

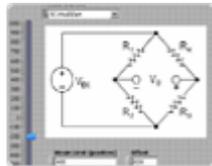
常规测量指南-如何实现应变规测量

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。

应变及应变规概述

应变是施加于物体的作用力对物体造成形变的大小。更确切地讲，应变可定义为长度的微小变化，如图 1。



[观看 60 秒的视频，学习应变规测量](#)

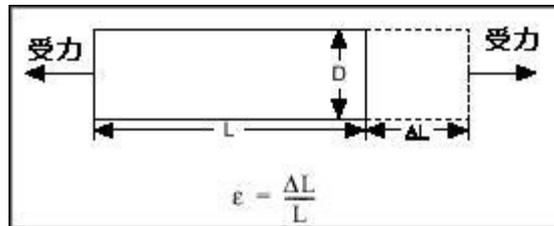


图1.应变的定义

虽然应变测量有多种方法，最常用的方法是采用应变规，它的电阻随产生的应变成正比变化。最常用的应变规是胶合金属应变规。

金属应变规由极细的引线组成，更常见的则是由栅格状的金属薄片组成。栅格的形式使得金属引线或薄片在平行的方向上最大程度地跟随应变发生变化（图 2）。栅格粘在称之为载体的薄衬底上，并直接与被测试件连接。因此，被测试件产生的应变直接反映在应变规上，使得应变规电阻值产生线性变化。市面上有售的应变规阻值在 30 欧到 3000 欧，最常见的阻值分别是：120、350、1000 Ω。

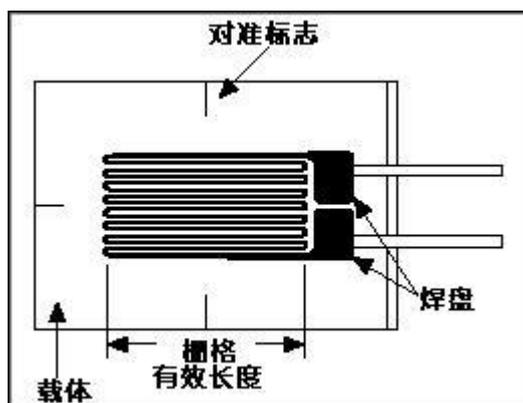


图2. 胶合金属应变规

典型传感器引脚

实际应用中，应变测量很少会出现大于几毫的应变 ($\epsilon \times 10^{-3}$)，因此，进行应变测量必须能够精确测量极微小的电阻值变化。为了测量如此微小的电阻变化，应变规几乎都采用带电压激励的电桥形式。普通的惠斯通电桥，如图 3.，由 4 条电阻桥臂及作用于整个电桥的激励电压 V_{EX} 组成，

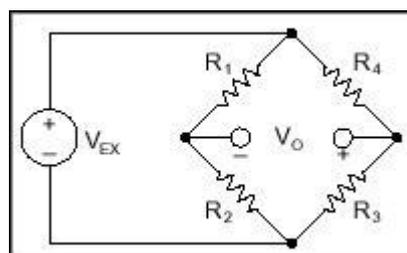


图3. 惠斯通电桥配置

电桥输出电压 V_O 表达式如下：

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

从此方程看出，当 $R_1/R_2 = R_4/R_3$ 时，电压输出 V_O 为零。在这种条件下，称电桥处于平衡状态。此时任意桥臂上电阻值的变化都将使电桥电压输出不为零。

因此，如果把图 3 中的 R_4 替换为应变规，应变规电阻值的变化将使电桥处于非平衡状态，从而电压输出非零。如果应变规的理想电阻值为 R_G ，那么应变产生的电阻变化 DR 可以表示为 $DR = R_G \cdot GF \cdot \epsilon$ 。设 $R_1 = R_2$ 、 $R_3 = R_G$ ，以上的电桥方程可重写为 V_O/V_{EX} 对应变的函数（见图 4）。注意 $1/(1+GF \cdot \epsilon/2)$ 项，表示 1/4 桥与应变相关的输出非线性变化。

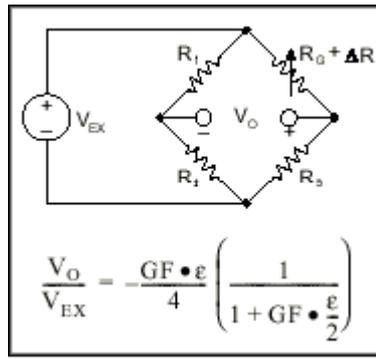


图4. 1/4 桥电路

理想状态下，我们希望应变规的电阻仅在存在应变时才产生变化。然而，应变规材料及被测试件材料还同时对温度的变化敏感。应变规制造商试图通过处理应变规材料来补偿被测试件产生的热膨胀，以此将应变规对温度的敏感降至最低。但补偿仅能够降低应变规对温度的敏感度，却不能完全消除温度影响。

通过在电桥中采用 2 个应变规，能够进一步降低温度的影响。举例来说，图 5 显示的应变规配置中，1 个应变规($R_G + DR$)处于工作状态，及另一个应变规与其横向放置。因此，应变在第二个应变规上几乎不产生影响，称其为补偿规。然而，温度的变化对两组应变规的影响相同。由于对两组应变规来说温度变化相同，因此电阻值比例与电压 V_O 并不发生变化，从而温度的影响被降低了。

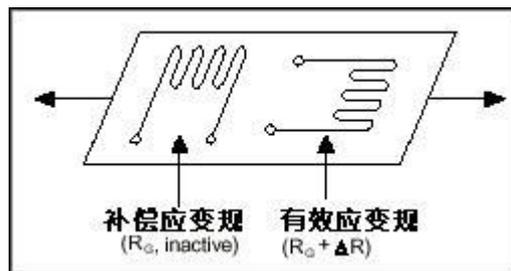


图5. 采用补偿规消除温度影响

当半桥中有两个工作应变规时，能够将电桥对应变的灵敏度提高一倍。举例来说，图 6 显示的弯曲梁应用中，一组应变规感应张力($R_G + DR$)，另一组应变规感应压力($R_G - DR$)。这一半桥配置的电路图同样显示于图 6 中，它的输出电压为线性的，且输出电压约为 1/4 电桥的 2 倍。

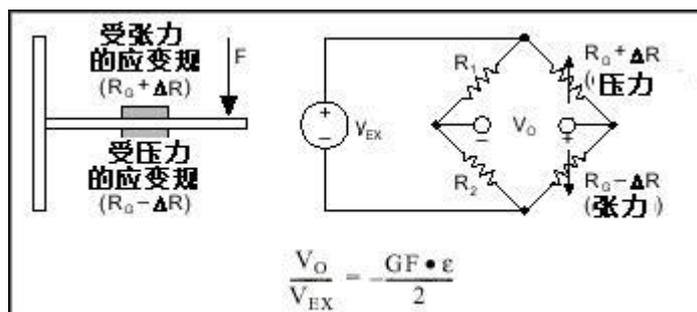


图6. 半桥电路

最后，还可以通过将电桥 4 个桥臂都安装工作应变规来实现全桥配置，从而提高电路的灵敏度。全桥电路如图 7 所示。

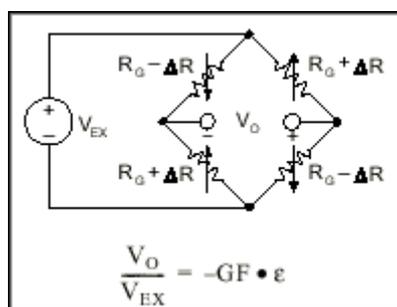


图7. 全桥电路

因而，1/4 桥电路中，仅有 1 条桥臂安装工作应变规；半桥电路中有 2 条桥臂为工作应变规；全桥电路中所有 4 条桥臂均为工作应变规。

应变规没有极性，但根据以上三种不同电桥电路配置，测量硬件的接线方式也不同，以下部分将详细介绍。

如何进行应变规测量

大多数应变规测量方案提供 1/4 桥、半桥、全桥配置选择。

考虑 NI CompactDAQ 系统与 NI 92374 通道同步桥 C 系列模块的方案。图 8 中显示了将 1/4 桥上的应变规接入该模块的接线图。

将 1/4 桥应变规一端与模块上 CH+ 端连接，另一端与模块 QTR 端连接。注意模块上 EX- 端口不连线，因为 1/4 桥配置中，R3 为测量硬件内部（见图 8）。

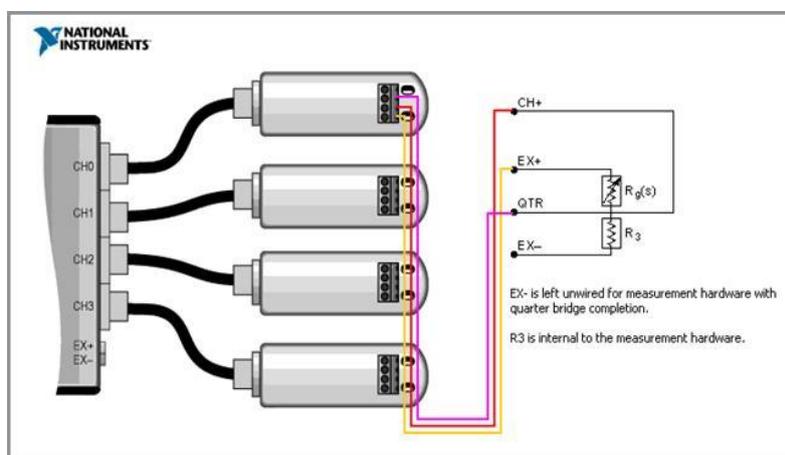


图8. 1/4 桥配置接线图

半桥配置的测量中，将工作元件与模块的 EX+ 及 EX- 端连接。最后，将两个工作元件的公共点与测量模块的 QTR 连接（见图 9）。

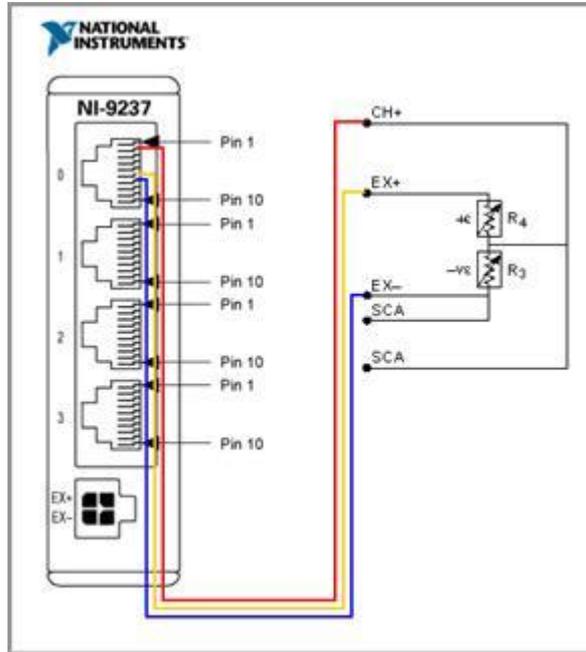


图9. 半桥配置接线图

全桥配置的测量中，将 R1 和 R4 的公共端与 EX+ 连接，将 R2 和 R3 的公共端与 EX- 连接。同时，将 R3 和 R4 的公共端与 CH+ 连接，将 R1 和 R2 的公共端与 CH- 连接。

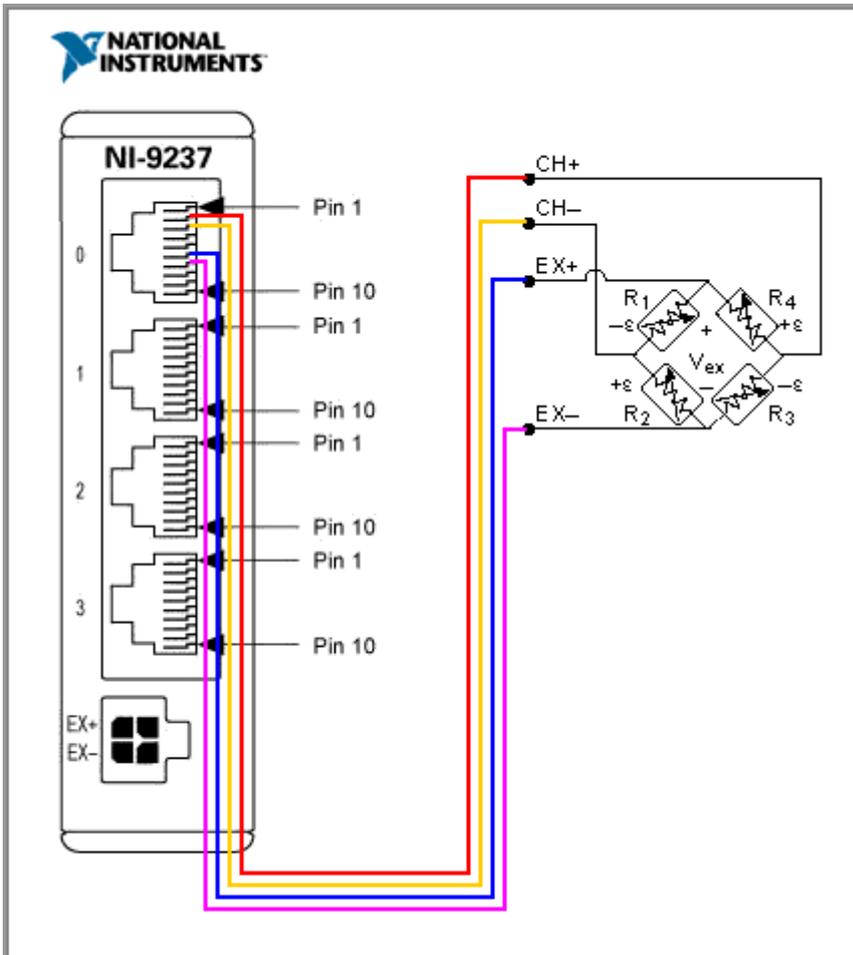
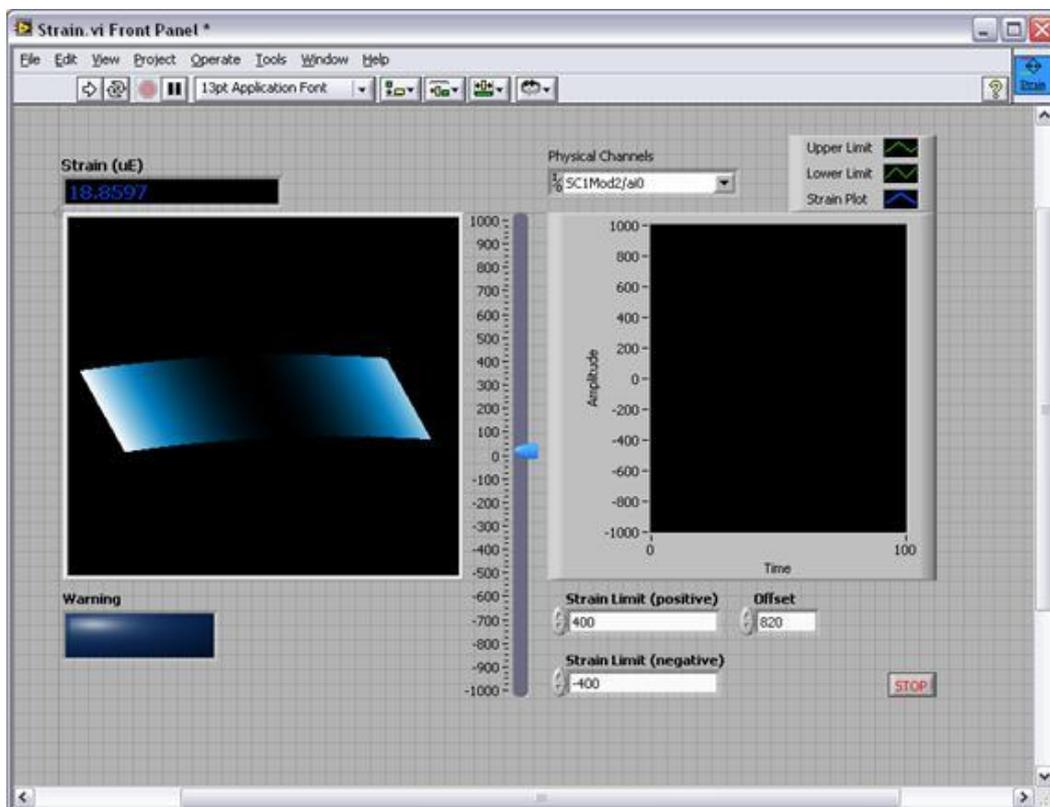


图 10. 全桥配置接线图

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。

图 11 的示例中展示了在 LabVIEW 编程环境下, 将应变测量数据显示在指示图表中。



[\[+\] 放大图片](#)

图 11. LabVIEW 显示应变测量数据