



第2章 电阻式传感器

主讲人：王慧青

东南大学仪器科学与工程学院



第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

在众多的传感器中，有一大类是通过电阻参数的变化来实现测量目的的，它们统称为电阻式传感器。

各种电阻材料受被测量（如位移、应变、压力、光和热等）作用转换成电阻参数变化的机理是各不相同的，因而电阻式传感器中相应有电位计式、应变计式、压阻式、磁电阻式、光电阻式和热电阻式等等。

本章主要讨论电阻应变式和压阻式传感器。

第2章 电阻式传感器

www.seu.edu.cn

电阻式传感器：通过电阻参数的变化实现测量

电阻式传感器的分类

测量对象	传感器型式
应变	应变计式
压力	压阻式
位移	电位计式
磁场强度	磁电阻式
光	光电阻式
热	热电阻式

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

2.1

电阻应变计的基本原理与结构

2.2

电阻应变计的主要特性

2.3

电阻应变计的温度效应及其补偿

2.4

电阻应变计的应用

2.5

测量电路

2.6

电阻应变计式传感器

2.7

压阻式传感器

什么是应变？

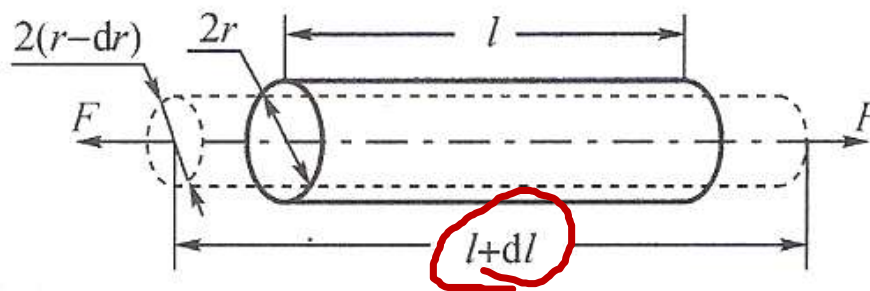


图 2-1 导体受拉伸后的参数变化

物体受力后，其几何形状和尺寸的改变称为变形。

应变表示长度的相对变化量，是形变量与原来长度尺寸的比值，用数学符号 ε 来表示，

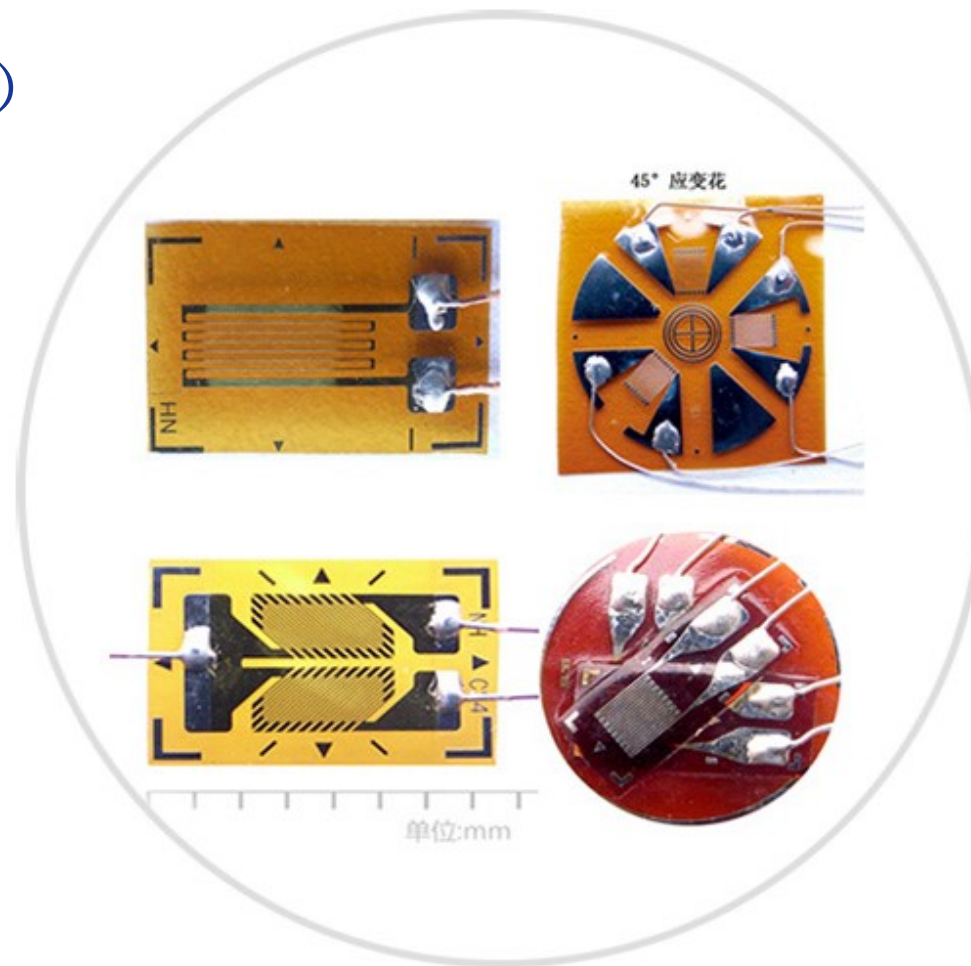
$$\varepsilon = \frac{dl}{l}$$

应变效应

导体或半导体材料在外界力的作用下产生机械变形时，其电阻值相应的发生变化。

当一个导体在其弹性极限内受外力拉伸时，不会被拉断或产生永久变形，而是会变窄变长，这种变形导致了电阻变大。

应变计 (应变片)



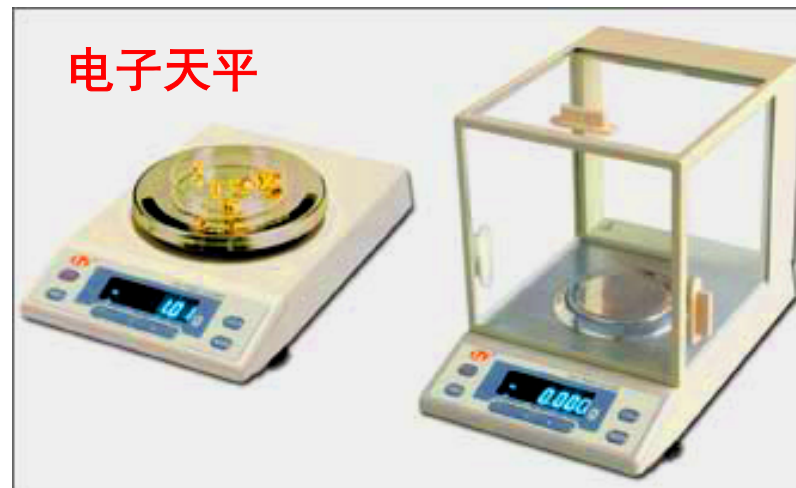
电阻应变计式传感器



应变片用于各种电子衡器



电子天平



材料应变的测量



斜拉桥上的斜拉
绳应变测试



汽车衡称重系统

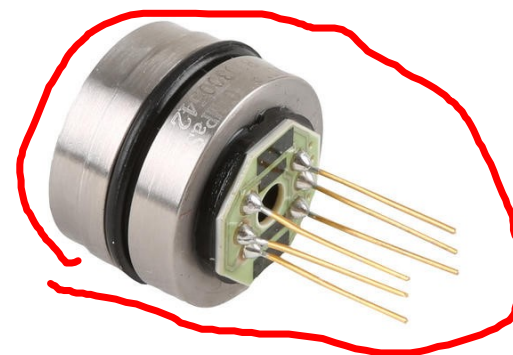
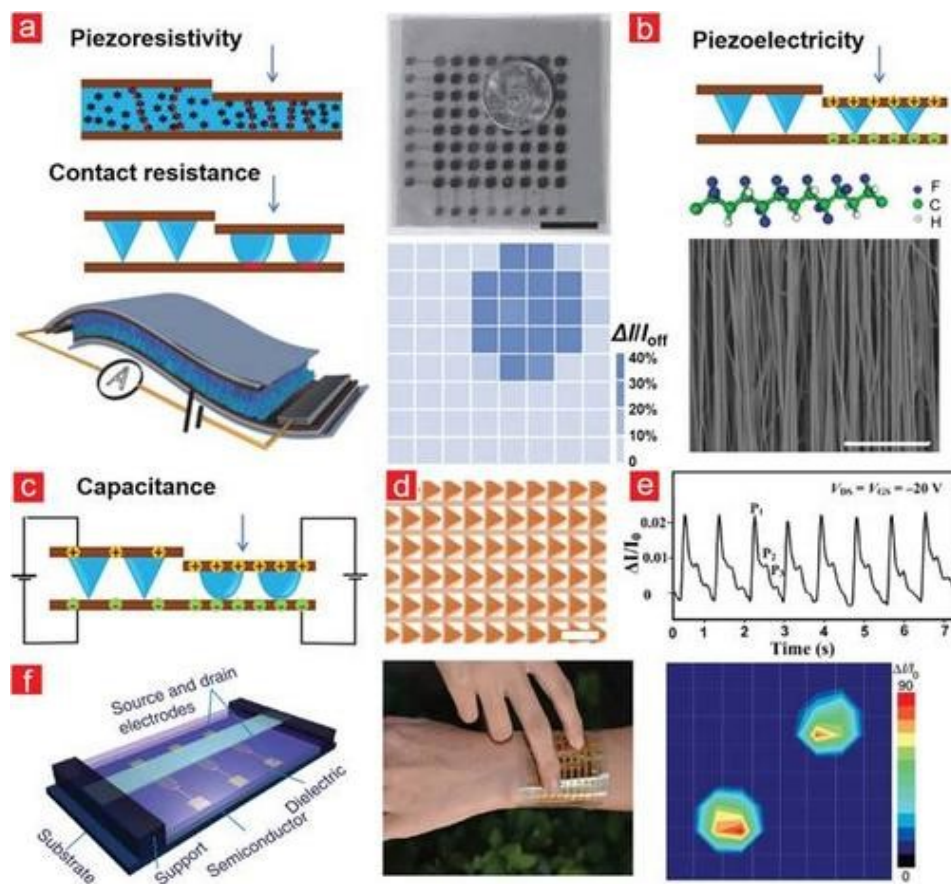


汽车衡



什么是压阻效应？

是指当半导体受到应力作用时，由于应力引起能带的变化，能谷的能量移动，使其电阻率发生变化的现象。



2.1 电阻应变计的基本原理与结构

一、导电材料的应变电阻效应

如图2-1所示，一根长 l ，截面积为 A ，电阻率为 ρ 的金属电阻丝，在其未受力时，原始电阻值为：

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

(2-1)

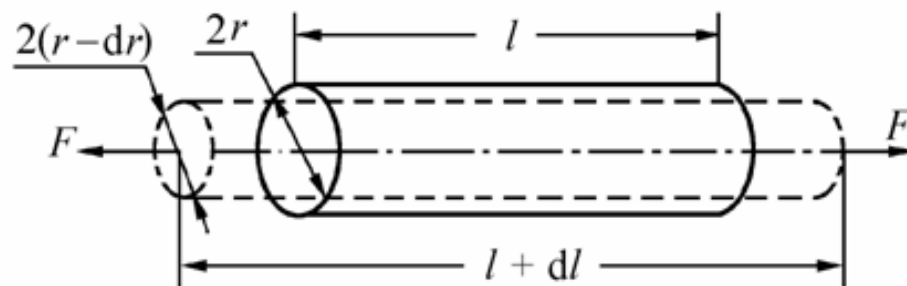
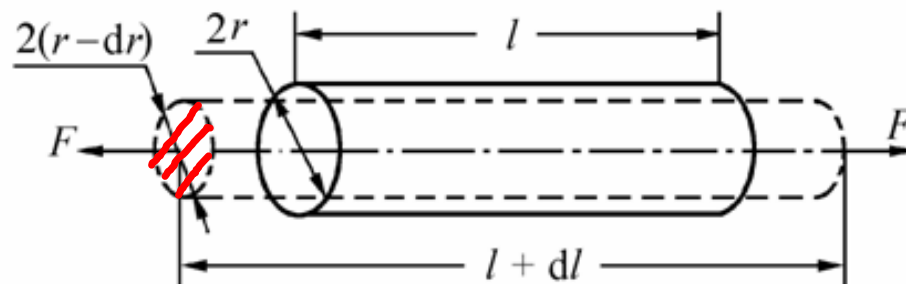


图2.1 导体受拉伸后的参数变化

第2章 电阻式传感器

www.seu.edu.cn



$$\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} = \mu$$

当电阻丝受到拉力 F 作用时，将伸长 dl ，横截面积相应减小 dA ，电阻率因材料晶格发生变形等因素影响而改变了 $d\rho$ ，从而引起电阻值相对变化量为：

$$\frac{dR}{R} = \frac{dl}{l} - \frac{dA}{A} + \frac{d\rho}{\rho} \quad (2-2)$$

式中 $dl/l = \varepsilon$ —— 材料的轴向线应变，常用单位 $\mu\varepsilon$ ($1\mu\varepsilon = 1 \times 10^{-6} \text{ m/m}$)；

dA/A —— 圆形电阻丝的截面积相对变化量

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

dA/A —— 圆形电阻丝的截面积相对变化量，设 r 为电阻丝的半径，微分后可得 $dA = 2\pi r dr$ ，则：

$$\frac{dA}{A} = 2 \frac{dr}{r} = -2 \mu \varepsilon$$

其中 r —— 导体的半径，受拉时 r 缩小；

μ —— 导体材料的泊松比。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

可得：

$$\frac{dR}{R} = (1 + 2\mu)\varepsilon + \frac{d\rho}{\rho} \quad (2-3)$$

对于金属导体或半导体，上式中右末项电阻率相对变化的受力效应是不一样的。

对金属材料来说，上式中 $1+2\mu$ 的值要比 $d\rho/\rho$ 大得多，显然，金属材料的应变电阻效应以结构尺寸变化为主。

而半导体材料的 $d\rho/\rho$ 项的值比 $1+2\mu$ 大得多，半导体材料的应变电阻效应以电阻率变化为主。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

1. 金属材料的应变电阻效应

Бриджмен 勃底特兹明通过实验研究发现，金属材料的电阻率相对变化与其体积相对变化之间有如下关系：

$$\frac{d\rho}{\rho} = C \frac{dV}{V} \quad (2-4)$$

C——由一定的材料和加工方式决定的常数。

$$(dV/V) = (dl/l) + dS/S = (1 - 2\mu)\epsilon$$

代入式 (2-3)，并考虑到实际上 $\Delta R \ll R$ ，故可得

$$\frac{\Delta R}{R} = [(1 + 2\mu) + C(1 - 2\mu)]\epsilon = K_m \epsilon \quad (2-5)$$

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

1. 金属材料的应变电阻效应

$$\frac{\Delta R}{R} = [(1 + 2\mu) + C(1 - 2\mu)]\epsilon = K_m \epsilon$$

$K_m = (1 + 2\mu) + C(1 - 2\mu)$ —— 金属的应变灵敏系数（简称灵敏系数）

上式表明：金属材料的电阻相对变化与其线应变成正比。这就是金属材料的应变电阻效应。对金属或合金，一般 $K_m = 1.8 \sim 4.8$ 。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

2. 半导体材料的压阻效应

压阻效应是指半导体材料，当某一轴向受外力作用时，其电阻率 ρ 发生变化的现象。

$$\frac{d\rho}{\rho} = \pi \cdot \sigma = \pi \cdot E \cdot \varepsilon \quad (2-6)$$

式中： π —半导体材料的压阻系数； σ —半导体材料的所受轴向应力； E —半导体材料的弹性模量； ε —半导体材料的应变。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

将式 (2-6) 代入式 (2-3)，并写成增量的形式，
则：

$$\frac{\Delta R}{R} = [(1 + 2\mu) + \pi E] \epsilon = K_s \epsilon \quad (2-7)$$

$K_s = 1 + 2\mu + \pi E$ —— 半导体材料的应变灵敏系数（简称灵敏系数）

由于 $\pi E \gg (1 + 2\mu)$ ，因此半导体丝材的 $K_s \approx \pi E$ 。可见，半导体材料的应变电阻效应主要基于压阻效应。通常 $K_s = (80 \sim 100) K_m$ 。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

二、电阻应变计的结构与类型

结构:

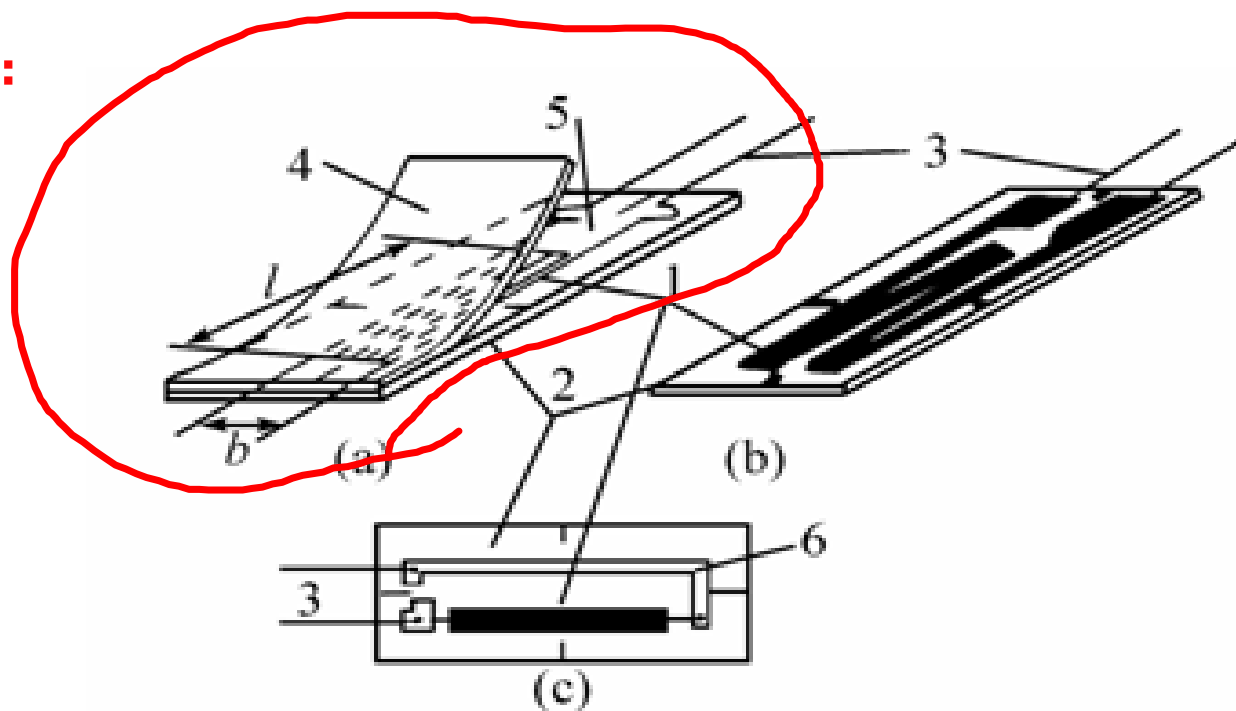


图2.2 典型应变计的结构及组成

(a) 丝式 (b) 箔式 (c) 半导体

1—敏感栅 2—基底 3—引线 4—盖层 5—粘结剂 6—电极

电阻应变计的结构



www.seu.edu.cn

- (1)敏感栅——实现应变-电阻转换的敏感元件。通常由直径为 $0.015\sim 0.05\text{mm}$ 的金属丝绕成栅状，或用金属箔腐蚀成栅状。
- (2)基底——为保持敏感栅固定的形状、尺寸和位置，通常用粘结剂将其固结在纸质或胶质的基底上。基底很薄，一般为 $0.02\sim 0.04\text{mm}$ 。
- (3)引线——起着敏感栅与测量电路之间的过渡连接和引导作用。通常直径约 $0.1\sim 0.15\text{mm}$ 的低阻镀锡(铜)线，并用钎焊与敏感栅端连接。

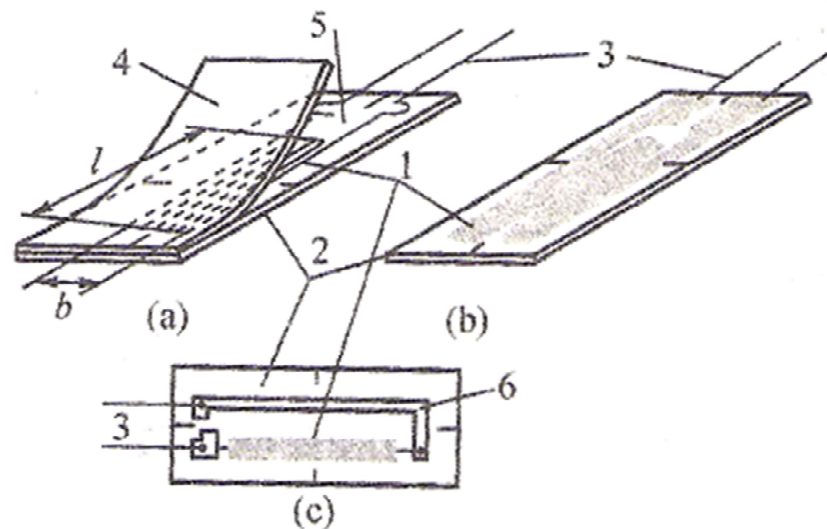


图 2-2 典型应变计的结构及组成

(a)丝式；(b)箔式；(c)半导体
1—敏感栅；2—基底；3—引线；
4—盖层；5—粘结剂；6—电极

- (4) 盖层——用纸、胶作成覆盖在敏感栅上；起防潮、防蚀、防损等作用。
- (5)粘结剂——用它分别把盖层和敏感栅固结于基底；使用应变计时，用它把应变计基底粘贴在试件表面的被测部位。因此它也起着传递应变的作用。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

表 2-1 应变计常用的合金材料

材料名称	化学成分 /%	电阻率 $/(\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1})$	电阻温度系数 $/(\text{10}^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1})$	灵敏系数	线膨胀系数 $/(\text{10}^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{mm}} \cdot ^\circ\text{C}^{-1})$	最高使用 温度/ $^\circ\text{C}$	特 点
康 铜	Cu 55 Ni 45	0.45~0.52	± 20	2.0	15	静态 250 动态 400	最常用、尤适用长 时间、大应变测量
镍 铬 合 金	Ni 80 Cr 20	1.0~1.1	110~130	2.1~2.3	14	静态 450 动态 800	多用于动态测量
卡玛合金 (6J22)	Ni 75, Cr 20 Al 3, Fe 2	1.24~1.42	± 20	2.4~2.6	13.3	静态 300~400	作中高温应变计
伊文合金 (6J23)	Ni 75, Cr 20 Al 3, Cu 2	1.24~1.42	± 20	2.4~2.6	13.3	静态 300~400	
铁铬铝 合 金	Fe 余量 Cr 26 Al 5.4	1.3~1.5	$\pm 30 \sim 40$	2.6	11	静态 550~800 动态 800~1000	用作高温应变计
铂 钨 合 金	Pt 90.5~91.5 W 8.5~9.5	0.74~0.76	139~192	3.0~3.2	9	静态 800 动态 1000	
铂	Pt	0.09~0.11	3900	4.6	9	静态 800 动态 1000	
铂 铱 合 金	Pt 80 Ir 20	0.35	590	4.0	13	静态 800 动态 1000	

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

表 2-2 应变计常用的半导体材料

材料名称	电阻率 $/(\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1})$	弹性模量 $/(\text{10}^{11} \text{N} \cdot \text{m}^{-2})$	灵敏系数	晶 向
p 型 硅	0.078	1.87	175	$\langle 111 \rangle$
n 型 硅	0.117	1.23	-133	$\langle 100 \rangle$
p 型 锗	0.150	1.55	102	$\langle 111 \rangle$
n 型 锗	0.166	1.55	-157	$\langle 111 \rangle$
p 型铟化镓	5.4×10^{-3}		-45	$\langle 100 \rangle$
p 型铟化镓	1×10^{-4}	0.745	30	$\langle 111 \rangle$
n 型铟化镓	1.3×10^{-4}		-74.5	$\langle 100 \rangle$

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

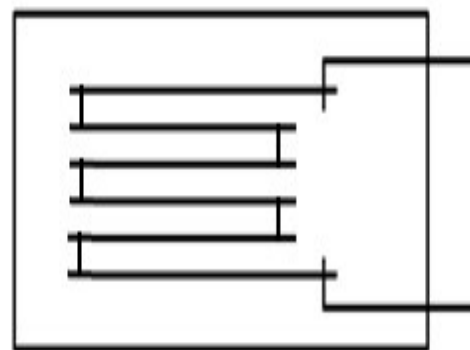
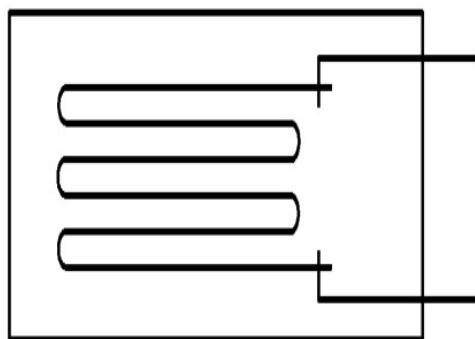
二、电阻应变计的结构与类型

类型：

1. 金属丝式应变片

有回线式和短接式二种。回线式最为常用，制作简单，性能稳定，成本低，易粘贴，但横向效应较大。

直径在 $0.012 \sim 0.05\text{mm}$ 的金属丝；



第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

二、电阻应变计的结构与类型

类型：

2. 金属箔式应变片

利用照相制版或光刻技术将厚约 $0.003\sim 0.01\text{mm}$ 的金属箔片制成所需图形的敏感栅，也称为应变花。



第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

二、电阻应变计的结构与类型

类型:

3. 半导体应变片

由单晶半导体经切型、切条、光刻腐蚀成形，然后粘贴在薄的绝缘基片，最后再加上保护层。但重复性、温度及时间稳定性差。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

二、电阻应变计的结构与类型

类型：

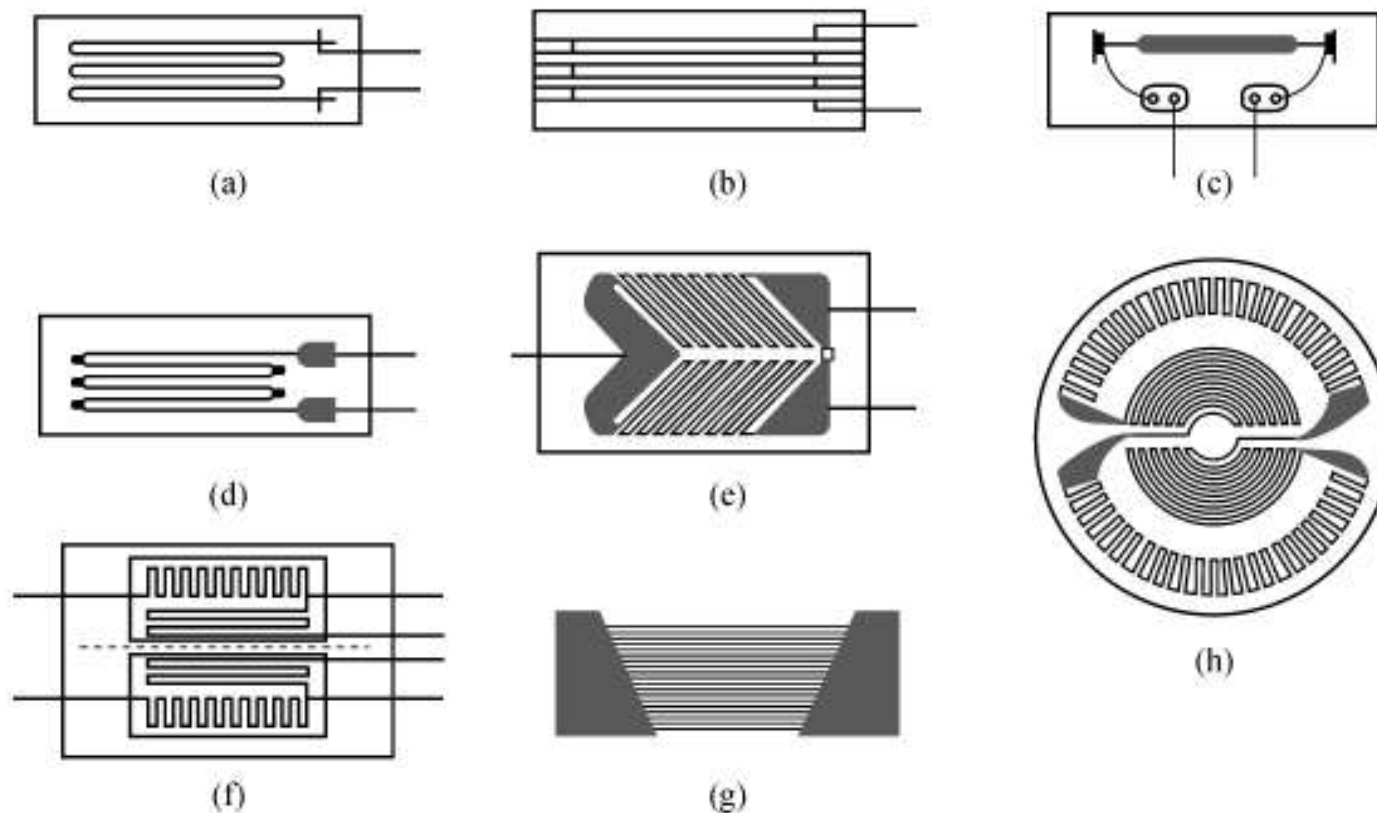
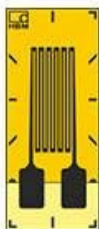


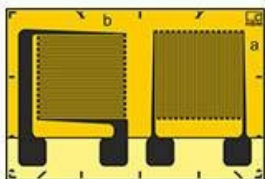
图 2-3 几种典型的应变计型式



应变直片

(如 LY4) 带有一个测量栅丝

只测量一个方向的应变



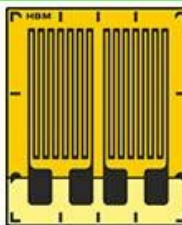
T 型应变花

(如 XY3) 带有两个测量栅丝, 彼此呈 90° 排列。
此类应变片应用包括已知主应力方向的双轴应力测量, 以及拉压双向应力测量。



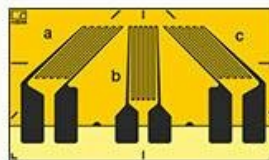
V 型应变片

(如 XY4) 带有两个测量栅丝, 彼此呈 90° 排列。
典型应用包括扭转应变测量和剪切梁的剪切应力测试。



双桥应变片

(例如 DY4) 带有两个测量栅丝
彼此平行排列。
典型的应用为弯曲梁测量。



三栅应变花

(例如 RY8) 测量栅丝呈 $0^\circ/45^\circ/90^\circ$

或 $0^\circ/60^\circ/120^\circ$ 排列。

主要用于未知主方向双轴应力测量和分析。



链式片

(如 KY8) 带有 10 或 15 个很小的测量栅丝, 等距离分布,

并包括一个补偿片。主要应用为应变梯度测量。



全桥片

(如 VY4) 带有四个测量栅丝, 彼此呈 90° 排列。

典型应用包括拉压双向应力,

扭转应力和剪切梁的剪切应力测试。



第二节 电阻应变计的主要特性

➤ 应变计的特性是从大批量生产中按比例抽样**实测**而得。

一、静态特性

静态特性是指应变计感受试件不随时间变化或变化缓慢的应变时的输出特性。表征应变计静态特性的主要指标有：灵敏系数（灵敏度指标）、机械滞后（滞后指标）、蠕变（稳定性指标）、应变极限（测量范围）等。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

1. 灵敏系数 (K)

当具有初始电阻值 R 的应变计粘贴于试件表面时，试件受力引起的表面应变将传递给应变计的敏感栅，使其产生电阻相对变化 $\Delta R/R$ 。

$$\Delta R/R = K \varepsilon_x \quad (2-9)$$

ε_x ——应变计轴向应变。

必须指出，应变计的灵敏系数 K 并不等于其敏感栅整长应变丝的灵敏系数 K_0 ，一般情况下， $K < K_0$ ，这是因为，在单向应力产生双向应变的情况下， K 除受到敏感栅结构形状、成型工艺、粘结剂和基底性能的影响外，尤其受到栅端圆弧部分横向效应的影响。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

2. 横向效应及横向效应系数H

由于传感器是多线的，线与线之间连接部分不在测量方向上，引起横向效应。

当试件承受单向应力 σ 时，存在即轴向拉伸 ε_x 和横向收缩 ε_y ，粘贴在试件表面上的应变计，其纵栅和横栅各自主要分别敏感 ε_x 和 ε_y 。

$$\Delta R/R = K_x \varepsilon_x + K_y \varepsilon_y = K_x (1 + aH) \varepsilon_x \quad (2-10)$$

$a = \varepsilon_y / \varepsilon_x$ —— 双向应变比；

$H = K_y / K_x$ —— 双向应变灵敏系数比。

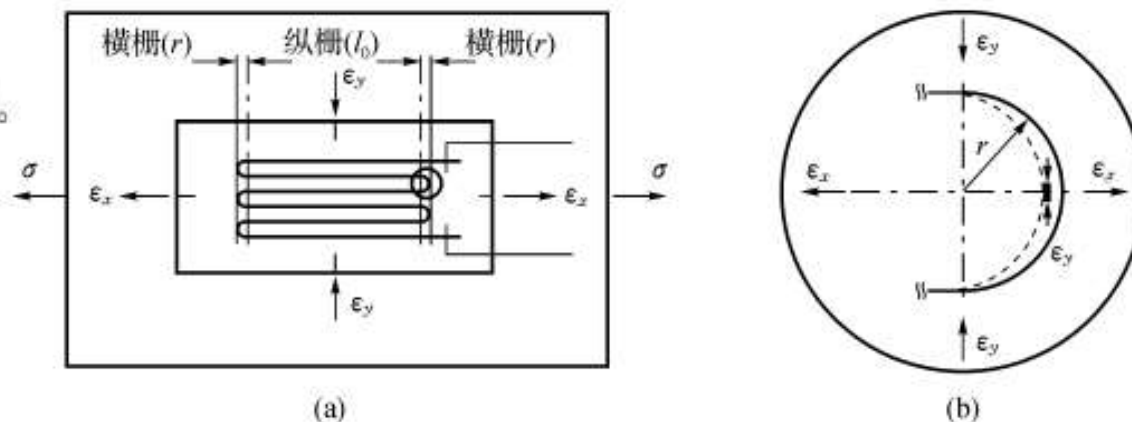


图 2-4 应变计敏感栅的组成(a)和横向效应(b)

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

- 标定情况下: $a = -\mu_0$

$$\Delta R/R = K_x(1 - \mu_0 H)\varepsilon_x$$

可见，横向效应使传感器的灵敏度系数下降。

- 非标定情况下:

相对误差为:

$$\begin{aligned} e &= \frac{K_x(1 + aH)\varepsilon_x - K_x(1 - \mu_0 H)\varepsilon_x}{K_x(1 - \mu_0 H)\varepsilon} \\ &= \frac{H(\mu_0 - a)}{(1 - \mu_0 H)} = \frac{H(\mu_0 - \mu)}{(1 - \mu_0 H)} \end{aligned}$$

可见，要减小误差，必须使H减小。

- 应变计的长度要长、横栅要小。

第2章 电阻式传感器

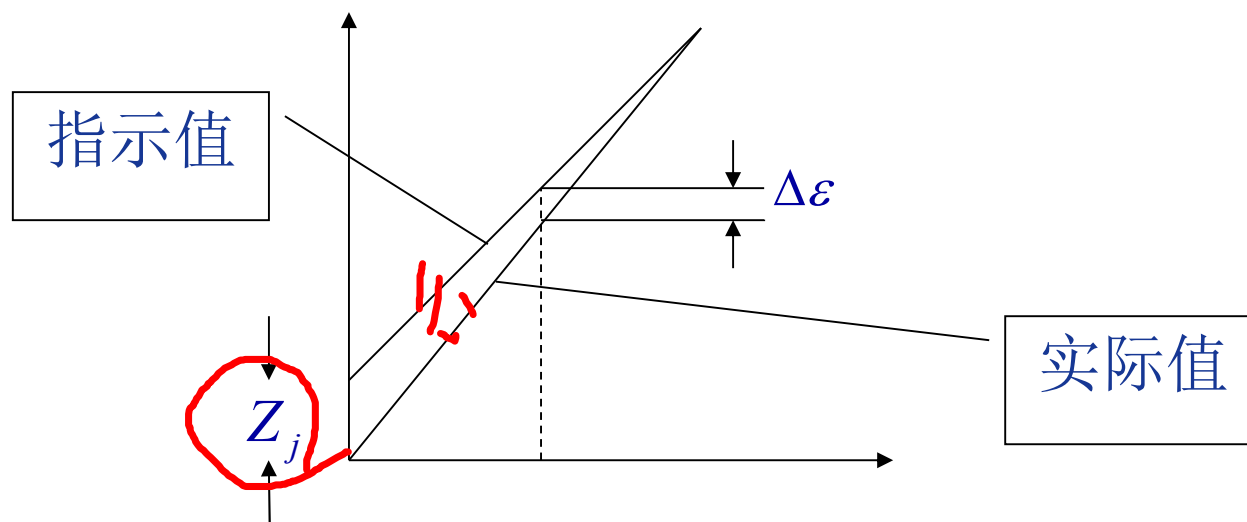


www.seu.edu.cn

3. 机械滞后 Z_j

- 原因：基底材料、粘结剂的材料，使应变计产生残余变形，导致应变计输出的不重合，这种不重合性又称作机械滞后。
- 通常要求：

$$Z_j < 10\mu\varepsilon$$



第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

4、零漂和蠕变

零漂：在温度保持恒定，试件没有机械变形，应变片的指示值（应变）随时间逐渐变化。

即： 当 $T(\text{温度}) = \text{const}$, $\varepsilon_{\text{真实}} = 0$

$$\varepsilon_{\text{指标}} = \varepsilon_{(t)} \neq 0$$

原因：绝缘电阻底、产生热电势等。

蠕变：在温度保持恒定，应变片承受恒定的机械应变，应变片的指示值（应变）随时间逐渐变化。

即： 当 $T(\text{温度}) = \text{const}$, $\varepsilon_{\text{真实}} = \text{const}$

$$\varepsilon_{\text{指标}} = \varepsilon_{(t)}$$

原因：存在内应力、内部结构变化、黏合剂受潮。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

5. 应变极限 ϵ_{lim}

- 应变计的线性范围，是衡量应变计测量范围和过载能力的指标，一般 $\epsilon_{\text{lim}} > 8000 \mu \epsilon$

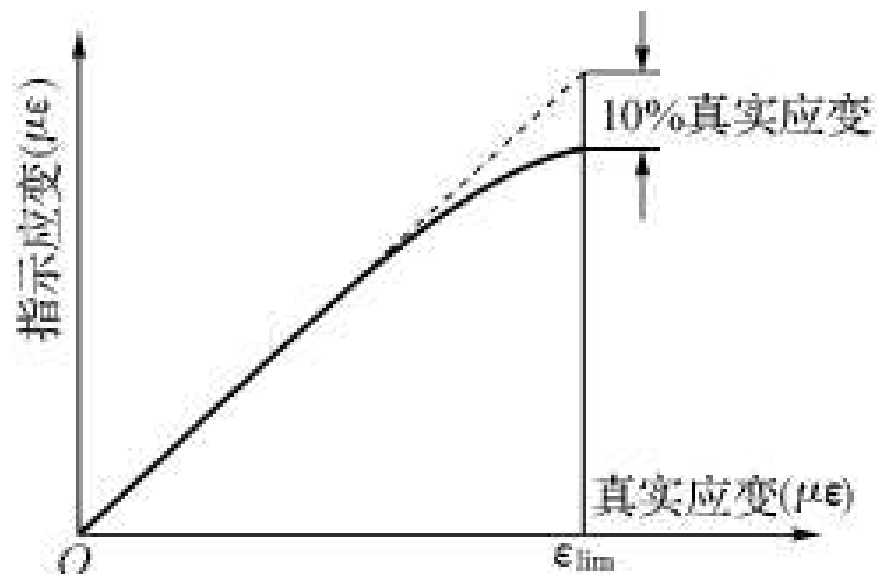


图 2-7 应变计的应变极限特性



二、动态特性

机械应变以声波的形式和速度在材料中传播，当它依次通过一定厚度的基底、胶层并引起应变计的响应时，会有时间的迟后。应变计的这种响应迟后对动态(高频)应变测量，就会产生误差。

应变计的动态特性就是指其感受随时间变化的应变时之响应特性。

第2章 电阻式传感器



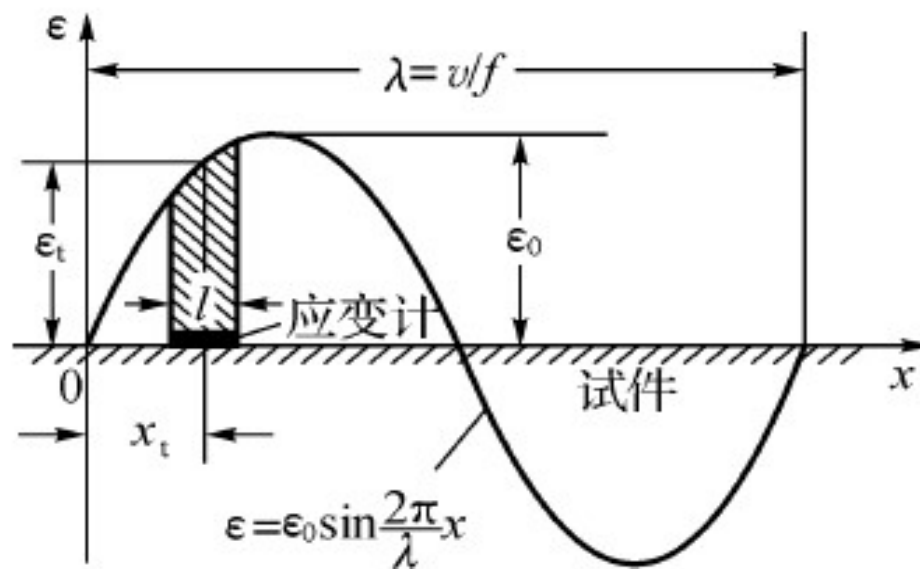
www.seu.edu.cn

二、动态特性

1. 对正弦信号的响应

下图表示一频率为 f ，幅值为 ε_0 的正弦波，以速度 v 沿着应变计纵向 x 方向传播时，在某一瞬时 t 的分布图。应变计中点 x_t 的瞬时应变为

$$\varepsilon_t = \varepsilon_0 \sin(2\pi / \lambda)x_t$$

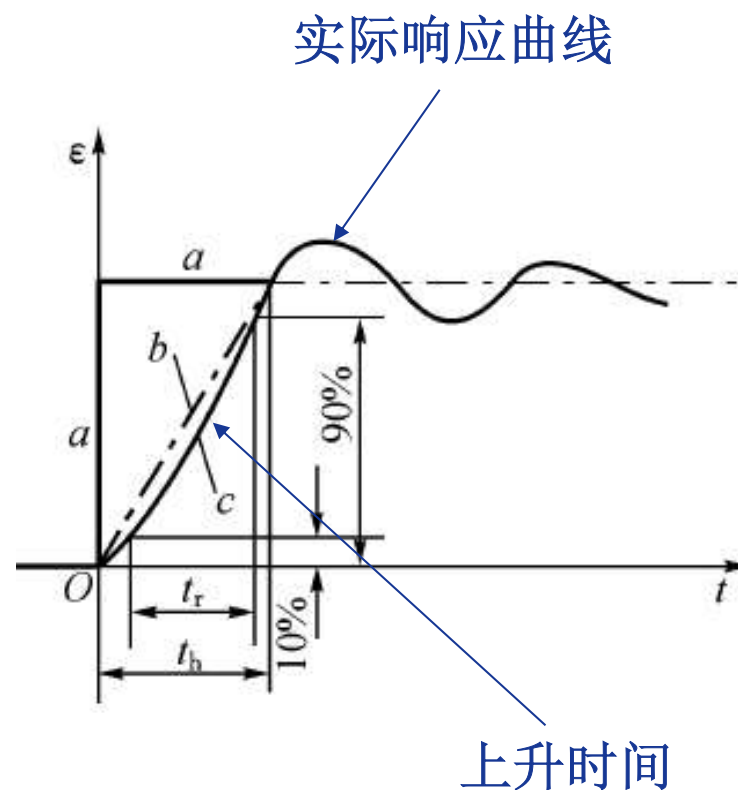
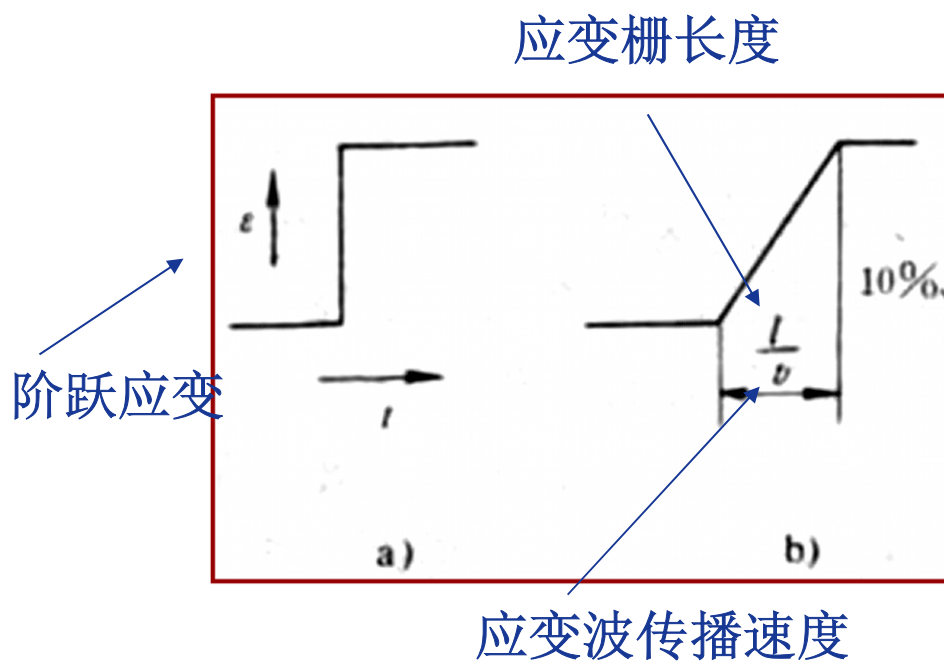


第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

2. 对阶跃应变波的响应



$$t_r = 0.8 \frac{l}{v}$$

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

第三节 电阻应变计的温度效应及其补偿

一、温度效应及其热输出

应用应变计时，工作温度的变化会影响输出，这种单纯由温度变化引起应变计电阻变化的现象，称为应变计的温度效应。在常温下这种温度效应主要是温度变化对敏感栅影响的结果。

设工作温度变化为 $\Delta t^{\circ}\text{C}$ ，则引起粘贴在试件上的应变计电阻的相对变化为：

$$\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_t = \alpha_t \Delta t + K(\beta_s - \beta_t) \cdot \Delta t \quad (2-7)$$

式中 α_t ——敏感栅材料的电阻温度系数；

K ——应变计的灵敏系数；

β_s 、 β_t ——分别为试件和敏感栅材料的线膨胀系数。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

相对的热输出为：

$$\varepsilon_t = \frac{(\Delta R / R)_t}{K} = \frac{1}{K} a_t \Delta t + (\beta_s - \beta_t) \Delta t \quad (2-8)$$

应变计的温度效应及其热输出由两部分组成：前部分为热阻效应所造成；后部分为敏感栅与试件热膨胀失配所引起。

在工作温度变化较大时，这种热输出干扰必须加以补偿。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

例

一试件为钢材，电阻丝为康铜丝， $\beta_t = 15 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ， $\beta_s = 11 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，在 $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ 时， $\alpha = 20 \times 10^{-6} (/^\circ\text{C})$ ， $K=2$ ，求电阻应变计的温度效应误差 ε_t 。

温度变化造成的应变计相对电阻误差为：

$$\frac{\Delta R_t}{R} = [2 \times (11 \times 10^{-6} - 15 \times 10^{-6}) + 20 \times 10^{-6}] = 12 \times 10^{-6}$$

$$\text{应变误差: } \varepsilon_t = \frac{\frac{\Delta R_t}{R}}{K} = \frac{12 \times 10^{-6}}{2} = 6 \times 10^{-6}$$

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

二、热输出补偿方法

热输出补偿常采用温度自补偿法和桥路补偿法。

1、温度自补偿法

精心选配敏感栅材料与结构参数来实现热输出补偿。

(1) 单丝自补偿应变计

欲使热输出 $\varepsilon_t = 0$ ，只要满足条件：

$$\alpha_t = -K(\beta_s - \beta_t) \quad (2-9)$$

在研制和选用应变计时，若选择敏感栅的合金材料，其 α_t 、 β_t 能与试件材料的 β_s 相匹配，即满足 $\varepsilon_t = 0$ ，达到温度自补偿的目的。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

1、温度自补偿法

(2) 双丝自补偿应变计

敏感栅由电阻温度系数一正一负的两种合金丝串接而成。当工作温度变化时，若 R_a 栅产生正的热输出 ε_a 与 R_b 栅产生负的热输出 ε_b 相等或相近，就可达到自补偿的目的，即：

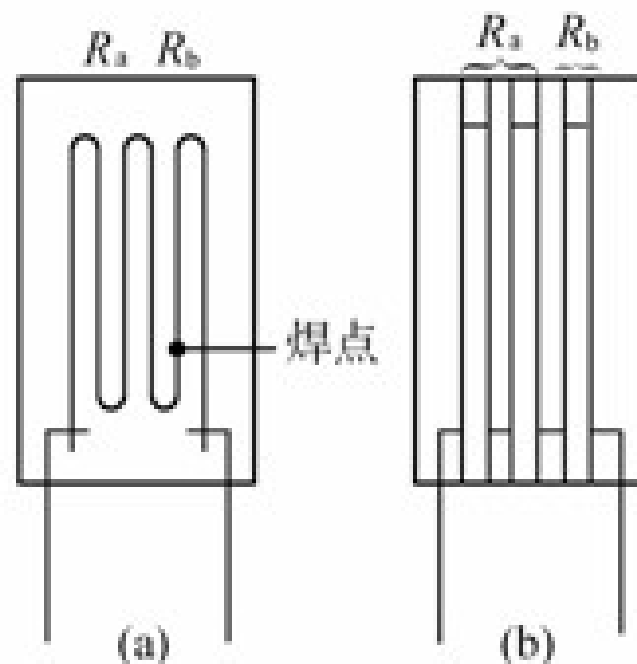


图2.2 (a) 回线式 (b) 短接式

$$\frac{-\varepsilon_{bt}}{\varepsilon_{at}} = -\left(\frac{\Delta R_b}{R_b}\right)_t / \left(\frac{\Delta R_a}{R_a}\right)_t \approx \frac{R_a}{R_b} \quad (2-10)$$

惠斯通

英国物理学家，首次电桥测电阻

用途

测量电阻、电容、电感

测量驻波比

……电学量

测量温度、湿度

压力、应变力

角度……非电学量



(Charles Wheatstone)
(1802~1875)

惠斯通电桥结构与原理

R_1 、 R_2 比率臂
 R_S 比较臂
 R_X 测量臂

电桥平衡原理：
相邻两臂电阻之比相等

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_X}{R_S}$$

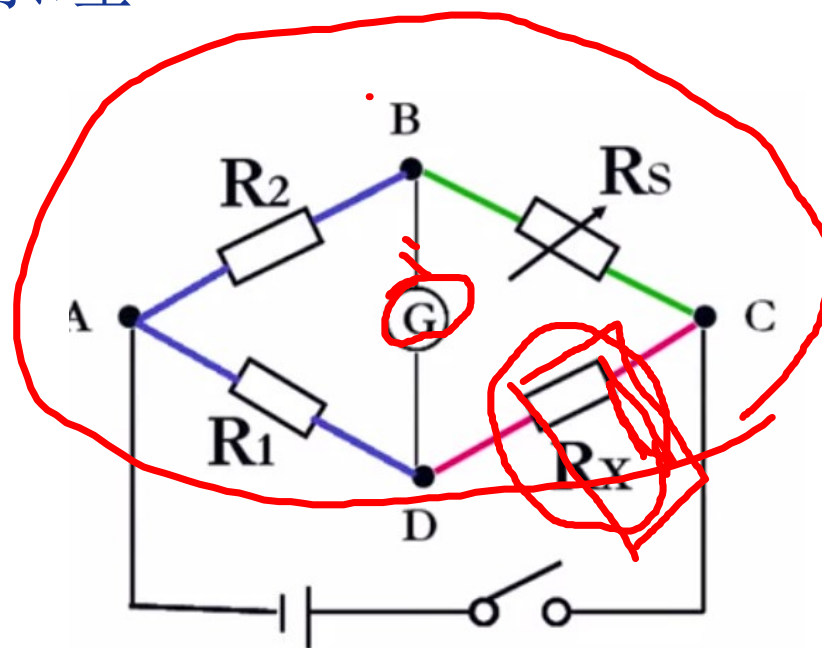


图1 电桥原理图

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

2、桥路补偿法

桥路补偿法就是利用电桥的和、差原理来达到补偿的目的。

(1) 双丝半桥式

敏感栅由同符号电阻温度系数的两种合金丝串接而成，工作栅 R_1 接入工作臂，补偿栅 R_2 外接串接电阻 R_B （不敏感温度影响）接入补偿臂，当温度变化时，只要电桥工作臂和补偿臂的热输出相等或相近，就能达到热补偿目的。

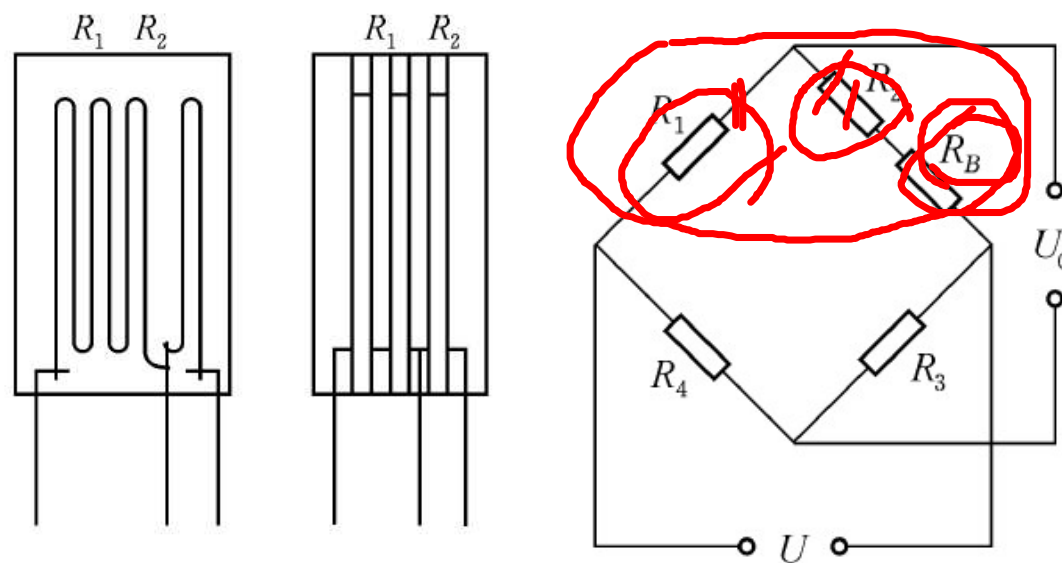


图2.3 双丝半桥式热补偿应变计

$$\epsilon_{1t} = \frac{\Delta R_{1t}}{K R_1} = \frac{\Delta R_{2t}}{K (R_2 + R_B)} = \epsilon_{2t} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_B}$$

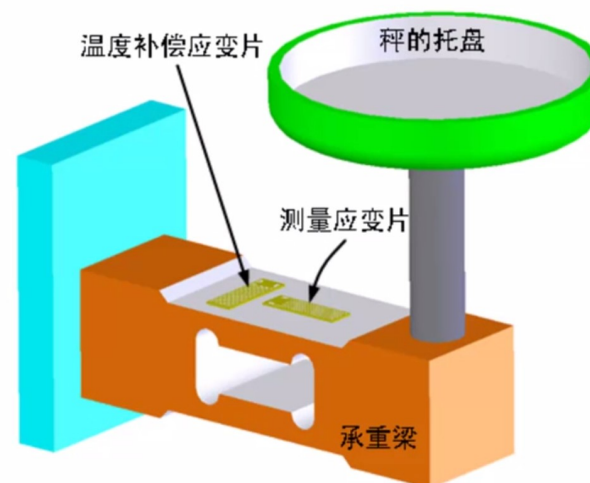
第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

而外接补偿电阻为

$$\boxed{R_B} \approx R_2 \left[\frac{-\varepsilon_{2t}}{\varepsilon_{1t}} - 1 \right] \quad (2-11)$$



这种热补偿法的**优点**：通过调整 R_B 值，不仅可使热补偿达到最佳状态，而且还适用于不同线膨胀系数的试件。

缺点：是对 R_B 的精度要求高，而且当有应变时，补偿栅同样起着抵消工作栅有效应变的作用，使应变计输出灵敏度降低。

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

2、桥路补偿法

(2) 补偿块法

使用两个相同的应变计。
 R_1 贴在试件上，接入电桥工作臂， R_2 贴在与试件同材料、同环境温度，但不参与机械应变的补偿块上，接入电桥相邻臂作补偿臂，补偿臂产生与工作臂相同的热输出，通过电桥，起到补偿作用。

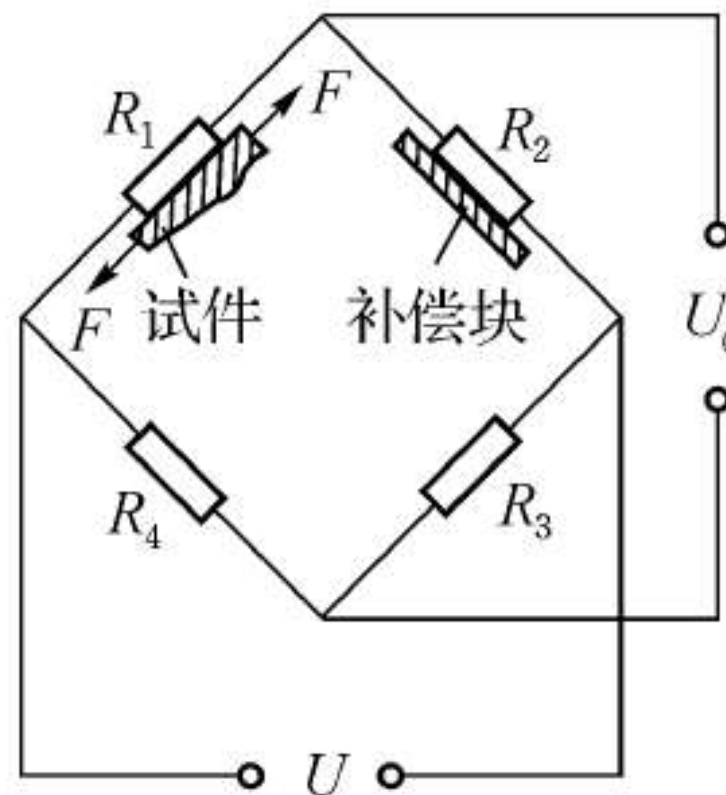


图2.4 补偿块半桥热补偿应变计

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

2、桥路补偿法

(3) 差动电桥法

巧妙地安装应变片可以起到补偿作用并提高灵敏度。

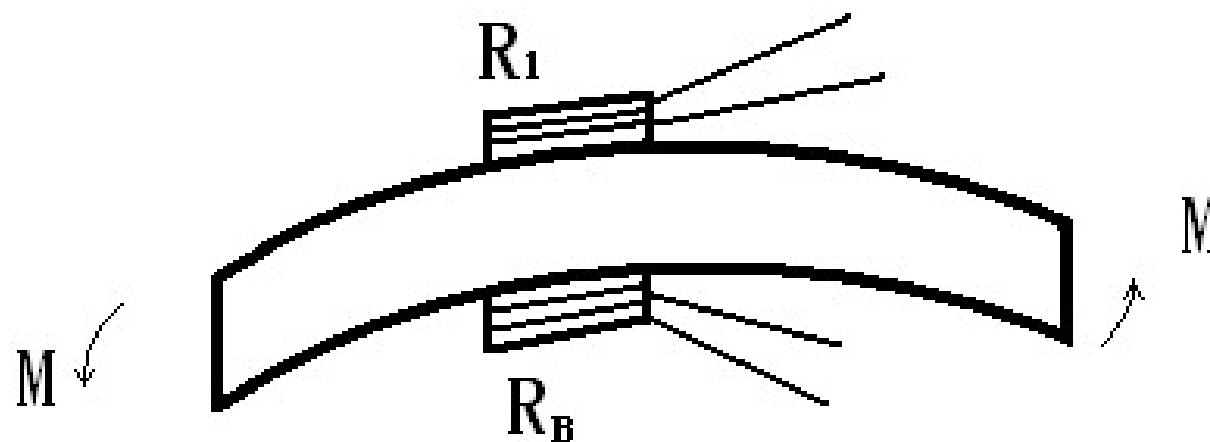


图2.5 差动电桥法

将两个应变片分别贴于测悬梁上下对称位置， R_1 、 R_B 特性相同，所以两电阻变化值相同而符号相反。因而电桥输出电压比单片时增加1倍。当梁上下温度一致时， R_B 与 R_1 可起温度补偿作用。

第四节 电阻应变计的应用

一、应变计的选用

- 选择类型

类别（金属、半导体），结构（线绕式、短接式、箔式等）

- 选择材料

选用合适的敏感栅和基底材料的应变计。

- 选择阻值

如配用电阻应变仪，常选用 $120\ \Omega$ ，为提高灵敏度，常采用较高的供桥电压和较小的工作电流，则选用 $350\ \Omega$ 、 $500\ \Omega$ 、 $1000\ \Omega$ 。

- 尺寸选择

- 其他考虑

第2章 电阻式传感器



www.seu.edu.cn

二、应变计的使用

(1) 粘结剂的选择

通常在室温工作的应变片多采用常温、指压固化条件的粘结剂如聚脂树脂、环氧树脂类。

(2) 应变计的粘贴

①准备——试件和应变片；②涂胶；③贴片；④复查；⑤接线；⑥防护。

1. 去污：采用手持砂轮工具除去构件表面的油污、漆、锈斑等，并用细纱布交叉打磨出细纹以增加粘贴力，用浸有酒精或丙酮的纱布片或脱脂棉球擦洗。



2. 贴片：在应变片的表面和处理过的粘贴表面上，各涂一层均匀的粘贴胶，用镊子将应变片放上去，并调好位置，然后盖上塑料薄膜，用手指揉和滚压，排出下面的气泡。



3. 测量：

从分开的端子处，预先用万用表测量应变片的电阻，发现端子折断和坏的应变片。



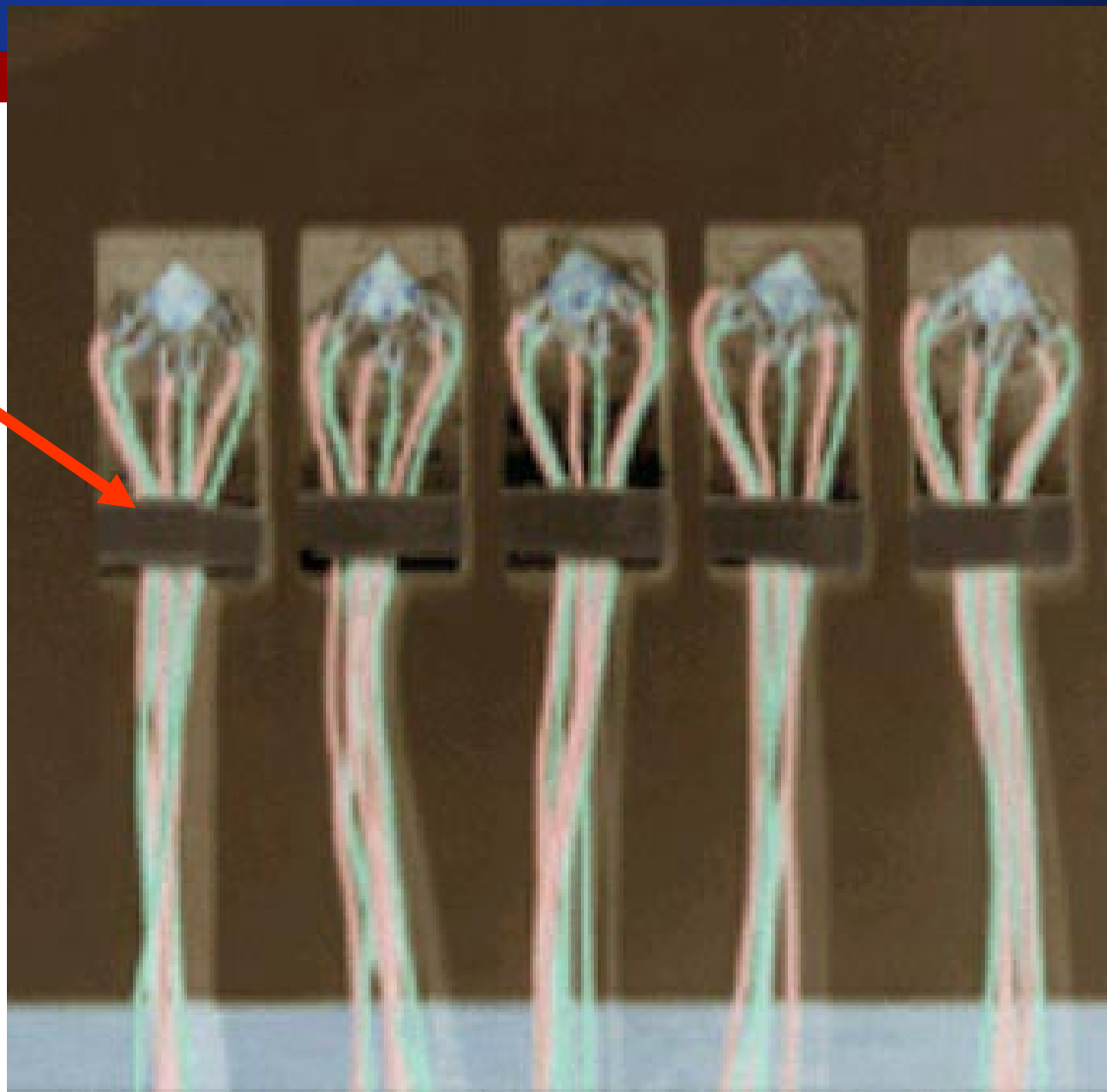
4. 焊接:

将引线和端子用烙铁焊接起来，注意不要把端子扯断。



5. 固定:

焊接后用胶布将
引线和被测对象
固定在一起，防
止损坏引线和应
变片。





本章结束

