

一、编码器介绍

编码器是一种机电装备，可以用来测量机械运动或者目标位置。大多数编码器都使用光学传感器来提供脉冲序列形式的电信号，这些信号可以依次转换成运动、方向或位置信息。编码器依运动方式可分为旋转编码器或线性编码器：

1、旋转编码器可以将旋转位置或旋转量转换成模拟（如模拟正交信号）或是数字（如USB、32 位并行信号或是数字正交信号等）的电子信号，一般会装在旋转对象上，如马达轴。旋转编码器是将轴或轴的角位置或运动转换为模拟或数字代码的装置。旋转编码器有两种类型：

➤ **增量编码器。**增量式旋转编码器仅在电机旋转时输出脉冲。要使用增量编码器确定轴位置，您必须知道起始位置并使用外部电路来计算输出脉冲数。

➤ **绝对编码器。**绝对旋转编码器输出对应于旋转角度的数字代码。无需计算脉冲了解电机轴的位置。您只需要读取编码器的数字输出。

2、**线性编码器是与编码位置的刻度相关联的传感器，传感器或读头。传感器读取刻度并将位置转换为模拟或数字信号，并转换为数字读数。运动取决于位置随时间的变化。**

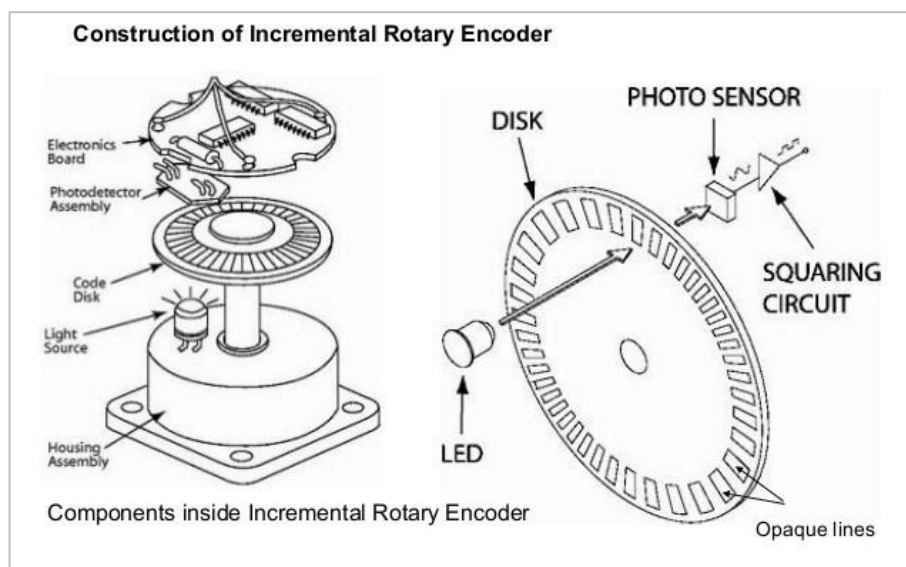
二、编码器分类

编码器依检测方式可分为光电编码器或霍尔编码器：

1、光电传感器原理

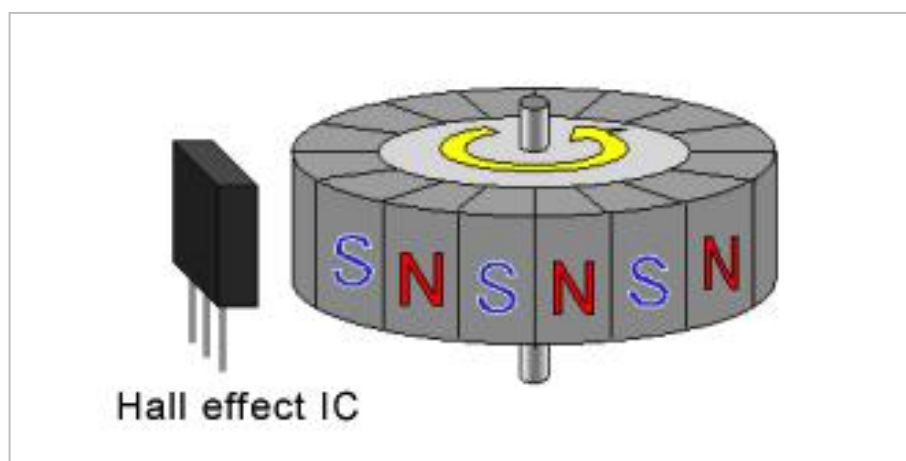
光电旋转编码器的基本组成部分包括一个发光二极管(LED)、一个码盘，以及码盘背面的一个光传感器。这个码盘安置在旋转轴上，上面按一定编码形式排列着不透光和透光的扇形区域。当码盘转动时，不透光扇区能够遮挡光线，而透光扇区则允许光线透过。每次光通过旋转的编码盘中的多个插槽之一时，都会产生电脉冲。这样可以编译成相应的位置或运动信息。

编码器每转通常分为100到6000个扇区。这就表明，100个扇区的编码器可以提供 3.6度的精度，而6000个扇区的编码器则可以提供 0.06 度的精度。



2、霍尔磁式传感器原理

由霍尔开关集成传感器和磁性转盘组成，霍尔式转速传感器结构如下图所示。将磁性转盘的输入轴与被测转轴相连，当被测转轴转动时，磁性转盘便随之转动，固定在磁性转盘附近的霍尔开关集成传感器便可在每一个小磁铁通过时产生一个相应的脉冲，检测出单位时间的脉冲数，便可知道被测对象的转速。磁性转盘上的小磁铁数目的多少，将决定传感器的分辨率。



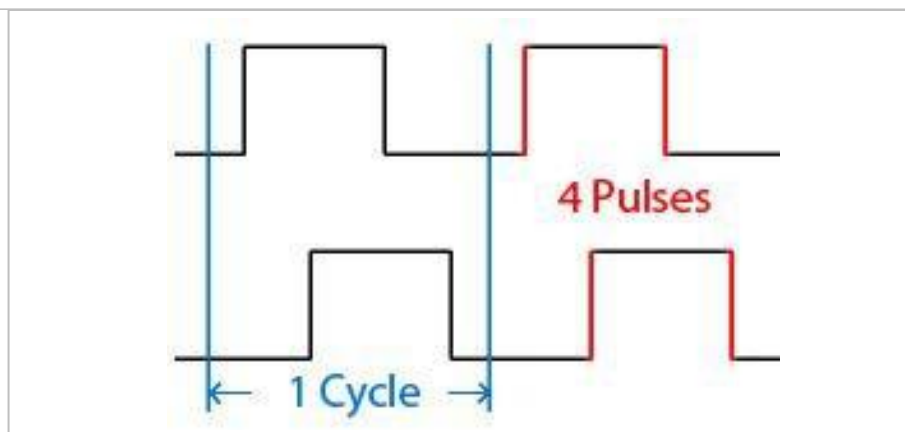
三、编码器工作状态

旋转编码器方向判断

编码器使用“正交”原理，将单个光束分为两个平行的光束，称为A和B。光束经过对齐，因此它们的输出在通过编码盘时相差 90° ，并分别进行检测。A和B输出之间的相对相位指示编码器（进而是轴）旋转的方向。这两个输出信号通过检测其相位关系中的超前或滞后信号来确定旋转方向。

正交编码器

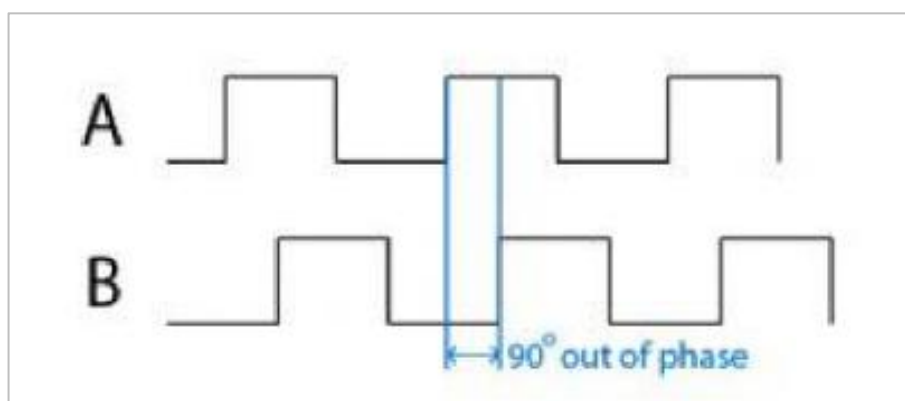
正交编码是一种增量信号（增量信号如下所述）编码器用于报告位置变化和变化方向的方法。有两个通道：通道A和通道B。它们都具有高电压和低电压状态（通常为0V和5V）。当通道A的阅读器经过编码器盘上的亮区时，它会在通道A上生成方波脉冲。编码器轮或阅读器上的区域稍微偏移，因此通道B的阅读器将检测到 90° 的图案通过读取脉冲数和哪个通道在另一个之前（称为“前导”），编码器接口可以判断编码器旋转了多远，以及在哪个方向上。某些编码器还有第三个通道，称为索引通道，每完成一次旋转就发送一次脉冲。这允许编码器知道其实际位置而不是其相对位置，如绝对编码器，而不会产生太多的额外成本。您可以检查编码器的数据表，看它是否有索引通道。



为了解析由正交编码器发出的脉冲数据，需要将其连接到编码器接口。接口将编码器发送的信号转换为多个“计数”或“周期”，可根据编码器的 CPR 将其转换为转数（每转的计数/周期）。

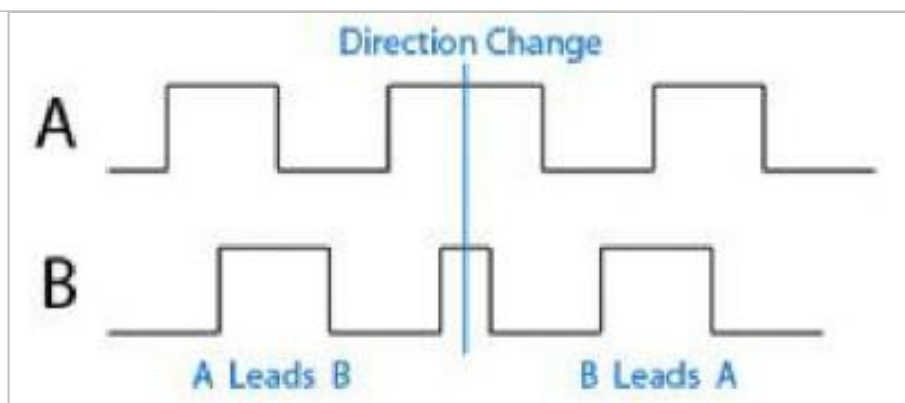
正交相位差

正交编码器的A和B通道中的信号始终偏移90度。在此图中，通道A前进90度。如果通道B前进90度，则意味着编码器以与下图中相反的方向旋转。



正交方向变化

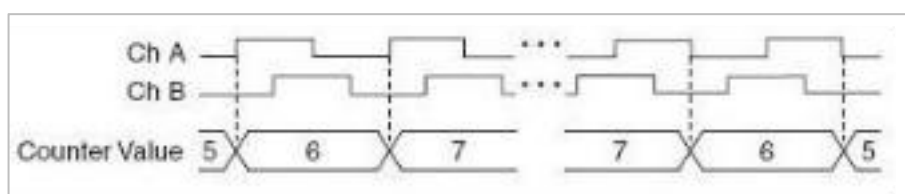
下图说明了正交方向的变化。通过比较A和B通道，编码器接口可以检测哪个通道正在引导另一个通道。当前导通道成为滞后通道时，方向已改变。



对信号边沿进行计数后，接下来需要考虑的就是这些数值应如何转换成位置信息。这个由边沿数值转换为位置信息的过程，取决于所采用的编码类型。总共有三种基本的编码类型：X1、X2 和 X4。

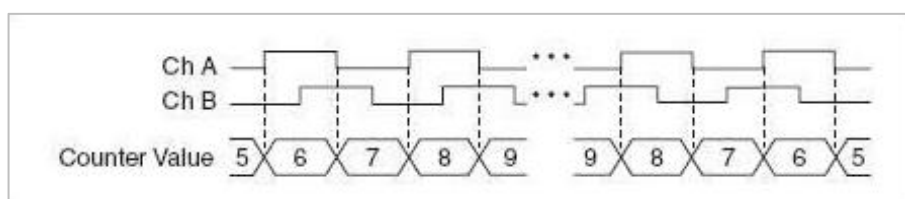
X1编码

如图显示了一个正交周期及其相应的 X1 编码类型下的计数值的加减数目。当通道A引导通道B时，增量发生在通道A的上升沿。当通道B引导通道A时，减量发生在通道A的下降沿。



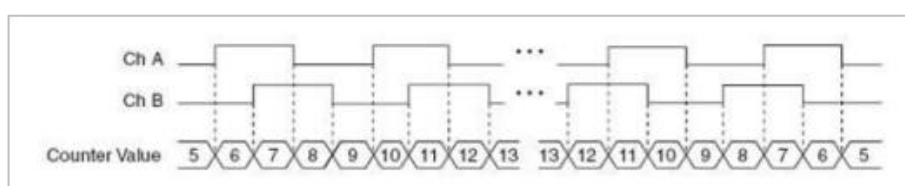
X2编码

X2编码与上述过程类似，只是计数器在A通道的每个边沿计数是增加还是减少，取决于由哪个通道引导哪个通道。计数器的数值每个周期都会增加2个或减少2个，如图所示。



X4 编码

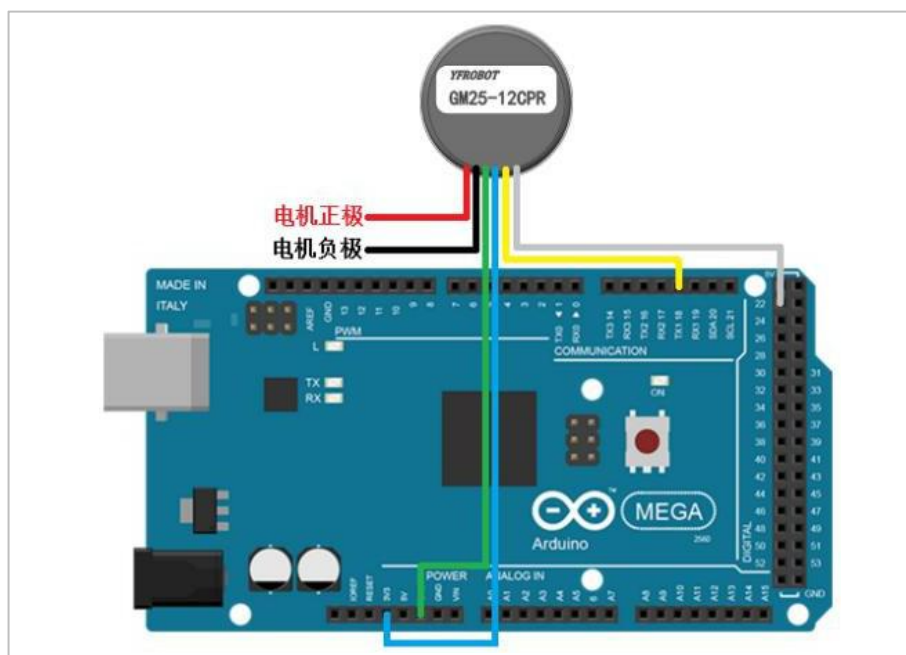
X4 编码模式下，计数器同样也在通道A和B的每个沿上发生增加或者减少。计数器的数目是增加还是减少，取决于哪个通道引导哪个通道。计数器的数目每个周期都会增加4个或减少4个，如图所示。



编码器电机线序说明：

红色	电机正极	黑线	电机负极	
绿线	编码器负极	蓝线	编码器正极	
黄线	输出A相	白线	输出B相	

Arduino Mega 2560与编码器电机接线示例：



编码器正负极可由主板提供（3.3-5V），A、B相位接发有2种，一种A接中断口，B接普通端口（如图），另一种都接中断口，在中断口不够的情况下推荐如图接法。

电机驱动部分需要用电机驱动模块，根据电机的功率选择相应模块，信号端口由主控板提供。

Arduino 系列中断口：

Board	int.0	int.1	int.2	int.3	int.4	int.5
Uno、Ethernet	2	3				
Mega2560	2	3	21	20	19	18
Leonardo	3	2	0	1	7	

计算公式：

1、编码器 CPR 频率与电机速度（RPM）之间的关系由下式给出：

- $F = (\text{周期/转}) * (\text{转/秒}) / 1000 = \text{kHz}$
- RPM = 每分钟转数
- CPR = 每转周期数

2、距离转换：

- $(PPR) / (2 * \pi * \text{轴半径}) = \text{每英寸脉冲数}$
- $(\text{每英寸脉冲数})^{-1} = \text{每脉冲英寸数}$