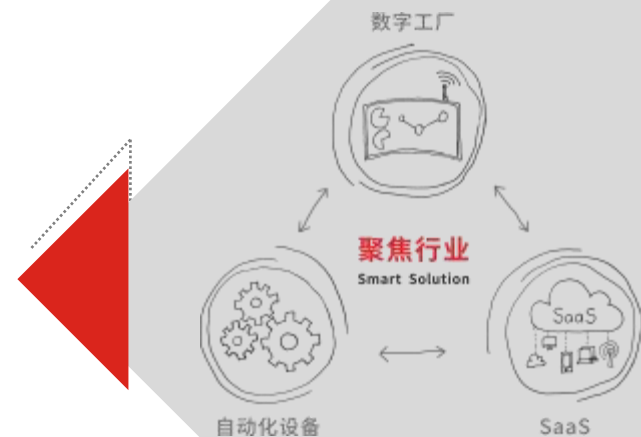


# 编码器的分类及工作原理

• 应用技术部  
• 李勇



2022



# Kinco 步科

1 编码器的分类和基础知识

2 光电增量式编码器

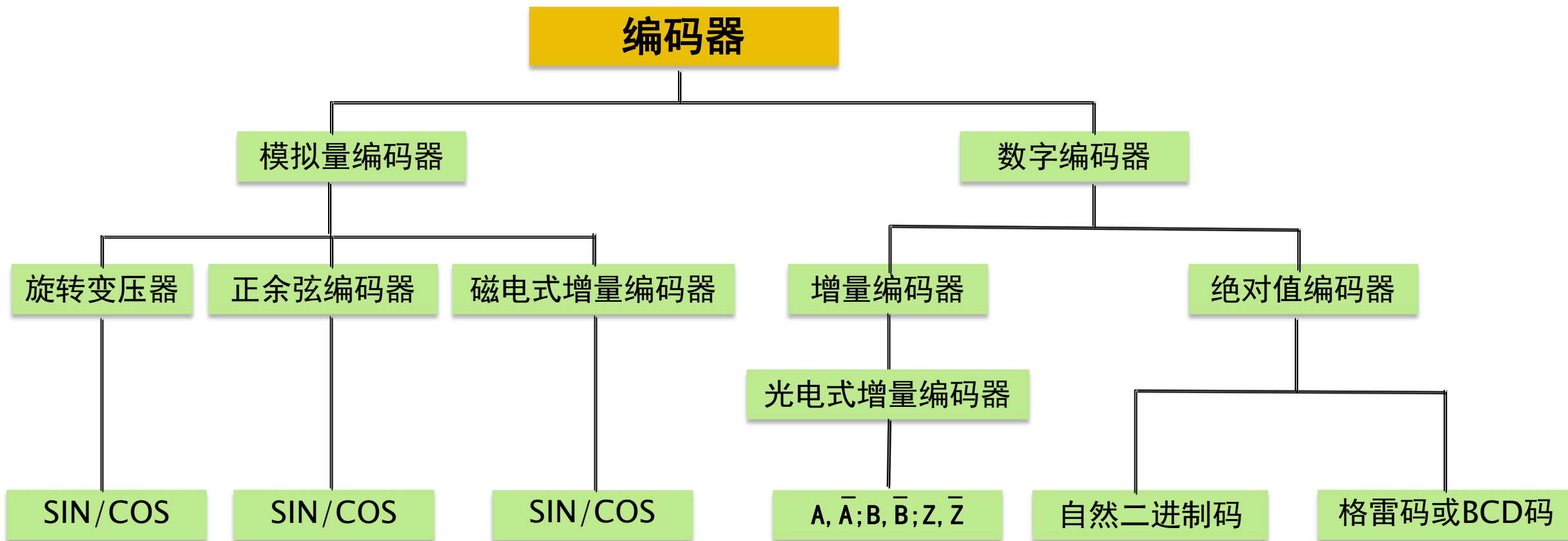
3 光电绝对式编码器

4 磁电式编码器

5 旋转变压器

6 编码器常见参数

# 编码器的分类和基础知识



# 编码器的分类和基础知识

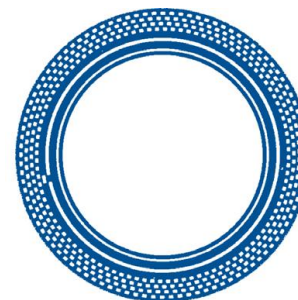
什么是编码器？

编码器将旋转位置的改变转换为电气信号。

编码器运用场合？

编码器应用在轴的闭环控制和大多数的自动化过程中。编码器为闭环控制产生速度或位置的实际测量值。

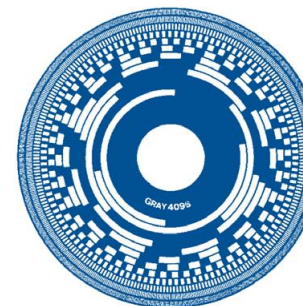
增量型编码器



脉冲



绝对型编码器



数据



单圈 (360° 内工作)

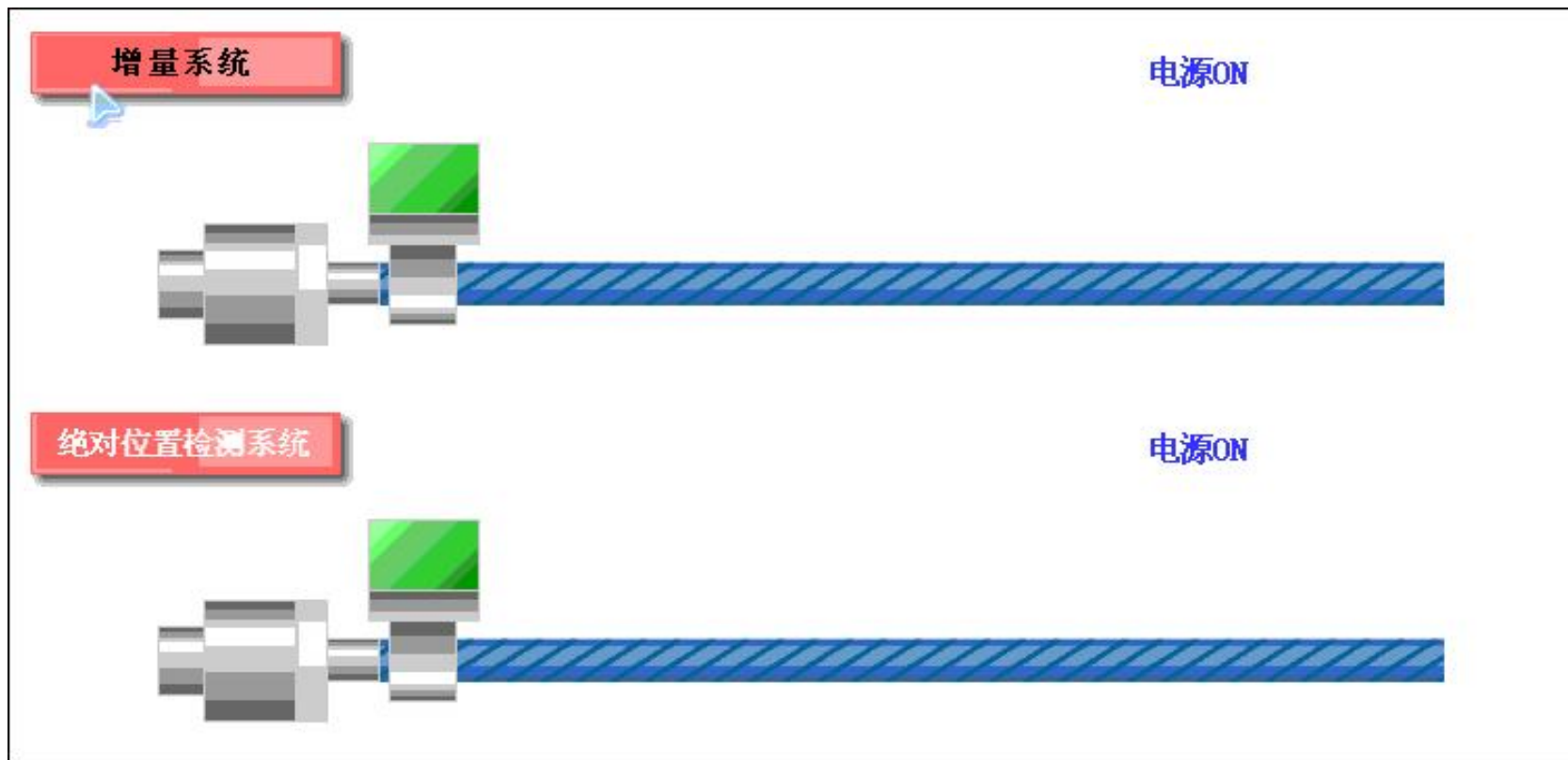
多圈 (N X 360度)

**Kinco** 步科

让中国制造成为全球顶级制造

# 编码器的分类和基础知识

## 增量型 VS 绝对型



### •增量编码器

- 速度测量
- 连续运动
- 可以回参考点

### •绝对值编码器

- 不能回参考点
- 安全，生产效率高

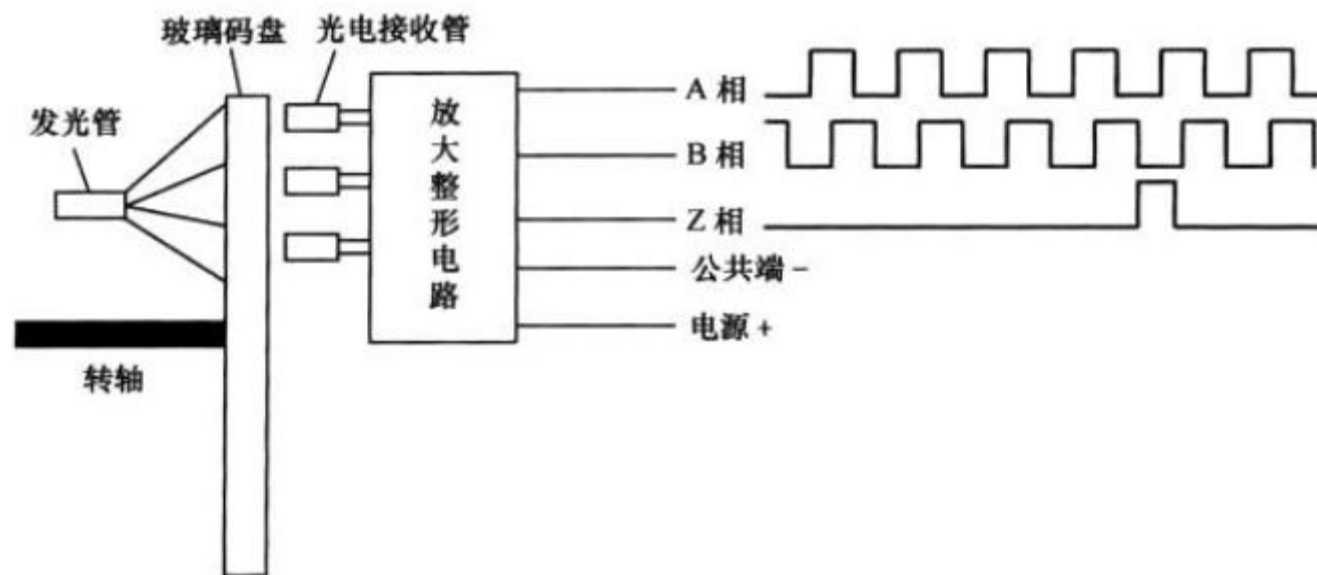
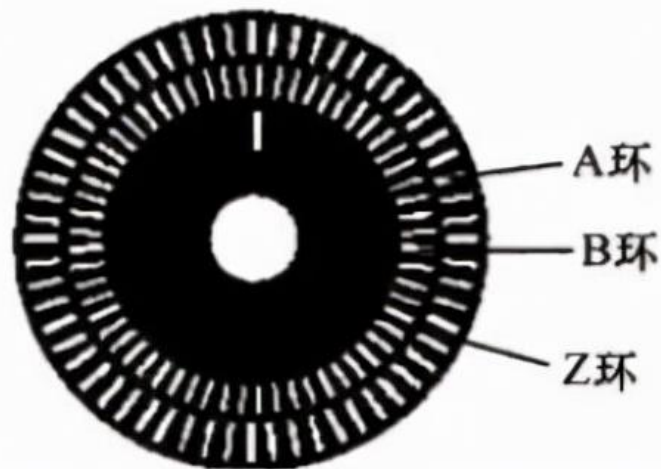
# 光电增量式编码器

## 增量编码器基本原理:

- 光电增量式编码器是一种较常用的增量编码器，它主要由码盘、发光管、光电接收管和整形电路组成。码盘镀上了挡光材料，同时沿码盘一周均匀刻画出N条通光窗口，即码道。则码盘转过一圈，将产生N次的通光和遮光。光电接收管接收到光线号后产生电流信号，电流再经过放大整形电路转换成数字脉冲信号。

- 由于码盘跟随电机轴转动，对脉冲进行计数即可求得位置的增量信息或者求得单位时间内的转速。

- 光电编码器码盘的材料有玻璃、金属、塑料，玻璃码盘是在玻璃上沉积很薄的刻线，其热稳定性及精度可以达很高，但容易碎。金属码盘直接以通和不通刻线，不易碎，但由于金属有一定的宽度要求，精度就有限制，其热稳定性就要比玻璃码盘差一个数量级。塑料码盘是经济型的，其成本低，精度、热稳定性、寿命都有一定的差距。



# 光电增量式编码器

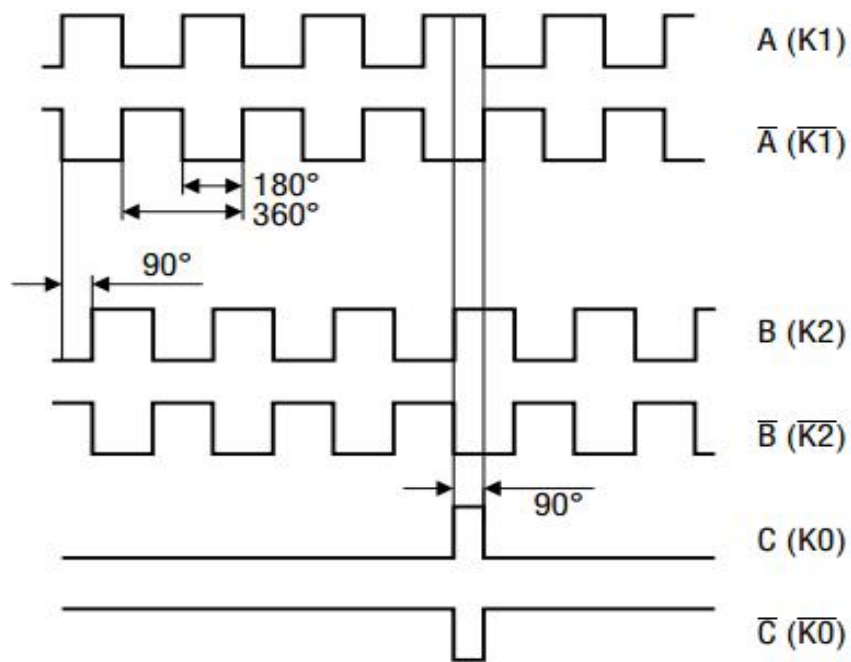
## 增量编码器基本原理:

- 如下图，通道A和通道B的信号周期相同，且相位相差1/4个周期，结合两相的信号值：

当B相和A相先是都读到高电平（1 1），再B读到高电平，A读到低电平（1 0），则为顺时针转

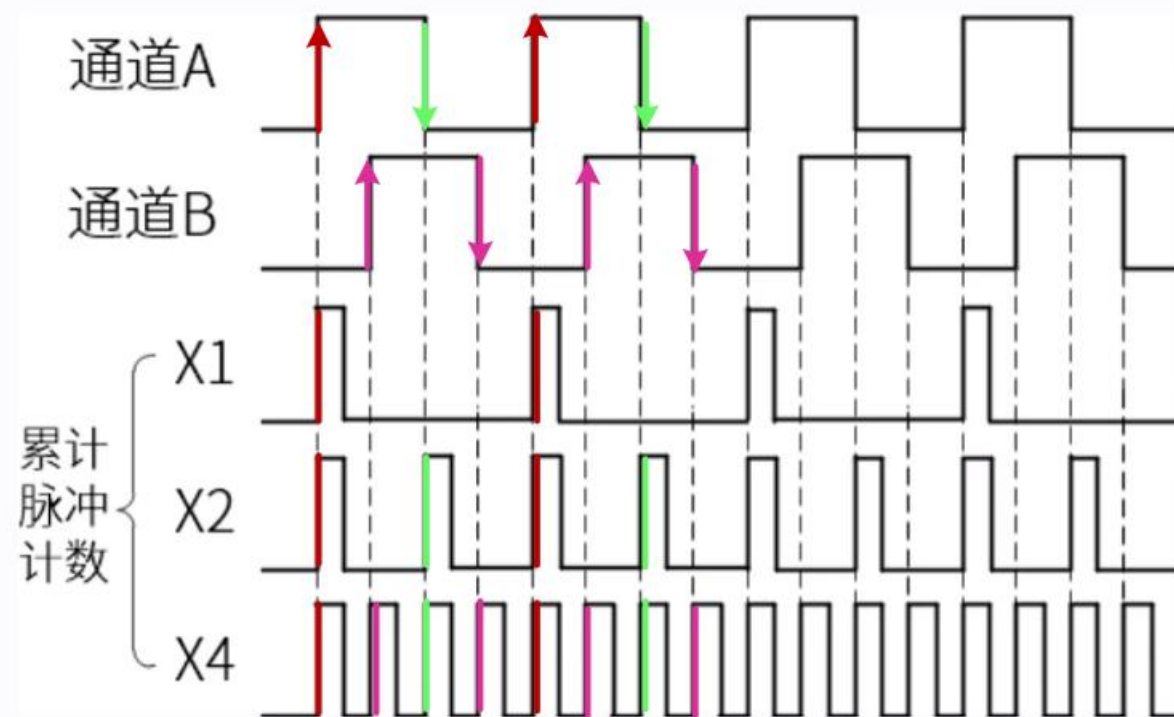
当B相和A相先是都读到低电平（0 0），再B读到高电平，A读到低电平（1 0），则为逆时针转

- 除通道A、通道B 以外，还会设置一个额外的通道Z 信号，表示编码器特定的参考位置



# 光电增量式编码器

倍频:



只利用**通道A的上升沿**  
则一圈的计数值=码盘的栅格数

利用**通道A的上升沿和下降沿**  
实现编码器**2倍频**

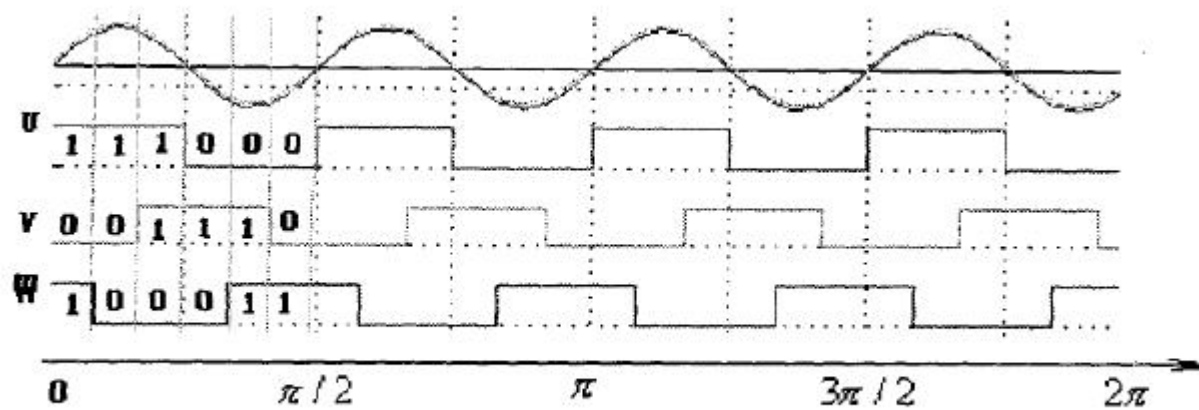
利用**通道A+通道B的上升沿和下降沿**  
实现编码器**4倍频**



# 光电增量式编码器

## UVW信号:

- UVW信号用来给转子做初始定位，这三个脉冲互差120°电角度方波信号。



编码器 UVW 输出和电机反电动势波形

# 光电绝对式编码器

## 什么是绝对值编码器？

绝对编码器由机械位置决定的，每个位置是唯一的，它无需记忆，无需找参考点，不用一直计数，什么时候需要知道位置，什么时候就去读取它的位置。这样，编码器的抗干扰特性、数据的可靠性高了。

## 单圈绝对值编码器

只能用于旋转范围360度以内的测量，转动超过360度时，编码又回到原点。称为单圈绝对值编码器。

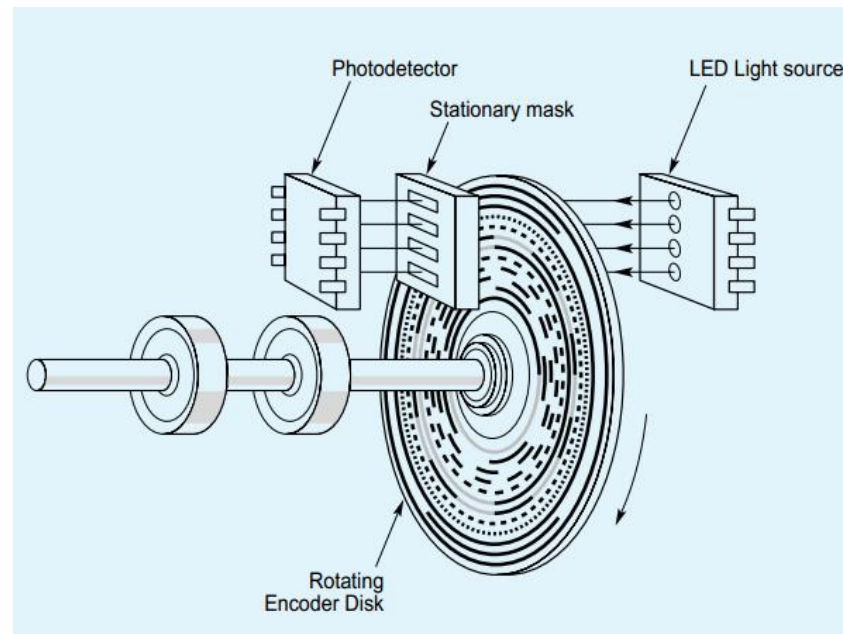
## 多圈绝对值编码器

在单圈编码的基础上再增加圈数的编码，以扩大编码器的测量范围，这样的绝对编码器就称为多圈式绝对编码器。

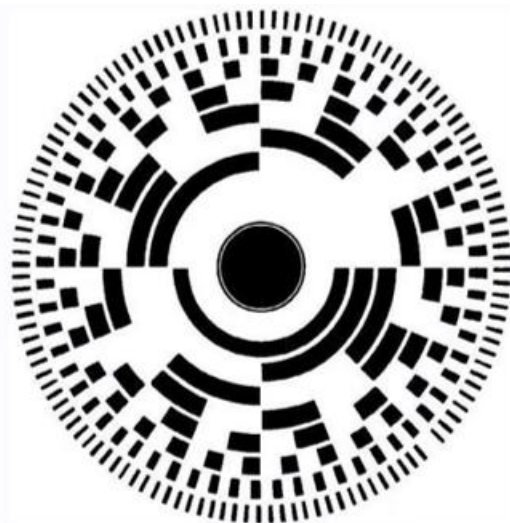
# 光电绝对式编码器

## 单圈绝对值编码器：

- 光码盘上有N圈光通道刻线，每圈刻线依次以2线、4线、8线、16线.....编排，通过读取每圈刻线的通、暗，获得2的N次个唯一位置的编码，当转动超过360度时，编码又回到原点。
- 绝对式编码器的每个位置都有唯一的编码。不像增量式编码器通过计算偏离原点的脉冲数来得到位置，绝对式编码器可以直接读取到位置信息。



Decimal	Gray code	Binary code
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0011	0010
3	0010	0011
4	0110	0100
5	0111	0101
6	0101	0110
7	0100	0111
8	1100	1000
9	1101	1001
10	1111	1010
11	1110	1011
12	1010	1100
13	1011	1101
14	1001	1110
15	1000	1111



绝对式码盘-自然二进制

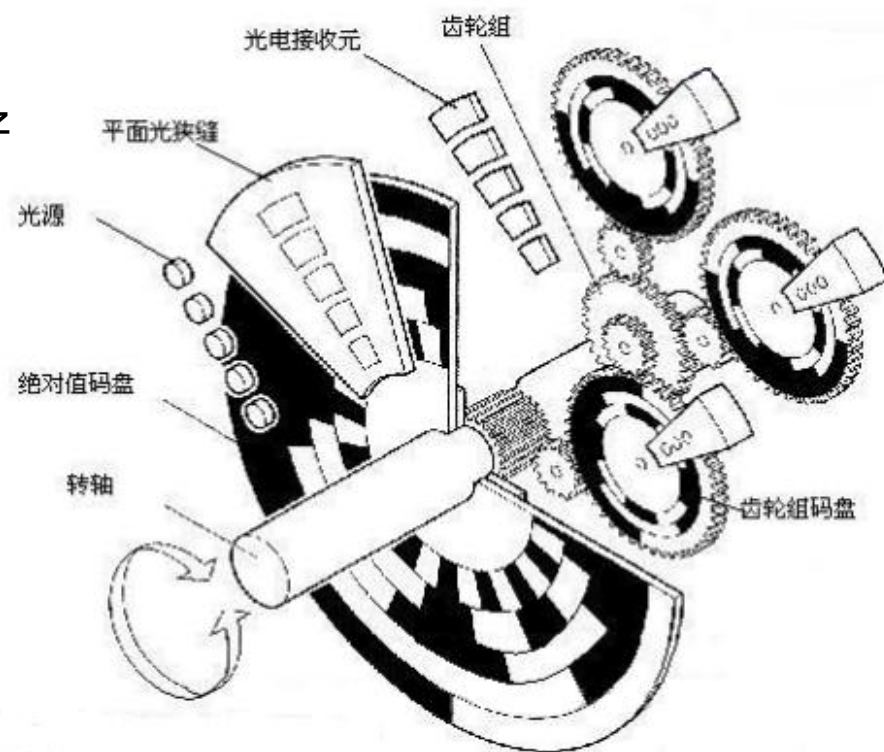
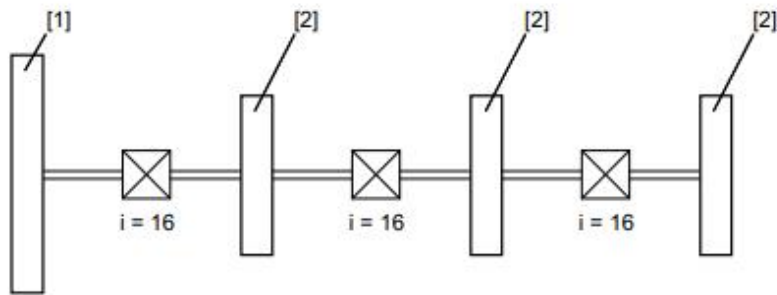


绝对式码盘-格雷码

# 光电绝对式编码器

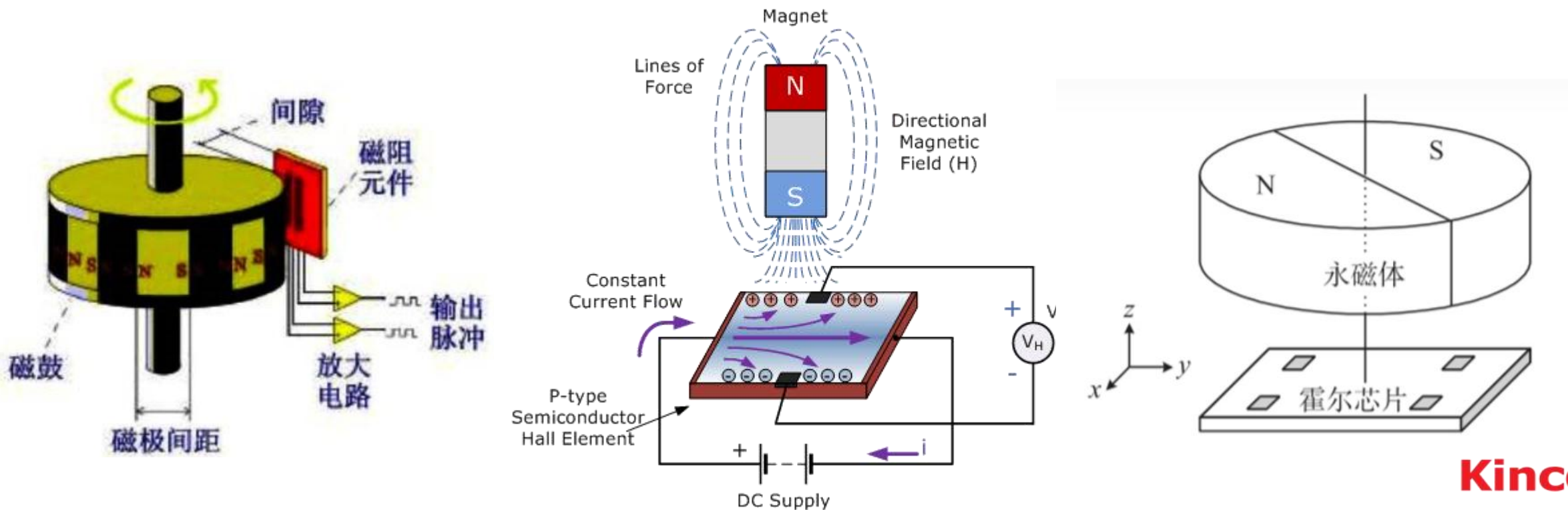
## 多圈绝对值编码器：

- 在单圈设计的基础上，设计出可以读取多圈绝对位置的多圈绝对式编码器。不同的技术解决方案可以被利用来检测圈数。
- 常见的有机械绝对计圈与电子增量计圈两种。
- 机械绝对计圈，钟表齿轮机械的原理，当中心码盘旋转时，通过齿轮传动另一组码盘（或多组齿轮，多组码盘），在单圈编码的基础上再增加圈数的编码，圈数有范围限制，例如现在较多的4096圈和65536圈两种。
- 电子增量计圈，通过电池记忆圈数，实际上是单圈绝对，多圈增量，好处是省掉了一组机械齿轮，经济、体积小且没有圈数限制，似乎也不错，但是他毕竟是多圈增量的，不能算真正意义上的绝对值



# 磁电式编码器

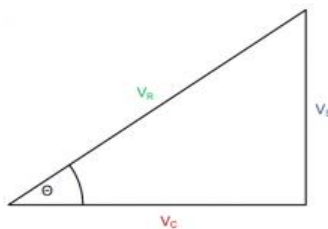
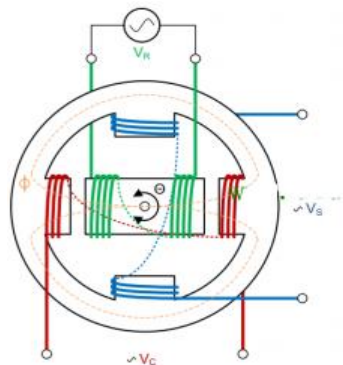
- 磁性编码器技术 磁性编码器经常也被称为磁电式编码器，是一种角度或者位移测量装置，其原理是采用磁阻或者霍尔元件对变化的磁性材料的角度或者位移值进行测量。磁性材料角度或者位移的变化会引起一定电阻或者电压的变化，通过放大电路对变化量进行放大，通过单片机处理后输出脉冲信号或者模拟量信号，达到测量的目的。
- 磁性转盘的磁极数，磁阻传感器的数量及信号处理的方式决定了磁性编码器的分辨率。采用磁场原理产生信号的优势是磁场信号不会受到灰尘，湿气，高温及振动的影响。





# 旋转变压器

- 旋转变压器的工作原理和普通变压器基本相似，区别在于普通变压器的原边、副边绕组是相对固定的，所以输出电压和输入电压之比是常数，而旋转变压器的原边、副边绕组则随转子的角位移发生相对位置的改变，因而其输出电压的大小随转子角位移而发生变化，输出绕组的电压幅值与转子转角成正弦、余弦函数关系，或保持某一比例关系。
- 通常副边会使用两个绕组线圈，互成  $90^\circ$  放置在定子上。



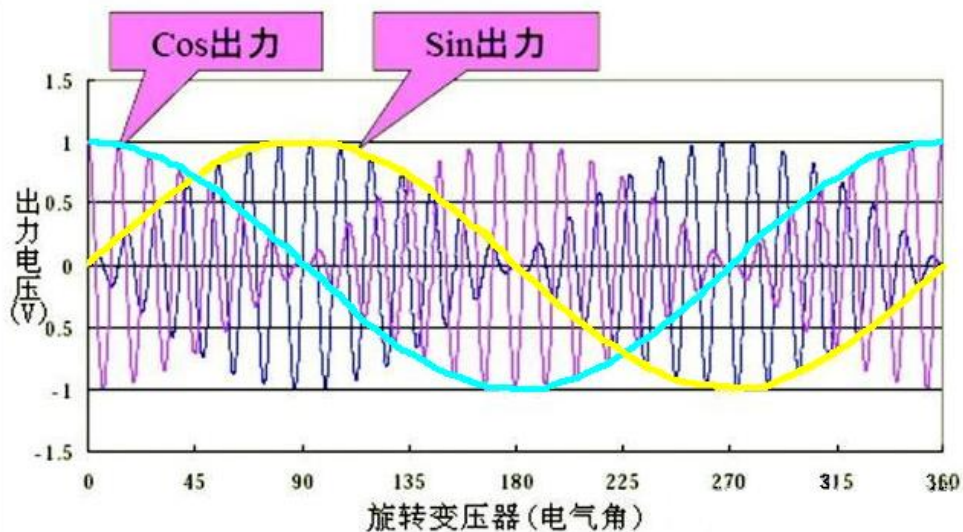
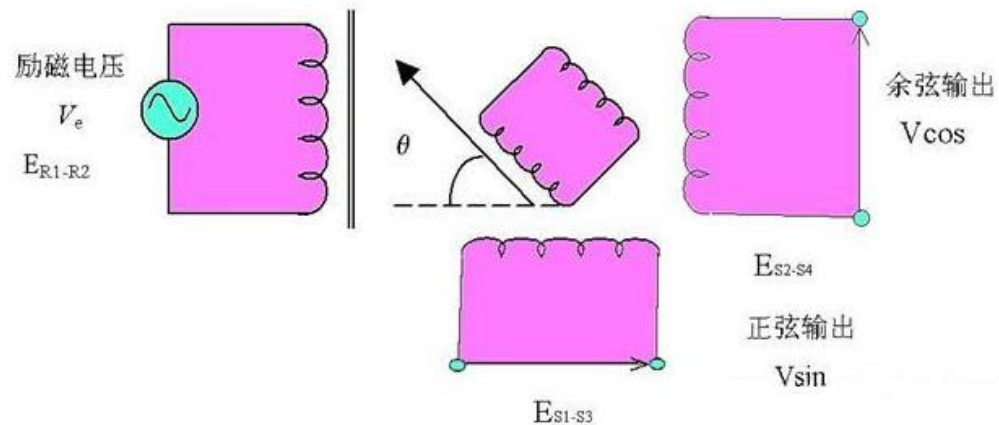
设励磁电压  $E_{r1-r2} = e \sin 2\pi f t$ ，则

$$E_{s1-s3} = k e \sin 2\pi f t \cos \theta$$

$$E_{s2-s4} = k e \sin 2\pi f t \sin \theta$$

其中， $f$  为励磁频率， $e$  为信号幅度， $k$  为传输比， $\theta$  为转子转动角度。

令  $\theta = \omega t$ ，即转子做匀速运动，那么其输出信号的函数曲线可表示为右图。图中包络信号为  $\sin \omega t$  和  $\cos \omega t$ ，解码器就是通过检测这两组输出信号获取旋变位置信息的。



# 旋转变压器

- 相比于前面得光电编码器，旋转变压器更是适用于各种恶劣的外部环境，如油污污染，大震动环境。这些场合光电编码器的码盘容易受污染使编码器输出幅值变小设置失效。大震动环境容易把码盘震碎，尤其是使用玻璃材质的码盘。
- 旋转变码器的缺点是模拟量传输易受噪音干扰，分辨率不高，解码芯片1205只有12位分辨率，有些场合控制效果不太理想。

应用：

坚固  
可靠

缺点：

模拟量，易受  
噪音干扰  
分辨率不高

# 编码器参数

## 分辨率

- 指编码器能够分辨的最小单位。
- 对于增量式编码器，其分辨率表示为编码器转轴旋转一圈所产生的脉冲数，即脉冲数/转(Pulse Per Revolution 或PPR)。
- 码盘上透光线槽的数目其实就等于分辨率，也叫多少线，较为常见的有5-6000 线。
- 对于绝对式编码器，内部码盘所用的位数就是它的分辨率，单位是位(bit)，具体还分单圈分辨率和多圈分辨率。

## 精度

- 精度是指编码器每个读数与转轴实际位置间的最大误差，通常用角度、角分或角秒来表示。
- 例如有些绝对式编码器参数表里会写 $\pm 20''$ ，这个就表示编码器输出的读数与转轴实际位置之间存在正负20角秒的误差。
- 精度由码盘刻线加工精度、转轴同心度、材料的温度特性、电路的响应时间等各方面因素共同决定。



# 编码器参数

## 最大响应频率

- 指编码器每秒输出的脉冲数，单位是Hz。计算公式为：

- 最大响应频率 = 分辨率 \* 轴转速 / 60

- 例如某电机的编码器的分辨率为100（即光电码盘一圈有100条栅格），轴转速为120转每分钟（即每秒转2圈），则响应频率为 $100 * 120 / 60 = 200\text{Hz}$ ，即该转速下，编码器每秒输出200个脉冲（电机带动编码器转了2圈嘛）。

## 信号输出形式

- 对于增量式编码器，每个通道的信号独立输出，输出电路形式通常有集电极开路输出、推挽输出、差分输出等。

- 对于绝对式编码器，由于是直接输出几十位的二进制数，为了确保传输速率和信号质量，一般采用串行输出或总线型输出，例如同步串行接口(SSI)、RS485、CANopen 或EtherCAT 等，也有一部分是并行输出，输出电路形式与增量式编码器相同。

**Kinco**步科

**谢谢观看**

**2022**

