

## 第六次课 检测元件

### 一. 基本内容介绍

介绍机电系统中常用的检测元件。

检测元件的作用 { 检测需检测的量  
提供信息构成闭环控制系统

### 二. 授课思路

本部分内容比较简单, 稍做介绍即可, 相应的内容  
在后续课程中会进行介绍 (再学习)

### 三. 授课内容安排

#### 1. 检测元件的作用

① 获取信息 ② 将信息转换成相应的电信号

#### 2. 速度传感器

包括测速发电机, 桥式速度传感器, 增量式光电  
脉冲码盘

## (1) 测速发电机

转速  $\Rightarrow$  电压

$$U_0 = k\omega = k\omega' \frac{d\theta}{dt}$$

### ☆ 异步(交流)测速发电机

✓ 结构: (空心杯)

✓ 原理:

交变磁场  $\leftarrow \Phi_f = \Phi_m \sin \omega t$

转子静止时, 磁场方向

与 WC 轴线垂直, 故无电压输出。

当转子输出动作后, 切割磁感线  $\Phi_m$ 。

$$e_p = Blv \quad \therefore E_p \propto \Phi_m \cdot n$$

当  $U_f$  不变时,  $\Phi_m$  也不变

$$\therefore E_p \propto n$$

$E_p$  产生一个脉动磁通  $\Phi_2$ , 其方向与 WC 绕组重合。

则在 WC 上感应出  $e$ 。

$$e \Rightarrow E \propto \Phi_2 \propto E_p \propto n$$

$$\therefore E_0 = kn$$

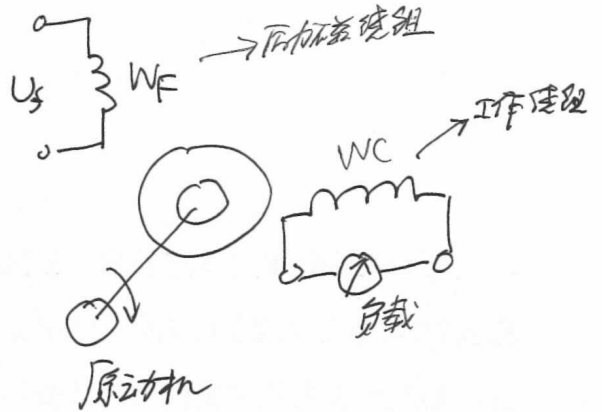
✓ 技术指标

剩磁电压

线性误差:  $\delta = \frac{\Delta U_{\max}}{U_{\max}} \times 100\%$

相位误差: 输出电压信号与 ~~输入~~ 磁通电压之间的相位差

灵敏度: 斜率



## ✓ 注意问题

① 使用并维持  $U_s$  和  $f$  恒定

② 注意温度补偿

## ☆ 直流测速发电机

结构、原理与直流发电机一致

$$U_{ao} = E = C_e n \propto n$$

特性:  $U_a = E - I_a R_a$

$$\text{又 } I_a = U_a / R_L$$

$$\therefore U_a = C_e n / (1 + \frac{R_a}{R_L})$$

推导

$$\begin{aligned} U_a &= C_e n - \frac{U_a}{R_L} \cdot R_a \\ \Rightarrow (1 + \frac{R_a}{R_L}) U_a &= C_e n \end{aligned}$$

直流测速发电机与异步测速发电机的比较  
在书上 115 页

## ☆ 无刷直流测速发电机

电子换向

## (2) 增量式光电脉冲编码器

{ 测角位移  
测速

① 码盘的工作原理

{ 测转速  
测方向 } 与结构相关

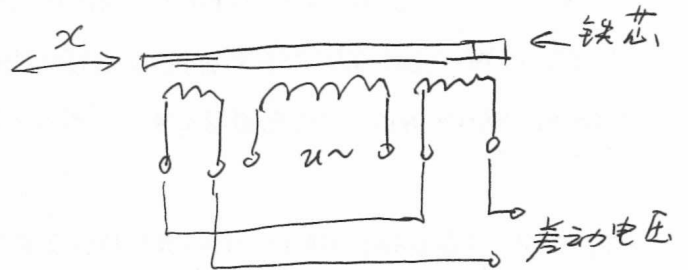
②优点：结构简单、检测可靠、精度较高  
数字化输出

### 3. 线位移传感器

差动变压器、感应同步器、光栅传感器等

#### (1) 差动变压器

##### ① 结构与工作原理



$$e = e' + e''$$

$$= k U_m \sin \theta_1 \sin \omega t \cos \theta - k U_m \cos \theta_1 \sin \omega t \sin \theta$$

$$= k U_m \sin \omega t \sin(\theta_1 - \theta)$$

②优点：无磨损，力矩小，灵敏度高，精度高

线性度好。缺点：测量范围小

#### (2) 感应同步器

包括定尺和滑尺，利用电磁感应原理工作

鉴相型和鉴幅型。

鉴相型：

$$e = k U_m \sin \omega t \cos \theta + k U_m \cos \omega t \sin(\theta + 90^\circ)$$

$$= k U_m \sin \omega t \cos \theta + k U_m \cos \omega t \sin \theta$$

$$= k U_m \sin(\omega t - \theta) = k U_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\tau} x)$$

鉴相型：检测相位差

鉴幅型：加在A、B上两频率相同但幅值不同的电压信号

$$U_A = U_m \sin \theta_1 \sin \omega t$$

$$U_B = U_m \cos \theta_1 \sin \omega t$$

$$e = e' + e'' = K U_m \sin \theta_1 \sin \omega t + K U_m \cos \theta_1 \sin \omega t \sin \theta_2$$

$$= K U_m \sin \omega t \sin(\theta_1 - \theta_2)$$

$$= \underline{K U_m \sin(\theta_1 - \theta_2) \sin \omega t}$$

检测幅值

优点：检测精度高 ( $1\mu m$ )，分辨率高 ( $0.2\mu m$ )

非接触式，响应频率高，安装方便

#### 4. 角位移传感器

(何那电位器，自整角机，旋转变压器，光电码盘等)

(1) 何那电位器

桥式结构，用于比较测量。

$$\Delta U = K \Delta \theta$$

优点：简单、便宜，精度不高，易磨损。

## (2) 绝对式光电编码器

圆盘上的码道，利用经相码道进行编码

如何编码？

$\left\{ \begin{array}{l} \text{二进制 (由外} \rightarrow \text{内)} : \text{粗大误差} \\ \text{循环码 (又称格雷码)} : \text{消除粗大误差} \end{array} \right.$

## 四. 布置作业

无. 本部分为介绍性，认知型内容

不布置作业.