

# 常规测量指南-如何进行 RTD 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。

## RTD 概览

铂电阻温度传感器（RTD）在 0 °C 时的典型阻抗为 100Ω。它由叠加于塑料膜之上的铂金属薄膜组成。其阻抗随温度变化而改变，通常，它所测量的温度可以高达 850 °C。流经 RTD 的电流在 RTD 的两端产生一个电压差。通过测量这一电压差，您可以确定其阻抗，进而确定其温度。阻抗与温度间的关系近似呈线性。



[观看 60 秒视频，学习如何进行 RTD 测量](#)

## RTD 基础知识

RTD 基于纯金属电子阻抗改变的工作原理，具有阻抗随温度呈线性递增变化的特性。RTD 所使用的典型元素包括镍（Ni）和铜（Cu），而铂（Pt）凭借其宽广的温度范围、精度和温度性，成为迄今最为常用的金属

RTD 的构造采用了两种不同的制造配置方式之一。绕线式 RTD 通过将细线绕入线圈构造。一种更为常见的配置便是采用薄膜结构，该结构由覆盖于塑料或陶瓷子层上的非常之薄的金属层构成。该薄膜组分成本更低且更为广泛可用，因为它可以利用更少的铂金属得到更高的标称阻抗。为了保护 RTD，RTD 单元和与其相连接的导线封装在一个金属外鞘内。

凭借其稳定性 RTD 得到了广泛的应用，RTD 展现了任何其他电子温度传感器都无法媲美的信号相对温度所具有的线性度。然而，由于复杂的制造工艺和贵金属铂的使用，它通常也比其替代品更为昂贵。RTD 还具有响应慢和敏感度低的特点，而且，由于需要电流激励，它容易产生自热现象。

RTD 通常依据其在 0 °C 时的标称阻抗进行分类。对于铂薄膜 RTD，典型的标称阻抗包括 100 Ω 和 1000 Ω。其阻抗与温度间的关系近似呈线性，并遵循如下等式：

当温度低于 0 °C 时， $RT = R_0 [ 1 + aT + bT^2 + cT^3 (T - 100) ]$ （等式 1）

当温度高于 0 °C 时， $RT = R_0 [ 1 + aT + bT^2 ]$

其中， $R_T$  为温度为 T 时的阻抗， $R_0$  为标称阻抗，a、b 和 c 分别是 RTD 所使用的比例常数。

100 W 铂 RTD（通常称为 Pt100）的阻抗-温度曲线如图 1 所示。

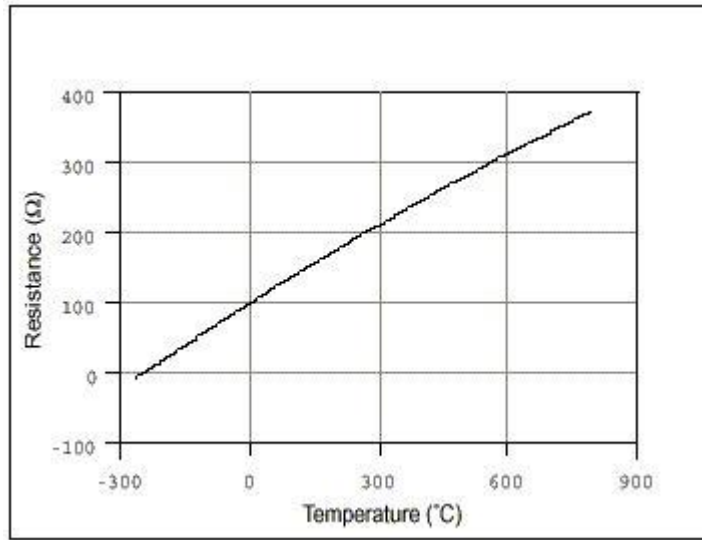


图 1. 100 Ω 铂 RTD 的阻抗-温度曲线，其中  $a = 0.00385$

该关系虽然表现出相对线性，但是曲线拟合通常是进行精确 RTD 测量的最精确方式。

## 如何进行 RTD 测量

### 利用 RTD 测量温度

所有的 RTD 通常采用红与黑或红与白的导线色彩组合。红色导线是激励导线，而黑色导线或白色导线是接地导线。如果您不确信哪一根导线与阻抗部分的哪一边相连，您可以使用数字万用表（DMM）测量导联之间的阻抗。如果阻抗接近 0 Ω，那么这些导联与同一个节点相连。如果阻抗与标称的测量阻抗相近（100 Ω 是一种常见的 RTD 标称测量阻抗），那么您所测量的导线分别位于阻抗部分的相对端。此外，查阅 RTD 的技术规范以确定该特定设备的激励水平。

绝大多数仪器为 RTD 测量提供相似的针脚配置。下例展示了如何利用 [NI CompactDAQ](#) 机箱与 [NI 9217](#) RTD 模块（参见图 2）进行此类测量。



图2. NI CompactDAQ 底板与 NI 9217 RTD 模块

RTD 是一个无源测量设备，因此，您必须为其提供激励电流，然后读出跨越其端子的电压。进而您可以利用简单的算法方便地将所读出的电压值转换为温度值。为了避免由流过 RTD 的电流导致的自热生，应尽可能地最小化该激励电流。实质上存在三种不同的利用 RTD 测量温度的方法。

## 2-线-RTD信号连接

将 RTD 的红色导联与激励源的正极相连。利用跳线将激励源的正极针脚与数据采集设备的正通道相连。将 RTD 的黑色（或白色）导联与激励源的负极相连。利用跳线将激励源的负极针脚与数据采集设备的负通道相连。

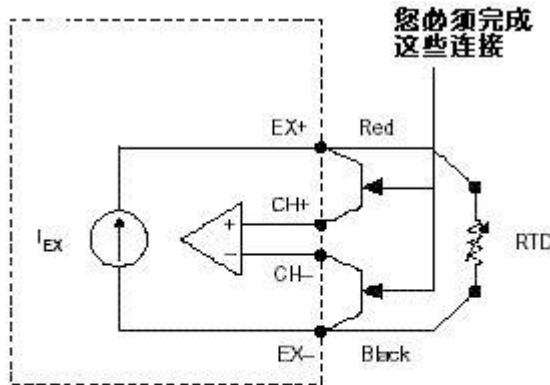


图 2-线RTD配置

● = 与端子模块的连接

图3. 2-线RTD 测量

在 2-线方法中，给 RTD 施加激励电流的两根导线与测量 RTD 电压所使用的两根导线相同。

利用 RTD 获取温度读数的最便捷的方式便是使用 2-线方法；然而，该方法的不足在于导线的导联阻抗较高，那么所测得的电压  $V_o$  将会显著高于 RTD 本身所承载的电压。NI 9217 不支持 2-线测量配置。

## 3-线-RTD信号连接

将 RTD 的红色导联与激励源的正极相连。利用跳线将激励源的正极针脚与数据采集设备的正通道相连。将 RTD 的黑色(或白色)导联之一分别与激励源的负极、负通道相连。图 4 描述了测量所需的外部连接以及 NI 9217 RTD 模块的针脚引线。

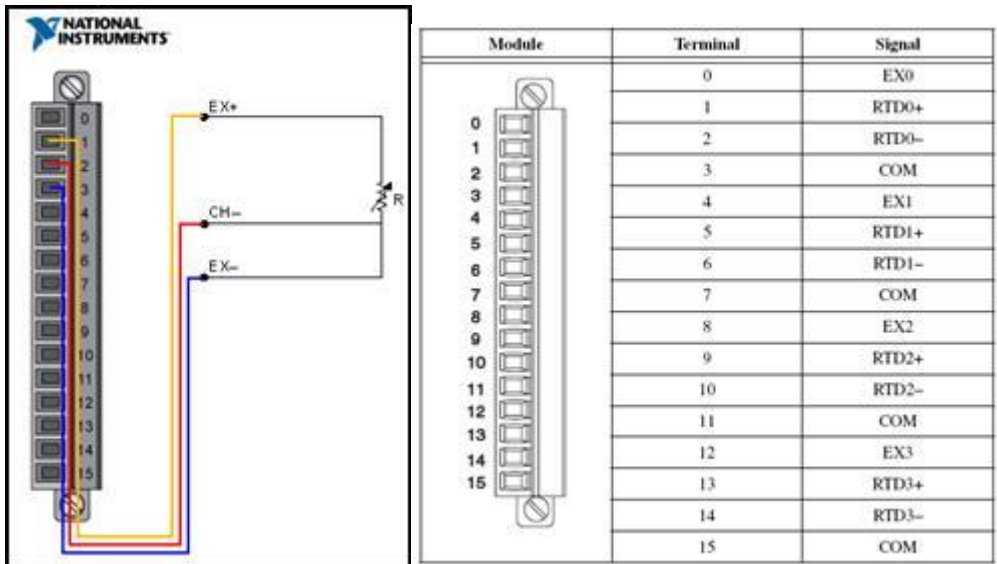


图 4. 3-线 RTD 测量

### 4-线-RTD信号连接

如欲连接该 RTD， 仅需将位于其阻抗部分的正极边的每个红色导联分别与激励源的正极和数据采集设备的正通道相连。将位于其阻抗部分的负极边的每个黑色（或白色）导联分别与激励源的负极和数据采集设备的负通道相连。来自 2-线 RTD 的两根额外的导联提高了所能达到的精度。图 5 描述了该测量所需的外部连接以及 NI 9217 RTD 模块的引脚引线。

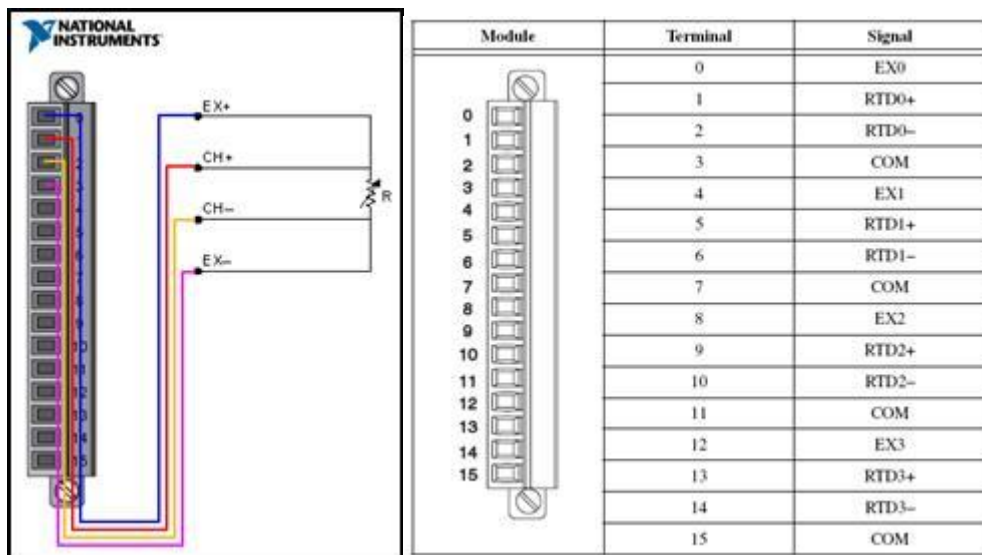


图 5. 4-线 RTD 测量

4-线方法的优点在于免受导线阻抗的影响，因为这些导线位于通往电压测量设备的高阻抗通路上。因此，您可以获得精确得多的 RTD 负载电压的测量值。

### RTD噪声的考虑

RTD 的输出信号的典型值为毫伏量级，因而极易受到噪声的干扰。在 RTD 数据采集系统中常常使用低通滤波器，以有效滤除 RTD 测量结果中的高频噪声。例如，低通滤波器对于滤除在大多数实验室和工厂环境中普遍存在的 60 Hz 电源线噪声非常有用。

您也可以通过在信号源附近放大处理电压水平偏低的 RTD 电压，显著改善您系统的噪声性能。由于 RTD 输出的电压水平是非常之低，所以您应当选择合适的增益，以优化模数转换器（ADC）的输入限制。

## 查看您的测量结果：NI LabVIEW

一旦完成传感器与测量仪器的连接，您就可以利用 LabVIEW 图形化编程软件，根据需要可视化处理数据并对其进行分析处理。

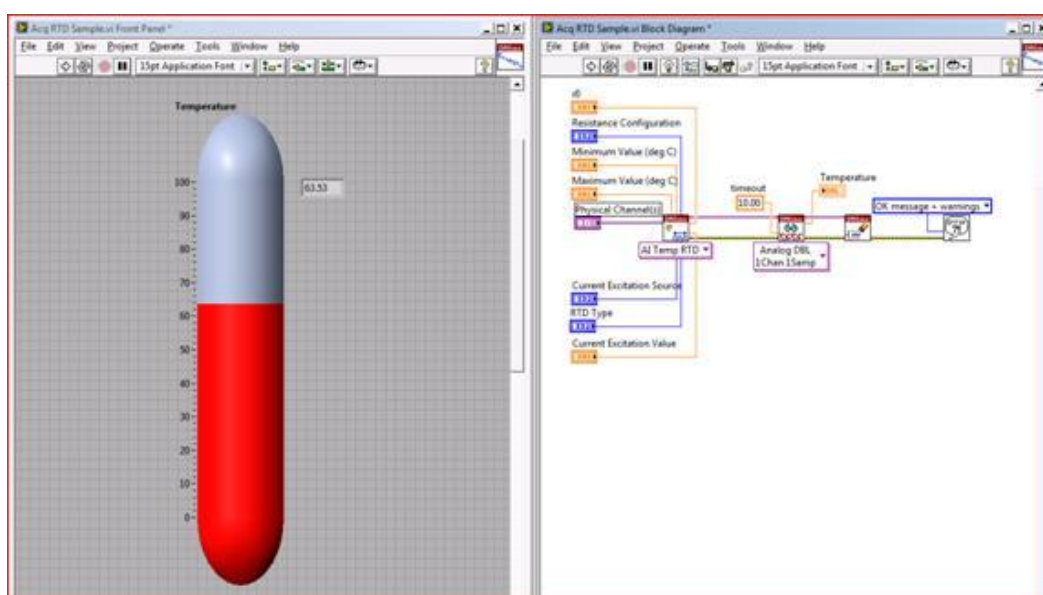


图 6. LabVIEW RTD 测量