

《基础物理实验》实验报告

实验名称 虚拟仪器在物理实验中的应用 指导教师 石潞琦
姓 名 陈苏 学号 2022K8009906009 分班分组及座号 1-03-5 号 (例: 1-04-5 号)
实验日期 2023 年 11 月 27 日 实验地点 教学楼 702 调课/补课 ☐ 是 成绩评定

实验目的

1. 了解虚拟仪器的概念;
2. 学习使用 LabVIEW 软件设计虚拟仪器电路, 自主设计测量和数据处理装置;
3. 学习使用原型板连接测试电路, 并用测量元件的伏安特性曲线.

实验仪器

计算机 (已安装 LabVIEW 2014 软件), NI ELVIS II+套件;
100 Ω 标准电阻, 待测电阻 2 个, 发光二极管, 跳线若干.

实验原理

本实验使用 NI ELVIS II+套件 (含原型板) 连接测试电路, 并用 LabVIEW 2014 设计程序.

1. NI ELVIS II+套件

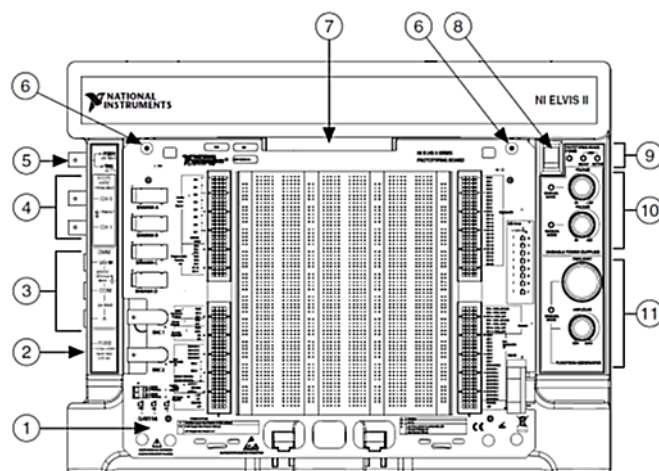


图 1 NI ELVIS II+套件的结构图

带标签的各元件为: 1. 原型板; 2. 数字万用表保险丝; 3. 数字万用表接口; 4. 示波器接口; 5. 函数发生器输出/数字触发输入接口; 6. 原型板安装螺丝孔; 7. 原型板接口; 8. 原型板电源开关; 9. 状态灯; 10. 可变电源手动控制旋钮; 11. 函数发生器手动控制旋钮

如图 1 所示, NI ELVIS II+套件集成了多种功能. 实验平台是开源的, 可在 LabVIEW 中进行定制, 并进行编程. 套件集成了 8 通道差分或 16 通道单端模拟采集, 双通道示波器, 动态信号分析仪, 函数信号发生器, 数字万用表, 二线电流电压分析仪, 2 通道任意波形发生器, 数字 I/O 与 PFI, 2 通道 32 位计数器, 模拟触发, 电源等功能. 本实验将它作为电源和数字万用表来使用.

2. LabVIEW 2014 软件

LabVIEW 是一种图形化编程语言, 将计算机数据分析和显示能力与仪器驱动程序整合在一起. VI 是用

LabVIEW 开发平台编写的虚拟仪器程序，包括前面板，程序框图和图框/连线板三个部分。

前面板用于设置输入数值和显示输出量，相当于真实仪表的前面板。前面板上的图标分为输入类 (Controls, 用于输入) 和显示类 (Indicators, 用于输出), 具体可以是开关, 旋钮, 按钮, 图形, 图表等表现形式。程序框图相当于仪器的内部功能结构, 其中端口用来和前面板的输入对象和显示对象传递数据, 节点用来实现函数和功能子程序调用。图框用来实现结构化程序控制命令, 连线则代表程序执行过程中的数据流。实验中的软件平台与智能仪器 NI ELVIS 结合起来, 起到软件控制硬件的作用。

3. 测量元件的伏安特性

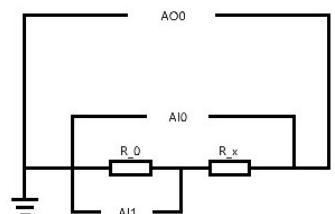


图 2 伏安特性测量原理图

本实验中利用一个模拟输出通道 (AO0) 为电路供电, 两个模拟输入通道 (AI0, AI1) 分别测量总电压和标准电阻上的电压, 如图 2 所示。由零开始逐渐增加电压, 测量标准电阻上电压, 就可以得到电路中的电流, 由此测出对应的电压电流值。由此可以画出伏安特性曲线, 线性回归得到待测电阻值。注意各通道测量要共地。

实验步骤与实验数据

1. 编写温度测量程序

模拟温度测量的前面板和程序框图如图 3, 图 4 所示。

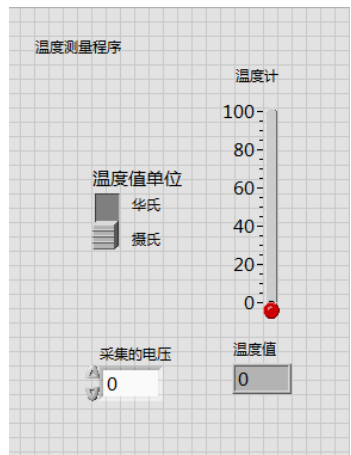


图 3 模拟温度测量前面板

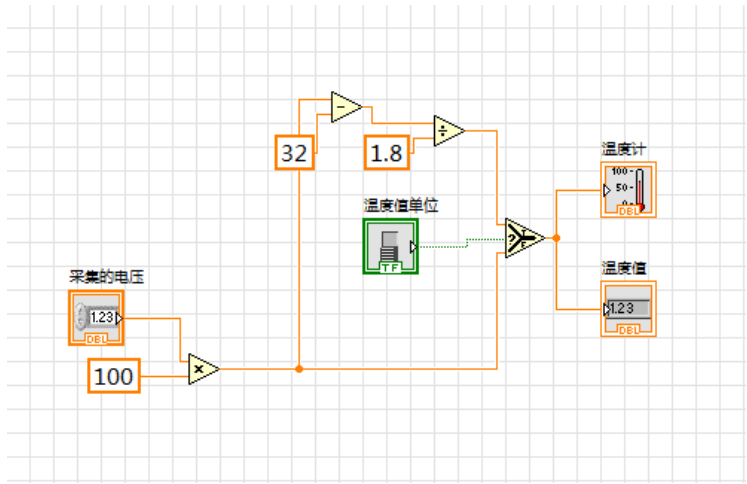


图 4 模拟温度测量程序框图

(1) 在新建 VI 的前面板中新建垂直滑动开关作为温度值单位调节开关; 新建数值显示控件作为测量的温度值; 新建数值输入控件作为采集的电压。在程序框图中放入对应处理数值的函数和选择函数; 温度值单位布尔值为真对应华氏温度, 布尔值为假对应摄氏温度。实验中假设输入电压 u 和华氏温度值 t_F 的关系为

$$t_F = (100u - 32) \div 1.8,$$

和摄氏温度值 t_C 的关系为

$$t_C = 100u.$$

(2) 在前面板中点击连续运行, 在采集的电压中输入不同的数值, 观察温度值和温度计示数. 保存程序.

2. 编写电压输出和采集的程序

模拟电压输出和采集的前面板和程序框图如图 5, 图 6 所示.

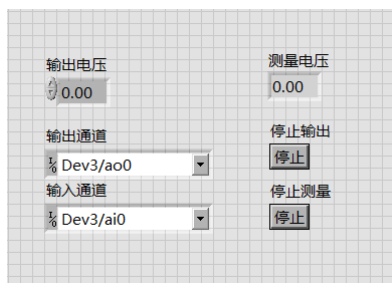


图 5 模拟电压输出和采集的前面板

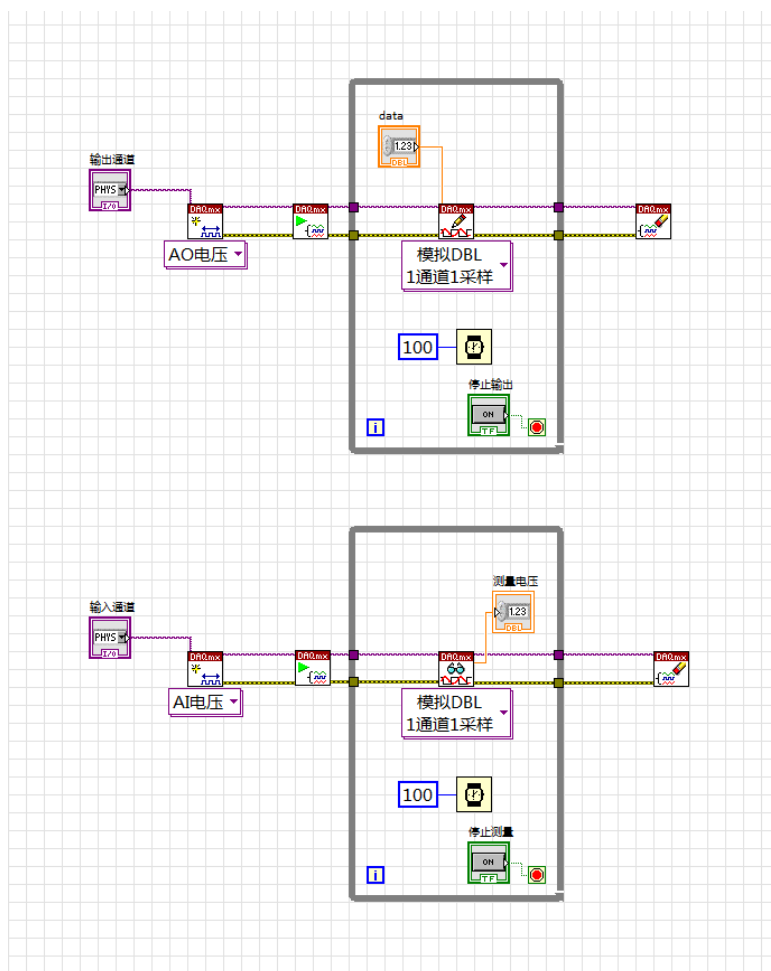


图 6 模拟电压输出和采集程序框图

(1) 在新建 VI 的前面板中选择新建 DAQmx 虚拟通道作为输出通道, 并将类型调整为模拟输出电压. 将其物理通道连接数值输入控件. 在后面依次添加 DAQmx 开始任务, DAQmx 写入和 DAQmx 清除任务. 创建 while 循环, 将 DAQmx 写入放入循环, 并在循环中添加停止输出按钮作为循环条件, 和等待100ms.

(2) 在前面板中选择新建 DAQmx 虚拟通道作为输入通道, 并将类型调整为模拟输入电压. 将其物理通道连接数值输出控件. 在后面依次添加 DAQmx 开始任务, DAQmx 读取和 DAQmx 清除任务. 创建 while 循环, 将 DAQmx 读取放入循环, 并在循环中添加停止测量按钮作为循环条件, 和等待100ms.

(3) 将测试板上 AI0+与 AO0 连接, AI0-与 GROUND 连接. 打开测试板电源, 设置输出通道为 Dev3/ao0, 输入通道为 Dev3/ai0. 在前面板中点击连续运行, 在输出电压中输入不同的数值, 观察测量示数. 保存程序.

3. 测量元件的伏安特性

测量伏安特性的前面板和程序框图如图 7, 图 8 所示.

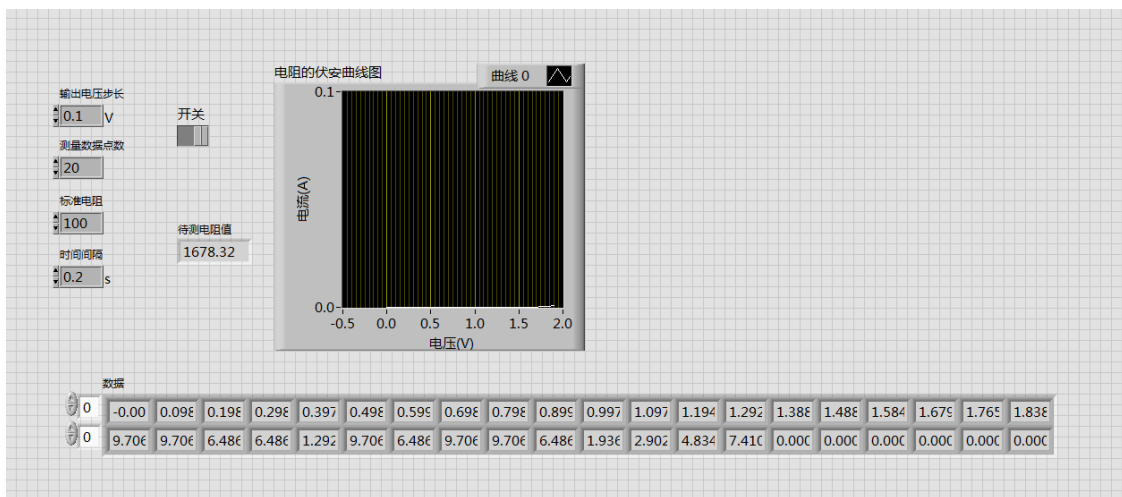


图 7 伏安特性前面板

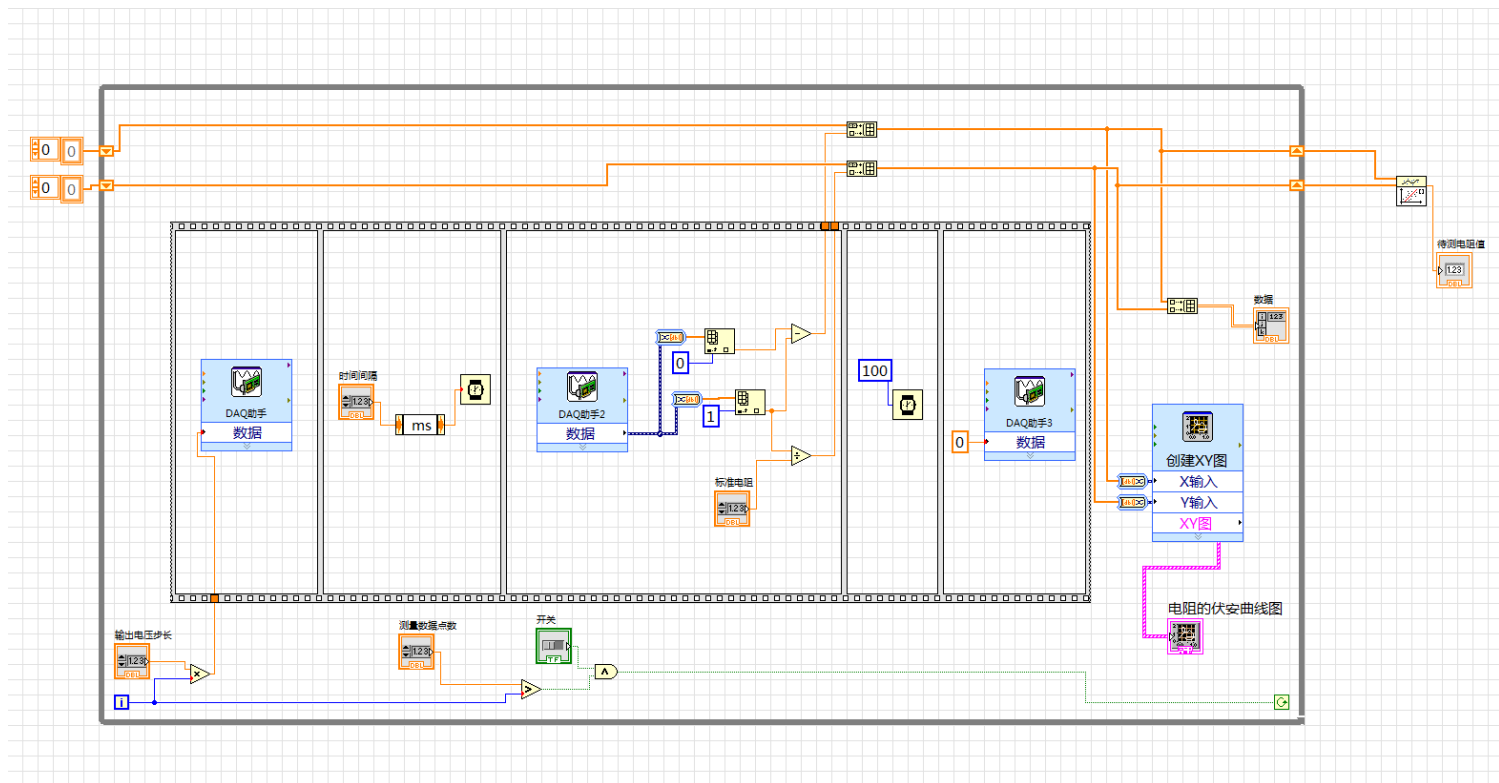


图 8 伏安特性程序框图

(1) 在新建 VI 的前面板中新建数值输入控件作为输出电压步长，测量数据点数，标准电阻和时间间隔；新建数值显示控件作为电阻的测量值；新建二维数组显示控件并调整为数值型，作为电压和电流的数据。在程序框图中新建平铺式顺序结构。

(2) 在顺序结构的第 0 帧中添加 DAQ 助手，ao0 输出模拟电压信号，作为电源电压。在第 1 帧中添加等待，等待时间对应时间间隔 (ms)。在第 2 帧中添加 DAQ 助手 2，采集 ai0 和 ai1 输入电压信号，作为总电压和标准电阻电压，标准电阻电压除以标准电阻得电流。添加两个创建数组程序来分别存储测量值。在第 3 帧中添加等待 100ms。在第 4 帧中添加 DAQ 助手，ao0 输出模拟电压信号为零。

(3) 创建 while 循环，将上面的流程放入循环。在循环中添加移位寄存器和两个创建数组程序，来储存每次测量的电压和电流。添加创建数组程序输入数据。在前面板中添加创建 XY 图，在程序框图中 X 输入对应电流，Y 输入对应电压，并由此绘制电阻的伏安特性图。

(4) 最后在循环外添加线性拟合函数，X 输入对应电流，Y 输入对应电压，斜率输出作为待测电阻值。

(5) 按照电路图连接电路, 标准电阻为 100Ω . 打开测试板电源, 电源作为 AO0, 总电压作为 AI0, 标准电阻电压对应和 AI1. 在输出电压步长输入 0.2, 测量数据点数输入 20, 标准电阻输入 100, 时间间隔为 0.2. 连接两个不同的电阻, 分别测量一个周期后绘制拟合曲线. 测量数据中的第一组对应无电流的情况, 因为没有测量且误差较大舍去.

表 1 电阻 1 的伏安特性数据表

电压/V	-0.000322	0.0492666	0.0985332	0.1478	0.198032	0.246977	0.296244
电流/A	4.63E-08	0.00049915	0.00100148	0.00150058	0.00199647	0.0024988	0.00300112
电压/V	0.345832	0.396709	0.444688	0.493954	0.544509	0.594098	0.644008
电流/A	0.00349701	0.00399289	0.00449844	0.00499755	0.00549665	0.00599254	0.00649165
电压/V	0.692309	0.742542	0.791809	0.841397	0.890342	0.940253	0.989842
电流/A	0.00699397	0.0074963	0.00799219	0.00848807	0.00899684	0.00949272	0.00999183

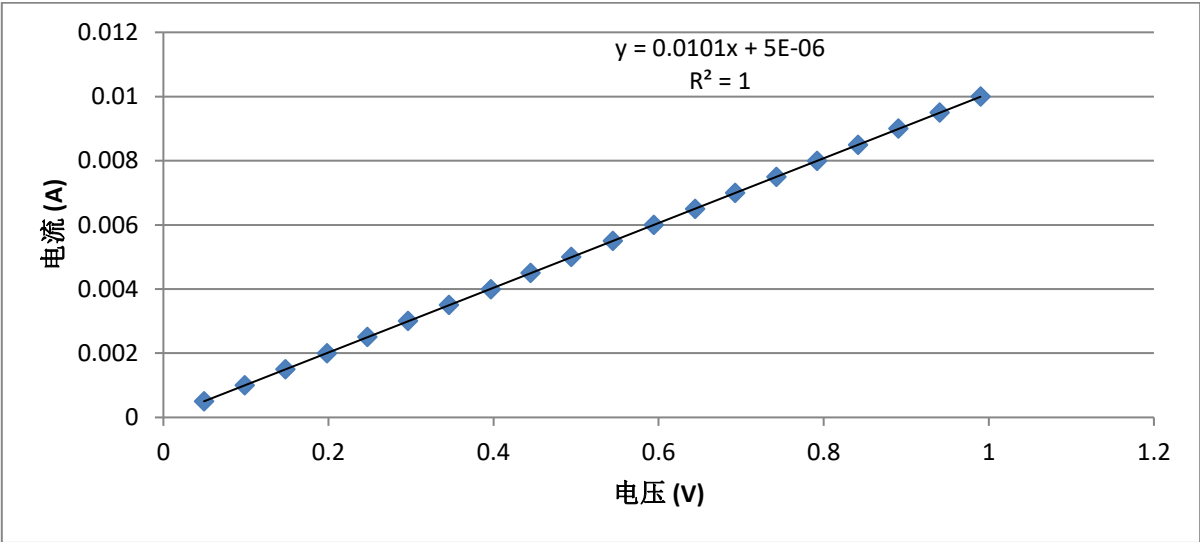


图 9 电阻 1 的伏安特性曲线 (拟合曲线 $1/k = 99.1179$, $R^2 = 0.9999953$)

从而得到电阻 1 大小为 $(99.12 \pm 0.05)\Omega$.

表 2 电阻 2 的伏安特性数据表

电压/V	-0.000644	0.082433	0.165832	0.248909	0.332308	0.416029	0.499106
电流/A	3.26632E-06	0.00017071	0.00033493	0.00049915	0.00066337	0.00082438	0.00099182
电压/V	0.583149	0.665904	0.749625	0.83238	0.916102	0.999823	1.0829
电流/A	0.00115604	0.00132992	0.0014877	0.00165515	0.00181615	0.00198359	0.00214459
电压/V	1.1663	1.24938	1.33278	1.41585	1.4999	1.58362	1.66573
电流/A	0.00230881	0.00247626	0.00264048	0.00280792	0.00296892	0.0031267	0.00329737

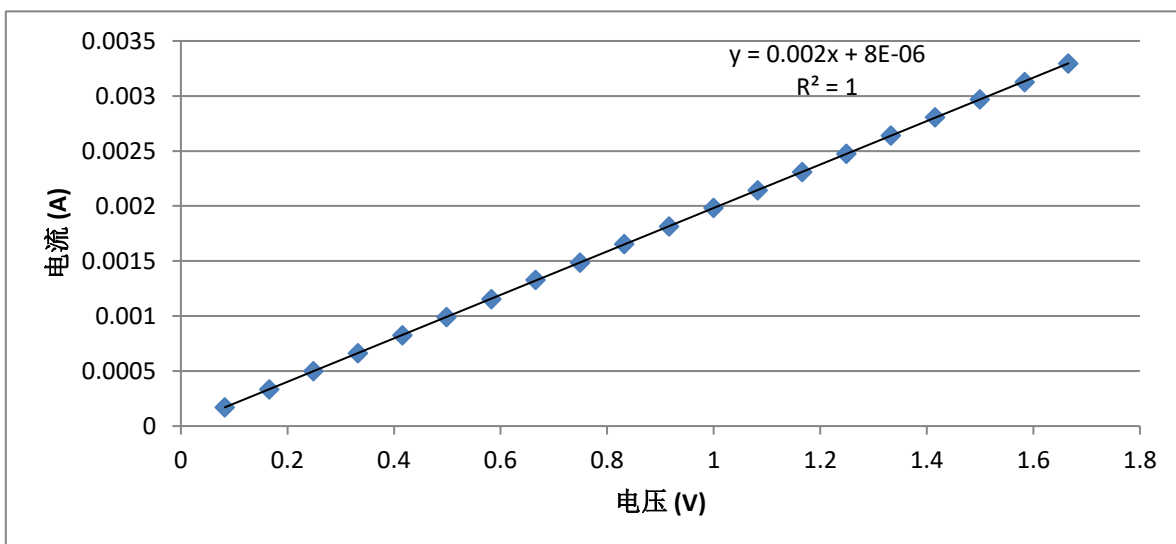


图 10 电阻 2 的伏安特性曲线 (拟合曲线 $1/k = 506.452$, $R^2 = 0.999989$)

从而得到电阻 2 大小为 $(506.5 \pm 0.4)\Omega$.

将电阻换成发光二极管, 并测量一个周期. 绘制发光二极管的伏安特性曲线.

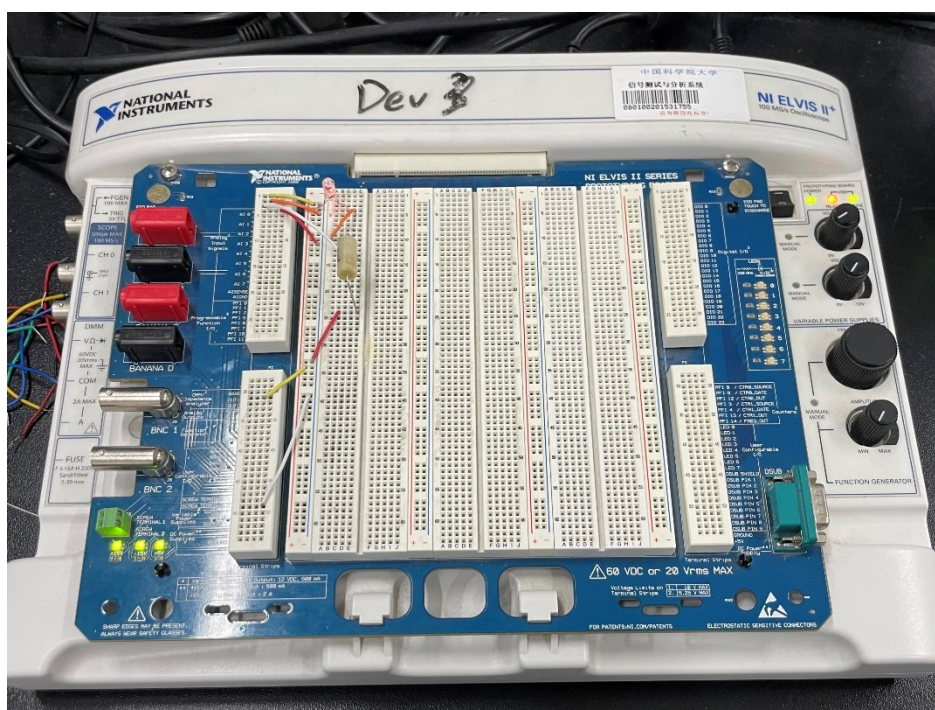


图 11 测量发光二极管伏安特性的实物图

表 3 发光二极管的伏安特性数据表

电压/V	-0.00128802	0.0985332	0.198998	0.29882	0.397997	0.498462	0.599249
电流/A	9.7064E-06	9.7064E-06	6.4864E-06	6.4864E-06	1.2926E-05	9.7064E-06	6.4864E-06
电压/V	0.698749	0.798248	0.899357	0.99789	1.09707	1.19464	1.2922
电流/A	9.7064E-06	9.7064E-06	6.4864E-06	1.9367E-05	2.9027E-05	4.8347E-05	7.4107E-05
电压/V	1.3888	1.48863	1.5849	1.67957	1.76587	1.838	1.90272
电流/A	1.0631E-04	1.0953E-04	1.4495E-04	2.0291E-04	3.3815E-04	6.1507E-04	9.6284E-04

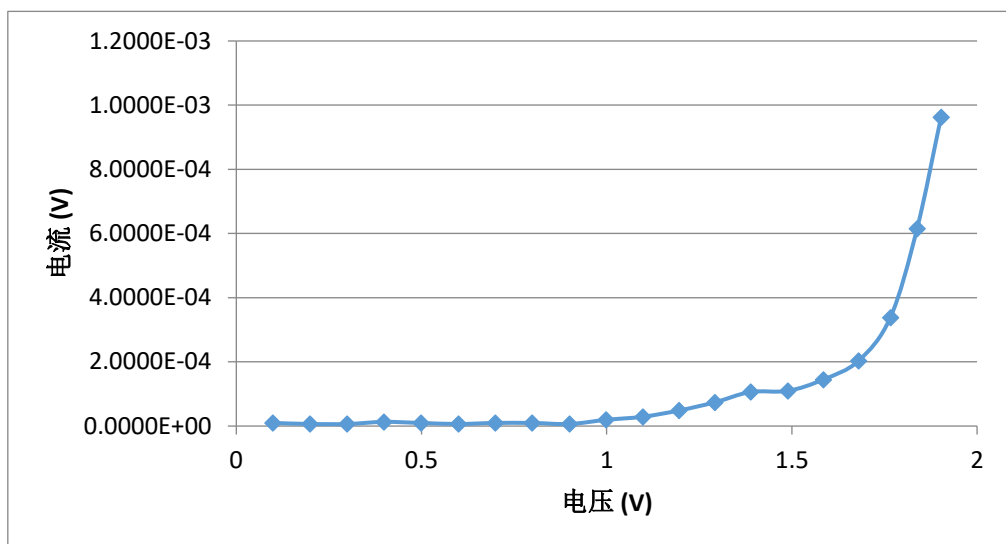


图 12 发光二极管的伏安特性曲线

这是典型的二极管伏安特性曲线。当电压小于 1V 时，流过的电流几乎为零，达到了测量装置的最小分辨率；当电压大于 1.5V 时，电流开始急剧上升。

实验结论

本次实验中，我学习了 LabView 的使用和编程设计。软件简捷易用，原型板接线方便。DAQ 助手集测量，输出，分析等功能于一身，大大方便了实验设计。

在设计自动化测量的步骤时，我对于 while 循环的使用不熟悉，但后来成功按照参考资料上的步骤完成实验 3 的设计。

测量仪器的精度很高，以至于原型板的电阻和杂波可能干扰了实验，电阻的测量精度远低于原始数据的精度（大 100 倍）。可以考虑外接电路来测量，采用更粗的导线和接线柱，并增加测量的数据点数。

思考题

1. 虚拟仪器系统与传统仪器有什么区别？请简要说明。

虚拟仪器是一种基于计算机的自动化测试系统，将软件和传感器相结合。相比于普通仪器，虚拟仪器具有模块化的特点，功能全面；测量方式和数据形式灵活易交互。计算机上的数据处理速度更快，精度更高，便于远程交流。传统仪器多为特殊用途设计，还考虑了便携性，使用环境，价格等因素，自动化程度略低。近年来，有的传统仪器上也加装了编程功能和相关接口，便于自动化测量。

2. 本实验内容 3 中的电压输出和采集哪个先执行？

从程序框图（图 8）来看，先输出 ao0 电压（第 0 帧），过了一段时间以后才采集 ai0 和 ai1 电压（第 2 帧）。这是为了先让元件上的电压稳定，防止暂态效应的影响。

附件：实验设计的.vi 文件



1. voltage measurement.vi



2. temperature measurement.vi



3. resistance measurement.vi