

武汉理工大学考试试题纸 (卷)

课程名称 传感器原理 专业班级 _____

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
题分	20	15	30	35							100

备注： 学生不得在试题纸上答题(含填空题、选择题等客观题)

一、 填空题 (共 11 小题, 每空 1 分, 共 20 分)

1. 传感器的静态特性有_____、_____、_____、_____。
2. 压电式传感器 使用_____放大器, 此方法使传输电压几乎不受电缆长度的影响。
3. 变间隙式电容传感器的灵敏度与_____成反比, 所以不适合微小位移的测量。
4. 可变磁阻式传感器的灵敏度与气隙的关系是气隙越小, 灵敏度越_____。
5. 压电式传感器是利用某些材料的_____特性来制作的传感器。
6. 调幅过程相当于频率的_____过程。
7. 热电效应产生的热电势是由_____和 _____引起的。
8. 当两片压电晶片串联后, 其总电容量 C' , 总电压量 U' , 总电荷量 Q' 与单片的 C 、 U 、 Q 关系为_____、_____、_____。
9. 光敏电阻的光电流是指_____与_____之差。
10. 传感器一般由_____、_____、_____组成。
11. 传感器的静态特性数学模型为_____。

二、 术语解释 (共 5 小题, 每小题 3 分, 共 15 分)

1. 超调量
2. 暗电流
3. 重复性
4. 敏感元件
5. 相似系统

三、 简答题 (共 5 小题, 共 30 分)

1. 画出直流电桥的全桥的接法, 说明其优缺点。(6 分)
2. 实现不失真的测试条件是什么? (2 分)
3. 比较变间隙式与变面积式电容传感器的灵敏度。(8 分)
4. 信号调理电路的作用是什么? (5 分)
5. 差动变压器的零点残余电压产生的原因是哪些? 并指出消除残余电压的办法。(9 分)

四、 计算题 (共 3 小题, 共 35 分)

1. 某电容测微仪的传感器为变间隙式电容传感器, 其圆形极板半径 $r=4\text{ mm}$, 工

作初始间隙 $\delta_0=0.3\text{ mm}$, 问:

(1) 工作时，如果传感器的间隙变化 $\Delta \delta = 1 \mu m$ ，那么传感器电容量变化是多少？

(5分)

(2) 如果测量电路的灵敏度 $S_1 = 100 \text{mV/pF}$ ，记录仪的灵敏度为 $S_2 = 5 \text{格/mV}$ ，问间

隙变化 $\Delta \delta = 1 \mu m$ 时，记录仪的指示变化多少？(5分)

2. 某压电式加速度计的固有电容 $C_a = 1000 \text{pF}$ ，电缆电容 $C_c = 100 \text{pF}$ ，后接前置放大器的输入电容 $C_i = 150 \text{pF}$ ，在此条件下标定得到的电压灵敏度 $S_e = 100 \text{mV/g}$ ，试求传感器的电荷灵敏度 S_q 。又问，若该传感器改接 $C'_c = 300 \text{pF}$ 的电缆，此时的电压灵敏度 $S'_e = ?$

(10分)

3. 以阻值 $R = 120 \Omega$ 、灵敏度 $S = 2$ 的电阻应变片与阻值为 120Ω 的固定电阻组成纯电阻电桥，供桥电压为 $e_s = 3 \text{V}$ ，并假设电桥的负载阻抗为无穷大，当工作应变片所感受到的应变为 $2 \mu \epsilon$ 和 $2000 \mu \epsilon$ 时，分别求出单臂桥、双臂桥接法的输出电压并比较这两种接法的灵敏度。(15分)

武汉理工大学教务处

试题标准答案及评分标准用纸

课程名称 传感器原理 (A 卷)

装 一、填空题（共 11 小题，每空 1 分，共 20 分）

1. 线性度 灵敏度 迟滞 重复性 2. 电荷放大器 3. 间隙(间隙的平方) 4. 高 5. 压电 6. 转移 7. 珀尔帖效应 汤姆逊效应 8. $C' = \frac{C}{2}$ $U' = 2U$ $Q' = Q$ 9. 亮电流 暗电流 10. 敏感元件 传感元件 测量电路 11. 多次多项式 ($y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$)

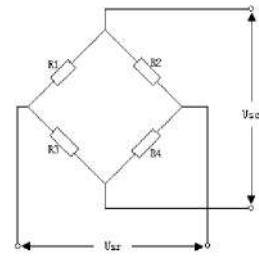
二、术语解释（共 5 小题，每小题 3 分，共 15 分）

1. 指输出第一次达到稳定后又超出稳定值而出现的最大偏差。
2. 室温条件下，在全暗后经过一段时间后流过光敏电阻的电流。
3. 传感器在输入量按同一方向作全量程多次测试时，所得特性曲线不一致性程度。
4. 传感器中能直接感受被测量的部分。
5. 能用同一类型的微分方程描述的不同系统称为相似系统。

三、简答题（共 5 小题，共 30 分）

1. 全桥连接比半桥连接灵敏度高一倍，改善了非线性，同时实现了温度补偿。

(3 分)



(3分)

2. 要求测试装置在输入信号频带内对所有频率的成分都应保证幅频特性值为一常数，相频特性值与信号频率成正比。 $(A(\omega) = A_0 = \text{常数} \quad \Phi(\omega) = -T_0\omega)$ (2分)
3. 变间隙式电容传感器灵敏度受初始间隙影响，要提高灵敏度，则初始间隙要小，但太小，电容器易击穿，且增加了非线性。变面积式电容传感器灵敏度为一常数，输出特性是线性的，增大尺寸 b，减小初始间隙可提高灵敏度。 (8分)
4. 作用是对传感器输出的电信号做进一步的处理，如信号放大、信号变换、信号分离，非线性误差修正等，使信号能更好地适应后续环节（显示、记录、计算机等）的要求，最有效地提取信号中的有用信息，消除或抑制干扰的影响。 (5分)
5. 1) 差动式两个电感线圈的电气参数及导体的几何尺寸不可能完全对称；
 2) 传感器具有铁损即磁芯化曲线的非线性；
 3) 电源电压中含有高次谐波；
 4) 线圈具有寄生电容，线圈与外壳、铁芯间有分布电容。
 措施有：(1) 减小电源中的谐波成分。(2) 减小电感传感器的激磁电流。
 (3) 在电路中再接入两只可调电位器等方法。 (9分)

四. 计算题（共3小题，共35分）

1. 解：(1) 已知 $dc = -\frac{\epsilon\epsilon_0 A}{\delta^2} d\delta$ (1分)

将 $\varepsilon \approx 1$ $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \times 10^{12} \text{pf}/10^6 \mu\text{m}$

$\delta_0 = 0.3 \text{ mm}$

$A = \pi r^2 = 3.14 \times (4 \text{ mm})^2$ 代入有

$$dc = -\frac{1 \times 8.85 \times 10^{12} \times 10^{-12} \times 3.14 \times 16}{(0.3)^2 \times 10^6 \mu\text{m}} \times 1 \mu\text{m}$$

$= -0.00494 \text{ pF}$ (4分)

(2) 测试装置总 $S = S_1 \times S_2$ (1分)

$= 100 \text{ mV/pF} \times 5 \text{ 格/mV}$

$= 500 \text{ 格/pF}$ (2分)

当 $\Delta\delta = 1 \mu\text{m}$ 时, $dc = -0.00494 \text{ pF}$

记录仪的指示变化 $dc \times S = 500 \times 0.00494 \text{ pF} = 2.47 \text{ 格}$ (2分)

2. 解: 根据式 $S_q = CS_e = (C_a + C_c + C_i)S_e$ (2分)

$$S_q = CS_e = (C_a + C_c + C_i)S_e = [(1000 + 100 + 150) \times 10^{-12} \times 100 \times 10^{-3}] C/g$$

$$= 1.25 \times 10^{-10} C/g = 125 \text{ pC/g} (\text{pF} \cdot \text{mv/g})$$
 (4分)

若传感器改接 $C'_c = 300 \text{ pF}$ 的电缆, 由于 S_q 不随外电路发生变化, 因此

$$S'_e = \frac{S_q}{C'} = \frac{S_q}{C_a + C'_c + C_i} = \frac{1.25 \times 10^{-10}}{(1000 + 300 + 150) \times 10^{-12}} V/g \approx 8.62 \times 10^{-2} V/g$$

$$= 86.2 \text{ mV/g}$$
 (4分)

3. 解: 单臂时 $U_{sc1} = \frac{1}{4} U_{sr} \cdot \frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{4} U_{sr} \cdot K \cdot \varepsilon$ (2分)

$$= \frac{1}{4} \times 3V \times 2 \times 2$$

$= 3 \mu V$ (2分)

$$\begin{aligned}
 U_{sc_2} &= \frac{1}{4} U_{sr} \cdot \frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{4} U_{sr} \cdot K \cdot \varepsilon \\
 &= \frac{1}{4} \times 3V \times 2 \times 2000 \\
 &= 3mV \quad (2 \text{ 分})
 \end{aligned}$$

双臂时

$$\begin{aligned}
 U_{sc_1} &= \frac{1}{2} U_{sr} \cdot \frac{\Delta R}{R} \quad (2 \text{ 分}) \\
 &= \frac{1}{2} \times 3 \times 2 \times 2 \\
 &= 6\mu V \quad (2 \text{ 分})
 \end{aligned}$$

$$U_{sc_2} = \frac{1}{2} \times 3 \times 2 \times 2000 = 6mV \quad (2 \text{ 分})$$

灵敏度比较：双桥接法的灵敏度比单桥接法高一倍。 (3 分)

或：(双桥接法的灵敏度是单桥接法的两倍)