

# 自动控制实践I-22

## - 感应同步器



## 复 习

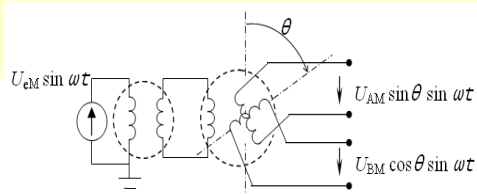
### 旋转变压器 (Resolver)

原方绕组的端电压为：

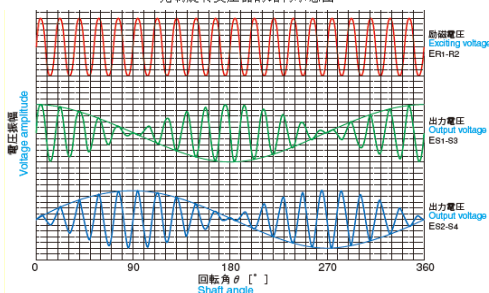
$$u_e = U_{eM} \sin \omega t$$

则副方得到：

$$\begin{cases} u_A = U_{AM} \sin \theta \sin \omega t \\ u_B = U_{BM} \cos \theta \sin \omega t \end{cases}$$



无刷旋转变压器的结构示意图



## 复 习

旋变是基于变压器原理的角位移测量元件

输出绕组电压信号幅值和转角成正弦和余弦关系

旋变除精度低外（ $10'$ 级），具有低价、可靠、转速高、使用环境要求低、电路简单等

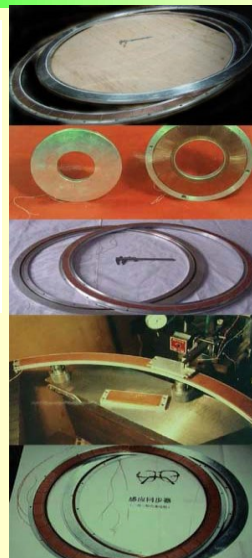
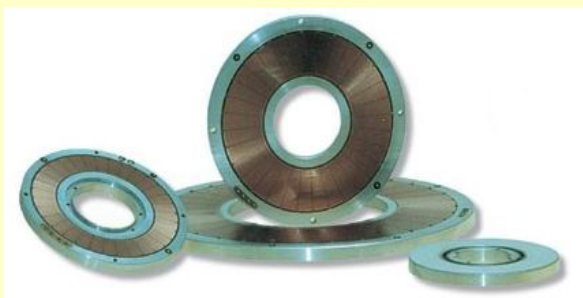
旋变使用时，要尽量接近空载状态、保证安装精度、注意激磁方式、尺寸匹配等。

为提高精度，可采用多极旋转变压器

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 感应同步器 Inductosyn



感应同步器 vs 旋转变压器

结构特征：？

信号幅值与信号处理方法：？

测角特点与精度：？

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



# 目 录

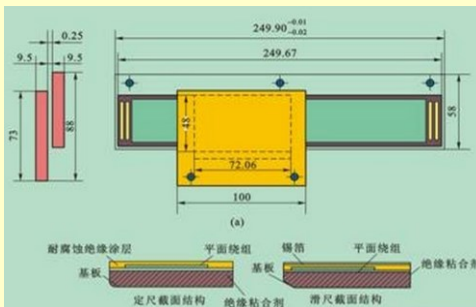
1. 感应同步器概述
2. 感应同步器的结构
3. 感应同步器的工作原理
4. 感应同步器的信号处理
5. 感应同步器的特点与使用注意事项
6. 旋变和感应同步器的应用

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 1. 感应同步器概述

- 感应同步器 (Inductosyn)，是一种将角位移或线位移变换为电信号的高精度测量元件。
- 原理上和多级旋转变压器一样，不同点在于结构上运动部分和静止部分，均采用了无铁心的印制绕组。



00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 1. 感应同步器概述

### 主要用途

作为测量元件：在精密机床、数控装备闭环伺服、雷达天线定位等高精度控制系统应用广泛。



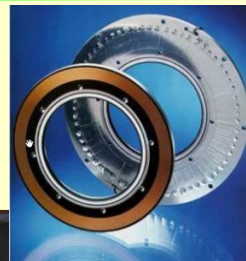
00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 1. 感应同步器概述

### 感应同步器的种类



00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 1. 感应同步器概述

### 感应同步器的种类

**被测量性质：直线和旋转感应同步器**

**旋转感应同步器极对数有180, 360, 720, 1024等**

**结构形式：组装式和分装式**

**通道数量：单通道、双通道**

**激磁方式：单相和两相**

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 1. 感应同步器概述

### • 感应同步器属于哪一类传感器？

- 线位移和角位移测量元件
- 基于电磁感应原理
- 结构型的测量元件
- 模拟型

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



# 目 录

- 1. 感应同步器概述
- 2. 感应同步器的结构
- 3. 感应同步器的工作原理
- 4. 感应同步器的信号处理
- 5. 感应同步器的特点与使用注意事项
- 6. 旋变和感应同步器的应用

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 2. 感应同步器的结构

### 直线式感应同步器

直线式感应同步器由定尺和滑尺两部分组成，滑尺比定尺短。

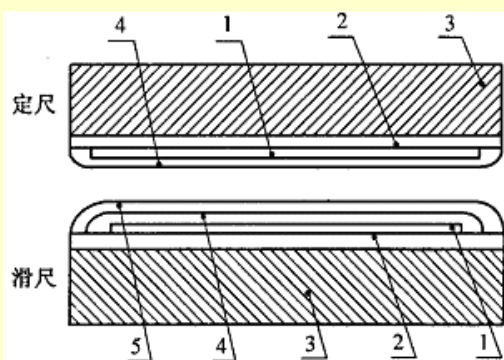
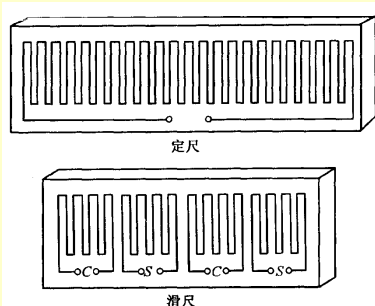


图 9-18 直线式感应同步器的结构

1-铜箔 2-绝缘粘合剂 3-基板  
4-耐切削油防腐层 5-铝箔

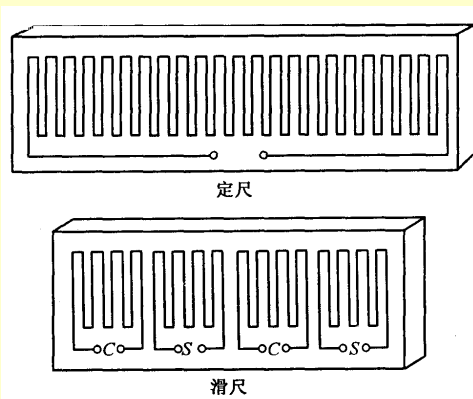
00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 2. 感应同步器的结构

- 高精度感应同步器多采用非铁磁材料作基板，如采用铝基材料、玻璃等。
- 绕组：定尺绕组是连续的单相绕组，滑尺绕组是分段绕组，按所处的磁场位置分为正弦绕组s和余弦绕组c，交替排列，各自串联形成正弦和余弦两相绕组。



00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 2. 感应同步器的结构

### 旋转式感应同步器

- 旋转式感应同步器由定子和转子组成。

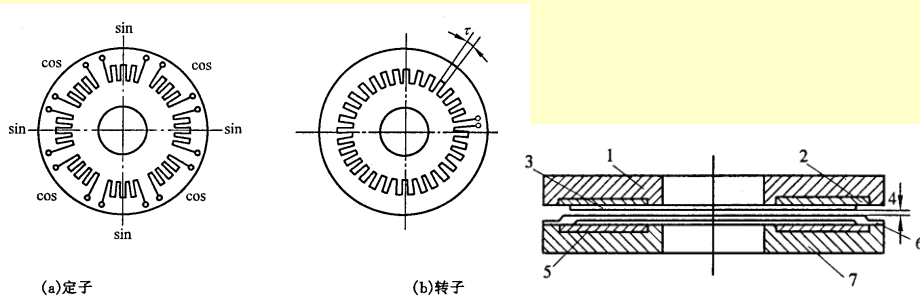


图 9-20 旋转式感应同步器的结构

1-定子基板 2-绝缘粘合剂 3-定子绕组  
4-气隙 5-转子绕组 6-屏蔽膜 7-转子基板

00:00:00

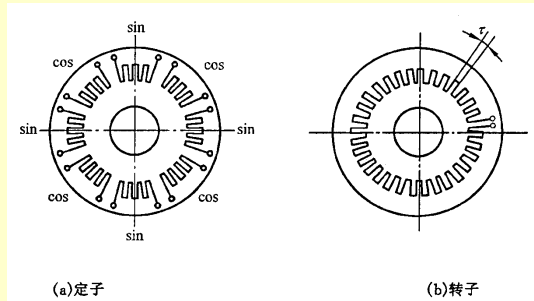
哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 2. 感应同步器的结构

### 旋转式感应同步器

- 绕组是由辐射状的导片组成。转子上的绕组是单相连续绕组，其径向导片数也就是极数。
- 定子绕组是分段绕组，分为正弦和余弦两大组，交替排列，各自串联形成两相绕组。
- 在一定范围内,直径增大，精度提高。



00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 目 录

1. 感应同步器概述
2. 感应同步器的结构
3. 感应同步器的工作原理
4. 感应同步器的信号处理
5. 感应同步器的特点与使用注意事项
6. 旋变和感应同步器的应用

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

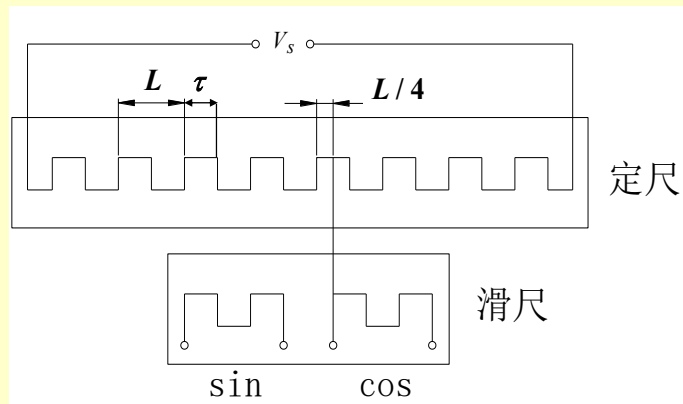




### 3.1 直线感应同步器的工作原理

极距 $\tau$ 是相邻金属片中心线间的距离。

节距 $L=2\tau$ ,  
也称检测周期。



正弦绕组s和余弦绕组c相距 $(K \pm 1/4)L$  或  $(K \pm 1/2)\tau$

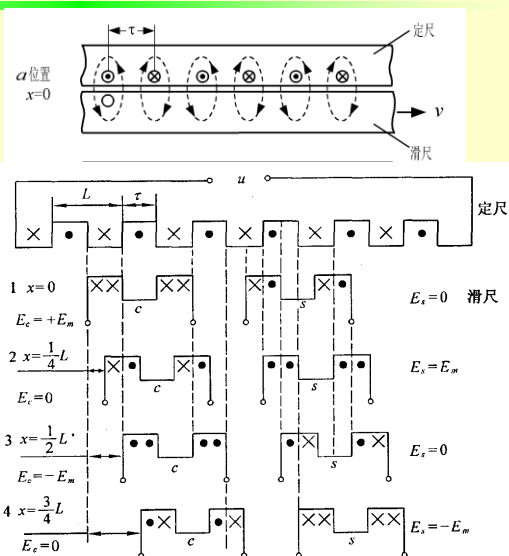
00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



### 3.1 直线感应同步器的工作原理

- 定尺绕组通1-10kHz交流电激磁，产生多极脉振磁场。
- 磁极之间的距离是 $\tau$ ，磁场分布周期是节距 $L$ 。
- 脉振磁场在滑尺绕组上产生感应电势，随滑尺位移作周期性变化，周期为节距 $L$ 。

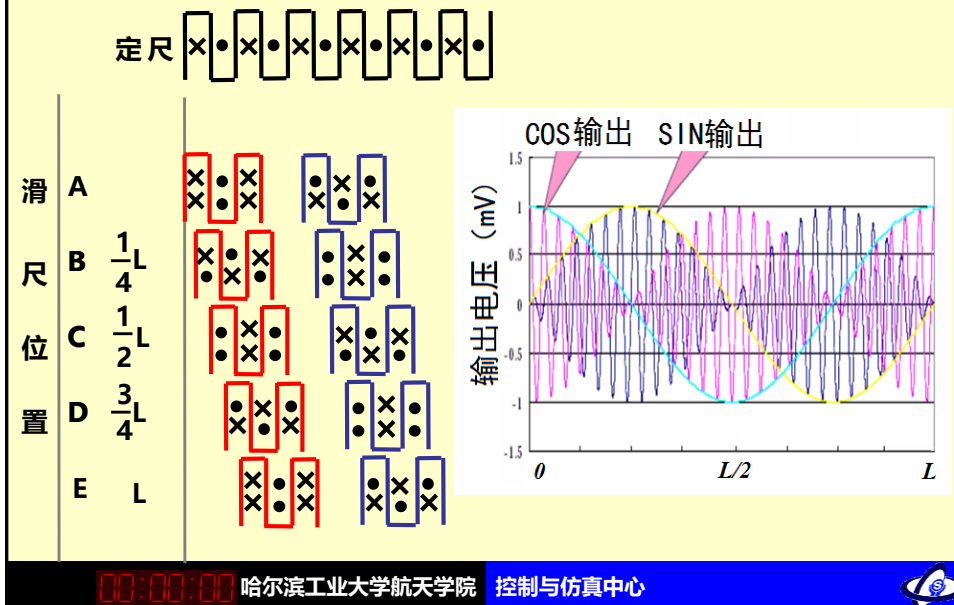


00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

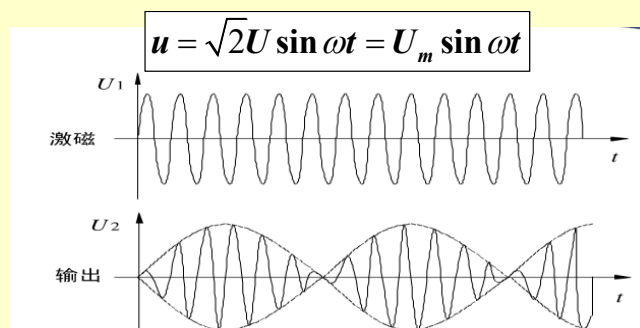


### 3.1 直线感应同步器的工作原理



### 3.1 直线感应同步器的工作原理

- 感应同步器两侧绕组的感抗远小于电阻，选择适当的正方向后，可认为滑齿感应电势领先激磁电压 $90^\circ$ 。



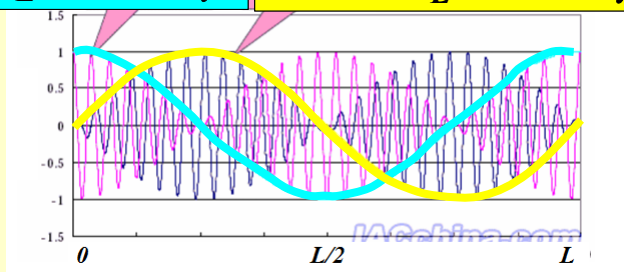
$$e_s = \sqrt{2}E_m \sin \frac{2\pi}{L} x \cos \omega t \quad e_c = \sqrt{2}E_m \cos \frac{2\pi}{L} x \cos \omega t$$

### 3.1 直线感应同步器的工作原理

- **有效值** 输出电势分解为基波和一系列谐波之和，其中谐波很小，所以输出电势可用基波分量表示。由于周期为 $L$ ，所以正弦绕组s和余弦绕组c中的感应电势有效值是

$$E_c = E_m \cos \frac{2\pi}{L} x = E_m \cos \frac{\pi}{\tau} x$$

$$E_s = E_m \sin \frac{2\pi}{L} x = E_m \sin \frac{\pi}{\tau} x$$



00:00:00

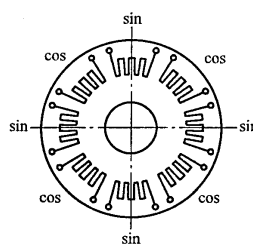
哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



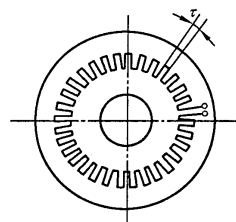
### 3.2 旋转感应同步器的工作原理

单相绕组通电时形成磁场，磁极数与径向**导片数** $N$ 相等。

两相邻导片间的夹角 $\tau$ 就是磁极之间的距离，称为**极距**。



(a) 定子



(b) 转子

$L=2\tau$ ，也称为**节距或检测周期**，它是磁场分布的周期。极对数 $p$ 为

$$p = N / 2 = 2\pi / L$$

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

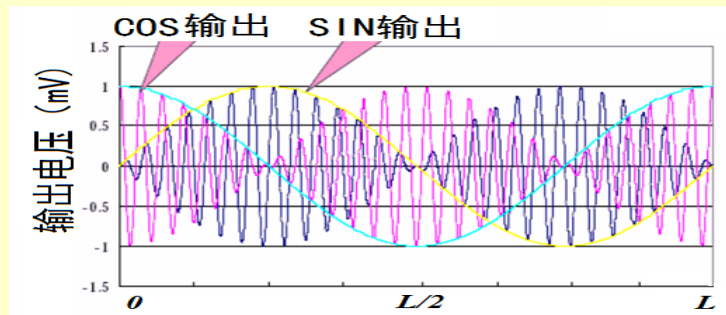


### 3.2 旋转感应同步器的工作原理

- 感应电势的瞬时值 领先激磁电压 $90^\circ$ 。

若激磁电压为

$$u = \sqrt{2}U \sin \omega t = U_m \sin \omega t$$



$$e_s = \sqrt{2}E_m \sin \frac{2\pi}{L} \theta \cos \omega t \quad e_c = \sqrt{2}E_m \cos \frac{2\pi}{L} \theta \cos \omega t$$

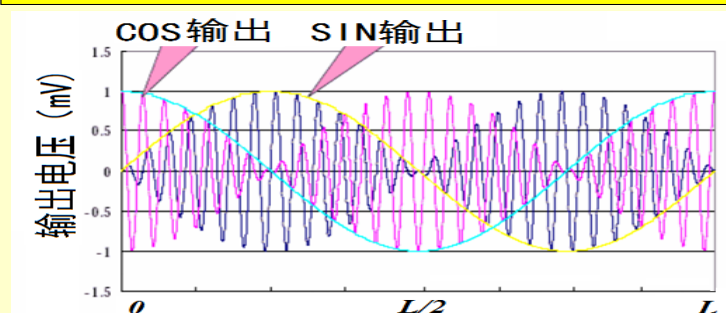
00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



### 3.2 旋转感应同步器的工作原理

感应电势有效值 以 $L$ 为周期，有

$$E_s = E_m \sin \frac{2\pi}{L} \theta = E_m \sin \frac{\pi}{\tau} \theta = E_m \sin \frac{N}{2} \theta = E_m \sin p\theta$$



$$E_c = E_m \cos \frac{2\pi}{L} \theta = E_m \cos \frac{\pi}{\tau} \theta = E_m \cos \frac{N}{2} \theta = E_m \cos p\theta$$

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



### 3.3 感应同步器的工作原理

#### 关于感应同步器感应电势的几个结论

定义电角  $\theta_e$ ，可将感应电势公式统一。

直线式感应同步器

$$\theta_e = \frac{2\pi}{L} x = \frac{\pi}{\tau} x \text{ (rad)}$$

旋转式感应同步器

$$\theta_e = \frac{2\pi}{L} \theta = \frac{N}{2} \theta = \frac{\pi}{\tau} \theta = p\theta \text{ (rad)}$$

感应电势的有效值可以重写为

$$E_s = E_m \sin\theta_e = \frac{U}{k} \sin\theta_e$$

$$E_c = E_m \cos\theta_e = \frac{U}{k} \cos\theta_e$$

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

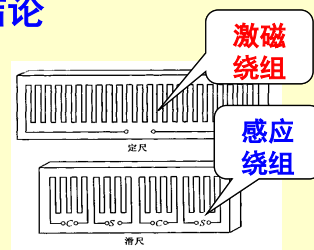


### 3.3 感应同步器的工作原理

#### 关于感应同步器感应电势的几个结论

在连续绕组中给定激磁电压

$$u = \sqrt{2}U \sin \omega t$$



正余弦绕组输出电势的瞬时值为

$$e_s = \sqrt{2}E_s \cos \omega t = \sqrt{2}E_m \sin\theta_e \cos \omega t = \sqrt{2} \frac{U}{k} \sin\theta_e \cos \omega t$$

$$e_c = \sqrt{2}E_c \cos \omega t = \sqrt{2}E_m \cos\theta_e \cos \omega t = \sqrt{2} \frac{U}{k} \cos\theta_e \cos \omega t$$

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

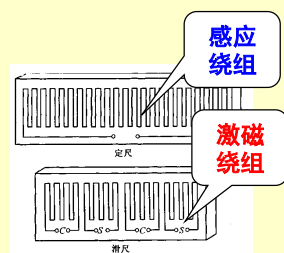


### 3.3 感应同步器的工作原理

采用完全相同的方法还可以得出下述**结论**：当正弦绕组s和余弦绕组c中分别接上有效值为 $U$ 的正弦（或余弦）交流激磁电压时，它们在单相连续绕组中感应的电势有效值分别为

$$E_{2s} = kU \sin \theta_e = E \sin \theta_e$$

$$E_{2c} = kU \cos \theta_e = E \cos \theta_e$$



无论是单相绕组激磁还是两相绕组激磁，感应电势都属于同频率的正弦电势，感应电势与激磁电压的相位差是 $90^\circ$ 。

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 目 录

1. 感应同步器概述
2. 感应同步器的结构
3. 感应同步器的工作原理
4. 感应同步器的信号处理
5. 感应同步器的特点与使用注意事项
6. 旋变和感应同步器的应用

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 4. 感应同步器的信号处理

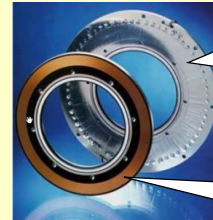
### 4.1 鉴相型处理方式-根据电势的相位来鉴别电角。

#### 1) 两相激磁式

在感应同步器正弦绕组s、余弦绕组c上加幅值和频率相同、相位差90°的交流激磁电压

$$u_s = U_m \sin \omega t$$

$$u_c = -U_m \cos \omega t$$



激磁绕组

感应绕组

单相绕组上感应的电势

$$e_{2s} = kU_m \sin \theta_e \cos \omega t$$

$$e_{2c} = kU_m \cos \theta_e \sin \omega t$$

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 4. 感应同步器的信号处理

鉴相型处理方式-根据电势的相位来鉴别电角。

•应用叠加原理可知单相绕组总感应电势

$$e_{2s} = kU_m \sin \theta_e \cos \omega t$$

$$e_{2c} = kU_m \cos \theta_e \sin \omega t$$

$$e_2 = e_{2s} + e_{2c} = kU_m \sin \theta_e \cos \omega t + kU_m \cos \theta_e \sin \omega t$$

$$e_2 = kU_m \sin(\omega t + \theta_e)$$

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



#### 4. 感应同步器的信号处理

鉴相型处理方式-根据电势的相位来鉴别电角。

##### 2) 单相激磁式

- 单相绕组加激磁电压

$$u = -U_m \cos \omega t$$

- 正、余弦绕组瞬时感应电势

$$e_s = kU_m \sin \theta \sin \omega t$$

$$e_c = kU_m \cos \theta_c \sin \omega t$$



感应绕组

激磁绕组

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



#### 4. 感应同步器的信号处理

鉴相型处理方式-根据电势的相位来鉴别电角

##### 2) 单相激磁式

对正弦绕组电势移相90°

$$e'_s = kU_m \sin \theta_e \sin(\omega t + 90^\circ) = kU_m \sin \theta_e \cos \omega t$$

将 $e'_s$ 和余弦绕组输出电势相加得

$$e_2 = e'_s + e_c = kU_m \sin \theta_e \cos \omega t + kU_m \cos \theta_e \sin \omega t$$

$$= kU_m \sin(\omega t + \theta_e)$$

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心





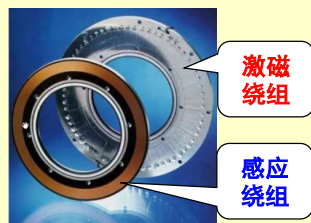
## 4. 感应同步器的信号处理

### 4.2 鉴幅型处理方式—根据信号的幅值鉴别电角

#### 1) 两相激磁式

给定激磁电压幅值如下

$$\begin{aligned} u_s &= U_m \cos \theta_1 \sin \omega t \\ u_c &= -U_m \sin \theta_1 \sin \omega t \end{aligned}$$



$\theta_1$  为指令位移角，是设定的。单相连续绕组的总感应电势为

$$e_2 = e_{2s} + e_{2c} = kU_m \cos \theta_1 \sin \theta_e \cos \omega t - kU_m \sin \theta_1 \cos \theta_e \cos \omega t$$

$$e_2 = kU_m \sin(\theta_e - \theta_1) \cos \omega t$$

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 4. 感应同步器的信号处理

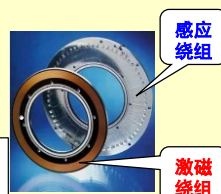
#### 2) 单相激磁式

给定激磁电压

$$u = U_m \sin \omega t$$

在正弦绕组和余弦绕组的感应电势分别为

$$\begin{aligned} e_s &= kU_m \sin \theta_e \cos \omega t \\ e_c &= kU_m \cos \theta_e \cos \omega t \end{aligned}$$



送入函数变压器或其他装置中处理

$$\begin{aligned} e'_s &= kU_m \sin \theta_e \cos \theta_1 \cos \omega t \\ e'_c &= -kU_m \cos \theta_e \sin \theta_1 \cos \omega t \end{aligned}$$

送入加法器相加后作为输出信号输出

$$e_2 = e'_s + e'_c = kU_m \sin(\theta_e - \theta_1) \cos \omega t$$

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 4. 感应同步器的信号处理

通过前面的分析，我们可以得到鉴相或者鉴幅信号和感应同步器位移（角度）相关的输出信号

$$e_2 = kU_m \sin(\omega t + \theta_e)$$

相位

幅值

$$e_2 = kU_m \sin(\theta_e - \theta_1) \cos \omega t$$

利用什么方法将输出信号的幅值或者相位转换为角度信息输出呢？

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



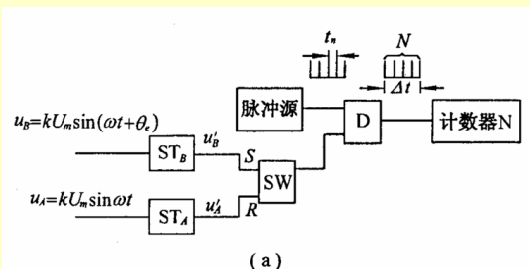
## 4. 感应同步器的信号处理

### 4.3 鉴相型编码原理

将被测信号  $e_2 = kU_m \sin(\omega t + \theta_e)$

与基准信号  $e_{20} = kU_m \sin \omega t$

的相位进行比较，以脉冲计数的方法求出相位差  $\theta_e$

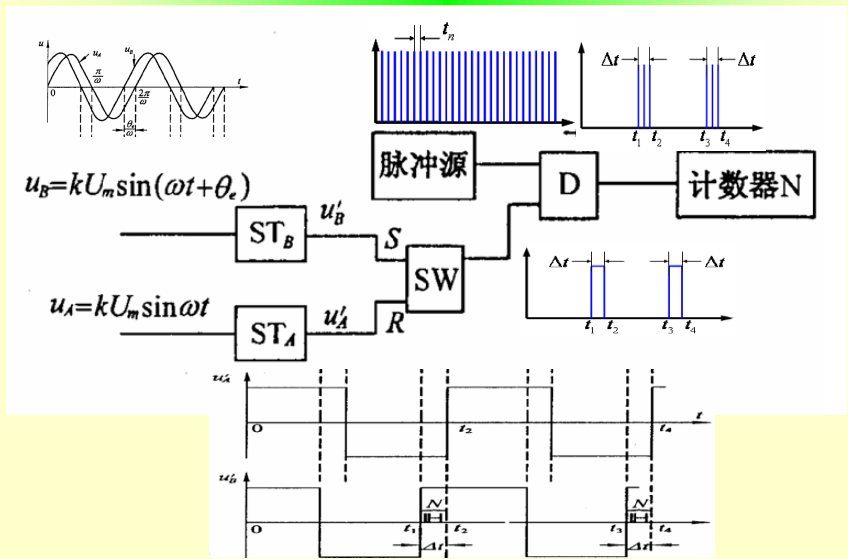


电路：整形电路，触发器，脉冲源、波门、计数器。

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



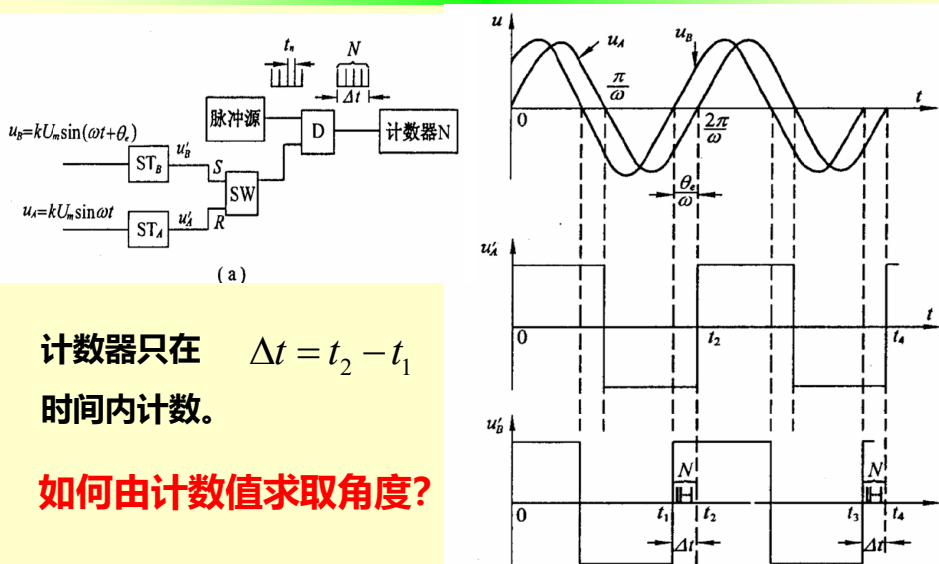
#### 4. 感应同步器的信号处理



00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



#### 4. 感应同步器的信号处理



00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

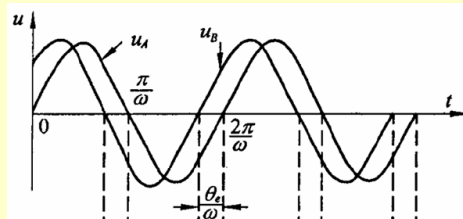


#### 4. 感应同步器的信号处理

$$u_A = kU_m \sin \omega t$$

$$u_B = kU_m \sin(\omega t + \theta_e)$$

$$u_B = kU_m \sin \omega(t + \theta_e / \omega)$$



曲线 $u_B$ 是由曲线 $u_A$ 向左平移 $\theta_e / \omega$ 得到的。

$$\Delta t = \theta_e / \omega$$

$$\Delta t = N t_n$$

$$\theta_e = \omega N t_n$$

一个脉冲所代表的相位移取决于 $t_n$ ，可见相位—数字转换的精度和分辨率取决于时钟脉冲周期。

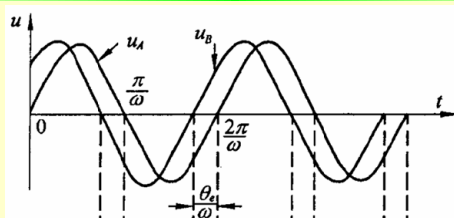
**如何计算分辨率？**

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



#### 4. 感应同步器的信号处理



一个脉冲对应的角度就是分辨率，设激励电压频率和脉冲源频率为 $f$ (周期为 $T$ ) 和 $f_n$ ，则分辨率为

$$\Delta \theta = \frac{t_n}{T} L = \frac{f}{f_n} L$$

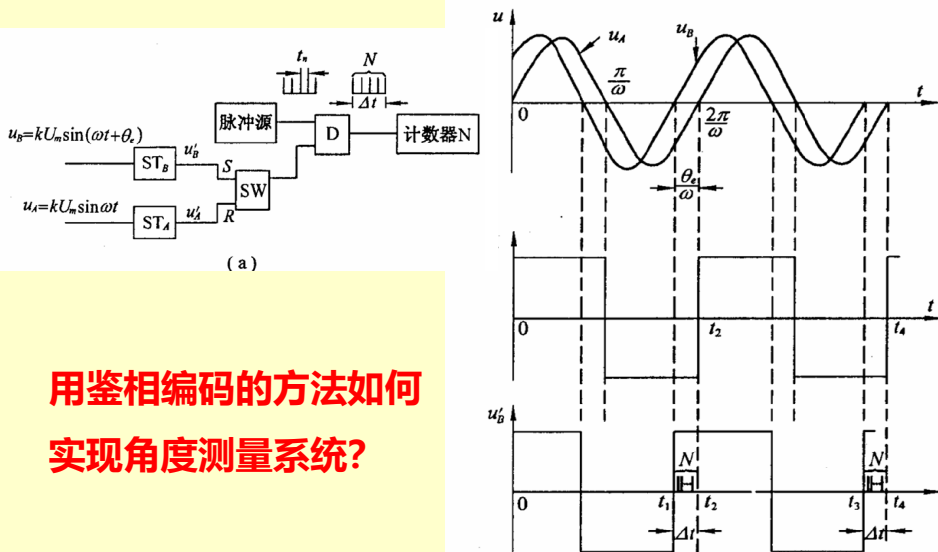
**如何提高分辨率和测量精度？**

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



#### 4. 感应同步器的信号处理



## 用鉴相编码的方法如何实现角度测量系统？

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



#### 4. 感应同步器的信号处理

## 鉴相型数显表

## 1.位移变成电信号

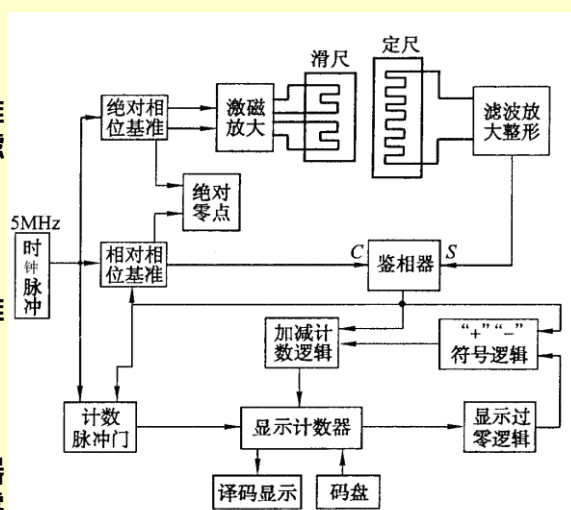
**时钟脉冲、绝对相位基准、激磁、感应同步器和滤波整形电路。**

## 2.相位转成数字

## 时钟脉冲、相对相位基准和鉴相器。

### 3.计数及显示

计数脉冲门、显示计数器、加减计数逻辑、绝对零点、译码显示等。



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

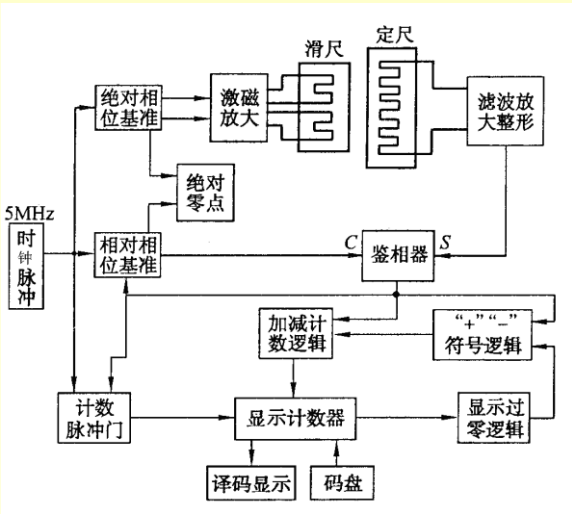


## 4. 感应同步器的信号处理

### 鉴相型数显表

5M时钟，2000分  
频后作为激磁频率  
，那么对应的分辨  
率是多少？

位置信号的形式？



00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 4. 感应同步器的信号处理

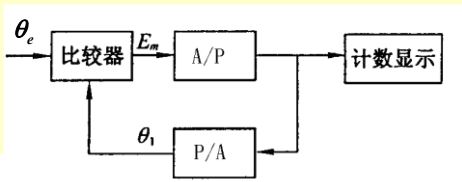
### 4.4 鉴幅型编码原理

两相激磁式直线感应同步器，激磁电压

$$u_s = U_m \cos \theta_1 \sin \omega t$$
$$u_c = -U_m \sin \theta_1 \sin \omega t$$

输出电势的幅值

$$E_m = kU_m \sin(\theta_e - \theta_1)$$



- 指令角 $\theta_1$ 是设定的，代表感应同步器的激磁电压幅值。
- 计数器使数模转换器改变滑尺激磁电压的幅值,即改变 $\theta_1$ 。

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 4. 感应同步器的信号处理

**关键** 使感应同步器激磁电压的幅值随着指令角 $\theta_i$ 按正、余弦关系变化。

**如何实现这一功能？**

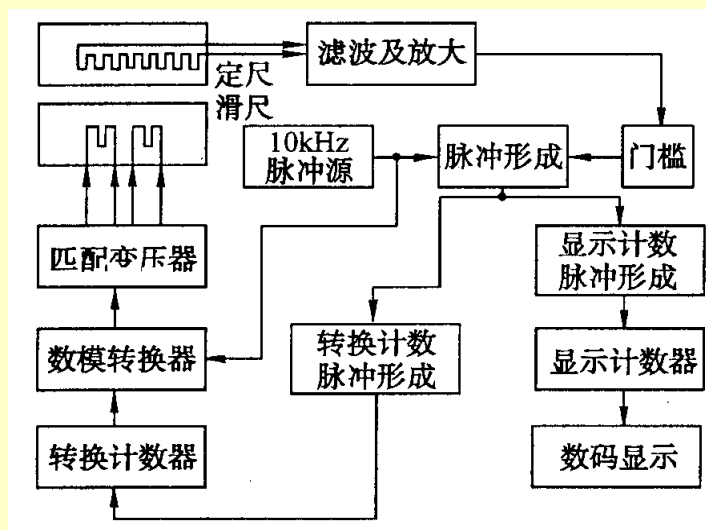
**函数变压器** 这种变压器的副端有很多抽头，再配上电子开关线路就可以实现电压的改变。

使用**DDS ( DirectDigitalSynthesizer )** 芯片+D/A的方式实现随 $\theta_i$ 呈正、余弦规律变化的两路激磁信号。

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 4. 感应同步器的信号处理



00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 4. 感应同步器的信号处理

目前在自动化应用中，两种主要的感应同步器信号处理方式为：

鉴相型处理方式-两相激磁方式。

鉴幅型处理方式-单相激磁方式。

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 目 录

1. 感应同步器概述
2. 感应同步器的结构
3. 感应同步器的工作原理
4. 感应同步器的信号处理
5. 感应同步器的特点与使用注意事项
6. 旋变和感应同步器的应用

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心





## 5. 感应同步器特点与使用注意事项

### 感应同步器的优点:

#### 1. 具有很高的精度和分辨率

直线式感应同步器的精度可达到 $\pm 1\mu\text{m}$ ，分辨率可达 $0.05\mu\text{m}$ ，重复性误差可达 $0.2\mu\text{m}$ 。直径为 $300\text{mm}$ 的旋转式感应同步器的精度可达 $\pm 1''$ ，分辨率可达 $0.05''$ ，重复性误差可达 $0.1''$ 。测量精度远高于制造精度。

### 为什么测量精度高于制造工艺?

其测量精度首先取决于印制电路绕组的加工精度，感应同步器是由许多节距同时参加工作，多节距的误差平均效应减小了局部误差的影响

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 5. 感应同步器特点与使用注意事项

### 感应同步器的优点:

#### 2. 抗干扰能力强

感应同步器在一个节距内是一个绝对测量装置，在任何时间内都可以给出仅与位置相对应的单值电压信号，因而瞬时作用的偶然干扰信号在其消失后不再有影响。平面绕组的阻抗很小，受外界干扰电场的影响很小。

#### 3. 使用寿命长，维护简单

定尺和滑尺，定子和转子互不接触，没有摩擦、磨损，所以使用寿命很长。它不怕油污、灰尘和冲击振动的影响，不需要经常清扫。

00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 5. 感应同步器特点与使用注意事项

### 感应同步器的优点：

#### 4.可以用于长距离位移测量

可以根据测量长度的需要，将若干根定尺拼接。拼接后总长度的精度可保持（或稍低于）单个定尺的精度。目前几米到几十米的大型机床工作台位移的直线测量，多采用感应同步器来实现。

#### 5.工艺性好，成本较低，便于复制和成批生产

由于感应同步器具有上述优点，长感应同步器目前被广泛地应用于大位移静态与动态测量中，例如用于三坐标测量机、程控数控机床及高精度重型机床及加工中测量装置等。

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 5. 感应同步器特点与使用注意事项

### • 感应同步器的缺点：

1. 输出信号弱，信号处理麻烦，配套信号处理设备（数显表）复杂，价格高。
2. 多数为分装式，安装时精度相对较高。
3. 使用时必须进行电路参数调整，才能满足精度要求。
4. 单通道多对极感应同步器输出信号为增量方式，必须进行寻零操作。

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 5. 感应同步器特点与使用注意事项

- 感应同步器使用注意事项：
  - 安装时，定转子之间气隙距离要准确，一般在0.25mm
  - 长距离测试拼接时要保证拼接精度
  - 单通道多极感应同步器要设计寻零功能
  - 输出信号长距离传输时，感应同步器侧要加前置放大电路
  - 信号线要用双绞屏蔽线，避免和强电平行走线，要正确接地
  - 要采取措施抑制大功率器件的电磁干扰

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 目 录

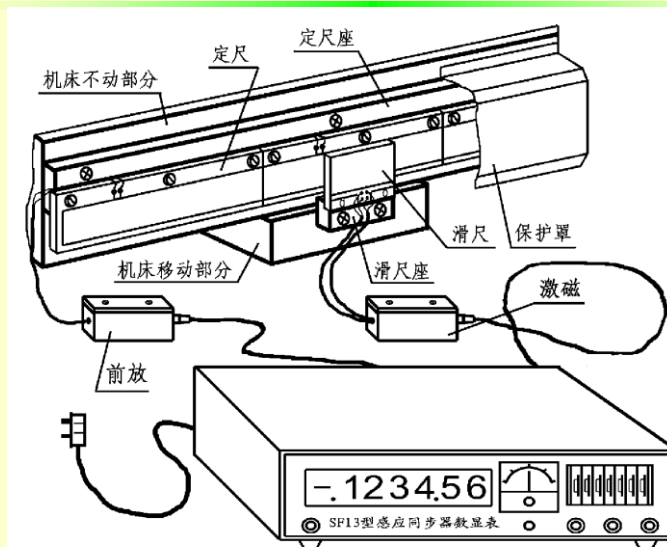
1. 感应同步器概述
2. 感应同步器的结构
3. 感应同步器的工作原理
4. 感应同步器的信号处理
5. 感应同步器的特点与使用注意事项
6. 旋变和感应同步器的应用

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用



00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用



通用型前置放大器



感应同步器定尺、滑尺



直线感应同步器数显装置系统



00:00:30

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用

# 九江精达检测技术有限公司

Jiujiang Jingda Measurement Technology Co., Ltd.

· 语言切换
· 加入收藏
· English

---

[网站首页](#)
[公司简介](#)
[产品展示](#)
[新闻中心](#)
[研发实力](#)
[技术园地](#)
[招贤纳士](#)
[联系我们](#)



---

### 公司公告

本公司一贯坚持精益求精的理念，向顾客提供优质的产品和服务。鉴于2007年7月新标准GB/T19001-2000和ISO 14001-2004标准即将实行新版《质量管理体系》，建立和完善质量管理体系，在管理中贯彻执行国际标准和体系认证标准，将逐步成为我国企业满足客户需求产品和服务。

### ◎ 产品详情

>> **高精度测角系统及编码器—圆齿应同步器**

## 高精度测角系统 & 编码器 — 圆齿应同步器

高精度测角系统与编码器的传动头是圆齿应同步器，圆齿应同步器是一种电站位置信息单元，由定、转子两个分部件组成，通过定、转子齿数平衡原理的感应电压变化响应位置实现高精度测量，圆齿应同步器是一种以金属为媒体的传感元件，从而使得基于它的高精度测角系统具有创新的可靠性，基于圆齿应同步器的精密测角系统的特性主要体现在如下几个方面：

- (1) 测角精度高：可达数十“”（400000°±）；
- (2) 抗电磁干扰能力强：可在+60“-100”的温度范围内工作。

其中系统误差大部分可控制在低于50“的工作范围。

- (3) 响应迅速、灵敏；
- (4) 耐震动：可在+10“~10”的加速度下正常工作。
- (5) 耐久：耐油、防尘、防火、可靠、寿命长。

由于圆齿应同步器的诸多优点，基于它测角系统在国内外被作为电力测角系统的首选，尤其在美、日、欧等国家国防航空测控领域广泛应用，世界闻名的德国西门子公司采用了圆齿应同步器作为测角系统元件。

基于圆齿应同步器的高精度测角系统在国内外被广泛应用于以下场合：  
控制工程、仪器仪表制造、修磨机械传动、电机、天文望远镜、惯性导航系统等。

### 特别推荐

---

#### 产品展示

#### 新闻中心

#### 留言板

地址：九江庐山社区长江大道168号

邮编：332009

电话：0792-8360319

传真：0792-8360324

网址：http://www.jddj.com

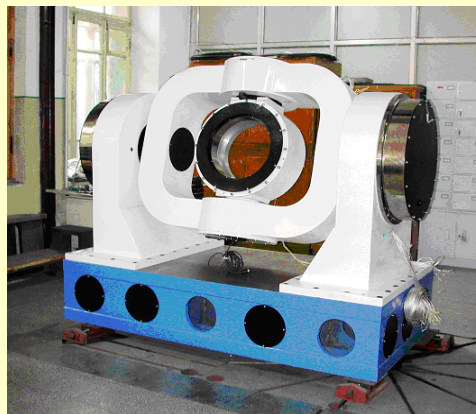
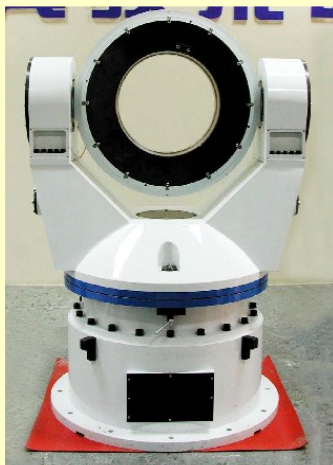
E-mail:jddj@163.com



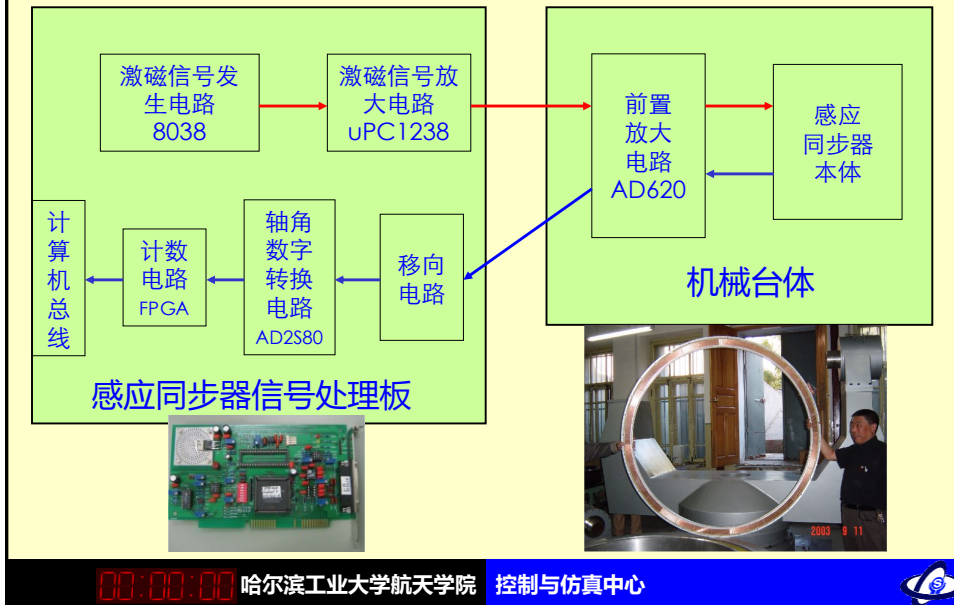
00:00:00
哈尔滨工业大学航天学院
控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用

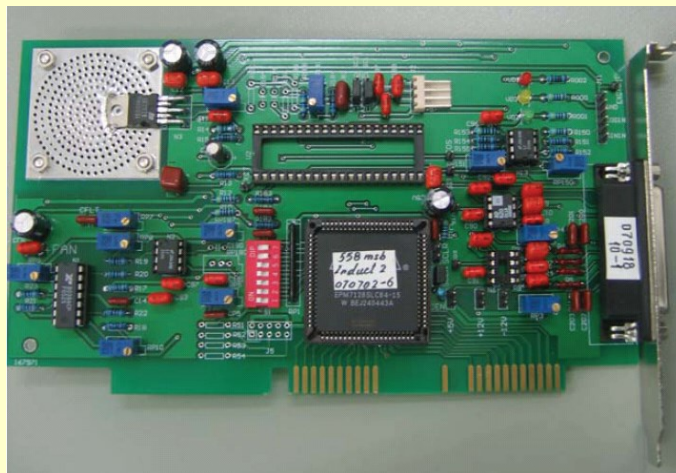


00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用

感应同步器信号处理板

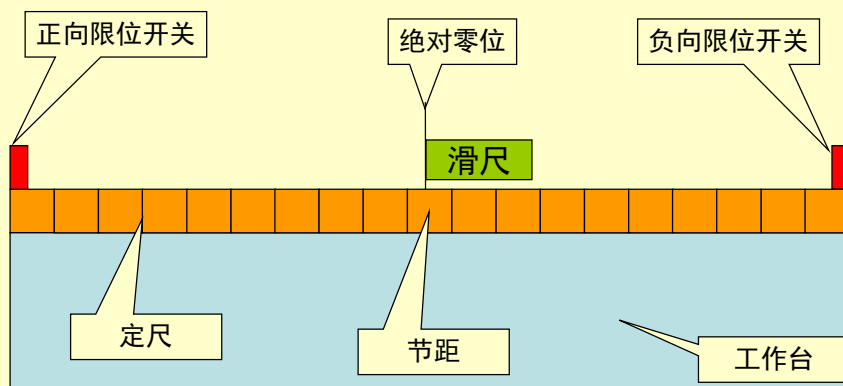


00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用

### 感应同步器的寻零使用



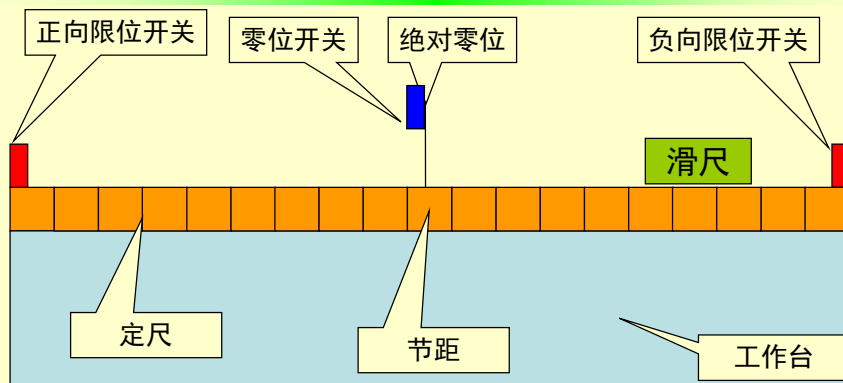
### 手动寻零方法

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用



00.000



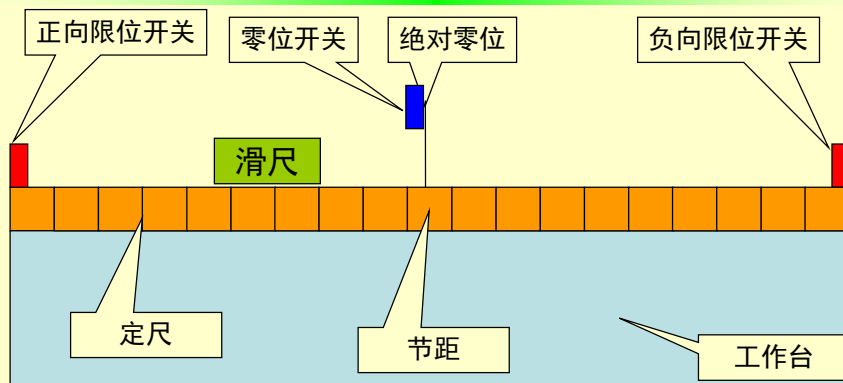
### 自动寻零方法

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用



00.000

自动寻零方法

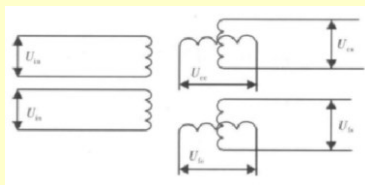
00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用

感应同步器、旋转变压器的粗、精双通道使用



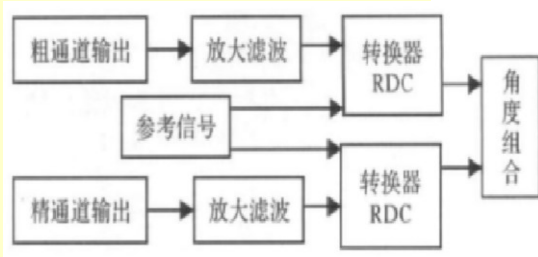
粗、精通道的正余弦输出分别为：

$$U_{CS} = KU_r \sin \omega t \sin \varphi,$$

$$U_{CC} = KU_r \sin \omega t \cos \varphi,$$

$$U_{FS} = KU_r \sin \omega t \sin (n\theta),$$

$$U_{FC} = KU_r \sin \omega t \cos (n\theta)$$



00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

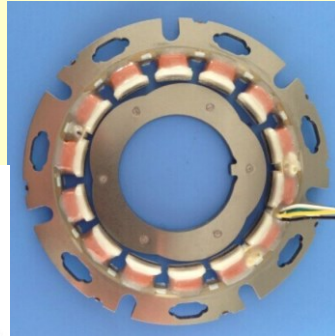




## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用

### 感应同步器、旋转变压器的发展

#### 磁阻式旋转变压器



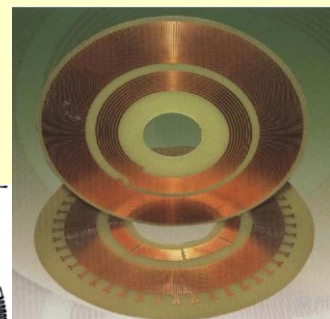
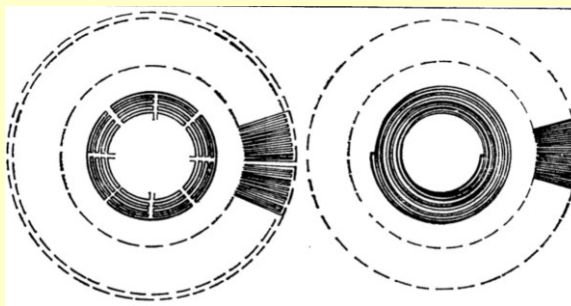
00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用

### 感应同步器、旋转变压器的发展

#### 绝对式感应同步器



00:00:00 哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 6. 旋转变压器与感应同步器的应用

### 感应同步器、旋转变压器的发展

#### 线性霍尔式旋转变压器

#### 一种新型旋转变压器式测角实现方案

来自信智

收藏

引用

作者 赵辉, 郭晓斌, 李林才, 任永平

摘要 针对交流异步电机伺服系统的测角装置面对结构紧凑或特殊结构的要求, 提出了一种利用线性霍尔器件和永磁材料, 结构简单、易于实现、其输入输出形式同于旋转变压器的测角实现方案。经原理样机试验验证, 这一新型实现方法满足测角精度要求在  $0.01^{\circ}$  左右而结构尺寸要求紧凑或特殊的机电一体化应用场合。

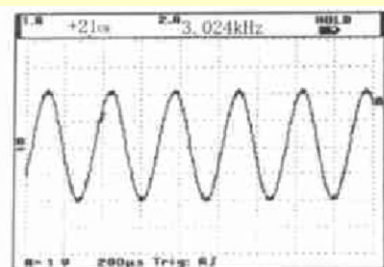


图 1 静止时测角单路输出波形

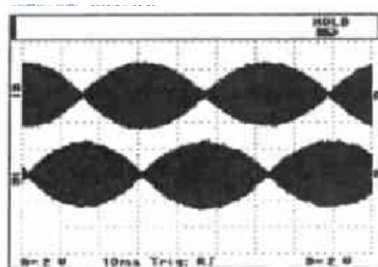


图 2 旋转时测角两路输出波形

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



## 致 谢

本文档所引用的许多素材, 来源于互联网上国内外的课件、科技论文、文章、网页等。本文引用只是为了给学生提供更好的教学素材, 非商业目的。对这些所引用素材的原创者, 在此表示深深的谢意。

00:00:00

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

