

## 一、基本超型及分值分布

(一)单项选择题共 12 小题每小题 2 分共 24 分

(二)填空题 共 12 小题每小题 1 分共 12 分

(三)问答题 共 6 小题 每小题 4 分共 24 分

(四)计算题 共 3 小题 每小题 8 分共 24 分

(五)应用题 共 2 小题 每小题 8 分共 16 分

本课程的考试采用闭卷方式，考试时间为 150 分钟，

满分为 100 分。试卷一律用钢笔或圆珠笔书写，可携带计算器。

## 二、考试预测

### (一)试卷中分数比例

， 本课程的命题题型与往年相比没有变动，考生在复习时要注意。考试复习要覆盖到各章，并适当突出本课程的重点章节，加大重点内容的覆盖密度，但是由于自学考试命题考核知识点非常细致，而且面广，考生在复习时一定要覆盖到本课程大纲中所涉及的所有知识点。

重点章节有：第二章、第三章、第四章、第六章、第八章、第九章，同时考生也应注重对其它章节的复习，全面掌握本课程的内容。本课程在试卷中对不同能力层次要求的分数比例一般为：识记占 20%，领会占 40%，简单应用占 25%，综合应用占 15%，试题的难易可分为：易、较易、较难、难四个等级，其中这四个等级的试题按分数所占的比例一般为：2：4；2.5：1.5。

### (二)本课程涉及的公式

常用的计算公式：

1. 传感器灵敏度计算公式：  $K_0 = \Delta Y / \Delta X$

式中  $K_0$ —灵敏度；

$\Delta Y$ —传感器输出量的变化量；

$\Delta X$ —传感器输入量的变化量。

2. 传感器线性度计算公式：  $\delta L = |\Delta L_{\max}| / Y \times 100\%$

式中：  $\delta L$ —线性度；

$|\Delta L_{\max}|$ —最大偏差量；

$Y$ —理论满量程最大输出量。

3. 平板电容位移传感器两平行板(忽略边缘效应)间的电容量计算公式：  $C = \frac{\epsilon S}{\delta}$

式中：  $C$ —两平行平板间电容量，

$\epsilon$ —两极板间介质的介电常数，  $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$  ( $\epsilon_r$  为极板间介质的相对介电常数，在空气中  $\epsilon_r = 1$ ， $\epsilon_0$  为真空介电常数，且  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$ )，

$S$ —极板间的覆盖面积( $\text{m}^2$ )，

$\delta$ —极板间的距离( $\text{m}$ )。

4. 变极距型电容位移传感器灵敏度计算公式：  $K = -\frac{\epsilon S}{\delta_0^2}$

式中：  $K$ —灵敏度，

$\epsilon$ —两极板间介质的介电常数；

$S$ —极板间的覆盖面积；

$\delta_0$ —极板间的初始距离。

5. 长容栅式位移传感器的最大电容量计算公式:  $C_{\max} = n \frac{\varepsilon ab}{\delta}$

式中:  $C_{\max}$ —容栅的最大电容量;

$a$ 、 $b$ —分别为栅极的宽度与长度(m),

$n$ —可动容栅的栅极数;

$\varepsilon$ —极板间介质的介电常数;

$\delta$ —极板间的距离。

6. 圆容栅式位移传感器的最大电容量计算公式:  $C_{\max} = n \frac{\varepsilon \alpha (R^2 - r^2)}{2\delta}$

式中:  $C_{\max}$ —容栅的最大电容量;

$R$ 、 $r$ —栅极外半径和内半径(m),

$n$ —可动容栅的栅极数,

$\alpha$ —每条栅极所对应的圆心角(rad)。

7. 莫尔条纹宽度计算公式:

(1)长光栅产生的莫尔条纹宽度:  $B_H = \frac{W}{\theta}$

式中:  $B_H$ —莫尔条纹的间距;

$W$ —栅距;

$\theta$ —栅线间夹角。

(2)圆光栅产生的莫尔条纹宽度

同心放置时:  $B_H = \frac{WR}{r_1 + r_2}$

式中  $R$ —莫尔条纹半径;

$W$ —栅距;

$r_1$ 、 $r_2$ —光栅半径。

偏心放置时:  $B_H = \frac{WR}{e}$

式中:  $R$ —莫尔条纹半径; •

$W$ —栅距,

$e$ —偏心量。

8. 柱形弹性元件受力后应变值计算公式:  $\varepsilon = \frac{F}{SE}$

式中:  $\varepsilon$ —应变值;

$F$ —力(N);

$S$ —弹性元件的横断面积(m<sup>2</sup>),

$E$ —材料的弹性模量(Pa)。

9. 金属电阻丝应变片灵敏系数计算公式:  $K = 1 + 2\mu$

式中:  $K$ —金属电阻丝灵敏系数,

$\mu$ —金属电阻丝泊松系数。

10. 半导体应变片的应变灵敏系数计算公式:  $K = \pi LE$

式中:  $K$ —半导体应变片灵敏系数,

$\pi L$ —纵向压阻系数。

11. 直流测速发电机电枢感应电动势计算公式:  $E_s = K_e \phi n = C_e n$

式中:  $E_s$ —电枢感应电动势;

$K_e$ —感应系数,

$\phi$ —磁通;

$n$ —转速;

$C_e$ —感应电动势与转速的比例系数。

12. 直流测速发电机带负载时输出电压计算公式:  $V_c F = E_s - I_s r_s$

式中:  $V_c F$ —输出电压;

$I_s$ —电枢回路电流;

$r_s$ —电枢回路总电阻。

13. 交流测速发电机定子绕组感应电动势频率计算公式:  $f = \frac{pn}{60}$

式中:  $f$ —感应电动势频率; (HZ)

$p$ —电机极对数;

$n$ —转速。(r/min)

14. 感应式测速发电机输出电动势频率计算公式:  $f = Z_r n / 60$

式中:  $Z_r$ —转子齿数;

$n$ —电动机转速。

15. 电荷放大器输出电压计算公式:  $u_0 = -Q/C_f$

式中  $u_0$ —输出电压;

$Q$ —传感器输入电荷;

$C_f$ —反馈电容值。

16. 接触电动势计算公式:  $E_{ab}(T) = \frac{KT}{e} \ln \frac{N_a(T)}{N_b(T)}$

式中:  $E_{ab}(T)$ —导体 a、b 在温度为  $T$  时的接触电动势;

$K$ —波尔兹曼常数;

$T$ —接触点热力学温度;

$e$ —电子电荷量;

$N_a(T)$ —导体 a 在温度为  $T$  时的自由电子密度;

$N_b(T)$ —导体 b 在温度为  $T$  时的自由电子密度。

17. 温差电动势计算公式:  $E_{ab}(T, T_0) = E_{ab}(T) - E_{ab}(T_0)$

$$E_{ab}(T, T_0) = \frac{K}{e} \left[ T \ln \frac{N_a(T)}{N_b(T)} - T_0 \ln \frac{N_a(T_0)}{N_b(T_0)} \right]$$

18. 绝对湿度计算公式:  $\rho_v = \frac{p_v M}{RT}$

式中:  $\rho_v$ —空气水气密度;

$p_v$ —蒸气压力;

$M$ —水气的摩尔质量,

$R$ —摩尔气体常数;

$T$ —热力学温度。

19. 电桥非线性误差计算公式:

电桥的输出电压与电阻变化量之间不是线性关系，

为了便于测量装置的实现，常将非线性方程线性化，若线性化后的输出电压为  $U_{os}$ ，则非线性误差定义为：

$$\delta_f = \frac{U_{os} - U_0}{U_0}$$

式中：  $\delta_f$ —电桥非线性误差，

$U_{os}$ —电桥线性化后的输出电压，

$U_0$ —电桥的输出电压。

20. 无源一阶 RC 低通滤波器幅频、相频特性计算公式：

$$\text{输出电压： } U_0 = \frac{U_i}{1 + j\omega RC}$$

$$\text{幅频特性： } T(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$$

$$\text{相频特性： } \varphi(\omega) = -\arctg(\omega RC)$$

21. 无源一阶 RC 高通滤波器幅频、相频特性计算公式：

$$\text{输出电压： } U_0 = \frac{U_i}{1 + j\omega RC} j\omega RC$$

$$\text{幅频特性： } T(\omega) = \frac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$$

$$\text{相频特性： } \varphi(\omega) = \frac{\pi}{2} - \arctg(\omega RC)$$

22. 无源带通滤波器幅频、相频特性计算公式：

$$\text{幅频特性： } T(\omega) = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$$

$$\text{相频特性： } \varphi(\omega) = -\arctg \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

23. 有源一阶低通滤波器幅频、相频特性计算公式：

$$\text{输出电压： } U_0 = -\frac{U_i}{R_1} \frac{R_i}{1 + j\omega RC}$$

$$\text{幅频特性： } T(\omega) = \frac{R}{R_1} \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$$

$$\text{相频特性： } \varphi(\omega) = -\pi - \arctg(\omega RC)$$

24. 有源二阶低通滤波器固有频率、等效品质因数计算公式：

$$\text{固有频率: } \omega_0 = \frac{1}{RC}$$

$$\text{等效品质因素: } Q' = \frac{1}{3 - \frac{R_F + R_f}{R_f}}$$

25. 有源一阶高通滤波器输出电压、频率特性计算公式：

$$\text{输出电压: } U_0 = -\frac{j\omega RC}{1 + j\omega R_1 C} U_i$$

$$\text{频率特性: } T(j\omega) = -\frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

26. 有源二阶高通滤波器固有频率、等效品质因数计算公式：

$$\text{固有频率: } \omega_0 = \frac{1}{RC}$$

$$\text{等效品质因素: } Q' = \frac{1}{3 - \frac{R_F + R_f}{R_f}}$$

27. 有源带通滤波器固有频率、带宽、品质因数计算公式：

$$\text{固有频率: } f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$\text{带宽: } B = (3 - \frac{R_F + R_f}{R_f}) f_0$$

$$\text{等效品质因素: } Q' = \frac{f_0}{B} = \frac{1}{3 - \frac{R_F + R_f}{R_f}}$$

28. 有源带阻滤波器固有频率、带宽、品质因数计算公式：

$$\text{固有频率: } f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$\text{带宽: } B = 2f_0(2 - \frac{R_F + R_f}{R_f})$$

$$\text{等效品质因素: } Q' = \frac{f_0}{B} = \frac{1}{2(2 - \frac{R_F + R_f}{R_f})}$$

29. T 形电阻网络数模转换器的输出端模拟电压计算公式：

$$U_0 = -\frac{R_F}{3R} \frac{U_R}{2^n} (2^{n-1} d_{n-1} + 2^{n-2} d_{n-2} + \dots + 2^0 d_0)$$

30. 信号均值计算公式:  $\mu_x = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$

31. 信号方差计算公式:  $\sigma_x^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [x(t) - \mu_x]^2 dt$

32. 信号均方值计算公式:  $\psi_x^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt = \sigma_x^2 + \mu_x^2$

33. 信号的自相关函数计算公式:  $R_x(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t)x(t+\tau) dt$

34. 信号的互相关函数计算公式:  $R_{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t)y(t+\tau) dt$

35. 信号的互相关系数计算公式:  $\rho_{xy}(\tau) = \frac{R_{xy}(\tau)}{\sqrt{R_x(0)R_y(0)}}$

$\rho_{xy}(\tau)=1$  说明两信号完全相关;

$\rho_{xy}(\tau)=0$  说明两信号完全不相关;

$0 < \rho_{xy}(\tau) < 1$  说明两信号部分相关。

36. 周期信号傅立叶级数展开式:  $x(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_0 t + b_n \sin n\omega_0 t)$

其中:  $a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$        $a_n = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \cos n\omega_0 t dt$        $b_n = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \sin n\omega_0 t dt$

如果周期信号  $x(t)$  为奇函数时,  $a_n=0$ ,  $a_0=0$ , 此时

$$x(t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin n\omega_0 t$$

如果周期信号  $x(t)$  为偶函数时,  $b_n=0$ , 此时  $x(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\omega_0 t$

37. 非周期函数的傅立叶变换展开式:  $X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-j2\pi ft} dt$

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(f) e^{j2\pi ft} df$$

其中  $X(f)$  是  $x(t)$  的傅立叶正变换,  $x(t)$  是  $X(f)$  的傅立叶逆变换。

### 三、各章节重点难点概述

#### (一)第1章重点难点

第1章主要介绍传感器与传感器检测技术的组成、分类、特性、性能指标以及传感检测技术的地位和作用,还包括传感器及检测系统基本特性的评价指标与选用原则、传感器的标定与校准等基本知识。本章的概念较多,考查方式多以单项选择题和填空题形式出现,但也有简单计算题。

本章重点:

#### 1. 传感器的特性及主要性能指标

##### (1)传感器的静态特性

当传感器的输入量为常量或随时间作缓慢变化时,传感器的输出与输入之间的关系称为静态特性,简称静特性。表征传感器静特性的指标有线性度、灵敏度、重复性等。

##### (2)传感器的动态特性

传感器的输出量对于随时间变化的输入量的响应特性称为传感器的动态特性。动态特性简称动特性。传感器的动特性取决于传感器的本身及输入信号的形式。

##### (3)传感器的性能指标

各种传感器的变换原理、结构、使用目的、环境条件虽各不相同,但对它们的主要性能要求却是一致的。

这些主要性能要求是:

①高精度、低成本。应根据实际要求合理确定静态精度与成本的关系,尽量提高精度,降低成本;

②高灵敏度。应根据需要合理确定灵敏度;

③工作可靠;

④稳定性好,应长期工作稳定,抗腐蚀性好;

⑤抗干扰能力强,

⑥动态特性良好。即动态测量应具有良好的动态特性,

⑦结构简单、小巧,使用维护方便,通用性强,功耗低等。

#### 2. 传感器及检测系统基本特性的评价指标与选用原则

(1)测量范围及量程:测量范围是指传感器在允许误差限内,其被测量值的范围,而量程则是指传感器在测量范围内的上限值和下限值之差。

(2)灵敏度:灵敏度是指传感器输出量的变化量 $\Delta Y$ 与引起此变化的输入量的变化 $\Delta X$ 之比。当传感器或传感检测系统各组成环节的灵敏度分别为 $K_1, K_2, \dots, K_n$ 时,该传感器或传感检测系统的总灵敏度为 $K_0=K_1K_2K_3\cdots K_n$ 。

(3)线性度:线性度是以一定的拟合直线作基准与校准曲线作比较,用其不一致的最大偏差 $\Delta L_{\max}$ 与理论满量程输出值 $Y(=y_{\max}-y_{\min})$ 的百分比进行计算。 $\delta L=[\Delta L_{\max}/Y] \times 100\%$

(4)重复性:重复性是衡量在同一工作条件下,对同一被测量进行多次连续测量所得结果之间的不一致程度的指标。

(5)稳定性:稳定性即在相同条件,相当长时间内,其输入;输出特性不发生变化的能力。影响稳定性的因素是时间和环境。

(6)精确度:表示传感器的输出结果与被测量的实际值之间的符合程度,是测量值的精密程度与准确程度的综合反映。

(7)动态性能:传感器的动态性能反映了传感器对于随时间变化的动态量的响应特性。

(8)环境参数:环境参数主要是指传感器允许使用的工作温度范围以及环境压力、环境振动和冲击等引起的环境压力误差、环境振动误差和冲击误差等等。

本章难点:

传感器的灵敏度的计算方法,注意传感器或传感检测系统的总灵敏度为各组成环节的灵敏度之乘积。

## (二)第2章重点难点

第2章主要介绍位移传感器的类型,位移传感器的结构、工作原理、静态特性、工作原理、使用条件和测装置等。

本章重点:

### 1. 参量型位移传感器

参量型位移传感器的工作原理是将被测物理量转化为电参数,即电阻、电容或电感等。

#### (1)电阻式位移传感器的工作原理及结构特点

电阻式位移传感器是根据导体的电阻率、长度及横截面积的变化引起导体电阻变化的原理制成的,其特点是结构简单,输出信号大,性能比较稳定。

#### (2)电容式位移传感器

电容式位移传感器是利用电容量的变化来测量线位移或角位移的装置。包括:变极距型、变面积型和变介质型等。

#### (3)电感式位移传感器的工作原理、类型及结构特点

电感式位移传感器是将被测物理量位移转化为自感  $L$ 、互感  $M$  的变化,并通过测量电感量的变化确定位移量。

##### ①自感式电感位移传感器

给缠绕在铁心上的线圈通以交变电流,产生磁通,从而形成磁通回路。

##### ②互感式电感位移传感器

将被测位移量的变化转换成互感系数的变化,其基本结构原理与常用变压器类似,故称其为变压群式位移传感器。

##### ③涡流式位移传感器

用电涡流效应将被测量变换为传感器线圈阻抗变化的原理制成。涡流位移传感器在金属体上产生的涡流,其渗进深度与传播器线圈的激励电流的频率有关,所以涡流位移传感器主要分为高频反射和低频透射两种。

电感式位移传感器的特点是功率大、灵敏度高,稳定性好。

### 2. 发电型位移传感器

发电型位移传感器是将被测物理量转换为电源性参量,如电动势、电荷等等。这种传感器实际上是一种能量转换型传感器。这类传感器有磁电型、压电型等。压电式位移传感器的基本工作原理是将位移量转换为力的变化,然后利用压电效应将力的变化转换为电信号。

### 3. 大位移传感器

#### (1)磁栅式位移传感器

磁栅式位移传感器根据用途可分为长磁栅和圆磁栅位移传感器,分别用于测量线位移和角位移。

#### (2)光栅式位移传感器

光栅式位移传感器包括测量线位移的长光栅和测量角位移的圆光栅。

①长光栅位移传感器是在两块光学玻璃上或具有强反射能力的金属表面上,刻有相同的均匀密集的平行细线,根据其莫尔条纹效应来设计的光栅传感器。

②圆光栅是根据环形莫尔条纹效应来设计的光栅传感器。

(3)激光式位移传感器由激光器、光学元件、光电转换元件构成的激光测量系统,将被测位移量转换成电信号,可分为单频激光干涉传感器和双频激光干涉传感器两种。

本章难点:

### 1. 感应同步器的结构和原理



感应同步器是利用电磁感应原理将线位移和角位移转换成电信号的一种装置,可分为直线式和旋转式,分别用于测量线位移和角位移。

2. 实际测量时,感应同步器一般与数显表共同组成一个位移测试系统,根据对滑尺的正、余弦绕组供给励磁电压方式的不同,可分为鉴相和鉴幅式测量系统。**鉴相和鉴幅式测量系统中定尺上的感应电动式计算公式为本章的难点也是重点内容。**

### (三)第3章重点难点

第3章主要介绍力、扭矩及压力传感器的作用、类型、工作原理、动态特性和测量范围等。

本章重点:

#### 1. 应变式测力传感器

##### (1)电阻应变式测力传感器的工作原理

电阻应变式测力传感器是将力作用在弹性元件上,弹性元件在力作用下产生应变,利用贴在弹性元件上的应变片将应变转换成电阻的变化。然后利用电桥将电阻变化转换成电压(或电流)的变化,再送入测量放大电路测量。

##### (2)弹性元件及计算公式

①柱型弹性元件:包括有圆柱形、圆桶形和方柱形等。

②薄壁环型弹性元件:根据工作需要可以制成各种形状。

③梁型弹性元件:根据其支承情况,常用的有悬臂梁式和两端固定梁式两种。

##### (3)应变片的工作原理及电阻应变片

①应变片是非电量电测中一种常见的转换元件。工作原理:在一根导线上,在沿轴向的拉力 $F$ 作用下,导线被拉长,其长度为 $L$ ,横截面积 $S$ 和电阻率 $\rho$ 都会发生变化。

②丝式电阻应变片也称为敏感栅,对金属丝有较高的要求。

a 具有较高的电阻系数。

b. 具有尽可能大的电阻应变灵敏度系数,而且要求电阻应变灵敏度系数在尽可能大的应变范围内保持为常数。

c 具有较小的温度系数。

d. 具有较高的弹性极限,以便得到较宽的应变测量范围。

e.良好的加工性和焊接性。

f. 对铜的热电动势要小。

③箔式应变片的结构与丝式电阻应变片基本相同,只是制作方法不同,与丝式电阻应变片相比,有许多优点。

a, 金属箔很薄,因而所感受的应力状态与试件表面的应力状态更接近。

b. 箔式敏感栅面积大,散热条件好,允许通过较大的电流,因此灵敏度比较高,输出信号的功率比较大,可为丝式电阻应变片的100—400倍。

c 箔式敏感栅的尺寸可以做得很准确,基长可以很短,并能制成任意形状,从而可扩大使用范围。

d. 便于成批生产。

④半导体应变片的工作原理是基于压阻效应。压阻效应是指固体受到应力作用时,其电阻率发生变化。

##### (4)应变片的布置和接桥方式

应变片的布置和电桥连接应根据测量目的、对载荷分布的估计以及在复合载荷下测量应变时应能消除相

互影响等情况而定。电桥有单臂、双臂,四臂等工作方式,其输出电压的计算公式见下表。

应变仪电桥工作方式和输出电压

工作方式	单 臂	双 臂	四 臂
应变片所在桥臂	R1	R1 R2	R1 R2 R3 R4
输出电压 $U_o$	$U_i K \varepsilon / 4$	$U_i K \varepsilon / 2$	$U_i K \varepsilon$

## 2. 压电式力传感器

压电式力传感器是基于压电元件的压电效应而工作的。

(1) 正压电效应：当某些晶体沿一定方向受外力作用而变形时，在其相应的两个相对表面产生极性相反的电荷，当外力去掉后，又恢复到不带电状态，这种物理现象称为正压电效应。

(2) 逆压电效应：在某些晶体的极化方向(受力能产生电荷的方向)施加外电场，晶体本身将产生机械变形，当外电场撤去后，变形也随之消失，这种物理现象称为逆压电效应。

(3) 压电式传感器的等效电路和前置放大器。

(4) 压电式力传感器的类型、结构、性能指标和选用原则

① 量程和频带的选择：对被测力的大小加以估计，选择量程适宜的传感器，使所测力的大小不超过额定量程。所选传感器的工作频带能覆盖待测力的频带。

② 电荷放大器的选择：测量准静态力(低频)信号，要求电荷放大器输入阻抗高于  $10^{12} \Omega$ ，低频响应为  $0.001\text{Hz}$ 。

③ 电缆选择：选用受振动、压力变化等影响所产生噪声小的低噪声电缆。

## 3. 压磁式力传感器

压磁效应：在机械力作用下，铁磁材料内部产生应力或应力变化，使磁导率发生变化，磁阻相应也发生变化的现象称为压磁效应。

## 4. 电阻应变式扭矩传感器

原理：当轴类零件受扭矩作用时，在其表面产生切应变，此应变可用电阻应变片测量。

## 5. 压磁式扭矩仪

压磁式扭矩仪又称磁弹式扭矩仪，根据磁弹效应原理来工作。根据磁弹效应，受扭矩作用的轴的导磁性(磁导率)也要发生相应变化，即磁导率发生变化，从而引起线圈的感抗变化，通过测量电路测量感抗的变化可确定扭矩。

## 6. 电容式扭矩测量仪

电容式扭矩测量仪是利用机械结构，将轴受扭矩作用后的两端面相对转角变化变换成电容器两极板之间的相对有效面积的变化，引起电容量的变化来测量扭矩。电容式扭矩传感器的主要优点是灵敏度高。测量时它需要集流装置传输信号。

## 7. 光电式扭矩传感器

光电式扭矩传感器的工作转速为  $100 \sim 800\text{r/min}$ ，测量精度为  $1\%$ 。

## 8. 钢弦式扭矩传感器

钢弦式扭矩传感器是将扭矩转换成钢弦固有频率变化进行工作。

## 9. 液柱式压力计

液柱式压力计利用液柱产生的压力与被测介质压力相平衡的原理进行测压。

## 10. 活塞式压力计

活塞式压力计广泛应用于基准和标定工作中，此种压力计利用力平衡原理制成。

## 11. 弹性式压力传感元件

指针式压力计和压力传感器都是根据弹性变形原理工作的。某种特定形式的弹性元件，在被测流体和气体压力作用下，将产生与被测压力成一定函数关系的机械变位(或应变)，经转换装置转换成指针的偏转，从而直接指示被测压力的大小，此转换装置就是压力传感器。

## 12. 电量式压力计

电量式压力计是用各种传感器或测量元件将压力变换成电量或电参数，再经后接相应的

测量电路进一步变换，最后由显示或记录仪显示或记录下来，以实现压力测量的装置。

#### (1)电容式压力传感器

电容式压力传感器是将压力转换成电容的变化，经电路变换成电量的输出。电容式压力传感器的特点是灵敏度高，适合测量微压，频响好，抗干扰能力强。

#### (2)应变式压力传感器

应变式压力传感器的工作原理是利用应变片将弹性元件在压力作用下产生的应变转换成电量的变化。应变式压力传感器的特点是体积小，重量轻，精度高，测量范围宽，频响高，同时耐压，抗振。

#### (3)压阻式压力传感器

压阻式压力传感器是利用压阻效应将压力变换成电阻的变化实现压力测量。压阻式压力传感器的特点是频响宽，动态响应快，测量范围宽等。

#### (4)电感式压力传感器

此种传感器是将压力变化转换成电感变化，通过测量电路再将电感变化转换成电量实现压力测量。其特点是频响低，适用于静态或变化缓慢压力的测量。

#### (5)涡流式压力传感器

涡流式压力传感器是利用涡流效应将压力变换成线圈阻抗的变化，再经测量电路转换成电量。涡流式压力传感器有良好的动态特性，适合在爆炸等极其恶劣的条件下工作。

#### (6)霍尔式压力传感器

适用于静态或变化缓慢压力的测量。

#### (7)压电式压力传感器

压电式压力传感器具有频响宽、可测压力范围大、体积小、重量轻、安装方便、可测多向压力等特点。

本章难点：

1. 电阻应变式测力传感器的计算方法。
2. 压电式测力传感器的计算方法。
3. 应变片的布置和各种接桥方式的计算方法。

#### (四)第4章重点难点

第4章主要介绍机电一体化系统中速度、加速度的检测方法，常用的测速传感器、加速度传感器的种类、工作原理和选用方法等。

本章重点：

#### 1. 测速发电机

(1)测速发电机是机电一体化系统中用于测量和自动调节电机转速的一种传感器。它利用的是电磁感应原理。

#### (2)机电一体化系统中对测速发电机的要求

- ①输出电压对转速应保持较精确的正比关系；
- ②转动惯量要小；
- ③灵敏度要高，即测速发电机的输出电压对转速的变化反应要灵敏。

#### (3)直流测速发电机

直流测速发电机是一种微型直流发电机。它的定子、转子结构与直流伺服电动机基本相同。

- ①直流测速发电机的输出特性：直流测速发电机的工作原理与一般直流发电机相同。
- ②直流测速发电机产生误差的原因
  - a. 有负载时，电枢反应去磁作用的影响，使输出电压不再与转速成正比。
  - b. 电刷接触压降的影响。
  - c. 温度的影响。

(4)交流测速发电机的分类，永磁式，感应式、脉冲式。

①永磁式交流测速发电机的定子绕组感应的交变电动势的大小和频率的计算方法。

$$f = \frac{pn}{60}$$

$$E = 4.44 f N K_w \phi_m = 4.44 \frac{p}{60} N K_w \phi_m n = K n$$

式中：K—常数， $k = 4.44 \frac{p}{60} N K_w \phi_m$

P—电机极对数；

N—定子绕组每相匝数，

K<sub>w</sub>—定子绕组基波绕组系数，

φ<sub>m</sub>——电机每极基波磁通的幅值。

②感应式交流测速发电机输出电动势的频率计算方法。 $f = \frac{Z_r n}{60} \quad \text{HZ}$

式中 Z<sub>r</sub>—转子齿数；

n—电动机转速(r / min)。

## 2. 变磁通式速度传感器

(1)变磁通式速度传感器的工作原理。

(2)变磁通式速度传感器的转速计算公式  $n = 60f / z$

角速度计算公式： $\omega = 2\pi f / z$

## 3. 霍尔式速度传感器

(1)霍尔式速度传感器的工作原理：利用霍尔效应的传感元件，既可测量位移也可测量转速。

(2)霍尔式速度传感器的转速计算公式： $n = 60f / z$ ，角速度计算公式  $\omega = 2\pi f / z$ 。

## 4. 电涡流式速度传感器

(1)电涡流式速度传感器的工作原理：利用电涡流效应的传感元件，既可测量位移也可测量转速。

(2)电涡流式速度传感器的转速计算公式：

$n = 60f / z$  角速度计算公式： $\omega = 2\pi f / z$

## 5. 陀螺式角速度传感器：包括转子陀螺、压电陀螺、激光陀螺和光纤陀螺等。

## 6. 压电式加速度传感器

(1)利用压电陶瓷的压电效应可构成不同使用要求的振动加速度传感器，压电式加速度传感器三种原理结构：压缩型、剪切型、弯曲型。

(2)压电式加速度传感器的特点

压电式加速度传感器可以作得很小，重量很轻，故对被测机构的影响就小。压电传感器本身的内阻抗很高，而输出的能量又非常微弱，因此在使用时，必须接高输入阻抗的前置放大器。这类放大器有电压放大器和电荷放大器。

(3)压电式加速度传感器的灵敏度有电压灵敏度和电荷灵敏度两种。前者是加速度传感器输出电压与所承受加速度之比，后者是加速度传感器输出电荷与所承受加速度之比。

本章难点：

1. 测速发电机在理想状态下系数 C<sub>e</sub> 和 C 与输出电压的关系与计算。

2. 霍尔式和电涡流式速度传感器输出信号频率与转速之间的关系与计算。

(五)第 5 章重点难点

第5章主要介绍视觉、触觉传感器的类型、工作原理、使用范围和正确选用原则。

本章重点：

### 1. 视觉传感器在机电一体化系统中的作用

(1)进行位置检测

(2)进行图像识别。

(3)进行物体形状、尺寸缺陷的检测。

### 2. 视觉传感器的主要组成

(1)照明部：为了从被测物体得到光学信息而需要用灯，是充分发挥传感器性能的重要条件。

(2)接收部：由透镜和滤光片组成，具有聚成光学图像或拉出有效信息的功能。

(3)光电转换部，将光学图像信息转换成电信号。

(4)扫描部：将二维图像的电信号转换为时间序列的一维信号。

### 3. 光电式摄像机的原理

这种摄像机是由接收部分、光电转换部分和扫描部分组成的二维视觉传感器。其光导摄像管是一种兼有光电转换功能和扫描功能的真空管，经透镜成你的光信号在摄像管的靶面上作为模拟量而被记忆下来。从阴极发射的电子束依次在靶面上扫描，将图像的光信号转换成时间序列的电信号输出。 i •

### 4. 固体半导体摄像机

它有许多光电二极管组成阵列，作为摄像机的感光部分以代替光导摄像管。固体半导体摄像机由摄像元件(CCD)、信号处理电路、驱动电路和电源组成。CCD 摄像元件是一种 MOS 型晶体管开关集成电路。

### 5. 激光式视觉传感器

这种传感器用作激光扫描器来识别商品上面的条形码。

### 6. 红外图像传感器的原理

是把波长(2—20)um 的红外光图像转换成如同电视图像的时序扫描信号输出的传感器。通常由红外敏感元件和电子扫描电路组成。

### 7. 人工视觉系统的硬件组成

一般由图像输入、图像处理、图像存储和图像输出 四个子系统构成。

本章难点：

图像信息处理技术和方法中的 Sobel 算法。

## (六)第6章重点难点

第6章主要介绍温度传感器的基本原理，各种温度传感器的组成、分类特点和标定方法。

本章重点：

### 1. 热电偶式温度传感器

(1)热电偶式温度传感器的基本原理

热电偶式温度传感器属于接触式热电动势型传感器。它的工作原理是热电效应。即当两种不同的金属导体两端相互紧密地连接在一起组成一个闭合电路时，由于两个接触点温度不同，回路中将产生热电动势，并有电流通过，这种把热能转换成电能的现象称为热电效应。

(2)热电偶的组成

理论上，任何两种金属材料都可配制成热电偶，但是选用不同的材料会影响到测温的范围、灵敏度、精度和稳定性等。通常由热电极，绝缘材料、接线盒和保护套等组成。

(3)热电偶的种类

①普通热电偶；

②铠装热电偶；

③薄膜热电偶；

④并联热电偶；

⑤串联热电偶。

(4)各种热电偶的特点。

## 2. 电阻式温度传感器

(1)热电阻式温度传感器的分类

①金属热电阻式温度传感器：这种传感器的温度敏感元件是电阻体，电阻体由金属导体构成。其测温机理是在金属导体两端加电压后，使其内部杂乱无章运动的自由电子形成有规律的定向运动，而使导体导电。

②热敏电阻式温度传感器：这种传感器的敏感元件是对温度非常敏感的热敏电阻，所用材料是陶瓷半导体，其导电性取决于电子—空穴的浓度。

(2)金属热电阻式温度传感器的阻温特性。

(3)热敏电阻式温度传感器的阻温特性。

(4)热敏电阻式温度传感器分类：正温度系数热敏电阻，临界温度系数热敏电阻，负温度系数热敏电阻。

## 3. 非接触式温度传感器

工作原理：当物体受热后，电子运动的动能增加，有一部分热能转变为辐射能，辐射能力的多少与物体的温度有关。

分类：全辐射式温度传感器、亮度式温度传感器、比色式温度传感器。

## 4. 半导体温度传感器

是以半导体 P-N 结的温度特性为理论依据基础。因为当 P-N 结正向压降或反向压降保持不变时，正向电流和反向电位都随着温度的改变而改变，而当正向电流保持不变时，P-N 结的正向压降随温度的变化而近似于线性变化，大约以  $2\text{mV} / ^\circ\text{C}$  的斜率随温度变化。因此，利用 P-N 结的这一特性，可以对温度进行测量。半导体温度传感器利用晶体二极管和晶体三极管作为感温元件。

本章难点：

热电偶的测温方法及热电动势和温度之间的关系。

### (七)第 7 章重点难点

第 7 章主要介绍气敏传感器、湿度传感器、水份传感器的基本原理及类型与结构的特点、适用范围和正确使用。

本章重点：

## 1. 气敏传感器

(1)气敏传感器是一种将检测到的气体成份和浓度转换为电信号的传感器。

(2)分类：烧结型、薄膜型、厚膜型三种。

## 2. 湿敏传感器

湿敏元件利用湿敏材料吸收空气中的水份而导致本身电阻值发生变化的原理而制成。

1. 绝对湿度：是指一定大小空间中水蒸气的绝对含量，也称为水气浓度或水气密度。

2. 相对湿度：是指为某一被测蒸气压与相同温度下饱和蒸气压比值的百分数，是一个无量纲值。

(3)绝对湿度与相对湿度的关系，绝对湿度给出了水份在空间的具体含量，相对湿度则给出了大气的潮湿程度。

## 3 各种湿敏元件

氯化锂湿敏元件、半导体陶瓷湿敏元件、热敏电阻式湿敏元件、高分子膜湿敏元件、金属氧化物陶瓷湿敏元件等。

## 4. 结露传感器

1)工作原理基于吸收水份后,导电粒子的间隔扩大,电阻增大,并且结露传感器的电路具有开关特性。

2) 结露传感器的优点

①实际使用时,传感器特性并不因表面的垃圾和尘埃以及其它气体的污染而受影响,

②可以用于高湿状态:

③具有快速开关特性,所以工作点变动小;

④工作电路可用直流电压。

5. 水份传感器的工作原理与结构。

本章难点:

各种气敏、湿度、水份传感器的工作原理与特点。

(八)第 8 章重点难点

第 8 章介绍了传感检测系统的组成及检测系统的抗干扰问题,主要包括电桥、调制与解调器、滤波器、A/D 及 D/A 转换器等的工作原理与用途。

本章重点:

1. 检测系统的组成

一个完整的传感检测系统通常由传感器、中间转换(信号调理)电路、微机接口电路、分析处理及控制显示电路等部分组成,分别完成信息的获取、转换、传输、分析处理、显示记录等功能。

传感器处于被测对象与检测系统的界面位置,为监测系统提供必须的原始信号。中间转换电路是将传感器的输出信号转换成易于测量或处理的电压或电流信号。

2. 电桥

(1)直流电桥输出端电压的计算公式。

(2)交流电桥输出端电压的计算公式。

(3)平衡状态下电桥的应用,其应用是基于零测法。

(4)不平衡状态下电桥的应用,其应用是基于偏差测员法。

(5)单臂电桥、差动电桥、有源电桥的灵敏度计算方法。

(6)单臂电桥、差动电桥、有源电桥的非线性误差的计算方法。

(7)电桥的调零

测量时,由于是利用了电桥的不平衡输出反映被测量的变化情况,因此,测量前电桥的输出应调为零,称电桥调零。电桥调零通常采用串联调零和并联调零两种方法。

3. 调制与解调

(1)调制:将直流信号变换成交流信号的过程,称为调制。

(2)解调:当直流信号被调制成交流信号后,若再将该交流信号还原成直流信号,称为解调。

4. 无源滤波器

(1),一阶 RC 低通滤波器的输出电压及频率特性。

(2)一阶高通滤波器的输出电压及频率特性。

(3)带通滤波器的输出电压及频率特性。

5. 有源滤波器

(1)有源滤波器的组成和优点

有源滤波器由运算放大器和 RC 网络组成。与无源滤波器相比,有如下优点:

①有源滤波器不用电感线圈,因而在体积、重量,价格、线性度等方面具有明显的优越性,便于集成化。

②由于运算放大器输入阻抗高。输出阻抗低,可以提供良好的隔离性能,可提供所需增益。

③可以使低频截止频率达到很低范围。



- (2)一阶低通滤波器的输出电压及频率特性。
- (3)二阶低通滤波器的输出电压及频率特性。
- (4)一阶高通滤波器的输出电压及频率特性。
- (5)二阶高通滤波器的输出电压及频率特性。
- (6)带通滤波器的输出电压及频率特性。
- (7)带阻滤波器的输出电压及频率特性。

#### 6. 数字滤波

数字滤波能够用数学计算的方法增强信号、降低干扰,提取有用信息。它与模拟滤波相比有许多优点:由于数字滤波利用程序来实现,因而不需要增加硬件,而且可靠性高,稳定性好,灵活方便。常用的数字滤波方法有:限定最大偏差法;算术平均值法;加权平均滤波法等。

#### 7. 数 / 模(D / A)转换

- (1)数 / 模转换原理及计算方法: T 形电阻网络数 / 模转换原理。
- (2)数 / 模转换器的技术指标: 分辨率、精度、线性度、输出电压(或电流)的建立时间等。

#### 8. 模 / 数(A / D)转换

- (1)模 / 数转换原理及计算方法: 逐次逼近法。
- (2)模 / 数转换器的技术指标: 分辨率、相对精度、转换速度等。

#### 9. 传感检测信号的细分与辨向原理

- (1)四倍细分原理及电路。
- (2)辨向原理及电路。

#### 10. 传感检测系统中抑制干扰的方法; 接地、屏蔽、隔离、滤波等。

#### 11. 传感检测系统中的微机接口

- (1)开关量接口方式。
- (2)数字量接口方式。
- (3)模拟量接口方式。

本章难点:

- 1. 无源及有源一、二阶滤波器的幅频特性分析。
- 2. 电桥的灵敏度计算和非线性误差的分析。
- 3. 有源滤波器的品质因数、中心频率、带宽的计算。
- 4. T 形电阻网络数 / 模转换器输出电压计算。

#### (九)第 9 章重点难点

第 9 章主要介绍信号的分类、信号的时域、幅值域、频域分析及相关分析和谱密度,信号分析及其在振动测试中的应用。

本章重点:

#### 1. 信号的幅值描述

- (1)信号的均值  $\bar{u}_x$  的计算方法。
- (2)信号的方差  $\sigma^2_x$  的计算方法。
- (3)信号的均方差  $\phi^2_x$  的计算方法。
- (4)信号的概率密度函数  $p(x)$  的计算方法。

#### 2. 信号的相关描述

- (1)信号的自相关函数  $R_x(\tau)$  的计算方法。
- (2)信号的互相关函数  $R_{xy}(\tau)$  的计算方法。
- (3)信号的互相关系数  $\rho_{xy}(\tau)$  的计算方法。

#### 3. 信号的频域描述



- (1)周期信号的傅里叶级数和频谱计算方法。
- (2)周期信号频谱的特点：离散性、收敛性、谐波性。
- (3)典型周期信号的傅里叶级数和频谱。
- (4)非周期信号与连续频谱的傅立叶变换。

#### 4. 信号分析在振动测试中的应用

##### (1)振动测试的目的和内容

振动测试的目的包括：

- ①检查机器运转时的振动特性，检验产品质量，为设计提供依据。
- ②考核机器设备承受振动和冲击的能力及对系统的动态响应特性进行测试。
- ③分析查明振动产生的原因，寻找振源，为减振和隔振措施提供资料。
- ④对工作机器进行故障监控，避免重大事故发生。

振动测试的内容包括：

##### 1.振动参数的测试。

##### 2.物体结构参数的测试。

##### (2)振动的类型

振动的分类方法很多，按产生振动的原因可分为自由振动、强迫振动和自激振动；按振动系统结构参数特性可分为线性振动和非线性振动；按振动的规律可分为确定性振动和随机振动。



##### (3)振动的激励方式

- ①稳态正弦激振。其工作原理是对被测对象施加一个稳定、单一频率的正弦激振力。
- ②随机激振。随机激振一般用白噪声或伪随机信号发生器作为信号源，是一种宽带激振方法。
- ③瞬态激振。瞬态激振与随机激振一样，同属宽带激振法，所以可由激振力和响应的自谱密度函数和互谱密度函数求得系统的频响函数。

##### (4)测振系统的组成。

本章难点：

1. 信号的均值  $\bar{u}_x$ 、方差  $\sigma^2 x$ 、均方差  $\Phi^2 x$ 、信号的概率密度函数  $p(x)$  的计算。
2. 典型周期信号：方波、三角波、锯齿波等的傅里叶级数和频谱，频谱图的绘制。

#### (十)第 10 章重点难点

第 10 章介绍传感器在机电一体化系统中的作用，主要包括传感器在工业机器人、CNC 数控加工中心、三坐标测量机、汽车机电一体化和家用电器中的应用，属一般了解内容。

#### 四、题型特点及应试技巧

##### (一)单项选择题

通过单项选择题主要可以考查考生对基本概念、基本知识的记忆。这种题型一般由题干和四个备选答案两部分构成。题干描述了试题的来龙去脉，给出了已知的条件和回答问题的范围、层次、角度等要求。四个备选答案中只有一个，而且必须有一个选项是正确的。其他三个选项叫做干扰选项，起到检测考生对问题理解的准确性的作用。

例 1 下列选项中不属于电感式传感器的是( )

- A. 压磁式传感器    B. 感应同步式传感器    C. 自感式传感器    D. 霍尔式传感器

[答案] D

此类为概念题，考查考生对基本概念的掌握程度，题干首先说明解题的范围，题目后面给出了四个备选项，每个选项都涉及了一种可能性，但是只有一个选项是正确的。

例 2 某光栅栅距为 0.01mm，光栅条纹间的夹角为 1.8 度，则莫尔条纹的宽度为 ( )

- A. 0.16mm    B. 0.32mm    C. 0.0056mm    D. 0.011mm

[答案] B

此类为简单计算题，考查考生对基本公式的掌握程度，莫尔条纹的计算公式为： $BH=w/\theta$ ，题目后面给出了四个备选项，有三个干扰项，只有一个选项是正确的，通过计算，不难找到正确答案。

## (二)填空题

填空题考查的重点主要是一些识记性的知识点，以及对一些简单的计算公式的记忆，考生在复习时，应注意对一些概念、识记性的知识点要熟练掌握，不可出现只记个大概意思，填空题也在于考查考生对知识掌握的准确程度。

例 1 将直流信号变换成交流信号的过程，称为\_\_\_\_\_。

[答案] 调制

此类为概念题，考查考生对基本概念的掌握程度。

[例 2]用变磁通式速度传感器测量角速度时的计算公式是\_\_\_\_\_。

[答案]  $\omega = 2\pi f/Z$

此类为简单计算题，若查考生对基本公式的掌握程度。

## (三)问答题

问答题要求按着题意对问题做出简洁、正确的回答。该题型主要考查对基本概念、基本知识或基本操作的掌握程度，这类题目比较简单，往往是教材中现成的内容。

[例题]传感检测系统中微机接口的基本方式有哪些？

[答案] 有三种方式：

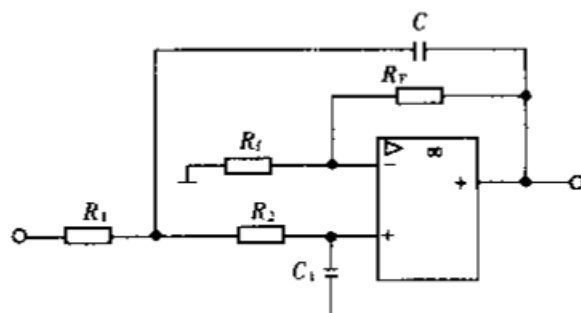
(1)开关量接口方式； (2)数字量接口方式； (3)模拟量接口方式。

问答题的答案要求规范、标准，内容正确、完整。切忌将所有可能的内容全部写出，一般要求答案简洁，但是应当注意将关键词语答出。

## (四)计算题

这种题目要求考生要熟练掌握有关的公式，并且能在头脑中理解如何正确使用相关的公式。

[例题]如图所示的一个二阶低通滤波器，若其固有频率为  $f_0 = 1\text{kHz}$ ，等效品质因数  $Q' = 1$ ，图中电容值  $C = 0.1\text{PF}$ ，试求电阻  $R_f$  和  $R_F$  的值。



[答案] 由  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ ,

[答案]  $f_0 = 1/2 \pi RC$

得  $1/(2 \pi RC) = 1/(2 \pi R \times 0.1 \times 10^{-6}) = 1000$

所以  $R = 1/(2 \pi f_0 C) = 1/(2 \pi \times 1000 \times 0.1 \times 10^{-6}) = 1591.51$

取  $R = 1.6 \text{ k}\Omega$

由等效品质因数, 得

$$Q' = \frac{1}{3 - \frac{R_F - R_f}{R_f}} = 1 \quad (1)$$

由运放的电阻对称条件可知, 电阻  $R_f$  与  $R_F$  的并联等效值为

$$R_f // R_F = 2R = 3.2 \text{ k}\Omega \quad (2)$$

联立(1)、(2), 解得

$$R_f = 7.5 \text{ k}\Omega, R_F = 5.6 \text{ k}\Omega$$

考生要重点复习教材中的有关公式, 加强对公式的运用能力, 所以考生必须要把教材学好学通。做计算题, 考生必须具有良好扎实的理解、运用能力。

#### (五)应用题

这种题目要求考生在熟练掌握有关的公式的基础上, 能够运用一个或多个知识点, 分析和解决一般应用问题。

[例题] 已知某位移传感器测得的数据如下表, 试用最小二乘法将该传感器拟合成  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$  形式的公式(结果保留两位小数)。

$x_i$	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2
$y_i$	2	5	9	13	11	6

[答案] 由已知可得,  $m=5$ , 方程的个数为  $n=2$ , 代入方程:

$$\sigma = \sum (y - y_i)^2$$

$$\text{以及最小值条件 } \frac{\partial \sigma}{\partial a_k} = 0 \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

得以下三个方程

$$6a_0 + \left(\sum_{i=0}^5 x_i\right)a_1 + \left(\sum_{i=0}^5 x_i^2\right)a_2 = \sum_{i=0}^5 y_i$$

$$\left(\sum_{i=0}^5 x_i\right)a_0 + \left(\sum_{i=0}^5 x_i^2\right)a_1 + \left(\sum_{i=0}^5 x_i^3\right)a_2 = \sum_{i=0}^5 x_i y_i$$

$$\left(\sum_{i=0}^5 x_i^2\right)a_0 + \left(\sum_{i=0}^5 x_i^3\right)a_1 + \left(\sum_{i=0}^5 x_i^4\right)a_2 = \sum_{i=0}^5 x_i^2 y_i$$

把  $x_i$  和  $y_i$  的数值代入方程, 得:

$$6a_0 + 13.2a_1 + 31.84a_2 = 46$$

$$13.2a_0 + 31.48a_1 + 82.368a_2 = 109.6$$

$$31.48a_0 + 82.368a_1 + 224.1307a_2 = 274.24$$

求得:  $a_0 = 8.02, a_1 = -3.44, a_2 = 1.36$

最后得出的拟合经验公式为:  $y = 8.02 - 3.44x + 1.36x^2$

考生要重点复习教材中的有关公式和方法，并加强对公式的综合运用能力。

#### 五、复习建议

合理的复习计划往往能达到事半功倍的效果，那么如何制定冲刺阶段的复习计划呢？我推荐以下的步步复习法。

(一)抽出半个月到 20 天的时间，把书上可能要考的内容好好的总结一下。课文中涉及的重要公式和重要概念，最好都分类摘抄下来并熟记。

(二)通过一定量的模拟训练来熟悉考试题型、提高实战能力。模拟训练应注意以下几点：

1. 做题时，一定要独立完成。不管做题的过程如何，都要硬着头皮去做，只有这样才能在考场中发挥自如。

2. 保持一定的频率。至少一周应该完成两套试题，否则达不到强化的效果。

3. 及时总结。每做完一套题，都要弄清做错題的错误原因，避免下次再犯同样的错误。如果做完几套题后还出现同样的错误，一定要找出错误的原因，同时请老师或成绩较好的同学对相关內容作详细的讲解，并有针对性地多做巩固练习，直到问题得到真正的解决。

4. 做完 10 套左右的模拟题后，应该再做几套最近几年的真题。这时你可以对自己的实际水平有一个比较准确的估计，哪些方面是自己的长处，哪些方面还存在薄弱的环节，然后就可以利用最后一两周的时间来进行弥补。

5. 除了做题，考生还应以课本为主要复习重点。以免造成避重就轻。

(三)最后一周的总复习。考试前的最后一周应该再来一次全面的总复习，复习内容包括第一步中抄下来的课文中的重点公式、重点内容，再次，考生要针对经常出现的错误总结出答题技巧，如果时间充裕，可以把近年的真题再做一遍。相信经过用功、充分的准备，一定能够取得好的成绩。

#### 六、寄语

考前的扎实复习对于考生来说是至关重要的，同时希望在考场中有良好的发挥，这也很关键。希望同学们在考试前做好充分准备，比如要保证良好的睡眠，把考前需要带的东西整理好放在明显的地方，提前确定考试时间和考试地点等。

考试过程中切记不要紧张，不要看表，静下心来，认真审题，在看清题目，理解题意的基础上，一道题一道题接着做。字体不管是否美观，但要做到工整、清晰。

如果做完所有题离考试结束还有一段时间，请不要急于交卷，要把做好的题从头到尾检查一遍，此过程中，需要注意的是，如果你对此答案没有十足的把握，请不要轻易改动答案，这即是相信你的第六感觉的道理。最后，祝愿所有使用本书的考生都能顺利过关，同时，如果

您在使用本书过程中发现有任何疏漏之处，或者您有更好的建议，欢迎您提出您的宝贵建议，我们将不胜感激。最后，祝愿所有的考生顺利过关！