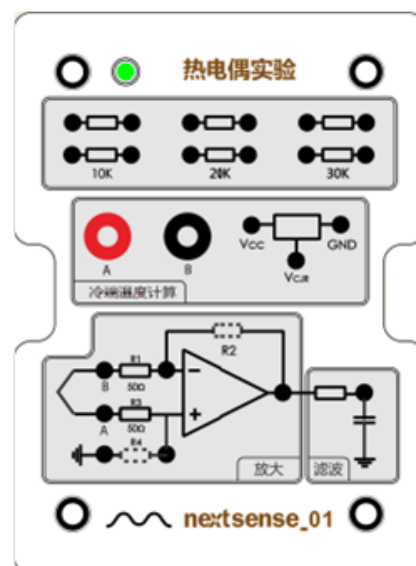


热电偶实验模块使用手册

——nextsense01



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

热电偶实验模块 (nextsense01)，支持 K 型，J 型热电偶，提供放大、滤波电路。

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 $10\text{K}\Omega$ 、 $20\text{K}\Omega$ 、 $30\text{K}\Omega$
- 公差等级 1% , 1/8W

放大电路

- 增益 200、400、600

滤波电路

- 一阶电阻无源滤波电阻 500Ω , 电容 $0.1\mu\text{F}$

冷端温度传感器

- 型号 : LM35
- 测温范围 : -2°C - 150°C
- 电压输出 : $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$

K 型热电偶

- 测温范围 : -200°C - 1000°C

J型热电偶

- 测温范围：-200℃-600℃

第二部分：产品组成

nextsense01 产品包含

热电偶实验模块	一个
K 型热电偶	一根
J 型热电偶	一根
杜邦线	四组

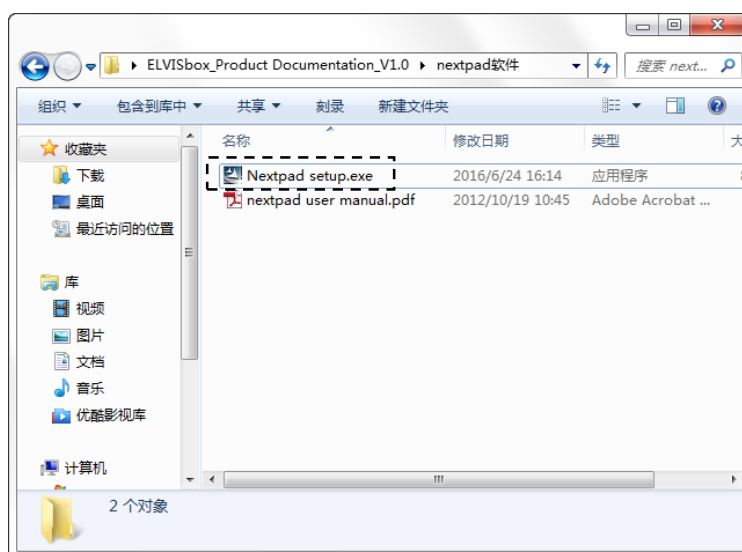
第三部分：实验安装

热电偶实验模块的课程程序基于泛华工程教育产品 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。

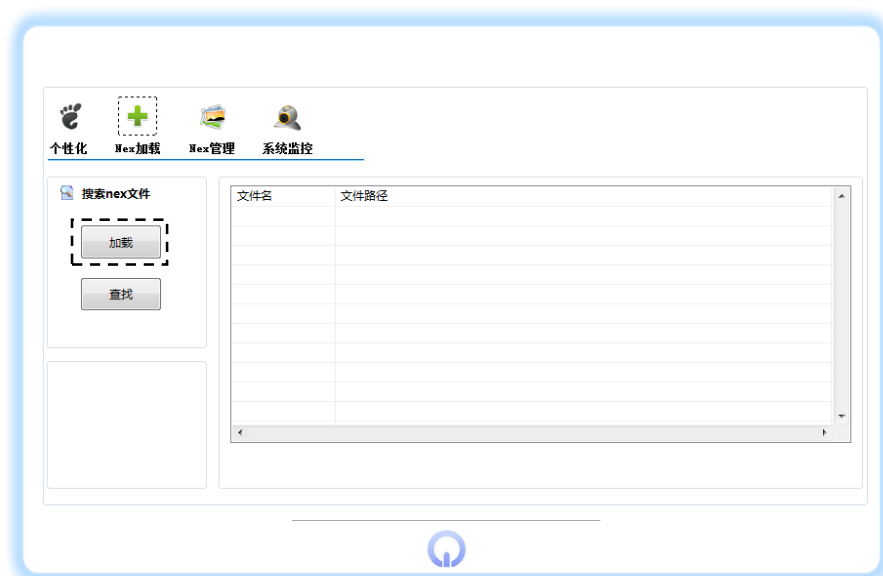


第二步：加载课程程序

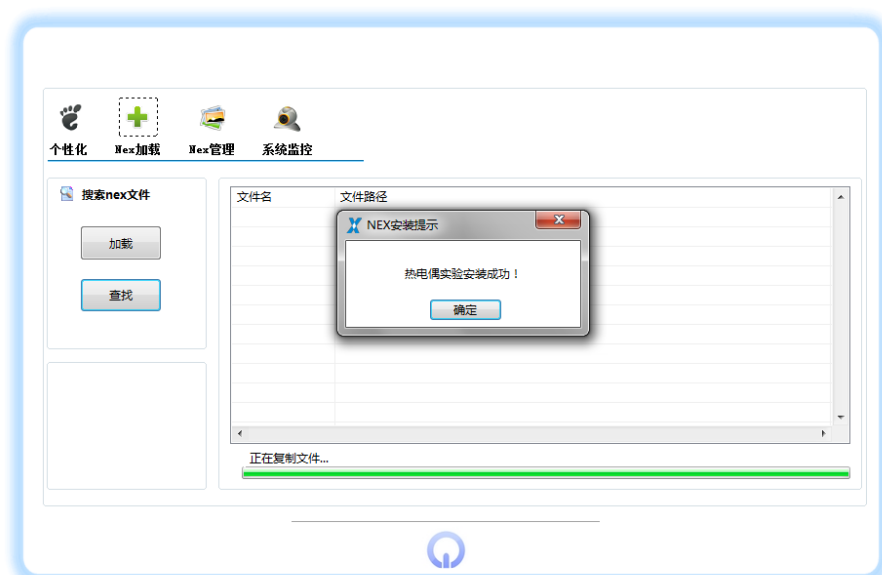
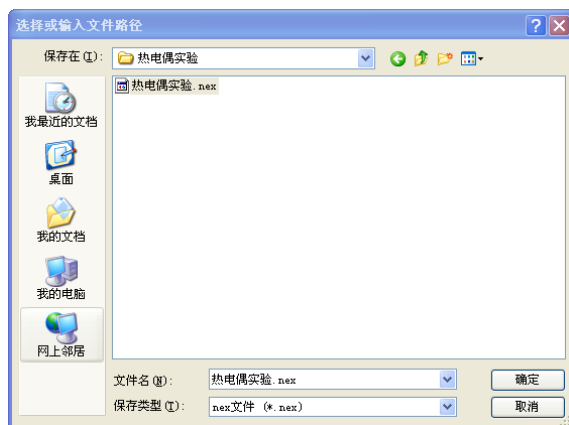
打开 nextpad，点击配置按钮，如下图：



在配置界面中选择“加载”，如下图：

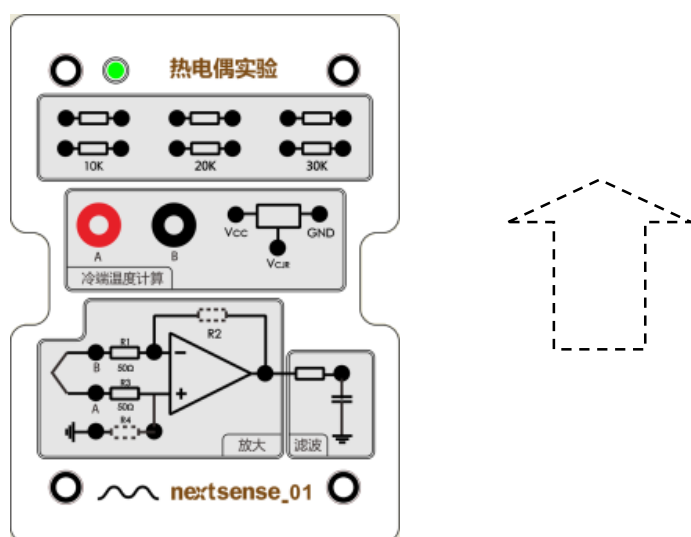



在文件保存路径下，选择“热电偶实验.nex”并点击确定，等待系统自动加载完成。



第四部分：实验准备

第一步：关闭平台电源（NI ELVISII/II+），插上热电偶实验模块，开启平台电源，此时可以看到模块左上角电源指示灯亮。

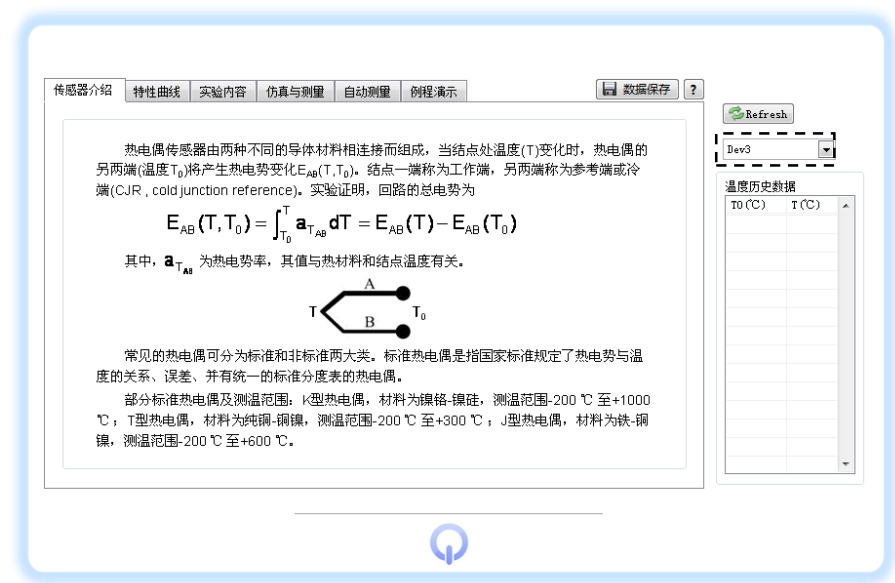


Tip：注意模块安装方向（上图）。本实验标号 ，适用于模拟插槽。为方便后续调零操作，使用 ELVISbox 平台的用户，请选择 Analog Slot2 或者 Analog Slot4。

第二步：运行热电偶实验应用程序。在 nextpad 主界面中选择热电偶实验图标，双击进入实验。



第三步：听到继电器弹片吸合的声音（“嘀嘀”声），开始进行实验。若没有吸合音，请查看 ELVIS 设备是否选择正确以及线缆是否正确连接。

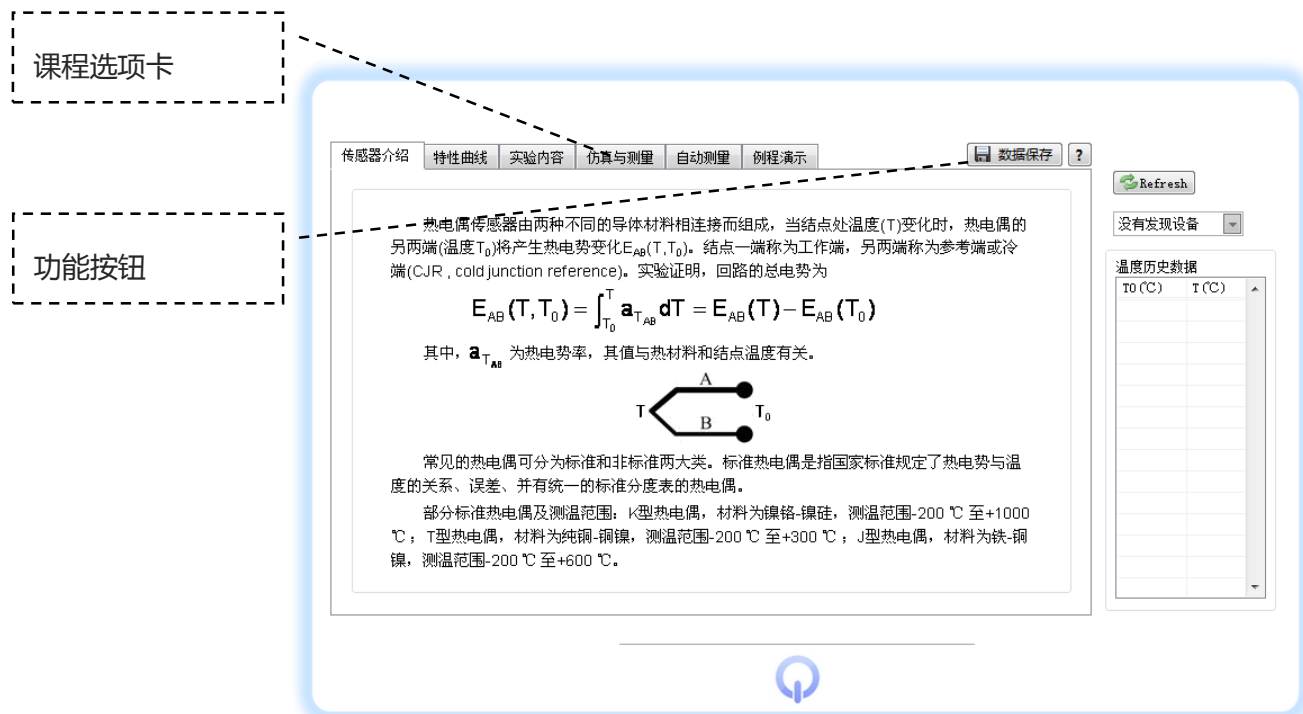


第五部分：课程界面说明



热电偶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。

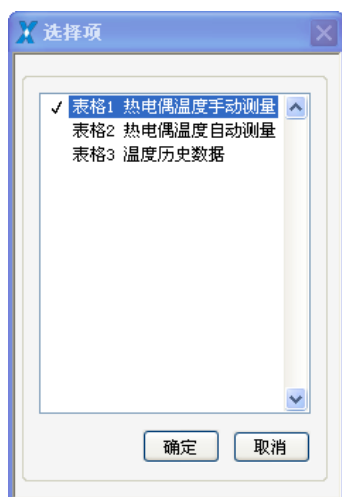
课程选项卡包含：**传感器介绍、特性曲线、实验内容、仿真与测量、自动测量、例程演示。**

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**。



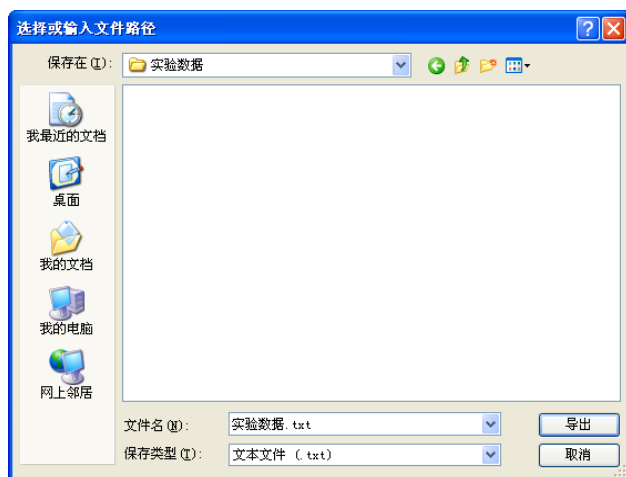
功能按钮说明


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。



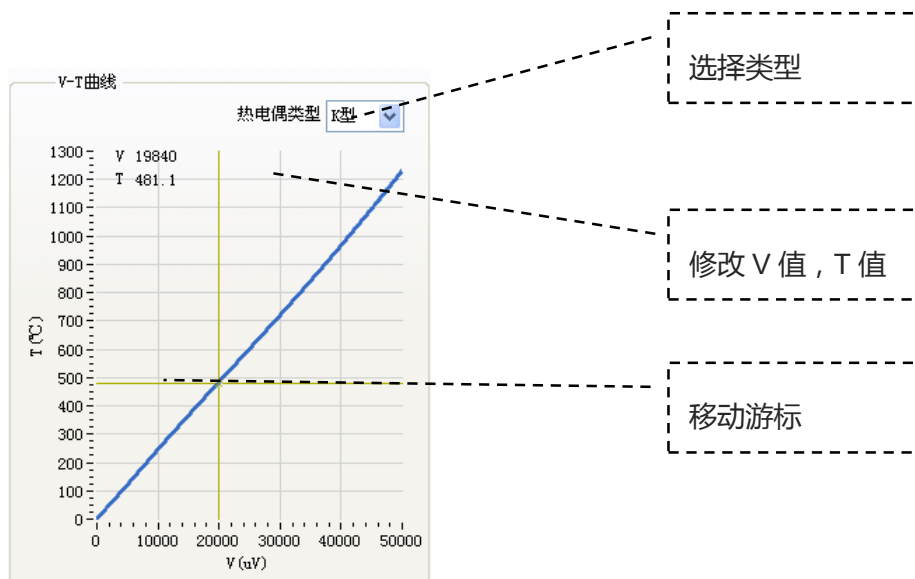
Tip：正常的模块识别功能开始时将有继电器弹片吸合的声音，若按下 Refresh 后没有吸合音，请查看数据采集设备是否选择正确以及线缆是否正确连接。

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 对热电偶的结构原理、热电势计算公式以及常用类型进行了说明。在实验开始前，请仔细阅读传感器介绍。

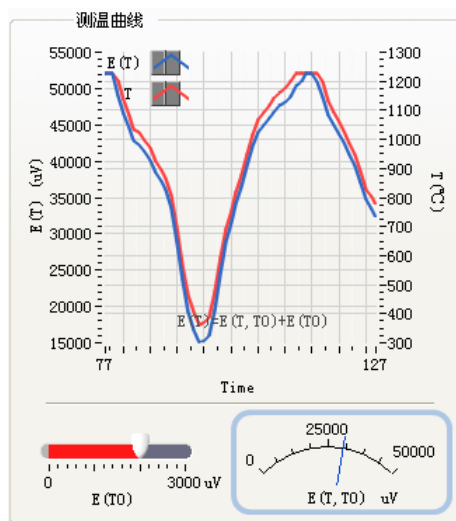
(V) 与温度 (T) 之间的对应关系。通过移动曲线可以了解各种热电偶所对应的测温范围。



Info :

1. 本实验提供了 K 型及 J 型热电偶作为被测对象，当您选用 K 型热电偶进行实验时，请将特性曲线上的热电偶类型选为 K 型，J 型热电偶亦同。
2. 通过移动游标来查看当前热电势 V 以及温度 T，可以修改 V 值或 T 值来对游标进行定位。

测温曲线：用于模拟热电偶测温原理。曲线图两个 Y 轴分别显示了热电势 $E(T)$ 以及对应的温度值 $T(^{\circ}\text{C})$ 。根据热电偶温度计算的原理 $E(T)=E(T_0)+E(T,T_0)$ ，移动冷端电势 $E(T_0)$ 滑块值或热电势 $E(T,T_0)$ 表针，都将对最终的温度曲线产生直接影响。



实验内容 包含热电偶实验的课程要求及实验可调参数的图例说明。

1 熟悉不同类型热电偶的特性曲线，掌握热电偶的测量方法。

2 了解放大电路的测试原理（热电势为 μV 级别，需要进行放大处理），学会计算放大电路的放大倍数。

3 计算通过冷端温度测量传感器LM35计算冷端温度，使用特性曲线估算冷端电势。

4 改变热电偶工作点温度，手动测量LM35输出电压以及放大电路的输出电压，计算热电偶的工作点温度。学会通过冷端温度以及热电势计算工作点温度。

5 使用实验面板，重复上述实验，查看数据波形，核对手动测量的数据。

本实验适用于Analog Slot。

信息栏 (i) 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。



: 横向拖动滑块改变参数



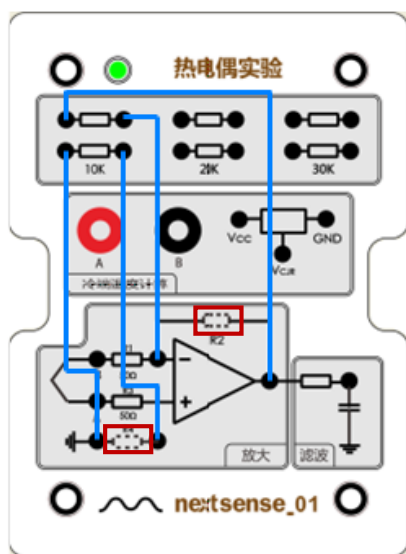
: 点击并移动指针改变参数



: 点击并选择新阻值



: 表示需要外接备选电阻。一般出现在实验模块上，用虚线表示，连接不同的阻值即得到不同的放大倍数。放大倍数=备选电阻值/50Ω，例： $\text{Gain}=10\text{K}\Omega/50\Omega=200$ 倍。连接示意图如下：



: 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

包含了实验仿真、冷端温度仿真以及热电偶温度手动测量实验。前两个仿真不需要使用热电偶模块。

实验仿真：此部分给出了检测热电偶温度的实验原理图。其中， $E(T, T_0)$ 为热电偶产生

的热电势， V_{out} 为 $E(T, T_0)$ 经过放大后的输出电压，根据 V_{out} 值即可推算出 $E(T, T_0)$ 值。

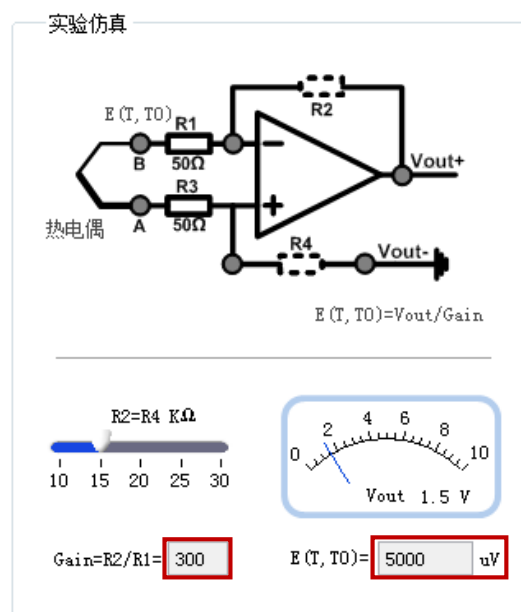
Info :

1. 移动滑块调整 $R_2(R_4)$ 值，得到相应的放大倍数 Gain。

例 $\text{Gain} = R_2/R_1 = 15\text{K}\Omega/50\Omega = 300$ 。

2. 移动 V_{out} 电压表指针，得到在当前放大倍数 Gain 下的 $E(T, T_0)$ 值。

例 $E(T, T_0) = V_{out}/\text{Gain} = 1.5\text{V}/300 = 5000\mu\text{V}$



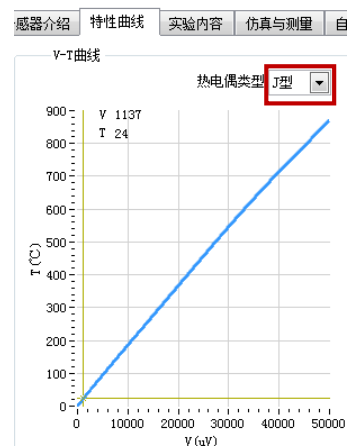
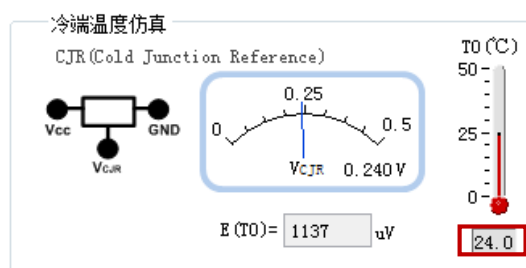
冷端温度仿真：软件模拟冷端温度补偿原理。在实际测量中，热电偶的冷端 T_0 不为 0°C ，因此在计算工作点温度时，需要将冷端温度考虑在内。热电偶实验模块采用 LM35 温度传感器测试冷端温度，其输出电压和温度的比值为 $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ ，通过采集 LM35 输出电压即可推算出当前冷端温度以及冷端电势。

Info :

1. 切换到**特性曲线**选项卡中 **V-T 曲线**，选定好热电偶类型。例，J 型。
1. 切换回**仿真与测量**选项卡中，移动下图 V_{CJR} 电压值，查看对应温度 T_0 以及冷端电势 $E(T_0)$ 的变化情况。

例，移动 $V_{CJR}=0.24V$ ，根据 LM35 温度传感器输出电压和温度的比值为 $10mV/^\circ C$ 的对应关系，得到 $T_0=24^\circ C$ ，再根据特性曲线选项中 V-T 曲线关系，自动得到 $E(T_0)=1137\mu V$ 。

Tip：当想改变热电偶类型时，需先在 V-T 曲线>热电偶类型下拉选项中选择好，然后再移动 V_{CJR} ，对应 $E(T_0)$ 值才会更新。

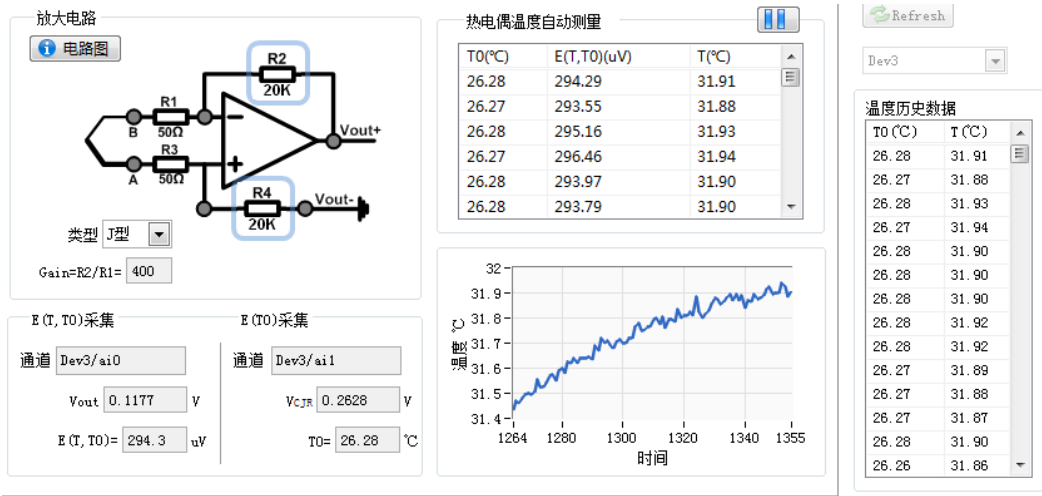


热电偶温度手动测量实验：使用万用表等测试工具手动测量 V_{out} 、 V_{CJR} ，使用特性曲线表的游标估算 $E(T, T_0)$ 以及 $E(T_0)$ ，并完成面板上给出的表格。

具体操作请参见<第六部分：开始实验>。

自动测量 使用 ELVIS 平台硬件资源自动测量出热电偶的电压值，并得到对应的温

度值。

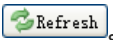


：备选电阻控件。点击左键，选择硬件实际连接的备选电阻的阻值。



：开始采集按钮。点击开始进行数据采集。

E(T,T0)采集通道和 E(T0)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



E(T,T0)、Vout、V_{CJR}、T(°C)值：Vout 和 V_{CJR} 数据由 ELVIS 平台硬件资源自动测量得到，根据特性曲线自动换算得到 E(T,T0)和 T0 的值。T(°C)值以数据表格和波形的形式显示。在表格控件上点击右键可清空当前数据；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。

温度历史数据：记录了热电偶测试的历史数据，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>。

例程演示 显示热电偶实验的 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。



第六部分：开始实验

完成热电偶温度采集手动测量实验和自动测量实验。实验步骤如下：

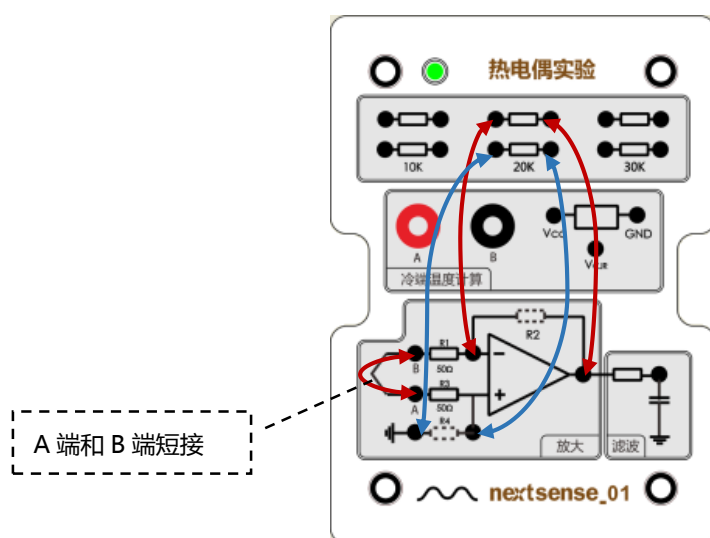
1. 安装模块。

为了方便后续调零，请将模块安装在 Analog Slot2 或者 Analog Slot4 上（安装方式参考第四部分：实验准备）。

2. 调零操作。

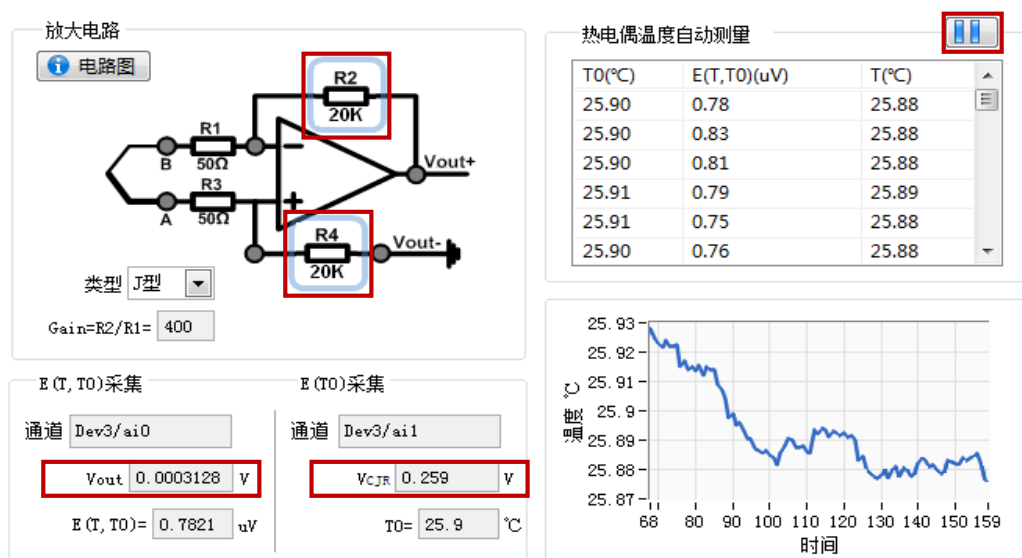
为了避免电阻阻值偏差对采集准确性的影响，在开始采集前需要对放大电路进行调零，调零电阻在模块的右侧面板背面。操作如下：

Step1：将 nextsense01 模块放大位置上的 A 端和 B 端用杜邦线短接。见下图。

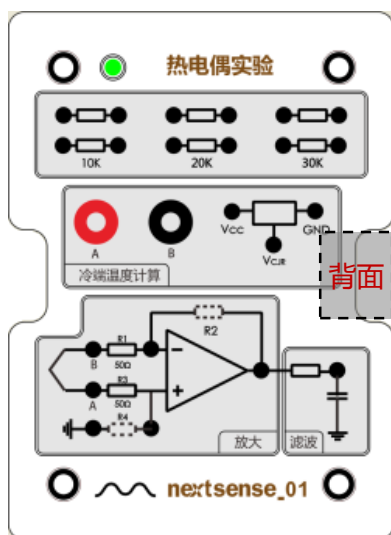


Step2 : 用杜邦线将 R2 和 R4 分别接入同样阻值的备选电阻，保证 $R2=R4$ 。例，R2 两端连接 20K 电阻，那么 R4 两端也需要连接 20K 电阻。见上图。

Step3 : 软件切换到**自动测量**选项卡界面。查看通道是否正常识别。点击软件中放大电路的 R2 位置或者 R4 位置，将阻值修改为 Step2 实际连接的备选电阻阻值。点击开始采集按钮

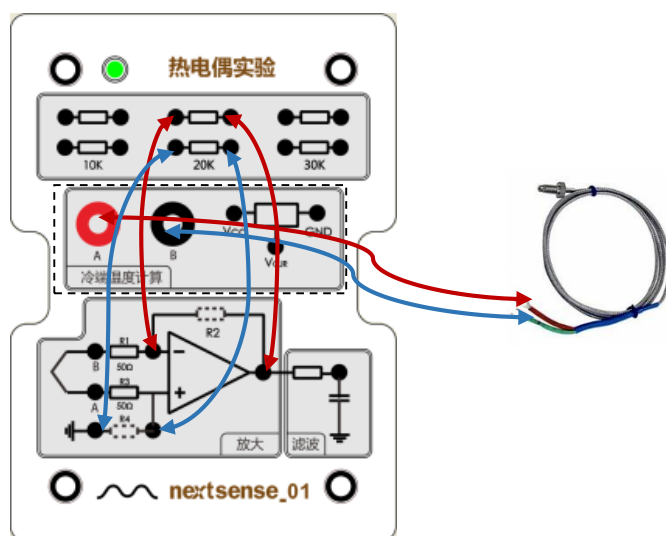


Step4：使用一字螺丝刀旋动右侧背面蓝色的调零电阻，使 V_{out} 输出为最小值，尽量接近 $0uV$ ，允许值在 $0.003V$ 以内，见上图。调零结束后，将 AB 端短接线去除。备选电阻连接保持不变。注意：每次更换备选电阻后要重新进行调零。调零结束后请不要更改备选电阻，以方便后续实验。



3. 安装热电偶。

选取任一热电偶（J 型或 K 型），将热电偶连接到实验模块中冷端温度计算区域，注意颜色对应，热电偶红色引脚连接到 A 螺柱，蓝色引脚连接到 B 螺柱，拧紧红黑螺帽。



4. 完成热电偶温度手动测量实验。

软件切换到**仿真与测量**选项卡。

测量冷端温度：将万用表红黑表笔分别放置在 V_{CJR} 端及 GND 端，测量 V_{CJR} 和 GND 之间的电压，通过 T_0 值及特性曲线图，查找 $E(T_0)$ 值，填写在表格 $E(T_0)$ 相应位置处。

测量 V_{out} 值：将万用表红黑表笔分别放置在 V_{out} 端及 GND 端，测量 V_{out} 和 GND 之间的电压，再根据 Step2 选择的备选电阻计算得到 Gain 值，计算出 $E(T, T_0)$ 值，填写在仿真与测量选项卡右下表格 $E(T, T_0)$ 相应位置处。


热电偶温度手动测量

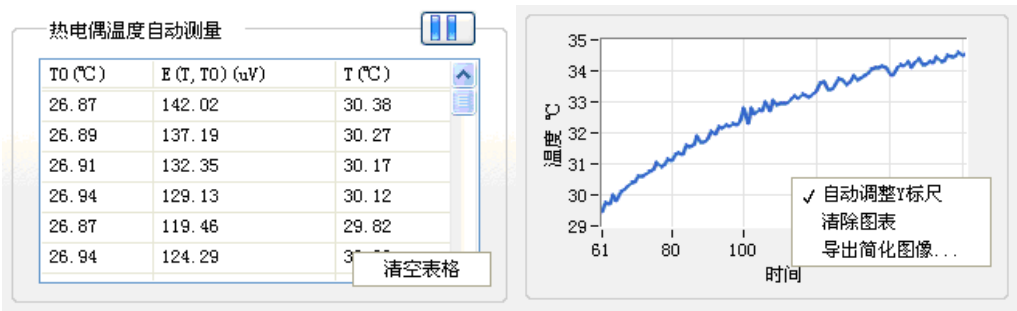
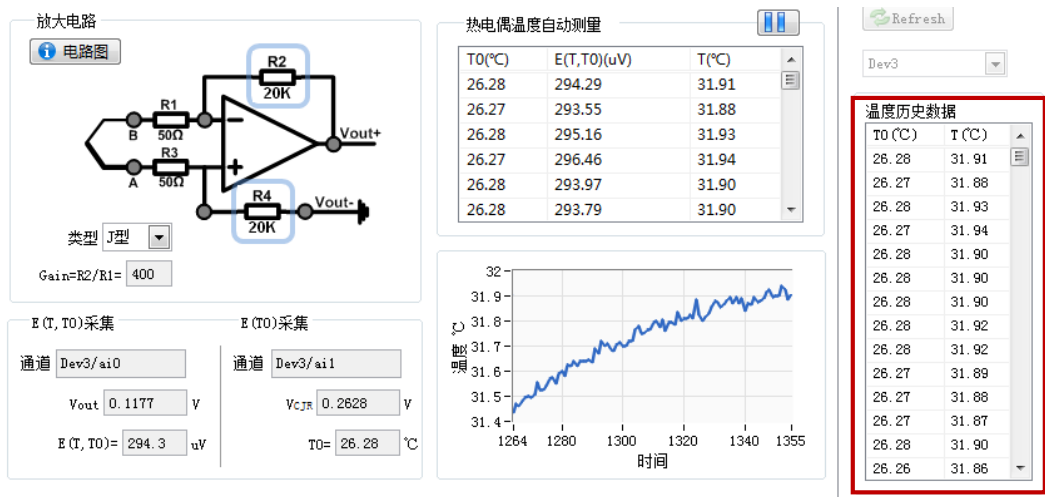
选择几组数据，计算对应的温度值，填写下表

$E(T, T_0)$	$E(T_0)$	$E(T) = E(T, T_0) + E(T_0)$	T

5. 完成自动测量实验。

软件切换到**自动测量**选项卡。

点击热电偶温度自动测量右上侧的开始采集按钮，待温度曲线稳定后，观察温度值，观察温度为当前温度，用手捏住热电偶，观察曲线，有温度变化过程，最终曲线稳定后，观察温度为体温温度，允许偏差 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，停止运行程序；




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 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	检查杜邦线和传感器，确保电路正确
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。