

# 《基础物理实验》实验报告

实验名称 虚拟仪器实验 指导教师 石澔屿

姓 名 李佳熠 学号 2020K8009926028 分班分组及座号 1 - 10 - 5 号 (例: 1-04-5 号)

实验日期 2021 年 11 月 15 日 实验地点 教学楼 702 调课/补课 ☐ 是 ☒ 否 成绩评定 \_\_\_\_\_

## 1>实验目的

了解虚拟仪器与 LabVIEW，并利用 LabVIEW 进行温度计、电压输入输出、伏安法测电阻程序设计，并利用后两者与硬件相连进行实验。

## 2>实验用具

计算机（操作系统为 Windows7），LabVIEW 2014，NI ELVIS II+，导线若干，100Ω标准电阻，51Ω与 1kΩ电阻各一个，稳压二极管一个。

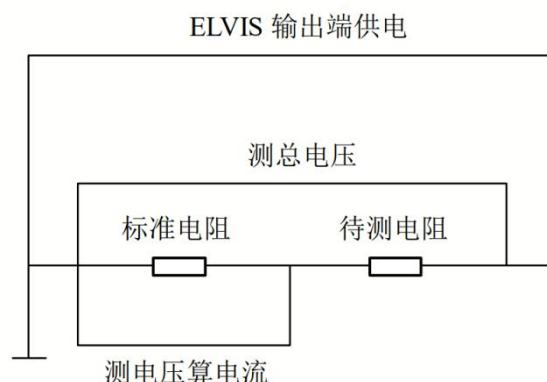
## 3>实验原理

LabVIEW 为图形编程语言，使用界面分为前面板与程序框图两个主要部分。前面板用于模拟真实仪器的前面板，放置不同的输入组件与显示组件；程序框图利用各种函数组件，进行程序框图的创造，反映仪器的内部结构。

NI ELVIS II+是虚拟仪器综合实验平台硬件，有模拟多种电学仪器的功能，其有面包板，可以直接利用导线连接各个接口。“+”“-”区域一竖列连通，字母区域每行连通，接口亦为每行连通。当导线插入后需要穿过夹子穿到底。

伏安法测电阻的硬件电路图如下：

图 1 伏安法测电阻的硬件电路图



## 4>实验内容

### 4-1 模拟温度测量程序设计

#### 4-1-1 实验原理

本实验是模拟利用电压测量温度的装置，并得到华氏、摄氏温度。两种温度之间的转换关系为摄氏温度 = (华氏温度 - 32) ÷ 1.8。

#### 4-1-2 实验步骤

4-1-2-1 新建文件，在前面板上按对应位置放置温度计、垂直滑动杆开关、显示控件（表示输出温度值）、输入控件（表示采集的电压值）。

4-1-2-2 创建程序框图。其思路是先将电压转换为对应的华氏温度，然后判断所输出的数据类型，分成华氏输出与摄氏输出两条计算路径，最后输出在温度计、温度值上。测完关闭程序。

#### 4-1-3 程序记录

图 2 模拟温度测量程序前面板

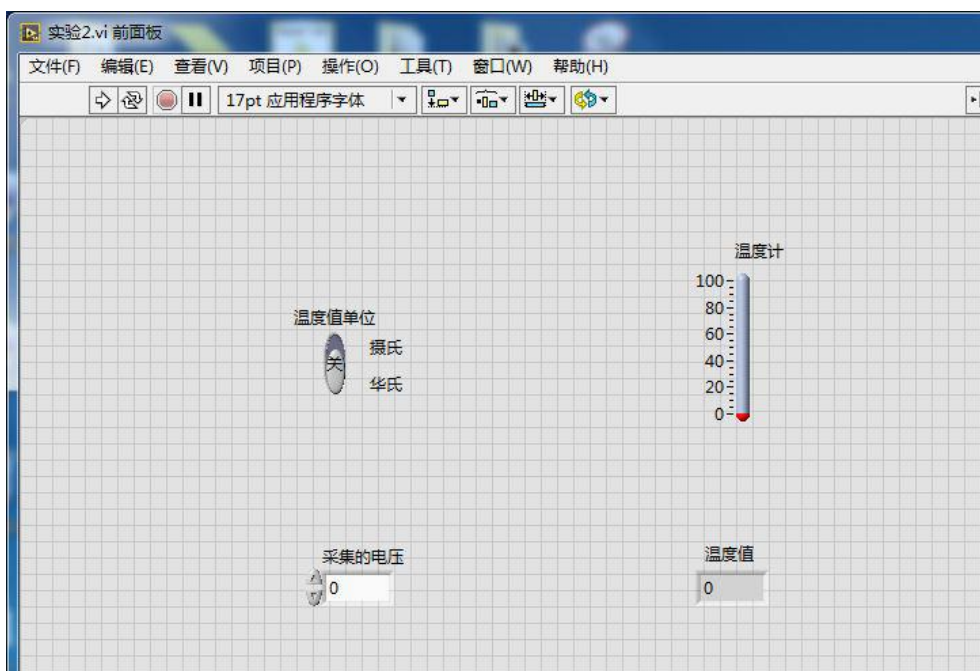
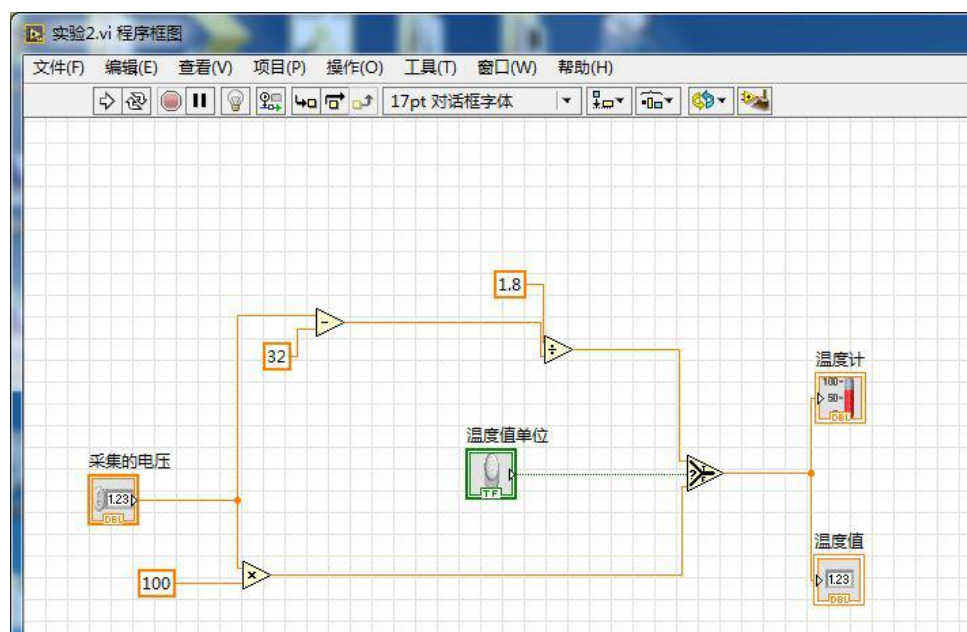


图 3 模拟温度测量程序程序框图



经运行程序，能够根据要求输出不同输入电压、不同单位的温度值。

## 4-2 模拟电压输入输出设计

### 4-2-1 实验原理

本实验需要构建的装置包含电压采集与电压输出两部分虚拟装置。由于需要等待 100ms 后采集，故框图中需要使用 While 循环。两个部分分别相当于模拟的是电压表和电源。

### 4-2-2 实验步骤

4-2-2-1 新建文件，在前面板上按对应位置放置输入输出两个物理通道、显示控件（表示电压测量值）、输入控件（表示电压输出值）。

4-2-2-2 创建程序框图。思路相对简单，即将两个物理通道分别进行 AI 电压输入、AO 电压输入，然后经过一个前述 While 循环，最后输出。

4-2-2-3 连接硬件，电源正极为 AO，负极为 Ground。AI+与 AI-分别为电压测量正负端。

4-2-2-4 运行程序，选择与设备编号相符合的 ao 或 ai 通道，输入电压值，开始测量。测完关闭程序。经验规律有通道选择中拥有最多选项的设备是对应设备。

#### 4-2-3 程序记录

图 4 模拟电压输入输出程序前面板

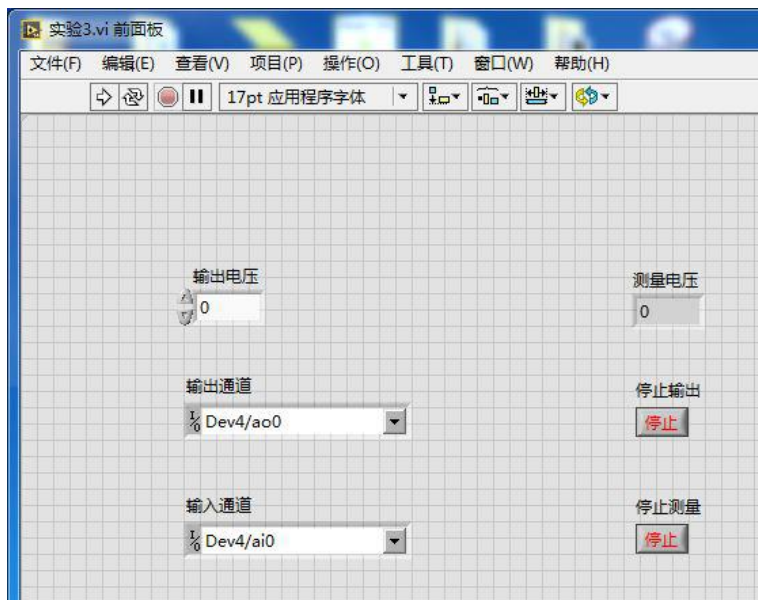


图 5 模拟电压输入输出程序框图

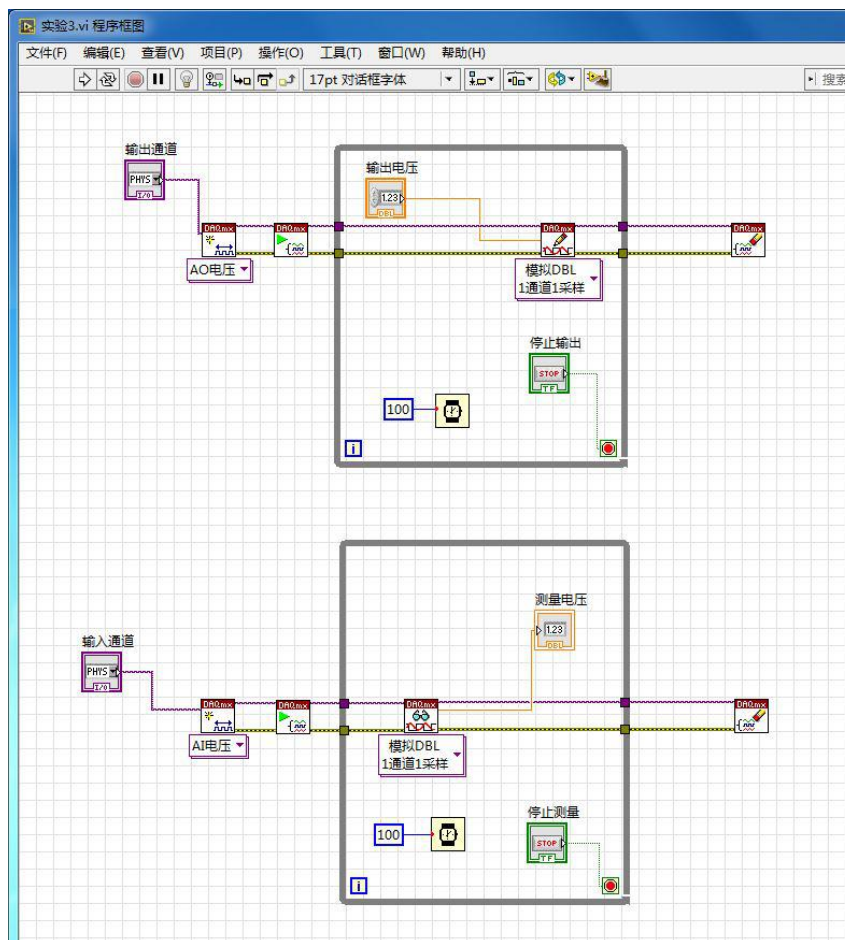
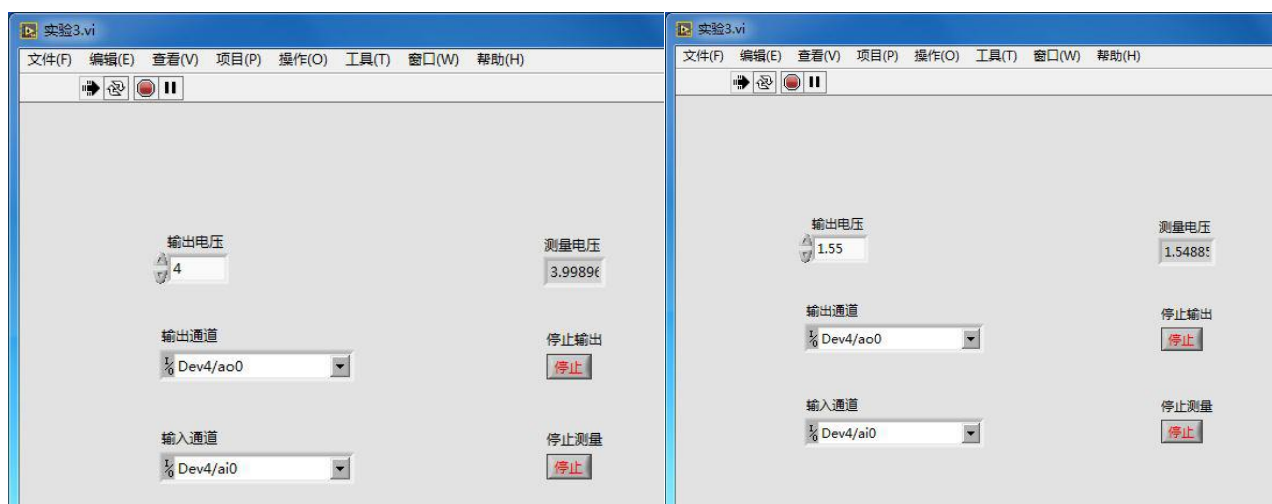


图 6~7 模拟电压输入输出程序运行情况



可以看到，运行程序时，能够成功输出并采集电压，且两次测量相对误差分别为-0.0275%、-0.0742%，相对误差较小。

### 4-3 利用虚拟仪器测量伏安特性

#### 4-3-1 实验原理

电路图前述已经介绍过，其设计是通过总电压减去标准电阻电压得到待测元件电压，通过标准电阻电压除以标准电阻阻值得到待测元件电流，相除即能得到阻值。

前面板需要放置 4 个输入控件表示测量电压步长、测量数据点数、标准电阻阻值、时间间隔，放置一个开关，放置一个显示控件来显示待测阻值测量值，放入一个数据显示表格与 X-Y 图工具记录电压电流数值。

程序框图比较复杂，主要由 While 循环内套 5 帧平铺式结构组成，5 帧分别具有输出电压、等待、采集电压并处理数据、等待、使得结束时输出电压为 0 的功能。利用移位寄存器进行数据实时显示。最后将数据导出至 Excel 中。

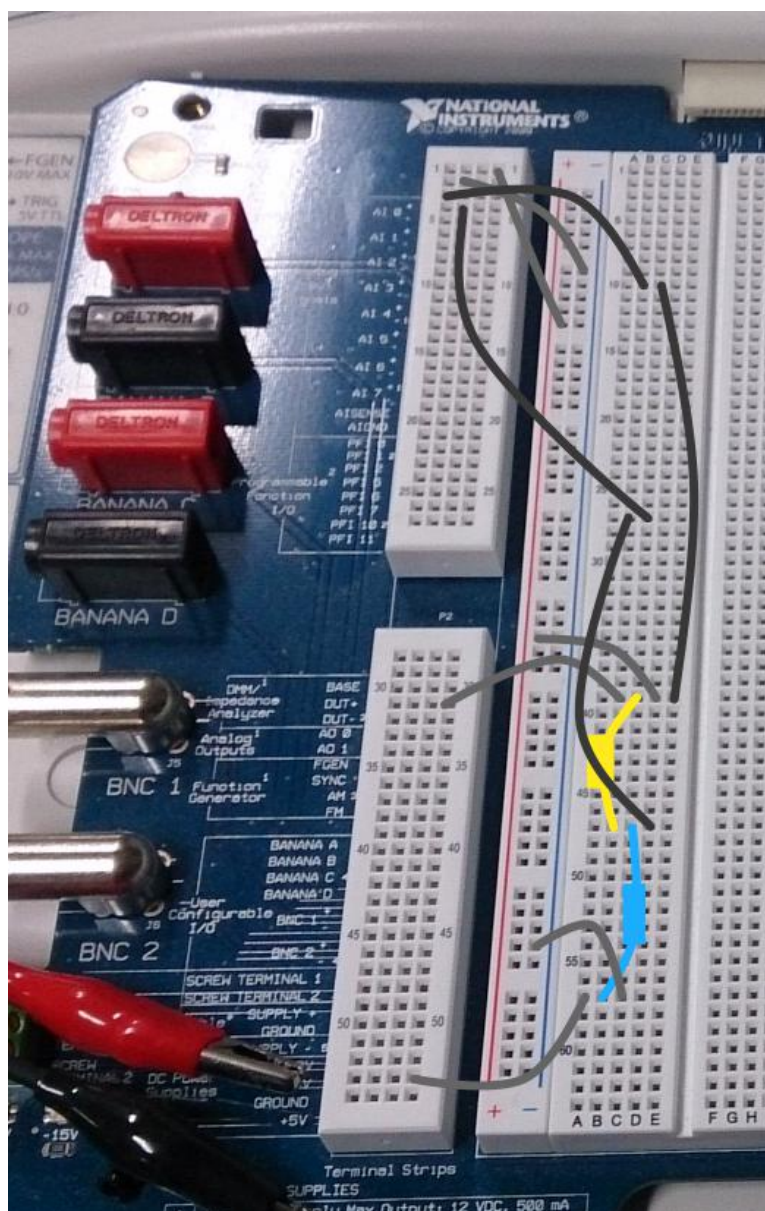
#### 4-3-2 实验步骤

4-3-2-1 按照前面板与程序框图示意图搭建好本实验需要的前面板好程序框图。

4-3-2-2 搭建硬件电路。主电路由 ao 出发，经过 100Ω标准电阻与待测电阻后最后回到 Ground。选取两组 ai 分别接在标准电阻两端与两个电阻整体的两端。

由于未拍摄照片，故绘制图像还原实验时的电路连接情况。设备规格与图中的不相同，但连线的思路与方式是大致相同的。黄色为标准电阻，蓝色为待测元件，灰色为电导线。

图 8 电路图连接示意图（原图源于 <https://blog.cavedu.com/category/programming-language/labview/feed/>）



4-3-3 程序记录

图 9 测量伏安特性程序前面板



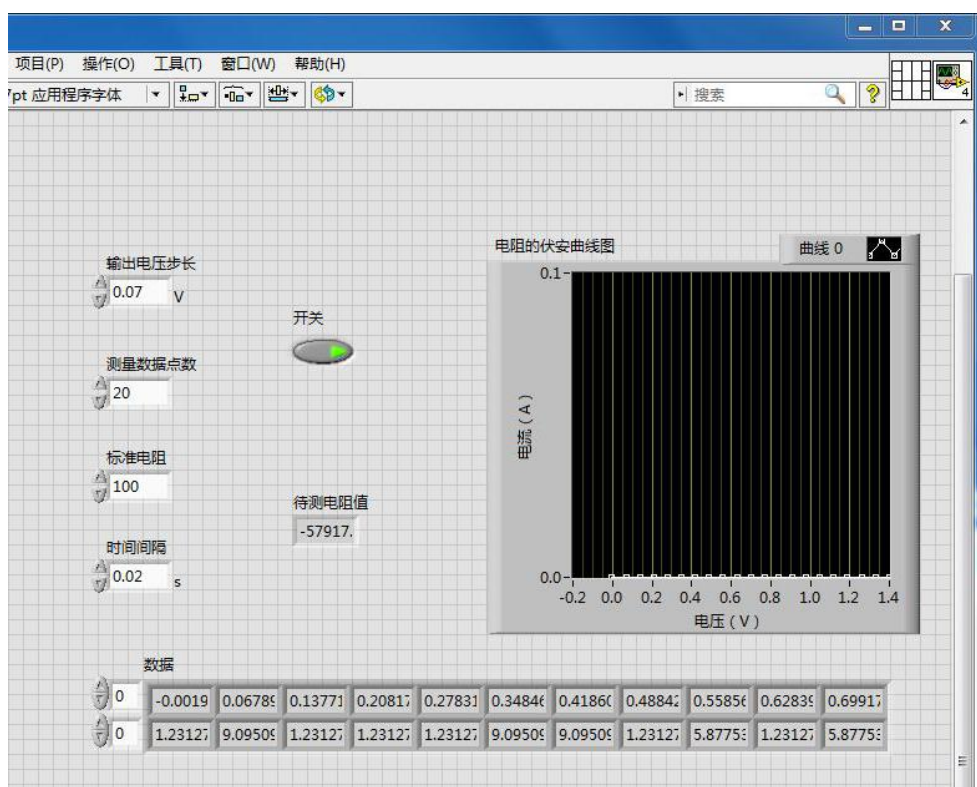
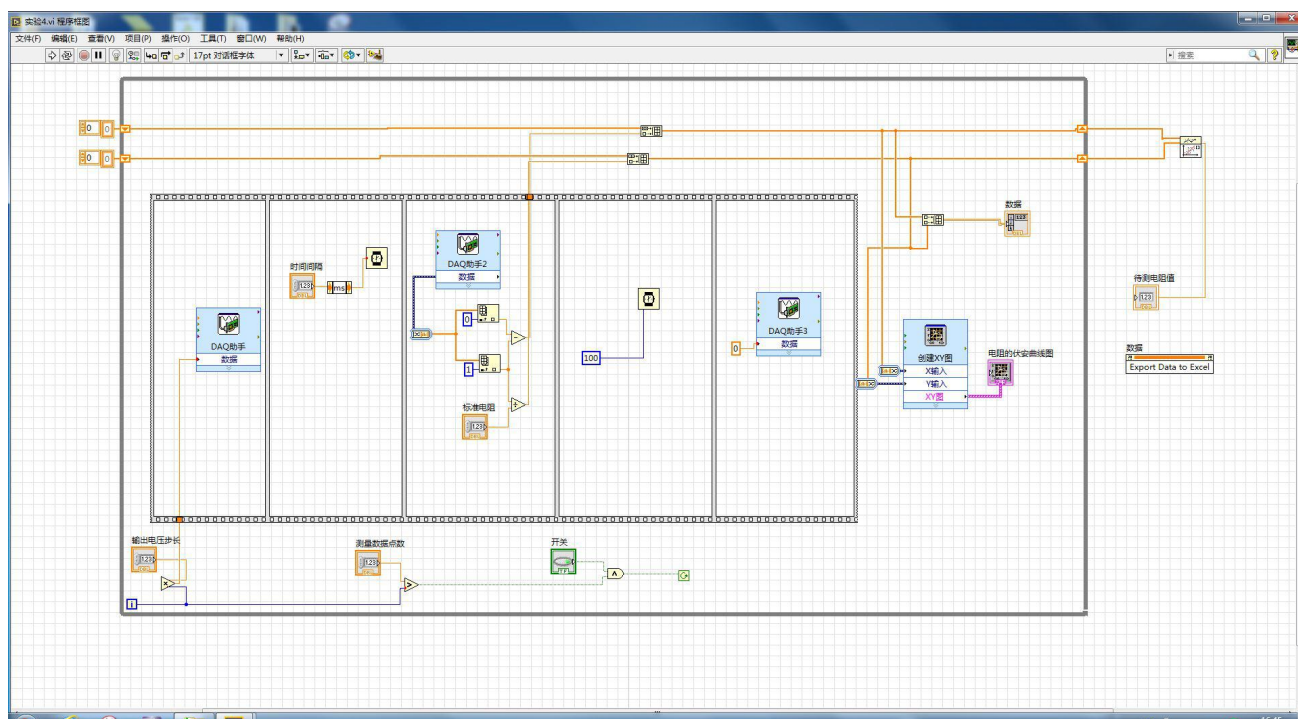


图 10 测量伏安特性程序框图



## 5>实验数据与处理分析

### 5-1 51Ω电阻

测量 51Ω电阻的伏安特性实验数据如下：

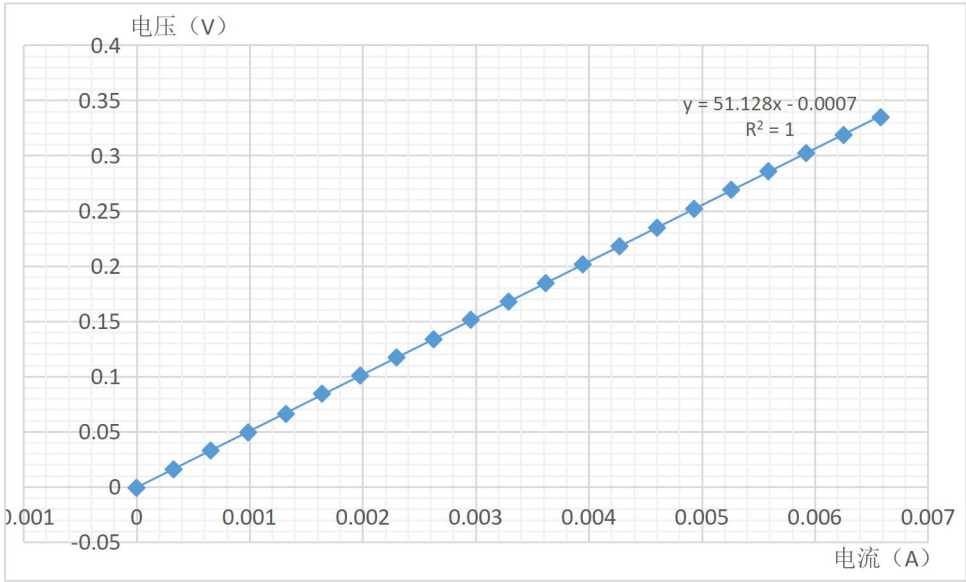
表 1 测量 51Ω电阻的伏安特性实验数据表

电流 (A)	-0.000000558	0.000327634	0.000655825	0.000987234	0.00132186	0.0016404
电压 (V)	-0.000965269	0.0157661	0.0328191	0.0492287	0.06596	0.0843001

电流 (A)	0.00197824	0.0023	0.00262819	0.00295638	0.00329101	0.0036192
电压 (V)	0.10071	0.117119	0.133529	0.151225	0.167635	0.184366
电流 (A)	0.00394739	0.00427237	0.00460378	0.00493197	0.00526016	0.00558835
电压 (V)	0.20142	0.217829	0.23456	0.251614	0.268988	0.28572
电流 (A)	0.00592298	0.00625439	0.00658258			
电压 (V)	0.302129	0.318539	0.334627			

使用 Excel 绘制图像与线性拟合如下：

图 11 所测量 51Ω电阻的伏安特性图像



可以知道，测得电阻阻值为 51.128Ω，相对误差 0.2501%，是一个相对较小的误差值。相关指数为 1（根据 Excel 数据处理规则实为>0.9999），说明测得数据线性相关程度极好。截距的绝对值较小，也说明测量比较精确。

5-2 1kΩ电阻

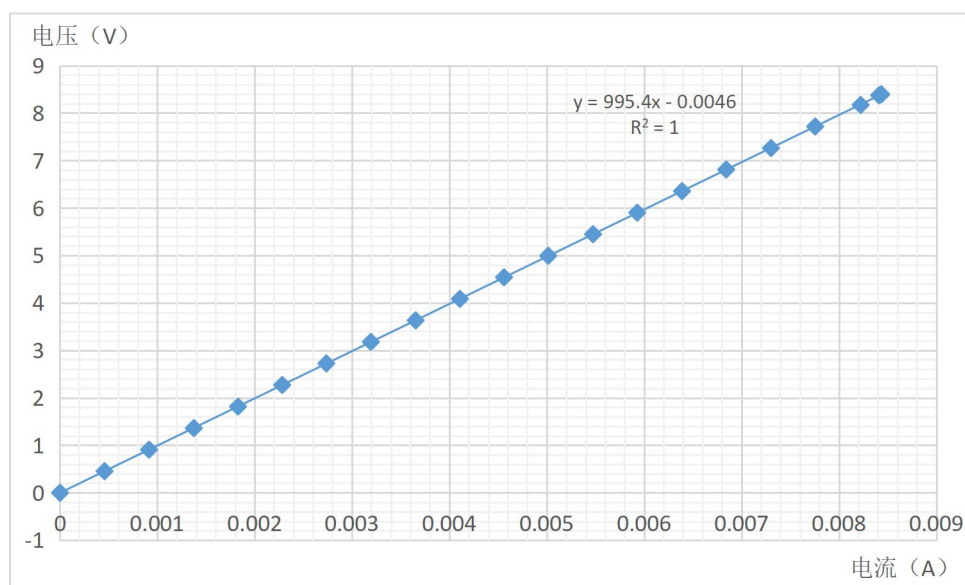
测量 1kΩ电阻的伏安特性实验数据如下：

表 2 测量 1kΩ电阻的伏安特性实验数据表

电流 (A)	0.00000266	0.000459554	0.000916448	0.00137656	0.00183024	0.00228391
电压 (V)	-0.00128702	0.452711	0.906388	1.36039	1.81503	2.26935
电流 (A)	0.00273759	0.00319448	0.00365459	0.00410827	0.00456195	0.00501562
电压 (V)	2.72368	3.17703	3.63072	4.0844	4.53905	4.99305
电流 (A)	0.00547574	0.00592941	0.00638952	0.0068432	0.00730331	0.00775699
电压 (V)	5.44674	5.90075	6.35475	6.80941	7.26213	7.71647
电流 (A)	0.00822354	0.0084359	0.00841337			
电压 (V)	8.16984	8.39476	8.37352			

使用 Excel 绘制图像与线性拟合如下：

图 12 所测量 1kΩ电阻的伏安特性图像



可以知道，测得电阻阻值为  $995.4\Omega$ ，相对误差  $0.4600\%$ ，是一个相对较小的误差值。相关指数为 1（根据 Excel 数据处理规则实为  $>0.9999$ ），说明测得数据线性相关程度极好。截距的绝对值较小，亦说明测量比较精确。

### 5-3 稳压二极管

测量稳压二极管的伏安特性实验数据如下：

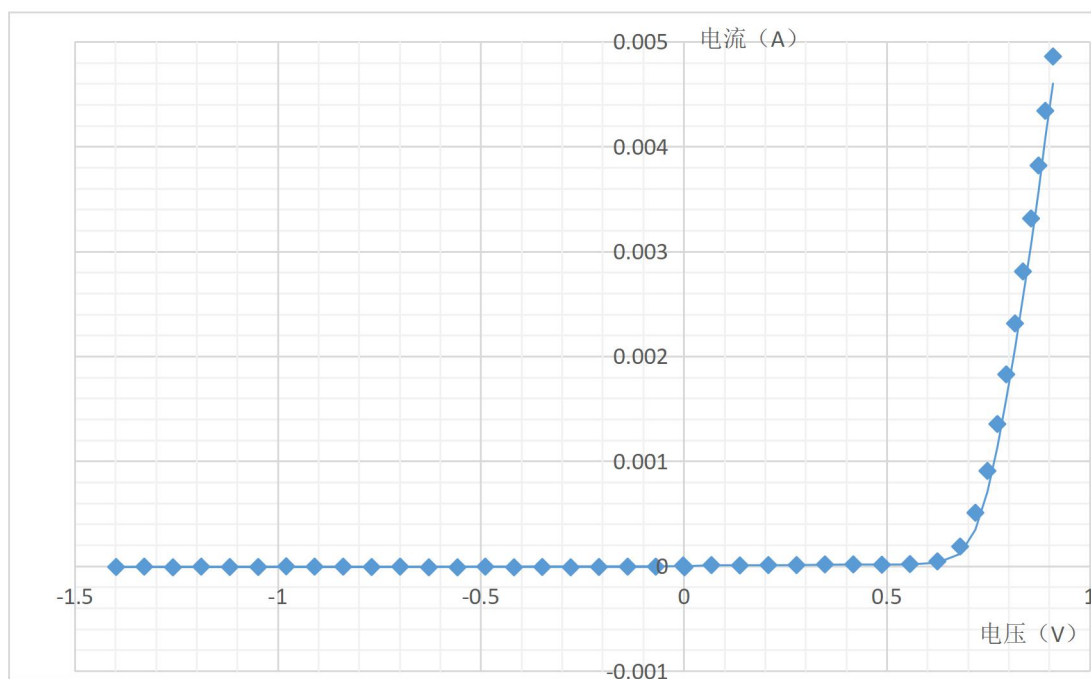
表 3 测量稳压二极管的伏安特性实验数据表

电压 (V)	0.00193054	-0.0688558	-0.138033	-0.20882	-0.278319	-0.348462
电流 (A)	-0.0000123	-0.00000588	-0.00000588	-0.0000091	-0.0000123	-0.0000091
电压 (V)	-0.417961	-0.488748	-0.557282	-0.627747	-0.698533	-0.768676
电流 (A)	-0.0000123	-0.00000588	-0.0000123	-0.0000123	-0.00000588	-0.0000091
电压 (V)	-0.838819	-0.909284	-0.979105	-1.04796	-1.1181	-1.18857
电流 (A)	-0.00000588	-0.00000588	-0.00000266	-0.0000091	-0.0000091	-0.00000588
电压 (V)	-1.25807	-1.32885	-1.39803	-0.00128702	0.0682123	0.138355
电流 (A)	-0.0000123	-0.00000588	-0.0000091	0.00000588	0.0000091	0.00000588
电压 (V)	0.208498	0.277997	0.347819	0.41764	0.488104	0.557282
电流 (A)	0.0000091	0.0000091	0.0000155	0.0000155	0.0000123	0.0000187
电压 (V)	0.624851	0.680836	0.718482	0.748084	0.772537	0.794417
电流 (A)	0.0000445	0.000186061	0.000507817	0.000906795	0.00135404	0.00182702
电压 (V)	0.815975	0.835602	0.855551	0.873891	0.890623	0.909606
电流 (A)	0.00231287	0.00280837	0.00331353	0.00381869	0.00433993	0.00485796

使用 Excel 绘制图像与画图如下：

图 13 所测量稳压二极管的伏安特性图像





由图像可知，所测稳压二极管稳定电压约在 0.62V 左右。

## 6>总结思考

### 6-1 思考题

6-1-1 虚拟仪器系统与传统仪器有什么区别？请简要说明。

传统仪器测量的数据处理功能较为单一，物理实体较为固定而难以更改。虚拟仪器处理数据更加自动化，功能更多，可以根据使用者的需求简单地更改仪器的结构，且其也可以完成线上通信、远程操作等网络功能。

6-1-2 本实验内容 3 中的电压输出和采集哪个先执行？

电压输出先执行。在输出后还需等待 100ms 使信号稳定后再采集。

### 6-2 其他

本实验使用的 LABVIEW 由前面板和程序框图组成，非常直观，图形编程语言也很容易上手。进行数据处理时，深刻体会到了虚拟仪器对于数据进行处理这一功能的重要性——测量的电压值是总电压和标准电阻上的电压，经过程序框图的设计，转换为了待测元件上的电压与通过其的电流值，直接利用之，虚拟仪器就能画出伏安特性曲线呈现在前面板上，不用进一步数据处理；反观上一个进行的磁滞回线实验，同样也是采集电压值，然而示波器却没有对于数据进行自由四则运算的功能，导致看到图像后不能直接得到 H-B 图，还需要测量图像上的点的坐标，之后对所有电压测量值全部需要由人进行转换，才能得到 H 与 B 的值，最后还需要重新绘制成图像，非常不方便，又费时又费力。同时，本实验利用虚拟仪器测得的数据非常精确，误差很小，实验 4 中对电阻伏安特性的线性拟合相关指数  $>0.9999$ ，反观之前进行的杨氏模量与微波衍射实验，理论上线性相关的值拟合后误差较理论值较大，且相关指数不如虚拟仪器进行实验得到的结果，说明虚拟仪器精确度高。虽然虚拟仪器有很多优点，其也有明显的缺点，譬如有时程序过于复杂反而不能节省时间（比如利用虚拟仪器测量元件伏安特性实验耗时远大于传统仪器测量伏安特性耗时），并且硬件方面要求不低，所有实验都需要有配套的探头、电路等，否则程序不能识别、处理信号。