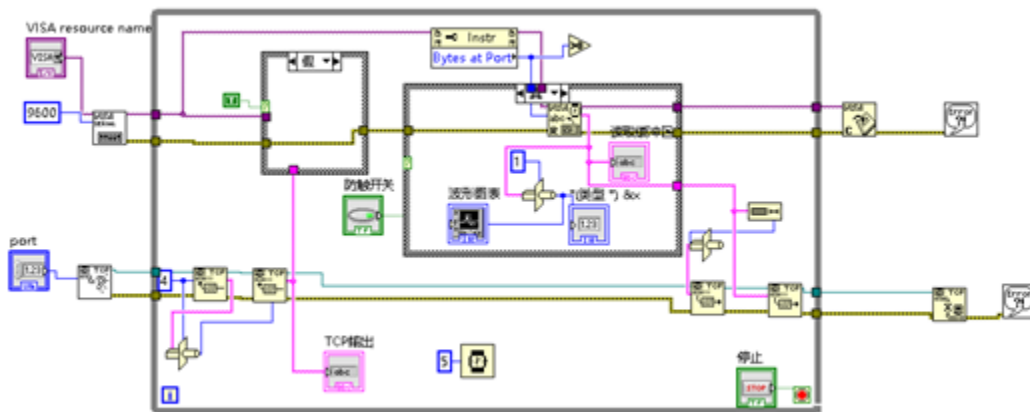
该程序利用 1 个 条件结构, 实现发送控制继电器通断电、步

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。

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。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。



(2) 服务器



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。



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。

4、实验过程

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。

5、实验步骤

(1) 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；

(2) 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；

(3) 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。

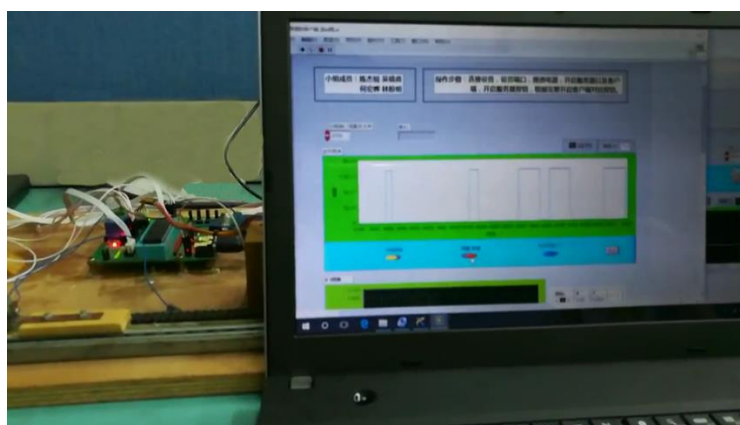
(4) 演示完毕关闭“测量数据”按钮，关闭光电门，关闭客户端，再关闭服务器。

六、改进后实验的优点

可以让学生在电脑上清楚地看到单摆的轨迹是正弦曲线。传统实

验特别是提及到摆球在水平方向随时间的位置变化呈现的是一条正弦曲线学生就很难想象为什么它是一条正弦曲线。而通过这个系统采集回来的数据可以让学生在电脑上清楚地看到它确实是正弦曲线观察出摆球的周期等。

其次改进后的实验可以更方便地测单摆的周期。采用传统的实验来测单摆的周期时我们通常采取的方法是测量多个周期的方法。但有时我们在数单摆的次数时经常会乱了而且采用机械表误差也比较大。而采用这个系统就可以完全解决这些问题。另外这个系统还可以投影出来大大方便了教师们做演示实验同时学生也可以很容易地观看到做实验的过程。



七、结束语

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掉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。与传统实验相比,改进后的单摆实验显得更加方便和精确。消除了手动释放摆球易产生的圆锥摆、人工计数易产生的计数误差及机械秒表计时易产生的计时误差。提高了单摆法

测量重力加速度的智能化程度及其精度。 , 利用单片机和光电传感器使得实验操作简单, 形象直观, 提高了测量的准确度, 从而提高学生对物理学习的兴趣. 此系统适用在物理教学课堂上作演示实验之用。

八、致谢语

在做这个远程控制单摆实验的过程中, 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, 在解决问题的过程中学到了很多知识。感谢吴先球老师, 莫细敏师姐, 陈洪雨师兄的悉心指导与帮助。希望这次的经历能让我们在以后学习中激励我们继续进步!

参考文献

- [1] 基于 LabVIEW 的单摆法测重力加速度远程实验设计[J]. 王越, 林曼虹, 吴先球. 广东技术师范学院学报. 2015 (05)
- [2] 用 LABVIEW 模拟单摆实验[J]. 王智勇, 孙旸. 沈阳工业大学. 2012
- [3] 温建平, 刘通宁, 李文辉, 练广伟, 梁有诚. 单摆实验数据处理方法的研究[J]. 大学物理实验, 2014, (01) :92-96.
- [4] 王聪, 毋志民, 江金, 曾毅. 认知信息加工理论对单摆实验改进研究[J]. 科协论坛(下半月), 2013, (06) :182-183.
- [5] 许陵, 沈幼云. 基于 Flash 和声卡的单摆演示实验的设计[J]. 漳州师范学院学报(自然科学版), 2011, (02) :113-117.
- [6] 王金德. “单摆测重力加速度”的实验研究与误差分析[J]. 铜仁学院学报, 2011, (03) :126-128.
- [7] 钱小君. 单片机控制的单摆实验系统[J]. 物理实验, 2009, (04) :30-33.
- [8] 郑立. 单摆实验中摆长的讨论[J]. 黄山学院学报, 2006, (03) :39-40.