

编码器应用手册

编码器应用于运动控制领域的参考指南和教程：
类型、技术、应用及安装

绝对式编码器



增量式编码器



旋转变压器



概述

编码器是一种通过响应运动来产生数字信号的传感器，主要分为两种类型：响应旋转运动的旋转编码器和响应直线运动的线性编码器。当与机械传动装置，如齿轮齿条、测量轮或主轴配合使用时，轴编码器也可以用于测量直线运动、速度和位置。

编码器具有多种输出方式。增量式编码器在运动时生成一系列脉冲，用于测量速度或被反馈至计数器进行位置跟踪。而绝对式编码器则生成多位数字编码来直接指示当前位置。

编码器用途广泛。它们可作为反馈变送器用于电机速度控制、作为传感器用于测量、切割和定位、作为输入用于速度速率控制。下面列出了一些例子。

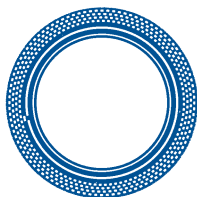
- 门禁装置
- 机器人
- 透镜研磨机
- 绘图仪
- 试验机
- 超声波焊接机
- 造纸机
- 装配机器
- 贴标机
- x/y位置指示
- 分析仪
- 钻床
- 搅拌机
- 医疗机械

传感技术

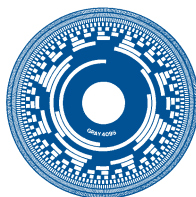
编码器技术分为光学和磁性感应两种。光学传感技术具有高分辨率、高速、可靠耐用的特点，适应大部分工业环境。磁性感应普遍应用于恶劣工况，如炼钢厂和造纸厂，具有较高的分辨率、高速、防尘防潮、耐高温耐机械冲击的特点。

光电编码器

光电编码器码盘材料有带刻线样式的玻璃，带槽的金属或塑料（用于旋转编码器）或玻璃或金属条（用于线性编码器）。LED发出的光线穿过码盘或码尺，照射到一个或多个光电探测器上，进而产生编码器输出。增量式编码器有一条或多条这样的码道，而绝对式编码器的码道数则等于其输出位数。



增量式码盘



绝对式码盘



直线码尺

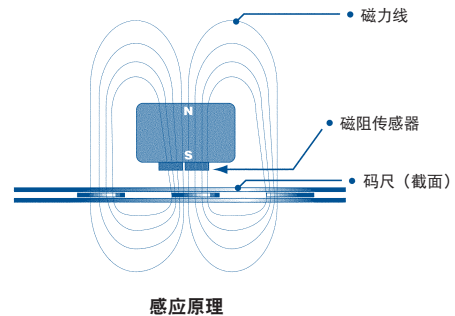
磁性编码器

电磁传感技术对于工业环境中常见的灰尘、油脂、水汽和其它污染物具有极强的耐受力，对于冲击和振动也是如此。磁性传感器有多种类型。

一种是可变磁阻传感器，它能检测铁磁体出现或移动所造成的磁场变化。最简单的旋转式可变磁阻传感器（通常被称作变磁阻拾音器）包括一个绕有线圈的永磁体。当轮齿经过时，线圈会产生电压脉冲。这种传感器坚固可靠、价格低廉，多用于速度测量。只有当物体以每秒180英寸或更快的速度经过其测量面时才会停止工作。

另一种类型的传感器使用一个永磁体和一个具有霍尔效应或磁阻效应的装置，在铁磁体材料出现时会产生电压或电阻变化。铁磁体材料可以是轮齿式（用于旋转编码器）或开槽金属带式（用于线性编码器）。这类传感器即使在零速时也能工作，有旋转和直线两种形式。

还有一种磁性传感器使用一个磁阻装置来检测磁鼓边缘或非磁性条上是否存在磁化“条纹”。



绝对式编码和增量式编码的比较

增量式编码

增量式编码器在每转动一圈或每产生一英寸或毫米的直线运动时就会输出一定数量的等间隔脉冲(PPR)。对于运动方向检测不太重要的应用，往往会采用单通道输出。而对于需要方向检测的应用，则会采用两通道相位有90度偏差的正交信号输出；电路根据输出信号之间的相位关系来判断运动方向。对于反向运动或需要在静止或机械振动时维持固定位置的应用，这种方法很有用。例如机器停机时出现的振动会引起单向编码器产生一系列脉冲，而控制器可能会错误地将其视为运动。如果使用正交编码器，控制器就不会出现这样的错误。

当需要更高的分辨率时，计数器可以对来自一个通道的脉冲序列的上升沿和下降沿都进行计数，这样就能为每圈或每英寸的运动输出2倍(x2)的脉冲数。对来自两个通道的上升和下降沿都进行计数则可获得4倍的分辨率。

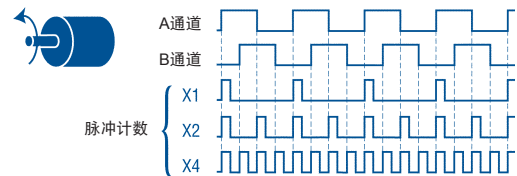
增量式编码器的输出用来指示运动。它通过计数器累计脉冲数量来确定位置。这种计数在电路瞬变导致断电或电压波动时很容易丢失。每次启动系统时，设备还要返回到参考或原始位置以初始化位置计数器。

某些增量式编码器也能够产生另一种被称作“标记”、“索引”或“Z通道”的信号。这种信号在轴编码器中每圈产生一次或在直线码尺中一遇到精确已知点就出现一次。它常被用来确定某个特点的位置，尤其是在回原点期间使用。

绝对式编码

绝对式编码器产生代表编码器实际位置及其速度和运动方向的数字编码。如果发生断电，它的输出在恢复供电后也是正确的，不需要像增量式编码器那样需要返回至参考位置。电路瞬变也只会产生短暂的数据错误，通常这种错误持续时间很短，不足以影响控制系统的动态性能。

绝对式编码器的分辨率由其输出字的位数决定。这种输出可以是标准二进制码或格雷码，后者每步输出仅产生1位变化以减少误差。



增量式编码器和绝对式编码器的差别就像秒表和时钟。

秒表测量开始到结束所经过的增量时间，好比增量式编码器针对移动量产生一定数量的脉冲。如果你知道计时开始时的确切时间，就能通过与经过时间相加得到计时停止时的时间。对于位置控制，将已知的起始位置加上增加的脉冲数即可测出当前位置。

绝对式编码器会持续不断发送当前位置信息，就像时钟会告诉你当前时间一样。

单圈和多圈的比较

对于单圈编码器，编码器轴每转一圈的输出编码都是重复的。没有数据能够说明编码器是转动了1圈还是1000圈。对于多圈式绝对编码器，在每一次转动期间每个轴位置的输出都是唯一不重复的，最多不超过4096圈。

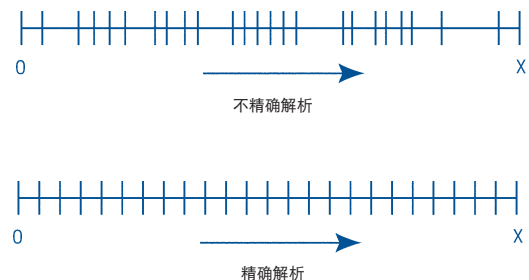
分辨率和精度

分辨率是指编码器轴的一圈或直线码尺每英寸或毫米上的测量片段或单元数量。轴编码器的分辨率可达每圈10000脉冲（PPR），在使用A、B通道上升下降沿探测时甚至可达到40000 PPR，而线性编码器的分辨率可达微米级。总之，所选用的编码器的分辨率必须等于或大于应用需求，但分辨率并不是惟一要考虑的因素。

精度和分辨率是不同的，分辨率高不一定代表精度也高，反之亦然。下图显示一段距离X被分成24段或“位”。如果X代表轴旋转了360°，则一圈被分成了24份。

这24位就是分辨率，但这24分并不是等分的。这种情况下，该传感器不能用于精确地测量位置、速度或加速度。

另一方面，第二幅图中距离X被等分为24份。每个增量准确的代表1圈的1/24。这种情况下，该传感器运行时兼顾了分辨率和精度。但是精度也可以和分辨率无关。一个传感器可能只有每圈2份的分辨率，但其精度可以达到±6角秒。



精度和重复定位精度对系统的影响

系统精度：一个编码器的性能一般由分辨率来描述，而非测量精度。编码器也许可能将运动非常准确地解析至精密位，但每一位的精度受到待测机器的运动质量的影响。比如，如果机器部件在负载下产生变形、或者传动丝杠上存在0.1英寸的间隙，在测量时使用一个每圈1000个计数点，输出精度0.001英寸的编码器不会消除这0.1英寸的误差。编码器只能用来反映位置，无法提高待测轴运动的基本精度。

注意：对于特定的机械设计，某些运动测量误差，如丝杠或齿轮系统中的机械间隙和误差可以通过一些更加先进的运动控制器进行电子补偿。

系统重复精度：重复精度是指受控机器部件重复定位至行程中同一点的误差。重复精度一般小于系统分辨率，但是比系统精度稍微好些。一个2500个周期、双通道编码器能够产生每转10000个脉冲。通常在使用Dynapar编码器时，该信号放大4倍后的精度会优于±1个计数点。

编码器通讯

增量式编码器的输出为在1个或2个通道中的一连串脉冲，而绝对式编码器的输出为一个多位的字。两种输出都可以并行或串行的方式进行传输。

并行输出

并行输出能够同时输出所有位，可以是标准二进制码或格雷码。格雷码每步输出仅产生1位变化，从而可以减少误差。第6页上的表格列出了标准二进制码和格雷码相互转换的一个例子。


某些并行输出编码器也可以接受外部输入，比如输出锁存指令和方向选择设置。

并行输出的优点是速度快：所有数据一直实时提供。缺点包括笨重（且昂贵）的电缆、电缆长度有限。大多数编码器的电缆长度为1米或2米，但采用差分输出和屏蔽线的并行输出可通过使用更粗的电缆延长至100米，只是速度有所降低。集电极开路（漏型输出或源型输出）输出能达到其1/3的输出距离。

十进制	格雷码	二进制
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

串行输出

并行输出的替代方式就是将输出信息编码并以串行的方式发送。与标准的工业总线类似，目前也有多种专用串行总线可选。挑选这些串行总线的指标包括带宽、刷新率、硬件要求、导线芯数、专属性还是非专属性、以及可用性。下表归纳了它们的主要差别。

专用串行接口				
	HIPERFACE®	SSI + Sine/ Cos	EnDat®	BiSS
开放协议	否	否（提供许可证）	否	是
连接	RS-485：总线 或点到点 模拟：点到点	点到点	点到点	总线或点到点
是否需要模拟信号	是	是	否	否
传输模式（数字）	双向、异步	单向、同步	双向、同步	双向、同步
数据传输速率	38.4 kBaud	1.5 MHz	4 MHz	10 MHz
电缆长度补偿	否	否	是	是
协议长度可调	否	否	是	是
线芯数	8	6-8	6-12	6
硬件兼容性				
报警/警告位	无	可设置	是	可设置

同步串行接口SSI®

同步串行接口是一种欧洲流行的全数字点到点接口。它进行单向通讯，速度最高为1.5 MHz，且使用的是4芯电缆（另有2芯为电源线）。

绝对式编码器数据的传输对于某些特殊的控制回路可能有时会显得缓慢，所以有些编码器还提供1 V pp sin/cos信号输出来供控制系统进行实时控制。

数据传输率取决于分辨率和线长，见右表所示。

线长	数率
50 m	400 kHz
100 m	300 kHz
200 m	200 kHz
400 m	100 kHz

EnDat®

EnDat（即Encoder Data）是由海德汉公司开发的一种专属协议。类似于SSI，它通过控制器将时钟信号发送至编码器进行同步。由于允许控制器读写编码器的内部存储器，EnDat能够比SSI传输更多的信息。数据包括编码器诊断、标识和警告状态。此外，控制器还可以设定编码器的零位参考点，这在设备安装时很有帮助。与SSI一样，EnDat编码器也是按需传输绝对位置数据的。根据版本的不同，EnDat也可提供一路模拟1 V p-p sin/cos输出，供控制器中的电路能进行插补以生成增量数据用于实时控制。EnDat使用6至12芯电缆，最大长度可达150米。

HIPERFACE®

HIPERFACE是由Max Stegmann GmbH公司开发的一种专属协议。它使用8芯电缆（2根数据线、2根电源线、4根1V p-p sin/cos信号线），有2个通道：一个通道传输1 V p-p sin/cos增量数据，另一个通道充当RS-485双向链路。绝对位置数据在上电时通过RS-485传输，此后系统进行递增。

HIPERFACE可访问编码器的存储区域读取制造商信息、状态、报警信息等。此外，控制器也能对某个存储区域进行写入操作，并能设定绝对零位。

BiSS

BiSS（双向同步串行接口）是一种开放协议，也是最新的编码器接口。它的原理有所不同：无论控制器请求与否，BiSS都会发送完整的绝对位置信息，而不光是在系统启动阶段。这使系统在运行时能够很容易地从短暂数据丢失故障中恢复回来。由于是全数字系统，它能够省却了驱动系统使用某些专属协议连接编码器所需的A/D转换器成本。BiSS与SSI是硬件兼容的，互换时只要更改软件即可。

BiSS有4根数据线（1对编码器时钟输出线，另1对是编码器数据输入线），另外还具有2根电源线。

BiSS允许上位机访问编码器内部寄存器来读写与编码器相关的数据（标识、设备数据、分辨率等）。它还能在不影响实时运行的情况下，根据需要将其它数据（温度、加速度等）传送至上位机。BiSS与HIPERFACE一样，能够通过点对点或总线进行连接。

工业总线接口

三种编码器常用的多用途工业总线

DeviceNet™

基于控制器局域网（CAN），该系统基本干线-支线拓扑结构具有独立的双绞线用于信号和电源分配，使得24 VDC装置可直接由总线供电。端对端网络距离随数据速率和电缆尺寸而变化。

Profibus

Profibus是由欧盟开发的开放式通讯标准（欧盟标准EC50170）。它有两种版本：用于上层机柜之间通讯的FMS和针对本地现场装置（如阀、驱动器和编码器）之间数据传输而优化的Profibus DP。Profibus DP定义了具体装置的配置文件，其中也包括编码器。DP适用于需要高速传输大量信息的应用（能够在1ms内在32个节点间传输512位输入数据和512位输出数据）。

Interbus®

Interbus由Phoenix Contact在80年代中期设计，是使用时间最长的开放工业网络。它具有真正的令牌环拓扑结构，实际上分为两类总线：远程总线和本地或外围总线。前者是一种RS-485传输介质，传输长度可达13 km；后者能够在10米范围内连接多达8个装置。

总线网络比较			
	DeviceNet	Profibus	Interbus
拓扑结构	线性 (干线/支线)	线性 (干线/支线)	环网
通讯系统	主/从	多点 (生产者/消费者)	主/从
数据交换	轮询、状态 变化、周期	轮询	轮询
最大长度	500 m	1200 m (带中继器)	13 km
最大节点数	64	126	512
数据包	0-8字节	244 字节	任意长度
传输速率	125 Kbps @ 500 m 250 Kbps @ 250 m 500 Kbps @ 100 m	9.6 Kbps至12 Mbps	500 Kbps
传输介质	2芯双绞线 + 2芯总线电源线 + 地线	带屏蔽的2芯双绞线	本地: 3对双绞线 + 地线 远程: 5对双绞线 + 地线

应用

使用轴编码器进行线性/直线测量

旋转编码器可通过机械机构（通常是齿轮齿条或丝杠）来检测直线或线性运动。对每个测量单位对应的脉冲数进行校准包括选择合适的传感器、此外还可能要遵循一个单独的校准步骤。

使用滚珠丝杠测量长度

分辨率、滚珠丝杠牙数和PPR之间的关系如下。

$$\text{分辨率} = \frac{\text{导程}}{\text{PPR}} = \frac{1}{\text{PPR} \times \text{牙数}}$$

$$\text{PPR} = \frac{\text{导程}}{\text{分辨率}} = \frac{1}{\text{分辨率} \times \text{牙数}}$$

下表给出了一些例子。注意通过计算1个输出或2个输出通道的上升和下降沿，编码器的PPR可以提高至两倍或四倍。所以如果选择4倍，一个1000 PPR的编码器分辨率可以相当于4000 PPR编码器。

典型的丝杠应用的编码器PPR和伺服分辨率			
伺服分辨率	编码器PPR和逻辑倍数		
	0.5-in导程 (2牙)	0.25-in导程 (4牙)	0.2-in导程 (5牙)
0.0001 in.	1250 × 4	625 × 4	500 × 4
0.00005 in.	2500 × 4	1250 × 4	1000 × 4
0.0005 in.	250 × 4	250 × 2	200 × 2
0.00025 in.	500 × 4	250 × 4	200 × 4
0.0002 in.	625 × 4	625 × 2	500 × 2
0.001 mm	3175 × 4 (特殊)	3175 × 2	1270 × 4
0.002 mm	3175 × 2	3175 × 1	635 × 4
0.01 mm	635 × 2	635 × 1	508 × 1
0.005 mm	635 × 4	635 × 2	508 × 2

举例：

1. 一台铣床需要一个增量式编码器提供数字读数显示。显示的读数须直接以万分之一英寸为单位。台面的行程通过一套10牙精密丝杠进行测量，丝杠每转动一圈将使台面移动1/10英寸的距离。使用下面的公式，

$$PPR = \frac{1}{\text{分辨率} \times \text{牙数}} = \frac{1}{0.0001 \times 10}$$

或者

$$PPR = \frac{\text{导程}}{\text{分辨率}} = \frac{0.1}{0.0001} = 1000$$

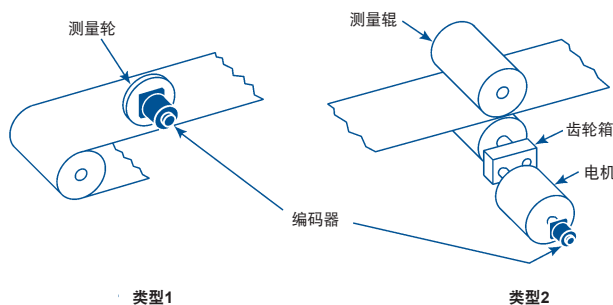
两种计算方法的结果都是编码器分辨率必须为1000 PPR。根据需要，我们也可选择500 PPR的编码器配合2x的逻辑乘法器使用。

2. 使用0.01英寸分辨率测量10英寸的行程：总计数点 = 1000；分辨率 = 0.01英寸。如果编码器在整个行程内转动完整的一圈，一个1000 PPR的编码器就能够满足需求。满行程时编码器和计数器的读数将为9.99，在0.01英寸误差范围内。

使用滚轮和滚筒测量长度

编码器也可使用测量滚轮或滚筒来测量线性距离。下表给出了校准常数K，用于设置计数器或转速计的读数以提供要求的显示分辨率。

举例：



长度 显示分辨率	应用	
	类型1：测量滚轮	类型2：测量辊
1英尺	$K = \frac{C}{12N}$	$K = \frac{0.2618D}{GN}$
1英寸	$K = \frac{C}{N}$	$K = \frac{3.1416D}{GN}$
0.1英寸	$K = \frac{10C}{N}$	$K = \frac{31.416D}{GN}$
0.01英寸	$K = \frac{100C}{N}$	$K = \frac{314.6D}{GN}$
1米	$K = \frac{M}{N}$	$K = \frac{0.079796D}{GN}$
1分米	$K = \frac{10M}{N}$	$K = \frac{0.797966D}{GN}$
1厘米	$K = \frac{100M}{N}$	$K = \frac{7.97966D}{GN}$
1毫米	$K = \frac{1000M}{N}$	$K = \frac{79.796D}{GN}$
0.1毫米	$K = \frac{10,000M}{N}$	$K = \frac{797.966D}{GN}$

举例：在类型2的应用中我们想以英尺为单位显示长度，精确到1英尺。从上表可得：

$$K = \frac{0.2618D}{GN}$$

若G = 2.6, N = 1, D = 9.15,

$$K = \frac{0.2618 \times 9.15}{2.6 \times 1} = 0.92133$$

比例校准

某些情况下，所需示值为两个输入A和B的比值。该表显示了如何为A、B输出计算校准系数K以得到所需的显示分辨率。

其中：

G = 传动比（编码器转速与滚轮转速之间的关系）

N = 编码器每圈脉冲数

D = 辊直径（英寸）

C = 测量轮周长（英寸）

比率	应用	
	类型1	类型2
0.001	$K = \frac{5C}{N}$	$K = \frac{15.708D}{GN}$
0.0001	$K = \frac{50C}{N}$	$K = \frac{157.08D}{GN}$

举例：假设两个输入都为类型2且希望得到0.001英寸的显示分辨率。

输入A

$$K = \frac{15.708D}{GN}$$

$$D = 17.0 \text{ in.}$$

$$N = 12$$

$$G = 3.5$$

输入B

$$K = \frac{15.708D}{GN}$$

$$D = 19.2 \text{ in.}$$

$$N = 12$$

$$G = 2.8$$

则：

$$K_A = \frac{15.708 \times 17.0}{12 \times 3.5}$$

$$= 6.3580$$

$$K_B = \frac{15.708 \times 19.2}{12 \times 2.8}$$

$$= 8.9760$$

建立参考位置

参考脉冲

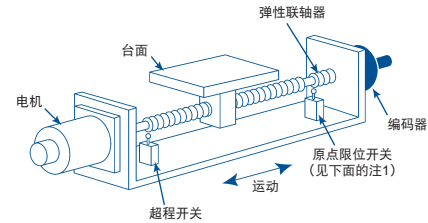
增量式编码器在360°圆周（对于轴编码器）或长度方向（对于直线码尺）上每遇到一个精确已知点处就会产生一个参考脉冲（有时被称作标记或索引脉冲）。通过仅使用参考脉冲输出或参考脉冲与A、B数据通道之间的逻辑关系即可识别当前的位置。

因此它常用于定位和运动控制应用，将已知位置作为电子起点，由此开始计数或进行位置跟踪。

在长行程或编码器转动多圈时，控制器有时使用参考脉冲对从编码器接收的总计数点进行电子检查。比如，每次控制器接收到参考脉冲时，从A、B通道接收的总计数点应该为编码器每圈脉冲数的偶数倍。

滚珠丝杠定位台示例

编码器应用于运动控制时，PLC、CNC或运动控制器常常向定位系统的各个轴发出一系列的运动指令，使其在执行每项任务前回到相同的原点位置。下面的例子是一个典型的自动参考和间隙补偿序列，其目的是通过使用编码器标记脉冲建立零位。



1. 收到指令时如果原点开关是打开的（表明台面处于原位的正方向位置），轴以快速点动速度向原点开关方向运动直到原点开关闭合。

注意，机械式原点限位开关的重复精度往往无法满足应用要求。而编码器参考（或标记脉冲）的重复精度则要高得多，因此标记脉冲是一个更好的参考点，用于为后续测量建立原点。在多圈编码器应用中，原点限位开关用于向控制器发出信号，指示下一个接收的标记脉冲即为“零位”。

2. 轴以“点动减速度”停止。
3. 轴以“点动加速度”朝着正方向以“快速点动速度”移动，直到原位开关打开。
4. 轴以“点动加速度”朝着负方向加速并以“慢速点动速度”移动直到原位开关闭合且控制器感应到编码器的标记脉冲（按此顺序）。
5. 轴以“点动减速度”停止。

传感器工作速度

所有传感器都具有固有的机械和电子速度限制，超限可能会导致数据错误和过早失效。对于一个特定的应用，其最大运行速度是编码器及其相连的电子器件的最大电子运行速度或编码器的最大机械RPM参数，取两者中的较小值。

一般接线和安装注意事项

编码器信号传输和接收的最常见问题是信号失真和电气噪声，两者都会导致编码器计数增加或丢失。通过良好的接线和安装规范能够避免很多相关问题。下面的描述和建议可作为现场安装设备的一般性指导和操作规范。

避免信号受辐射及传导噪声影响

务必合理、仔细地对机器或系统的电源和信号线进行连接和布线。来自继电器（继电器线圈应该配备浪涌抑制器）、变压器或其它电子驱动设备的辐射噪声可能会在编码器信号线路中引起感应干扰信号脉冲。同样地，编码器也可能在周围敏感设备的电路中引起感应噪声信号。

机器的电源和信号线应分开走线。信号线应该使用带有屏蔽层的双绞线，采用独立的线管或线束方式走线，且距离电源线至少12英寸。这里的电源线是指变压器的一次和二次侧引线、电机枢引线和其它用于继电器、风扇、温度保护器等120 VAC或更高的控制线。

保持编码器到控制器的线路和屏蔽层的连续性，避免使用接线盒中的端子。这样做能将辐射和感应噪声降至最低并有利于回路接地。

此外，编码器的运行可能会受供电电压瞬变的影响。一般来说，应将编码器供电电压波动控制在±5%以内，这样就不会产生瞬态感应电流。

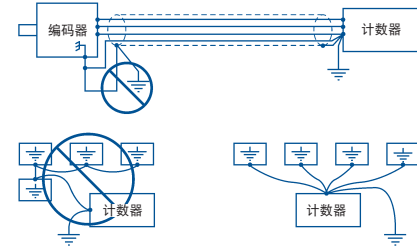


编码器外壳也应接地，这样可确保编码器正确、可靠运行。Dynapar编码器的外壳通常带有地线接口，当无法通过安装支架/机器地线妥善接地时，可使用连接器/电缆将外壳接地。不要同时使用机器和接地电缆将编码器外壳接地。务必使用高质量的屏蔽线并仅将屏蔽层与测量设备相连，如图所示。

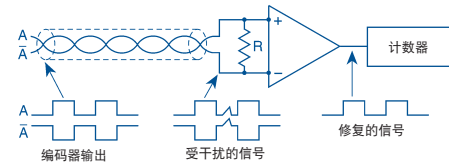
为进一步消除电气噪声，可订购带有互补输出信号的编码器并使用屏蔽双绞线进行连接 — 感应电流会自相抵消，如图所示。



在工业环境中，电机、遥控开关和磁场会产生很高的电流量。这会造成各接地点的电势不尽相同。为避免由此产生的问题，应将屏蔽层与系统中其它需要接地的部分连接起来，通过测量设备侧的同一个点将其接地，如图所示。



信号失真可通过将互补性编码器输出（线路驱动器）与测量仪器端的差分接收器（线路接收器或比较器）配合使用进行消除，如图所示。



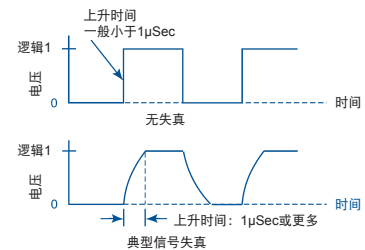
接地要求、惯例和定义请参考国家电气规范。地方规范通常只规定系统安全接地相关的具体条例和规范。

信号失真

大多数信号传输问题都牵涉到电气噪声。往往传输距离越长，问题就越严重。请遵守前文所述的良好屏蔽规范。

信号失真的首要起因是电缆长度，更具体来讲是电缆电容。

通常情况下，接收电路会对输入信号（逻辑“0”或“1”）做出响应。逻辑0和1之间的区域是未定义的，且这一区域的跳变时间必须非常快（小于约1微秒）。由于上升沿的波形产生了失真，跳变时间相应变长了。在某时刻，接收器就会变得不稳定而编码器计数就可能增加或丢失。



为尽量减少失真，应使用低电容电缆（一般每英尺小于40皮法）。电缆越长，信号失真的可能性就越大。除了电缆长度外，为得到可靠的信号，在使用前应对信号进行“整形”。

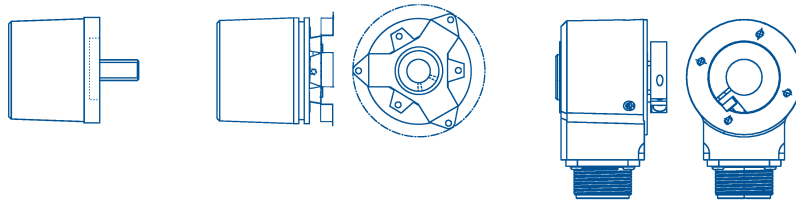
对于电缆长度小于50英尺（电容值最大约1000皮法）的应用，方波失真一般不明显。对于电缆长度数百英尺的应用，推荐使用带差分线路驱动器的编码器。

为确保最好的信号完整性，可结合线路接收器来使用带线路驱动器输出的编码器。



机械安装

编码器有实心轴型、盲孔轴型和空心轴型三种配置（下图l至r）。



编码器与机器的连接方式很重要，一旦连接不当可能会产生故障或应力。注意不要超出编码器的轴向和径向载荷。

引起装配困难的常见原因包括轴端推力、未对准误差和同步带或齿轮推力。联轴器间隙或调节可能会引起位置指示误差。即使最轻微的未对准误差也会引起很高的径向载荷，从而导致轴承过早失效。为避免这种情况的发生，可使用弹性联轴器来补偿编码器轴和机器之间的未对准误差。一般来说，未对准误差越大，联轴器就会越早失效。选择联轴器时应考虑在一定未对准误差下的使用寿命和未对准误差对轴和轴承的影响。相比仅考虑未对准误差值，这会带来更好的使用效果。理论上，联轴器在没有未对准误差的情况下能够无限期地使用。

为避免由于间隙产生的误差并避免损伤轴和轴承，编码器通常需要使用精密仪器级联轴器。**特别注意不要使用带橡胶垫片的爪型电机联轴器。**

同步带

使用XL系列同步带。按照同步带制造厂家的说明进行同步带安装可确保编码器可靠长寿命的运行。

同步带张力：同步带具有主动咬合结构，不需要很高的初始张力。合适的张力可延长同步带寿命，降低编码器轴承的磨损和运行噪音。

一般注意事项

编码器属于精密运动测量器件。

- 绝对不要敲击轴端部。
- 当机械配合较紧时避免敲击编码器外壳。
- 不要使编码器受到径向或轴向应力。
- 不要使用刚性联轴器或临时性安装措施。

安装时只要注意基本常识，小心操作并准确对准，编码器就可以实现高质量的测量和长期工作。