

第四章 检测系统

- 旋转变压器
- 感应同步器
- 光栅
- 磁栅
- 编码盘

第四章 检测系统

概述

数控机床对检测装置的要求

- 1) 工作可靠，抗干扰性强
- 2) 能满足精度和速度的要求
- 3) 使用维护方便，适合机床的工作环境
- 4) 成本低

检测精度： $\pm 0.001 \sim 0.02\text{mm/m}$

分辨率： $0.001 \sim 0.01\text{mm/m}$

速度响应： $1 \sim 10\text{m/min}$ ， $30 \sim 90\text{m/min}$

第四章 检测系统

概述

位置检测装置分类

	数字式		模拟式	
	增量式	绝对式	增量式	绝对式
回转形	圆光栅	编码盘	旋转变压器、圆感应同步器、圆形磁栅	多级旋转变压器
直线形	长光栅 激光干涉仪	编码尺	直线感应同步器、磁栅、容栅	绝对值式磁尺

§ 4-1 旋转变压器

一、旋转变压器的结构

结构与两相绕线式异步电机相似，定子+转子，电磁学原理

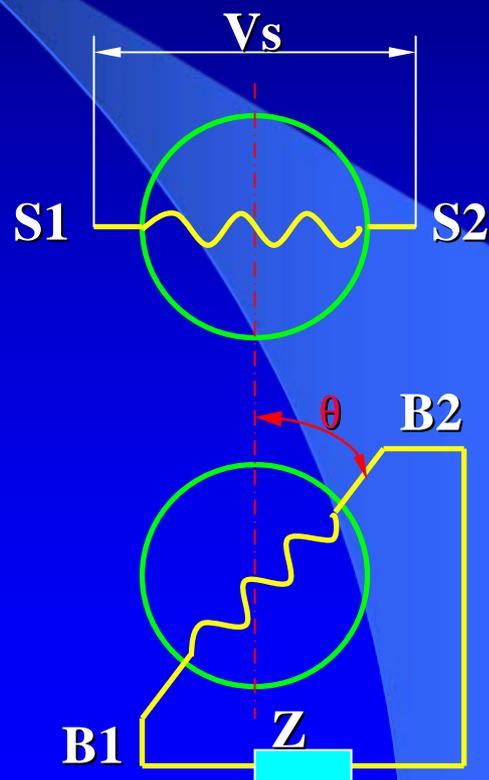
二、旋转变压器工作原理

基本工作原理

$$V_s = V_m \sin \omega t$$

$$V_B = KV_s \sin \theta = KV_m \sin \theta \sin \omega t$$

按工作方式分为鉴相式和鉴幅式



§ 4-1 旋转变压器

二、旋转变压器工作原理

1. 鉴相式

$$V_s = V_m \cos \omega t$$

$$V_k = V_m \sin \omega t$$

$$V_B = V_{BS} + V_{BK}$$

$$= KV_S \sin(-\theta) + KV_K \cos \theta$$

$$= -KV_m \cos \omega t \sin \theta + KV_m \sin \omega t \cos \theta$$

$$= KV_m \sin(\omega t - \theta)$$

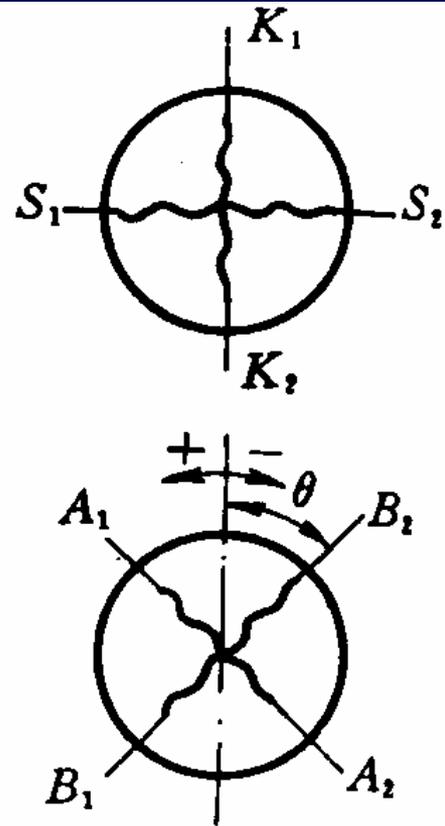


图 4-4 旋转变压器电气工作原理图

§ 4-1 旋转变压器

二、旋转变压器工作原理

2. 鉴幅式

$$V_s = V_m \cos \alpha \sin \omega t$$

$$V_k = V_m \sin \alpha \sin \omega t$$

$$V_B = V_{BS} + V_{BK}$$

$$= KV_S \sin(-\theta) + KV_K \cos \theta$$

$$= -KV_m \cos \alpha \sin \omega t \sin \theta + KV_m \sin \alpha \sin \omega t \cos \theta$$

$$= KV_m \sin(\alpha - \theta) \sin \omega t$$

$$KV_m \sin(\alpha - \theta) = 0$$

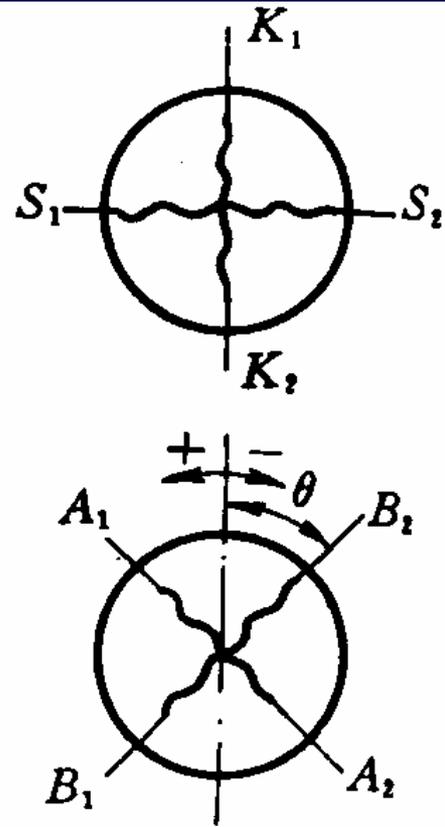


图 4-4 旋转变压器电气工作原理图

§ 4-1 旋转变压器

二、旋转变压器的应用

1. 鉴相式 $V_B = KV_m \sin(\omega t - \theta)$

$$U(\theta) = U(n \times 2\pi + \theta)$$

2. 鉴幅式

$$V_B = KV_m \sin(\alpha - \theta) \sin \omega t$$

需要将被测角位移限制在 $\pm \pi$ 以内，才能唯一确定 θ 的大小，属于动态跟随检测和增量式检测

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 + \cdots + \theta_N = \sum_{i=1}^N \theta_i$$

§ 4-2 感应同步器

● 感应同步器工作原理

原理利用两个平面印刷电路绕组的互感随两者的位置变化而变化，类似于变压器的原边和副边。有旋转感应同步器和直线感应同步器两种。

精度高，分辨率可达**0.05um**，测量位移范围大，广泛用于数控机床、雷达天线定位跟踪等。

当在滑尺绕阻施加激励交变电压时，在定尺绕阻可感应出与两尺位置由关系的交变电压，根据激励电压的不同，可分为鉴相式和鉴幅式两种。

应用时根据测量范围不同，可以将多块定尺拼接

§ 4-3 光栅

精度高, 可达 $1\ \mu\text{m}$, 工作原理利用光的透射和衍射现象, 可测直线或转角。非接触测量, 抗干扰能力强, 但对环境要求高。

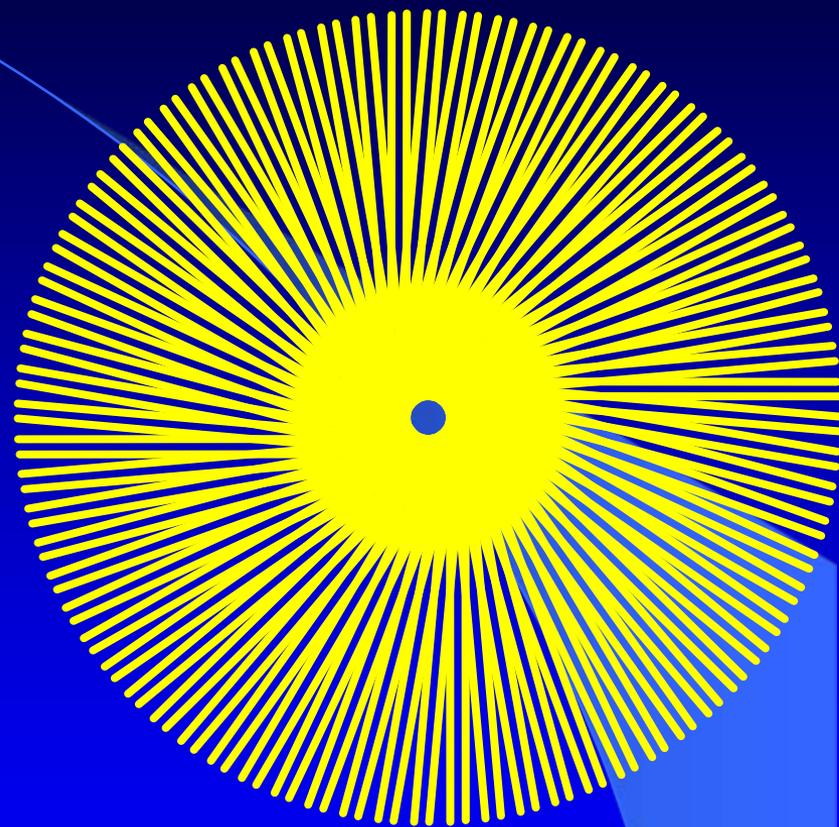
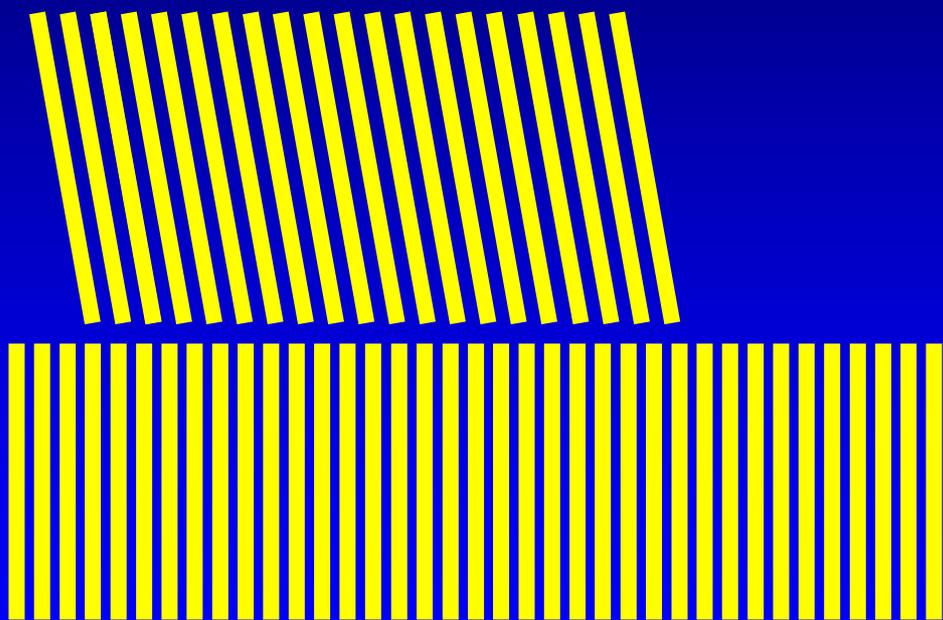
一、光栅的构造

1. 光栅尺的构造和种类

- 标尺光栅
固定在机床活动部件上
- 指示光栅
安装在读数头内

§ 4-3 光栅

长光栅

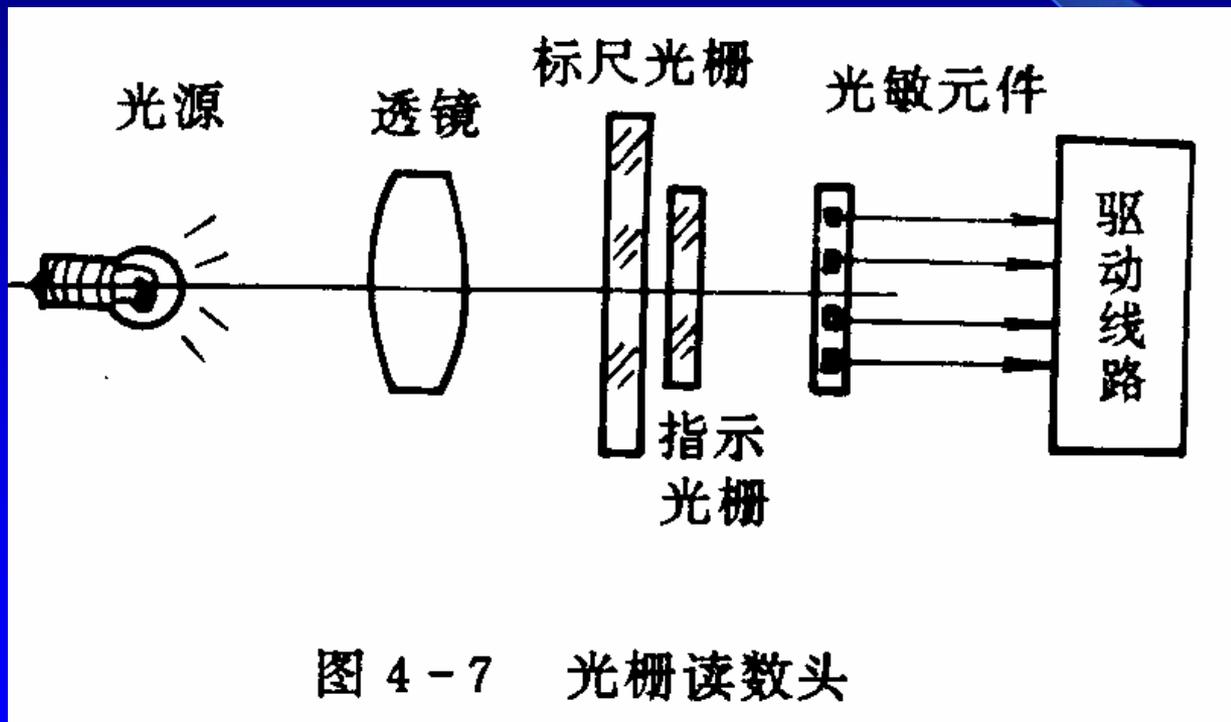


圆光栅

§ 4-3 光栅

一、光栅的构造

2. 光栅读数头



§ 4-3 光栅

二、光栅的工作原理

演示

莫尔条纹性质:

- 在平行光照射下,透过莫尔条纹的光强度分布近似于余弦函数;
- **放大作用:** $W=d/\sin \theta$, 当 θ 很小时, $W=d/\theta$
- **平均效应:** 莫尔条纹是由若干条线纹共同干涉形成的, 对个别光栅线纹之间的误差具有平均效应, 能消除栅距不均匀所造成的影响;
- **移动规律:** 光栅相对移动一个 d , 莫尔条纹移动一个 W , 当光栅移动方向变化时, 莫尔条纹的移动方向也变化;

§ 4-3 光栅

二、光栅的工作原理

1. 位移大小的检测

$W \rightarrow d$, 当 $x < d$ 时, 可由 V_A 、 V_B 、 V_C 、 V_D 余弦函数, 可以计算出 x 。

2. 位移方向的检测

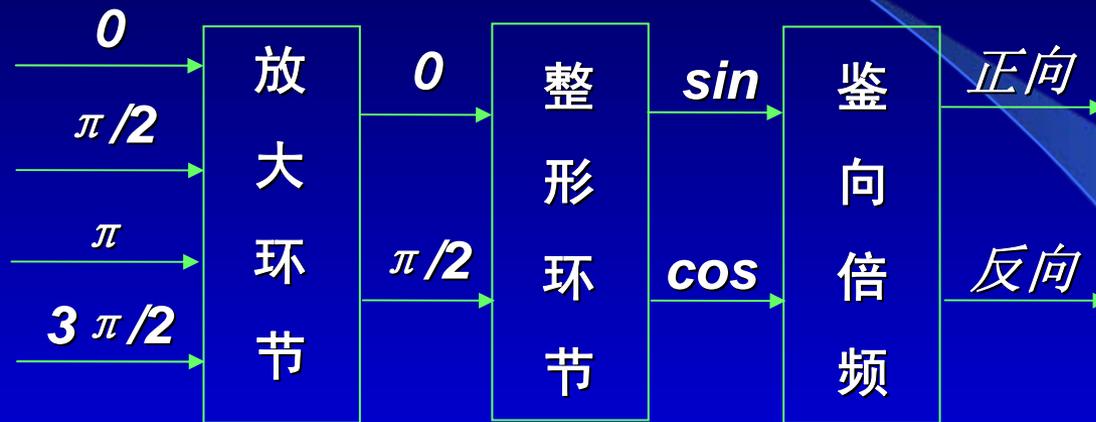
V_A 与 V_B 的相位关系可判断出 x 的移动方向。

3. 速度的检测

V_A 、 V_B 、 V_C 、 V_D 的变化频率可以推断出两光栅尺的相对位移速度。

§ 4-3 光栅

三、光栅信息处理及应用



1. 放大与整形

形成两路相位差为 $\pi/2$ 的方波信号

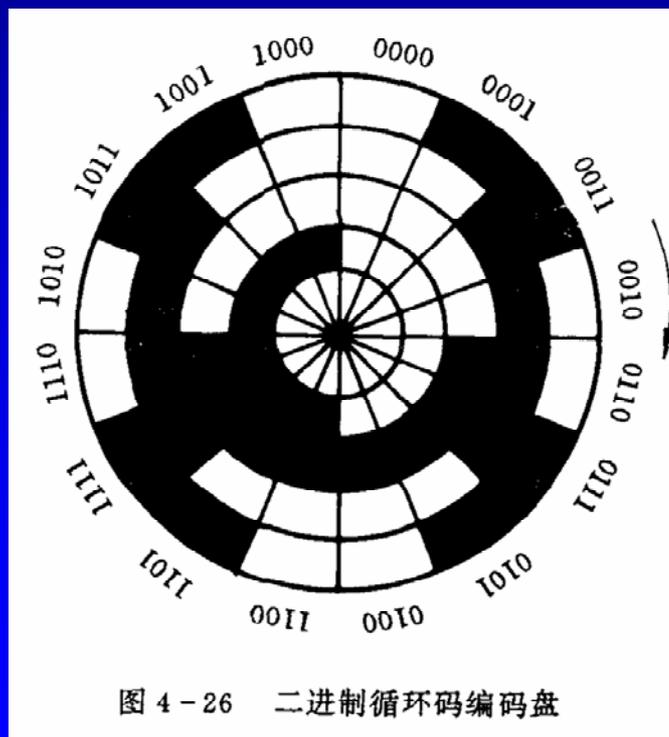
2. 鉴向倍频

鉴别方向；进行脉冲倍频（提高分辨率）

§ 4-5 编码器

通过直接编码进行测量的元件，直接将被测转角或直线位移转换成相应的代码，指示其绝对位置。为数字量输出，没有积累误差，电源切断后信息可保留。

一、编码盘工作原理



§ 4-5 编码器

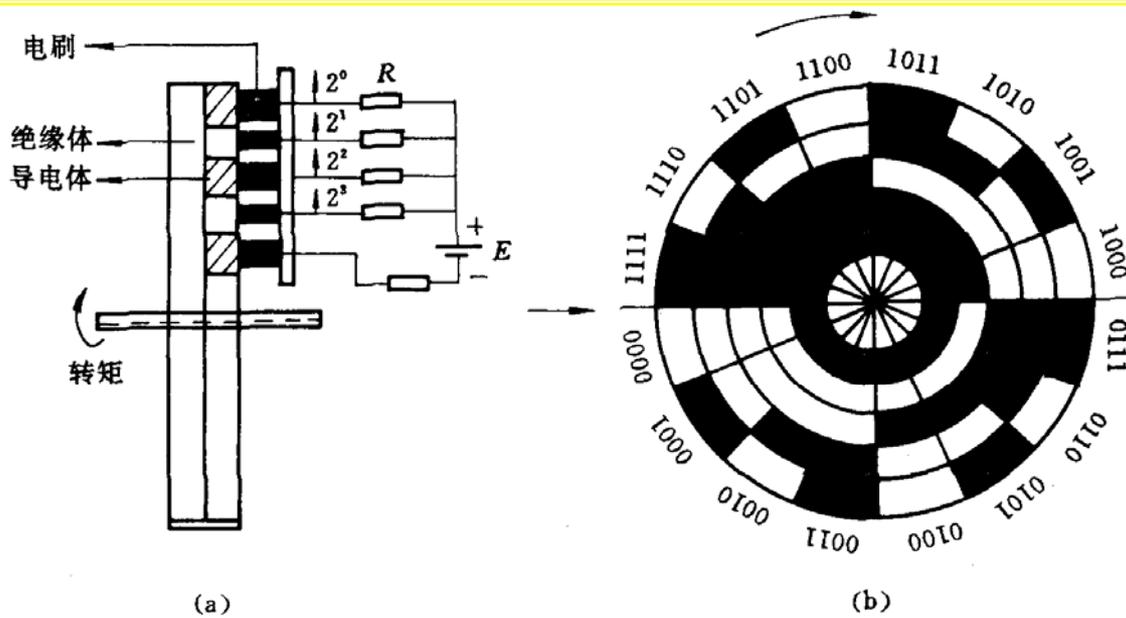


图 4-24 编码盘

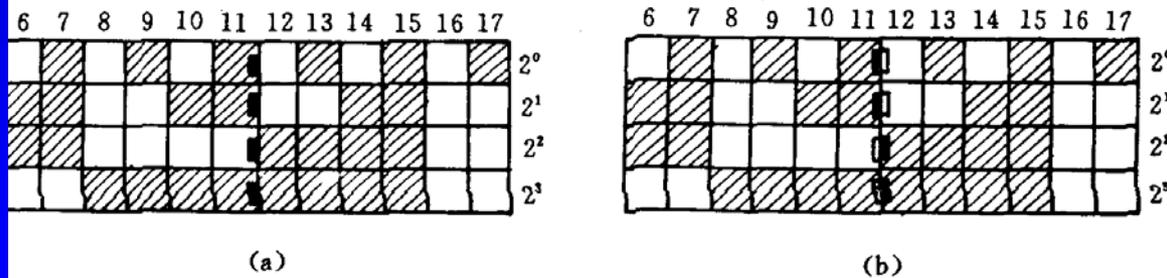


图 4-25 四位二进制编码盘展开图

§ 4-5 编码器

二、编码盘的种类

从结构上编码盘可分为：

- 接触式编码盘
- 光电式编码盘
- 电磁式编码盘