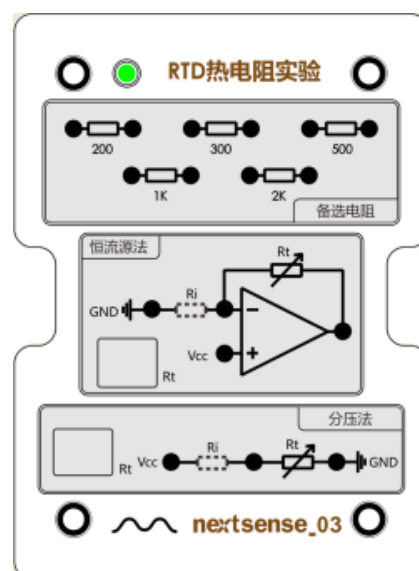


RTD 热电阻模块使用手册

——nextsense03



第一部分：实验概述

传感器教学实验系列 nextsense，是针对传感器教学，虚拟仪器教学等基础课程设计的教学实验模块。nextsense 系列模块使用 NI 模块化工程教学实验平台 ELVIS II/II+，结合泛华通用工程教学实验平台 ELVISbox，可以完成热电偶、热敏电阻、RTD 热电阻、光敏电阻、霍尔传感器、应变桥等传感器的课程教学。课程提供传感器及调理电路，内容涵盖传感器特性描绘、电路模拟以及实际测量等。



ELVISbox 效果图

RTD 热电阻实验模块 (nextsense03)，支持 Pt100、Pt1000 传感器，提供分压法、恒流源法两种热电阻调理电路。

本实验属于模拟实验模块 ()，需使用 Analog Slot 插槽。

运行课程后可以自动识别模块占用的通道。

基本性能指标

备选电阻

- 阻值 200 Ω 、300 Ω 、500 Ω 、1K Ω 、2K Ω
- 公差等级 1% , 1/8W

恒流源电路

- 电流范围 12.5mA、8.3mA、5mA、2.5mA、1.25mA
- 电流精度：线性
- 最大负载：960 Ω (Ri=200 Ω) , 1440 Ω (Ri=300 Ω) , 2.4K Ω (Ri=500 Ω) , 4.8K Ω (Ri=1K Ω) , 9.6K Ω (Ri=2K Ω)

分压电路

- 总电压 5V
- 下拉电阻：200 Ω 、300 Ω 、500 Ω 、1K Ω 、2K Ω

PT100、PT1000 热电阻

- 参数 $A=3.92847 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$, $B=-6 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, $C=-4.22 \times 10^{-12}/^{\circ}\text{C}$ 。
- 测温范围：-190 $^{\circ}\text{C}$ -630 $^{\circ}\text{C}$

第二部分：产品组成

nextsense03 产品包含

RTD 热电阻实验模块	一个
PT100 热电阻	一根
PT1000 热电阻	一根
杜邦线	四组

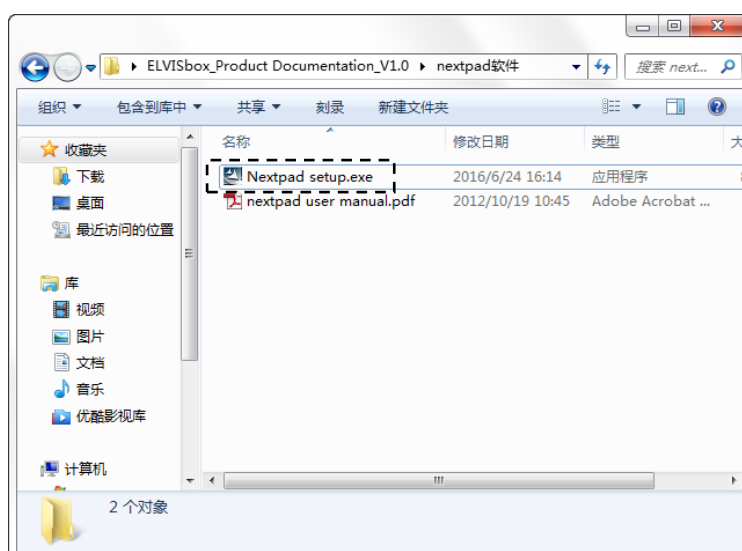
第三部分：实验安装

RTD 热电阻实验模块的课程程序基于 nextpad 软件教学平台，因此，在安装课程程序前请先安装 nextpad。

课程程序安装步骤如下：

第一步：安装 nextpad

从 ELVISbox 附带 U 盘或请联系技术支持获得 nextpad 安装软件。打开文件夹，双击 nextpad installer.exe 开始安装 nextpad。如果之前已经安装过 nextpad，则可以省略这一步骤。

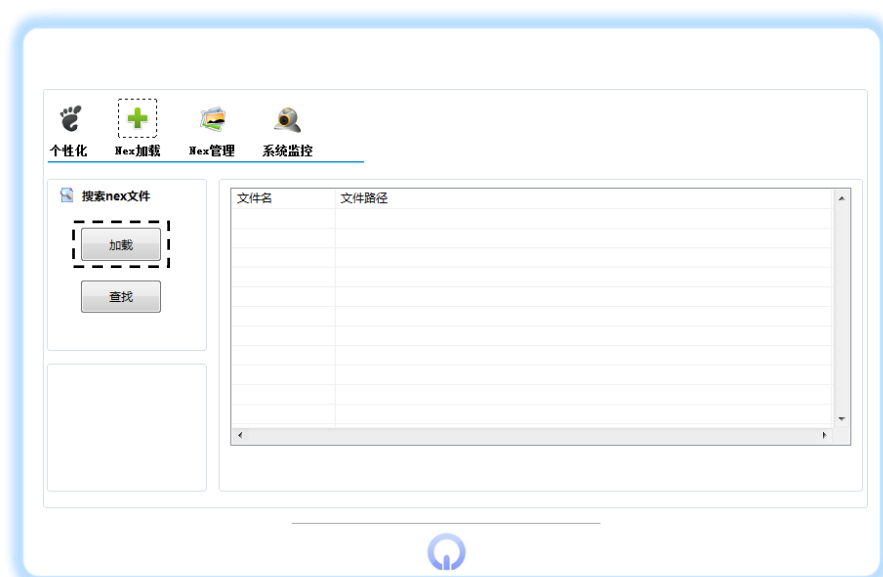


第二步：加载课程程序

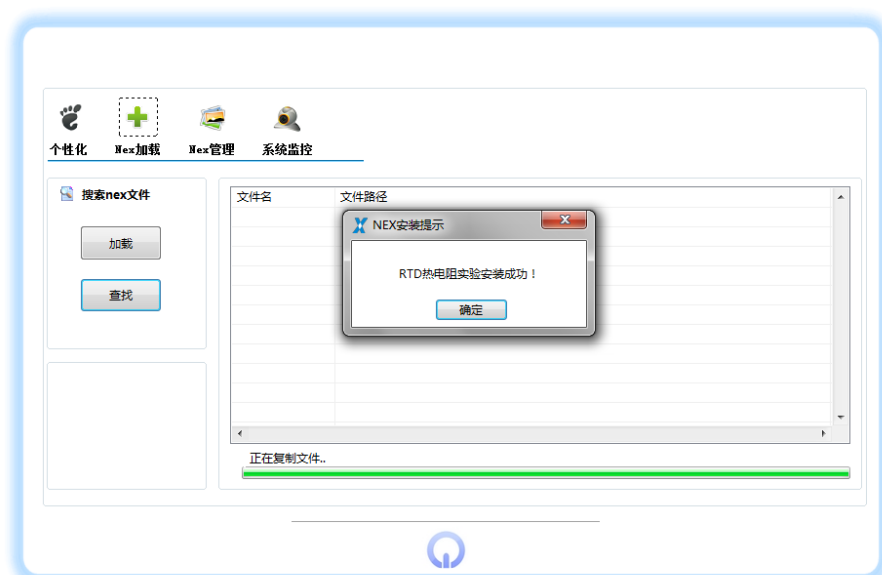
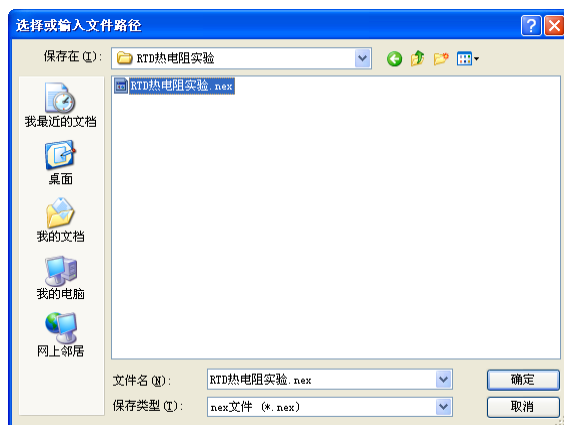
打开 nextpad，点击配置按钮，如下图：



在配置界面中选择“加载”，如下图：



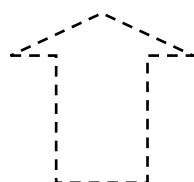
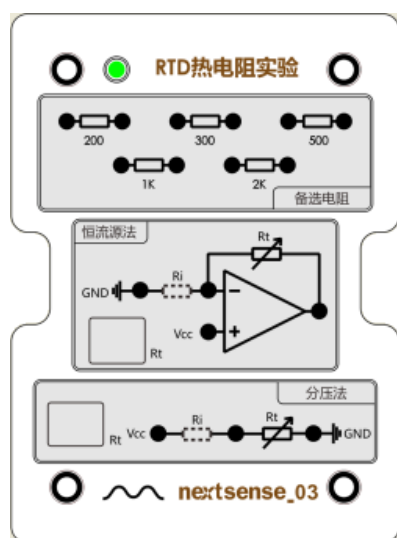
在文件保存路径下 ,选择 “RTD 热电阻实验.nex” 并点击确定 ,等待系统自动加载完成。



第四部分：实验准备

第一步：用万用表测量 RTD 热电阻实验模块“备选电阻”区域中的 200Ω 、 300Ω 、 500Ω 、 $1K\Omega$ 、 $2K\Omega$ ，并记录下值，后续测试需用；

第二步：关闭平台电源（NI ELVISII/II+），插上 RTD 热电阻实验模块，开启平台电源，此时可以看到模块左上角电源指示灯亮。



Tip：注意模块安装方向（上图）。本实验标号 ，适用于模拟插槽。

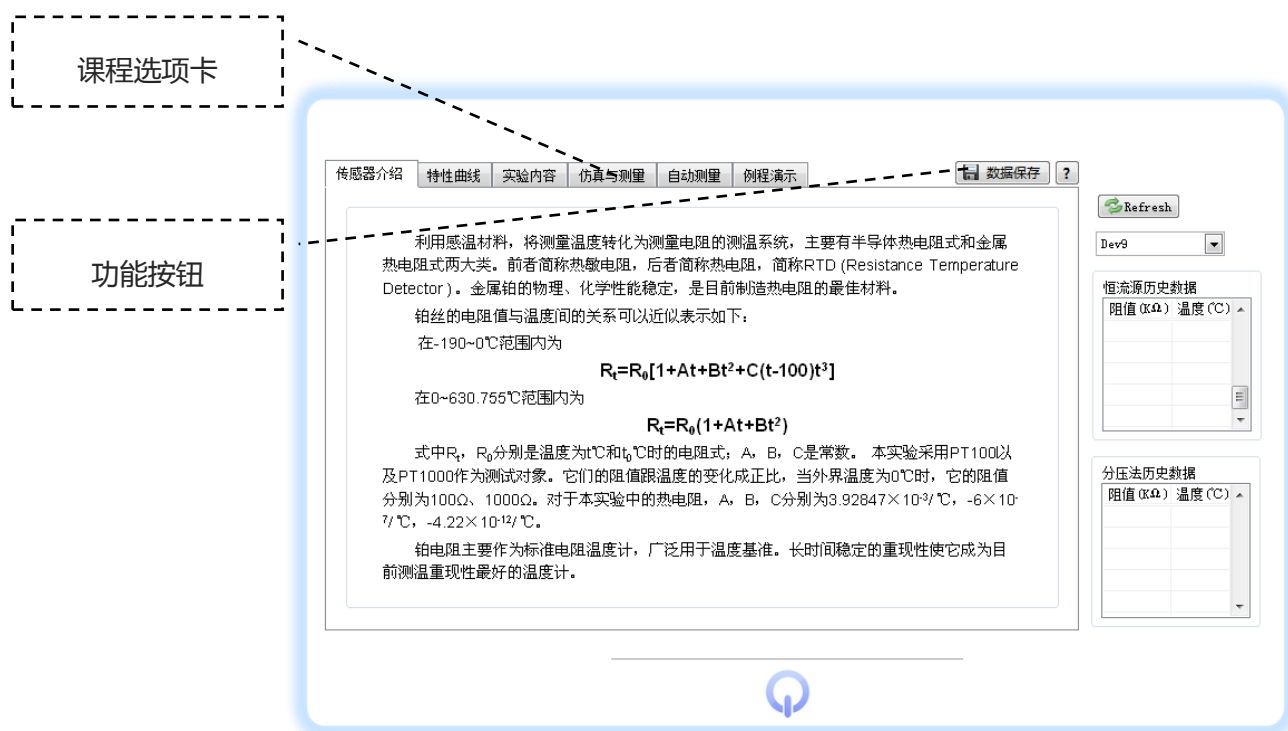
第三步：运行 RTD 热电阻实验应用程序。在 nextpad 主界面中选择 RTD 热电阻实验图标，双击进入实验。

第五部分：课程界面说明



RTD 热电阻实验软件界面主要由**课程选项卡**和**功能按钮**两大部分组成，下面逐一进行说明。

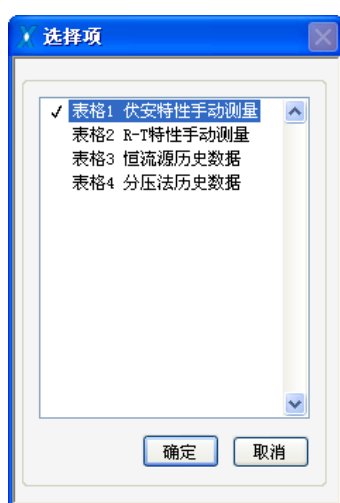
课程选项卡包含：**传感器介绍**、**特性曲线**、**实验内容**、**仿真与测量**、**自动测量**、**例程演示**。

功能按钮包含：**帮助按钮** 、**数据保存按钮**  数据保存、以及**硬件刷新按钮**  Refresh。



功能按钮说明


1. 帮助按钮 : 点击可以打开此模块的使用手册。如遇到问题, 请参见<第七部分>。
2. 保存按钮 数据保存 : 实验结束后, 点击该按钮保存实验数据。本实验包含数据表格如下:



按住 Ctrl 键, 移动鼠标选择需要保存的表格并点击确定。

在弹出的路径选择框中选择想要保存的位置, 并点击导出。



3. 刷新按钮  Refresh : 当模块更换插槽或者数据采集设备更换时, 需要点击此按钮重新识别。

当系统中有多多个数据采集设备时, 设备栏将出现“请选择设备”的提示, 正确选择平台连接的采集设备后, 软件开始自动识别模块对应数据采集通道。



Tip : 正常的模块识别功能开始时将有继电器弹片吸合的声音, 若按下 Refresh 后没有吸合音, 请查看数据采集设备是否选择正确以及线缆是否正确连接。

课程选项卡说明

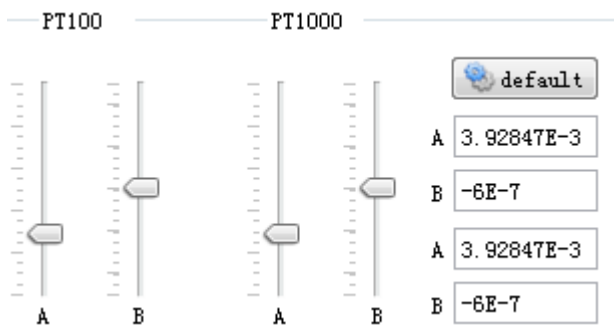
实验流程根据选项卡顺序依次进行：

传感器介绍 对 RTD 热电阻的原理、温度计算公式以及使用范围进行了说明。在实验开始前，请仔细阅读传感器介绍。



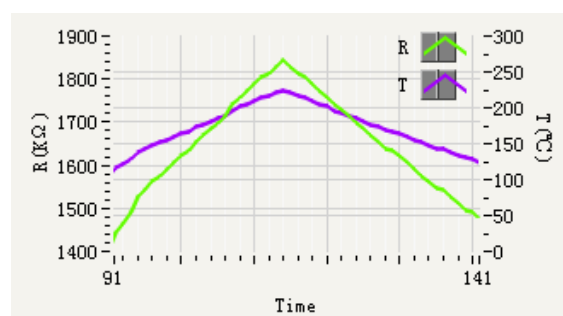
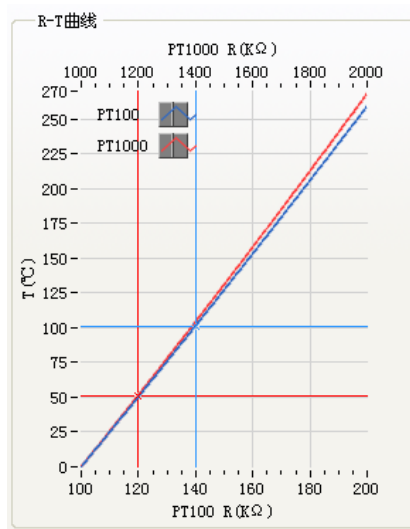
特性曲线 根据温度计算公式描绘了 RTD 热电阻 R 和温度 T 的关系曲线。实验分别给出了 PT100 和 PT1000 热电阻的 A、B 系数。


移动 PT100 和 PT1000 的 A、B 值滑块，观察系数对 **R-T 特性曲线** 的影响。



移动 **R-T 特性曲线** 中的任意一个游标，观察曲线图中 R 和 T 之间变化的对应关系。观


察右侧 **R-T 变化曲线** 图中 R、T 各自的变化趋势。活动游标对应 R（绿色曲线）、T（紫色曲线）值各自的变化曲线，两者变化趋势相反。为了有更好的比较效果，两条曲线共用一个 X 轴，Y 轴分列左右两侧。



Tip :此步骤中的 A、B 参数会影响到实际测量时的结果，本实验提供的 PT100 和 PT1000 热电阻 $A=3.92847 \times 10^{-3}$ ， $B=-6 \times 10^{-7}$ ，因此在结束本选项卡的内容前，请移动滑块将 A，B 数值分别修改为 3.92847×10^{-3} 、 -6×10^{-7} 或直接点击  按钮。

实验内容 包含热敏电阻实验的课程要求及实验可调参数的图例说明。。



 栏中给出了实验中出现的可调参数的图例以及对应的调整手势。实验过程中可遵循如下图例手势进行操作来修改对应参数值。



: 点击并移动指针改变参数



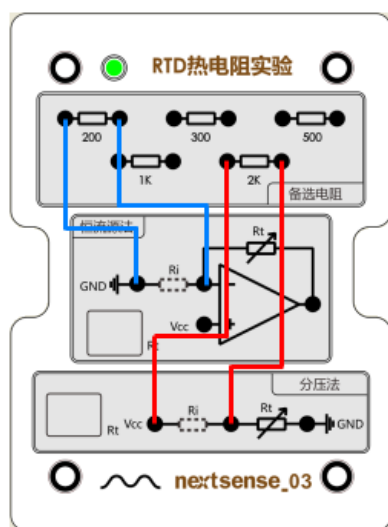
: 点击并移动指针改变参数



: 点击并选择新阻值



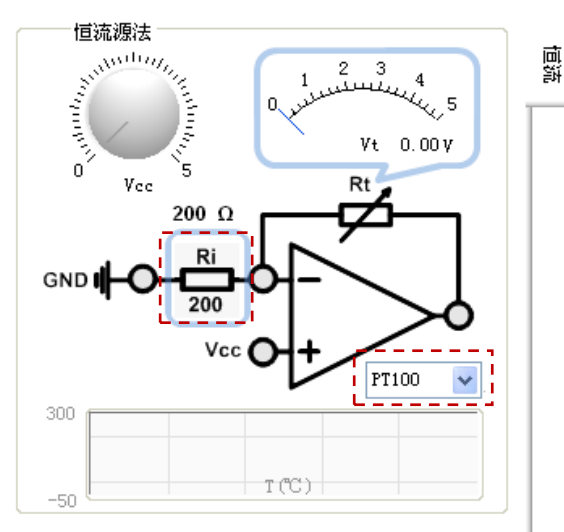
: 实验模块电路板上用虚线描绘的电阻表示需要外接备选电阻，连接的阻值不同恒流源的电流也不同。电流= V_{cc}/R_i ,例：下图中恒流源 R_i 连接到备选电阻 200Ω , $V_{cc}=2.5V$,则供电电流 $i=2.5V/200\Omega=12.5mA$ 。分压法的 R_i 连接到了 $2K\Omega$,表示热电阻 R_t 与 $2K\Omega$ 电阻构成分压电路。



：表示所在区域或所在控件需要填写实际测量数据。

仿真与测量 包含了电路原理仿真以及真实手动测量实验。

实验仿真(恒流源法)：显示恒流源电路图。供电电流为 $i = V_{cc}/R_i$ ， R_t 代表 RTD 热电阻， V_t 代表 RTD 热电阻两端电压，在实验模拟中，为了更清楚地了解电路测量原理， V_{cc} 和 V_t 可以任意修改。实际测量中， V_{cc} 为固定值， V_t 值通过数据采集卡采集，其数值由电流以及 RTD 热电阻阻值共同决定。



实验仿真（分压法）：显示分压法电路图。分压电阻 R_i 和 R_t 串联。当 R_t 改变时， R_i 两端电压 V_{Ri} 以及 R_t 两端电压 V_t 都改变。电流值为 $i = V_{Ri} / R_i = (V_{cc} - V_t) / R_i$ ，再通过计算 $R_t = V_t / i$ 计算温度值。同样的，在实验模拟中 V_{cc} 和 V_t 可以任意调节。实际测量中， V_{cc} 为固定值， V_t 值通过数据采集卡采集，其数值由电流以及 RTD 热电阻阻值共同决定。

电压测量：将备选电阻和 RTD 热电阻连接进实验模块后，手动实测 nextsense03 上的 V_{cc} 值，并将其填入定值测量部分。

电压测量

恒流源 $V_{cc} =$ 分压法 $V_{cc} =$

注意：填入的固定值将影响恒流源/分压法自动测量选项卡的计算结果。

备选电阻测量与校准：备选电阻存在一定的公差，因此为了增加后续测量的准确性，需要对实验模块上的备选电阻进行测量，使用万用表进行测量后，将实际测量值写入 R_i 并点击更改按钮。修改后，所有需要用到 R_i 电阻的地方会同时自动改变其数值。

选择测量电阻

填写实际测量值

点击更改

备选电阻测量与校准

R_i = 199.8 Ω 更改

伏安特性手动测量

T = $^{\circ}\text{C}$ 时，更换电阻，并填写下表

	$V_t(\text{V})$	$i(\text{mA})$	$R_t(\text{K}\Omega)$
$R_i = 200$			
$R_i = 300$			
$R_i = 500$			

R-T特性手动测量

$R_i =$ $\text{K}\Omega$ 时，改变温度，并填写下表

$V_t(\text{V})$	$i(\text{mA})$	$R_t(\text{K}\Omega)$	$T(^{\circ}\text{C})$

伏安特性手动测量：保持 RTD 热电阻工作温度不变，更换 R_i 电阻值，使用万用表手动测量 V_{cc} 、 V_t ，通过计算获得在不同电流情况下的热敏电阻的阻值。通常在同一温度下，热敏电阻的阻值基本不会随着电压或者电流的更改而改变。

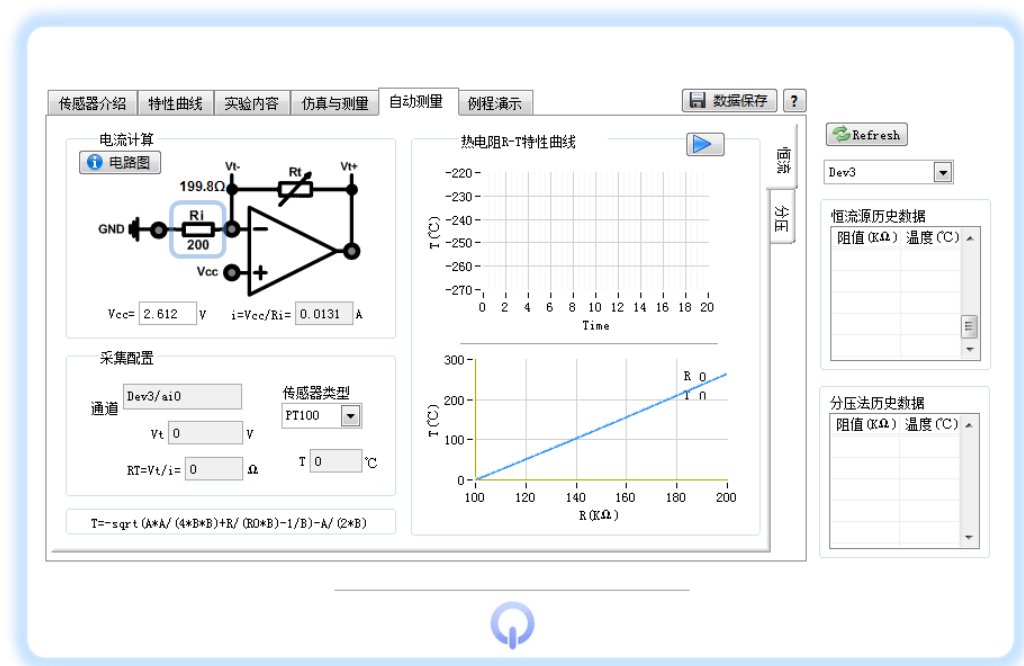
R-T 特性手动测量：保持 R_i 不变，改变 RTD 热电阻工作温度值，使用万用表手动测量 V_t ，计算热敏电阻阻值 R_t ，借助特性曲线图中的游标值估算对应温度。

具体操作请参见<第六部分：开始实验>。

Tip :

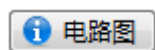
- 被测传感器 PT100 和 PT1000 的电阻值相差较大，因此在实验仿真阶段可以尝试 PT100、PT1000 与各种阻值 R_i 的组合。从测量结果可以看出，当 R_i 与传感器阻值接近时， V_t 值正好处在 $V_{cc}/2$ 的区域，有助于测量的准确性。
- 在实际测量时，出于传感器保护以及测试准确性的考虑，在使用 PT100 测试时，请选用 200Ω 、 300Ω 、 500Ω 的备选电阻，使用 PT1000 时，请选用 $1k\Omega$ 、 $2k\Omega$ 的备选电阻。

自动测量 使用 ELVIS 平台硬件资源自动测量出 RTD 热电阻的电压值，并得到对应的温度值。



恒流源测量面板 显示了恒流源电路的实际测试值。

电流计算：



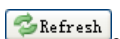
：电路图控件，点击显示电路原理图。



：备选电阻控件。点击左键，选择硬件实际连接的备选电阻的阻值。

采集配置：

采集通道：恒流源电路中的 V_t 采集通道由 ELVIS 平台硬件资源及实验模块插入槽位决定，软件自动识别当前模块所对应的模拟采集通道。如未识别，请点击右侧刷新按钮



传感器类型：请根据实际接入传感器类型（Pt100/Pt1000）选择此下拉框。

V_t 、 R_T 、 $T(^{\circ}\text{C})$ 值： V_t 和 R_T 数据由 ELVIS 平台硬件资源自动测量得到，根据 R - T 特性曲线自动换算得到 T 的值。

采集配置

通道

Dev3/ai0

传感器类型

PT100

V_t

0

V

$R_T=V_t/i=$

0

Ω

T

0

$^{\circ}\text{C}$

热电阻 R - T 特性曲线：显示了当前温度的变化曲线，以及此温度值在特性曲线上的对应位置。在波形显示控件上点击右键进行调整 Y 轴标尺、清空图表、导出简化图像等操作。

恒流源历史数据和分压法历史数据：记录了恒流源法测试的历史数据及分压法测试的历史数据，点击右键可以进行清空表格数据操作。

具体操作请参见<第六部分：开始实验>。

分压法测量面板 显示了分压法电路的实际测试值。界面内容同上，不做赘述。

例程演示 显示 RTD 热电阻实验的 LabVIEW 例程和作业。选择实验例程或者完成 VI，点击 Save as 按钮，在弹出的对话框中选择文件保存路径，并点击确定。

实验例程



Save as

完成VI



Save as

第六部分：开始实验

完成 RTD 热电阻温度采集手动测量实验和自动测量实验。操作步骤如下：

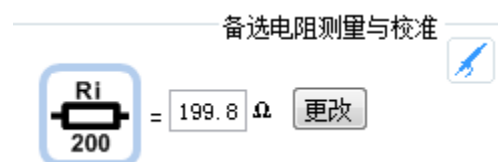
1. 安装模块。

请将模块安装在 Analog Slot 插槽上，安装方式参考<第四部分：实验准备>。

2. 完成仿真与测量选项卡中实验。

软件切换到**仿真与测量**选项卡。完成恒流源实验。

Step1：用万用表对实验模块上的 200 Ω 备选电阻进行测量，测量后将实际测量值写入 Ri 并点击更改按钮。



Step2：用杜邦线将 200 Ω 备选电阻连接到恒流源电路中 Ri 位置。将 RTD 热电阻连接到实验模块上的绿色螺丝拧线端子。

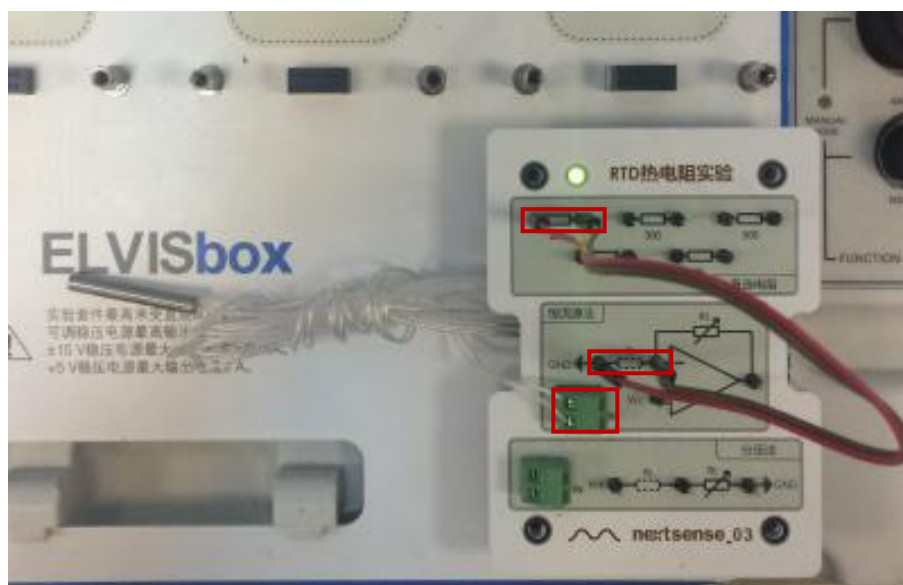



图 6-1 恒流源法连线图

Step3 : 将万用表红黑表笔分别放置在实验模块恒流源法区域的 V_{cc} 端及 GND 端，测量 V_{cc} 和 GND 之间的电压，并将其填入电压测量部分。

电压测量

 恒流源 V_{cc} = 2.601 V 分压法 V_{cc} = 0 V

Step4 : 完成下图所示的表格。

伏安特性手动测量：保持 RTD 热电阻工作温度不变，更换 R_i 电阻值，使用万用表手动测量 V_{cc} 、 V_t ，通过计算获得在不同电流情况下的 RTD 热电阻的阻值。通常，在同一温度下，RTD 热电阻的阻值基本不会随着电压或者电流的更改而改变。

T= 32 °C 时，更换电阻，并填写下表

	$V_t(V)$	$i(mA)$	$R_t(K\Omega)$	
$R_i=200$	1.461	13.018	0.112	
$R_i=300$	0.974	8.656	0.1125	
$R_i=500$	0.586	5.209	0.112	

R-T 特性手动测量：保持 R_i 不变，改变 RTD 热电阻工作温度值，使用万用表测量 V_t ，计算 RTD 热电阻阻值 R_t ，借助特性曲线图中的游标值估算对应温度。

$R_i =$ $\text{K}\Omega$ 时，改变温度，并填写下表

$V_t(\text{V})$	$i(\text{mA})$	$R_t(\text{K}\Omega)$	$T(^{\circ}\text{C})$
1.468	13.018	0.1128	32.72
1.535	13.018	0.1179	45.94

分压法实验操作步骤同上，请自行练习。

3. 完成自动测量选项卡中实验。

软件切换到**自动测量**选项卡。

- 完成恒流源法实验。

Step1：用杜邦线将 200Ω 备选电阻连接到恒流源电路中 R_i 位置。将 RTD 热电阻连接到实验模块上的绿色螺丝拧线端子。见图 6-1。

Step2：在自动测量选项卡中选中恒流模式，将电阻选择为 200Ω 。如图 6-2 所示。

Step3：点击恒流源界面右上角运行按钮，软件界面将通过测量到的 V_t 值，计算出电流、电阻和温度值。观察温度为当前温度（如此前温度大约为 26°C ），用手捏住 RTD 热电阻，观察曲线，有温度变化过程，最终曲线稳定后，观察温度接近体温温度，停止运行程序；

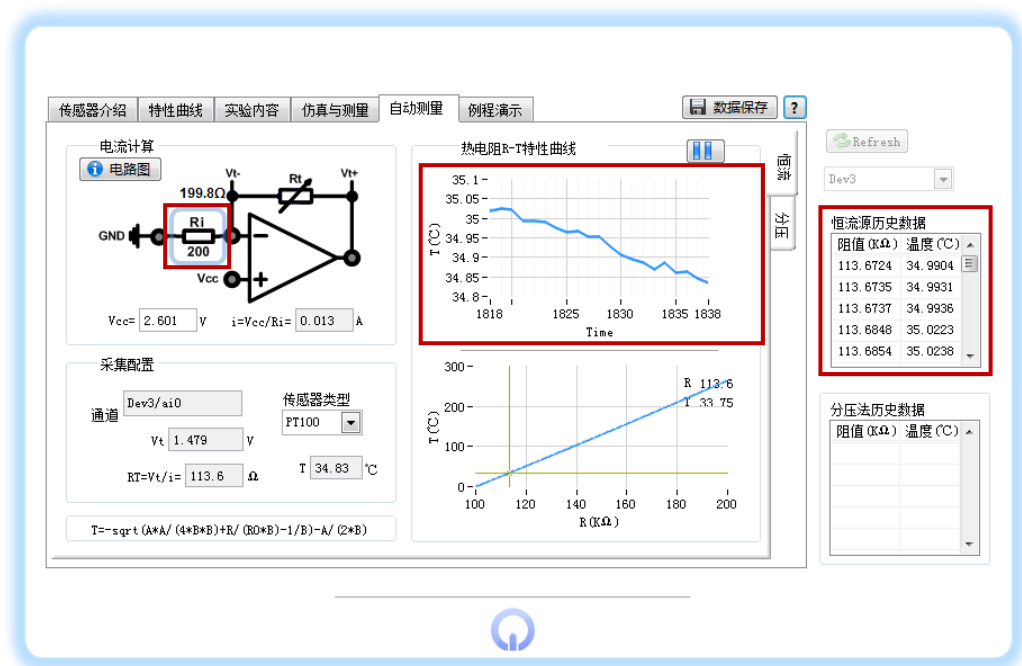


图 6-2 恒流源法自动测量界面

- 完成分压法实验。

Step1: 用杜邦线将 1K 备选电阻连接到分压法电路中 R_i 位置。将 RTD 热电阻连接到实验模块上的绿色螺丝拧线端子。如图 6-3 所示。

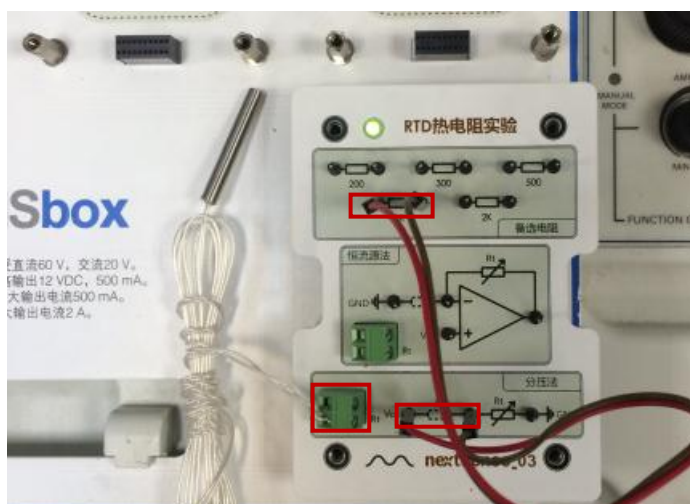



图 6-3 分压法连线图

Step2 : 在自动测量选项卡中选分压模式，将电阻选择为 1K。如图 6-4 所示。

Step3 : 将万用表红黑表笔分别放置在实验模块分压法区域的 V_{CC} 端及 GND 端，测量 V_{CC} 和 GND 之间的电压，并将其填入电压测量部分。

电压测量

 恒流源 $V_{CC}= 2.601\text{ V}$ 分压法 $V_{CC}= 4.69\text{ V}$

Step4 : 点击分压法界面右上角运行按钮，软件界面将通过测量到的 V_t 值，计算出电流、电阻和温度值。观察温度为当前温度（如此前温度大约为 26°C ），用手捏住 RTD 热电阻，观察曲线，有温度变化过程，最终曲线稳定后，观察温度接近体温温度，停止运行程序；

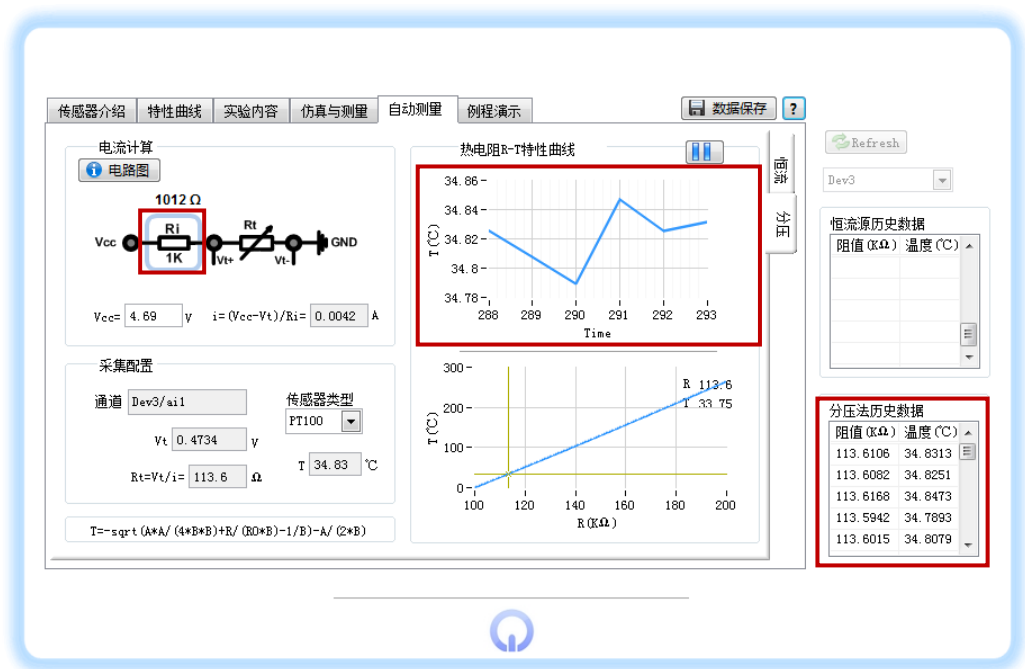



图 6-4 分压法自动测量界面

第七部分：维护保养

注意事项：

1. 在插拔实验模块时，尽量做到垂直插拔，避免因插拔不当而引起的接插件插针弯曲，影响模块使用。
2. 禁止弯折实验模块表面插针，防止焊锡脱落而影响使用。
3. 更换模块或插槽前应关闭电源。
4. 开始实验前，认真检查电阻连接，避免连接错误而导致的输出电压超量程，否则会损坏数据采集卡。
5. 产品在存放或运输过程中不得重压和有剧烈的振动。
6. 产品应在本使用说明书规定的环境下使用和储存。
7. 产品出现任何问题，请勿自行拆开外壳，应及时与供应商或生产厂家联系。

常见故障排除：

序号	故障现象	原因分析	排除方法
1	软面板不能正常安装	前期版本没有完全删除	在安装路径 PANSINO\next\nextpad\Application n 下查找实验课程，删除后再安装
2	插上模块后无法识别	1 模块未插紧或者没有正确插入	检查连接线，或者尝试重新插拔。
		2 平台和数据采集卡之间的线缆没有连接好	检查连接线，重新插好线缆，拧紧定螺栓
		3 数据采集卡没有正常工作	尝试重启数据采集卡或者更换数据采集卡
3	采集数据不正常	杜邦线或者传感器没有正确连接	检查杜邦线盒传感器，确保电路正确
		备用电阻选择不正确	PT100 推荐选用 200Ω、300Ω、500Ω 的备选电阻，PT1000 推荐选用 1KΩ、2KΩ 的备选电阻。
4	帮助按钮  无反应	计算机没有安装 Adobe Reader 软件	请在官网下载 Adobe Reader 软件。