

# 《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 郭思明  
姓 名 c 学号 2021K80099 分班分组及座号 2-2-1 号 (例: 1-04-5 号)  
实验日期 2022 年 11 月 02 日 实验地点 教学楼 702 调课/补课 ☐ 是 成绩评定

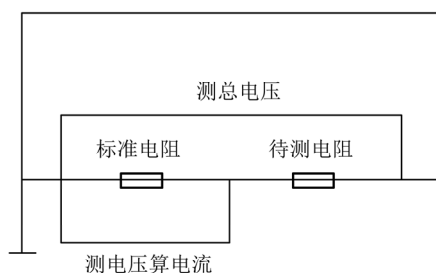
实验目的:

1. 了解虚拟仪器的概念;
2. 了解图形化编程语言LabVIEW, 学习简单的LabVIEW编程;
3. 完成伏安法测电阻的虚拟仪器设计。

实验原理:

虚拟仪器是一种基于计算机的自动化测试仪器系统, 利用通用计算机的强大计算处理功能, 通过传感器和接口卡实现信号输入, 用键盘、鼠标、显示器等计算机外设实现控制和显示功能。使用者可以根据需要自行设计仪器, 体现了“软件就是仪器”的新概念。虚拟仪器设计过程主要包括选择适当的硬件平台、传感器、接口卡以及编制应用软件。虚拟仪器综合实验平台集成输入、模拟数据采集通道、数字 I/O 通道, 以及多款常用的仪器 (包括示波器、数字万用表、函数发生器、电源等)。平台通过 USB 连接 PC。虚拟仪器系统设计的软件开发平台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。

ELVIS 输出端供电



图表 1 伏安特性曲线测量电路图

利用虚拟仪器测量伏安特性曲线时, 用模拟输入分别测量标准电阻上的电压和总电压, 通过标准电阻的电压得到电流, 利用电压之差得到待测电阻的电压。从 0 开始逐渐增大电压以获得多组数据, 从而通过线性拟合得到待测电阻。

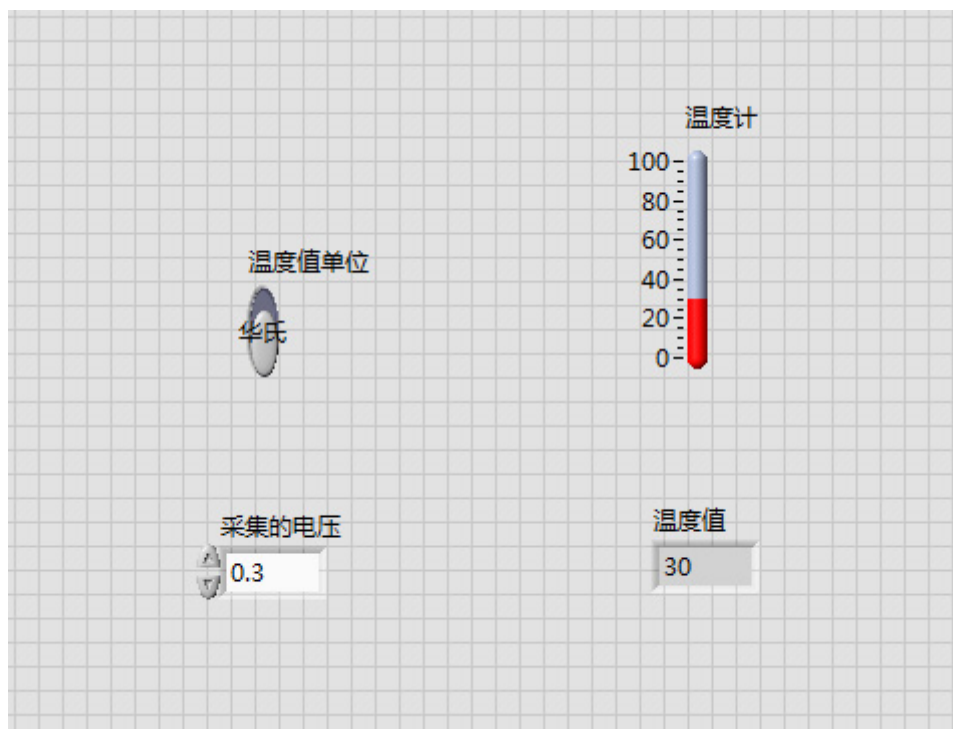
实验仪器:

计算机 (含操作系统), LabVIEW 2014, NI ELVIS II+, 导线若干, 元件盒一个 (包括  $100\ \Omega$  标准电阻一个, 待测电阻  $100\ \Omega$  和  $1.5\ \text{k}\Omega$  各一个, 稳压二极管一个), 热电偶等元件。

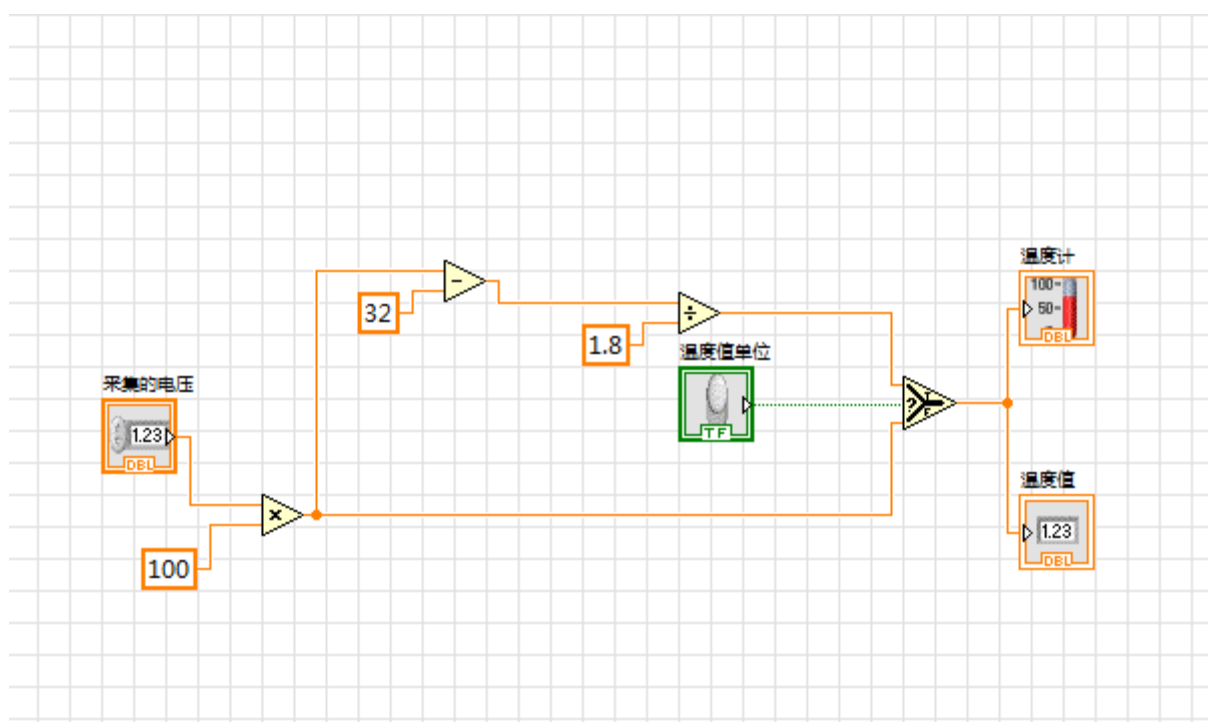
实验过程:

## (一) 模拟温度测量

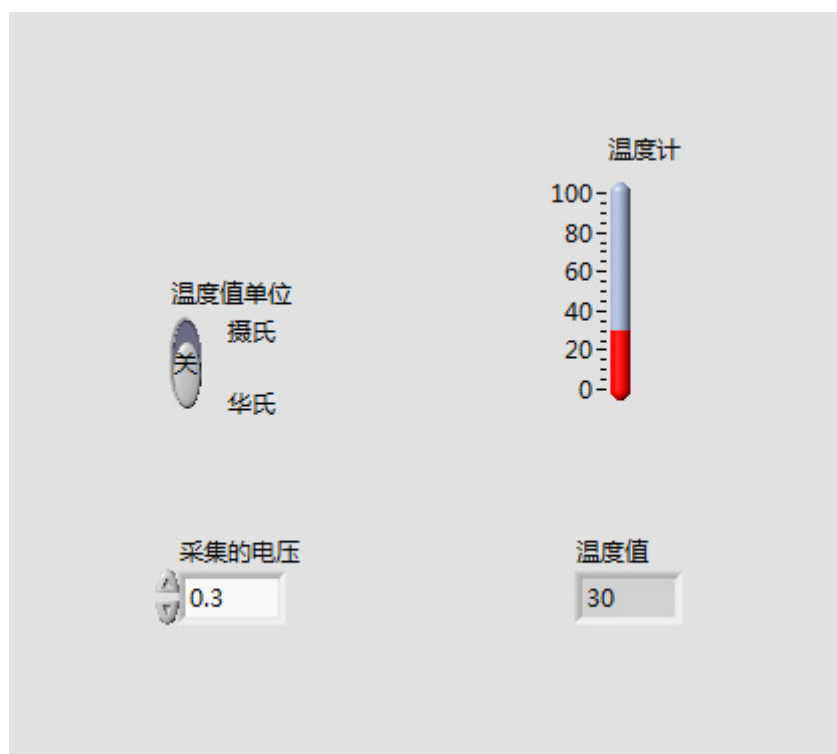
在模拟温度测量实验中, 传感器输出电压和温度成线性关系, 因而可以把电压换算成温度。在前面板上如图放置输入控件和输出控件, 包括单位开关, 采集电压和温度。然后在程序框图中如图放入加法, 乘法, 除法和比较函数并连接。滑动开关可以调节单位为摄氏度或华氏度, 开启时为摄氏度, 关闭时为华氏度。替换或添加合适的标签。计算所用公式为  $T=100U$ , 其中温度单位为华氏度。华氏度换算至摄氏度的公式为  $(T-32)/1.8$ 。



图表 2 模拟温度 vi 前面板



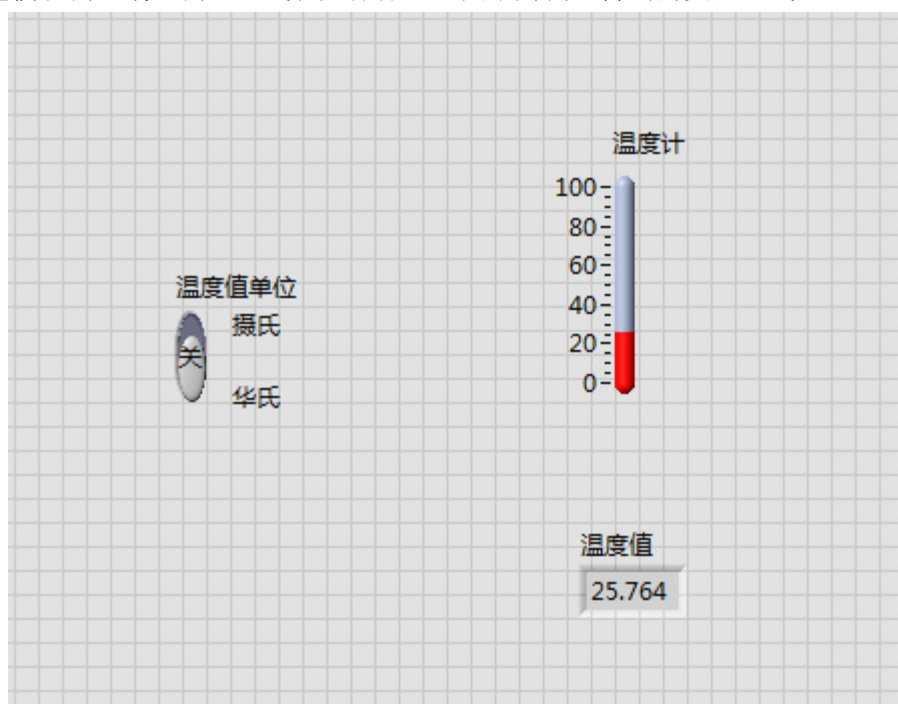
图表 3 模拟温度 vi 程序框图



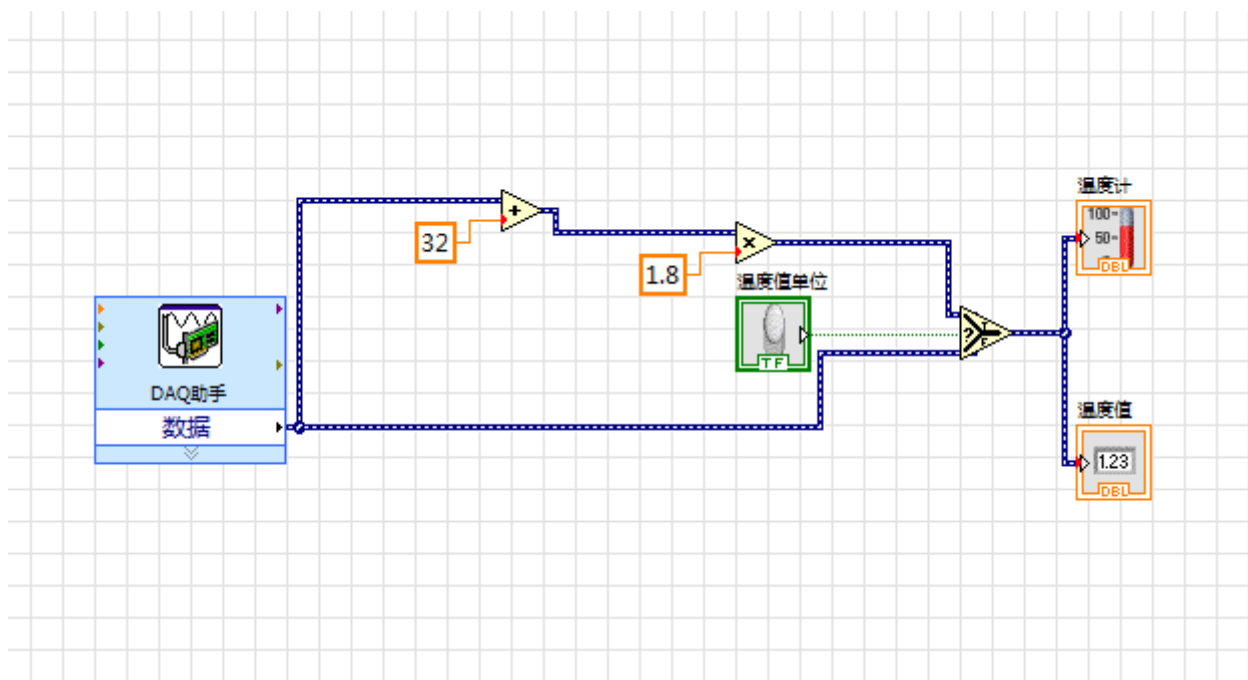
图表 4 模拟温度 vi 前面板（摄氏温度）

## （二）真实热电偶温度测量

在模拟温度测量框图的基础上，如图替换相应函数，并接入 DAQ 助手并设置测量类型，以输入实际数据。连接热电偶和测量端，测量空气和人体体温。图中为测量得到的实验室气温。



图表 5 真实温度 vi 前面板



图表 6 真实温度 vi 程序框图

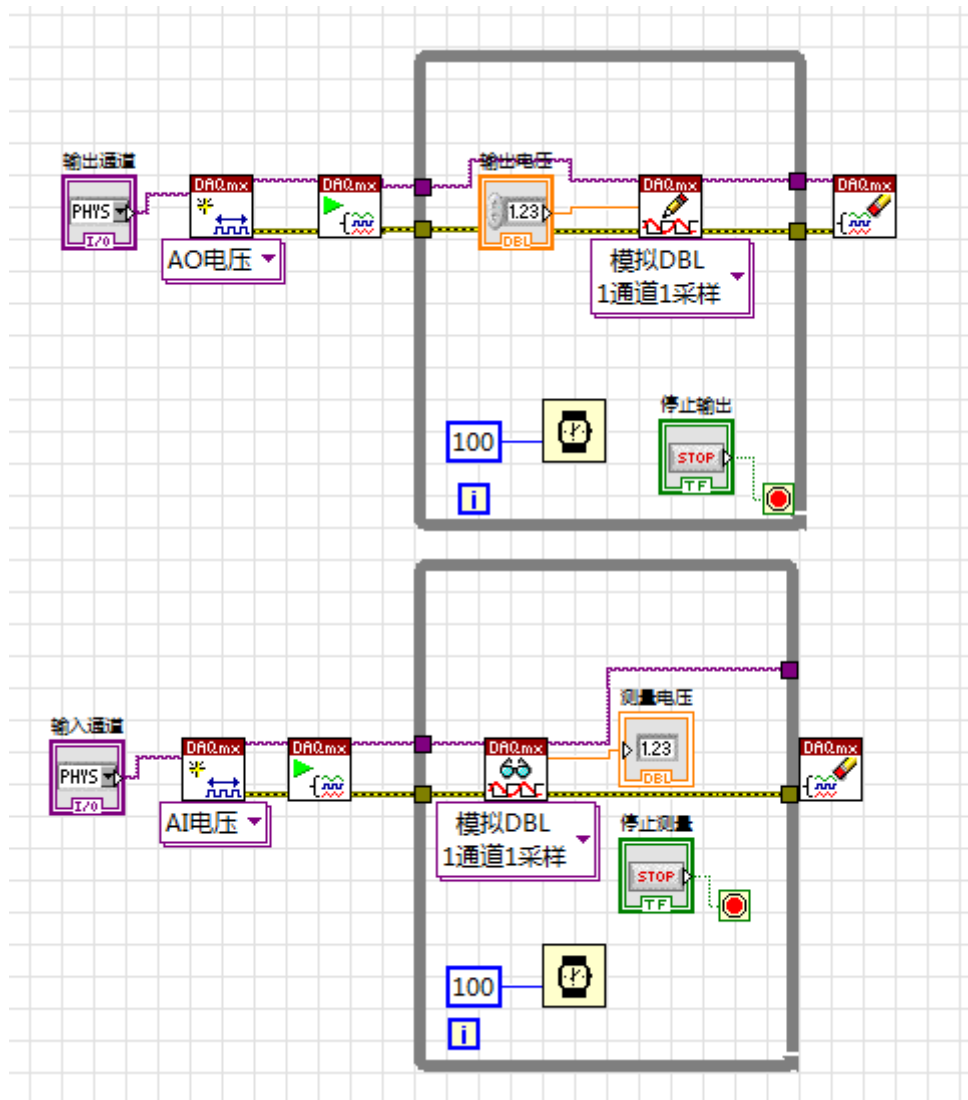
### （三）模拟电压输出和采集

原型板输出在前面板中设定的电压，随后测量输出电压，并把测量结果输出到前面板。如图在前面板中放置输入输出控件和两个停止按钮。在程序框图中，加入各类 DAQ 组件以实现电压测量，通过 While 循环和定时结构可以对电压做实时测量。

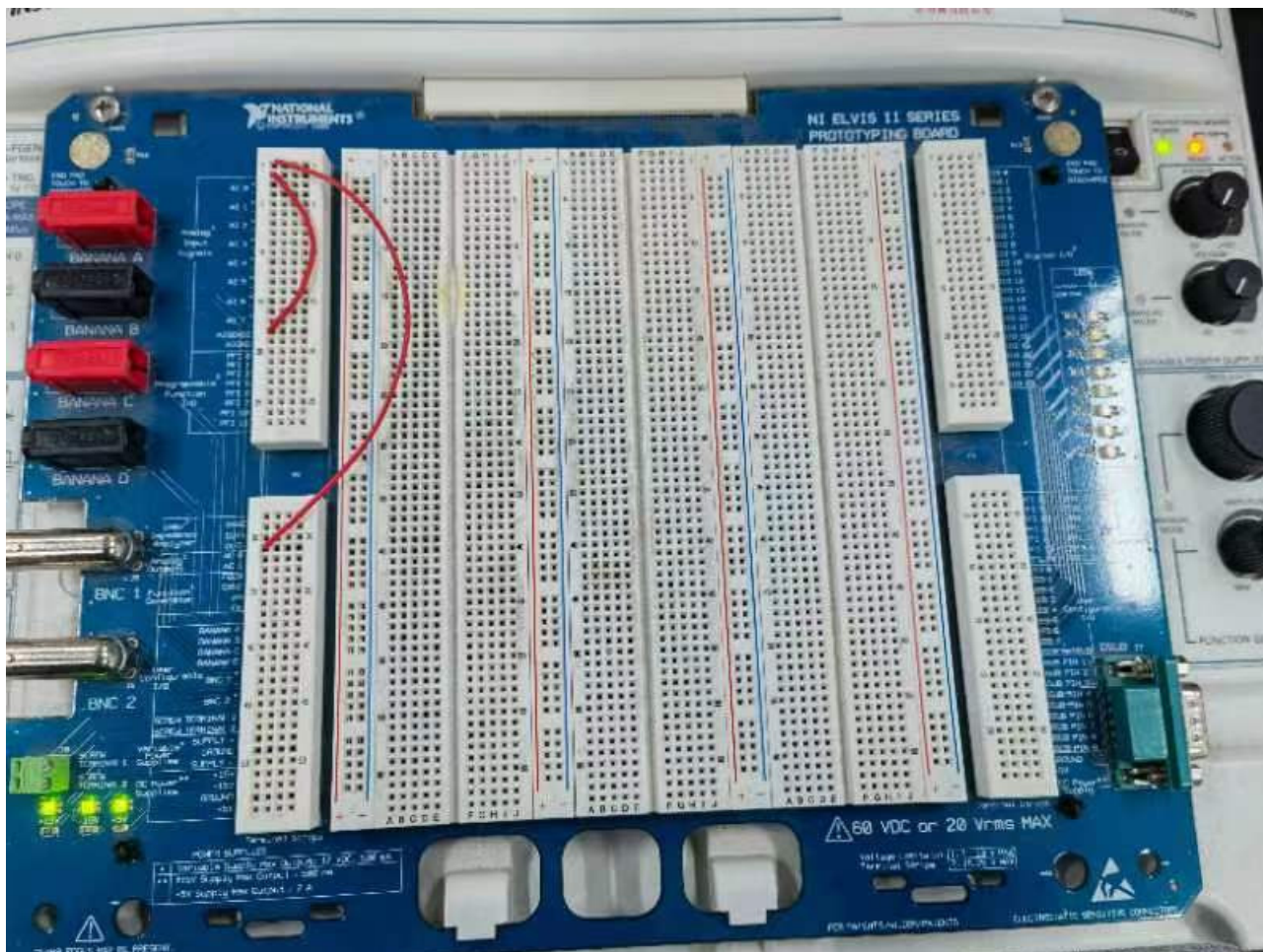
硬件上，如实际电路图，把模拟输入的正端接模拟输出，模拟输入的负端接地。从测量结果看，采集到的电压相当接近输入的值。考虑到现实世界复杂性，采集到的电压也不可能与输入完全相等。需要注意的是程序中选择的端口应当与原型版上的端口相对应。



图表 7 电压输出采集 vi 前面板



图表 8 电压输出采集 vi 程序框图



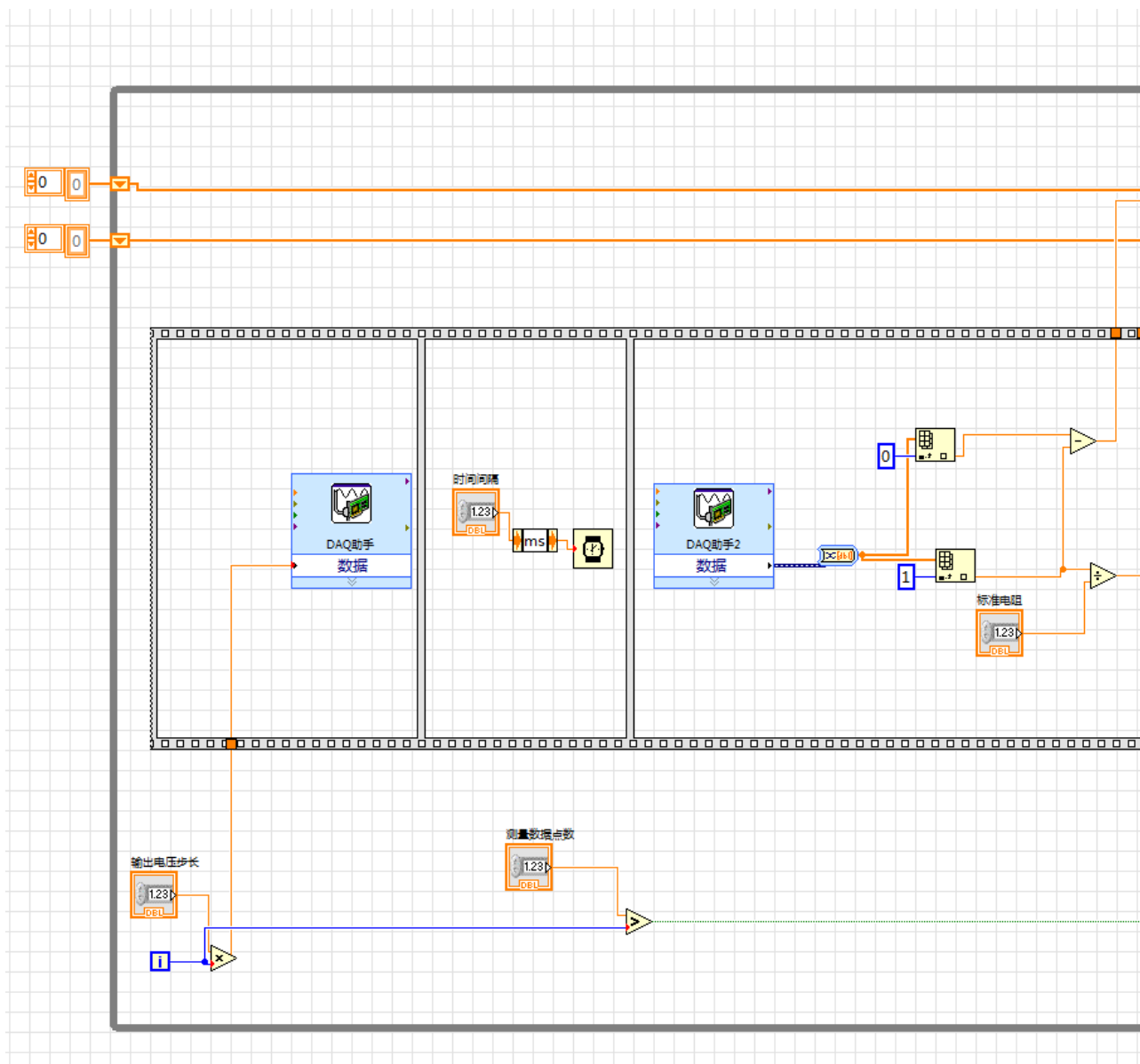
图表 9 测量采集电压 ELVIS 原型板连线情况

#### （四）测量元件的伏安特性

在前面板中放入曲线显示控件，输入输出控件，数据显示控件及开关，加上适当的标签。在程序框图中，如图完成程序。在实验中，由于截屏时的疏忽导致并没有保存下程序框图的完整图像。幸运的是，编写的原程序和其他数据被一同传到邮箱中，事后在个人电脑上安装了 LabVIEW 并利用保存下的程序得到了程序框图。

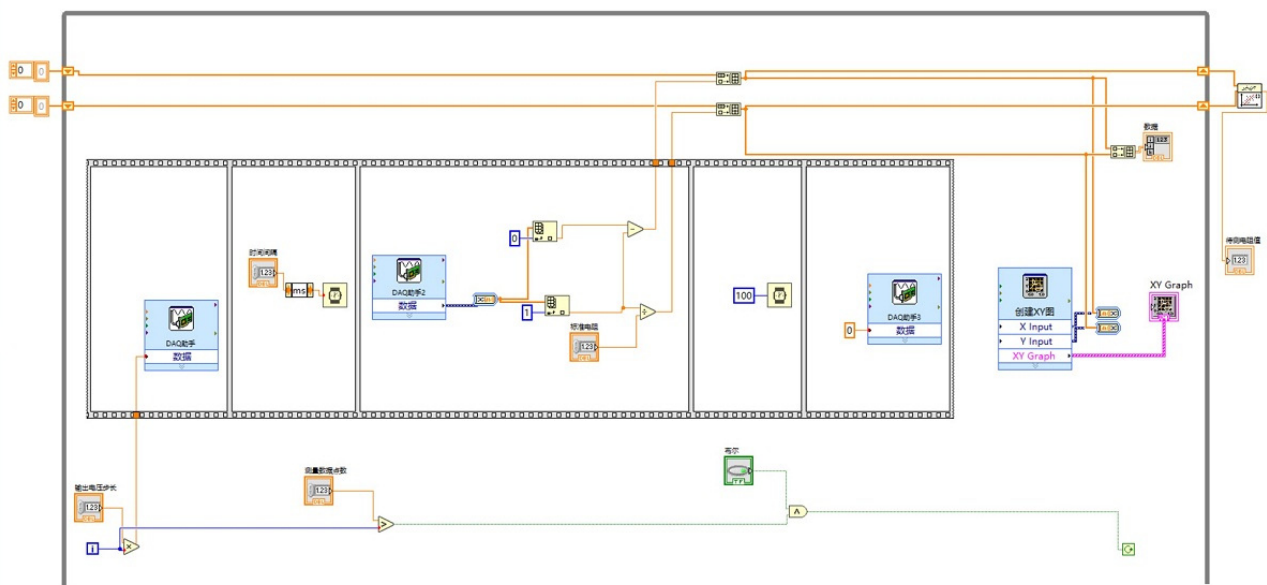
硬件上，实际的电路图如下。待测电阻的阻值应当适当选取，以保证程序可以得到正确结果。程序通过最小二乘法计算电阻，而电流是通过测量标准电阻上的电压间接计算。实验过程中，前面板的标准电阻值取 100 欧。步长也需要适当，以保证在不超过电压电流范围的前提下，曲线不至于过于接近坐标轴。

稳压二极管的测量需要避免数值堆积，这个问题同样应当通过恰当选择步长来解决，以达到既能反映二极管的伏安特性曲线，又能保证电流不至于过大而损伤器材。电阻的实验中也应当注意这一点，因为在实验中发现，电压过大时得到的数据的线性性已经开始受到破坏。

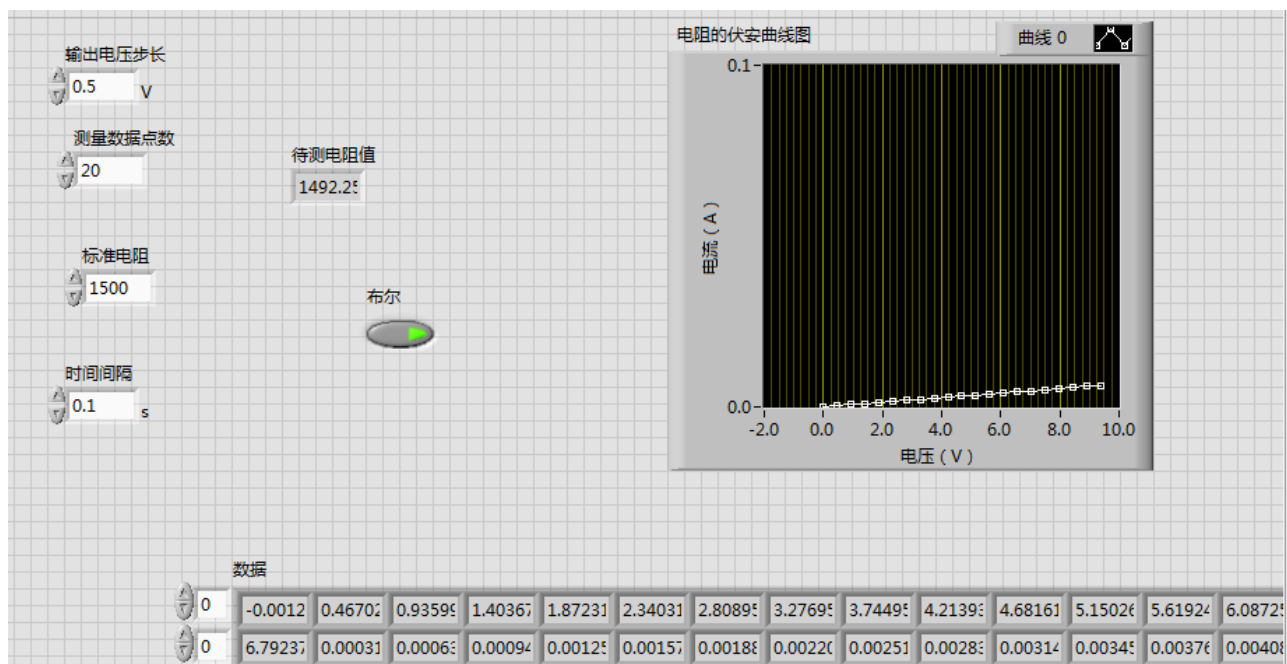


图表 10 测量伏安特性 vi 程序框图（电流电压运算部分）





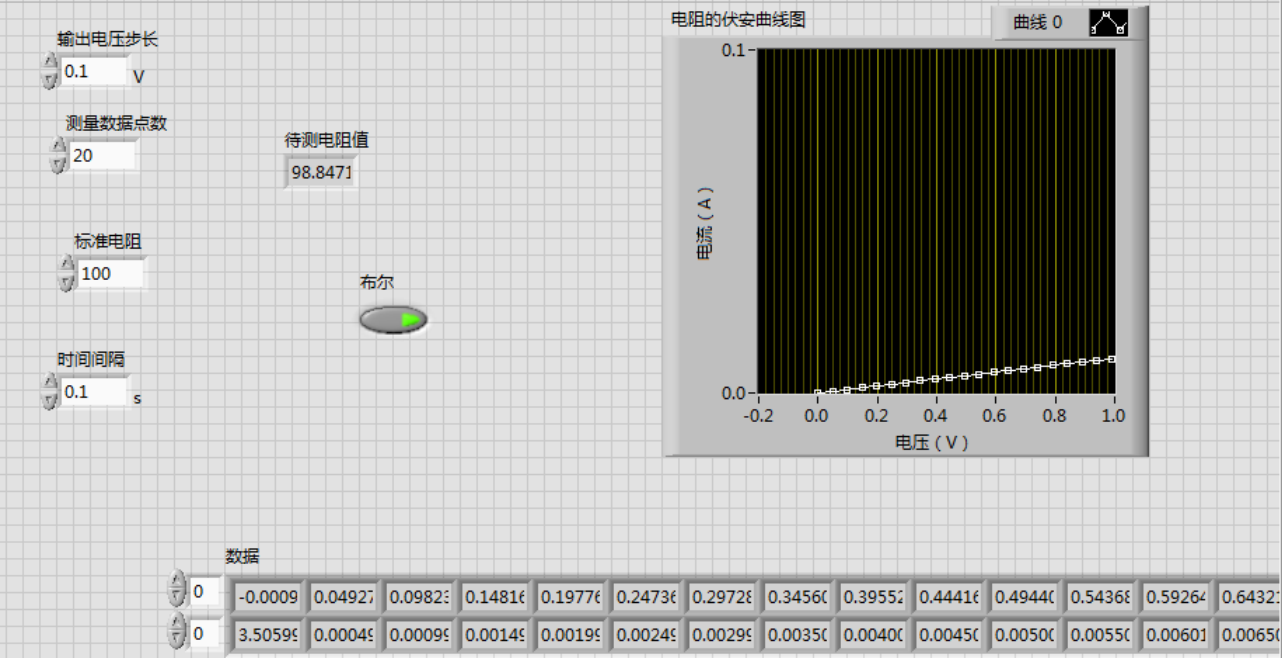
图表 11 测量伏安特性 vi 程序框图



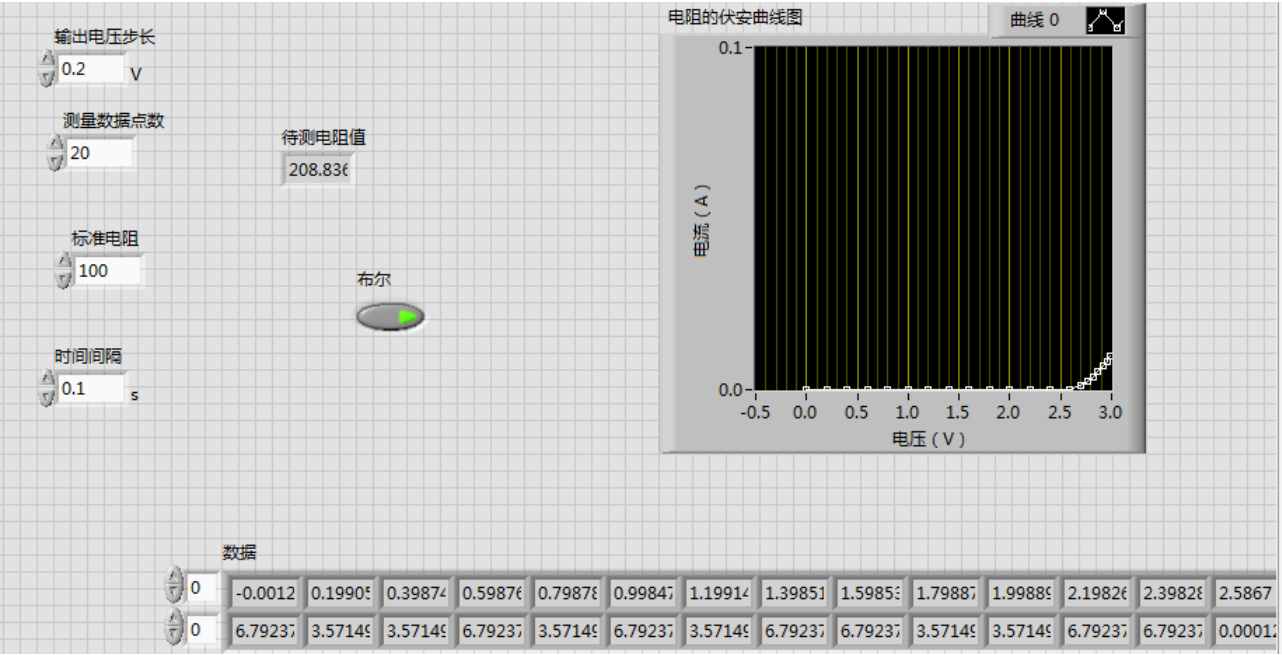
图表 12 测量伏安特性 vi 前面板（1500 欧）

注：标准电阻框中的 1500 是为方便对比测量结果在运行后输入的，标准电阻一直为 100 欧，数据 1500 并没有参与程序运行，仅作为注释使用。尽管在此处注释可能引起误解，并且一旦忘记改回原值将会影响测量数据。





图表 13 测量伏安特性 vi 前面板 (100 欧)



图表 14 二极管伏安特性曲线 vi 前面板

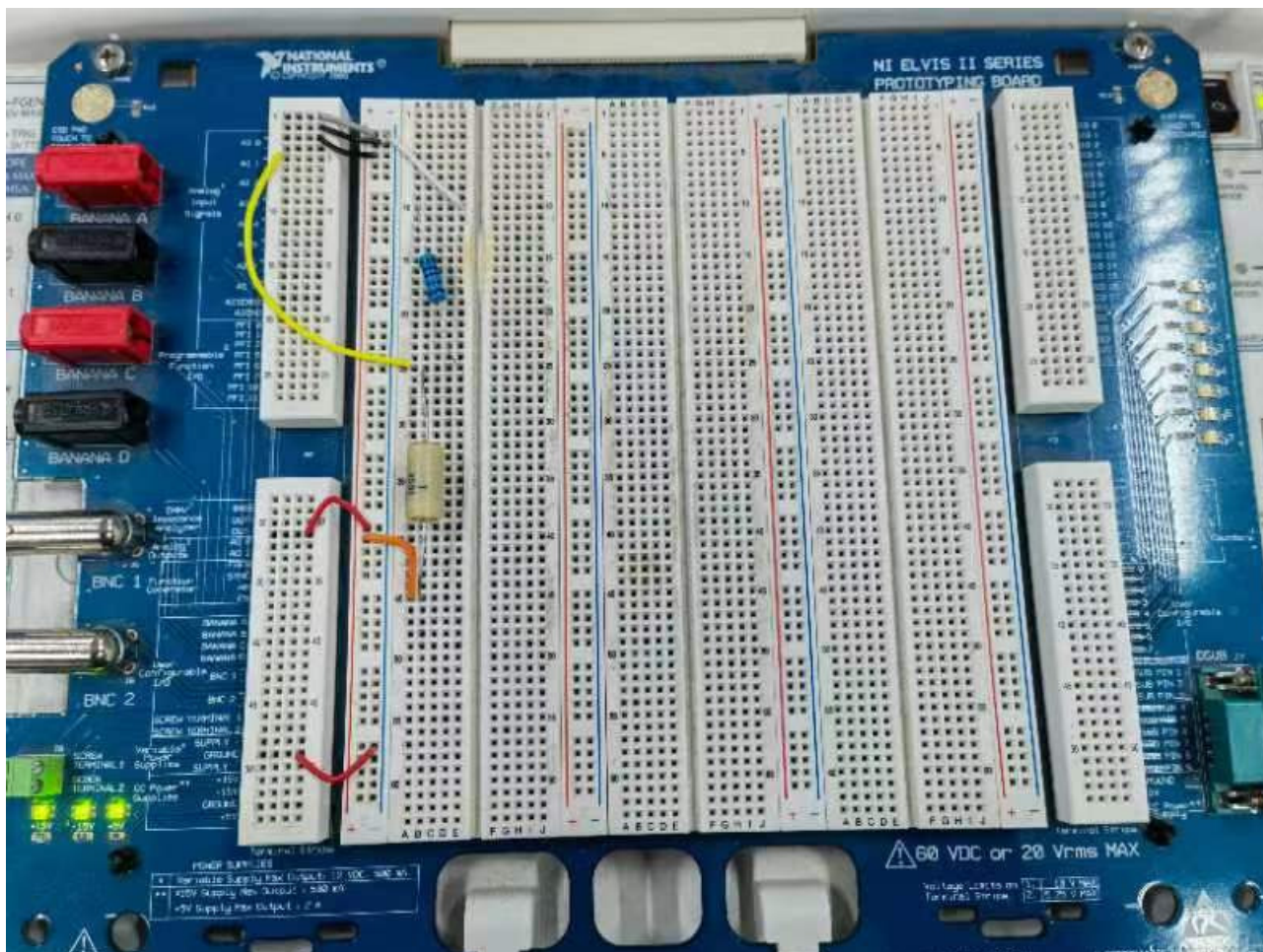


图 15 测量伏安特性曲线 ELVIS 原型板连线情况

替换掉图中电阻，可以测量不同元件的伏安特性曲线。

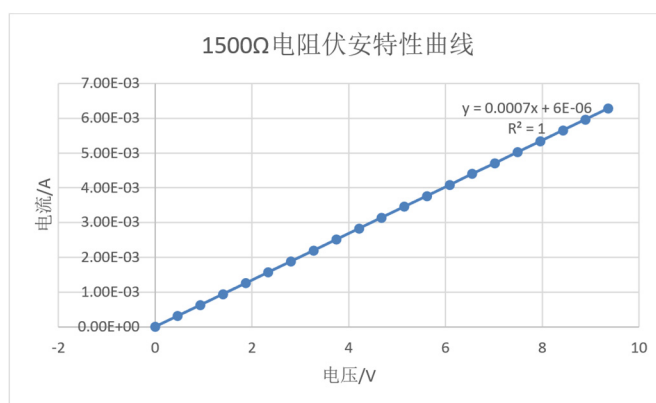
实验数据：

1500 欧电阻

数据处理：

电压/V	电流/mA
-0.00128835	6.79E-06
0.467029	0.000319218
0.935991	0.000631644
1.40367	0.000947291
1.87231	0.00125972
2.34031	0.00157536
2.80895	0.00188779

3.27695	0.00220022
3.74495	0.00251586
4.21393	0.00283151
4.68161	0.00314716
5.15026	0.00345958
5.61924	0.00376879
6.08725	0.00408122



图表 16 1500 欧电阻伏安特性曲线

6.55495	0.0044033
7.0249	0.00470929
7.49195	0.00502816
7.96126	0.00533736
8.42897	0.00565623
8.89668	0.00596866
9.366	0.00628431

图表 17 1500 欧电阻伏安特性数据

利用 Excel 对伏安特性曲线进行最小二乘法拟合，相关系数在舍入后为 1，说明线性关系非常好，对电阻的测量比较准确。尽管实验中最小二乘法所得到的电阻实际上是这一斜率的倒数，但线性关系的强弱并不受此影响。此外，实验测得的 1492.25 欧与标准值 1500 欧仍然存在一定误差。原因可能是标准电阻的阻值较标准值大，因而算得的电流偏大，导致最终的结果偏小。待测电阻本身的阻值也同样未必准确。

#### 100 欧电阻

数据处理：

电压/V	电流/mA
-0.000966266	3.57E-06
0.0489575	0.000499588
0.0985592	0.000998826
0.148161	0.00150128
0.197118	0.00200052
0.247042	0.00250298
0.296966	0.002999

0.346246	0.00349823
0.395848	0.00399747
0.444483	0.00450637
0.495051	0.00500239
0.544009	0.00549841
0.593289	0.00600409
0.642891	0.00650655
0.691848	0.00700901
0.741128	0.00751791
0.792019	0.00800104
0.840977	0.00850672
0.890257	0.00900918
0.940825	0.0095052
0.989461	0.0100109

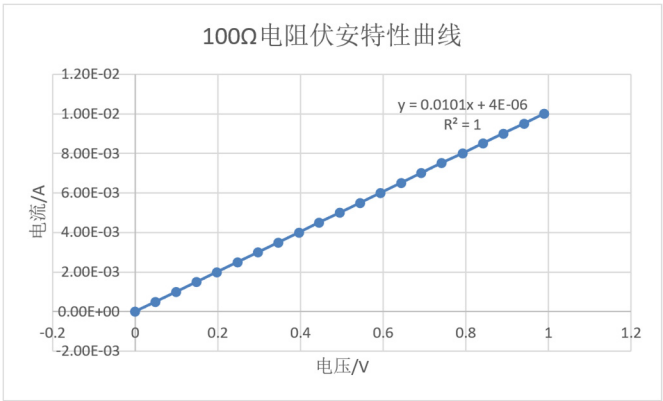
图表 19 100 欧电阻伏安特性数据

与 1500 欧电阻的情况相同，数据的线性性也非常好。测得电阻阻值为 98.8471 欧，也较标准值偏小。误差同样可能来自标准电阻，待测电阻本身，环境或者偶然误差。

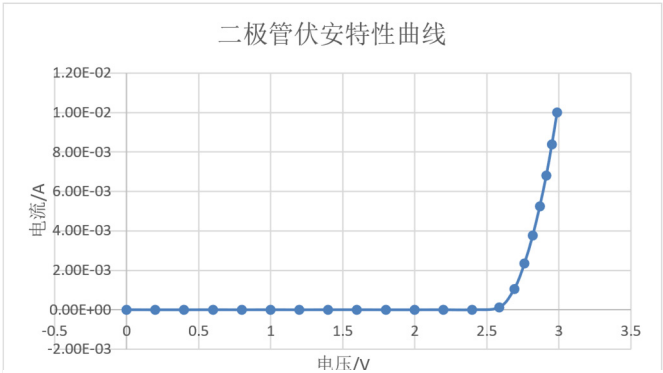
#### 二极管

数据处理：

电压/V	电流/mA
-0.00128835	6.79E-06
0.199051	3.57E-06
0.398746	3.57E-06



图表 18 100 欧电阻伏安特性曲线



图表 20 二极管伏安特性曲线

0.598763	6.79E-06
0.798781	3.57E-06
0.998476	6.79E-06
1.19914	3.57E-06
1.39851	6.79E-06
1.59853	6.79E-06
1.79887	3.57E-06
1.99889	3.57E-06
2.19826	6.79E-06
2.39828	6.79E-06
2.5867	0.000126
2.69171	0.001066
2.76193	0.002355
2.81926	0.003769
2.86854	0.00526
2.91331	0.006806
2.95229	0.008397
2.98869	0.010017

图表 21 二极管伏安特性数据

二极管的正向导通电压略大于 2.5V，与标准值 0.7 相差较大。但提供的标准值是稳压二极管的正向导通电压的标准值，而座位上实际提供的器材是白色发光二极管，因此并没有比较价值。就实验而言，发光二极管的发光可以较直观的表现导通电压，也更容易辨别方向，即使在引脚因长期使用而弯折，因而难以比较长短的情况下。

#### 结果分析：

实际温度测量时，对气温的测量数值比较稳定，而对于体温的测量发现会不时有数据的震荡，测量不同部位后推测可能是手出汗引起的。电压采集实验实际采集中发现示数尽管会在标准值两侧震荡，但是更倾向于偏小，由于不了解硬件方面的具体实现无法分析。伏安特性曲线实验均得到了符合器件特性的曲线，操作上也有效避免了数据的堆积。电阻偏小的原因可能来自标准电阻、待测电阻和测量方法等，已经在数据部分做过初步分析。

#### 实验总结：

实验完成了模拟温度计，电压采集和伏安特性曲线测量实验，测量了室温和体温，输出电压以及电阻。输出电压和电阻在误差允许范围内符合标准值，且误差较小，体现了虚拟仪器较为准确的特点。二极管的伏安特性曲线也与材料性质相符合。

同时，电阻的值偏小，除去标准电阻和待测电阻的标准值不准确外，还有可能有分流法测电阻引起误差的因素。虚拟仪器本身引起的误差，考虑到计算机的准确性，应当是比较微小的。

#### 心得体会：

虚拟仪器使用了图形化的编程语言，既拥有编程节约人力成本完成重复性机械性工作的优点，又比传统的 C 或者 Verilog 更容易迅速掌握。此外，在实验中，得到的电阻数据线性非常好，也反映了虚拟仪器在精确测量方面对人的优势。传统的实验仪器本身的构造和操作方法往往各不相同，虚拟仪器很好地把操作集成并且统一起来，从而只需要了解虚拟仪器的语言和方法就能够完成相当多的实验。对于数据处理，发挥计算机本身的优势，而把人从并不重要的重复性测量和计算中解放出来，无疑为更有创造性的工作争取了时间。

尽管如此，虚拟仪器的作用也会受到其本身性质的制约。虚拟仪器对于原理上基本清楚，或者已经积累有大量经验的工程上可能发挥了更大的作用，而对于物理前沿本身似乎并不能有决定性贡献。事实上，尽管称之为虚拟仪器，但是数据的采集和产生仍然是通过硬件实现的，计算机完成的的是分析处理和显示输出

方面的工作，也并没有取代仪器本身。只不过在集成后，仪器不再直接可见也被充分标准化，实验者并不需要关心仪器本身，这些因素在体验上产生了某种虚拟感。

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。

传统仪器由人搭建，调节和操作，不仅在精确程度上受到人本身的限制，数据的处理与分析也比较繁琐。此外，仪器本身的使用也受到现实环境的制约，存在老化和暂时缺乏的可能。虚拟仪器则不受这种限制，具有较高精度和集成化程度，更为便捷也减少了成本。但虚拟仪器受到所能集成硬件本身的限制，也并非所有实验都能够使用虚拟仪器完成。比较成熟的可集成器件非常适合虚拟仪器系统。

2. 本实验内容 3 中的电压输出和采集哪个先执行？

使用高亮显示执行过程可以发现，输出与采集同时高亮显示，因此输出电压与采集电压是同时执行的。