

# 基于 LabVIEW 的远程仪器 RLC

物理与电信工程学院 物理学勤勤创新班 20140009011 邱锦萍

**摘要：**本文基于 LabVIEW，利用 TCP 通信和 VISA 通信，编写 LabVIEW 程序实现远程控制电阻、电容、电感的值，并通过视频观察实验现象。

**关键词：**LabVIEW，远程仪器 RLC，TCP 通信，VISA 通信

## 一、引言

虚拟仪器近几年发展前景可观，在科技、实验方面都有所作用，虚拟仪器是物理实验研究的有力帮手。远程控制实验对于实验室或实验器材有限的地区的教学与综合设计实验开展具有实用价值。开发一套远程操控电容器、电感箱和电阻箱的虚拟实验仪器，可以远程实现“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”，“RLC 并联电路的相频特性和幅频特性”，“示波器的使用”等一系列实验项目，而且相比传统实验仪器，其操作性更强，精度和准确度也更高。目前国内外都有这方面的研究且具有较为成功的案例，如华南师范大学、黑龙江科技学院等都有自己开发的关于 RLC 实验的虚拟仪器。

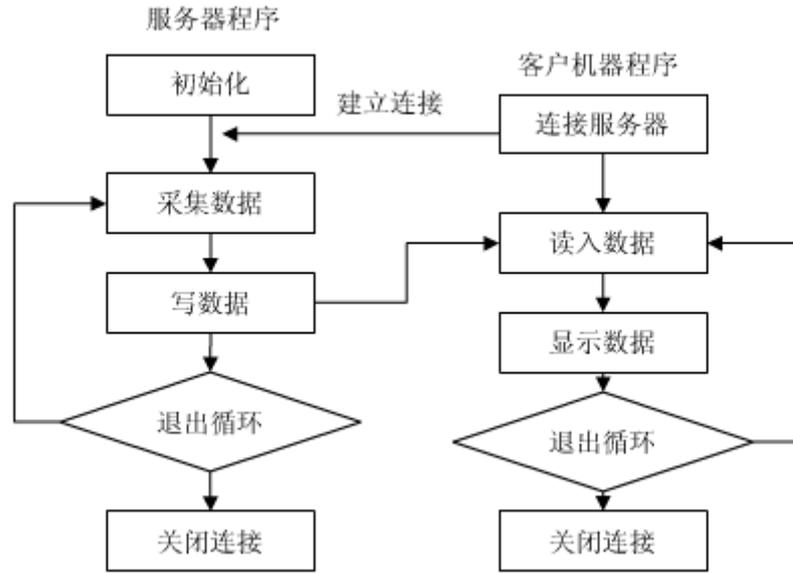
## 二、程序设计原理分析

### 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。

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

图一所示。

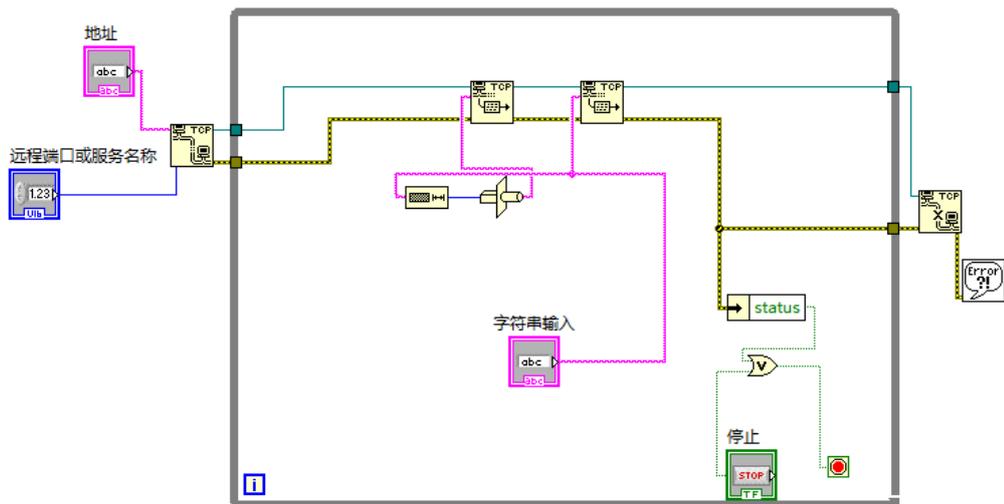


图一 双机 TCP 通信流程图

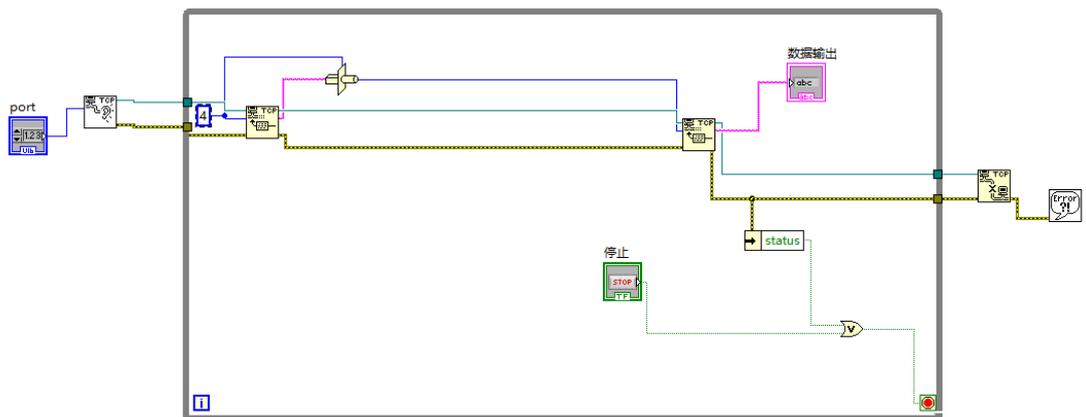
在 Windows 环境下使用 TCP/IP 进行数据传输，需要对 Windows 中相关组件进行设置。利用 TCP/IP 进行数据传输需要在客户端和服务端都进行编程，其用到的函数如下所示：



根据上面的函数，可以编写服务器和客户端程序如图二图三。



图二 客户端程序



图三 服务器程序

说明：①在用 TCP 节点进行通信时需要在服务器框图程序中指定网络通信端口号，客户机也要指定相同的端口，才能与服务器之间进行正确的通信。端口值由用户任意指定，只要服务器与客户机的端口保持一致即可，一般建议值选择 1024 以后，因为 1024 之前的端口是系统内定的公共端口。

②在一次通信连接建立后，就不能再更改端口的值了。如果的确需要改变端口的值，则必须首先断开连接，才能重新设置端口值。

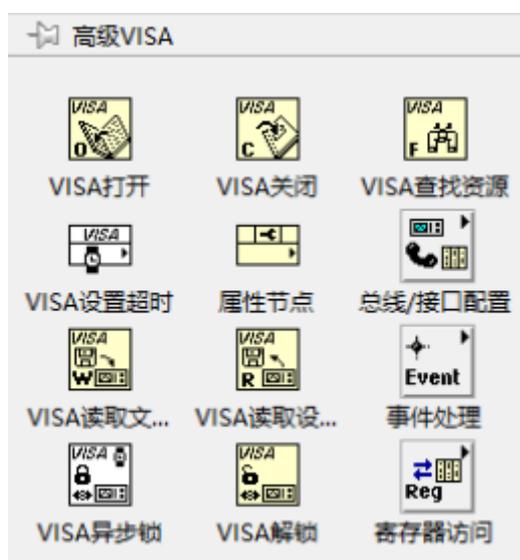
③地址是指计算机在网络中的 IP 地址，如果是本地连接则填 localhost，如果是远程通讯则必须知道服务器的 IP 地址，并且把防火墙给关闭，客户端才能和服务器建立联系。

④进行远程控制时，客户端和服务端不在同一局域网内，则 IP 地址需用外网 IP 地址，本例中查得内网 IP 地址为 196.168.0.203，外网的为 222.200.137.13。

## 2. VISA

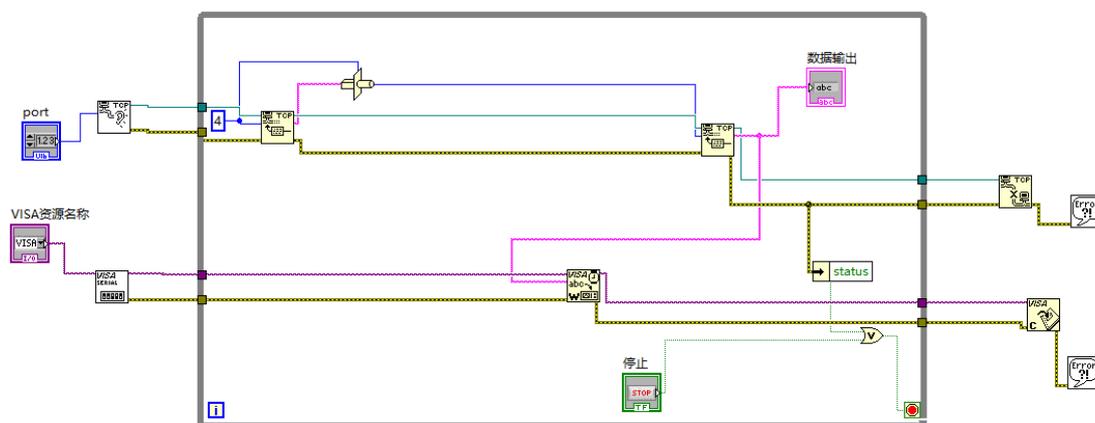
VISA 是虚拟仪器软件结构体系的简称，是在 LabVIEW 工作平台上控制各种类型仪器的单接口程序库。通过 VISA 用户能与大多数仪器总线连接，包括 GPIB，USB，串口和以太网等。VISA 扮演了计算机与仪器之间的中间层连接角色，为计算机和仪器的顺利通信提供通道。

VISA 通信所需用到的函数如下图四。



图四 VISA 通信函数

利用以上函数，可在服务器端编写函数如图五。



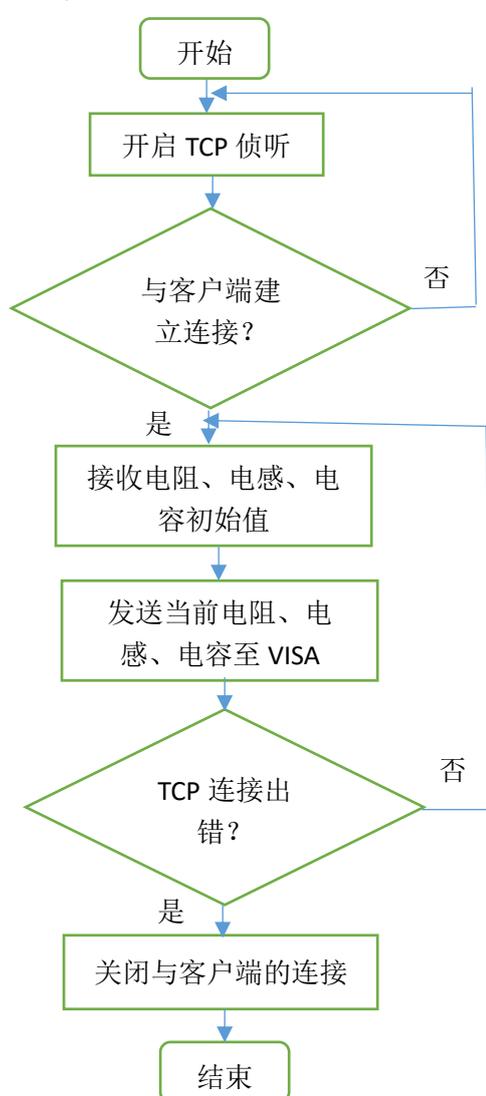
图五 服务器端 VISA 通信

串口在进行通信前，需先为 VISA 配置串口，波特率和数据比特使用默认值即可。配置串口后即可写入数据，使用 VISA 写入函数，将写入缓冲区的数据写入 VISA 资源名称指定的设备或接口中。整个 WHILE 结束之后再关闭 VISA。

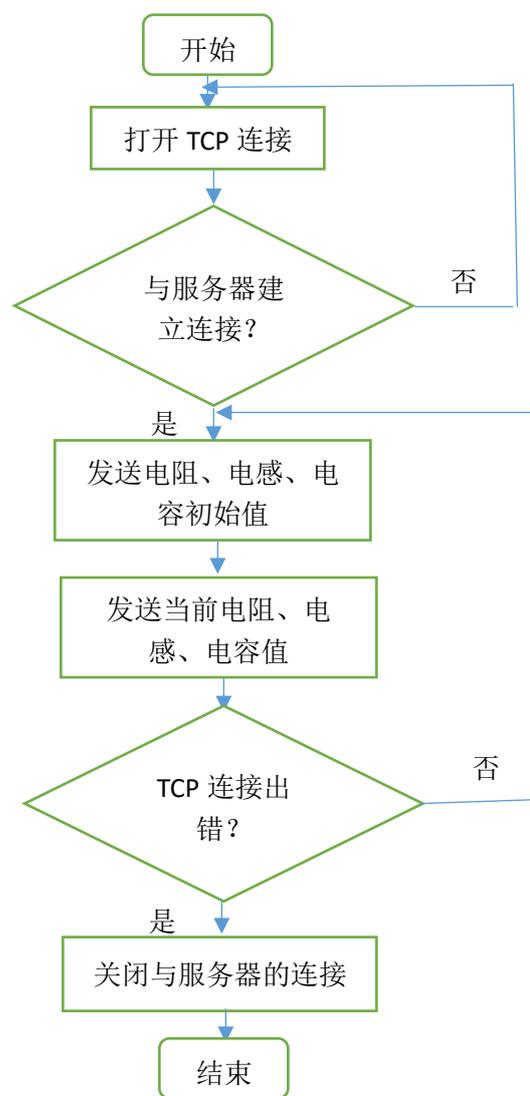
### 3. 整体程序设计

要实现远程操控电阻、电感及电容，则应把电阻、电感、电容置于服务器端，当客户端与服务器建立连接后向其发送改变相关电路元件值的请求时，服务器通过 VISA 写入函数向串口写入相关参数，从而通过单片机改变相关电路元件值。

设计思路如图六。



图六（1）服务器端工作流程图



图六（2）客户端工作流程图

客户端向服务器发送电路元件当前值指令，实际上是借助服务器向单片机发

送不同命令字改变电路元件的值。即当客户端的电阻箱、电感箱、电容箱虚拟旋钮置于不同档位时，向网络发送不同的命令字。单片机中设置的元件值与命令字的对应关系如下表所示。

电容 ( $\mu F$ )	命令字	电感 (H)	命令字	电阻 $\times 1K \Omega$ 档 ( $\Omega$ )	命令字	电阻 $\times 100 \Omega$ 档 ( $\Omega$ )	命令字
0	48	0	16	0	0	0	32
0.1	49	0.1	17	1000	1	100	33
0.2	50	0.2	18	2000	2	200	34
0.3	51	0.3	19	3000	3	300	35
0.4	52	0.4	20	4000	4	400	36
0.5	53	0.5	21	5000	5	500	37
0.6	54	0.6	22	6000	6	600	38
0.7	55	0.7	23	7000	7	700	39
0.8	56	0.8	24	8000	8	800	40
0.9	57	0.9	25	9000	9	900	41
1	58	1	26	10000	10	1000	42

虚拟旋钮档位作为条件选择结构的条件，结构内对应旋钮的 11 个 (0-10) 档位分别放置不同的命令字，这样便实现用户将旋钮旋至不同档位，发送不同的命令字。

#### ①电路元件初始化

为了确保客户端面板上的默认值与电阻等元件实际值一致，在客户端设置初始化功能。当初始化按键被鼠标按下时，发送命令字“64”，使实验室内电路元件值分别为初始化默认值，即电阻为  $100 \Omega$ 、电感为  $0.1H$ 、电容为  $0.1 \mu F$ 。因为命令字是 ASCII 值，故选用“类型转换”函数将 ASCII 值命令转换为对应的字符，用“写入 TCP 数据”函数送往服务器。

#### ②发送电路元件当前值指令

各电路元件的虚拟旋钮档位作为条件选择结构的条件，结构内对应旋钮的 11 个(0-10)档位分别放置不同的命令字，这样便实现用户将旋钮旋至不同档位，发送不同的命令字。与初始化类似的，命令字是 ASCII 值，故选用“类型转换”函数将 ASCII 值命令转换为对应的字符，用“写入 TCP 数据”函数送往服务器。

### 4. 视频插入

实验现场可以利用软件 webcam 把视频发布到地址为

<http://222.200.137.13:8078>（本例所用地址）的网页上。在 vi 文件前面板添加 ActiveX 容器，用以存放 Web Browser 窗口，再在程序框图中使用 ActiveX 的“调用节点”函数，通过设置方法为 Navigate，并创建 URL 常量，把 URL 常量设置为 webcam 发布的地址，用以观看保存于 <http://222.200.137.13:8078> 中的视频。

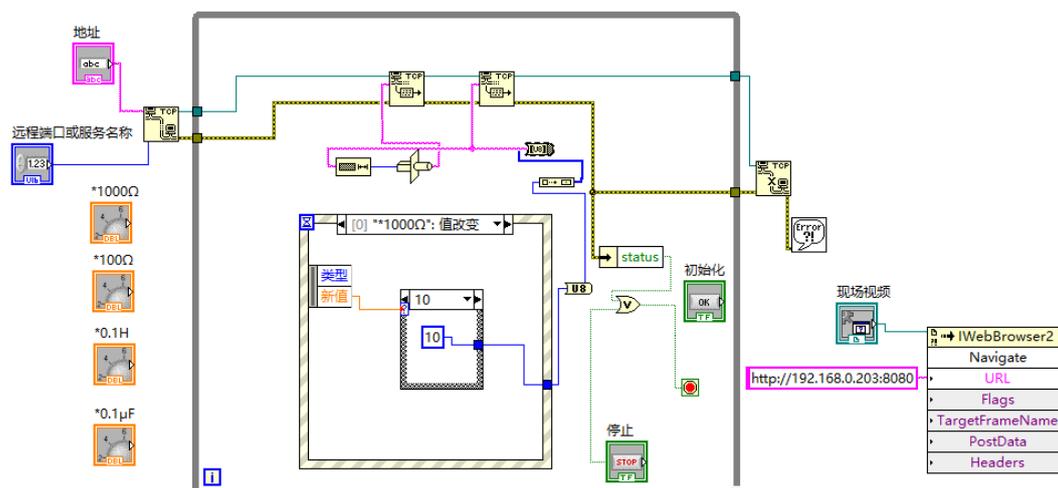
### 三、具体程序设计

#### 1. 服务器端

根据本实验的设计，服务器端只需进行 TCP 数据读取和 VISA 数据写入，故服务器端无需添加更多程序，具体程序框图见图五。

#### 2. 客户端

使用条件结构来对应各旋钮旋至相应值的命令字，同时在条件结构外嵌套一个事件结构，使条件结构只有在相应的旋钮进行旋转时才执行。再把得到的命令字转换为数组，而后利用“字节数组至字节字符串转”换转换为 ASCII 值对应的字符串，最后再通过 TCP 写入发送到服务器端。同时加上现场视频的获取。得到程序框图如图七。

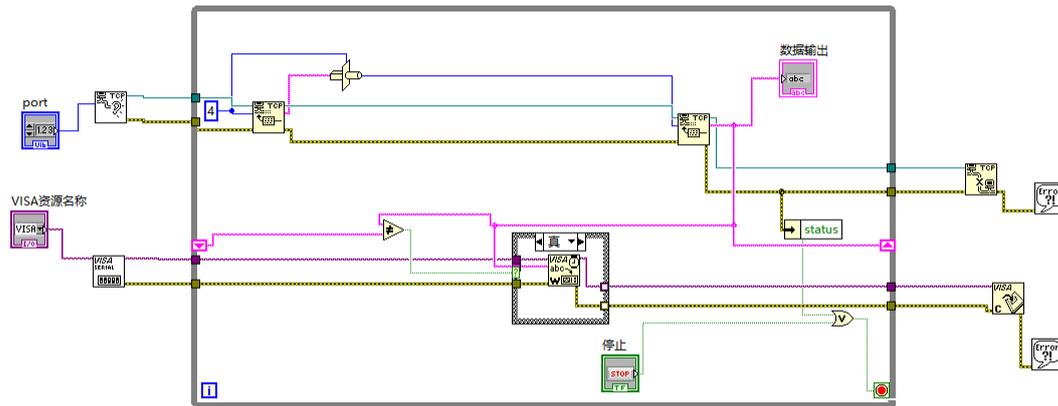


图七 客户端程序设计

### 四、拓展

## 1. 程序优化

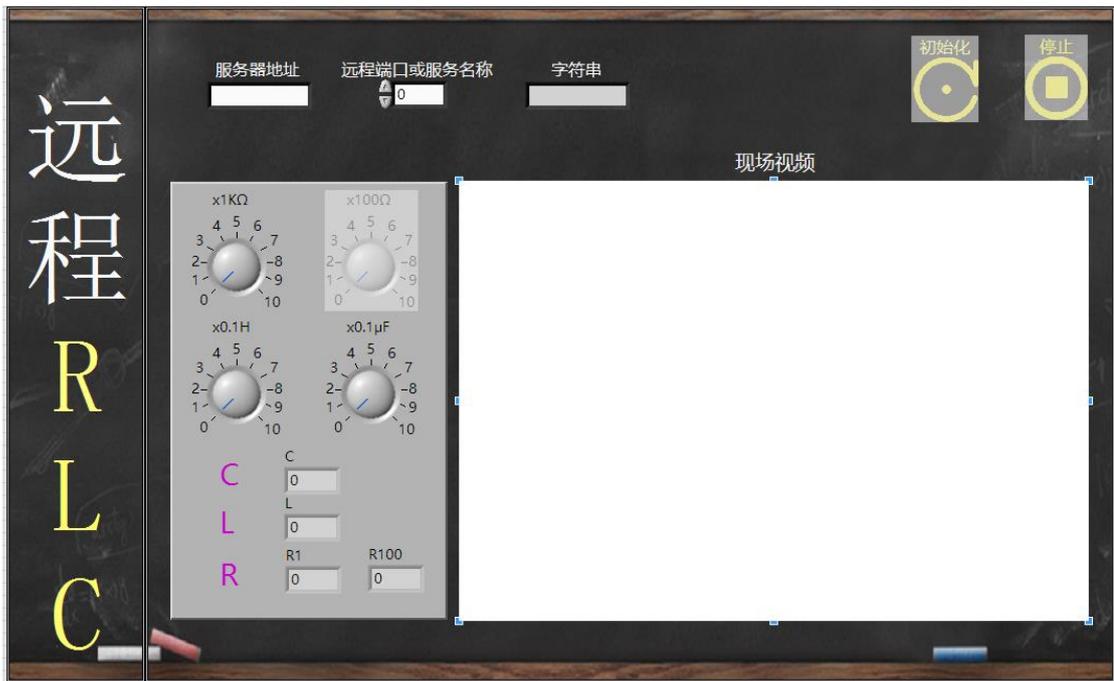
为了避免重复发送无效数据，提高数据传输的效率，在原程序的基础上，在服务器端的 VISA 写入加上了一个条件选择结构，该功能表现为：在进行 VISA 写入前先做一个判断，判断客户端传过来的值是否有所改变，只有当值有所改变时才进行 VISA 写入，这就避免了向单片机重复发送相同的数据。具体实现如图八。



图八 改进后的服务器端程序框图

## 2. 采用自定义控件美化界面

新建自定义控件文件，添加控件后进入自定义模式，便可以使用自己的 png 格式图片对原控件进行替换，并对该控件的其他状态进行自定义，即可制作出自己的控件，美化界面。该实验中最后客户端的前面板如图九。



图九 客户端前面板

## 五、小结

通过本实验，我们学会了远程通信的协议，学会了串口通信，学习到了编程思想，同时我们还深刻地体会到了远程实验的意义，通过远程实验可以实现实验资源的共享。在实验中我们曾遇到瓶颈，在进行远程操控过程中因为 IP 地址的问题导致操控失败，于是我们尝试了多种方法，最终在老师的帮助下成功了解决了问题。

在此特别感谢吴先球老师的细心指导，吴老师坚持给每个人机会上台汇报的模式，既锻炼了我们的总结能力也锻炼到了我们的表达能力，也因为吴老师的指导，我们才能接触到远程仪器，为今后能从事相关工作打下基础。在此我对吴老师表示衷心的感谢。

衷心感谢陈洪雨师兄和莫细敏师姐，在我们遇到问题时耐心指导，在我们久久不能解决问题时期细心鼓励。

衷心感谢我的队友们，在于他们交流的过程中产生了不少灵感，而且在实验过程中合作无间，才能最终完成本实验。

最后，感谢每一位帮助过我、关心过我的人。

## 参考文献

- [1] 部德才、吴先球、吕红英、刘朝辉、陈俊芳. 远程实验中 RLC 电路参数的计算机控制. 中国科技论文统计源期刊, 2005
- [2] 丁硕. 基于 LabVIEW 的远程数据通信技术的实现. 电子科技, 2008
- [3] 魏义虎、陈雷. 基于 LabVIEW-VISA 方式的串口通信研究. 电子设计工程, 2015
- [4] vi 中嵌入视频讲义
- [5] 远程仪器 RLC