

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。

压元件及压力传感器 - 工作原理综述

测压元件是一种将机械力转化为电信号的传感器。不同类型的测压元件工作原理也不尽相同，但现在最常用的是应变式测压元件。顾名思义，应变式测压元件通过应变片阵列感知结构体的变形，并将应变转化为电信号。



压力传感器的工作原理也是如此。应变计安装在承压梁上，测量承压梁的变形，应变和承受压力成正比。以下各部分描述了应变式测压元件的工作原理及如何进行测量，当然原理也适用于应变式压力传感器。

在理解测压元件的是工作原理之前，首先得了解原理背后的基本理论。如前所述，应变计通过测量变形（应变）来得到所施加的压力（载荷）。应变由长度的微分变量定义，更确切些说，应变是长度的变化 dL 除以原长 L ，这个量的变化与附加的载荷成正比。图 1 解释了这个概念。通过测量应变及了解受力结构体的物理特性，我们可以精确计算出压力。

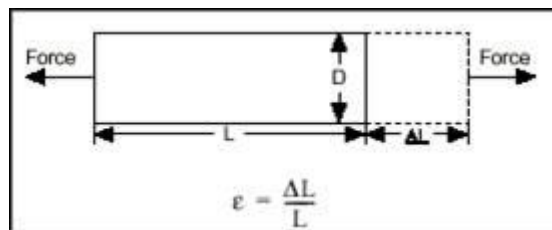


图1.应变

应力测量有多种方法，最常用的方法是采用应变计，它的电阻变化随施加的应力成正比。最常用的应变计是胶合金属应变计，如图 2 所示。

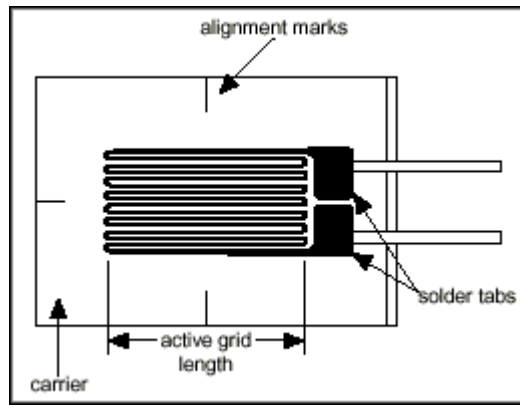


图2.胶合金属应变计

由应力变化，导致电阻变化，当然其变化非常微小，我们需要通过电路放大这一的变化。测压元件中最常用的电路结构称为惠斯通电桥。常规的惠斯通电桥如图3所示，有4个桥臂组成，通过激励电压 V_{EX} 进行工作。

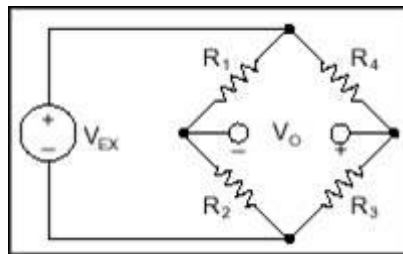


图3.惠斯通电桥

电桥输出电压 V_O 的表达式如下式：

$$V_O = \left[\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] \cdot V_{EX}$$

测压元件通常在惠斯通电桥中采用四个应变计，使电路的每个桥臂都起作用。这一结构被称为全桥。使用全桥结构极大地提高了电路对应力变化的灵敏度，使测量更精确。尽管有更多关于惠斯通电桥的深入理论，但您不需要去知道，因为测压元件通常是一个“黑箱”，带有两线激励信号（ $0V$ and V_{EX} ）及两线的输出信号（ $AI+$ and $AI-$ ）。测压元件的制造商为每个器件作了标定曲线，标明了输出电压与特定载荷之间的关系。

如何实现测压元件/压力传感器测量

以下部分描述了进行有效的测压元件/压力传感器测量所需的数据采集及信号调理设备。基本的测量需要包括：激励、信号放大、平衡电桥。

电桥激励

测压元件的信号调理电路通常提供了恒定的电压源来给电桥供电。虽然在工业范围内没有规定标准的电压大小，但激励电压一般在 3 到 10 伏之间。更高的激励电压能够成比例产生更高的输出电压，但同时由于自身发热，会导致更高的误差。很重要的一点是，激励电压必须非常精确稳定。

信号放大

测压元件及电桥的输出相对来说是个小量。实际应用中，大多数测压元件及基于负载的传感器输出都小于 10 mV/V（每伏激励电压的输出电压为 10 mV）。10 伏的激励电压，输出信号为 100 mV。因此测压元件的信号调理电路通常包括放大部分来增强信号，以增加测量的分辨率、改善信噪比。

电桥平衡，零位调整

安装完的电桥很难保证在零应力状态下输出精确为零，桥臂电阻阻值及导线电阻等的微小差异都将导致电桥输出非零的初始偏移电压。以下方法能够解决系统初始偏移电压的问题。

1. 软件补偿 – 第一种补偿偏移电压的方法是在软件中补偿。在使用前进行一次初始测试，我们称之为自稳零。这个方法简单、快速，无需手动调整。但缺点是，电桥的偏移输出并没有消除。在偏移较大的情况下，限制了输出电压放大器的增益，进而限制了测量的动态范围。
2. 零位调整电路 – 第二种平衡方法是采用可变电阻或电位计，将电桥输出电压调零。通过调节电位计来控制电桥输出，可将初始输出调为零。
3. 缓冲零位调整 – 第三种方法和软件补偿法类似，并不直接作用于电桥。缓冲调零法在调零电路的放大输出端增加一个可调的 DC 电压。

测压元件或压力传感器与测量仪器的连接

这一部分中我们将研究一个测量实例，采用了 NI cDAQ-9172 机箱及 NI 9237 C 系列应变规模块（见图 4）。使用不同测量设备时操作步骤是类似的。

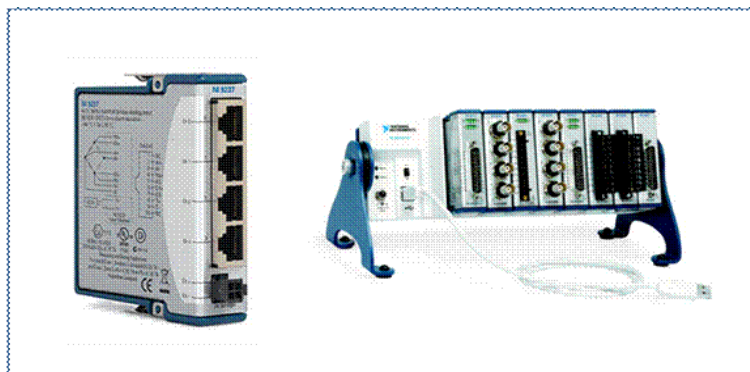



图 4. NI CompactDAQ 系统

需要的设备包括：

- 适用于 NI CompactDAQ 的 cDAQ-9172 8 槽高速 USB 机箱
- NI 9237 4 通道， ± 25 mV/V，24-bit 同步电桥模块
- 全桥测压元件

NI 9237 带有 4 个 RJ-50 插座，可以和 4 个半桥或全桥连接。图 5 列出了每个接口对应终端的信号名，以及 10p10c 的 RJ-50 模块化插头和 NI 9237 插座。NI 9237 还包括一个 4 针连接器，可用于连接外部激励电压源。图 6 标明了 NI 9237 模块底部的连接器位置，同时还说明了全桥结构的连接方式。

RJ-50 (10p10c) Modular Plug and Receptacle Pin Numbers	RJ-50 Pin	RJ-45 Pin	Signal Name	Signal Description
	1	—	SC	Shunt calibration
	2	1	AI +	Positive input signal
	3	2	AI -	Negative input signal
	4	3	RS +	Positive remote sense signal
	5	4	RS -	Negative remote sense signal
	6	5	EX +	Positive excitation signal*
	7	6	EX -	Negative excitation signal*
	8	7	T +	TEDS DATA
	9	8	T -	TEDS Return*
	10	—	SC	Shunt calibration

* These signals are shared by all four RJ-50 connectors on the NI 9237.

图 5. NI 9237 终端名

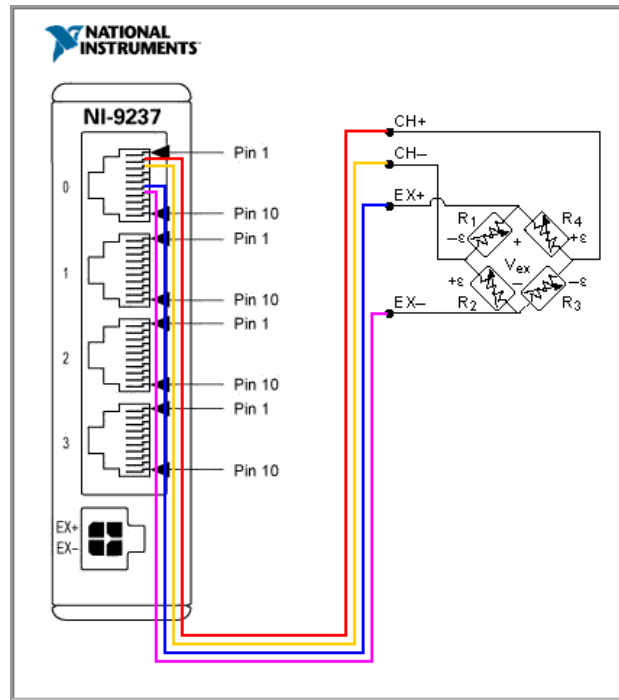


图 6.全桥结构的联结方式

测量的可视化：NI LabVIEW

将传感器与测量设备连接后，您可以通过 LabVIEW 图形化编程软件将数据传输输入计算机，实现数据可视化及分析。

图 7 的示例中，在 LabVIEW 编程环境下，可将应力测量数据在指示图表中显示。

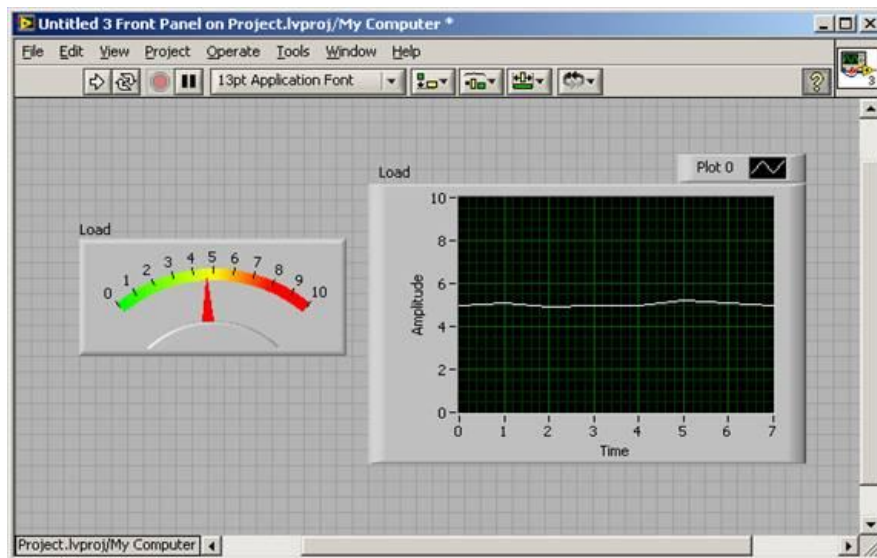


图 7. LabVIEW 前面板显示负载数据

