

电阻应变计及测量电桥简介

Resistance Strain Gauge

电阻应变计(GB/T13992-92)

电阻应变计被广泛应用于高精度应变式传感器的制造和多种学科的精密应力分析。电阻应变计习惯称为应变片，是最常用的测力学量传感元件。可构成测量位移、加速度、力、力矩、压力等参数的电阻应变式传感器。

它的主要优点是：传感器结构简单、使用方便、性能稳定可靠、灵敏度高、测量速度快、适合静态和动态测量等，易于实现测量过程自动化和多点同步测量。在机械、电力、航空、化工、建筑等领域中有着广泛的应用。

用应变片测试时，应变片要牢固地粘贴在测试体表面，当试件受力而发生变形时，应变片的敏感栅随同变形，其电阻值也相应发生变化；这种现象称为**金属的电阻应变效应**。通过测量电路将其转换成电信号输出。

$\frac{\Delta R}{R} = (1 + 2\mu + \frac{\Delta\rho/\rho}{\Delta l/l}) \frac{\Delta l}{l} = K_s \varepsilon$ 。在常温下，金属丝电阻的相对变化与金属丝的伸长或缩短之间存在比例关系。

比例系数 K_s 称为金属丝的应变灵敏系数（单位应变引起的电阻相对变化）。

测量电桥的基本特性

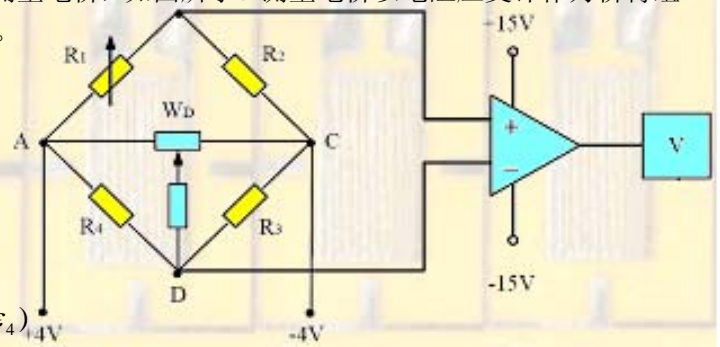
惠斯登电桥是最常用的非电量测量电路之一，习惯称为测量电桥，如图所示。测量电桥以电阻应变计作为桥臂组成电桥电路，是将应变计的电阻变化转化为电压或电流信号。

设电桥的四个桥臂上接上应变计，电阻分别为

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_0 = 120\Omega,$$

如果桥臂电阻改变 ΔR_1 、 ΔR_2 、 ΔR_3 、 ΔR_4 ，则输出电压为

$$u_i = \frac{u_0}{4} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4} \right) = \frac{u_0}{4} K_s (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$



式中： u_0 为电桥的桥压； u_i 为电桥的输出电压； K_s 为应变计的灵敏系数，即， $\Delta R_i / R_0 = K_s \varepsilon_i$ ； ε_i 分别为应变计 R_i 所感受的应变值。由上式可见，测量电桥有如下特性：

● 两相邻桥臂上应变计的应变相减。

即应变同号时，输出应变为两邻桥臂应变之差；异号时为两相邻桥臂应变之和。

● 两相对桥臂上应变计的应变相加。

即应变同号时，输出应变为两相对桥臂应变之和；异号时为两相对桥臂应变之差。

电阻应变仪的输出应变实际上就是测量电桥的读数应变，所以合理地、巧妙地利用测量电桥的特性，可以增大读数应变，并且可测出复杂受力杆件中的内力(应力)分量。

温度的影响与补偿

在测量时，当温度发生变化时，电阻应变计将产生热输出 ε_t ，如果温度升高 1°C ， ε_t 即可达数十微应变。因此，在应变计电测中，必须消除热输出应变 ε_t ，**这十分重要**。为达到完全补偿，需满足下列三个条件：

- R_1 和 R_2 须属于同一批号的，即它们的初始电阻值 R 、电阻温度系数 α 、线膨胀系数 β 、应变灵敏系数 K_s 都相同；
- 用于粘贴补偿片的构件和粘贴工作片的试件二者材料必须相同，即要求两者线膨胀系数相等；
- 两应变片处于同一温度环境中。

根据测量电桥特性，如果将两个电阻应变计接入电桥的相邻桥臂，或将四个应变计分别接入电桥的四个桥臂，只要每一个电阻应变计的温度输出(ε_t)相等，即要求电阻应变计相同，被测构件材料相同，所处温度场相同，则测量电桥输出中就消除了 ε_t 的影响，达到完全补偿。