

基于虚拟仪器的摩擦力实验

方杏珠

(华南师范大学物理与电信工程学院, 广东广州 510006)

摘要:为解决高中传统摩擦力实验中存在的问题, 本文通过 LabVIEW, 设计了基于虚拟仪器的摩擦力实验。实验平台由力传感器、数据采集器、电机和计算机组成, 通过 LabVIEW 制作的上位机控制单片机, 与单片机通信以控制实验仪器, 并将采集到的数据在 LabView 中的图形化显示, 通过图表、图线等具体分析实验结果, 达到了“化小为大”、“化动为静”的实验效果, 便于教师的教学以及学生的学习理解。

关键词: 摩擦力; LabVIEW; 虚拟仪器; 可视化

1 引言

高中物理测量研究的摩擦力通常是静摩擦力、滑动摩擦力以及滚动摩擦力, 而其中动、静摩擦力的突变过程是教学中的重难点。在测量这三种摩擦力的时候都是有一个前提, 即在同一种介质中被测量的物体都是静止或者在做匀速直线运动^[1], 当其保持一定的运动状态之后摩擦力即可通过弹簧测力计测得。传统演示仪通过控制接触面的运动, 利用测力计测量拉力的大小, 根据二力平衡的原理间接测量摩擦力。但是摩擦力往往是微小的、迅速变化的且不易测量的。因此传统的测量方法存在很大的问题, 比如不能保证弹簧测力计被匀速拉动; 动、静摩擦力转变过程太快, 不利于观察; 实验仪器小、实现现象不明显等等。为改进摩擦力的测量, 本文基于 LabVIEW 设计程序, 使用物理量数字化的方法采用数据采集系统来测量, 可使其很清晰的在电脑屏幕前显示出大小。

2 基于虚拟仪器的实验原理与程序设计

2.1 虚拟仪器技术

“虚拟仪器”一般认为包括虚拟仪器软件、数据采集器(接口)、传感器等三个组成部分。将此技术用于物理实验, 是实验教学的一个重要进展, 即基于虚拟仪器技术的物理实验。^[2]目前, 数据采集系统及其的拓展在各个领域中都有应用, 数据采集技术已经吸引了越来越多的关注并且已经得到了迅速的应用。在生产过程中, 该系统可以应用到收集, 监控和记录参数的生产现场, 提供可靠准确的数据, 以提高产品质量, 降低成本。在科研方面, 应用数据采集系统将获得大量的动态信息, 是一个强大的研究瞬时物理过程的工具, 也是获取科学奥秘的有力手段之一。虚拟仪器在许多世界一流大学中已经成为一些学生必须掌握的学习工具, 教师也普遍应用虚拟仪器进行教学。^[3]

2.2 实验原理

摩擦力实验平台的系统装置如图 1 所示。通过 LabVIEW 设计的程序, 计算机可向单片机发送命令, 控制步进电机的转速。当电机沿逆时针方向转动时, 将带动传送带转动, 使得物块受到绳子对它的拉力和传送带对它的摩擦力, 二者大小相等, 方向相反。当物块相对传送带静止时, 物块受到静摩擦力; 当物块相对传送带运动时, 物块受到滑动摩擦力。物体所受摩擦力的大小通过力的传感器测得, 并经过单片机返回至计算机。我们可以利用波形图表或仪表盘将物块所受摩擦力的大小显示出来。加上摄像头后, 可通过网络摄像头实现对实验现场的实时监控, 学生能通过同时观察实验现象和摩擦力大小的变化来探究摩擦力大小的规律。

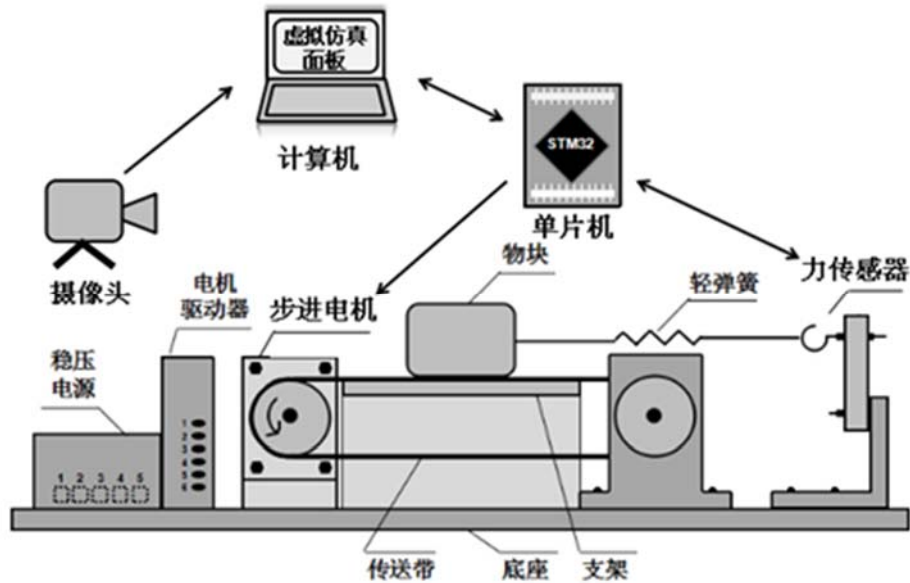
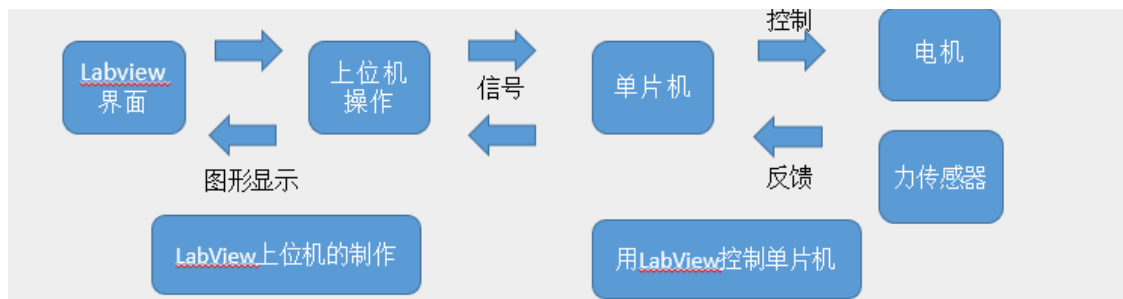


图 1 摩擦力实验平台

2.3 设计思路:

2.3.1 LabVIEW 与实验仪器的通信

本实验平台是基于 STM32 单片机为主控板的自动化实验平台，要对仪器进行控制就需要给主控板相应的指令代码。要实现实时控制，则需要客户端（主机）与单片机的实时通信。主要研究通过 LabVIEW 制作的上位机控制单片机的方法，LabVIEW 与单片机通信的方式，以及将采集到的数据在 LabVIEW 中的图形化显示流程图:



2.3.2 客户端与服务端间的通信

要实现远程实验，则需要通过客户端与服务端主机的通信，即客户端发出指令，服务器接收处理后，对单片机进行控制操作，单片机的数据反馈会服务器，服务器再将数据传输给客户端，在客户端界面显示。主要研究客户端与服务端之间的通信，以及通信的优化，减少数据传输的延迟。

2.4 LabVIEW 程序设计

2.4.1 服务器设计

首先开启 VISA 串口进行初始化配置，接着打开 TCP 侦听，等待与用户进行 TCP 连接。当用户连接进来后，等待接收命令，通过读取 TCP 模块将接收到的指令 (a, p, g, s...) (0, 1) 通过条件结构判断服务器接收到的命令是字母还是数字，如果是字母，则将命令通过 VISA 串口传入单片机中，如果是数字则通过 VISA 串口读取单片机传来的数据。程序框图如图 2、图 3 所示。

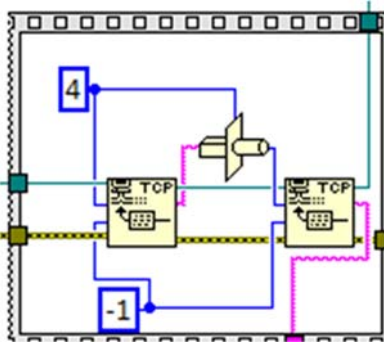


图 2 读取 TCP 模块

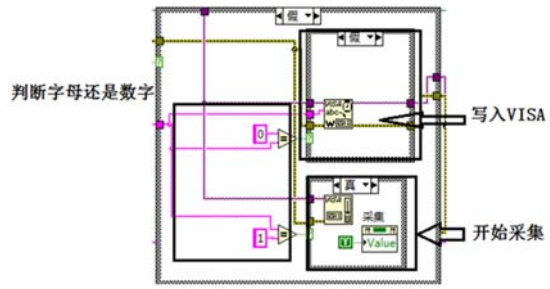


图 3 条件结构

当接收命令为 1 时，数据采集模块工作。最后是关闭 VISA 和 TCP 连接。完整的程序框图如图 4 所示。

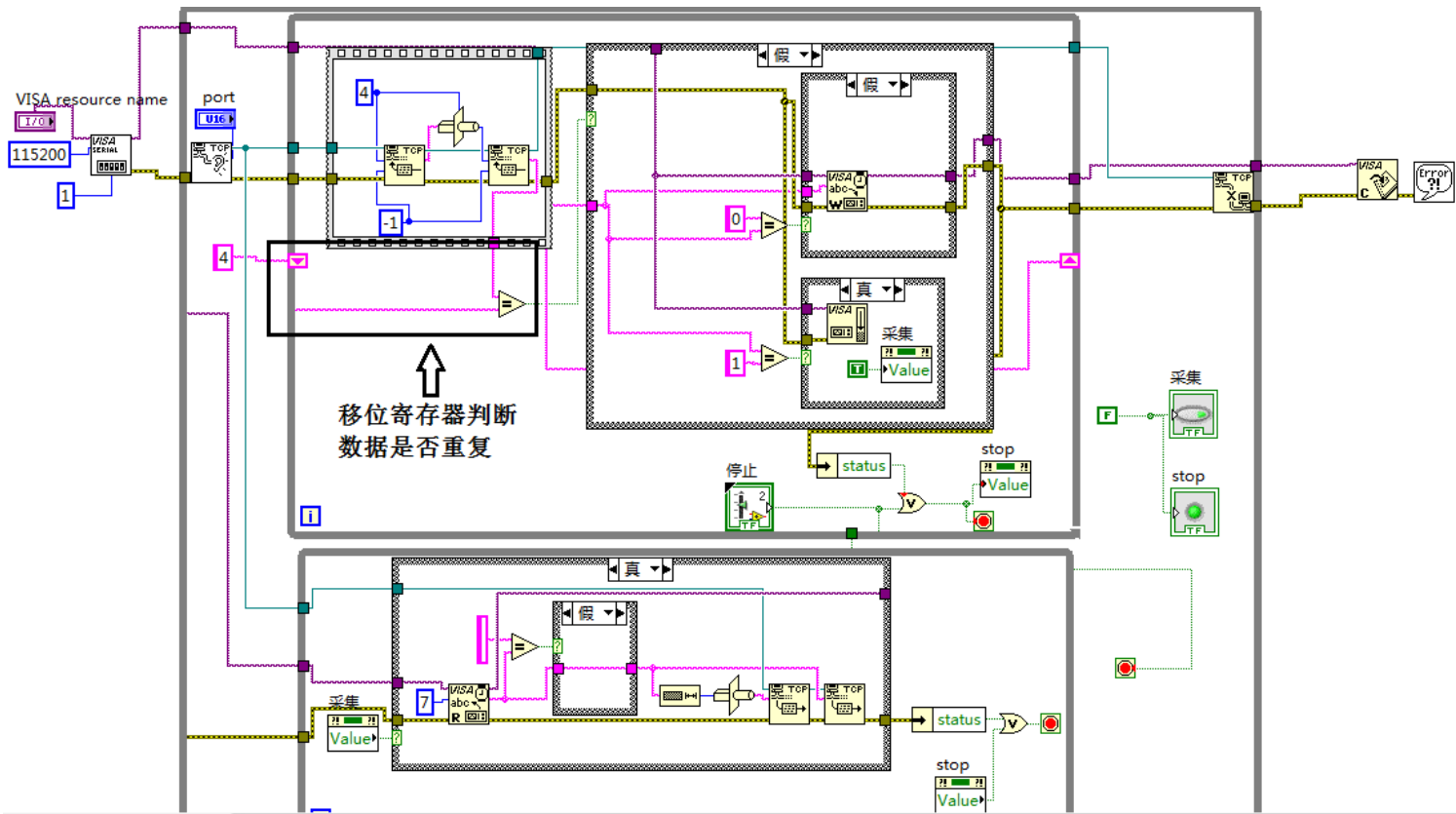
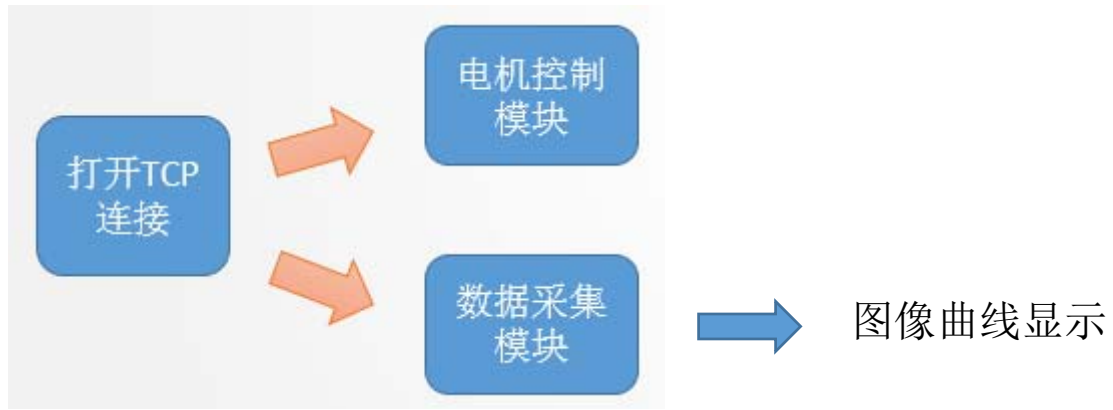


图 4 服务器程序框图

2.4.2 客户端设计



客户端的程序流程，先是打开 TCP 连接，根据使用者在客户端界面的按钮操作，通过写入 TCP 模块，将指令传给服务器。并行运行的是数据采集模块，将采集到的数据转换为图像。包括电机控制模块、数据采集模块、数据显示模块、图像清零模块和表格数据显示模块，分别如下图所示。

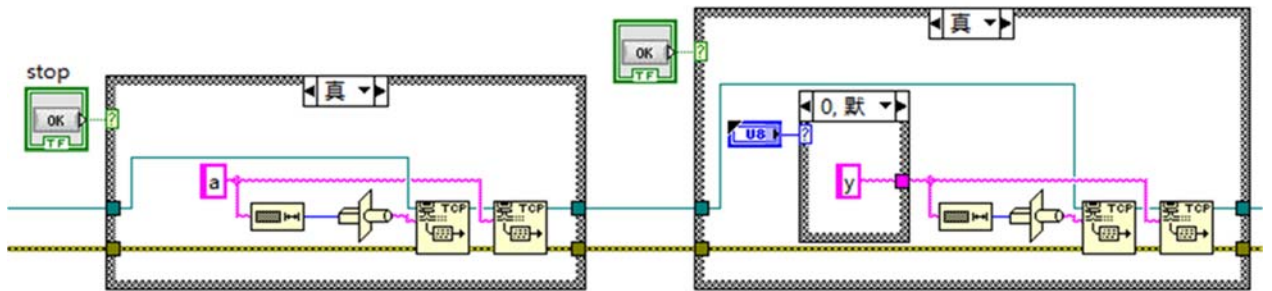


图 5 电机控制模块

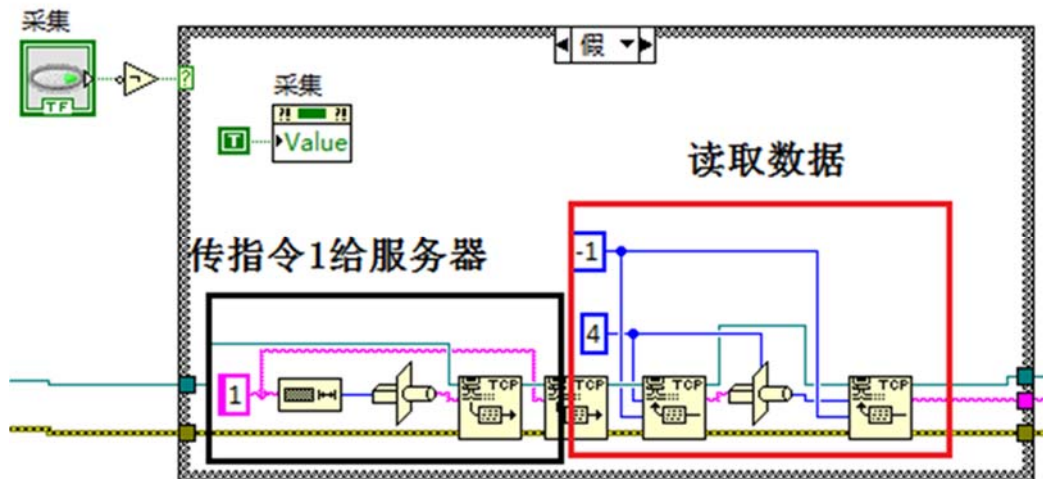


图 6 数据采集模块

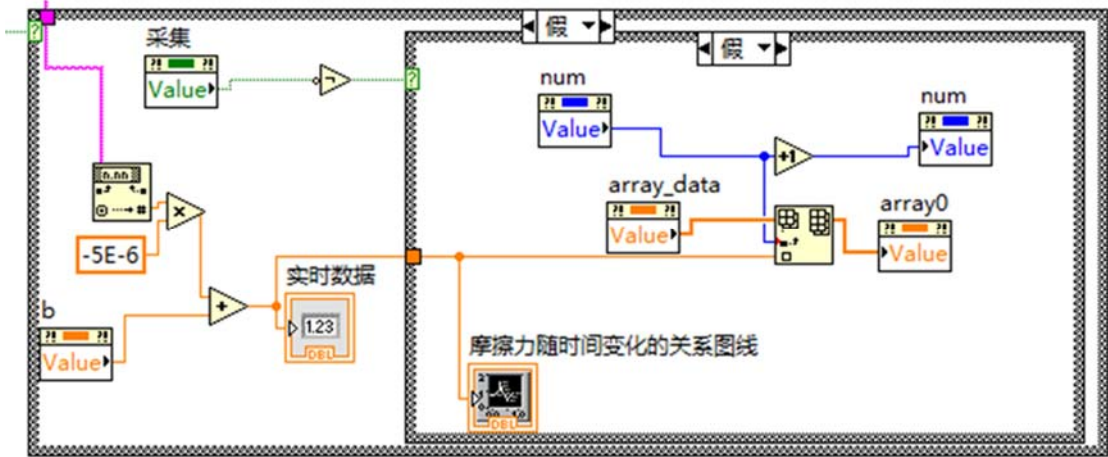


图 7 数据显示模块

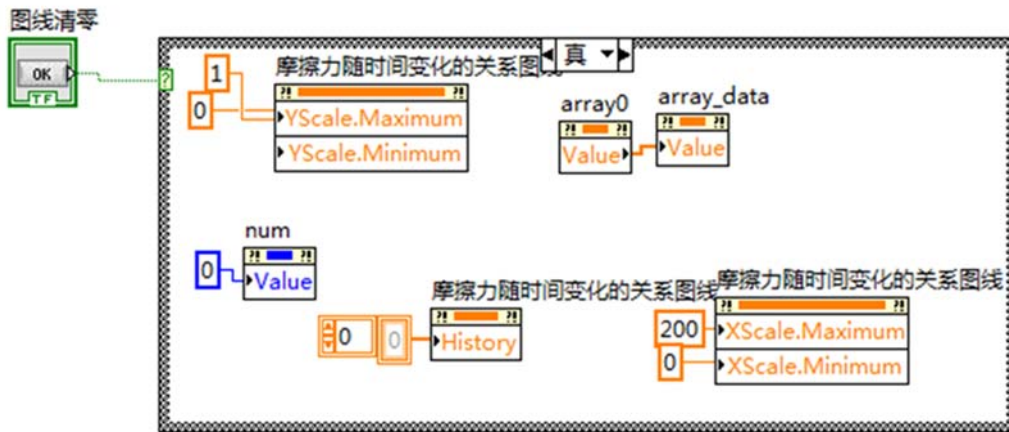


图 8 图像清零模块

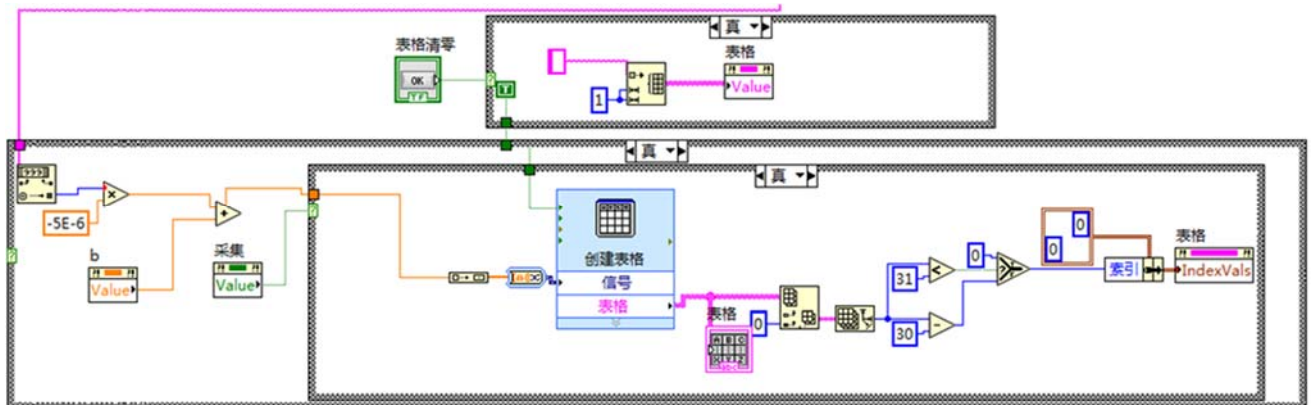
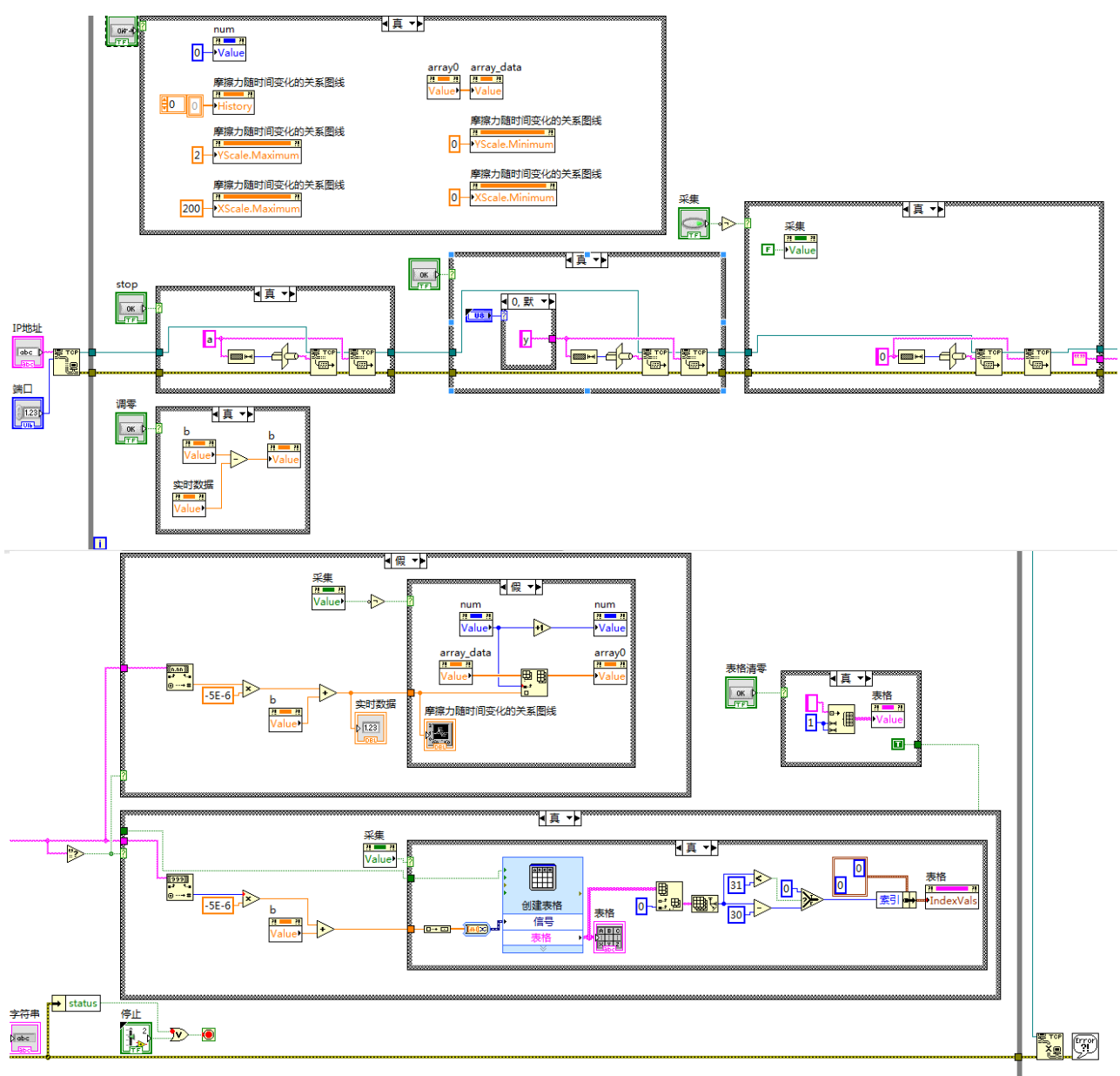


图 9 表格数据显示模块

完整程序框图：

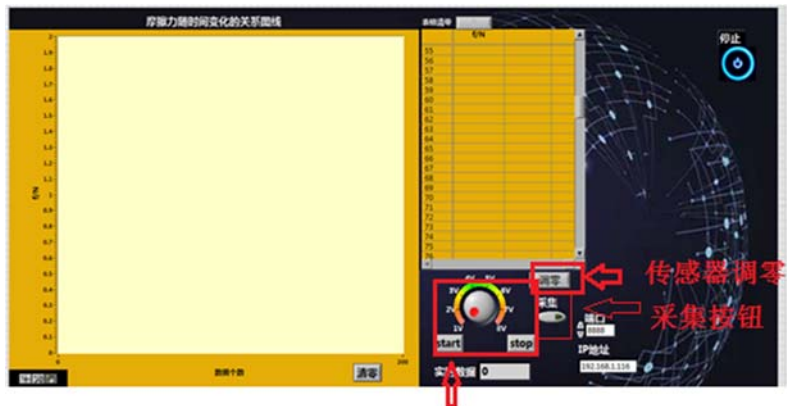


3 实验结果及分析

3.1 实验平台的操作

在探究摩擦力的大小影响因素实验中，通过如图 10 所示的仪器控制面板对摩擦力数据进行采集。实验的实物装置图如图 11 所示。^[4]操作步骤如下：

- (1) 点击“清零”开关清除系统数据；
- (2) 通过“start”或“stop”开关选择收集或停收摩擦力的实验数据；
- (3) 通过“停止”开关控制传送带停止运动



转速调节控件

图 10 客户端前面板



图 11 装置实物图

3.2 实验结果

3.2.1 最大静摩擦力的测量

在实验开始时，使重物在具有一定转动速度的传送带上处于相对静止的状态。调整传送带的转动速度，使重物与传送带发生相对滑动。在这个过程中，LabVIEW 的客户端面板上将记录下重物所受摩擦力的大小及变化过程，如图 12 所示，从摩擦力随时间变化的关系图线上即可观察出重物所受的最大静摩擦力。

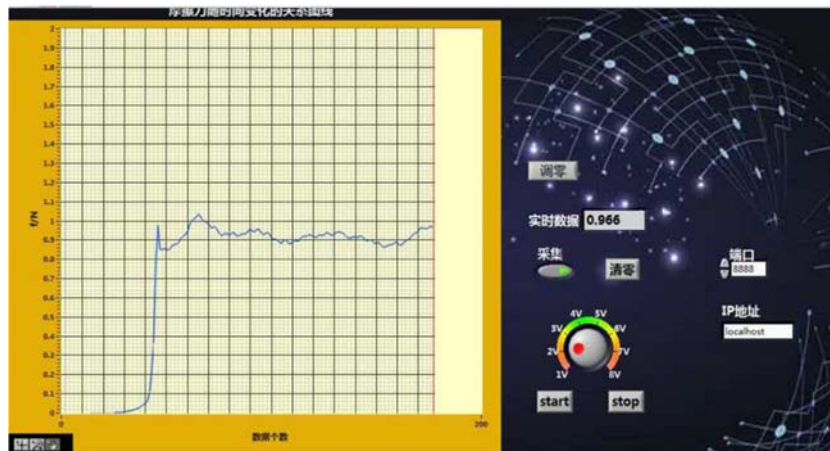


图 12 实验结果图

3.2.2 探究影响动摩擦力大小的因素

在重物与传送带发生相对滑动的情况下，当转速相同，正压力改变时，最大静摩擦力及动摩

擦力也随之发生改变。可得动摩擦力与质量成正比；当正压力相同，转速改变时，动摩擦力保持不变。可验证得动摩擦力与物体的运动速度无关。

3.3 效果分析

3.3.1 图像显示

本实验的图像显示充分发挥了信息技术在物理实验设计中可视化的特点，将动、静摩擦力的变化过程直观、形象地显示在电脑屏幕上，并使最大静摩擦力的微观现象放大化，与传统实验相比，便于学生分析并理解摩擦力的变化规律。

3.3.2 数字显示

本实验在 LabVIEW 的界面上设计了实时的数据记录表格，使学生可以通过分析实验数据，实时得到摩擦力的大小。更直观地得到出最大静摩擦力的数值大小。从而让学生经历科学探究的过程，掌握摩擦力大小的变化，提高其数据分析能力。

4 小结

本实验通过 LabVIEW 程序设计，实现了静、动摩擦力的测量和可视化功能，是传统实验和现代信息技术的整合，具有操作便捷、现象明显直观、功能拓展性强的特点能较好地达到教学效果。目前，虚拟仪器技术在物理实验中的应用还不够普遍。随着现代教育技术的飞速发展，虚拟、模拟与仿真实验的发展会越来越快，虚拟仪器技术大规模进入中学物理实验教学，已是必然趋势。我们应该加快实验课程改革的步伐，深入实验课堂，进一步探索基于虚拟仪器技术的中学物理实验教学模式与设计等相关问题，提高实验教学的有效性。

参考文献

- [1] 陈勇. 动态摩擦力测试系统[D]. 浙江大学宁波理工学院. 2015
- [2] 王伶俐, 王建中, 邓小静, 方宏强. 基于虚拟仪器技术的高中物理实验教学设计初探[J]. 高等函授学报(自然科学版), 2010, 23(1): 88-90
- [3] 吴旭燕. 虚拟实验技术及其在中学物理实验教学中应用[D]. 华东师范大学 . 2008
- [4] 李燕妙, 黄洁逢, 吴先球. 基于虚拟仪器技术的高中摩擦力实验平台设计[J]. 物理教师, 2016, 37(4): 40-41