



第四章 位置传感器

第二节 数字式位移传感器

数字传感器是一种能把被测模拟量直接转换成数字量的输出装置，它具有检测精度高、使用寿命长、抗干扰能力强、使用方便等优点。

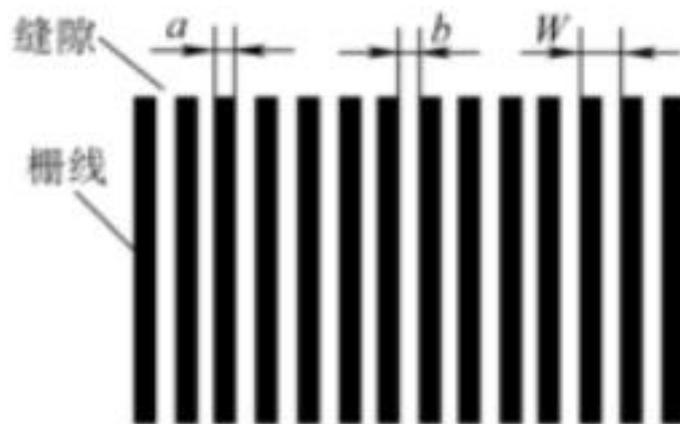
目前，常用的数字式传感器有栅式数字传感器、感应同步式数字传感器等，栅式数字传感器根据工作原理的不同又分为光栅式和磁栅式两种。

一、光栅式位移传感器

光栅式位移传感器主要用于长度和角度的精密测量以及数控系统的位置检测等，具有测量精度高、抗干扰能力强、适用于实现动态测量和自动测量等特点，在坐标测量仪和数控机床的伺服系统中有着广泛的应用。

1. 光栅

(1) 光栅的类型



光栅结构

一、光栅式位移传感器

光栅按其原理和用途可分为物理光栅和计量光栅。物理光栅主要用于光谱分析和光波长等量的测量；计量光栅主要利用莫尔现象实现长度、角度、速度、加速度、震动等几何量的测量。

按其透射形式，光栅可分为透射式光栅和反射式光栅。

按其栅线形式，光栅可分为黑白光栅（幅值光栅）和闪耀光栅（相位光栅）。

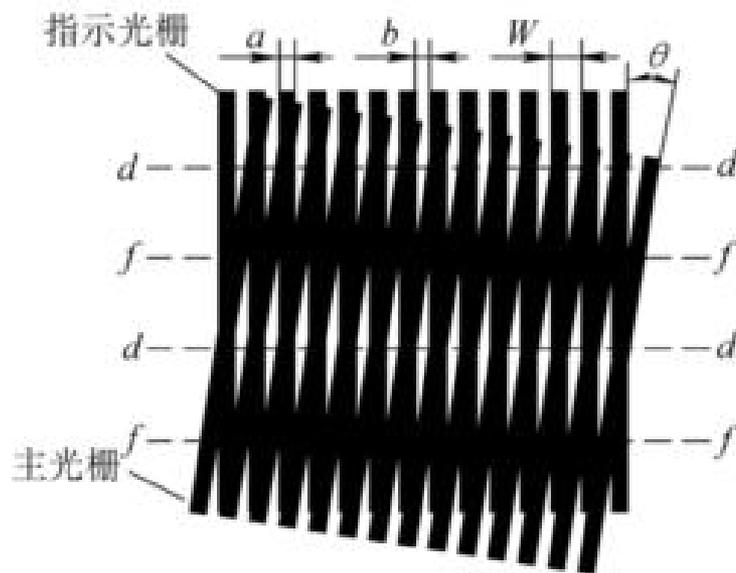
按其应用类型，光栅可分为长光栅和圆光栅。

目前还发展了激光全息光栅和偏振光栅等新型光栅。

一、光栅式位移传感器

(2) 莫尔条纹

计量光栅是利用莫尔现象实现几何量的测量的。摩尔条纹的原理如图所示。除横向莫尔条纹外，还有光闸莫尔条纹。



莫尔条纹

一、光栅式位移传感器

(3) 莫尔条纹的重要特性

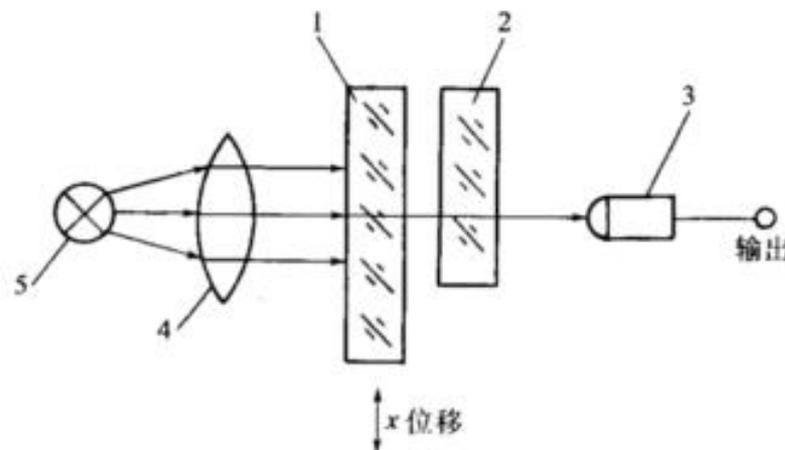
- 1) 平均效应
- 2) 放大作用
- 3) 对应关系

一、光栅式位移传感器

2. 光栅式位移传感器的结构与工作原理

光栅式位移传感器是利用莫尔条纹将光栅栅距的变化转换成莫尔条纹的变化的，只要利用光电元件检测出莫尔条纹的变化次数，就可以计算出光栅尺移动的距离。光栅式位移传感器作为一个独立完整的测量系统，它包括光栅尺和光栅显数表两部分。

(1) 光栅尺



1-主光栅； 2-指示光栅； 3-光电元件； 4-聚光镜； 5-光源
光栅式位移传感器的结构原理图

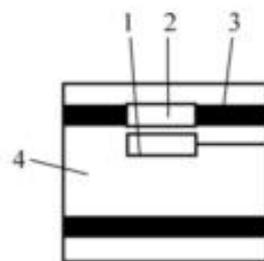
一、光栅式位移传感器

(2) 光栅数显表

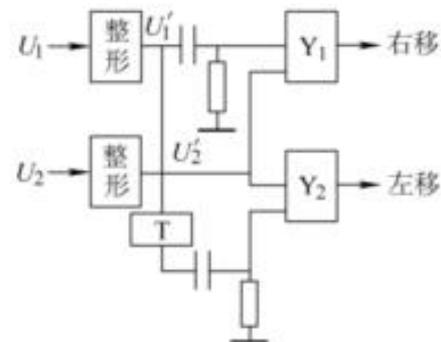
光栅数显表由放大整形电路、辨向和细分电路、可逆电子计数器以及显示电路组成。

1) 辨向电路

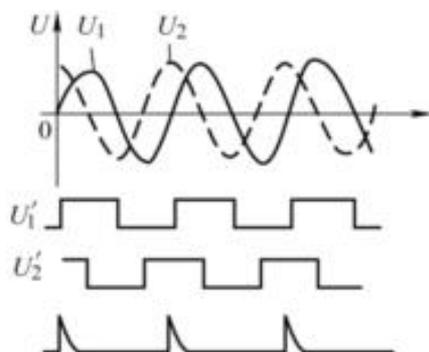
2) 细分 所谓细分（也叫倍频），是在莫尔条纹变化一个周期内输出若干个脉冲，减小脉冲当量，从而提高测量精度。



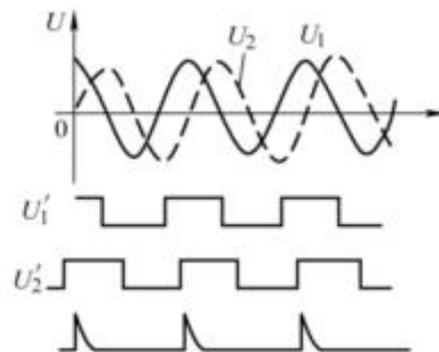
a)



b)



c)



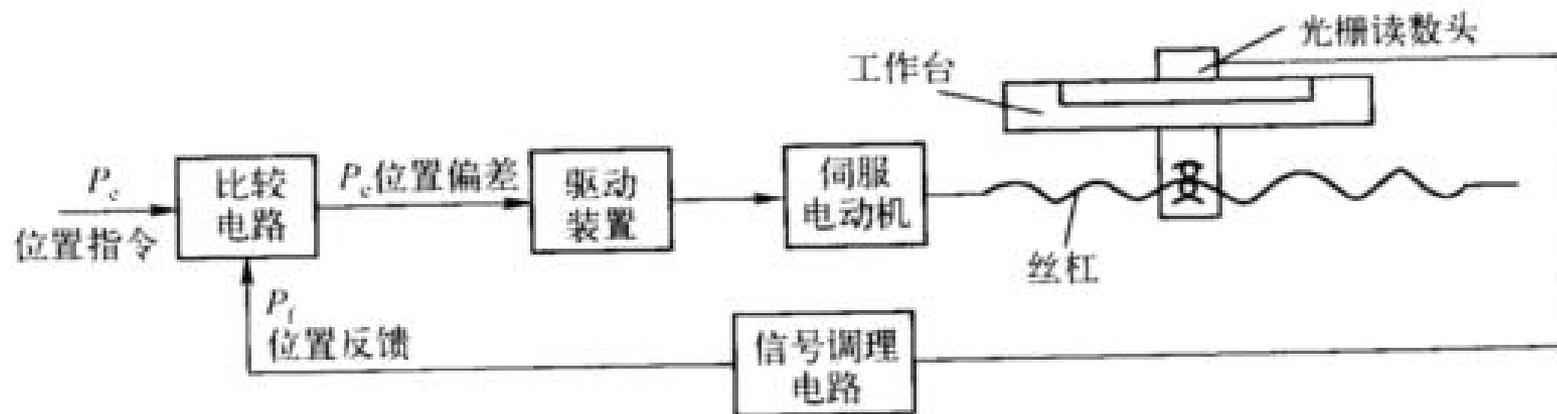
d)

1,2-光电元件；3-莫尔条纹；4-指示光栅
a) 光栅；b) 判相电路c) 右移波形；d) 左移波形
辨向电路的工作原理

一、光栅式位移传感器

3. 光栅传感器的应用

如图所示，光栅式传感器用于数控机床的位置检测和位置闭环控制系统框图。



数控机床位置控制框图

一、光栅式位移传感器

4. 光栅式位移传感器的使用注意事项

- (1) 光栅式位移传感器与数显表插头在插拔时应关闭电源后进行。
- (2) 尽可能外加保护罩，并及时清理溅落在尺上的切削和油液，严格防止任何异物进入光栅式位移传感器壳体内部。
- (3) 定期检查各安装连接螺钉是否松动。
- (4) 为延长防尘密封条的寿命，可在密封条上均匀涂上一薄层硅油，注意勿溅落在玻璃光栅刻划面上。
- (5) 为保证光栅式位移传感器使用的可靠性，可每隔一段时间用乙醇混合液（50%乙醇）清洗擦拭全光栅尺面及指示光栅面，保持玻璃光栅尺面清洁。

一、光栅式位移传感器

(6) 光栅式位移传感器严禁剧烈震动及摔打，以免破坏光栅尺，如光栅尺断裂，光栅式位移传感器即失效了。

(7) 不要自行拆开光栅式位移传感器，更不能任意改动主栅尺与副栅尺的相对间距，否则，一方面可能破坏光栅式位移传感器的精度，另一方面还可能造成主栅尺与副栅尺的相对摩擦，损坏铬层也就损坏了栅线，从而造成光栅尺报废。

(8) 应注意防止油污及水污染光栅尺面，以免破坏光栅尺线条纹的分布，引起测量误差。

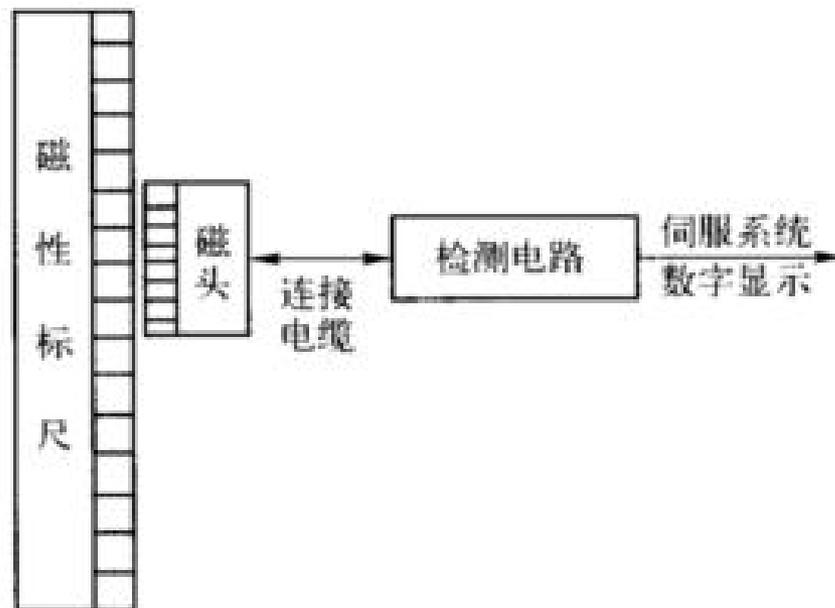
(9) 光栅式位移传感器应尽量避免在有严重腐蚀作用的环境中工作，以免腐蚀光栅铬层及光栅尺表面，破坏光栅尺质量。

二、磁栅式位移传感器

磁栅式位移传感器是一种利用电磁特性和录磁原理对线位移（长度）测量的传感器。在机床上用于线位移测量时，可极大地提高测量精度。

磁栅式位移传感器由磁性标尺、拾磁磁头和检测电路三部分组成。

磁栅式位移传感器的结构如图所示。



磁栅式位移传感器的结构

三、感应同步器

感应同步器是利用电磁感应原理进行工作的一种较精密的位移传感器，它具有对环境要求低、抗干扰能力强、维护简单、使用寿命长等优点。它与数显表配合使用，能测0.01mm甚至0.001mm的直线位移或 $0.5'$ 的角位移，并能实现数字显示，还可用于大位移的测量，所以在自动检测和自动控制系统中获得广泛的应用。

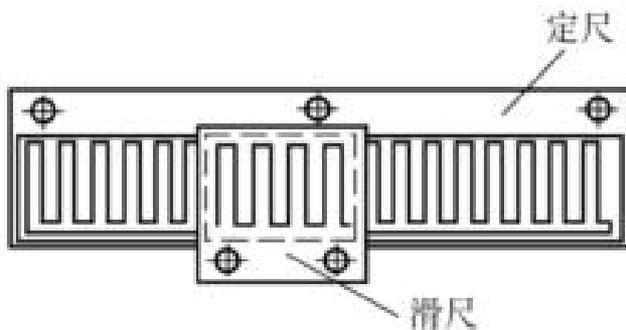
1. 感应同步器的种类及结构

感应同步器按其用途不同，可分为测量直线位移的直线感应同步器和测量角位移的圆感应同步器两大类。

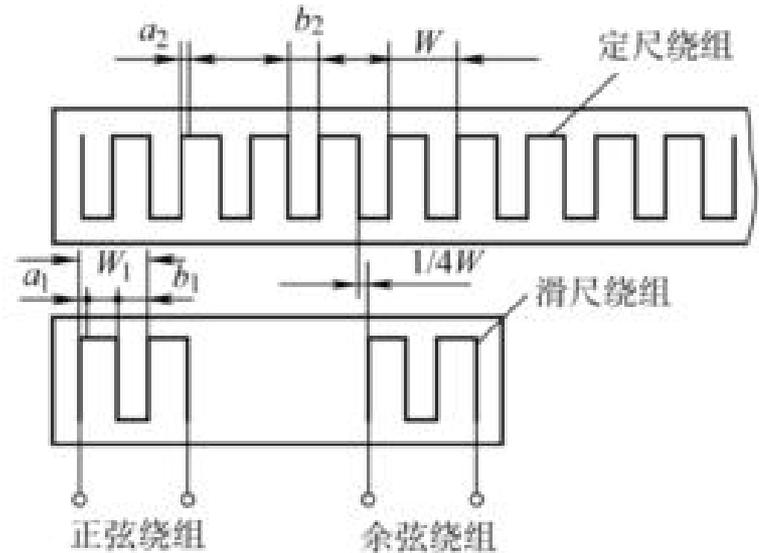
三、感应同步器

(1) 直线感应同步器

直线感应同步器由定尺和滑尺组成，如图所示。



直线感应同步器外形示意图



直线感应同步器印制电路绕组

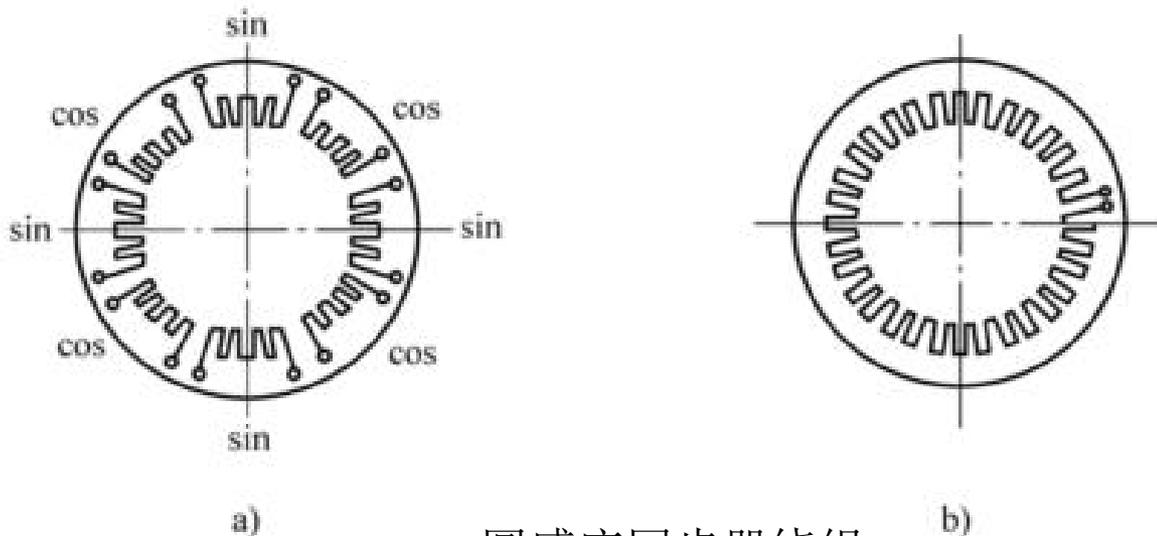
三、感应同步器

根据运行方式、精度要求、测量范围以及安装条件等，直线感应同步器有不同的尺寸、形状和种类。

1) 标准型 2) 窄型 3) 带型

(2) 圆感应同步器

圆感应同步器由定子和转子组成，如图所示。



圆感应同步器绕组

三、感应同步器

2. 感应同步器的工作原理

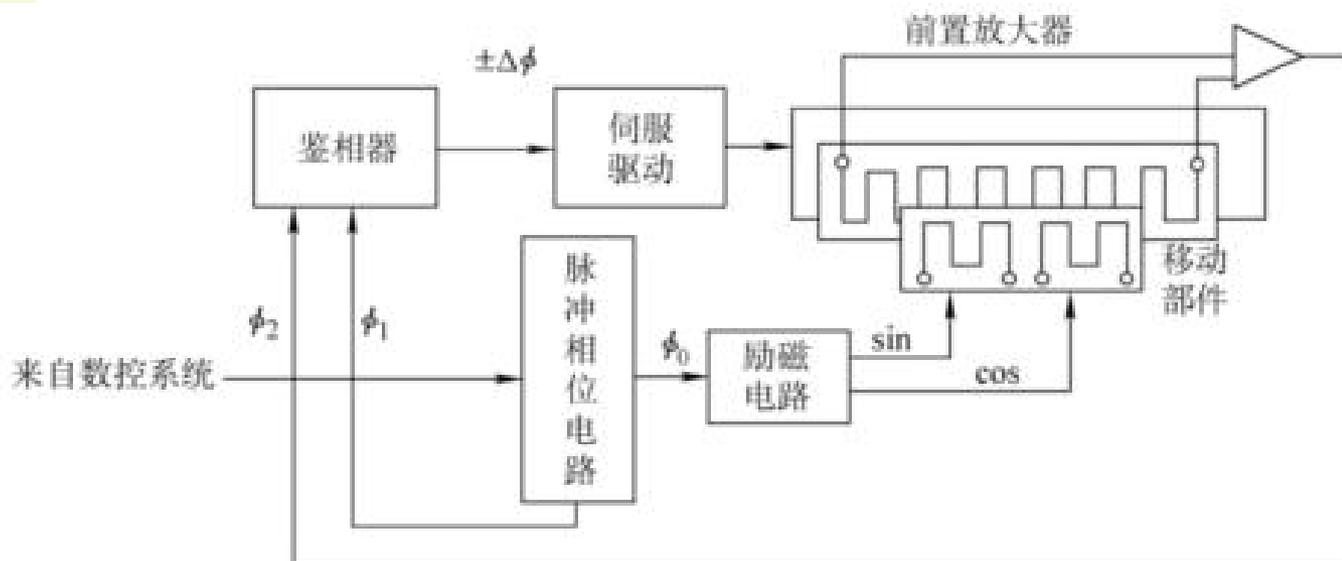
当给滑尺上某一励磁绕组加上交流电压时，由于电磁感应，在定尺绕组上产生感应电动势，此时如果滑尺与定尺之间发生相对位移，那么由于电磁耦合关系发生变化，定尺绕组中的感应电势将随着位移的变化而按一定规律变化。感应同步器就是根据此原理进行检测的。根据滑尺励磁绕组供电方式不同，感应同步器有鉴幅式和鉴相式两种工作方式。

- (1) 鉴幅工作方式
- (2) 鉴相工作方式

三、感应同步器

3. 感应同步器在数控机床中的应用

如图所示为鉴相工作方式的感应同步器其不仅可用做位移测量，而且也可以作为数字控制系统的闭环反馈元件。

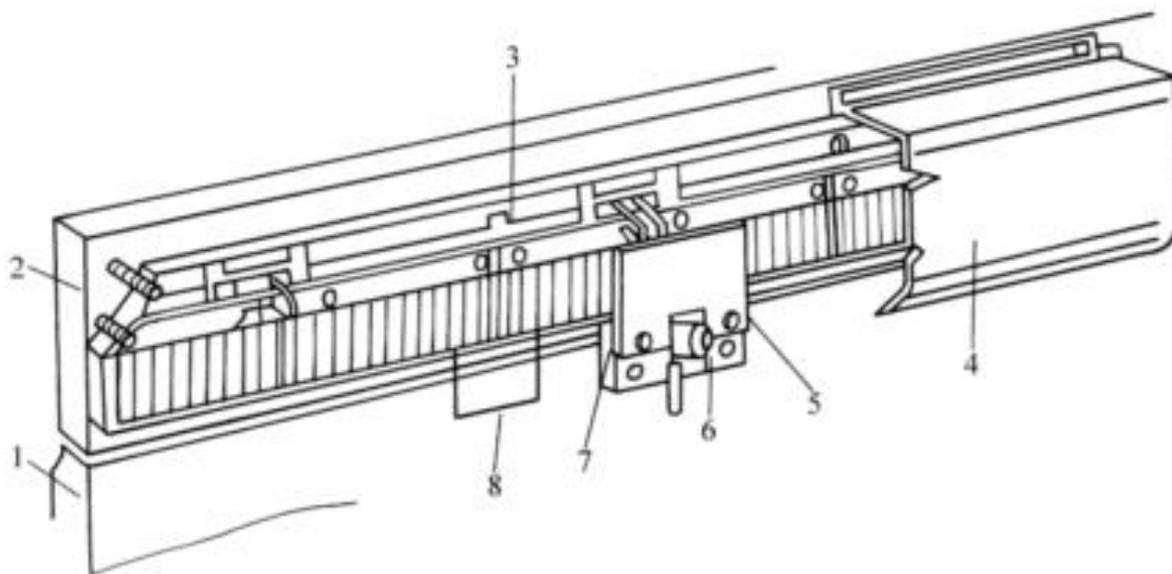


鉴相型感应同步器控制原理图

三、感应同步器

- (1) 工作原理介绍
- (2) 感应同步器的安装

如图所示是感应同步器的安装结构图。

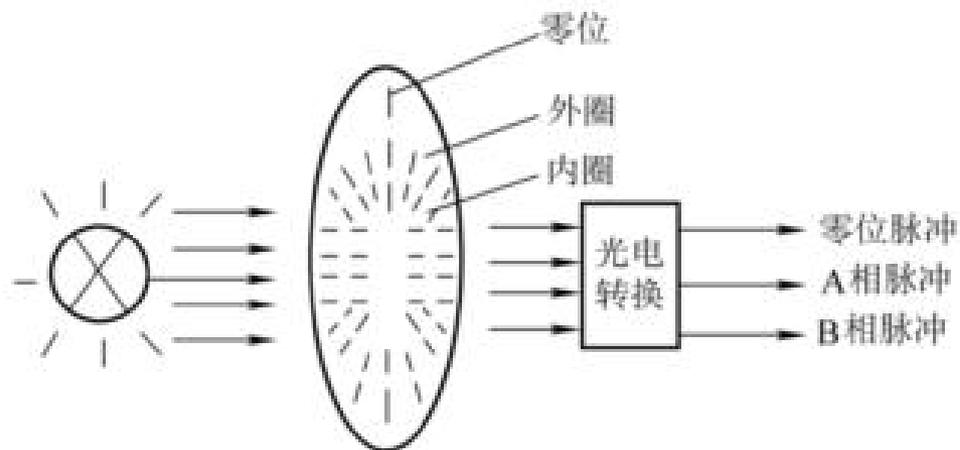


1-机床不动件；2-机床移动部件；3-定尺座；
4-防护罩；5-滑尺；6-滑尺座；7-调整板；8-定尺
感应同步器的安装结构图

四、编码器

编码器是一种将信号或数据进行编制、转换为可用以通讯、传输和存储的信号形式的设备。编码器主要分为脉冲盘式编码器和码盘式编码器两大类。1. 脉冲盘式编码器

(1) 脉冲盘式编码器结构和工作原理

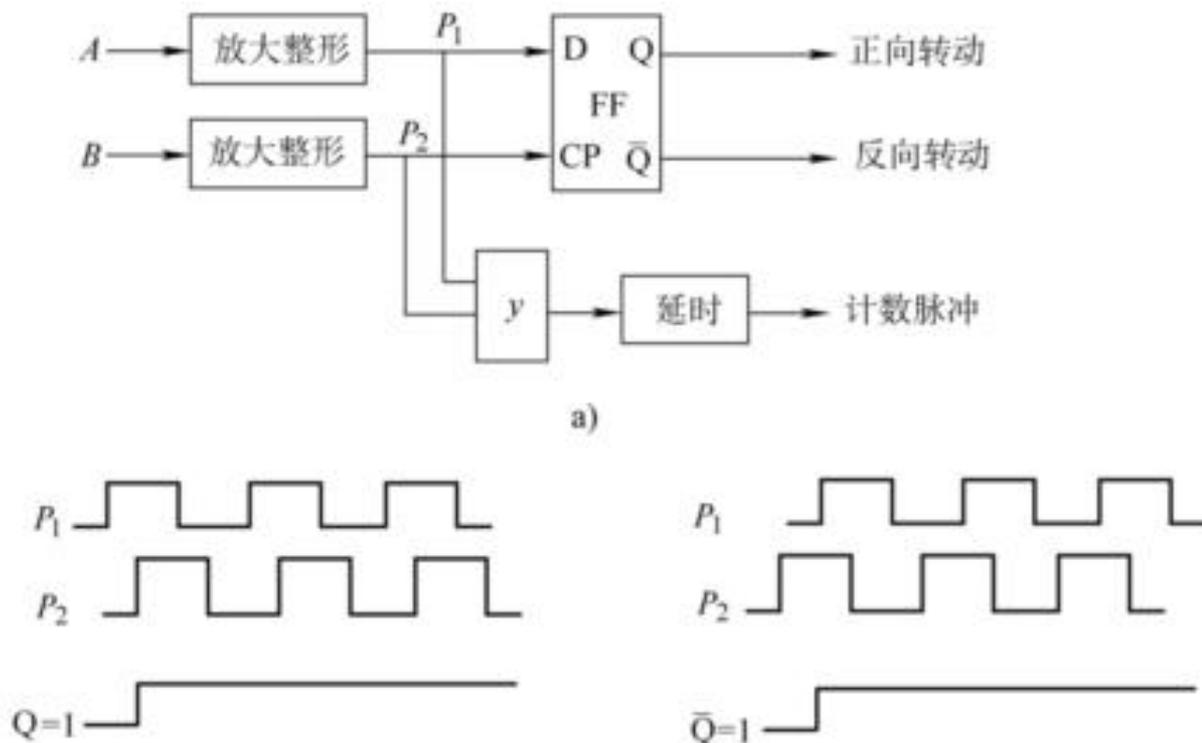


脉冲盘式编码器原理

四、编码器

(2) 脉冲盘式编码器的辨向方式

为了辨别码盘的转动方向，可以采用如图所示的原理图。



辨向原理图

四、编码器

2. 码盘式编码器

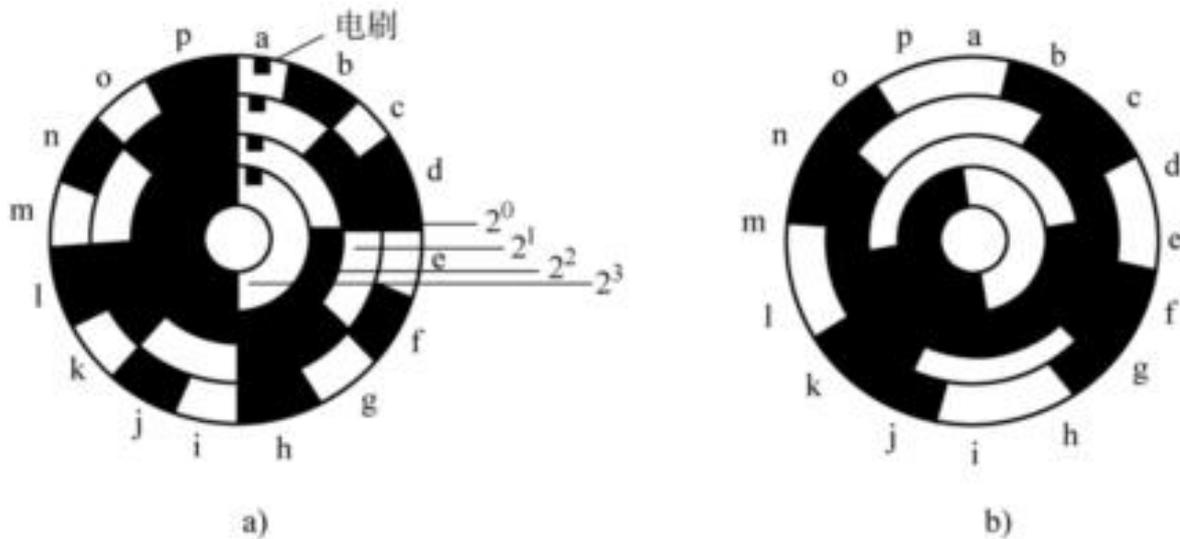
码盘式编码器也称为绝对编码器，它将角度转换为数字编码，能方便地与数字系统（如微机）连接。码盘式编码器按其结构可分为接触式、光电式和电磁式三种，后两种为非接触式编码器。

四、编码器

(1) 接触式编码器

接触式编码器由码盘和电刷组成。

如图所示, 是一个四位8421码制的编码器的码盘示意图。



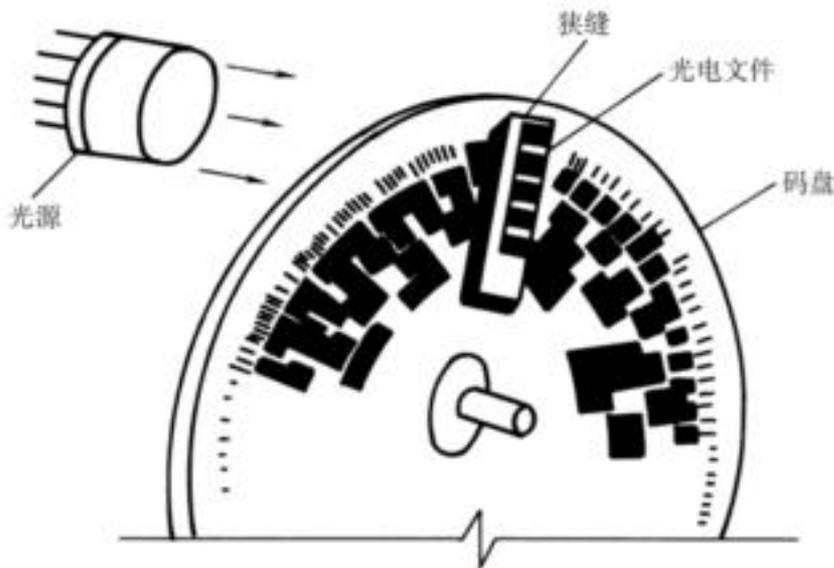
a) 8421码制码盘; b) 四位循环码的码盘
接触式四位二进制码盘

四、编码器

(2) 光电式编码器

光电式编码器采用非接触测量，允许高速转动，有较长的使用寿命和较高的可靠性，所以在自动控制和自动测量技术中得到了广泛的应用。

光电编码器的精度和分辨率取决于光码盘的精度和分辨率，即取决于刻线数，其精度远高于接触式码盘。



光电式编码器结构示意图

四、编码器

(3) 电磁式编码器

电磁式编码器不易受尘埃和结露影响，同时其结构简单紧凑，可高速运转，响应速度快，体积比光电式编码器小，而且成本低，比光学元件和半导体磁敏元件更容易构成新功能器件和多功能器件。



Thank You !

