



自动控制实践I

编码器与光栅

哈尔滨工业大学空间控制与惯性技术研究中心 解伟男

目 录

- 1 编码器的定义和分类
- 2 增量式编码器
- 3 绝对式编码器
- 4 混合式编码器
- 5 码盘实例
- 6 光栅



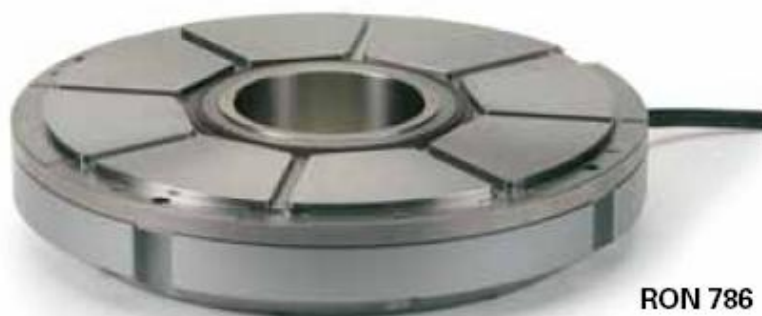
1.1 编码器概述

功能：

编码器俗称**码盘**，用来测量转角并把它转换成**脉冲或数字**形式的输出信号。

分类：

1. 根据输出信号的基本形式：增量式和绝对式
2. 根据结构和原理：**光电式**、电磁式



1.1 编码器概述

光电编码器特点：

光电式编码器是目前用的较多的一种测角元件，它没有触点磨损，允许转速高，精度高，但是结构复杂，价格贵。

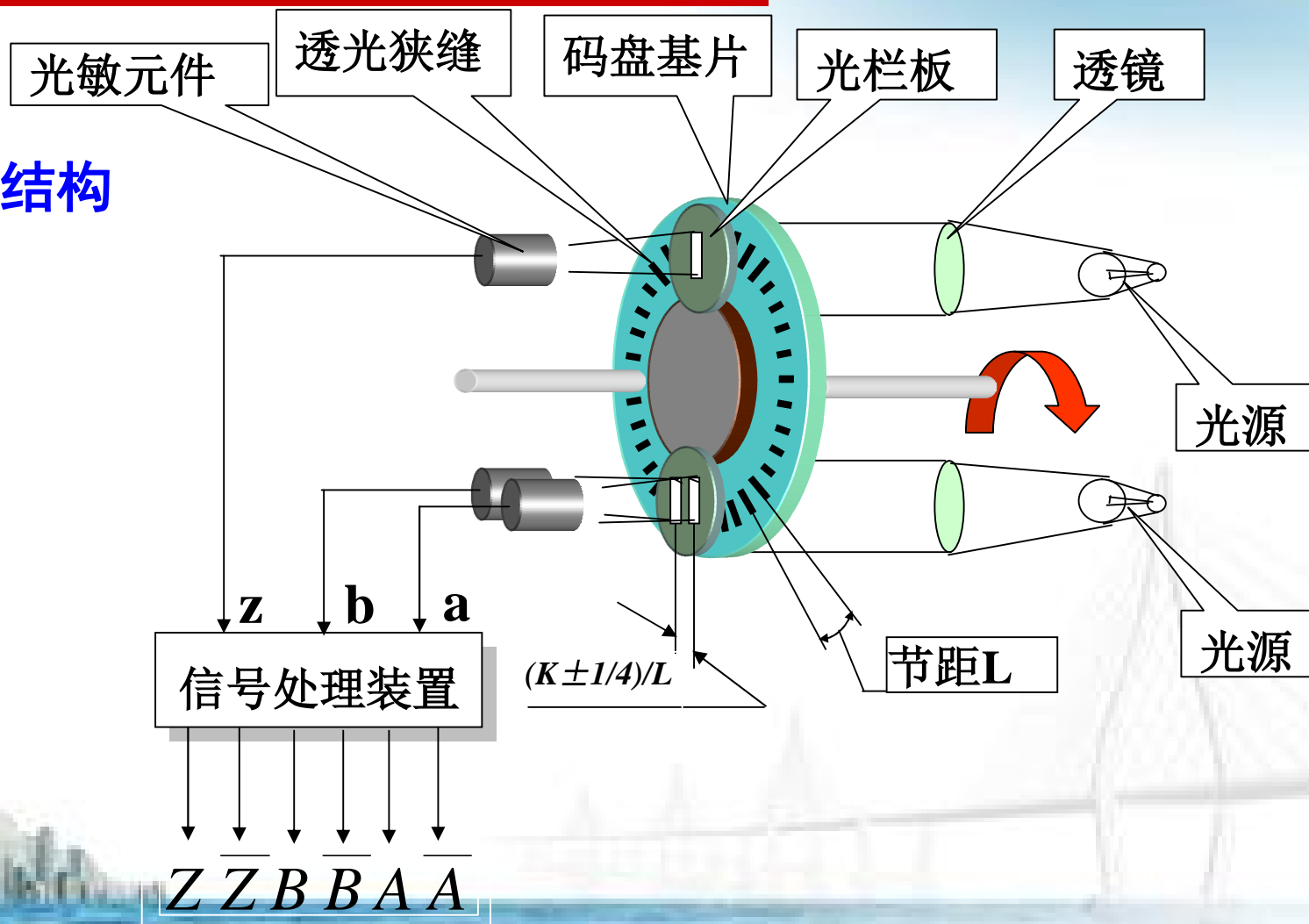
光电编码器属于哪一类型传感器：

1. 角位移测量元件(被测量性质)
2. 光电式测量元件(测量原理)
3. 结构型测量元件(结构划分)
4. 数字型测量元件(输出量)



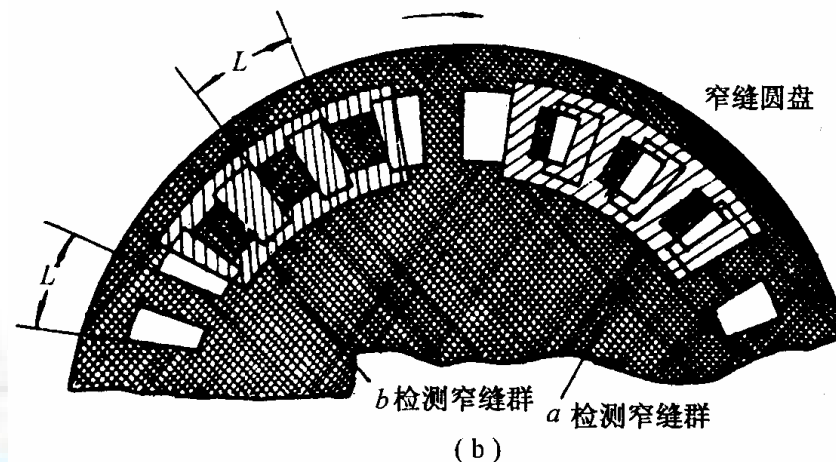
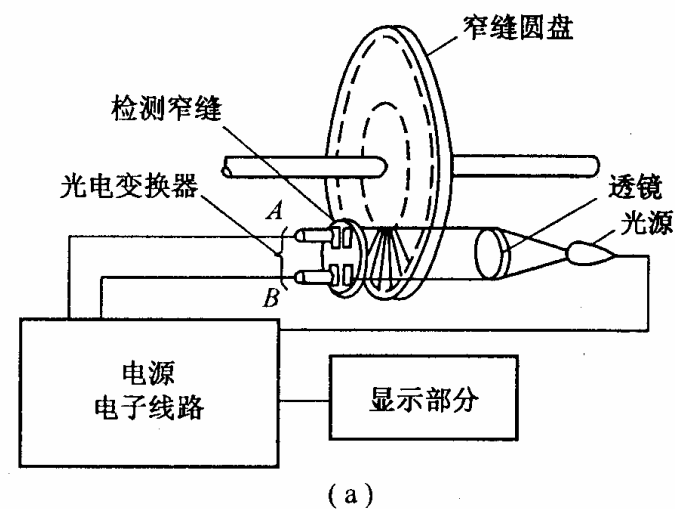
2.1 增量码盘的结构

一、结构



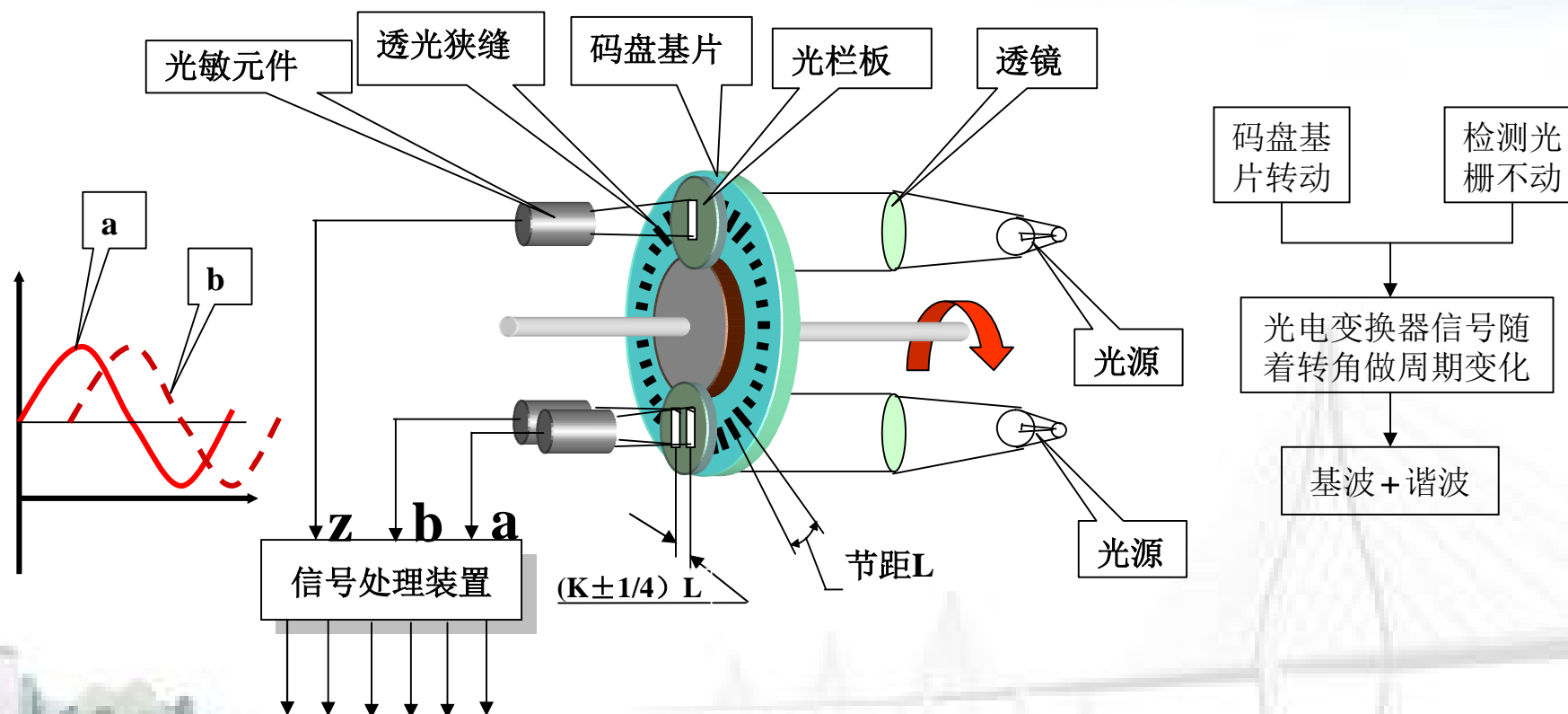
2.1 增量码盘的结构

- 结构中最大的部分是一个圆盘，大圆盘上刻有均匀分布的辐射状窄缝，窄缝分布的周期称为**节距**，记为 L 。
- 与圆盘对应的是两组检测窄缝，它们的节距和圆盘上的节距是相等的。两组检测窄缝的位置相隔 $(K \pm 1/4)$ 节距，其目的是使两个输出信号在相位上**相差 90°** 。
- 光栏板上检测窄缝数量？
提高灵敏度，均化误差



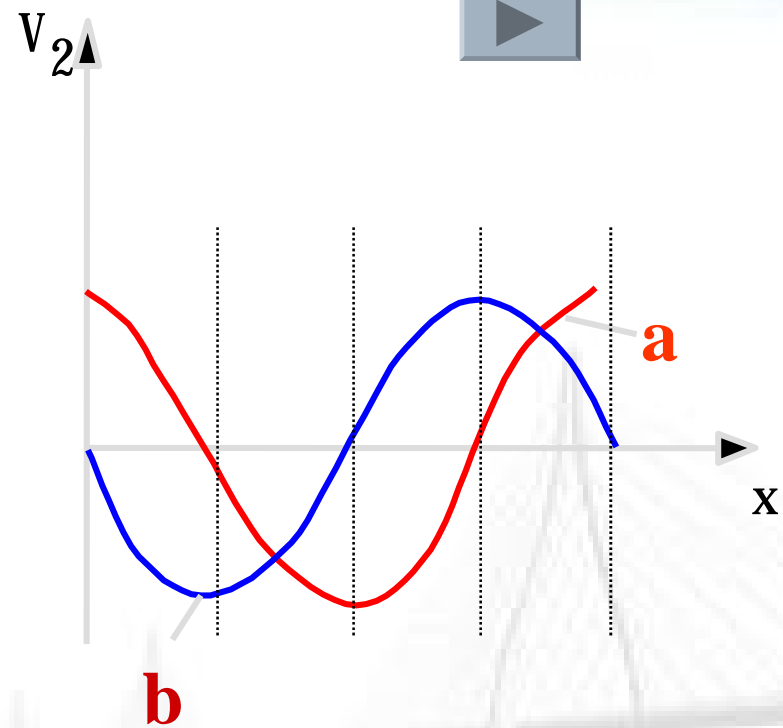
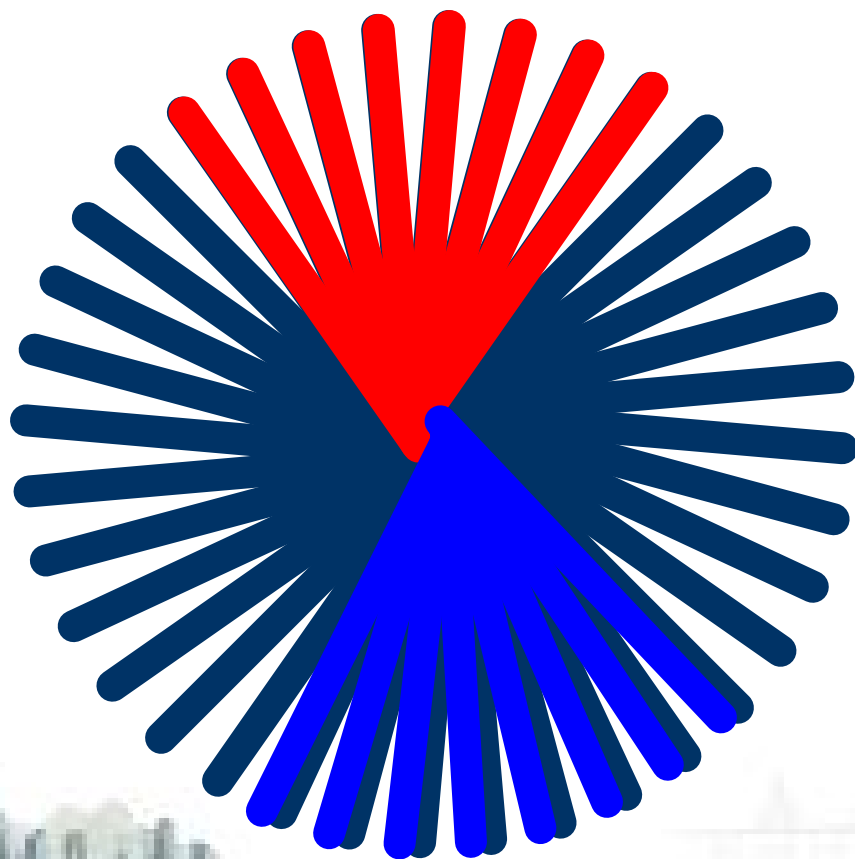
2.2 增量码盘的工作原理

二、工作原理



2.2 增量码盘的工作原理

工作原理动画演示



2.3 增量码盘的信号处理

三、信号处理

微分装置，信号由低向高跳变时输出一个脉冲。正转时输出正转脉冲，反转时输出反转脉冲。每输出**1个脉冲**，表示转过了**1个节距**。

为了判别转动方向，信号***b***是不可缺少的，这是用两个检测窄缝的原因。

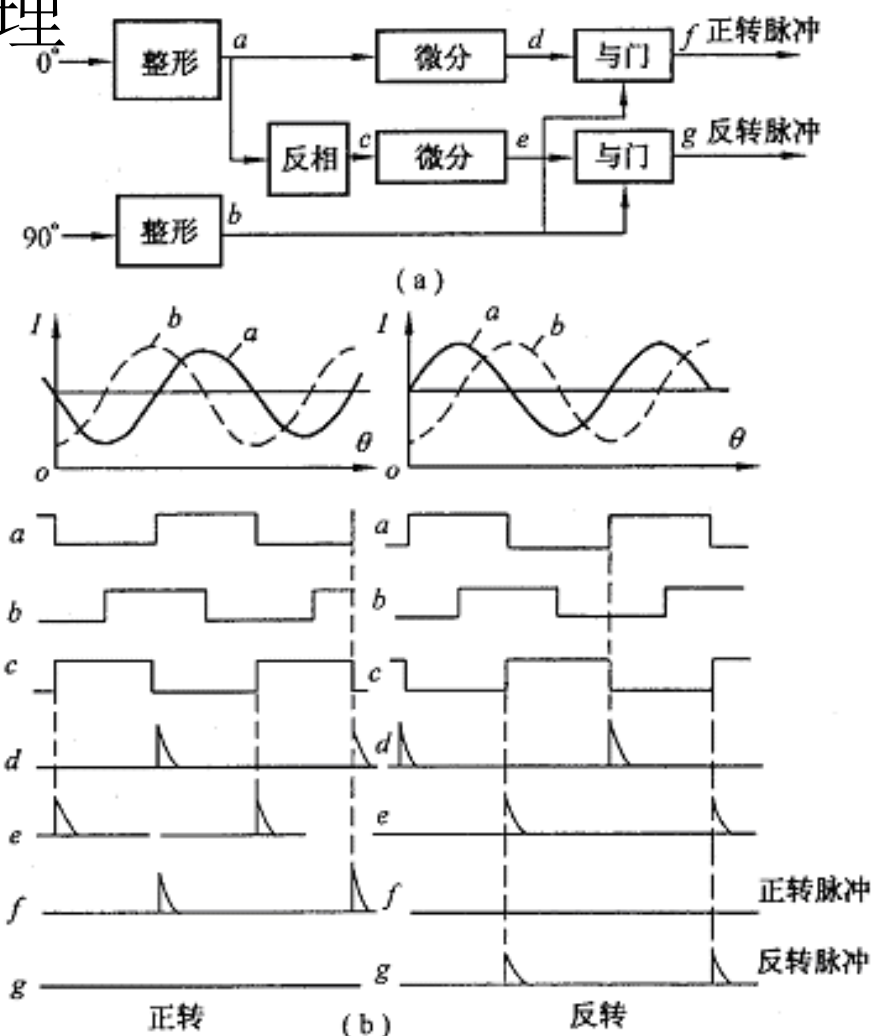


图 11-2 光电码盘信号处理线路框图和信号波形图

2.3 增量码盘的信号处理

- 将正、反转脉冲分别送入可逆计数器就能正确计算出脉冲数 N ，再乘以一个脉冲对应的角度增量 Δ ，就得到相对初始位置的角度——角位移增量 $N \Delta$ 。如何获得绝对位置信息？
- 计算轴的转角要有基准。增量码盘事先规定一个基准零点，称为零位。相对这个零位的转角位置称为绝对位置。如何找到基准？
- 增量码盘有3个输出端，分别称为 A 、 B 和 Z 。 Z 相送出的脉冲就是零位脉冲。

2.4 增量码盘的寻零

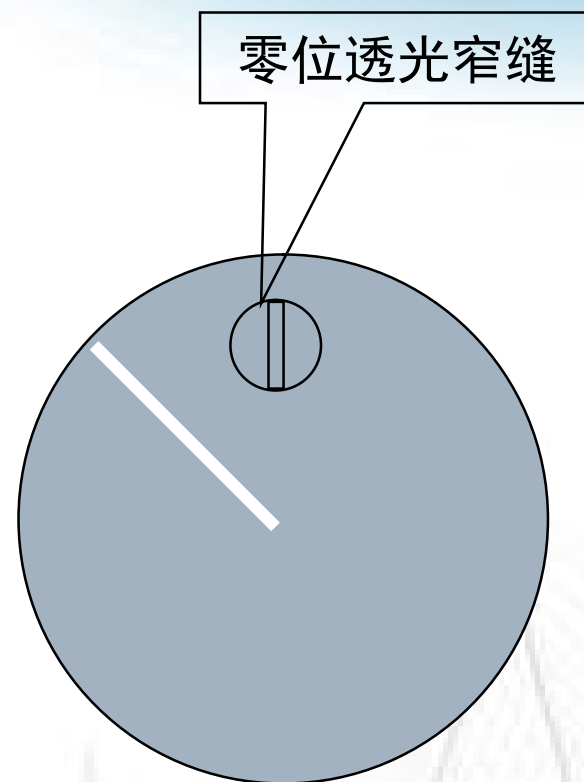
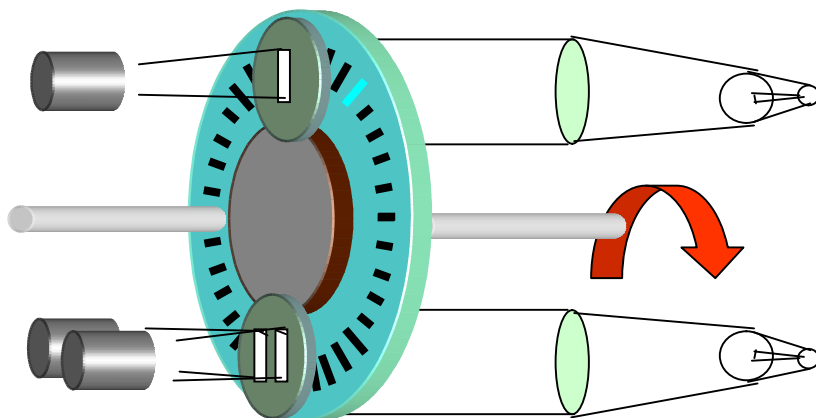
四、寻零

转角不受限时，一个方向转，一圈之内就可找到零位脉冲

转角受限时，一个方向转，转到头还找不到就反转

2.4 增量码盘的寻零

转角不受限时

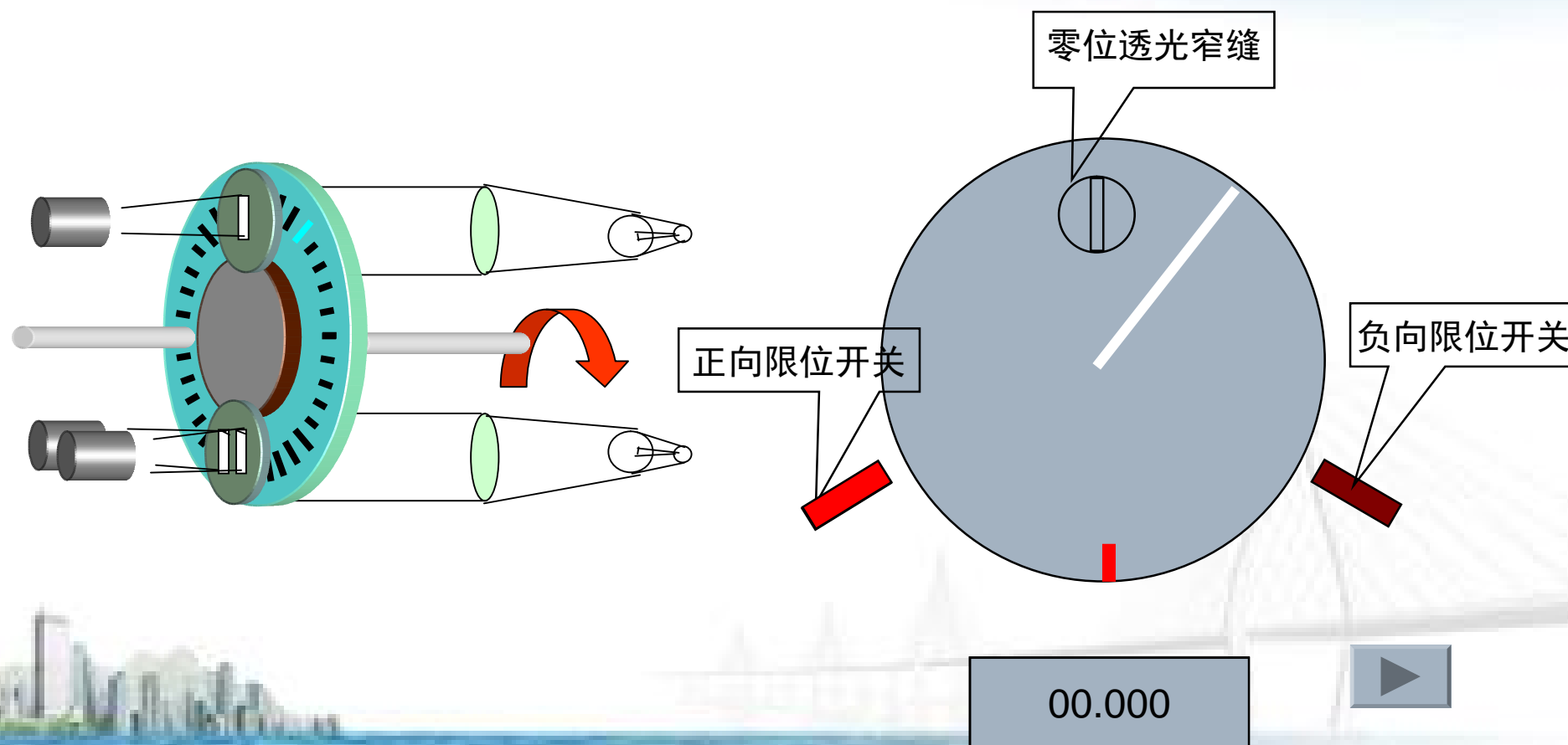


00.000



2.4 增量码盘的寻零

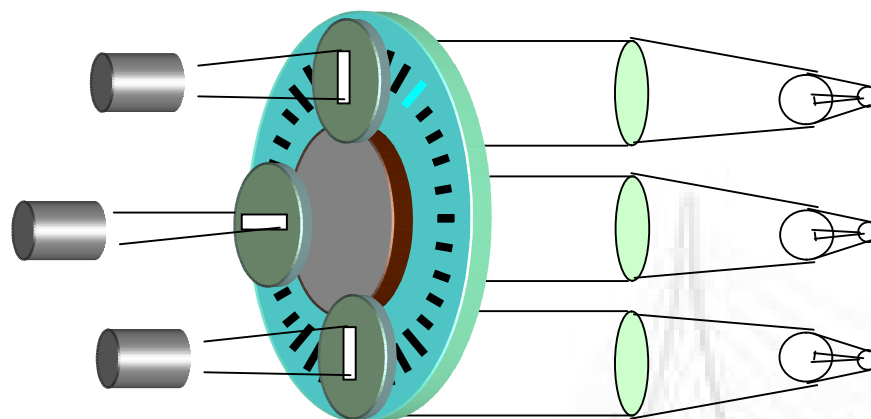
转角受限情况



2.4 增量码盘的寻零

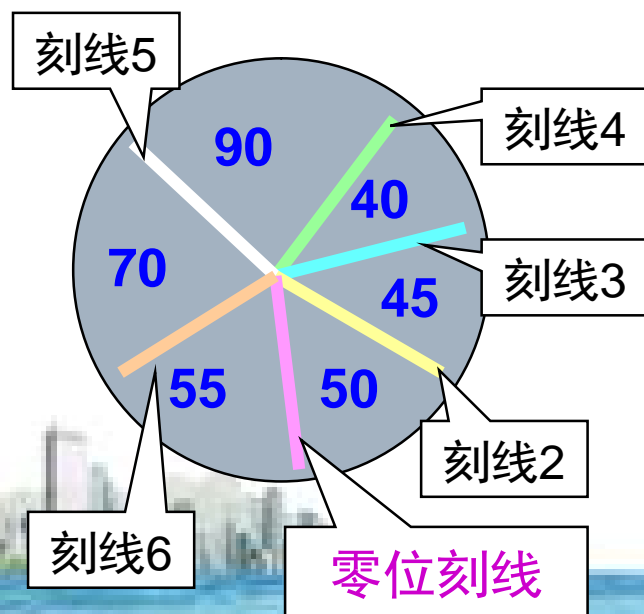
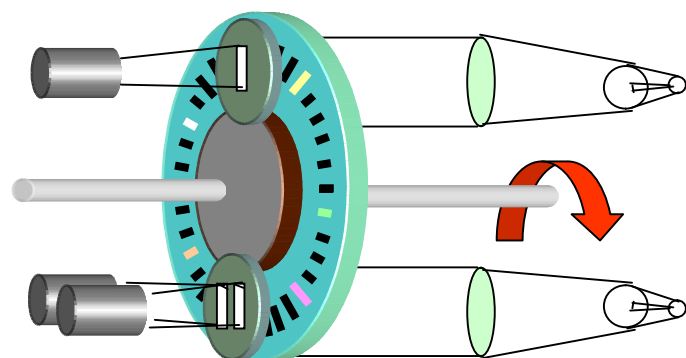
有没有更快的寻零方法？

- 多条零位刻线（不等间距分配）可有效缩短寻零时间
- 寻零时，读取零位信号的同时，记录两个零位信号之间的脉冲数，结合旋转方向，即可得到绝对零位

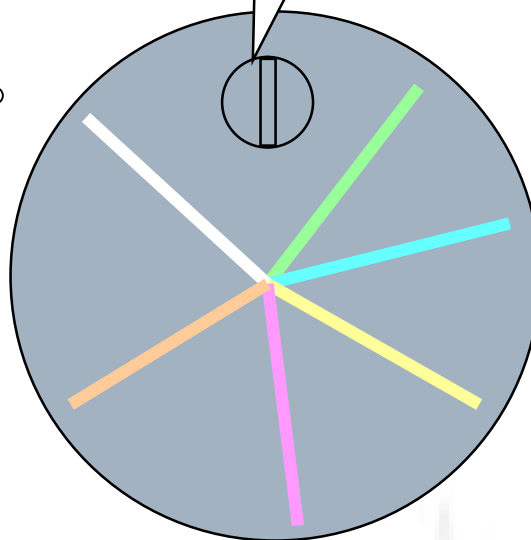


2.4 增量码盘的寻零

多条刻线寻零方法



零位透光窄缝



$$\theta_1 = 40.000$$

$$\theta_2 = 80.000$$

$$\Delta \theta = 40$$

$$\Delta \theta > 0$$

第二条刻线为3

-95.000

2.5 增量码盘的分辨力与倍频

五、分辨力与倍频电路

- 一个脉冲对应的转角表示码盘的分辨力和静态误差。所以分辨力为

$$\Delta q = \frac{360^\circ}{\text{每转脉冲数}}$$

- 码盘的分辨力取决于一周所产生的脉冲数
- 普通码盘一转产生500~5000个脉冲，高精度码盘一转脉冲数达十几万，并用二进制表示。如17位增量码盘脉冲数是 $2^{17}=131072\text{p/r}$ 。
- 脉冲数与圆盘窄缝数成正比。码盘直径越大，窄缝越多，产生的脉冲越多，码盘的分辨力和精度越高。

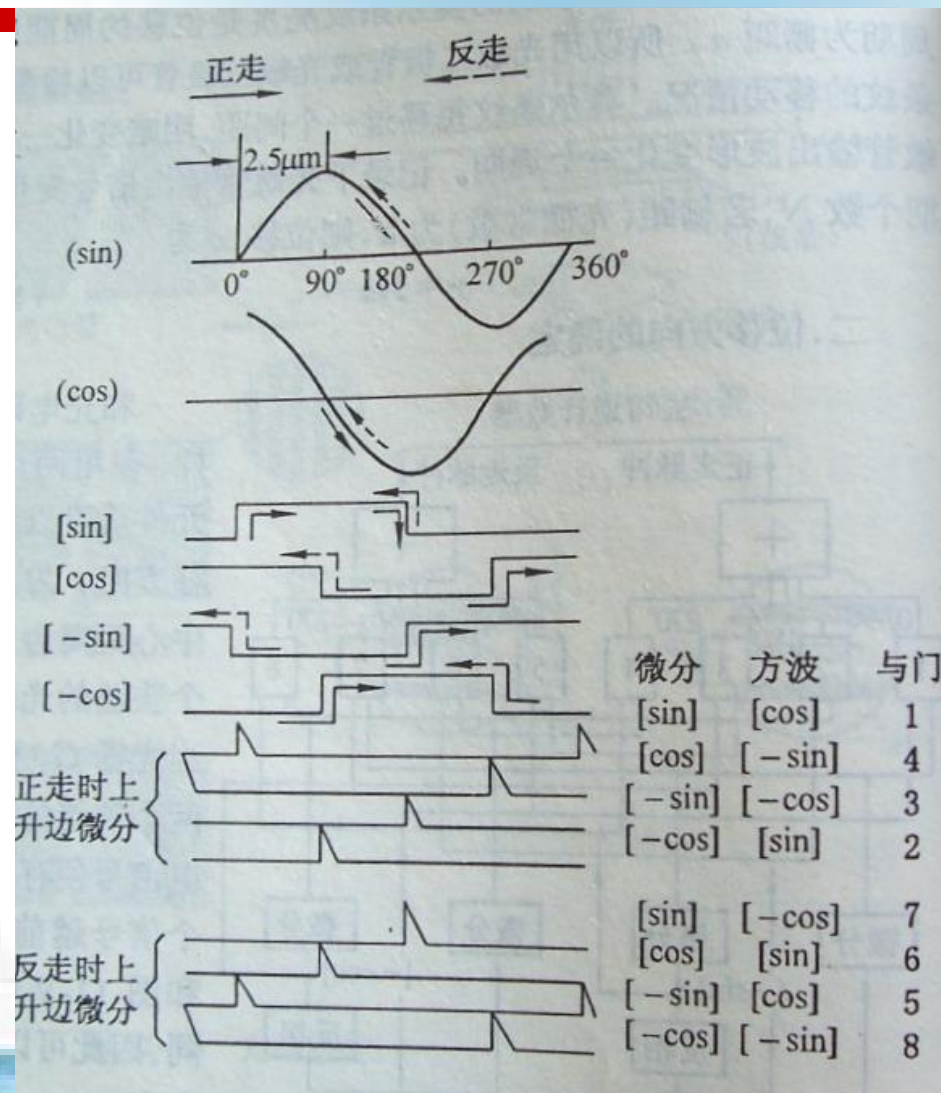
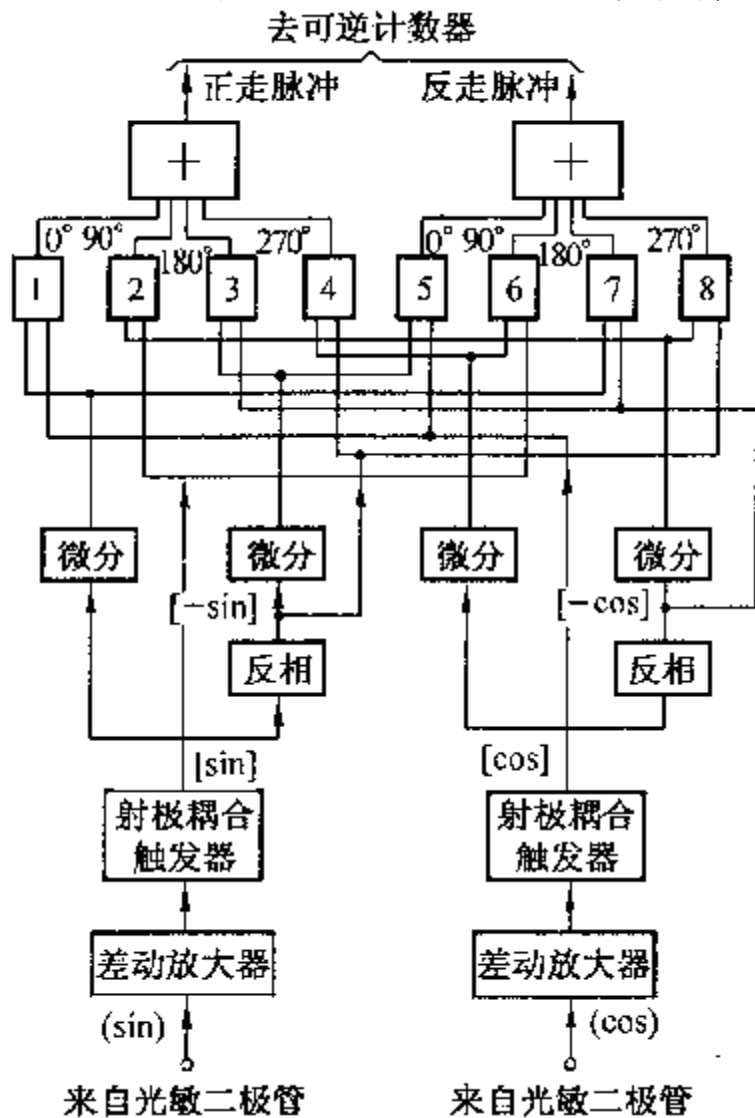
2.5 增量码盘的分辨力与倍频

设备的精度和码盘的分辨力如何匹配？

- 假设控制系统要求的精度为 $1'$ ，14位、17位、20位增量码盘应该选择哪种？（不采用四细分）
- 精度 $1' = 0.017^\circ$
- 14位增量码盘，脉冲数 $2^{14} = 16384 \text{ p/r}$ ，分辨力 $360/16384 = 0.022^\circ$
- 17位增量码盘，脉冲数 $2^{17} = 131072 \text{ p/r}$ ，分辨力 $360/131072 = 0.0027^\circ$
- 20位增量码盘，脉冲数 $2^{20} = 1048576 \text{ p/r}$ ，分辨力 $360/1048576 = 0.00034^\circ$
- 选择17位即可

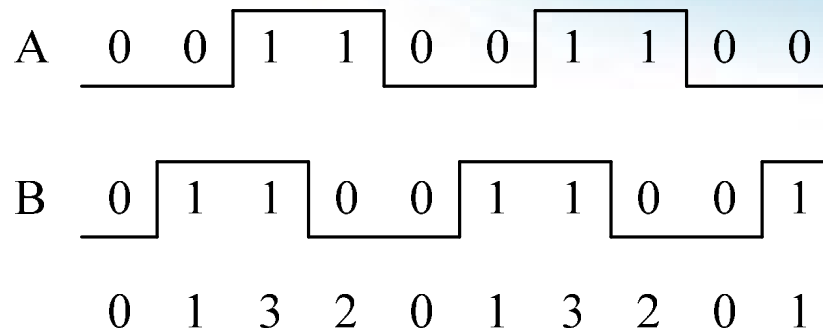
如何提高码盘的分辨力？

2.5 增量码盘的分辨力与倍频

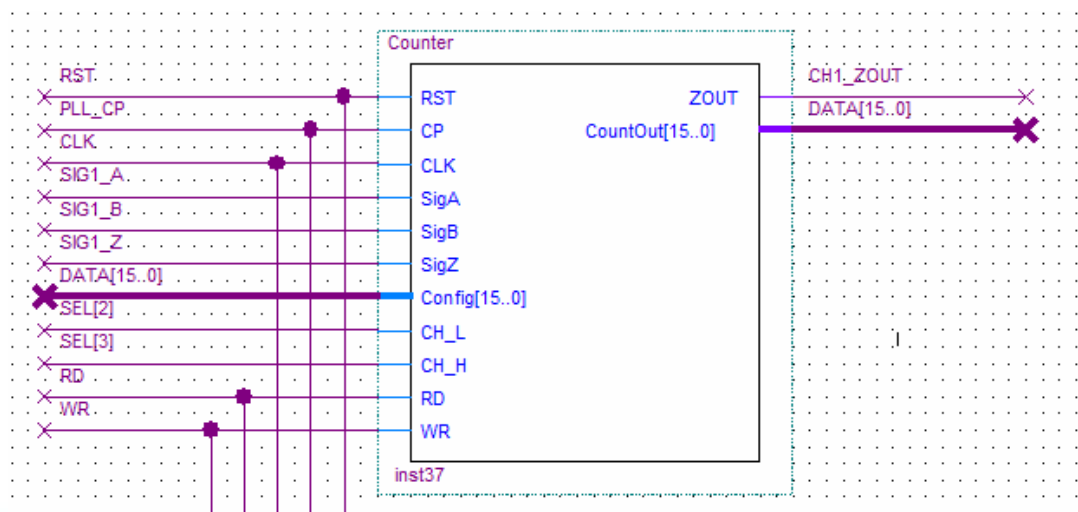


2.5 增量码盘的分辨力与倍频

四细分计数



FPGA计数模块



2.5 增量码盘的分辨力与倍频

编码器计数代码

```
CASE SigSta&SigB&SigA IS
WHEN "0010" => SigCounter<=SigCounter+"00000000000000000000000000000001";
WHEN "1011" => SigCounter<=SigCounter+"00000000000000000000000000000001";
WHEN "1101" => SigCounter<=SigCounter+"00000000000000000000000000000001";
WHEN "0100" => SigCounter<=SigCounter+"00000000000000000000000000000001";
WHEN "0001" => SigCounter<=SigCounter-"00000000000000000000000000000001";
WHEN "0111" => SigCounter<=SigCounter-"00000000000000000000000000000001";
WHEN "1110" => SigCounter<=SigCounter-"00000000000000000000000000000001";
WHEN "1000" => SigCounter<=SigCounter-"00000000000000000000000000000001";
WHEN OTHERS => SigCounter<=SigCounter;
END CASE;
```

零位脉冲代码

```
IF (SigA='1' AND SigB='1' AND SigZ='1') THEN
    FlZero<='1';
    IF (ConEnClrZero='1') THEN
        IF (ConEnClrZOff='0') THEN
            SigCounter<="00000000000000000000000000000000";
        ELSE
            SigCounter<="10000000000000000000000000000000";
        END IF;
    ELSE
        CASE SigSta IS
        WHEN "10" => SigCounter<=SigCounter+"00000000000000000000000000000001";
        WHEN "01" => SigCounter<=SigCounter-"00000000000000000000000000000001";
        WHEN OTHERS => SigCounter<=SigCounter;
        END CASE;
    END IF;
ELSE
    CASE SigSta IS
    WHEN "10" => SigCounter<=SigCounter+"00000000000000000000000000000001";
    WHEN "01" => SigCounter<=SigCounter-"00000000000000000000000000000001";
    WHEN OTHERS => SigCounter<=SigCounter;
    END CASE;
END IF;
```

--z相过零

--允许z相清零

--允许清零偏置

--不允许z相清零下计数

2.5 增量码盘的分辨力与倍频

- 细分技术能在不增加码盘刻线数及价格的情况下提高码盘的分辨力。
- 细分前，码盘的分辨力对应一个节距。采用4细分技术后，计数脉冲的频力提高了4倍，测量步距是原来的 $1/4$ ，较大地提高了测量分辨力。
- 若光电信号足够接近正、余弦波形，还可将整形电路的跳变电压调整到其他适当值，从而得到10倍频或20倍频的细分电路，使测量精度进一步提高。

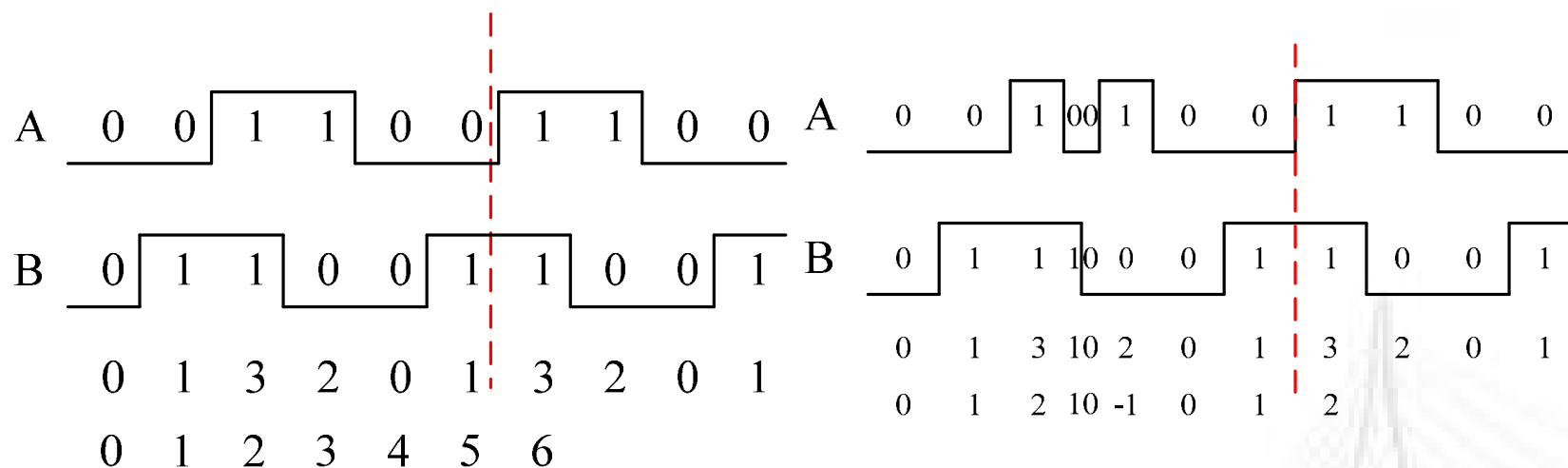
2.5 增量码盘的分辨力与倍频

- 假设控制系统要求的精度为 $1'$ ，12位、15位、17位增量码盘应该选择哪种？(采用四细分)
- 精度 $1' = 0.017^\circ$
- 12位增量码盘，脉冲数 $2^{12} = 4096\text{p/r}$ ，四细分后 16384p/r ，分辨力 $360/16384 = 0.022^\circ$
- 15位增量码盘，脉冲数 $2^{15} = 32768\text{p/r}$ ，四细分后 131072p/r ，分辨力 $360/131072 = 0.0027^\circ$
- 17位增量码盘，脉冲数 $2^{17} = 131072\text{p/r}$ ，四细分后 524288p/r ，分辨力 $360/524288 = 0.00069^\circ$
- 选择15位即可

2.6 增量码盘的干扰问题

六、干扰问题

在脉冲传输过程中，若由于干扰而丢失脉冲或窜入脉冲时将会产生累计误差。

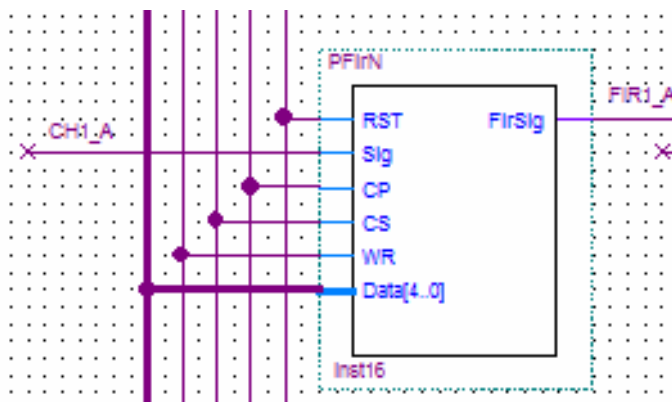


如何处理？

2.6 增量码盘的干扰问题

六、干扰问题

通过信号滤波处理干扰问题



```
IF (PreSig=Sig) THEN  
    Count<=Count+"00001";  
ELSE  
    Count<="00000";  
END IF;  
IF (Count>=Config) THEN  
    OutBuff<=PreSig;  
END IF;
```

会产生什么问题？

2.7 增量码盘的优缺点

七、增量码盘的优缺点

优点

- n 精度高（可用倍频电路进一步提高精度）
- n 既适合测角也适合测速
- n 无接触测量，可靠性高，寿命长

缺点

- n 开机后先要寻零。
- n 在脉冲传输过程中，干扰产生累计误差。
- n 需要计数器、速度受到一定限制。

2.8 增量码盘的使用注意事项

八、使用注意事项

- 1 考虑寻零问题
- 2 考虑可能出现因干扰引起的累计误差
- 3 考虑最大转速和分辨力矛盾
- 4 考虑计数器溢出问题

3.1 绝对式码盘概述

一、概述

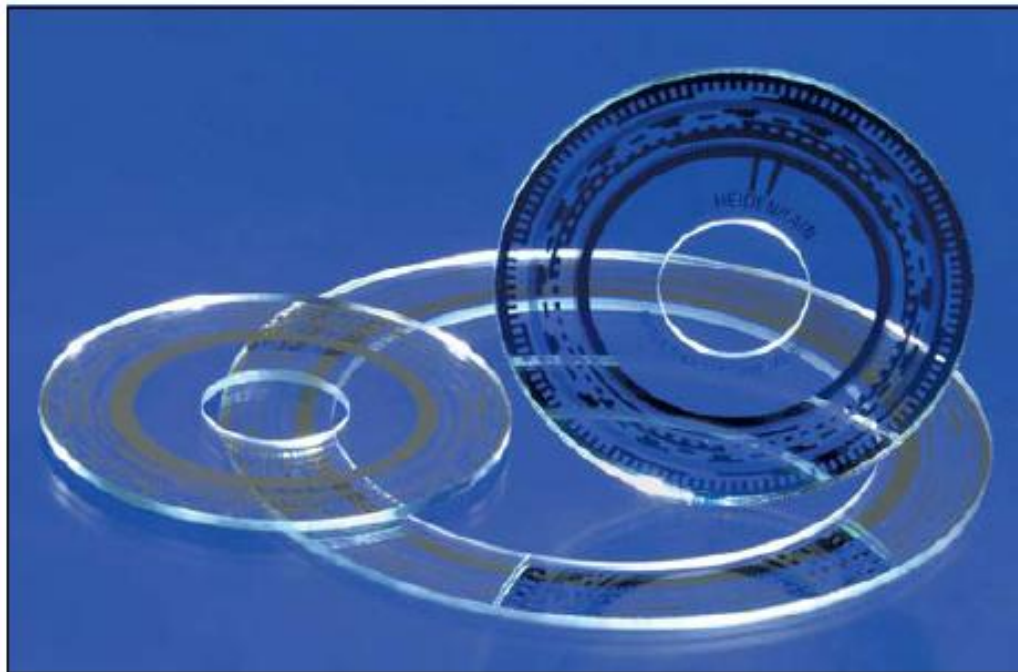
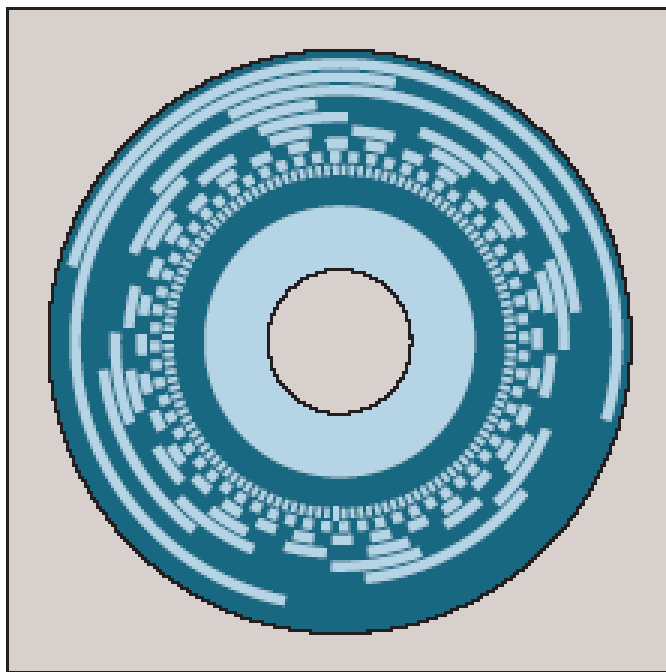
绝对式脉冲码盘是一种绝对角度位置检测装置，它的位置输出信号是某种制式的数码信号，它表示位移后所达到的绝对位置，要用起点和终点的绝对位置的数码信号，经运算后才能得到位移量的大小。



3.1 绝对式码盘概述

一、概述

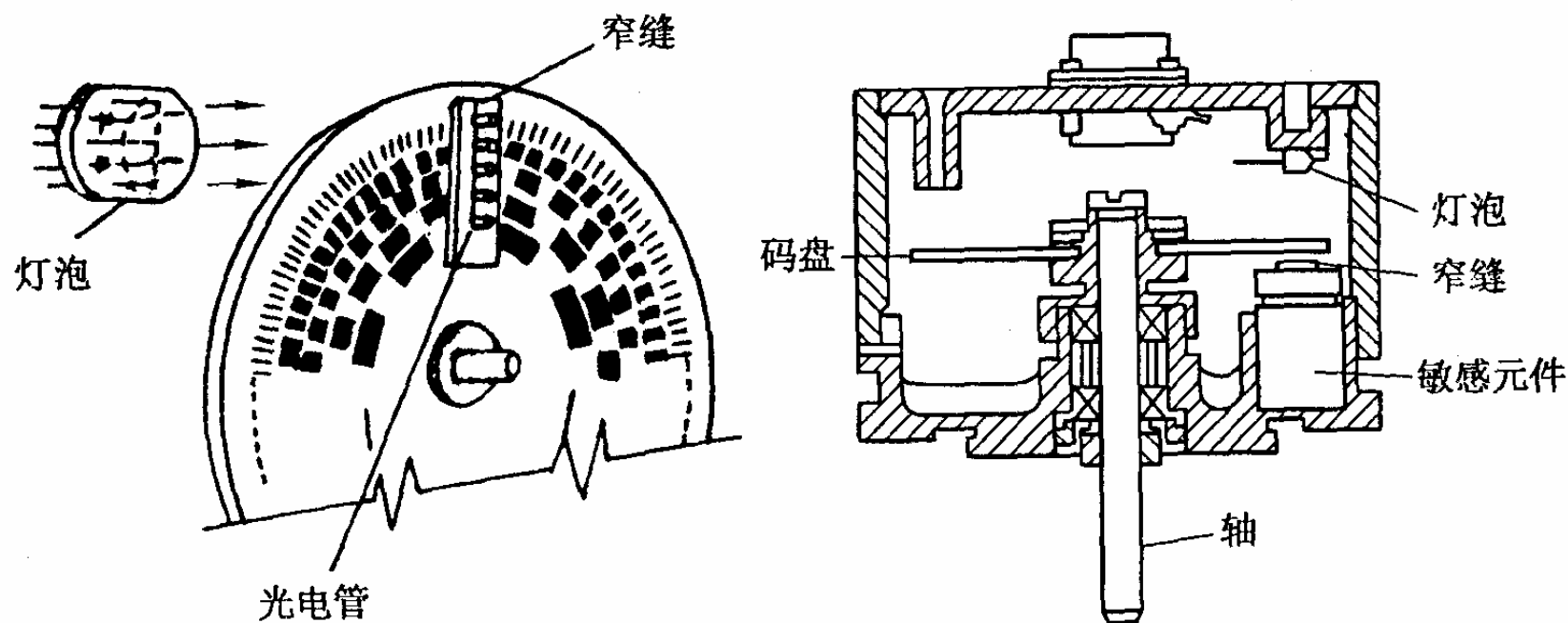
由三大部分组成：旋转的码盘、光源和光电敏感元件。
码盘上有光学码道，每个码道上按一定规律分布着透明和不透明区。



3.2 绝对式码盘的原理

二、原理

光源的光通过光学系统，穿过码盘的透光区被窄缝后面的光敏元件接收，输出为“1”；若被不透明区遮挡，光敏元件输出为“0”。各个码道的输出编码组合就表示码盘的转角位置

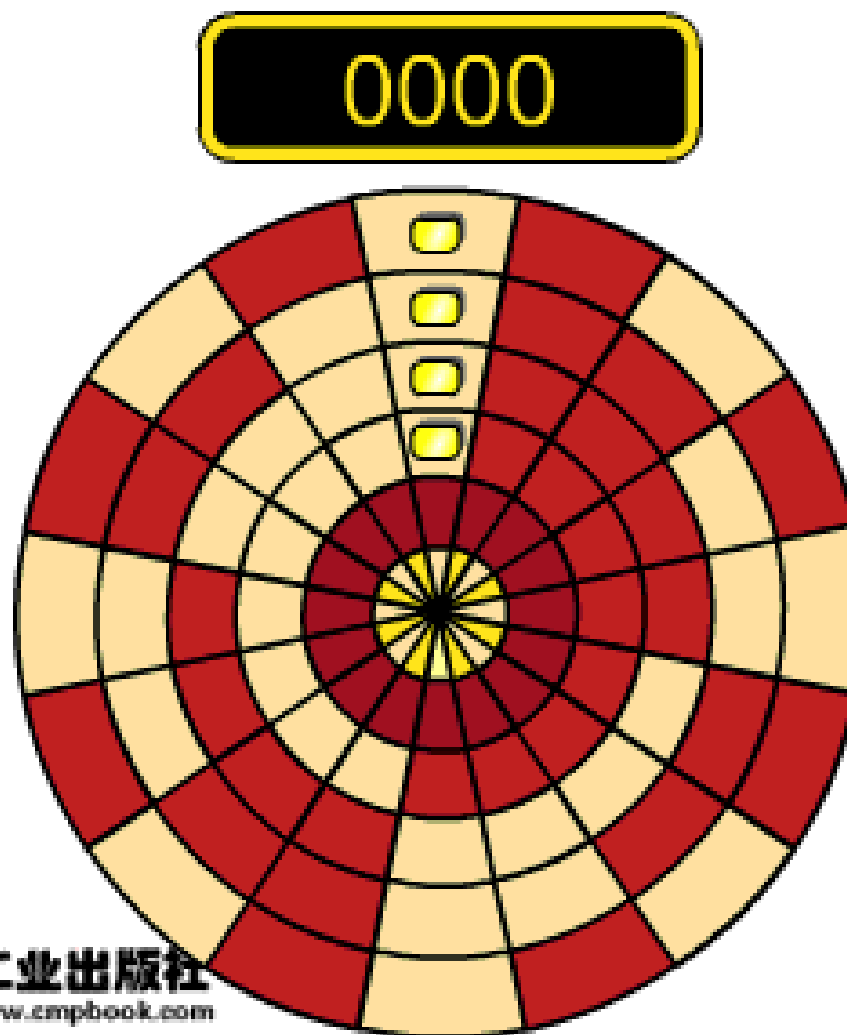


3.2 绝对式码盘的原理

动画演示

注意观察角位
与输出编码之
间的关系

编码器



机械工业出版社
<http://www.cmpbook.com>



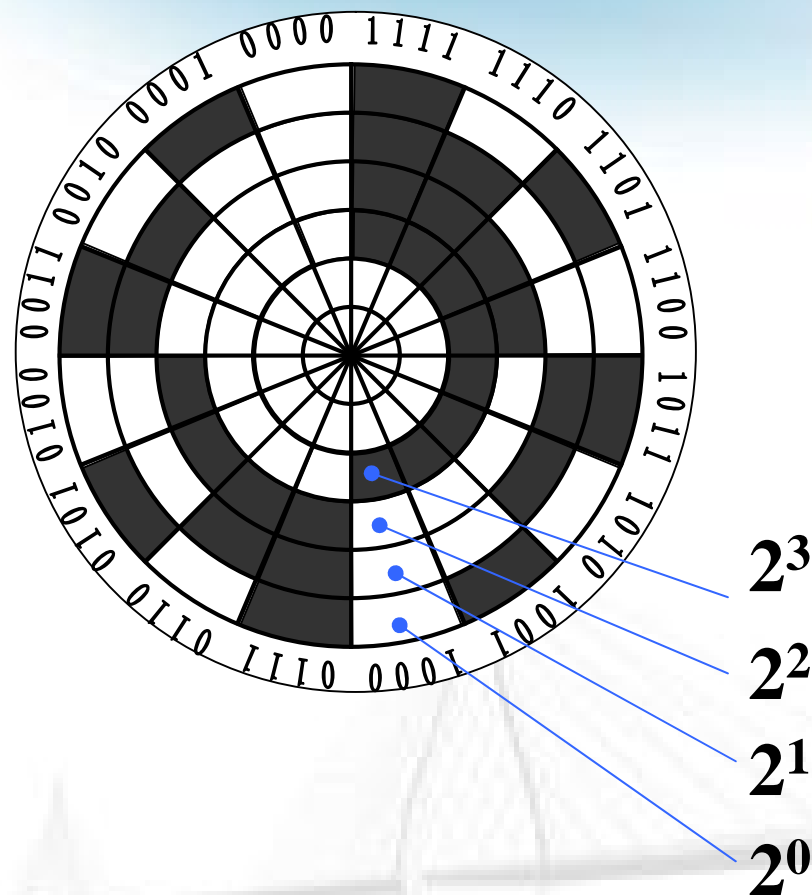
3.3 绝对式码盘的编码方式

三、编码方式

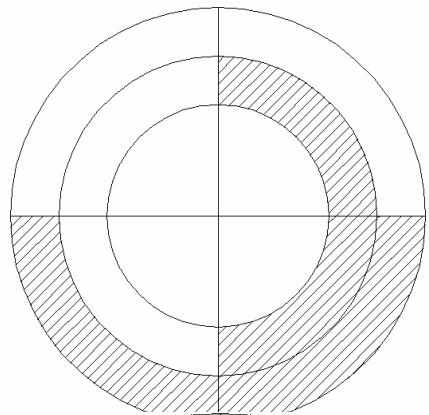
码道布局：二进制编码盘，每一个码道代表二进制的一位，最外层的码道为二进制的最低位

分辨力：用 N 表示码盘的码道数目，即二进制位数，则角度分辨力为

$$\Delta\theta = 360^\circ / 2^N$$

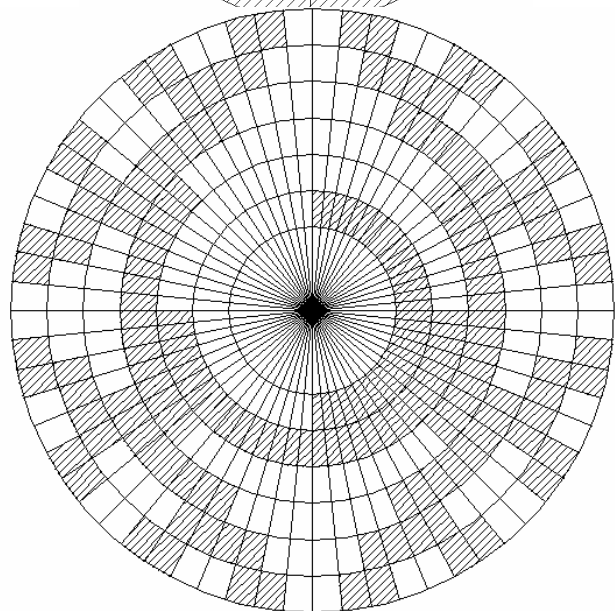
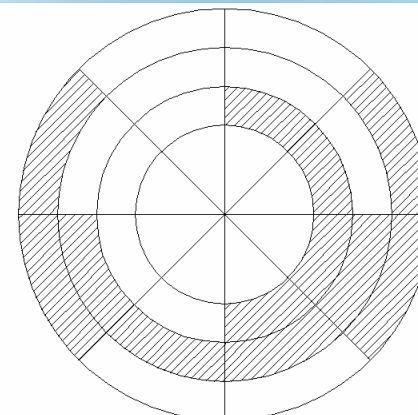


3.3 绝对式码盘的编码方式



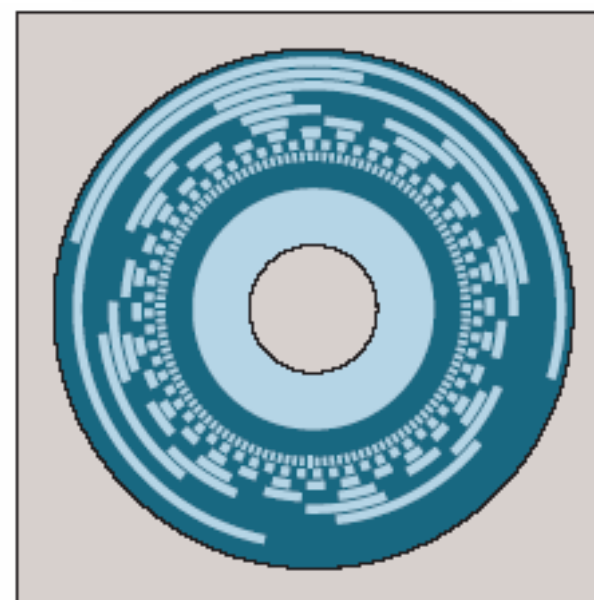
2位
90°

3位
45°



6位
5.6°

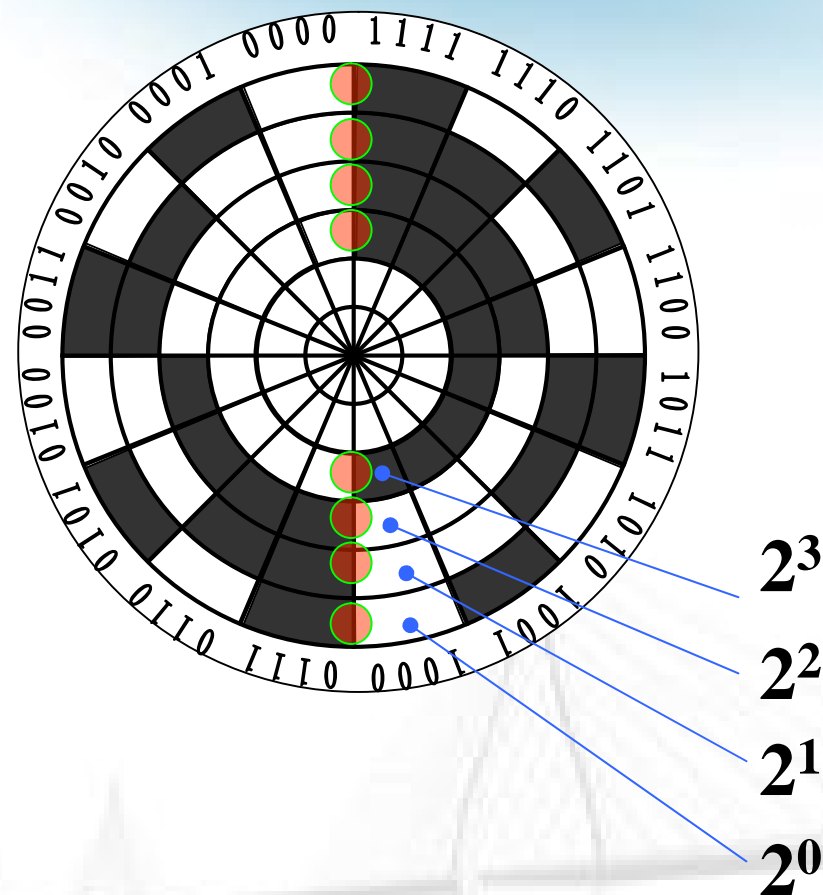
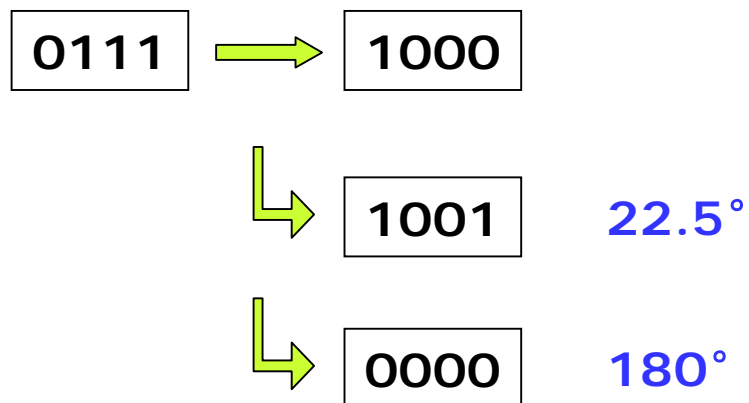
9位
0.7°



最高29位 0.00000067° (0.0024")

3.3 绝对式码盘的编码方式

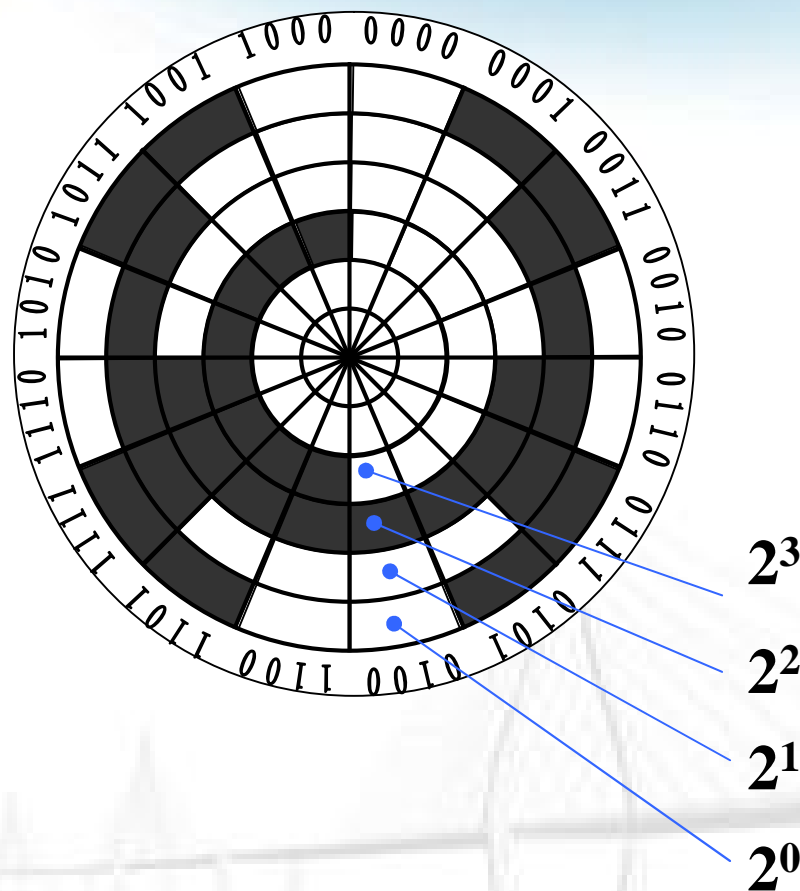
问题：两个位置交换处可能产生很大的误差



如何解决这一问题？

3.3 绝对式码盘的编码方式

- 循环码（格雷码）的码盘相邻两个代码间只有一位数变化。二进制数有一个最小位数的增量时，只有一位改变状态，误差不超过最小的“1”个单位。
- 但是转换成自然二进制码需要一个附加的逻辑处理转换装置。



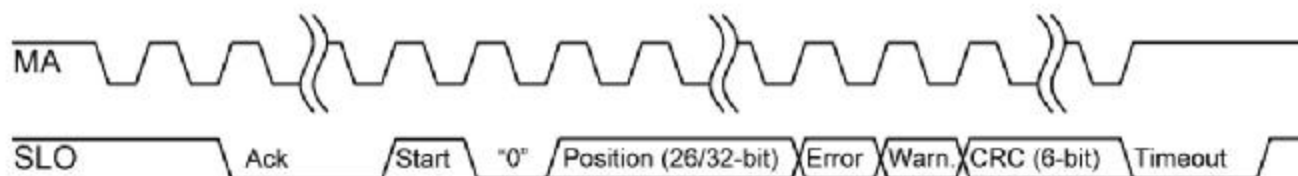
3.3 绝对式码盘的编码方式

	000	001	011	010	110	111	101	100
00	00000	00001	00011	00010	00110	00111	00101	00100
01	01000	01001	01011	01010	01110	01111	01101	01100
11	11000	11001	11011	11010	11110	11111	11101	11100
10	10000	10001	10011	10010	10110	10111	10101	10100

五位二进制循环码（葛莱码）生成方法

这些码盘结构看起来很复杂，而且位数越多显得越杂乱，如果根据每一个绝对计数值一个个编制，则计算及编制工作量十分大，特别是位数多时。

绝对式码盘举例



A typical request cycle proceeds as follows:

1. When idle, the master holds the MA line high. The encoder indicates it is ready by holding the SLO line high.
2. The master requests position acquisition by starting to transmit clock pulses on MA.
3. The encoder responds by setting the SLO line low on the second rising edge on MA.
4. After the "Ack" period is complete, the encoder transmits data to the master synchronised with the clock as shown in the diagrams above.
5. When all data has been transferred, the master stops the clock and sets the MA line high.
6. If the encoder is not yet ready for the next request cycle, it sets the SLO line low (the Timeout period).
7. When the encoder is ready for the next request cycle, it indicates this to the master by setting the SLO line high.

3.4 绝对式码盘的优缺点

4、绝对码盘的优缺点

优点:

- 精度高, 无接触, 寿命长
- 开机不需要寻零
- 没有累计误差
- 不需要计数器、允许转速高。

缺点:

- 结构复杂, 体积大
- 数据传输比增量慢
- 价格贵

3.5 绝对式码盘的使用注意事项

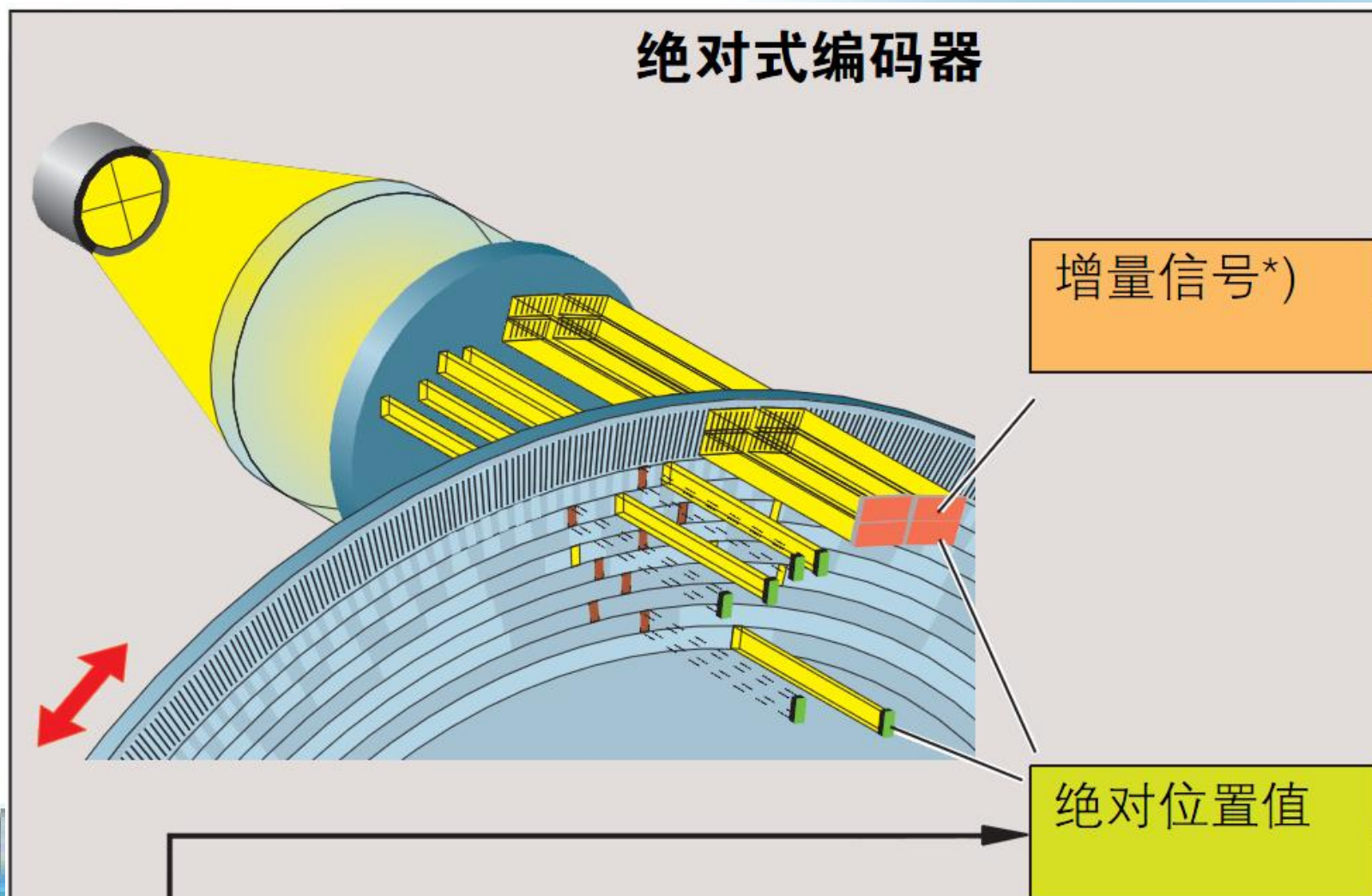
五、使用注意事项

- 1 供电电源要可靠，注意长线传输时压降
- 2 考虑对于误码的处理

4 混合式码盘

- 新型绝对值码盘，内部具有增量码盘的结构。基本结构是绝对值码盘，但码道较少，精度较低，起“粗测”作用。而增量码盘部分起到“精测”作用。
- 从码盘输出到信号处理装置是模拟信号，抗干扰能力优于纯光电增量码盘的脉冲信号。一通电就知道绝对位置，不必“寻零”。采用增量码盘结构，可对输出信号进行倍频处理提高精度。体积要比同精度的纯绝对值码盘小。

4 混合式码盘



5 码盘实例

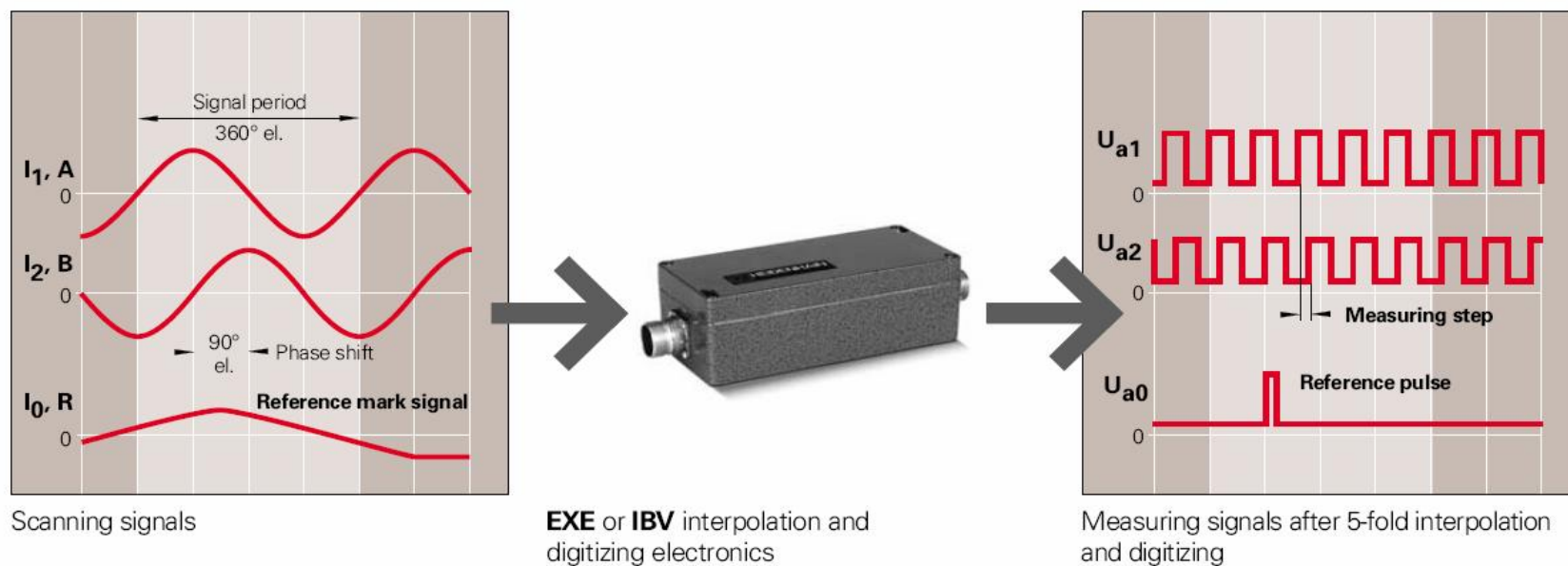
	<i>Incremental</i> RON 225	RON 275	RON 275	RON 285	RON 287
Measuring standard	DIADUR circular scale with incremental track				
Line count	9000	18000			
System accuracy	$\pm 5''$				$\pm 2.5''$
Position error per signal period	$\leq \pm 1.4''$	$\leq \pm 0.7''$			
Interface	\square TTL			$\sim 1\text{ V}_{\text{PP}}$	
Integrated interpolation* Output signals/rev	2-fold 18000	5-fold 90000	10-fold 180000	-	
Reference mark*	One			RON 2xx: One RON 2xxC: Distance-coded	
Cutoff frequency -3 dB Output frequency Edge separation a	- $\leq 1\text{ MHz}$ $\geq 0.125\text{ }\mu\text{s}$	- $\leq 250\text{ kHz}$ $\geq 0.96\text{ }\mu\text{s}$	- $\leq 1\text{ MHz}$ $\geq 0.22\text{ }\mu\text{s}$	$\geq 180\text{ kHz}$ - -	
Elec. permissible speed	-	$\leq 166\text{ min}^{-1}$	$\leq 333\text{ min}^{-1}$	-	

5 码盘实例

	<i>Absolute</i> RCN 2510 RCN 2310	RCN 2580 RCN 2380	RCN 2590F RCN 2390F	RCN 2590M RCN 2390M
Measuring standard	DIADUR circular scale with absolute and incremental track (16 384 lines)			
System accuracy	<i>RCN 25x0</i> : $\pm 2.5''$; <i>RCN 23x0</i> : $\pm 5''$			
Position error per signal period	<i>RCN 25x0</i> : $\leq \pm 0.3''$ <i>RCN 23x0</i> : $\leq \pm 0.4''$	<i>RCN 25x0</i> : $\leq \pm 0.4''$ <i>RCN 23x0</i> : $\leq \pm 0.4''$		
Functional safety*	Option ¹⁾	–		
Interface	EnDat 2.2		Fanuc serial interface xi Interface	Mitsubishi high speed interface
Ordering designation	EnDat22	EnDat02	Fanuc05	Mit03-4
Position values/revolution	<i>RCN 25x0</i> : 268 435 456 (28 bits); <i>Fanuc α Interface</i> : 134 217 728 (27 bits) <i>RCN 23x0</i> : 67 108 864 (26 bits); <i>Fanuc α Interface</i> : 8 388 608 (23 bits)			
Elec. permissible speed	$\leq 3000 \text{ min}^{-1}$ for continuous position value	$\leq 1500 \text{ min}^{-1}$ for continuous position value	$\leq 3000 \text{ min}^{-1}$ for continuous position value	
Clock frequency Calculation time t_{cal}	$\leq 16 \text{ MHz}$ $\leq 5 \mu\text{s}$	$\leq 2 \text{ MHz}$ $\leq 5 \mu\text{s}$	–	
Incremental signals Cutoff frequency –3 dB	–	$\sim 1 V_{\text{PP}}$ $\geq 400 \text{ kHz}$	–	

5.2 码盘常用配件

细分盒



5.2 码盘常用配件

IBV 600系列

细分和数字化电子装置

细分和数字化电子装置，将海德汉角度编码器的正弦输出信号（ $\sim 1V_{pp}$ ）细分至400倍频并将它们数字化作为TTL矩形脉冲输出。



	IBV 610	IBV 650	IBV 660
输入信号	$\sim 1 V_{pp}$		
编码器输入	法兰插座，12针 孔式		
细分（可调）	5 倍频 10 倍频	50 倍频	25 倍频 50 倍频 100 倍频 200 倍频 400 倍频
输入频率/ 最小边缘间距 （可调）	5 倍频细分 200 kHz/0.25 μs 100 kHz/0.5 μs 50 kHz/1 μs 25 kHz/2 μs 10 倍频细分 200 kHz/0.125 μs 100 kHz/0.25 μs 50 kHz/0.5 μs 25 kHz/1 μs	40 kHz/0.125 μs 20 kHz/0.25 μs 10 kHz/0.5 μs 5 kHz/1 μs	取决于细分 100 kHz/0.1 μs 至 0.78 kHz/0.8 μs
输出信号	<ul style="list-style-type: none"> • 两个TTL矩形脉冲列U_{a1}和U_{a2}及其反向信号$\overline{U_{a1}}$和$\overline{U_{a2}}$ • 参考脉冲U_{a0}和$\overline{U_{a0}}$ • 干扰信号$\overline{U_{as}}$ 		
电源	5 V \pm 5%		

5.2 码盘常用配件

IK 220

通用PC计数器卡

IK 220是一种为了AT兼容PC的插入式卡，用于两个增量或绝对长度和角度编码器的测量数值处理。细分和计数电子设备将正弦形输入信号细分至4096倍频。附带驱动软件。



	IK 220			
输入信号 (可换接)	 1 Vpp	 11 μApp	EnDat	SSI
编码器输入	2个D型接口（15针），针式			
输入频率（最大）	500 kHz	33 kHz	—	
电缆长度（最长）	60 m		10 m	
信号细分 (信号周期：测量步距)	至4096倍频			
测量数据寄存器 (每个通道)	48位 (使用44位)			
内部存储器	用于8192个位置数值			
接口	PCI bus（即插即用）			
驱动软件 和演示程序	用于 WINDOWS NT/95/98 VISUAL C++, VISUAL BASIC 和 BORLAND DELPHI			
尺寸	约 190 mm × 100 mm			

6.1 光栅概述

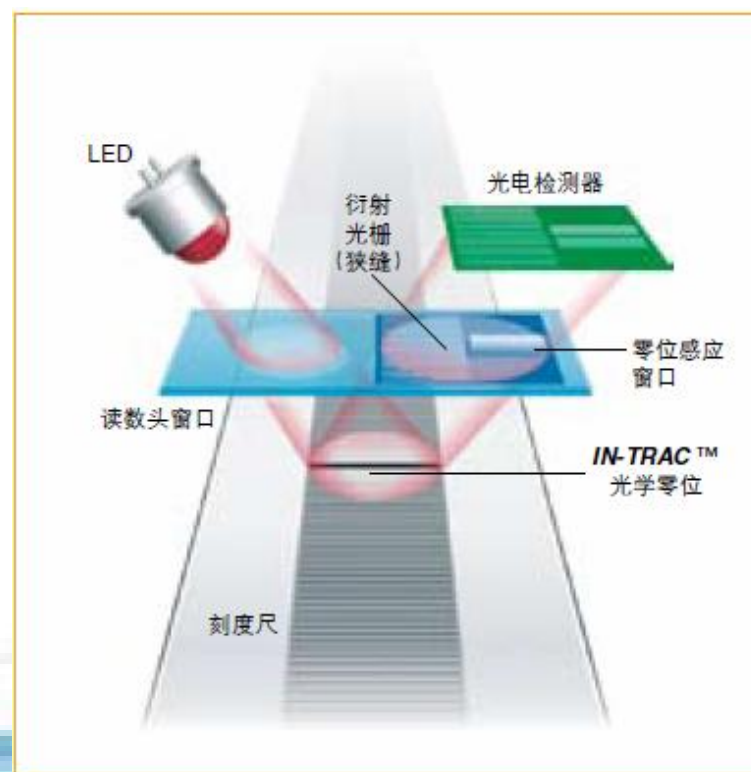
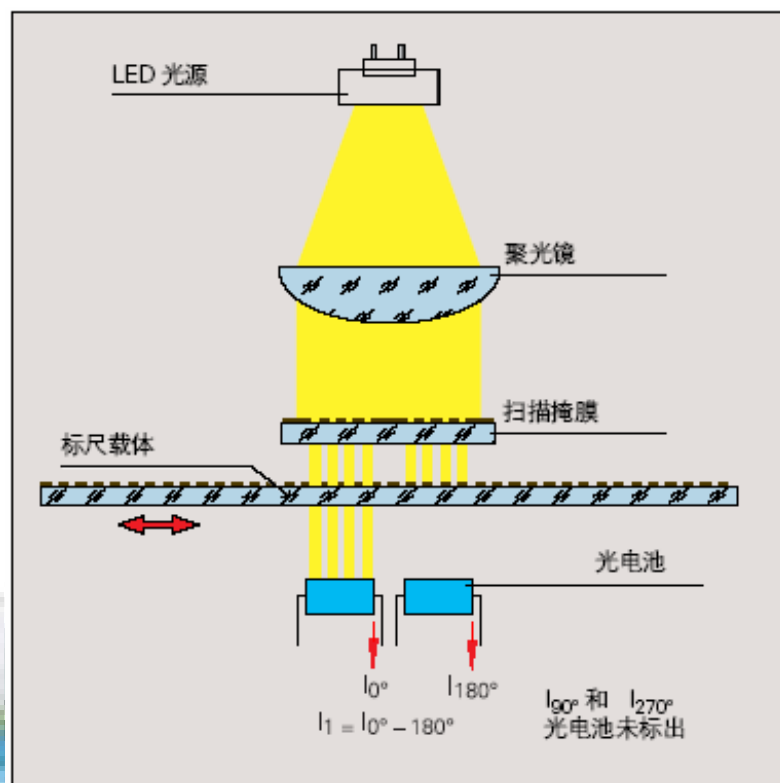
一、概述

- 检测线位移和角位移，精度很高。
- 检测线位移的直线光栅，测量角度的回转光栅（俗称圆光栅）。



6.2 光栅的工作原理

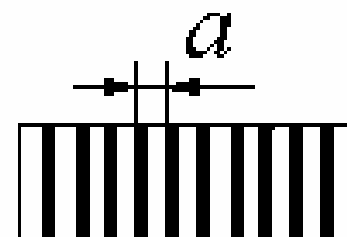
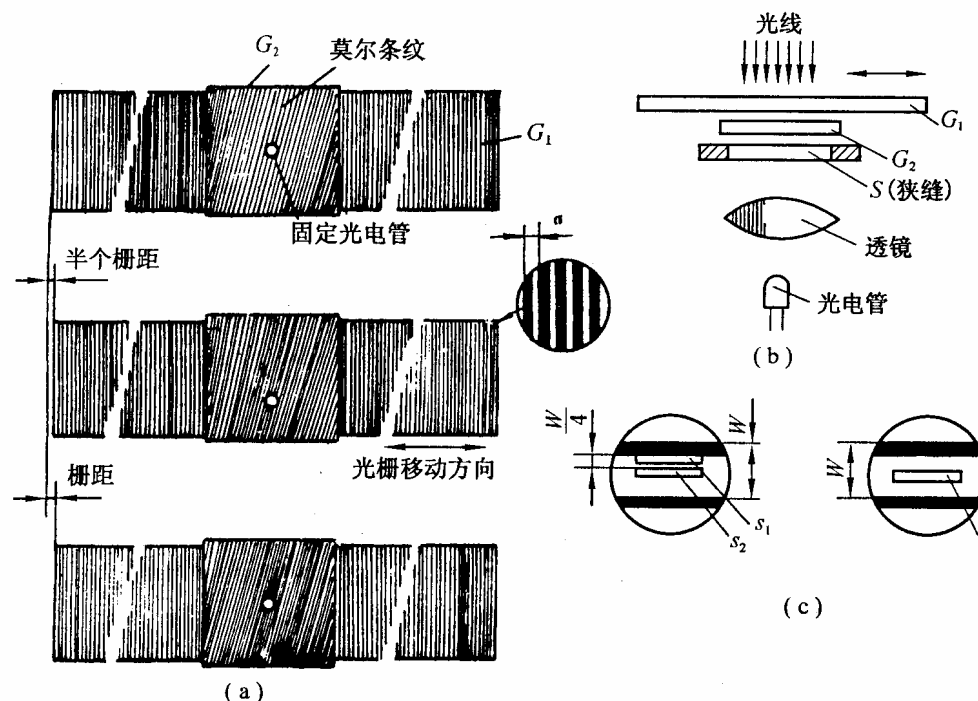
透射光栅和反射光栅两大类。透射光栅是用光学玻璃作成的，透光与不透光线条。金属反射光栅是在长条形金属镜面上制成全反射与漫反射间隔相等的密集线纹。



6.2 光栅的工作原理

一、结构

- 透射式直线光栅由光源，长光栅，短光栅，光电元件等组成。长光栅安装在活动部件上，短光栅固定
- 长光栅和短光栅的刻线密度相同。刻痕的宽度加上刻痕之间的距离称为光栅常数或栅距，记为 a 。



6.2 光栅的工作原理

二、莫尔条纹

短光栅平行地放在长光栅平面上面，并使刻线倾斜很小角度，这时在短光栅上就会出现较宽的明暗相间的条纹。

光栅左右移动，莫尔条纹上下移动，光栅移过一个栅距 a 时，莫尔条纹也移过一个莫尔条纹间距 W 。

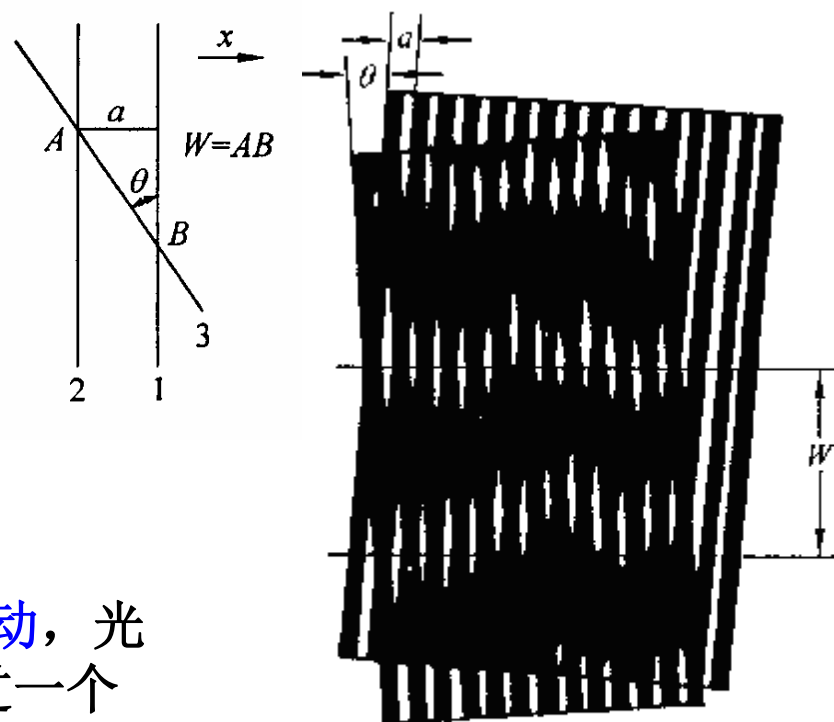


图 11-9 莫尔条纹形成原理
 a —光栅常数 W —莫尔条纹间距
 θ —光栅的交角

6.2 光栅的工作原理

莫尔条纹间距

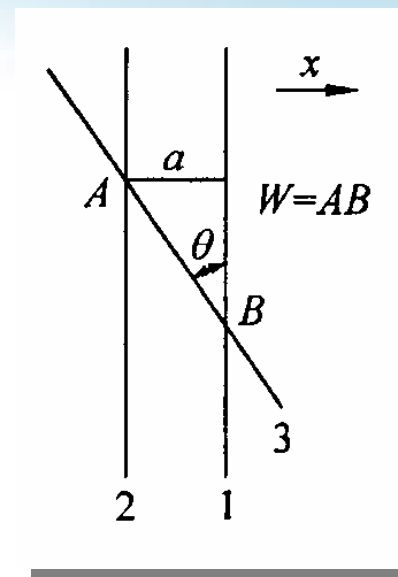
$$W = \frac{a}{\sin q}$$



$$W = \frac{a}{q}$$



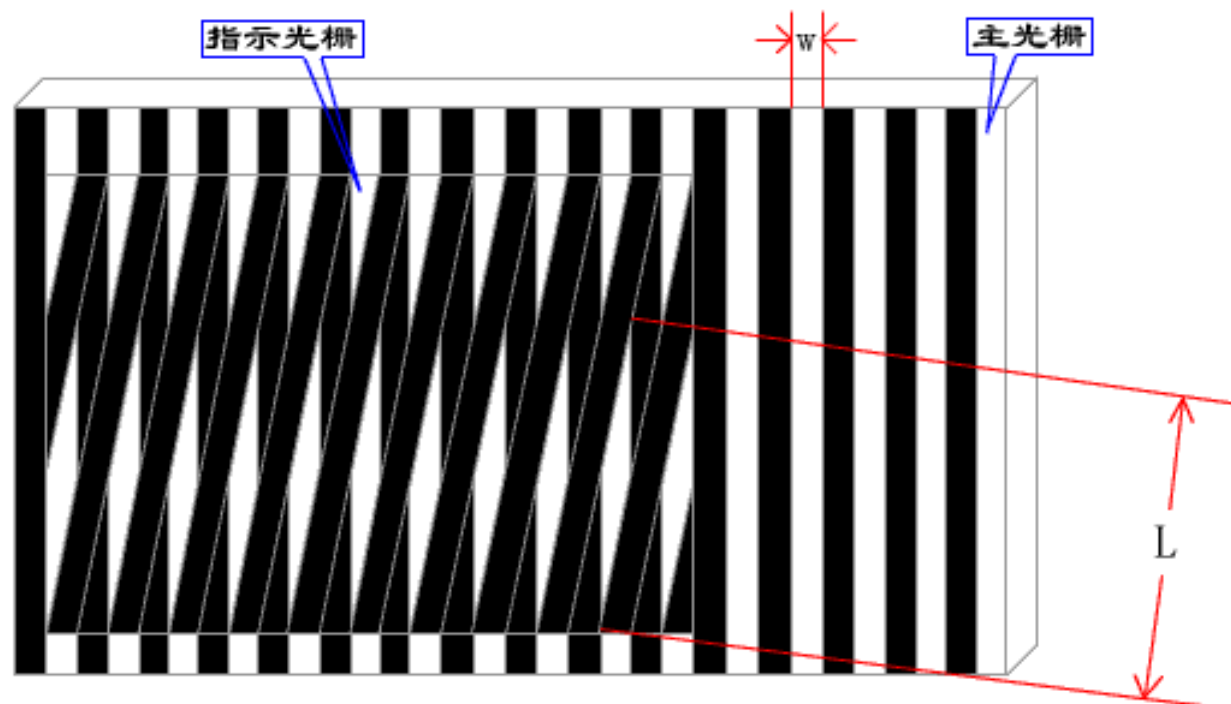
$$W > a$$



θ 特别小，莫尔条纹间距 W 较宽，等于将两个光线条纹之间的距离由栅距 a 放大到莫尔条纹间距 W ，大大地减轻了光学系统和电子线路的负担。

6.2 光栅的工作原理

莫尔条纹原理动画演示



直线光栅的莫尔条纹

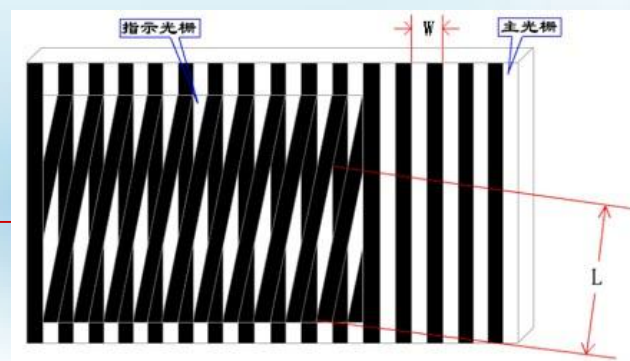


机械工业出版社
<http://www.cmpbook.com>



6.2 光栅的工作原理

莫尔条纹光学放大作用举例



有一直线光栅，每毫米刻线数为50，主光栅与指示光栅的夹角 $q = 1.8^\circ$ ，则：

分辨力 $D = \text{栅距} a = 1\text{mm}/50 = 0.02\text{mm} = 20\mu\text{m}$ （由于栅距很小，因此很难观察光强的变化）

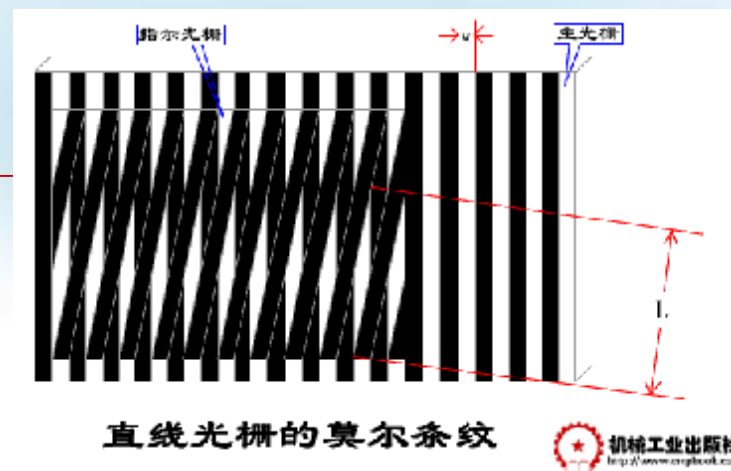
$$\begin{aligned} W &\approx a / \theta = 0.02\text{mm} / (1.8^\circ * 3.14 / 180^\circ) \\ &= 0.02\text{mm} / 0.0314 = 0.637\text{mm} \end{aligned}$$

莫尔条纹的宽度是栅距的32倍

由于 W 较大，因此可以用小面积的光电池“观察”莫尔条纹光强的变化。

6.2 光栅的工作原理

莫尔条纹的特性



方向性：当夹角很小时 \rightarrow 与光栅移动方向垂直

同步性：光栅移动一个栅距 \rightarrow 莫尔条纹移动一个间距 \rightarrow 方向对应

放大性：夹角 θ 很小 $\rightarrow W \gg a \rightarrow$ 光学放大 \rightarrow 提高灵敏度

可调性：夹角 $\theta \downarrow \rightarrow$ 条纹间距 $B \uparrow \rightarrow$ 灵活

准确性：大量刻线 \rightarrow 误差平均效应 \rightarrow 克服局部误差 \rightarrow 提高精度

6.2 光栅的工作原理

封闭式直线光栅尺

HEIDENHAIN的封闭式直线光栅尺能有效防尘、防切屑和防飞溅的切削液，是用于**机床**的理想选择。

- 精度可达 $\pm 2\ \mu\text{m}$
- 测量步距可达 $0.005\ \mu\text{m}$
- 测量长度可达30 m
- 安装简单、快捷
- 安装公差大
- 能承受较高加速度
- 抗污染能力强



敞开式直线光栅尺

HEIDENHAIN的敞开式直线光栅尺与扫描头和光栅尺或钢带尺间没有机械接触。这些光栅尺的典型应用包括**测量机**、**比较仪**和其它长度计量**精密设备**以及**生产和测量设备**，例如用在半导体工业中。

- 精度可达 $\pm 0.5\ \mu\text{m}$ 或更高
- 测量步距可达 $0.001\ \mu\text{m}$ (1 nm)
- 测量长度可达30 m
- 扫描头和光栅尺间无磨擦
- 尺寸紧凑、重量轻
- 移动速度高



6.3 光栅的优缺点

光栅尺的优缺点

优点

- n 精度高（可用倍频电路进一步提高精度）
- n 构造简单，成本较低
- n 既适合位移也适合测速

缺点

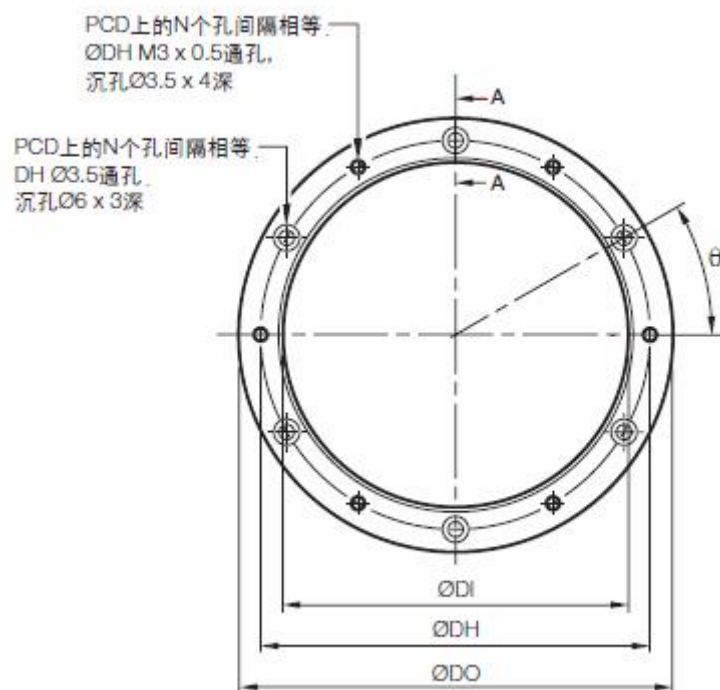
- n 开机后先要寻零
- n 丢失或窜入脉冲时将会产生累计误差
- n 需要计数器、速度受到一定限制
- n 对使用环境要求苛刻，避免震动油污

6.4 光栅的应用注意事项

应用注意事项

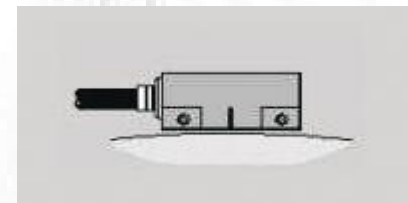
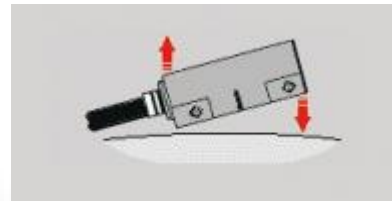
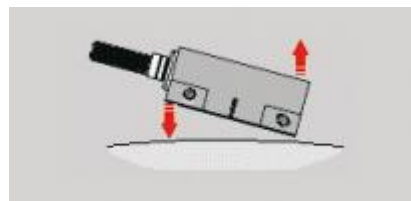
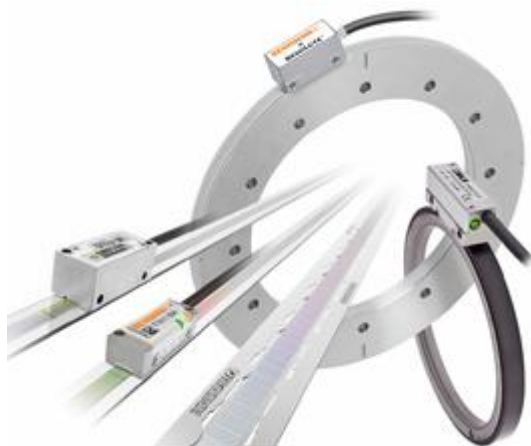
1. 考虑寻零问题
2. 考虑可能出现因干扰引起的累计误差
3. 考虑最大速度和分辨力矛盾
4. 考虑安装精度和使用环境，加防护罩

增量式光栅编码器

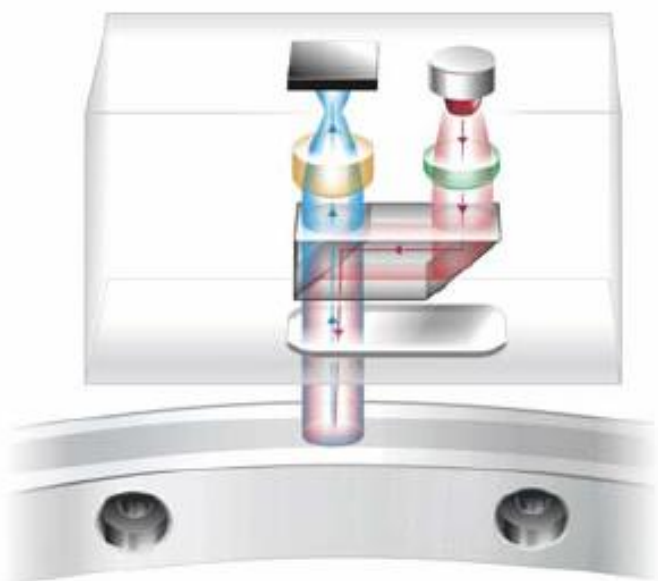


标称外径 (mm)	刻线数	DO (mm)	DI (mm)	间距			参考零位	最大移动 角度
				DH (mm)	N	θ		
52	8 192	52.20 52.10	30.04 30.00	40	6	30°	16	45°
57	9 000	57.35 57.25	37.04 37.00	47	6	30°	18	40°
101	16 000	101.90 101.80	80.04 80.00	90	6	30°	32	22.5°
104	16 384	104.40 104.20	80.04 80.00	90	6	30°	32	22.5°
115	18 000	114.70 114.50	95.04 95.00	105	6	30°	36	20°
153	24 000	152.90 152.70	130.04 130.00	140	9	20°	48	15°
209	32 768	208.80 208.40	186.05 186.00	196	12	15°	64	11.25°
229	36 000	229.40 229.00	209.05 209.00	219	12	15°	72	10°
255	40 000	254.80 254.40	235.06 235.00	245	12	15°	80	9°
417	65 536	417.40 417.00	380.10 380.00	390	18	10°	128	5.63°

增量式光栅编码器



绝对式光栅编码器



独创检测方法

- ▶ 读数头类似超快微型数字摄像头，拍摄编码栅尺的图像
- ▶ 图像经过高速DSP处理，以确定绝对位置
- ▶ 内置位置校验算法持续监控计算，提供极佳的可靠性和安全性
- ▶ 先进的光学系统和位置确定算法可提供低噪音（抖动 $< 10 \text{ nm RMS}$ ）和极小的电子细分误差（SDE $\pm 40 \text{ nm}$ ）



可以读取不洁栅尺

绝对式光栅编码器

分辨力、长度、精度

分辨率	1 (nm)	5 (nm)	50 (nm)
36位位置字长的最大栅尺长度 (L)	10 m	10 m	10 m
32位位置字长的最大栅尺长度 (L)	4.295 m	10 m	10 m
26位位置字长的最大栅尺长度 (L)	67 mm	336 mm	3.355 m
最大读取速度	100 m/s	100 m/s	100 m/s

RESA直径 (mm)	最大读取速度 (rev/min)	系统精度 (秒)
52	36 000	±5.49
75	25 000	±3.82
104	18 000	±2.69
115	16 500	±2.44
150	12 000	±1.91
209	9 000	±1.4
229	8 300	±1.27
255	7 400	±1.11
300	6 300	±0.95
350	5 400	±0.82
417	4 500	±0.68
489	3 900	±0.59
550	3 400	±0.52



HEIDENHAIN编码器



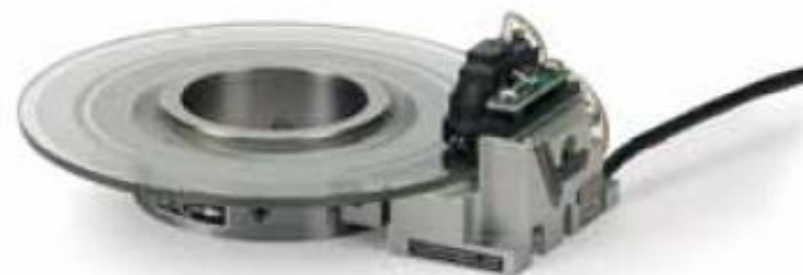
RON 285



RON 786



ERA 180



ERO 785



ERM 280

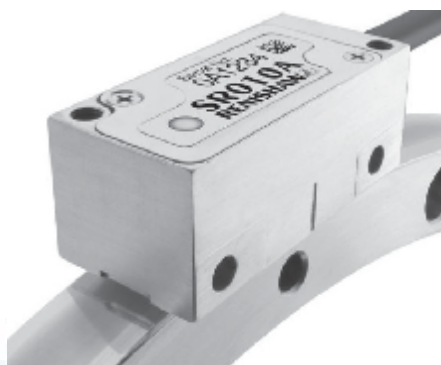


ERA 880

雷尼绍圆光栅



光栅



读数头



细分盒



信号检测软件

应用

圆光栅及应用

