

常规测量指南-如何进行热敏电阻测量

概览

美国国家仪器公司的《常规测量指南》是获取常用传感器和信号测量信息的统一资源入门指导。以下每一个文档讲到相应信号/传感器的工作原理，并且提供如何测量的指导。这些文档的目的是帮助您快速开始测量工作。

热敏电阻概览

与 RTD 相似，热敏电阻也是温度敏感的半导体，其阻抗随温度而变化。热敏电阻由以玻璃或环氧珠封装的金属氧化物半导体材料制造而成。而且，热敏电阻的典型标称阻抗值要比 RTD 高得多，阻抗值从 2000Ω 到 $10,000\Omega$ ，故可用于较低电流的测量。



图 1. 热敏电阻的常用符号表示

每个传感器都有一个设定的标称阻抗，依据一定的线性化近似处理，该阻抗随温度按比例变化。热敏电阻具有负温度相关系数（NTC）或正温度相关系数（PTC），前者（也更为常见）的阻抗随温度升高而下降，而后的阻抗随温度的升高而上升。

您可以将 PTC 热敏电阻或正温度相关系数热敏电阻用作限流设备（替代保险丝），或者用作小型温控炉的加热组件。而 NTC 热敏电阻（本文的主题）主要用于温度测量，并广泛应用于数字温度调节装置或汽车中以监测引擎的温度。

典型情况下，热敏电阻具有较高的灵敏度（约 $200\Omega/^\circ\text{C}$ ），这使得它对于温度的变化非常灵敏。虽然热敏电阻具有极高的响应速率，但它的使用限于最高为 $300\text{ }^\circ\text{C}$ 的温度范围。该特性及其高标称阻抗，有助于在较低温度的应用中提供精确的测量结果。

如何进行热敏电阻测量

由于热敏电阻是阻抗性设备，您必须对其施加一个的激励源，然后读取流过终端的电压。该激励源必须保持恒定和具有相当的精度。

您可以将热敏电阻以差分方式接入模拟输入通道以进行温度测量。换言之，您必须跨热敏电阻连接模拟输入通道的+ve 和-ve 端子。

热敏电阻可采用 2-线、3-线或 4-线配置，其连接分别如图 2 所示。

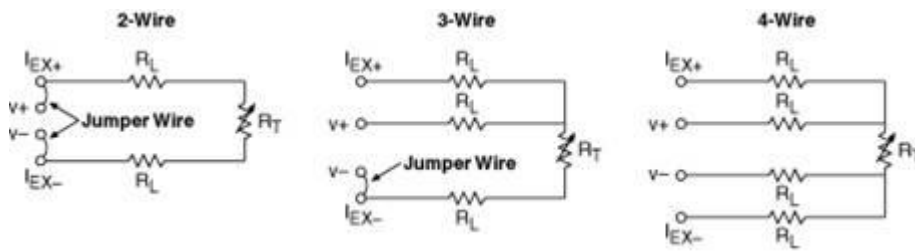
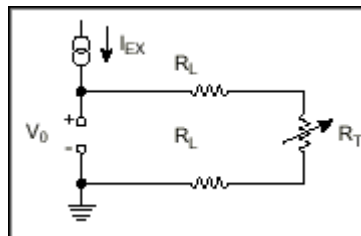


图 2. 2-线、3-线与 4-线连接框图

当存在多于两条的连线时，这些额外的连线仅用于与激励源的连接。在 3-线或 4-线连接方法中，连线被纳入到跨越测量设备的高阻抗通路中，从而有效地降低了由连线阻抗 (R_L) 带来的误差。

将热敏电阻连接至测量设备的最简便的方法便是采用 2-线连接（参见图 3）。在此方法中，给热敏电阻施加激励源的两根连线也可用于测量流过该传感器的电压。由于热敏电阻的标称阻抗非常高，故连线的阻抗不会影响其测量值的精度；因此，2-线测量精度对于热敏电阻业已足够，从而使得 2-线热敏电阻最为常用。



3. 2-线连接

将热敏电阻与仪器相连

许多仪器提供了类似的与热敏电阻连接的可选方案。例如，以 NI CompactDAQ 系统与 NI 9215 C 系列模块为例（参见图 4）。

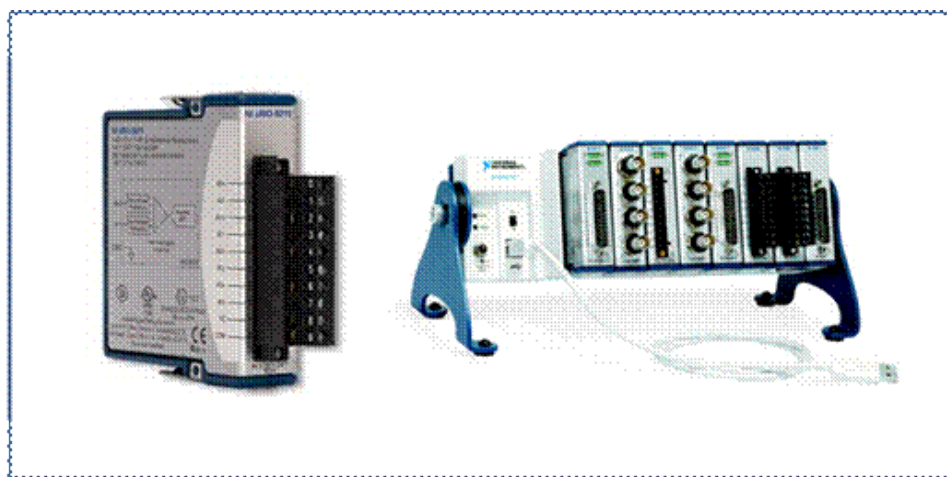


图 4. NI 9215 C 系列模拟输入模块与 NI CompactDAQ 底板

注意图 5 中连接框图的差分连接——两条连线分别与热敏电阻的任一端和信号通道的正极端子或负极端子（这里是针脚 0 和针脚 1）相连。当利用此类型的传感器进行数据采集时，您可以指定激励电流 (I_{EX}) 或激励电压 (V_{EX})，这取决于您所使用的激励源的类型。

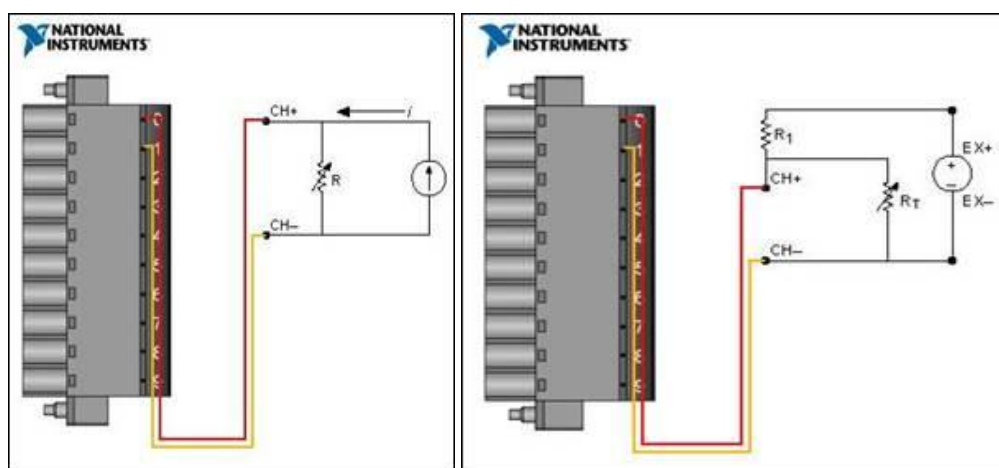


图 5. 带有不同外部激励的 NI 9215 的热敏电阻连接框图，其中 (a) 为电流激励源 I_{EX} (b) 为电压激励源 V_{EX}

该电阻两端的电压差值读数可以视为温度值。电阻两端的电压与温度并不是呈完美的线性关系。为了将热敏电阻的阻抗映射至温度，NI-DAQmx 驱动程序采用了 Steinhart-Hart 热敏电阻三阶近似公式：

$$\frac{1}{T} = A + BR^{-1} + CR^{-3}$$

其中， T 表示凯尔文温度， R 表示测量所得的阻抗值， A 、 B 和 C 是由热敏电阻制造商提供的常数系数。

您可以使用外部信号源，如 C 系列电压输出模块或电流输出模块，施加激励。由于热敏电阻的标称阻抗非常之高，您需要一个可以精确输出低电流的信号源。您可以使用 [NI 9265](#) C 系列模拟输出模块作为热敏电阻的电流激励源，将其布置在与采集热敏电阻读数的 C 系列模块相同的 [NI cDAQ-9172](#) 底板上。[NI 9265](#) 具有 16-位精度的 0~20 mA 的输出范围。该款独特的输出模块具有与面向温度读数的输入模块相同数目的通道。C 系列电流输出模块所使用的输出针脚如图 6 所示。

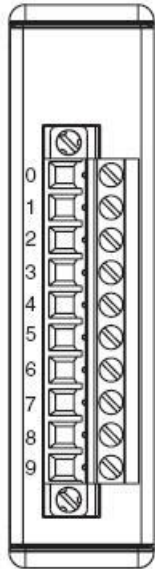
模块	端子	信号
	0	AO0
	1	COM0
	2	AO1
	3	COM1
	4	AO2
	5	COM2
	6	AO3
	7	COM3
	8	V_{sup}
	9	电源供应COM

图 6. NI 9265 模拟输出模块端子连接

注意事项

如果您无法排释额外的热量，由激励电流引发的热量会导致传感元的温度升高而超过外周温度，从而在外周温度的读数中引入误差。您可以通过降低激励电流使自热的影响最小化。

热敏电阻所产生的信号通常在毫伏量级，这使得它们很容易受到噪声的干扰。在热敏电阻数据采集系统中，通常采用低通滤波器以有效滤除热敏电阻测量中的高频噪声。例如，低通滤波器对于去除在大多数实验室和工厂环境中极为常见的 60 Hz 电力线噪声非常有用。

查看您的测量结果：NI LabVIEW

一旦恰当的完成系统配置，您可以利用 LabVIEW 图形化编程环境采集并查看数据。

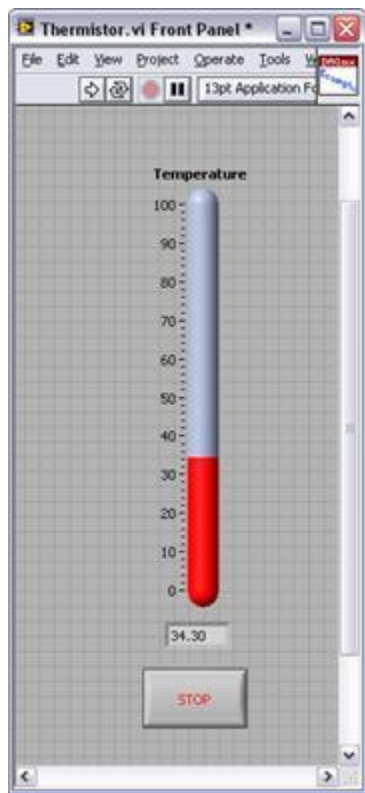


图 7. LabVIEW 前面板上的热敏电阻读数