



华南师范大学

SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

实验综设论文

论文题目：基于远程控制摩擦力测量程序设计

指导老师：吴先球教授

学生姓名：李达贤

学 号：20142301009

院 系：物理与电信工程学院

专 业：物理学（师范）

摘要

随着科学技术的发展，现在电脑技术应用于更多的物理实验。这使得实验操作更加便利，实验结果精确度更高。本实验利用 Labview 平台设计程序，在 TCP 协议通讯的基础上，通过 VISA 协议实现仪器单片机串口与电脑的链接，从而实现数据传输。在客户机端口通过波形图表等数据显示工具实时显示物理数值的大小变化，同时通过旋钮上传数据，从而实现仪器的远程控制。

关键词： Labview TCP 协议 VISA 协议 单片机 摩擦力

1 引言

摩擦力作为高中力学的重难点知识，在课堂学习中，教师常使用弹簧测力计拉动小物块的方式来演示摩擦力。但传统实验有难以匀速，摩擦力转变过快，仪器实验现象不明显等问题。基于以上的现实需求，互联网+摩擦力实验应运而生。信息技术为解决以上问题提供了优秀的工具。

G 语言是新一代的图形化计算机编程语言，其主要的代表应用就是美国国家仪器公司所发行的 Labview 软件。Labview 软件是一款典型的图形编程软件，其将编程从繁杂的代码中解脱出来，以图线和模块代替了代码撰写，是一种面向科研人员和用户的计算机语言。该软件拥有丰富的资源，简单易学，这也是本实验选用该平台的原因。

用程序编程构成 TCP 网络系统和 VISA 串口通信系统，用互联网传递数据控制单片机，单片机控制实验仪器运行，记录数据，这是用 LabVIEW 远程控制实验的基本方法。在本文中，我们将真实介绍设计远程控制摩擦力测量实验，对摩擦力的测量实验进行一系列远程控制，最终实现对摩擦力测量实验的重现。我们将介绍虚拟仪器，LabVIEW，摩擦力实验的原理；程序的设计理念和设计图；控制过程；结论和改进等。

2 概述

2.1 虚拟仪器和 LabVIEW

2.1.1 虚拟仪器简介

虚拟仪器的概念最早是由美国国家仪器公司于 1986 年提出来的一种图形化

编程概念，这是对传统仪器概念上的重大突破。其基本原理是以计算机为硬件平台，使原来需要硬件实现的各种仪器功能尽可能地软件化，利用高效灵活的软件控制高性能的硬件来完成各种测试，测量和自动化的应用，以便最大限度地降低系统成本，增强系统功能与灵活性。用形象语言来概括虚拟仪器的原理，即“软件就是仪器”。

2.1.2 LabVIEW 简介

LabVIEW 是一种用图标代替文本行创建应用程序的图形化编程语言也叫做 G 语言。其使用图形和连线代替传统的字母代码。LabVIEW 也是实验室虚拟仪器集成环境的简称，它的设计语言是 G 语言编写。前面板界面与真实仪器相似，故而被称为虚拟仪器 VI，编写出的程序都冠于.VI 的后缀名。LabVIEW 软件可以设计各种外观和传统仪器相近的前面板，方便创建用户界面，通过编程来控制前面板的对象。前面板和程序框图的分开设计也是一大特色。

2.2 LabVIEW 的研究现状

华南师范大学物理与电信工程学院的王越老师和蔡霞老师都对虚拟仪器实现摩擦力法测量重力加速度有过研究。其中王越利用单片机和光电传感器采集和处理实验数据。而蔡霞通过 H2010 型光电门、声卡和 LABVIEW 搭建数据处理平台采集和处理实验数据。

2.3 LabVIEW 在教学中的应用

2.3.1 LabVIEW 在中学教学中的应用

虚拟实验是当今科研领域的主要研究方法之一，随着网络技术与教育的不断融合，使得虚拟实验应用到各种实验教学中成为可能。成为当今中学教育以及实验教学的热点研究之一。

虚拟实验不同于以往的实验教学方法：1. 处理好虚拟实验与真实实验的先后关系，有助于教学多样化的展开。2. 学生自主探究学习模式的探索。

对于中学教学而言，虚拟仪器实现人人都可动手做实验，通过自己操纵电脑感受到实验操作过程。有利于教学多样化和学生自主学习。

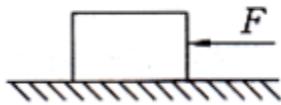
2.3.2 LabVIEW 在大学教学中的应用

基于 LabWindow s/CVI 开发环境，配合 NI-6009 数据采集卡，以“非平衡电桥应用”等实验为例，用虚拟仪器来实现大学物理实验的数据采集、处理过程，不仅使开发物理实验软件的过程相对简单，而且可以使大学物理实验更加生动、直观，从而提高大学物理实验教学质量。

3 基于 LabVIEW 的摩擦力实验设计原理

3.1 摩擦力实验原理

摩擦力是物体在不光滑接触面上运动时产生的一种阻碍物体相对运动的力。一般情况下，滑动摩擦力可以用公式计算，但在实验中计算摩擦力并不是直接测量摩擦力。将物块放在传送带上，用一根绳子拉着物块，在传送带的带动下小物块与传送带发生了相对运动。根据受力平衡条件，可以知道绳子的拉力大小等于摩擦力的大小，由此只要测量出拉力的大小，就可以间接得出摩擦力的大小。



3.2 LabVIEW 的设计原理

本实验采用远程控制 C/S (Client/Server) 模式，利用 TCP/IP 协议实现客户端与服务器的通信，利用 VISA 实现服务器与单片机的通信。通过美国 NI 公司提供的 LabVIEW 虚拟仪器软件开发平台编写客户端与服务器的主程序。客户端主程序将实验操作转化为控制信号，通过互联网把对应操作的信号送至服务器，服务器通过 VISA 建立与单片机的连接，实现摩擦力测量的远程实验。

3.3 LabVIEW 的 TCP 通信及 VISA 通信

3.3.1 TCP 通信

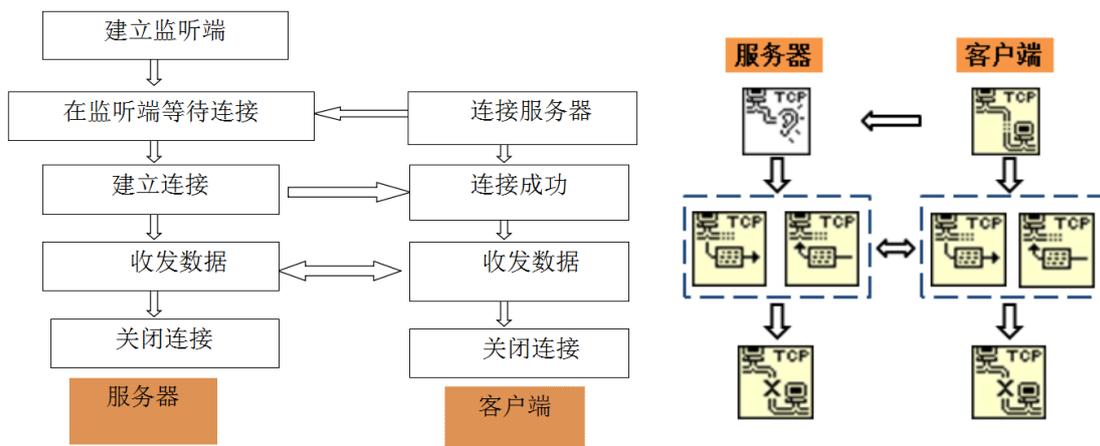


图 1: TCP 通信

如图 1, 当建立客户端和服务端之间的通讯时, 需要指定地址和通讯的端口号。在相同的地址和端口号情况下, 两台机方可实现连接。进行收发数据。服务器有一个监听端, 客户端打开 TCP 连接, 连接成功后, 收发数据, 最后都是关闭 TCP。

3.3.2 VISA 通信

VISA 是虚拟仪器软件体系结构的缩写 (Virtual Instruments Software Architecture), 实质上是一个 I/O 口软件库及其规范的总称。

图 2 是 VISA 仪器控制流程, VISA 作为测试程序和数据传输总线的中间层, 为应用程序和仪器总线的通信建立了通道。

VISA 是应用于仪器编程的标准 I/O 应用程序接口 (API), VISA 本身并不具有仪器编程能力, VISA 是调用低层驱动器的高层 API。使用时需要安装 VISA 驱动程序。



图 2: VISA 仪器控制流程

4 基于 LabVIEW 的摩擦力实验设计

4.1 摩擦力远程控制系统

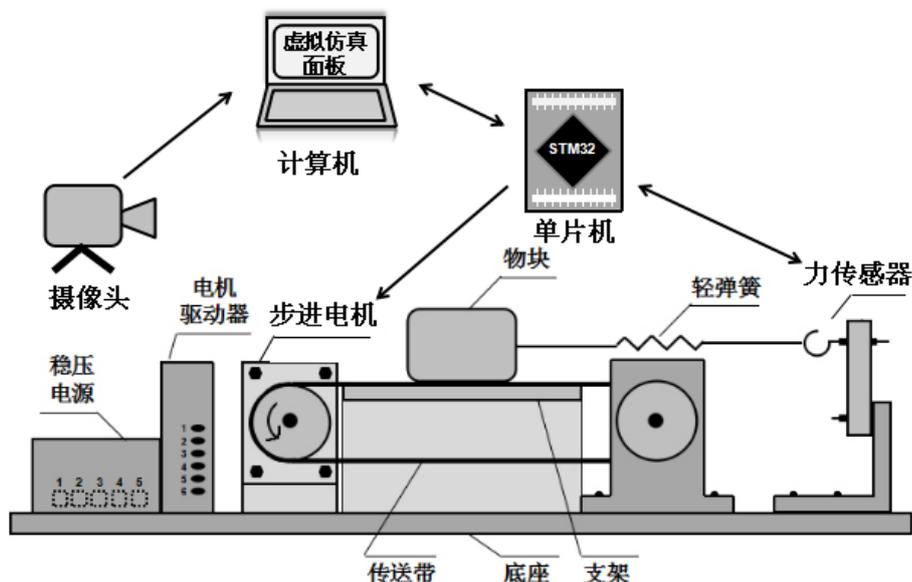


图 3: 摩擦力仪器模块

步进电机: 步进电机在接收到控制器的不同信号时精确地以不同的速度恒速转动, 带动传送带转动。

力传感器: 与绳子相连, 将感受到的拉力精确的转换为电信号, 输送到单片机中。

单片机系统: 通过接受和发送不同的信号, 实现与计算机的交流和控制步进电机的转速以及接收力传感器的信息。

同时要实现远程控制，还要把实验装置置于服务器端，客户端与服务器端建立连接，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，通过单片机系统去控制摆角和摆长。

本实验中，步进电机由预先设定好的单片机精确控制，单片机收到的不同指令对应着实验平台的不同状态。以下为相应指令。

指令	操作
v	步进电机转动速度 1
p	步进电机转动速度 2
j	步进电机转动速度 3
d	步进电机转动速度 4
a	停止步进电机转动
1	开始采集摩擦力数据
0	停止采集摩擦力数据

表：操作所对应的命令

4.2 摩擦力测量仪器

4.3 LabVIEW 程序设计

4.3.1 客户端前面板

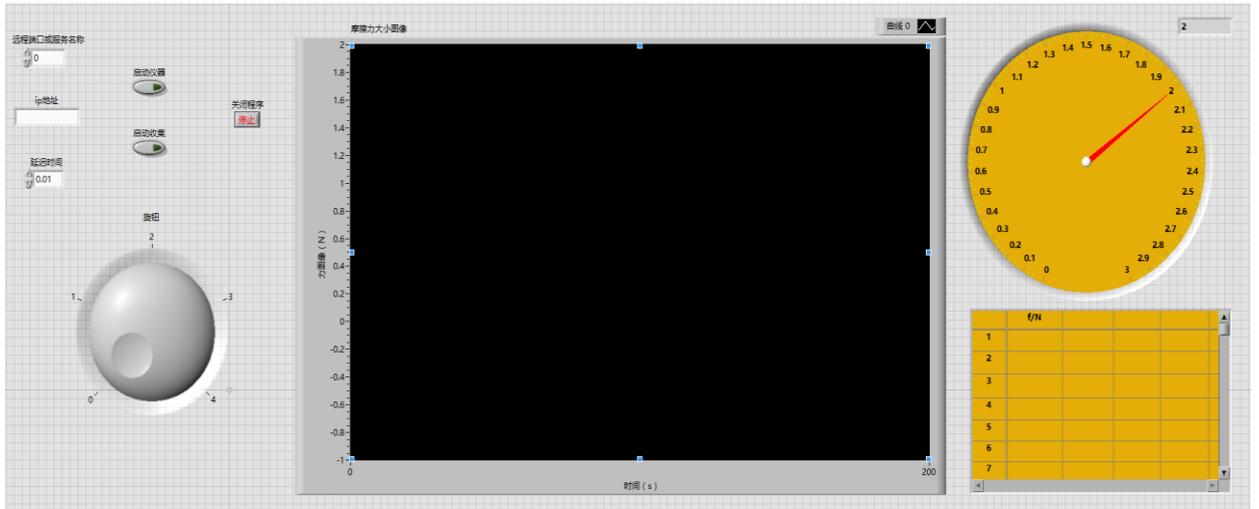
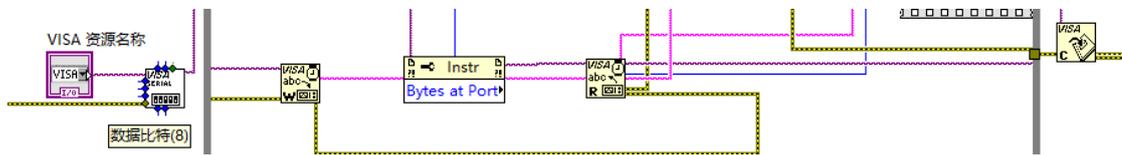


图 6：客户端面板

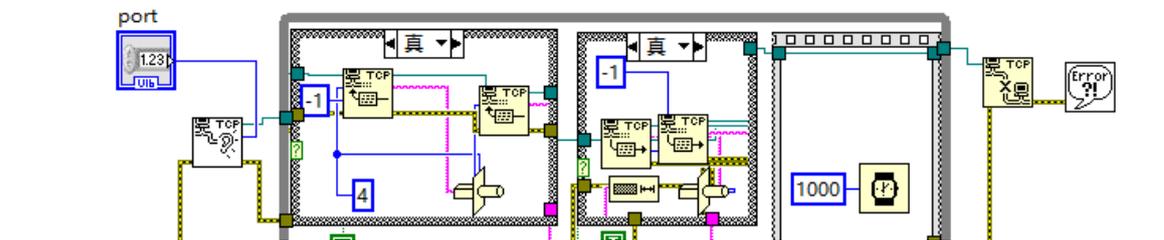
如图：客户端可以分为 2 个部分，左边为操作区，分别控制电机的启动和关闭以及数据采集的开始与关闭，同时还承担地址和端口的设置工作，其下方为步进电机速度的调节装置；右边为显示区，分别有波形图表，指针，表格三种显示方式。

4.3.2 程序设计

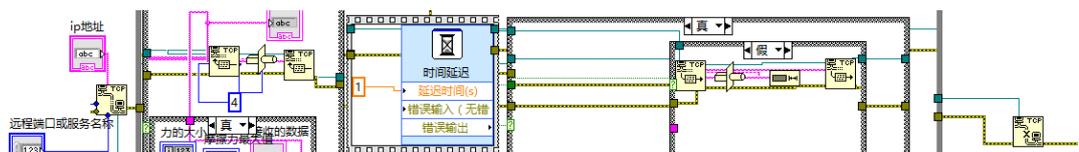
单片机的数据由电脑写入。Visa 协议是一种常用的计算机串口通信协议，本实验在这种协议的基础上，通过 visa 配置、visa 写入、visa 读取、visa 关闭四个模块实现数据从计算机到单片机的双向传输，从而实现单片机与计算机的交流。以下为相应程序图。



Tcp 协议是计算机互联网通信用协议，主要应用于计算机之间的字符串数据传输。在本实验中，利用 Tcp 通信的这一功能，可以实现数据在不同的计算机之间互传，即可以实现用户的远程控制。相应的程序如图



(服务器端)



(客户端)

具体的实现过程如下：

服务器端:

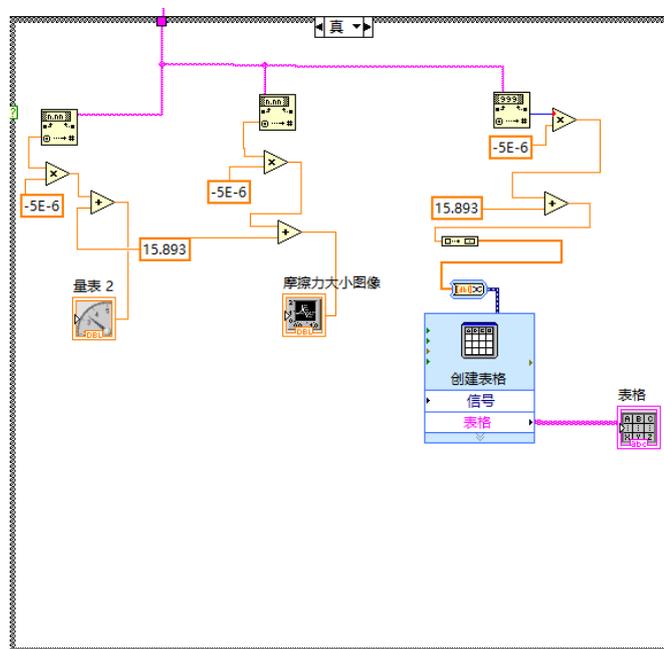
1. 确定服务器对应端口后, tcp 监听开始监听来自客户端的信号, 当有相应信号输入时, 程序读取这些数据。
2. 服务器中的 visa 读取接收到仪器发来的信息, 将这些字符串经字节数读取后载入 tcp 写入的写入缓冲区, 完成仪器数据的上传。
3. 服务器中的 tcp 读取接收到客户端发来的控制字符串, 将这些字符串读取后载入读取缓冲区。将读取缓冲区的字符串载入 visa 写入的写入缓冲区, 经串口将控制字符串输送至单片机, 实现服务器端的读取写入工作。

客户端:

1. 客户端打开 tcp 通信, 给对应的端口、ip 地址发送数据。
2. 用户输入的数据经字符串字节读取之后载入 tcp 写入, 将控制数据上传至服务器端。
3. 服务器发来的数据载入 tcp 读取的缓冲区, 供后续数据分析使用。

数据处理:

1. 仪器通过网络传输的数据只是电压数据字符串, 需要通过转换操作, 先将字符串转换成数值, 再按一定的比例换算成为力数值的大小。
2. 仪表: 将换算的数据直接导入到仪表控件中, 仪表显示实时力数值的大小。
3. 图表: 将换算的数据导入到波形图表中, 设定好相应的参数, 将力的数值变化直接在图像中表示出来。
4. 表格: 将换算出来的数据组成一个数组, 将该数组导入表格中, 从而将摩擦力的数值表现出来。



通过以上操作可以实现将远端实验室中的实验仪器数据在客户端中接受并处理成可视化的数据, 实现远程操作、远程实验。

编程要点:

1. 单片机无法处理超过其波特率的数据, 发送数据时应有一定的延时, 可以通过设置延时或设置端口解决。
2. 步进电机连续接受同一命令时会产生较大的振动, 导致实验无法正常进行, 故而发

送数据应设置一个避免同一命令重复输出的程序。解决方式为设置一移位寄存器，将这次输入的命令与上次输入的命令进行对比，避免同一命令的重复输出。

4.4 调试方法

4.4.1 虚拟串口驱动

虚拟串口驱动是当电脑无外接串口时，可以用它在电脑上打开两个虚拟的串口的一款软件。如图 12 左边虚拟串口驱动界面，虚拟串口驱动打开的两个端口（COM5 和 COM6）可以用来实现数字通信。

4.4.2 串口调试助手

第一步先选好端口，然后点击打开串口，这时便直接跟串口实现了通信。图 12 右边上半部分为接受区，它把来自串口的数字信号显示给用户。下半部分为发送区，可以发送任何数字信号给串口，这样就用户可以直接与串口通信，发送命令来看串口是否正常。



图 12: 虚拟串口驱动和串口调试助手

5 结论

本次实验中收获了很多，首先是之前没有接触过 G 语言，在本次实验中通过不断地学习与改进，最后成功地做出了程序，学习到了新的知识。本次实验中

一开始并不能成功地进行实验，出现了诸如数据超时、串口过速等若干问题，后来都在研究学习中得到了解决。但是由于时间仓促，还是有很多地方没有做好，例如程序的拓展没有做得很好还没有做好视频接口，以及前面板的优化问题。

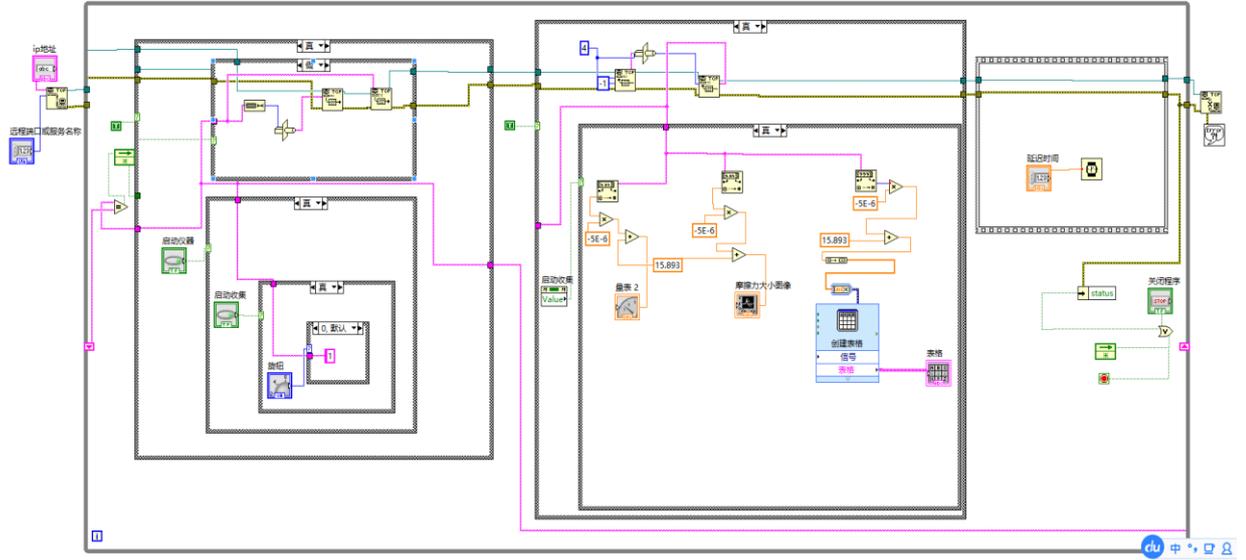
最终实验有良好的可重复性，改进后可应用于实际教学。

主要参考文献

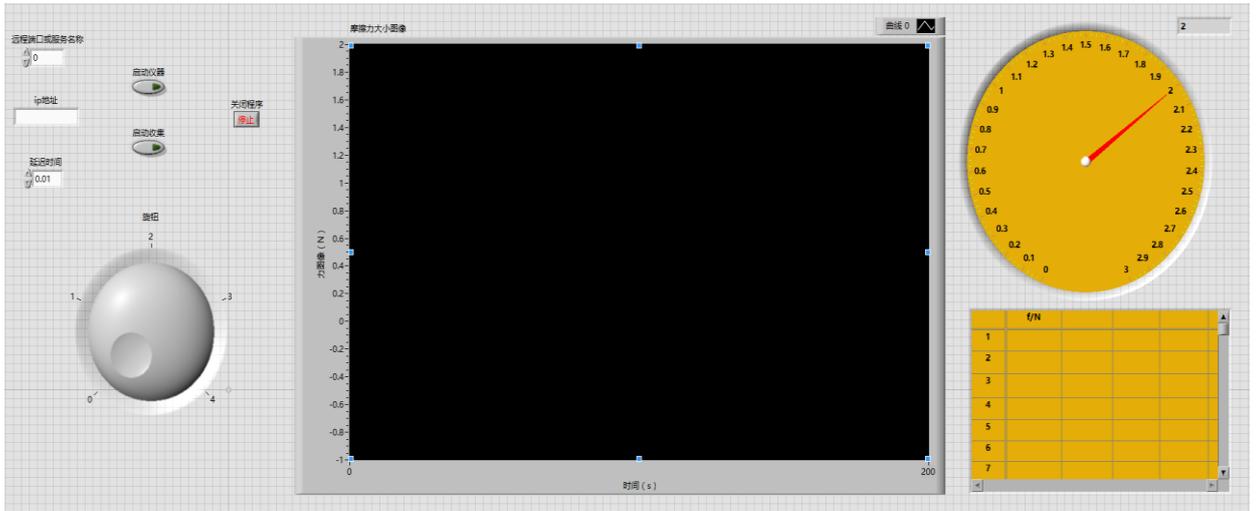
- 用 LABVIEW 模拟摩擦力实验[J]. 王智勇, 孙旻. 沈阳工业大学. 2012
- 基于 LabVIEW 的摩擦力法测重力加速度远程实验设计[J]. 王越, 林曼虹, 吴先球. 广东技术师范学院学报. 2015(05)
- 虚拟实验在中学物理教学中的应用[J]. 马鹏程. 产业与科技论坛. 2016
- 虚拟仪器在中学物理实验教学的应用研究[J]. 王青. 山东省临沭县第一初级中学. 2016
- 虚拟仪器在大学物理实验中的应用[J]. 杨杨, 王锦辉. 物理与工程. 2009

附件:

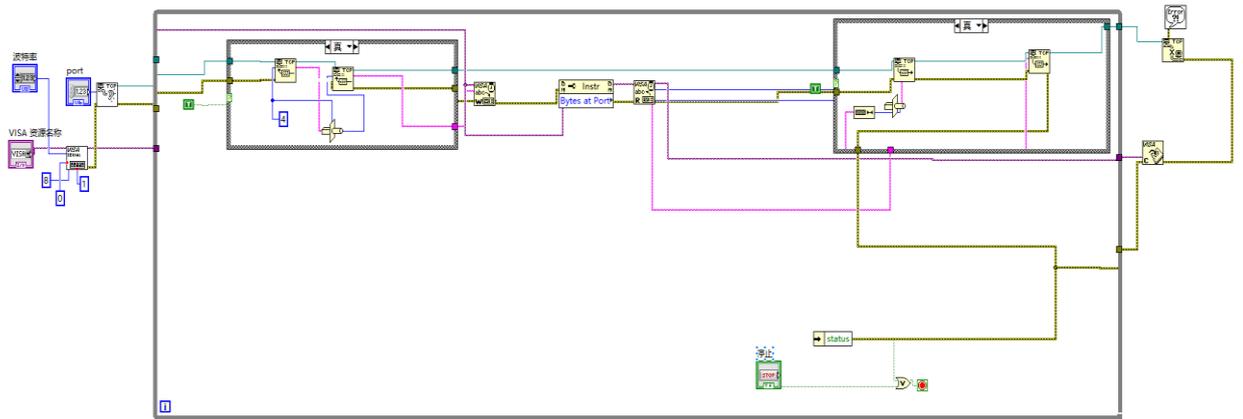
客户端程序图:



客户端前面板图:



服务器程序图:



服务器前面板图:

