

二 0 0 九年硕士研究生入学

测试技术考试试题答案

一 术语解释 (每小题 4 分, 共 20 分)

- 1、离散信号: 若信号数学表达式中的独立变量取离散值, 则称为离散信号。
- 2、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。
- 3、(测试装置的)幅频特性: 定常线性系统在简谐信号的激励下, 其稳态输出信号和输入信号的幅值比被定义为该系统的幅频特性, 记为 $A(\omega)$ 。
- 4、梳状函数: 等间隔的周期单位冲序列常称为梳状函数。
- 5、时域采样: 是指把连续的时间信号变成离散时间序列的过程。

二 判断选择题(每题 2 分, 共 20 分)

- 1、对带限信号最高频率 f_h 的信号 $x(t)$ 进行采样, 则采样频率 f_s 应 (C)。
A 小于 f_h ; B 等于 f_h ; C 大于 $2f_h$
- 2、自相关函数 $R_X(\tau)$ 在 (c) 时有最大值。(C)
A $\tau = \tau_0$; B $\tau = -\tau_0$; C $\tau = 0$
- 3、两测试环节的传递函数分别为 $H_1(S)$ 、 $H_2(S)$, 将其串联组成的系统的传递函数为 (B)
A $H_1(S) + H_2(S)$; B $H_1(S) \cdot H_2(S)$; C $H_1(S)/H_2(S)$
- 4、对于两个圆频率不同的周期信号 $x(t)$, $y(t)$, 其互相关函数 $R_{XY}(\tau)$ 等于 (A)。
A 0; B $x(0)$; C $y(0)$
- 5、对信号 $x(t)$ 进行采样, 是用一个采样函数与信号 $x(t)$ (A),
A 相乘; B 相加; C 相除
- 6、周期信号的频谱是 (B)。
A 连续的; B 离散的; C 不确定的
- 7、直流电桥的平衡条件为 (B)。
A 相邻两臂电阻乘积相等; B 相对两臂电阻乘积相等; C 相对两臂电阻之和相等
- 8、以下哪种传感器不是物性传感器。(A)
A 金属电阻应变片 B 金属电阻应变片水银温度计 C 压电式传感器
- 9、时域周期为 T_s 的单位脉冲序列的频谱也是周期脉冲序列, 其周期为 (B)

A 1; B $1/T_s$; C T_s

10、将周期信号以傅立叶级数的复指数函数展开，其频谱为（ C ）。

A 连续谱； B 单边谱； C 双边谱

三 分析叙述题(每小题 10 分,共 40 分)

1、为满足测试需要，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？试分析说明。

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。

2、简述压电式传感器的主要优缺点、应用中应注意的若干问题。

要点：压电式传感器是一种可逆型换能器，既可将机械能转换为电能，又可将电能转换为机械能。这种性能使它被广泛用于压力、应力、加速度测量，也被用于超声波发射与接受装置。……这种传感器具有体积小、质量小、精确度及灵敏度高优点。现在与其配套的后续仪器，如电荷放大器等的技术性能的日益提高，使这种传感器的应用愈来愈广泛。

应用中应注意的问题：利用压电式传感器测量静态或准静态量时，必须采用极高阻抗的负载。在动态测量时，变化快、漏电量相对比较小，故压电式传感器适宜作动态测量。

3、若要求测试装置的输出波形不失真，试分析其幅频特性 $A(\omega)$ 和相频特性 $\varphi(\omega)$ 应分别满足什么条件。

要点： $y(t) = A_0 x(t - t_0)$ ， A_0 和 t_0 都是常数。

对上式作傅立叶变换，得： $Y(\omega) = A_0 e^{-j\omega t_0} X(\omega)$ ，

$$H(\omega) = \frac{Y(\omega)}{X(\omega)} = A_0 e^{-j\omega t_0}$$

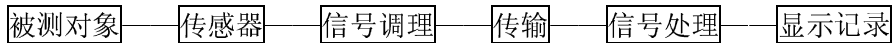
$$H(\omega) = A(\omega) e^{j\varphi(\omega)}$$

若要求测试装置的输出波形不失真，其幅频 $A(\omega)$ 和相频特性 $\varphi(\omega)$ 应分别满足：

$$A(\omega) = A_0; \quad \varphi(\omega) = -\omega t_0$$

4、测试工作的全过程包含着许多环节，请作出一般测试系统的大致框图并加以说明。

要点：一般测试系统简要框图如下：



传感器直接作用于被测量，并能按一定规律将被测量转换成同种或别种量值输出。这种输出通常是电信号。

信号调理环节把来自传感器的信号转换成更适合于进一步传输和处理的形式。这时候的信号转换在多数情况下是电信号之间的转换。

信号处理环节接受来自调理环节的信号，并进行各种运算、滤波、分析，将结果输至显示、记录系统。

显示、记录环节以观察者易于认识的形式来显示测量结果，或者系统将测量结果储存，供必要时使用。

在所有这些环节中，必须遵循的原则是个环节的输出量之间应保持一一对应和尽量不失真的关系，并尽量减少或消除各种干扰。

四 计算题 (共 3 题, 共 40 分)

(15 分) 1、某测试装置可用微分方程 $\tau \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = x(t)$ 描述。

已知 $\tau = 0.05$ ，当输入为 $x(t) = 0.8 \cos(100t)$ 时，

- 1) 求其输出 $y(t)$ ；
- 2) 比较 $y(t)$ 与 $x(t)$ 的幅值和相位有何区别。

1) 要点：

$$A(\omega) = \dots = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (100 \times 0.05)^2}} = 0.196$$

$$\varphi(\omega) = \dots = -\arctg(\omega\tau) = -\arctg(100 \times 0.05) = -\arctg 5 = -78.7^\circ$$

$$y(t) = A(\omega) 0.8 \cos(100t - 26.6^\circ) = 0.157 \cos(100t - \arctg 5)$$

- 2) 要点： $y(t)$ 比 $x(t)$ 的幅值增大了 0.157 倍，相位差 78.7°

(13 分) 2、求正弦信号 $x(t) = X_0 \sin \omega t$ 的均值 μ_x 、均方值 ψ_x^2

解：要点

$$\mu_x = \frac{1}{T} \int_0^T X_0 \sin \omega t dt = 0$$

$$\psi_x^2 = \frac{1}{T} \int_0^T X_0^2 \sin^2 \omega t dt = \dots = \frac{X_0^2}{2}$$

(12 分) 3、一压电式传感器的灵敏度 $S = 90 \text{ pC/MPa}$ ，把它和一台灵敏度调到 0.005 V/pC 的电荷放大器连接，放大器的输出又接到以灵敏度调到 20 mm/V 的光线示波器上记录。试作出这个测试系统的框图，并计算其总的灵敏度。

解：要点：作框图（略）

$$S = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 = S$$

$$\begin{aligned} &=90\text{pC/MPa}\times 0.005\text{V/pC}\times 20\text{mm/V} \\ &=9\text{mm/MPa} \end{aligned}$$

五 工程应用题(30分)

1. 欲测一传动轴的转速 n ,

- 1) 试举出两种测量转轴的转速方法;
- 2) 作出一种转轴转速测量原理图并加以说明;
- 3) 说明测试时应重点注意的一些问题。

解: 要点:

1) 测一传动轴的转速 n , 采用不同传感器有多种测转轴转速的方法, 如采用电涡流传感器测转轴转速, 采用磁阻式传感器测转轴转速、采用光电转速计测转轴转速等多种方法。

2) 如采用电涡流传感器测传动轴的转速 n , 测试方案图见 p87 图-28 c)

在待测轴上开一个键槽, 靠近轴的表面安装一电涡流传感器。调整轴的表面与电涡流传感器之间合适间隙, 当被测轴转动时便能检测出传感器与轴表面的间隙变化, 从而得到与转速成正比的脉冲信号。据此可进一步得出传动轴的转速。

3) 合理选择电涡流传感器的参数; 注意调整好轴的表面与电涡流传感器之间合适间隙; 电涡流传感器及其支座的安装要稳固等。