

武 汉 科 技 大 学
2005 年硕士研究生入学考试试题
参考答案

考试科目及代码: **测试技术** 共页数: 第 1 页
说明: 1. 适用招生专业: 机械设计及理论、机械电子工程
2. 可使用的常用工具:
3. 答题内容写在答题纸上, 写在试卷上一律无效。

一、术语解释 (每小题 4 分, 共 20 分)

1、A/D 转换

A/D 转换是模拟信号经采样、量化、并转化为二进制的过程;

2、(测试装置的) 动态特性

输入信号随时间变化时, 测试装置的输出与输入之间的关系称为测试装置的动态特性。

3、压阻效应

压阻效应是指单晶半导体材料在沿某一轴向受到外力作用时, 其电阻率 ρ 发生变化的现象。

4、物性型传感器

依靠敏感材料本身的物性随被测量的变化来实现信号转换的传感器称为物性型传感器。

5、(测试装置的) 灵敏度

当测试装置的输入 x 有一个变化量 Δx , 它引起输出 y 发生相应的变化量 Δy , 则定义灵敏度

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

二、填空 (每空 2 分, 共 20 分)

1、简谐信号, 有理数。

2、余弦函数, $\tau = 0$ 。

3、压阻效应, 物性型。

4、 $A(\omega) = A_0 = \text{常数}$, $\varphi(\omega) = -t_0 \omega$ 。

5、低通滤波器, 高通滤波器

三、叙述题 (每小题 10 分, 共 50 分)

1、周期信号的强度可用哪些参量描述? 对这些参量的意义分别作出解释。

答: 要点:

描述周期信号强度的参量有: 峰值 x_p 、峰—峰值 x_{p-p} 、均值 μ_x 、有效值 x_{rms} 、

有效值的平方 p_{av} 等。

峰值 x_p ：信号可能出现的最大瞬时值

峰—峰值 x_{p-p} ：是在一个周期中最大瞬时值与最小瞬时值之差；

均值 μ_x ：
$$\mu_x = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$$

有效值 x_{rms} ：信号的均方根植，即
$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt}$$

有效值的平方 p_{av} ：均方植，即
$$p_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt$$

2、试举出三种可用于非接触式测量的传感器名称，并说明其变换量及各可用于何种测量。

答：要点：

1、电涡流式传感器。变换量：位移——自感；被测量：位移、测厚等。

2、可变磁阻式（变间隙型）传感器。变换量：位移——自感；

被测量：位移，适用于较小位移的测量。

3、电容式传感器。变换量：位移——电容；被测量：位移等。

4、红外传感器。变换量：热——电；被测量：温度等。

5、激光传感器。变换量：光波干涉；被测量：长度等。

6、 γ 射线传感器。变换量：对物质穿透；被测量：测厚、探伤等。

7、光电式传感器（开关式）。变换量：“通”——“断”；可用于探测物件的有无及位置等。

3、电阻应变片式传感器可分为哪两类？各自的工作原理是什么？

答：要点：

电阻应变片式传感器可分为金属电阻应变片和半导体应变片两类。

金属电阻应变片的工作原理是基于发生机械变形时，其电阻值发生变化。半导体应变片的工作原理是基于半导体材料的压阻效应。

4、什么是结构型传感器？什么是物性型传感器？试举例说明。

答：要点：

结构型传感器是依靠传感器的结构参数的变化来实现信号的变换的，例如电容式传感器依靠极板间距离变化引起电容的变化，电感式传感器依靠衔铁位移引起自感或互感的变化等。

物性型传感器依靠传感器的敏感元件材料本身物理化学性质的变化来实现信号的变换的。例如水银温度计，是利用水银的热胀冷缩现象，压电测力计是利用石英晶体的压电效应等。

5、试述：周期信号的频谱特点。

答：要点：

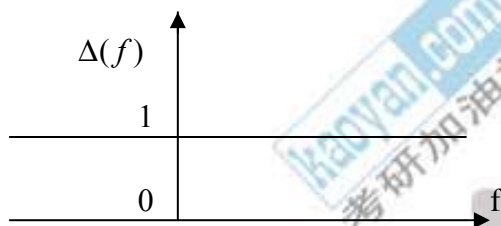
周期信号的频谱具有三个特点：1) 周期信号的频谱是离散的。2) 每条谱线只出现在基波频率的整倍数上，基波频率是诸分量频率的公约数。3) 各分量频率的谱线高度表示该谐波的幅值或相位角。

四、计算题 (每小题 10 分, 共 40 分)

1、计算并作出 δ 函数的频谱图。

解: 要点

$$\Delta(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t) e^{-j2\pi ft} dt = e^0 = 1$$



2、已知低通滤波器的频率响应函数为 $H(\omega) = \frac{1}{1+j\omega\tau}$, $\tau = 0.05s$, 当输入为 $x(t) = 0.5\cos(10t)$ 时,

求幅频函数 $A(\omega)$, 相频函数 $\varphi(\omega)$ 及其输出 $y(t)$ 。

解: 要点

$$A(\omega) = \dots = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega\tau)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+(10 \times 0.05)^2}} = 0.89$$

$$\varphi(\omega) = \dots = -\arctg(\omega\tau) = -\arctg(10 \times 0.05) = -26.6^\circ$$

$$y(t) = A(\omega) 0.5\cos(10t - 26.6^\circ) = 0.445 \cos(10t - 26.6^\circ)$$

3、已知信号的自相关函数 $R_x(\tau) = (\frac{60}{\tau})\sin(50\tau)$, 求该信号的均方值 ψ_x^2 。

解: 要点:

自相关函数在 $\tau = 0$ 时有最大值, 且等于该信号的均方值 ψ_x^2

$$\text{故此时 } \psi_x^2 = R_x(\tau) = (\frac{60}{\tau})\sin(50\tau) = 0$$

4、以阻值 $R=120\Omega$ 、灵敏度 $S=2$ 的电阻丝应变片与阻值为 120Ω 的固定电阻组成电桥, 供桥电压为 $3V$, 并假定负载电阻为无穷大, 当应变片的应变为 $2000\mu\epsilon$ 时, 分别求出单臂、双臂电桥的输出电压, 并比较两种情况下的灵敏度。P123 4-1

解: 要点:

$$e_y = A \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} e_0 = A \frac{1}{4} \epsilon S e_0$$

式中 ϵ 为应变， S 为电阻丝应变片的灵敏度
A 为工作桥臂数；

对于单臂电桥， $A=1$ ，代入已知数据，则输出电压为：

$$e_{y1} = A \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} e_0 = \frac{1}{4} \epsilon S e_0 = 3 \times 10^{-3} \quad (\text{V})$$

对于双臂电桥， $A=2$ ，代入已知数据，则输出电压为：

$$e_{y2} = A \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} e_0 = \frac{2}{4} \epsilon S e_0 = 6 \times 10^{-3} \quad (\text{V})$$

可见双臂电桥较之单臂电桥输出灵敏度提高一倍。

五、综合题（20 分）

1、选用传感器的基本原则是什么？在实际中如何运用这些原则？试举一例说明。

答：要点：根据测试目的和实际条件，合理地选用传感器，须综合考虑以下方面的问题：

- 1) 灵敏度：一般讲，传感器灵敏度越高越好，亦要求信噪比越大越好；
- 2) 响应特性：响应特性必须满足不失真测试条件；
- 3) 线性范围：线性范围愈宽，则表明传感器的工作量程愈大；
- 4) 可靠性：可靠性是指在规定的条件下，在规定的时间内可完成规定功能的能力，越高越好；
- 5) 精确度：传感器精确度表示传感器的输出与测量真值一致的程度，越高越好；
- 6) 测量方式：传感器在实际条件下的工作方式；
- 7) 其它：还应尽可能兼顾结构简单、体积小、重量轻、价格低、易于安装维护等。

可结合实际举一例说明