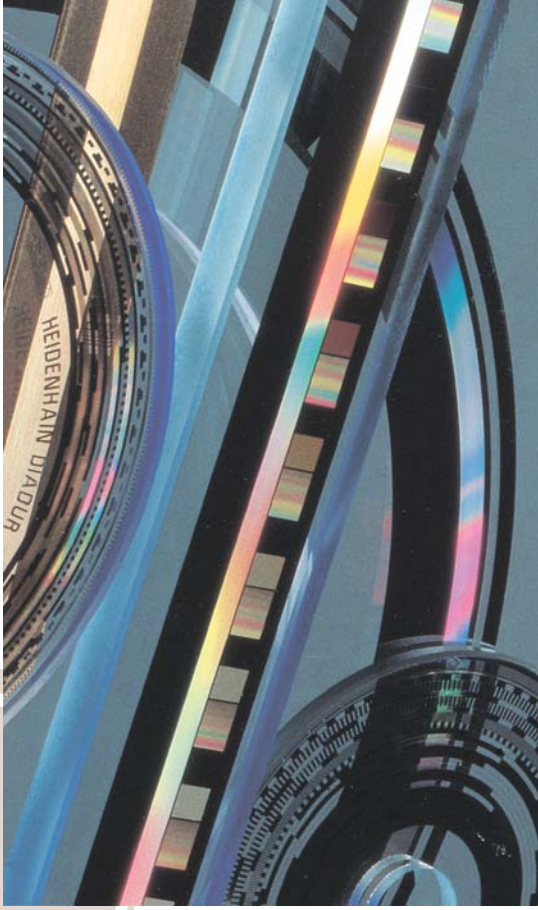
HEIDENHAIN



伺服驱动器用位置编码器

2002 年 8 月

此样本仅为**用于伺服驱动器的编码器**提供选型指￥，而不是HEIDENHAIN公司的产品概述。

在**选型表**中，能够找到所有HEIDENHAIN公司的用于电子驱动器的编码器的概述和它们的最重要特性。**技术特性**描述包含有关电子驱动器用旋转编码器、角度编码器和光栅尺的基本信息。

有关**安装信息**和详细的**技术参数**请参考为驱动技术特殊研制的**旋转编码器**。旋转编码器样本包含有更多的信息。

列在选型表中的**光栅尺和角度编码器**，也可以在它们各自的**产品样本**中找到更为详细的信息，例如安装信息、技术参数和尺寸等。

本样本取代所有以前的版本，那些版本因此变成无效。从HEIDENHAIN公司订购产品应以合同订立时有效的样本版本为准。

产品遵循的标准（ISO、EN，等）在样本中有明确的陈述。

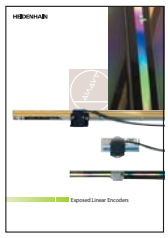
其它产品样本

旋转编码器

包括：
ERN, ROD系列
增量式旋转编码器
ECN, EQN, ROC, ROQ系列
绝对式旋转编码器

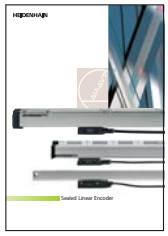
角度编码器

包括：
ERA, ERM, ERO, RON, RPN, ROD系列
增量式角度编码器
RCN系列
绝对式角度编码器



敞开式光栅尺

包括：
LIP, PP, LIF, LIDA系列
增量式光栅尺



封闭式光栅尺

包括：
LB, LF, LS系列
增量式光栅尺
LC系列
绝对式光栅尺

目　录

选型表			
	选型表说明		6
	安装于电机上的旋转编码器		8
	集成在电机内的旋转编码器		10
	集成式空心轴电机用旋转编码器和角度编码器		12
	直线驱动器用敞开式光栅尺		14
	直线驱动器用封闭式光栅尺		16
技术特性和安装信息			
	三相交流电机和直流电机用旋转编码器和角度编码器		18
	直线驱动器用光栅尺		20
	测量原理	测量基准	22
		扫描方法	23
		位置编码器的电子换向	24
	测量准确度		25
	机械结构、安装及附件	带内置轴承和定子联轴节的旋转编码器	28
		带内置轴承且联轴节分离的旋转编码器	30
		不带内置轴承的旋转编码器	32
	旋转编码器与电机电动势 EMF 的对准		34
	机械特性概述		35
技术参数			
	带内置轴承的旋转编码器	**ERN 1000 系列**	36
		ERN/ECN/EQN 400 系列 带万能定子联轴节	38
		ROD 400 系列 用接线端子板联接	40
		ERN/ECN/EQN 1100 系列 带定子联轴节 ∅45 mm	42
		ECN/EQN 1100 系列 带定子联轴节 ∅37 mm	44
		ERN/ECN/EQN 1300 系列	46
	不带内置轴承的旋转编码器	**ECI/EQI 1300 系列**	48
		ERO 1200 系列	50
		ERO 1300 系列	52
		ERO 1400 系列	54
		ERM 200 系列	56
	角度编码器	参见 *角度编码器* 样本	
	光栅尺	参见 *敞开式光栅尺* 和 *封闭式光栅尺* 样本	
电气联接			
	接口	增量信号	58
		换向信号	64
		绝对位置值，采用 EnDat 2.1 接口	66
	接插件和电缆		71
	电气特性概述		76
	HEIDENHAIN 公司的测试设备和信号评估电子产品		78

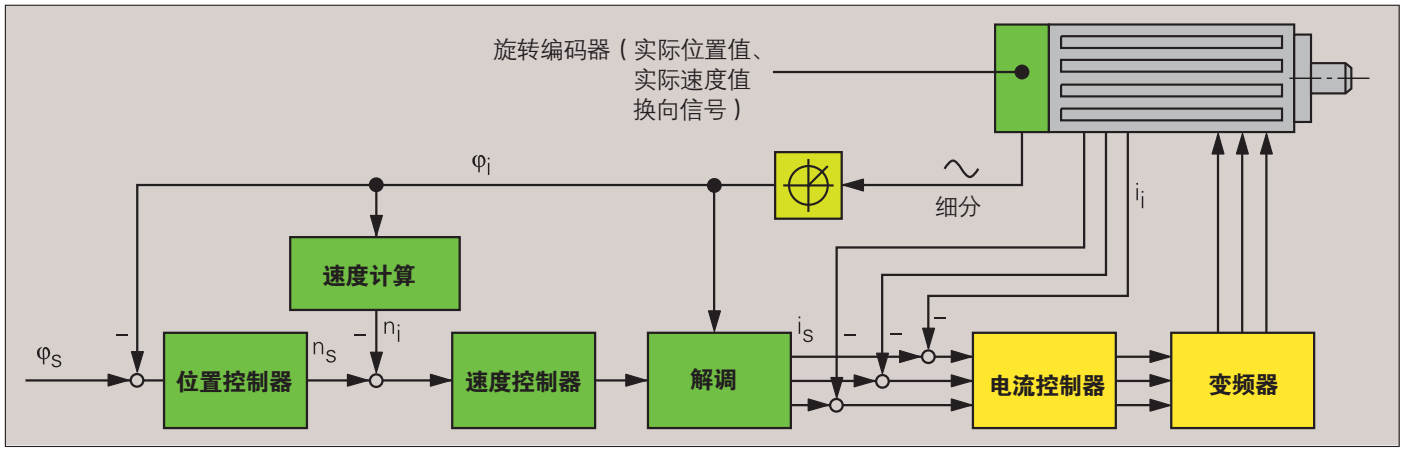
伺服驱动器用编码器

伺服驱动器的控制系统需要有测量系统提供位置和速度反馈信号，以及电子换向信号。

编码器的性能对电机的重要特性有决定性的影响，例如

- 位置准确度
- 速度稳定性
- 带宽，它决定了驱动器的命令响应时间和抗干扰性能
- 功率损耗
- 尺寸
- 噪声

数字位置和速度控制



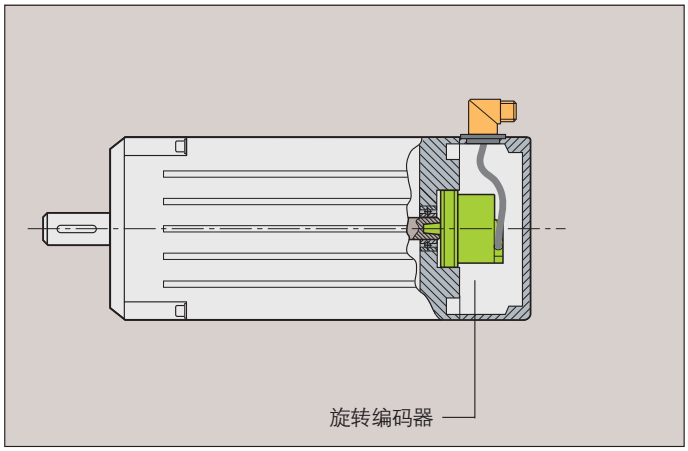
HEIDENHAIN公司可以为广为使用的旋转电机和直线电机提供合适的解决方案：

- 带或不带换向轨道的增量式旋转编码器、绝对式旋转编码器
- 增量式或绝对式角度编码器
- 增量式光栅尺或绝对式光栅尺

旋转编码器

所有展示在此样本中的HEIDENHAIN公司编码器都具有成本低、便于电机制造商安装与接线的特点。用于旋转电机的编码器的整体长度都很短。一些特殊设计的编码器，具有类似限位开关的安全装置功能。

用于“数字”驱动系统（数字位置和速度控制）的电机



光栅尺

角度编码器

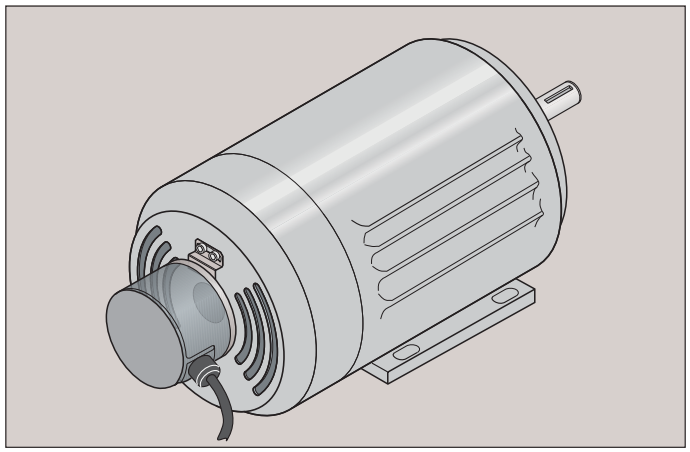
选型表说明

后面的选型表列出了适合于各种电机设计的编码器，这些编码器具有适用于特殊电机的尺寸和输出信号。

安装在电机上用的旋转编码器
在带有强力通风功能的电机上使用旋转编码器，无论是安装在电机外壳的外部或内部，都长期暴露于未经过滤的强力气流中，因此必须具有高等级的 IP 64 或更强的防护功能。它们允许的工作温度很少超过 100 ℃ (212 °F)。

在选型表中可以找到：
- **带定子联轴节**的旋转编码器，具有高的固有频率，从根本上消除了驱动器的带宽限制
- **联轴节分离**的旋转编码器，特别适合于**绝缘安装**，编码器带有**接线端子连接器**
- 用于数字速度控制的**带正弦输出信号**的增量式旋转编码器，以及带有附加的正弦增量信号的绝对式旋转编码器
- **输出信号与TTL电平或HTL电平兼容**的增量式旋转编码器

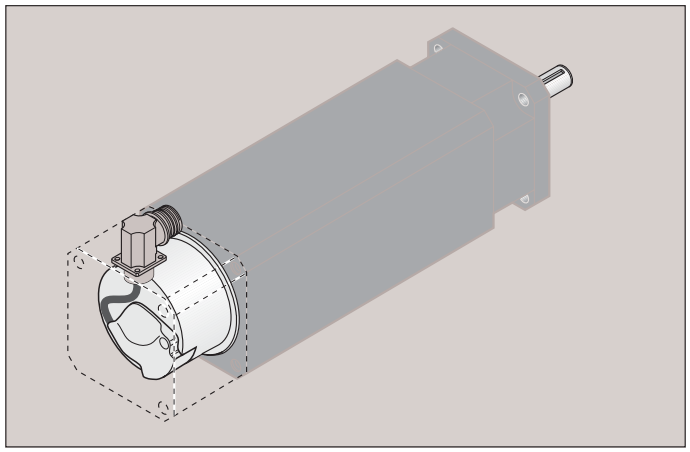
见第8页选型表



集成于电机内的旋转编码器
用于不带独立通风装置的电机的旋转编码器安装于电机的外壳内部，这种结构使得编码器不需要高等级的防护。然而，在电机外壳中，工作温度可以达到100 ℃ (212 °F)或更高。

在选型表中可以找到：
- **工作温度**高达120 ℃ (248 °F) 的增量式旋转编码器，和**工作温度**高达115 ℃ (239 °F)的绝对式旋转编码器
- **带定子联轴节**的旋转编码器，具有高的固有频率，从根本上消除了驱动器的带宽限制
- 用于数字速度控制的**带正弦输出信号**的增量式旋转编码器 — 在极限工作温度下也拥有高的性能；还有具有可选的正弦增量信号的绝对式旋转编码器
- 用于同步电机的带有附加**换向信号**的增量式旋转编码器
- **输出信号与TTL电平兼容**的增量式旋转编码器

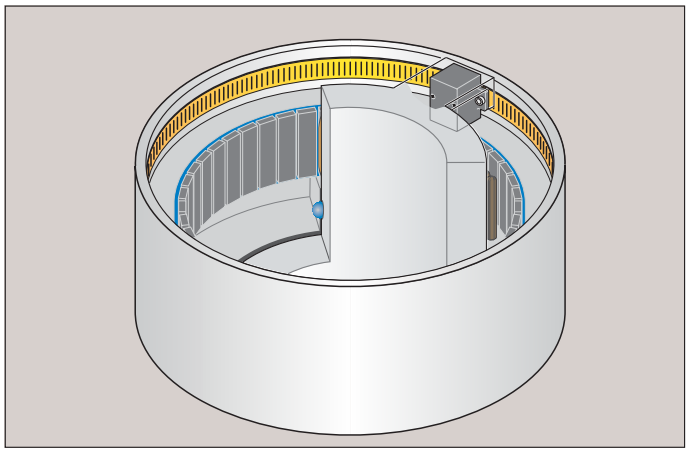
见第10页选型表



集成式电机和空心轴电机用旋转编码器和角度编码器
用于这些电机的旋转编码器和角度编码器都具有通孔空心轴，以允许类似电源线等穿过电机轴 — 也就是要穿过编码器的轴。按使用条件的不同，编码器需要具备 IP 66 的防护等级或者要按防污染设计，例如应用光学扫描的模块式编码器。

在选型表中可以找到：
- 测量基准设在钢制圆毂上的旋转编码器，其**轴的转速高达 40 000 rpm**
- 带内置轴承的编码器，具有定子联轴节或模块化设计
- 带**正弦输出信号和/或增量输出信号**的高性能编码器
- 用于宽带控制环路的具有**良好加速性能**的编码器

见第12页选型表

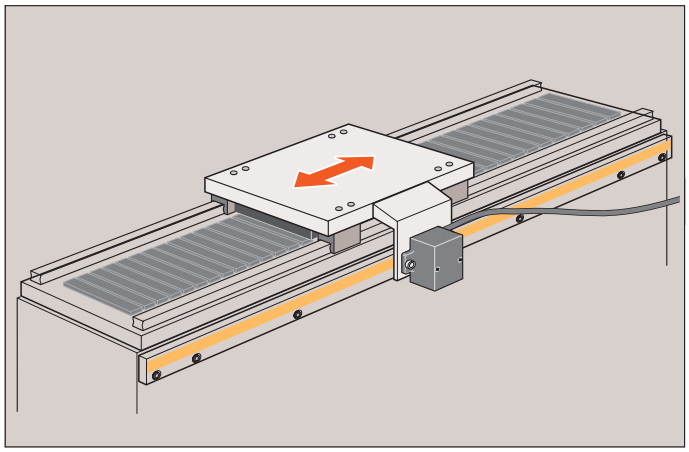


用于直线电机的光栅尺
直线电机上的光栅尺为位置控制器和速度控制器提供实际位置值，是直线驱动器伺服功能的基础。光栅尺推荐应用于如下场合：
- 在测量方向上加速期间，具有低的位置偏差
- 在横向具有高的加速度和振动容限
- 设计用于高速度
- 提供高性能的正弦增量信号

敞开式光栅尺具有如下特性：
- 更高的准确度等级
- 更快的运动速度
- 非接触检测，即：扫描单元和刻线之间没有摩擦

敞开式光栅尺适合应用在干净的环境中，例如测量机或半导体行业的生产设备。

见第14页选型表



封闭式光栅尺具有如下特性：
- 高等级的防护
- 易于安装

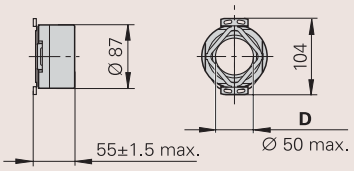
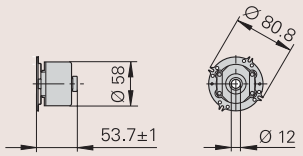
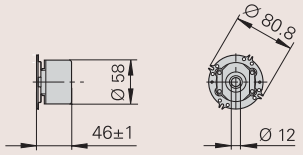
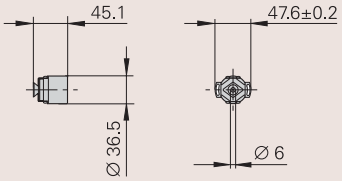
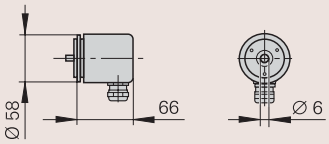
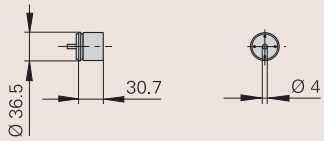
因此，封闭式光栅尺非常适合应用于典型的生产环境中，例如，在机床上

见第16页选型表

选型表

安装于电机上的旋转编码器

防护等级：高达IP 64 （IEC 60 529 ）

系列	推荐的每转测量步距数 (用于速度控制环路)	特殊性能	总体尺寸	机械允许速度	定子联轴节的固有频率	最高允许工作温度
带内置轴承并装有定子联轴节的旋转编码器						
ERN/ ECN 100	20 000 个测量步距/转 (⊓⊔)	–		*D ≤ 30 mm:* n_{max} = 6000 rpm *D ≤ 50 mm:* n_{max} = 4000 rpm	1100 Hz	100 ℃
						85 ℃
	大约 200万个测量步距/转 [1]					100 ℃
ERN/ECN/ EQN 400	8196 个测量步距/转 (⊓⊔)	万能定子联轴节 用于带标准定子联轴节的编码器 *见旋转编码器样本*	*通孔空心轴*  *底部空心轴*  EQN 425: 63 ± 1	12 000 rpm	1250 Hz	100 ℃
						85 ℃
						70 ℃
	大约 200万个测量步距/转 [1]					100 ℃
				10 000 rpm		
ERN 1000	14 400 个测量步距/转 (⊓⊔)	–		10 000 rpm	950 Hz	100 ℃
						70 ℃
	大约 200万个测量步距/转 [1]					100 ℃
						115 ℃
带内置轴承且联轴节分离的旋转编码器						
ROD 400	8196 个测量步距/转 (⊓⊔)	夹紧法兰联接 用于带输出电缆或法兰插座的旋转编码器 *见旋转编码器样本*		12 000 rpm	–	100 ℃
						85 ℃
						70 ℃
	大约 200万个测量步距/转 [1]					100 ℃
ROD 1000	14 400 个测量步距/转 (⊓⊔)	–		10 000 rpm	–	100 ℃
						70 ℃
	大约 360万个测量步距/转 [1]					100 ℃

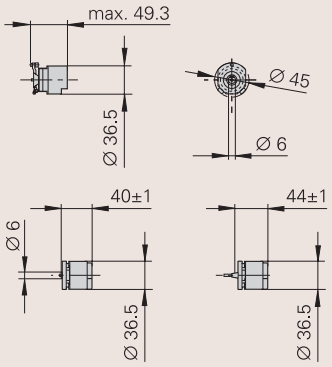
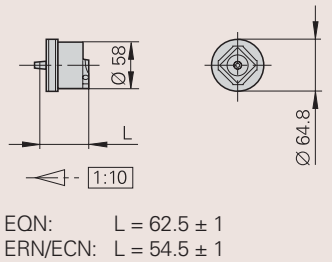
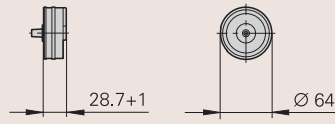
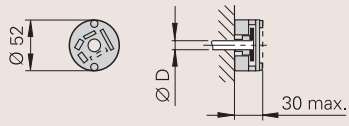
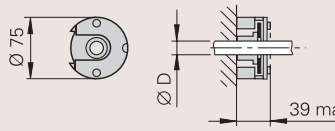
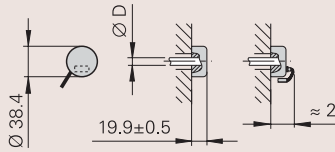
[1] 在控制系统中进行1024份细分后

增量信号			绝对位置值	型号	更多信息
输出信号/电源	截止频率(–3dB)或扫描频率	每转信号周期数	换向信号/绝对位置值；数据接口		
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 300 kHz	1000 至5000	–	**ERN 120**	***旋转编码器样本***
⊓⊔ HTL/10 至30 V				**ERN 130**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %	≥180 kHz，典型值			**ERN 180**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	≥200 kHz，典型值	2048	8192 个位置/转； EnDat	**ECN 113**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 300 kHz	1024 2048	–	**ERN 420**	**第38页**
⊓⊔ HTL/10 至30 V				**ERN 430**	
⊓⊔ TTL/10 至30 V				**ERN 460**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %	≥180 kHz，典型值	512 2048		**ERN 480**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	≥100 kHz，典型值 ≥200 kHz，典型值	512 2048	8192 个位置/转； EnDat	**ECN 413**	
			8192 个位置/转 4096 转； EnDat	**EQN 425**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 300 kHz	1024 2048 3600	–	**ERN 1020**	**第36页**
⊓⊔ HTL/10 至30 V	最大 160 kHz			**ERN 1030**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %	≥180 kHz，典型值			**ERN 1080**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	≥100 kHz，典型值 ≥400 kHz，典型值	512 2048	Z1 轨道用于正弦换向信号	**ERN 1085**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 300 kHz	1024 2048	–	**ROD 426**	**第40页**
⊓⊔ HTL/10 至30 V				**ROD 436**	
⊓⊔ TTL/10 至30 V				**ROD 466**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %	≥180 kHz，典型值	512 2048		**ROD 486**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 300 kHz	100 至3600	–	**ROD 1020**	***旋转编码器样本***
⊓⊔ HTL/10 至30 V				**ROD 1030**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %	≥180 kHz，典型值			**ROD 1080**	

选型表

集成在电机内的旋转编码器

防护等级：高达 IP 40 (IEC 60 529)

系列	推荐的每转测量步距数 (用于速度控制环路)	总体尺寸	直径	机械允许速度	定子联轴节的固有频率	最高允许工作温度
带内置轴承并装有定子联轴节的旋转编码器						
ERN/ECN/ EQN 1100	14400 个测量步距/转 (⊓⊔)		–	12000 rpm	1500 Hz	100 ℃
						70 ℃
	大约 200万个测量步距/转 [1]					100 ℃
						115 ℃
	大约 50万个测量步距/转 [1]					
ERN/ECN/ EQN 1300	16384 个测量步距/转 (⊓⊔)		–	15000 rpm	2000 Hz	120 ℃
	大约 200万个测量步距/转 [1]					
				12000 rpm		115 ℃
不带内置轴承的旋转编码器						
ECI/EQI 1300	131072 个测量步距/转		–	15000 rpm	–	115 ℃
				12000 rpm		
ERO 1200	8192 个测量步距/转 (⊓⊔)		D: 8/10/12 mm	25000 rpm	–	100 ℃
	大约100万个测量步距/转					
ERO 1300	20000 个测量步距/转 (⊓⊔)		D: 20/24/30 mm	16000 rpm	–	70 ℃
	大约 500万个测量步距/转					85 ℃
ERO 1400	4096 个测量步距/转 (⊓⊔)		D: 4/6/8 mm	30000 rpm	–	70 ℃
	大约100万个测量步距/转					

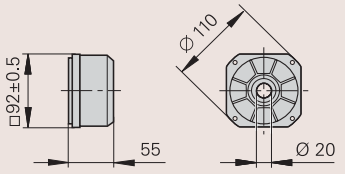
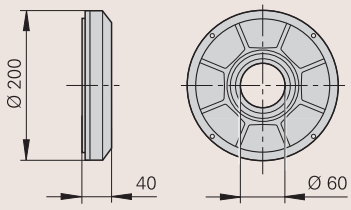
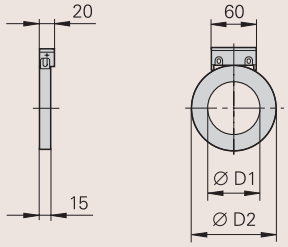
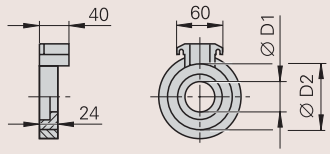
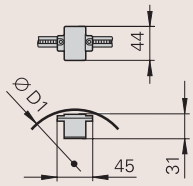
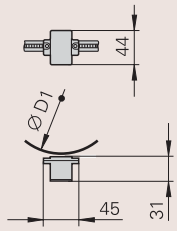
[1] 在控制系统中进行1024份细分后

增量信号			绝对位置值	型号	更多信息
输出信号/电源	截止频率(–3dB)或扫描频率	每转信号周期数	换向信号/绝对位置值；数据接口		
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 300 kHz	1024 2048 3600	–	**ERN 1120**	**第42页**
⊓⊔ HTL/10 至30 V	最大 160 kHz			**ERN 1130**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %	≥180 kHz，典型值			**ERN 1180**	
∿ 1 V_{PP}/ 5 V ± 5 %/7 至 10 V[2]	≥100 kHz，典型值 ≥400 kHz，典型值	512 2048	Z1 轨道用于正弦换向信号	**ERN 1185**	
	≥200 kHz，典型值	512	8192 个位置/转； EnDat	**ECN 1113**	**第42/44页**
			8192 个位置/转 4096 转； EnDat	**EQN 1125**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 5 %	最大 300 kHz	1024 2048 4096	–	**ERN 1321**	**第46页**
			3 段换向信号	**ERN 1326**	
∿ 1 V_{PP}/ 5 V ± 5 %/7 至 10 V[2]	≥200 kHz，典型值	512 2048 4096	–	**ERN 1381**	
		2048	Z1 轨道用于正弦换向信号	**ERN 1387**	
	≥100 kHz，典型值 ≥200 kHz，典型值	512 2048	8192 个位置/转； EnDat	**ECN 1313**	
			8192 个位置/转 4096 转； EnDat	**EQN 1325**	
∿ 1 V_{PP}/ 5 V ± 5 %/7 至 10 V	最大 6 kHz，典型值	32	131 072 个位置/转；EnDat	**ECI 1317**	**第48页**
			131 072 个位置/转 4096 转； EnDat	**EQI 1329**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 300 kHz	1024 2048	–	**ERO 1225**	**第50页**
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	≥180 kHz，典型值			**ERO 1285**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 400 kHz	1024 2048 5000	–	**ERO 1324**	**第52页**
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	≥180 kHz，典型值			**ERO 1384**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最大 160 kHz	512 1000 1024	–	**ERO 1420**	**第54页**
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	≥180 kHz，典型值			**ERO 1480**	

[2] 电机内带适配器电缆

选型表

旋转编码器和角度编码器
用于集成式空心轴电机

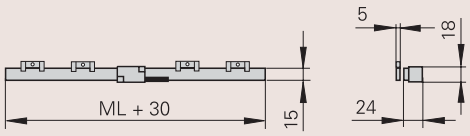
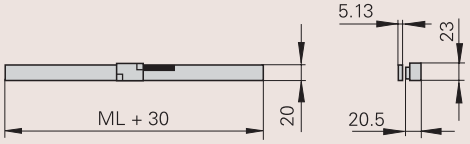
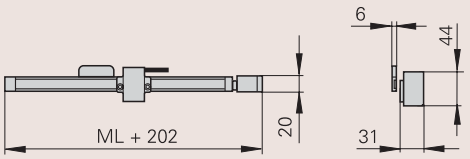
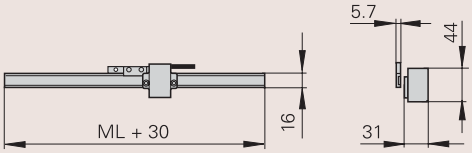
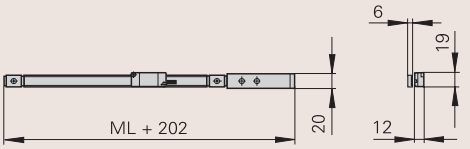
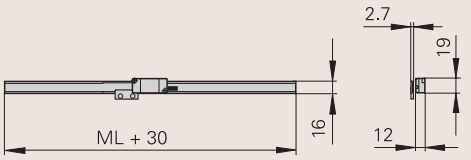
系列	推荐的每转测量步距数 (用于速度控制环路)	总体尺寸	直径	机械允许速度	定子联轴节的固有频率	最高允许工作温度
带内置轴承和内置定子联轴节的角度编码器						
RON/ RCN 200	72 000 (⊓⊔)		–	3000 rpm	⩾1200 Hz	70 ℃
	720 000 (⊓⊔)					
	≈1800万 [1]					50 ℃
	67 108 864 26 位					70 ℃
RON/ RCN 700	≈3600万 [1]			1000 rpm	⩾1000 Hz	50 ℃
	134 217 728 27 位					
RON/ RPN 800	≈3600万 [1]					
	≈18 000万[1]					
不带内置轴承的旋转编码器和角度编码器						
ERM 200 旋转编码器	最高 10 400 (⊓⊔)		D1: 40 至 295 mm D2: 75.44 至 326.9 mm	24 000 rpm 至5000 rpm	–	100 ℃
	最高 250万 [1]					
ERA 180 钢制圆毂 带轴向刻度	≈600万 至 ≈3600万 [1]		D1: 40 至 512 mm D2: 80 至 562 mm	40 000 rpm 至6000 rpm	–	80 °C
ERA 700 用于安装在内孔中	≈3600万 至 ≈9000万 [1]		D1: 458.62 mm 573.20 mm 1146.1 mm	500 rpm		50 ℃
			D1: 318.58 mm 458.62 mm 573.20 mm			
ERA 800 用于安装在外圆上	≈2500万 至 ≈4500万 [1]		D1: 458.04 mm 572.63 mm	100 rpm		
			D1: 317.99 mm 458.04 mm 572.63 mm			

[1] 在控制系统中进行1024份细分后

增量信号			绝对位置值	型号	更多信息
输出信号/电源	截止频率(–3dB)或扫描频率	每转信号周期数	换向信号/绝对位置值；数据接口		
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	最高 1 MHz	18000[2]	–	**RON 225**	***角度编码器样本***
		180000[3]		**RON 275**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %	≥180 kHz，典型值	18000		**RON 285**	
				RON 287	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %		16384	67108864 个位置/转；EnDat	**RCN 226**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %		18000 36000	–	**RON 786**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %		32768	134217728 个位置/转；EnDat	**RCN 727**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %		36000	–	**RON 886**	
	≥800 kHz，典型值	180000		**RPN 886**	
⊓⊔ TTL/5 V ± 10 %	300 kHz	600 至2600	–	**ERM 220**	**第56页**
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 10 %	≥200 kHz，典型值			**ERM 280**	
∿ 1 V_{PP}	≥500 kHz，典型值	6000 至36000	–	**ERA 180**	***角度编码器样本***
∿ 1 V_{PP}	≥180 kHz，典型值	**整圈** 36000/45000/90000	–	**ERA 780C**	
		部分 25000/36000/45000		**ERA 781C**	
∿ 1 V_{PP}	≥180 kHz，典型值	**整圈** 36000/45000	–	**ERA 880C**	
		部分 25000/36000/45000		**ERA 881C** 带张紧元件	
				ERA 882C 无张紧元件	

[2] 经内部2份细分后　　[3] 经内部10份细分后

选型表
直线驱动器用敞开式光栅尺

系列	推荐的测量步距[1)] (用于速度控制环路)	整体尺寸	最高运动速度	最高加速度[2)]	测量长度
LIP 400	大约 0.002 µm		30 m/min	200 m/s^2	70 至 420 mm
LIF 100	大约 0.004 µm		72 m/min	200 m/s^2	70 至 3040 mm
LIDA 100	大约 0.04 µm		480 m/min	200 m/s^2	440 至 30040 mm
					240 至 6040 mm
LIDA 400	大约 0.02 µm		480 m/min	200 m/s^2	140 至 30040 mm
				200 m/s^2	240 至 6040 mm
PP 200 两坐标 测量系统	大约 0.004 µm		60 m/min	200 m/s^2	测量范围 68 mm x 68 mm

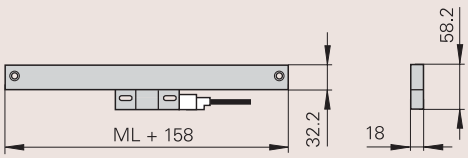
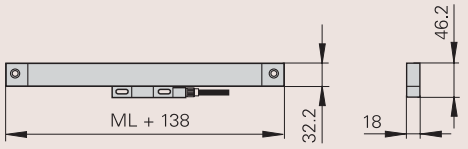
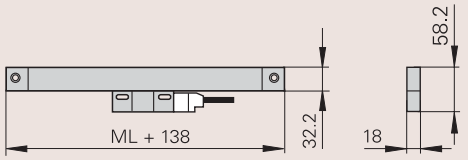
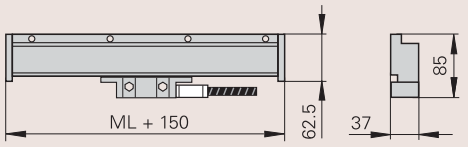
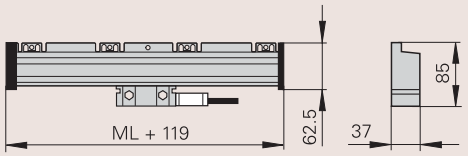
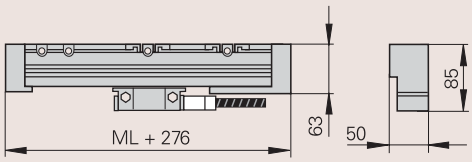
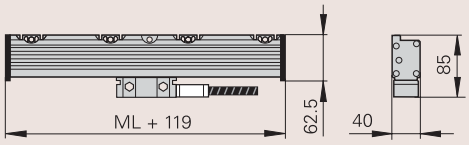
1) 在控制系统中进行1024份细分后
2) 在测量方向上
3) 进行线性误差补偿后

增量信号			绝对位置值	型号	更多信息
输出信号/电源	信号周期/ 准确度等级	截止频率(–3dB)	数据接口		
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	2 µm /最高 ± 0.5 µm	≥250 kHz	–	**LIP 481**	***敞开式光栅尺样本***
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	4 µm/± 3 µm	≥300 kHz	–	**LIF 181**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	40 µm/± 5 µm	≥200 kHz	–	**LIDA 185**	
	40 µm/± 5 µm[3)]		–	**LIDA 187**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	20 µm/± 5 µm	≥400 kHz	–	**LIDA 485**	
	20 µm/± 5 µm[3)]		–	**LIDA 487**	
∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	4 µm/± 2 µm	≥250 kHz	–	**PP 281**	

选型表

直线驱动器用封闭式光栅尺

防护等级：IP 53 至 IP 64[1] (IEC 60 529)

系列	推荐的测量步距[2] (用于速度控制环路)	整体尺寸	最高运动速度	最高加速度[3]	联结器的固有频率	测量长度
标尺外壳为纤细尺寸的光栅尺						
LF	大约 0.004 µm		60 m/min	80 m/s²	≥2000 Hz	50 至 1220 mm
LS	大约 0.02 µm		120 m/min	50 m/s²	≥2900 Hz	70 至 2040 mm
LC				50 m/s²	≥2000 Hz	
标尺外壳为标准尺寸的光栅尺						
LF	大约 0.004 µm		60 m/min	80 m/s²	≥780 Hz	140 至 3040 mm
LS	大约 0.02 µm		120 m/min	100 m/s²	≥2 000 Hz	
LB	大约 0.04 µm				≥650 Hz	440 至 30 040 mm
LC	大约 0.02 µm			50 m/s²	≥2000 Hz	140 至 3040 mm

[1] 按照装配指导安装后
[2] 在控制系统中进行1024份细分后
[3] 在测量方向上

	增量信号			绝对位置值	型号	更多信息
	输出信号/电源	信号周期/ 准确度等级	截止频率(–3dB)	数据接口		
	∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	4 µm/最高为 ± 3 µ m	≥250 kHz	–	**LF 481**	***封闭式光栅尺样本***
		20 µm/最高为 ± 3 µ m	≥160 kHz		**LS 487**	
				EnDat	**LC 481**	
	∿ 1 V_{PP}/5 V ± 5 %	4 µm/ 最高为 ± 3 µ m	≥250 kHz	–	**LF 183**	***封闭式光栅尺样本***
		20 µm/最高为± 3 µ m	≥160 kHz		**LS 186**	
		40 µm/最高为 ± 5 µ m			**LB 382**	
		16 µm/最高为 ± 3 µ m		EnDat	**LC 181**	

用于三相电机和直流电机的旋转编码器和角度编码器
概述

速度稳定性
为了保证**平滑的驱动性能**，编码器必须在**每一转中提供许多个测量步距**。因此，HEIDENHAIN公司设计的编码器在每一转中提供必要数目的信号周期数，以满足速度稳定性的要求。

HEIDENHAIN公司带内置轴承和定子联轴节的旋转编码器和角度编码器提供了非常优良的性能：在一定公差内的轴不对中误差(参见技术参数)不会造成任何位置误差，也不会削弱速度稳定性。

在低速时，编码器在**一个信号周期内的位置误差**会影响速度稳定性。在带有纯串行数据传输的编码器中，LSB (最低有效位)会加入到速度稳定性之中(参见测量精度)。

测量信号的传输
为了保证数控电机的最好动态性能，速度控制器的采样时间一般不超过约256 µ m。因此，给位置和速度控制器的反馈值必须在尽可能短的延迟时间内准备好。

为了能够在要求的时间内，将位置值数据从编码器串行传输到控制系统，必须要有高的时钟频率 (参见接口、绝对位置值)。

因此，HEIDENHAIN公司用于电子驱动器的编码器通常都带有附加**增量信号**，便于后续电子设备的速度和位置控制无延迟地使用。

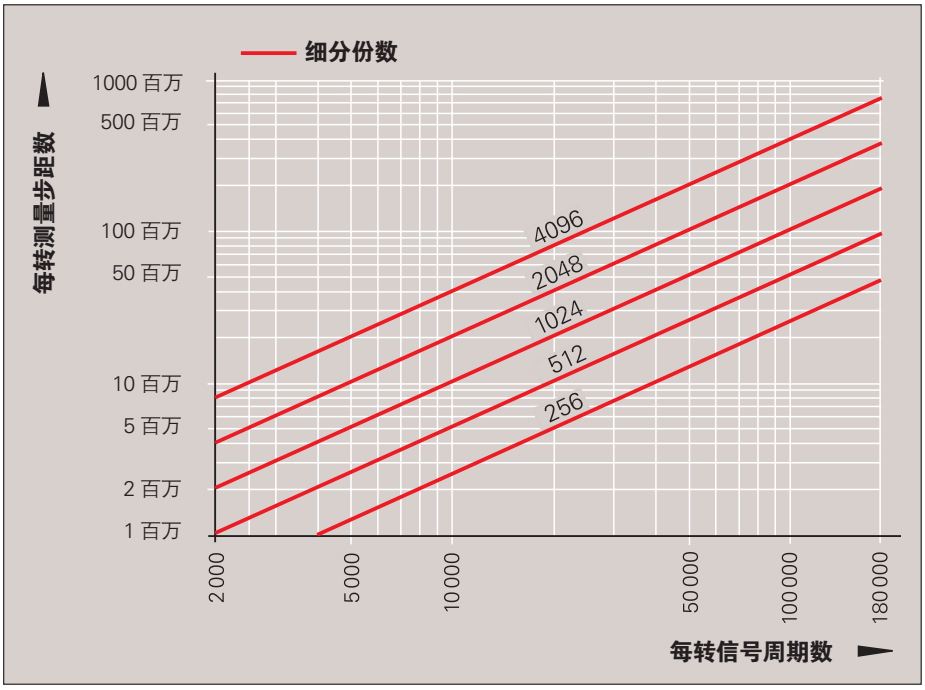
对于**标准驱动器**，制造商主要采用**输出信号与TTL或HTL电平兼容的** HEIDENHAIN公司的编码器。另外，带附加换向信号的编码器也会用于永磁直流驱动器。

机床上**高动态要求**的**数字速度控制**需要许多的测量步距 — 通常在每转500 000个以上。而标准带解算器的驱动器应用，每转大约有60 000个测量步距就足够了。

因此，HEIDENHAIN公司用于数字位置和速度控制驱动器的编码器都提供**幅值为 1 V_{pp} 的正弦增量信号**，由于这些信号的质量很好，后续电子设备可以进行高份数的细分 (参见下图1)。

例如，每转2048个信号周期的旋转编码器，在后续电子设备进行1024(或4096)份细分之后，每转可以产生约 **2 (或 8) 百万个测量步距**，相当于23位的分辨率。甚至在轴的转速高达12 000 rpm 时，到达控制系统输入电路的信号频率也仅有 400 kHz (图2) 。1V_{pp}的增量信号允许的电缆长度达150`´(492 ft)。(参见增量信号 — 1 V_{pp})。

图1:
每转信号周期数及达到的每转测量步距数与细分份数的关系



HEIDENHAIN公司的用于“数字”驱动器的绝对式编码器，也提供具有上述特性的附加正弦增量信号。

HEIDENHAIN公司的绝对式编码器用EnDat (Encoder Data)接口**串行传输**下列数据：绝对位置值及其它**自动配置、监控和诊断**信息(参见绝对位置值 — EnDat)。这使得所有HEIDENHAIN公司的编码器可以使用相同的后续电子设备和电缆联接技术。

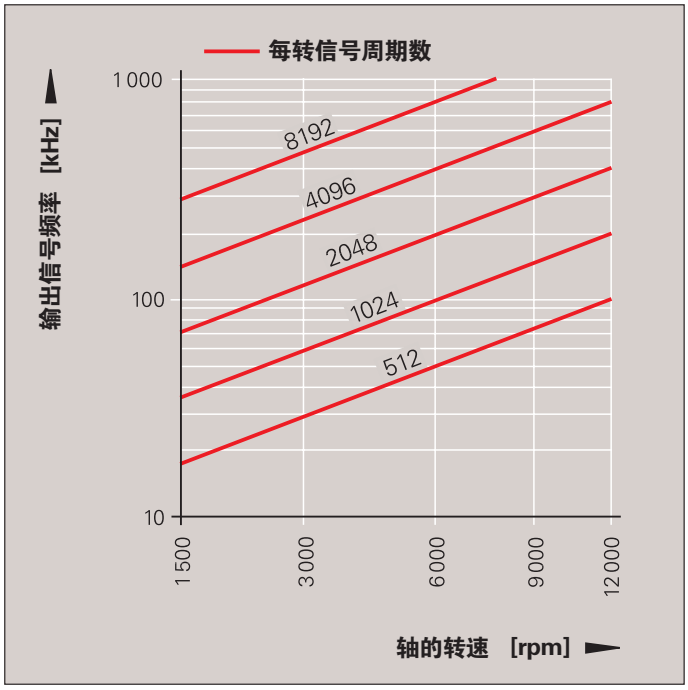
有些绝对式编码器，例如 ECI/ EQI 1300 型或 RCN 226型或 ROC 727 型，在编码器内部已经对正弦扫描信号进行了4096 或更高份数的细分。 如果绝对位置值的传送足够快， 在采用这些编码器的系统中可以不对增量信号进行计算。

带宽
位置和速度控制环路可达到的放大倍数、驱动器对命令反应的带宽及控制的可靠性，有时要受限于电机轴和编码器轴的联接刚度及联轴节的固有频率。HEIDENHAIN公司因此为旋转编码器和角度编码器提供高刚度的联轴节。安装于编码器上的定子联轴节具有高达 2 kHz的**高固有频率**。(参见机械设计与安装)

尺寸
对于一定的额定转矩，允许较高的工作温度，可使电机尺寸缩小。由于电机温度影响编码器温度，HEIDENHAIN公司提供的编码器**允许工作温度高达 120 ℃ (248 °F)**，因而，可以用更小尺寸的电机来设计机器。

功率损耗和噪声
伴随着工作时的发热和噪声，会产生功率损耗，它受编码器在一个信号周期内的位置误差的影响。因此，旋转编码器的信号质量要好，最好要优于信号周期的 1 %。(参见测量准确度)

图 2:
轴的转速及输出信号频率与每转信号周期数的关系



直线驱动器用光栅尺
概述

光栅尺的选型原则
在准确度要求较高的场合，例如高精度的机床及测量设备或半导体工业生产中的测试检验设备，如果工作环境的污染程度允许使用光学测量系统，HEIDENHAIN公司推荐使用**敞开式光栅尺**。

对于普通的机床应用，由于有冷却液及润滑液的影响，HEIDENHAIN公司推荐使用**封闭式光栅尺**。它对装配表面及机器导轨的精度要求都比敞开式光栅尺低，因此，安装更快捷。

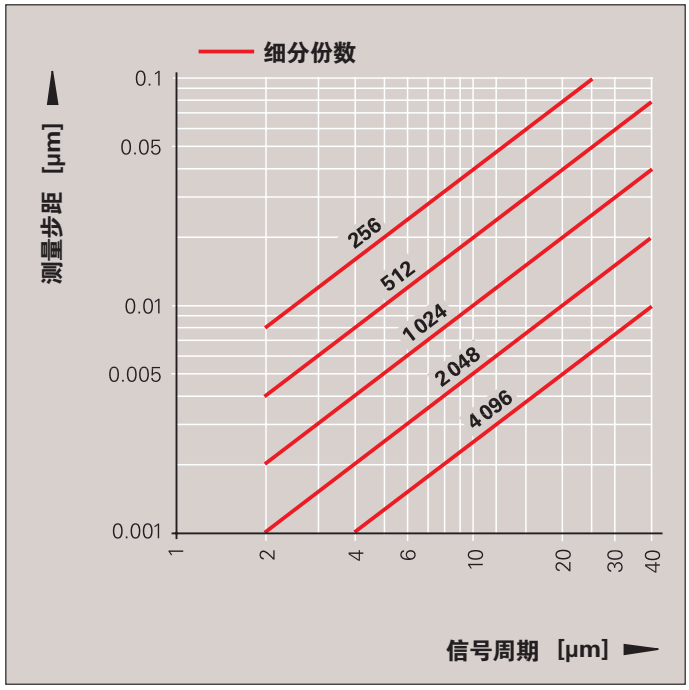
速度稳定性
为了保证伺服器的平滑工作性能，光栅尺必须提供与给定的速度控制范围相适应的分辨率：
- 在一般的操作设备中，几微米的分辨率就足够用
- 机床的反馈驱动器需要 0.1 µm 或更高的分辨率
- 半导体工业中的生产设备要求几个纳米的分辨率

在低速运动时，**一个信号周期内的位置误差**对直线电机的速度稳定性有决定性的影响(参见测量准确度)。

运动速度
敞开式光栅尺的扫描头与刻度尺之间没有接触，其最高允许运动速度仅受限于输出信号的截止频率(– 3 dB)。

对于封闭式光栅尺，扫描单元借助滚动轴承以刻度尺为导向，密封条是用来保护刻度尺及扫描单元免受污染的。滚动轴承和密封条的允许运动速度高达 **120 m/min**（4720 ipm）。

信号周期及测量步距与细分份数的关系



测量信号的传输
前述有关旋转编码器和角度编码器的信号传输信息，基本上也适用于光栅尺。例如，如果需要的最低运动速度为 0.01 m/min，采样时间为250 µ s，而且假设每个采样循环至少有一个测量步距的改变，则所需测量步距大约为 0.04 µ m。为了避免对后续的电子设备产生特殊的要求，输入信号的频率应限制在1MHz 以内。因此，**带正弦输出信号的光栅尺**最适合应用于高运动速度和小测量步距的场合。

幅度为**1Vpp**的正弦电压信号的 – 3 dB截止频率可以达到约 200 kHz， 允许的电缆长度可达 150 m (492 ft)。

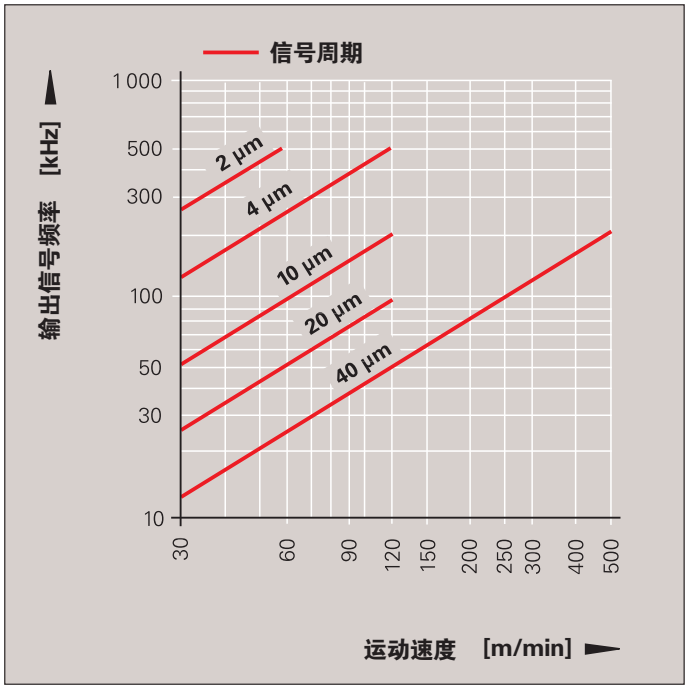
下面的图例说明了光栅尺的输出信号、运动速度及信号周期之间的关系。在信号周期为 4 µ m 、运动速度为 120 m/min 时，信号频率也仅为 500 kHz。

带宽
在直线电机中，联结刚度不够会限制位置控制环的带宽。光栅尺在机器上的安装方式对联结刚度有重要影响(参见“设计类型”)。

对于封闭式光栅尺，扫描单元由刻度尺导向。联结器用来连接扫描架和固定块，并补偿刻度尺和机械导轨之间的不对中误差。这种方式允许有相当大的安装误差容限。这种联结器在测量方向上刚性很好，而在垂直方向上是柔性的。如果联结器在测量方向上的刚度不够高，就会引起位置和速度控制环路的固有频率降低，从而限制驱动器的带宽。

HEIDENHAIN公司推荐用于直线电机的封闭式光栅尺**在测量方向上的固有频率**一般都**高于 2kHz**，这在绝大部分应用中都超过了机器本身的机械固有频率，速度控制环路的带宽系数超过 5 至10。因此，HEIDENHAIN公司的直线电机用光栅尺对位置和速度控制环路的带宽限制没有影响。

运动速度及输出信号频率与信号周期之间的关系



有关用于直线驱动器的光栅尺的**更多信息**，请参考敞开式光栅尺和封闭式光栅尺的产品样本。

测量原理
测量基准

HEIDENHAIN公司的光学扫描编码器以周期性结构的分度作为测量基准，这些分度承载在玻璃或钢质的基底上。大直径的刻度基底是钢带。

制造精密分度的光刻工艺有多种，分度由下列结构构成：
- 玻璃或镀金钢鼓上的超硬铬线条
- 镀金钢带上的硫蚀刻线条
- 玻璃或钢基底上的二维结构

用HEIDENHAIN公司开发的光刻制造工艺生产的光栅，其典型的光栅周期为 40 µm 至 4 µm。

这些工艺可以制造非常精细的光栅，不仅光栅周期小，而且线条的边缘非常精确整齐。在应用光电扫描方法时，精确的边缘是获得高质量输出信号的先决条件。

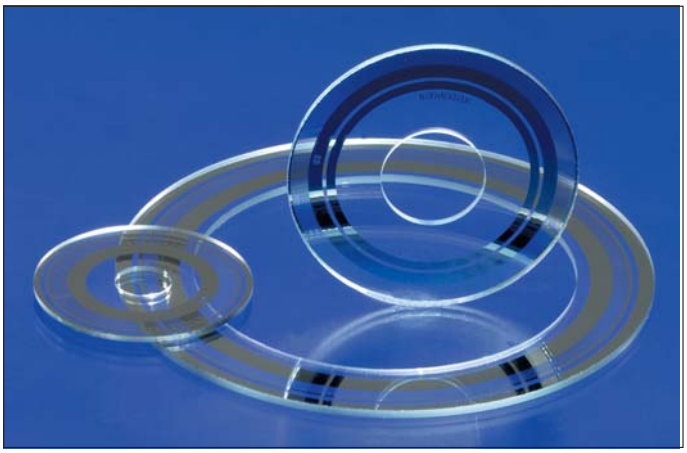
HEIDENHAIN公司用特制的高精度刻线机制造分度母版。

磁式编码器的分度承载在磁化的合金钢上，它由北极和南极组成，栅距约为 400 µm。由于电磁效应的相互作用距离短，要求的扫描间隙很小，因而更细的磁分度是不可行的。

应用电感检测原理的编码器采用铜结构的分度。

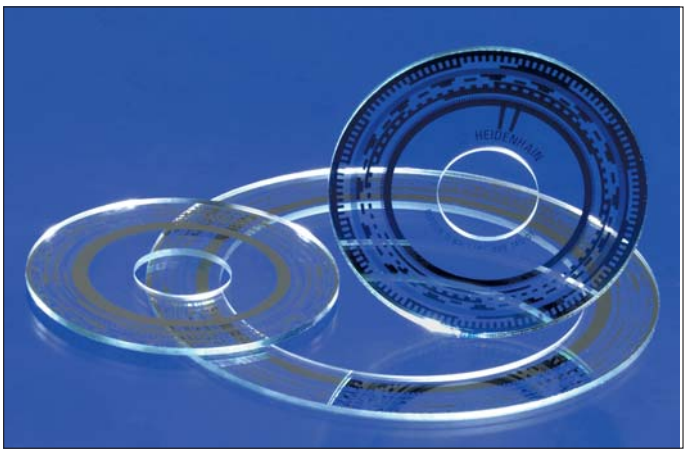
增量式编码器的圆分度由增量信号轨道和参考标记轨道组成。位置信息通过计算从任一指定的参考点开始的增量信号数 (测量步距数) 得到。 参考标记用来在机器重启动后寻找上次选定的参考点。

有一些旋转编码器带有附加的换向轨道，以感知开机期间转子的位置 (参见换向信号)。



增量式旋转编码器的圆分度

绝对式编码器由多条刻度和编码轨道组成，它们平行排列，给出的绝对位置值信息，在机器重启动后即可使用。分度最细的轨道细分出位置值，同时提供可选的增量信号 (参见 EnDat 接口的绝对位置值)。



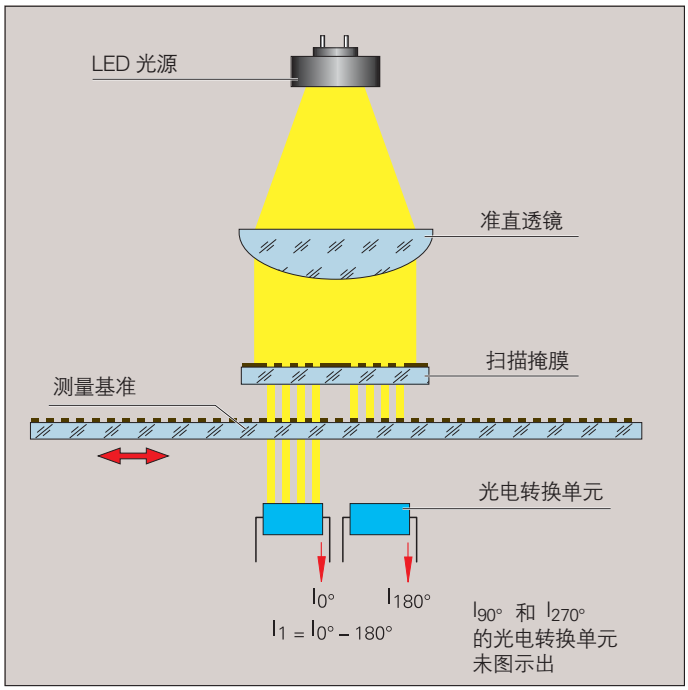
绝对式角度编码器的圆分度

扫描方法

光电扫描
大多数的HEIDENHAIN编码器都基于光电检测的工作原理。对测量基准的光电扫描是非接触的，因而没有磨损。它检测到的最细分度仅有几微米宽，产生的输出信号周期非常小。

ERN、ECN、EQN、ERO、ROD、RCN和 RQN等型号的编码器依照光学扫描原理工作。

为简单起见，可以用投射光信号的产生方法来解释光学扫描原理：假设两片刻度光栅 — 圆刻度和扫描掩膜刻线 — 具有相同的光栅周期，它们相对移动。扫描掩膜刻线的基底材料是透明的，而测量基准刻度的表面既可以是透明的，也可以是反射的。当平行光透射过一片光栅后，亮和暗的表面被投影在一定的距离上，在此位置上放置一片具有相同光栅周期的计数光栅。当这两片光栅相对移动时，入射光被调制：如果两片光栅间隙对间隙，光完全透过；如果一片光栅的线条与另一片光栅的间隙相对，就没有光通过。光电转换单元将光强度的这些变化转换成接近正弦形状的电信号。编码器实际的安装误差容限允许光学扫描原理使用光栅周期为10 µ m 或更大的光栅。



基于光学原理的光电扫描

其它检测原理
有些编码器基于其它的测量工作原理。ERM 型编码器应用MAGNODUR永磁分度，用磁阻传感器进行检测。

ECI / EQI 型旋转编码器基于电感检测原理工作。这里，运动的分度结构对高频信号的幅度和相位进行调制。

位置编码器的电子换向

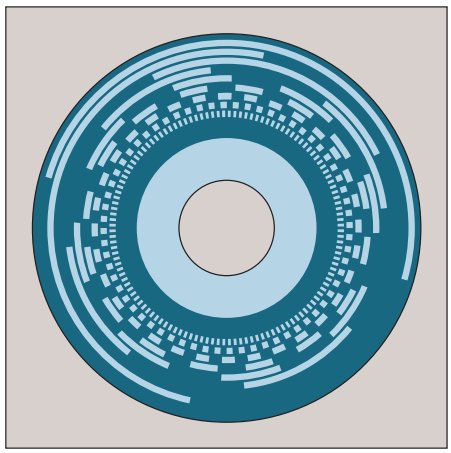
永磁三相电机中的换向
永磁三相电机在启动前，必须有一个绝对位置值供电子换向用。HEIDENHAIN公司的旋转编码器提供多种识别转子位置的方法：

- **绝对式旋转编码器**的单圈和多圈版本都可以在通电后即刻提供绝对位置信息，因而可以立即得到转子的确切位置，供电子换向用。

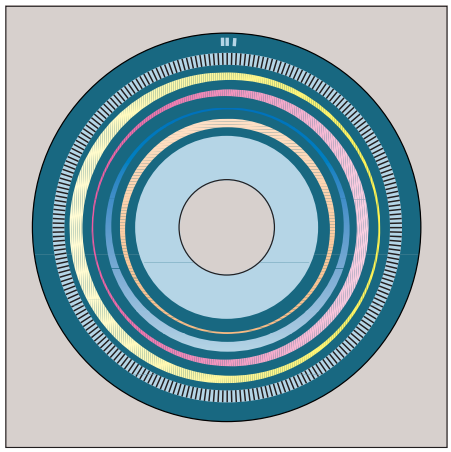
- **增量式旋转编码器**带有第二个轨道 — **Z1 轨道**，除增量信号外，它还在轴的每一转中提供一路正弦信号和一路余弦信号 (C和 D)。对于正弦换向，带 Z1 轨道的旋转编码器只需要一个细分单元和信号转换开关，从Z1轨道提供准确度为 ± 5° 的转子绝对位置，并从增量信号轨道为速度及位置控制提供位置信息(参见接口 — 换向信号)。

- **带条块式换向轨道的增量式旋转编码器**也输出三路换向信号 I、II、和 III，它们可以直接用来驱动功率电子产品。这种编码器为3极和6极电机提供机械宽度为 120° 的换向信号，为4极和8极电机提供机械宽度为90° 的换向信号。方波增量信号用于位置和速度控制，独立于换向信号。(参见接口 — 换向信号)。

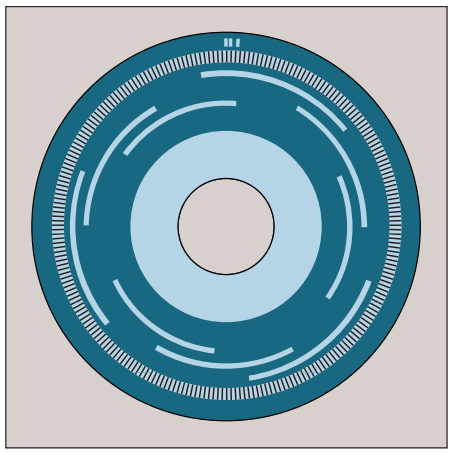
同步直线电机的换向
像绝对式旋转编码器和角度编码器一样，LC系列的绝对式光栅尺在通电时也即刻提供电机运动部分的确切位置。这使得电机即使在停止时，也可以在垂直轴上以最大的保持负载启动。



带绝对分度的圆刻度



带 Z1 轨道的圆刻度



带条块式换向轨道的圆刻度

测量准确度

影响**光栅尺**准确度的因素列在封闭式光栅尺和敞开式光栅尺的产品样本中。

角度编码器的测量准确度主要受下列因素的影响：
1. 分度的质量
2. 扫描过程的质量
3. 信号处理电子设备的质量
4. 刻度对轴承的偏心
5. 轴承的径向跳动
6. 编码器轴及其联轴节对驱动器轴的弹性
7. 定子联轴节 (RON、RPN 和 RCN 型) 或联轴节 (ROD 型) 的弹性

在定位应用中，角度测量的准确度决定于旋转轴的定位准确度。在技术参数中给出的**系统准确度**定义如下：
在任一位置的总误差极限值 — 相对于它们的名义值 — 位于系统准确度 ± a之内。
- 对于带内置轴承和内置定子联轴节的旋转编码器，这个值包括由于联轴节所造成的误差。
- 对于带内置轴承和联轴节分离的旋转编码器，必须再加上联轴节的角度误差。
- 对于不带内置轴承的旋转编码器，由于安装、驱动器轴的支撑及扫描头的调整所引起的误差要与系统误差相加。

系统准确度反映了一转中的位置误差，因而也包括一个信号周期内的位置误差。

一转中的位置误差表现在较大角度移动上。**一个信号周期内的位置误差**在很小角度的移动中和重复测量中也表现得很明显。特别是在转速控制环路中，它还会导致速度纹波。

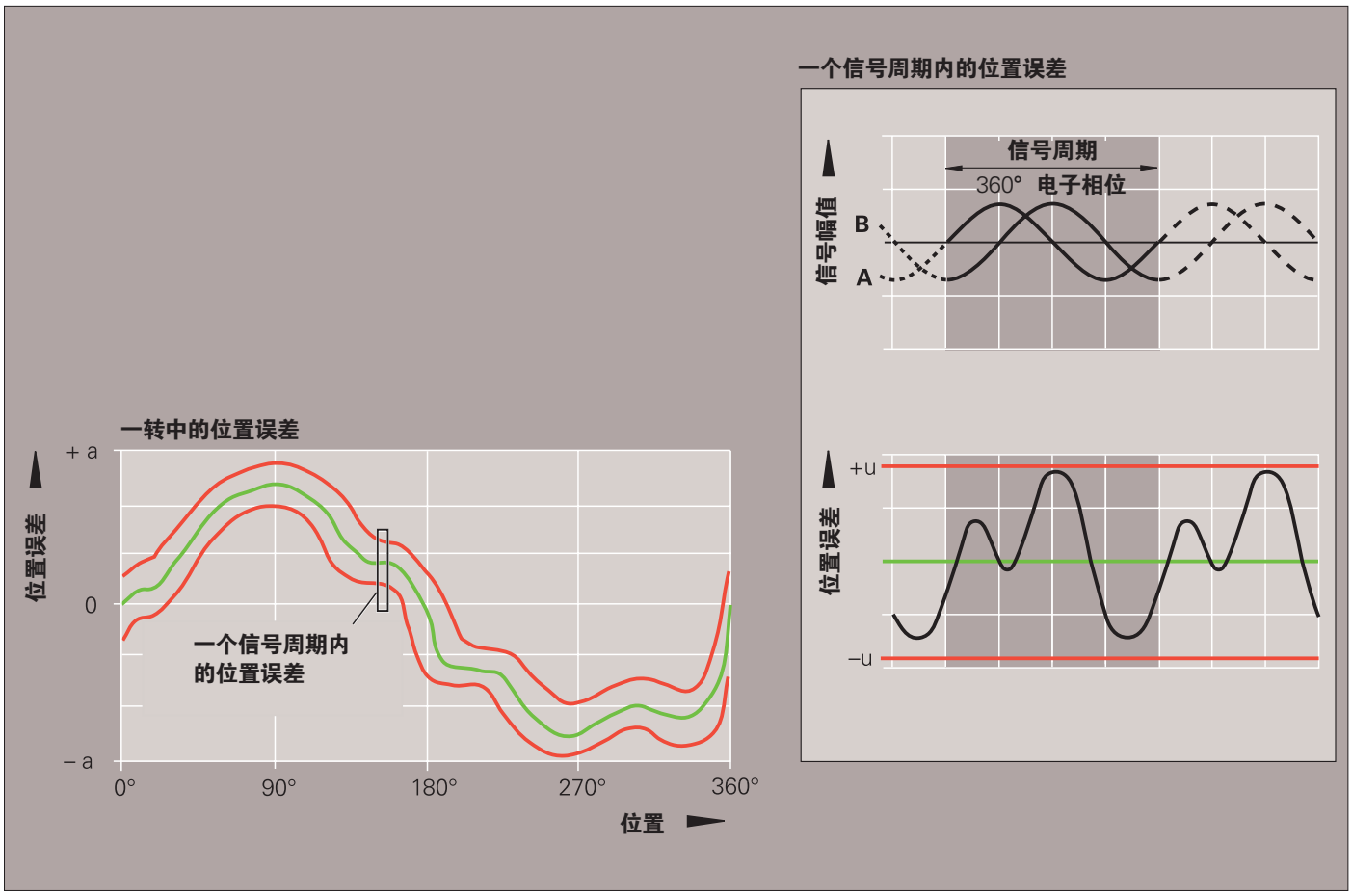
HEIDENHAIN公司带内置轴承的旋转编码器，承诺正弦输出信号细分误差在信号周期 ± 1%范围内。

示例：
每转 2048 个正弦信号的旋转编码器：
一个信号周期对应于约 600"，在一个信号周期内的最大位置偏差约为 ± 6"。

编码器在一个信号周期内的位置误差总是影响实际速度的计算值，因为它依据于两个相邻的实际位置的采样值。如果每转中只有几个实际位置值被采样，编码器在一圈中的位置误差也影响速度控制环路。例如，采样时间为 250 µ s，转速为 n ≈ 24 000 rpm，则每转的采样数只有 10 个。

HEIDENHAIN公司编码器在温度高达120℃时，引起的位置误差也很小，这种温度环境在电机中很典型。

带方波输出信号的编码器的位置误差约为一个信号周期的 ± 3% ，这种信号适合于份数高达100 份的锁相环细分电路。



测量准确度
不带内置轴承的旋转编码器

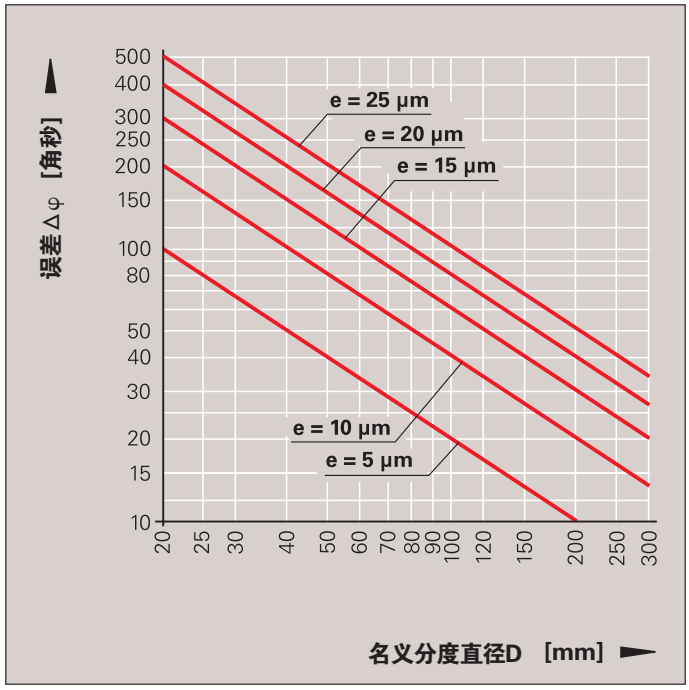
对于不带内置轴承的旋转编码器，除了规定的系统准确度之外，扫描头的正常安装和调整对它所能实际达到的准确度也有重要影响。其中，分度盘的安装偏心和被测轴的径向跳动特别重要。

示例
ERM 280 型旋转编码器有1024条线，名义分度直径为130 mm (外径)：
0.02 mm 的被测轴径向跳动引起的一圈中的位置误差为 ± 31角秒。

为了计算**不带内置轴承的旋转编码器的准确度** (ERM 和 ERO 型)，各种重要的误差类型要分别考虑。

1. ERM 和 ERO 型分度的方向误差
与它们的名义值相对应的方向误差极限值在每种型号的技术参数中作为分度准确度加以说明。分度的准确度误差和一个信号周期内的位置误差会导致系统的准确度误差。

2. 分度相对于轴承偏心引起的误差
正常情况下，在分度盘/衬套 (ERO 型) 或圆周刻度鼓 (ERM 型) 安装完成后，轴承会有一定的径向跳动和几何误差。在用衬套或鼓的对中环对中时，请注意本样本中列出的型号，HEIDENHAIN公司保证分度盘与对中环的偏心小于 5 µ m 。对于模块式角度编码器，这个准确度值要以编码器的轴径对“主轴”直径的偏差为零为先决条件。



偏心值e引起的误差 Δφ 与名义分度直径D的关系

偏心 e 、名义分度直径 D 与测量误差 Δφ 的关系 (见页下部图示) 如下：

$$\Delta\varphi = \pm 412 \cdot \frac{e}{D}$$

Δφ = 测量误差，单位：角秒
e = 光栅对轴承的径向偏心，单位：μm
D = 名义分度直径 (ERO 型) 或鼓的外径 (ERM 型)，单位：mm

型号	名义分度直径	每1μm 偏心引起的误差
ERO 1420 **ERO 1480**	D = 24.85 mm	± 17.5"
ERO 1225 **ERO 1285**	D = 38.5 mm	± 10.7"
ERO 1324 **ERO 1384**	D = 60.5 mm	± 6.8"
ERM 280	D = 75 mm	± 5.5"
	D = 113 mm	± 3.6"
	D = 130 mm	± 3.2"
	D = 150 mm	± 2.7"
	D = 176 mm	± 2.3"
	D = 260 mm	± 1.6"
	D = 325 mm	± 1.3"

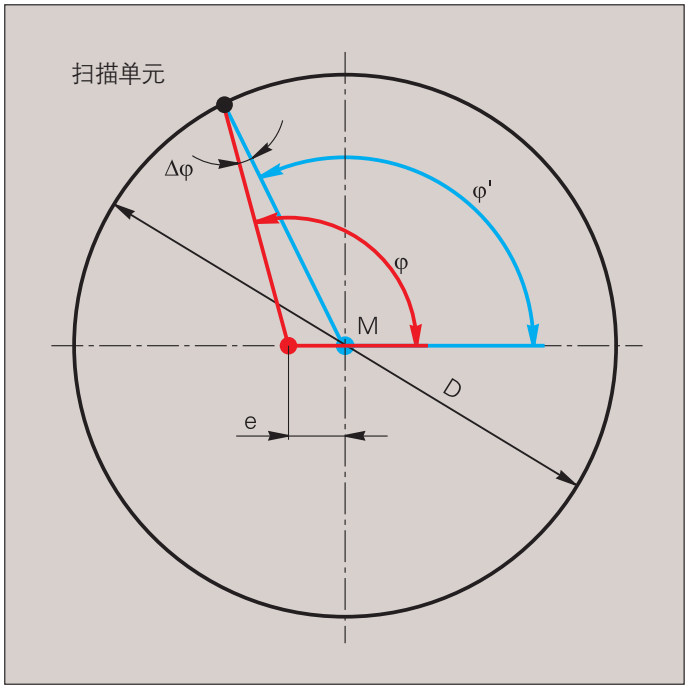
3. 轴承的径向偏差引起的误差
用轴承径向偏差的一半 (显示值的一半)代替上述有关测量误差Δφ的关系式中的值 e，则此关系式对轴承的径向偏差也有效。

轴承的径向轴载荷也会引起相似的误差。

4. 一个信号周期内的位置误差Δφu
所有HEIDENHAIN公司的扫描单元在安装时不需要进一步的电气调整，其在一个信号周期内的最大位置误差值不超过下表的规定。

型号	线数	一个信号周期内的位置误差 (Δφu)
ERO	5000	≦ ± 8"
	2048	≦ ± 19"
	1024	≦ ± 38"
	1000	≦ ± 40"
	512	≦ ± 76"
ERM 280	2600	≦ ± 5"
	2048	≦ ± 6"
	1400	≦ ± 10"
	1200	≦ ± 11"
	1024	≦ ± 13"
	900	≦ ± 15"
	600	≦ ± 22"

一个信号周期内的位置误差值已经包含在系统准确度中。如果安装时超过装配误差容限，会导致更大的误差值。



测量误差Δφ与名义直径D和偏心e之间的关系

M 分度的中心
φ "真实"角度
φ' 测量角度

机械结构类型与安装
带内置轴承和定子联轴节的旋转编码器

ERN /ECN /EQN 型旋转编码器带有内置轴承和外部装配用的定子联轴节。

这种编码器的轴与被测轴直接联接。在轴的角加速期间，定子联轴节能够吸收由于轴承的摩擦所产生的扭矩。因此，ERN / ECN / EQN型旋转编码器可以提供良好的动态性能和高的固有频率。

定子联轴节的优点：
- 在轴和ExN 1300及ExN 1100型编码器的定子外壳间没有轴向安装容限限制
- 高固有频率
- 高的轴联接刚度
- 装配或安装空间需求小
- 易于装配

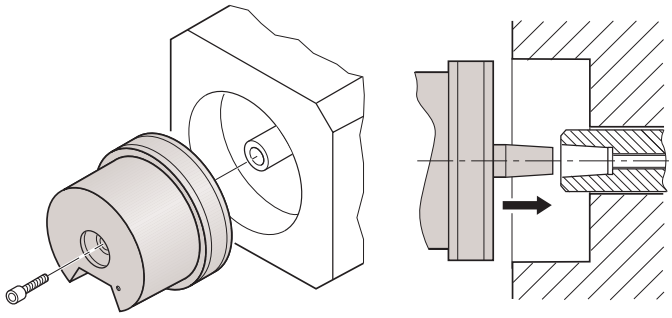
ERN /ECN /EQN 型和
ERN /ECN /EQN 1300型的装配
编码器的底部空心轴或锥形轴通过轴端的中心螺纹与被测轴相连，利用空心轴或锥形轴与电机轴对中。编码器用轴向螺拴夹紧在定子侧的定位孔内，或者，对于直径37mm的ECN/EQN 1100型编码器，通过一个螺钉径向膨胀夹紧。

ERN 1000 型的装配
测量轴插入底部有空心轴的旋转编码器，转子在径向用两只螺钉与轴锁紧。定子的安装不需要对中法兰，在装配平面上用四只螺钉或两只螺钉及特殊的垫片锁紧。

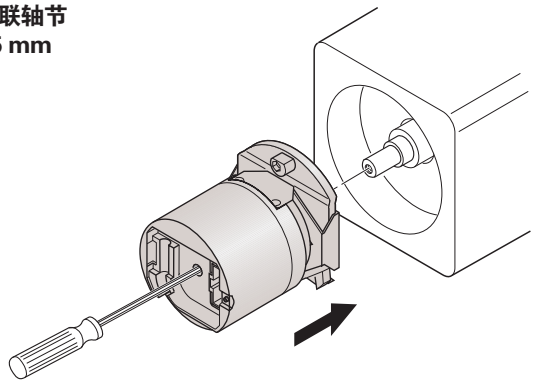
装配附件

垫片
为了提高固有频率 f_E，在锁紧时仅用两只螺钉。
Id. Nr. 334 653–01 (2 件)

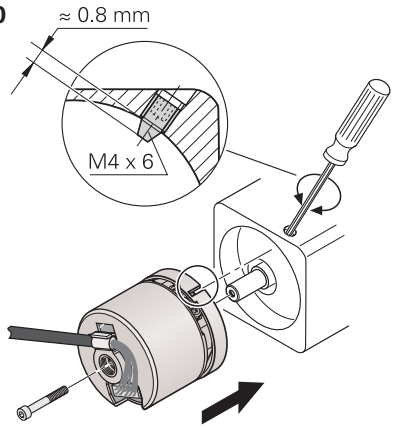
ERN/ECN/EQN 1300



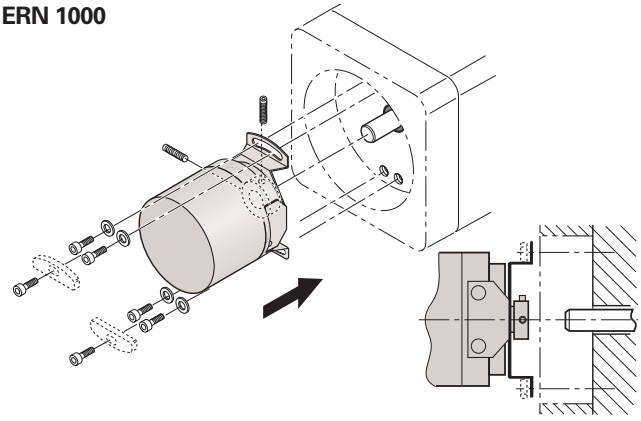
ERN/ECN/EQN 1100
定子联轴节
∅ 45 mm



ECN/EQN 1100
定子联轴节
∅ 37 mm



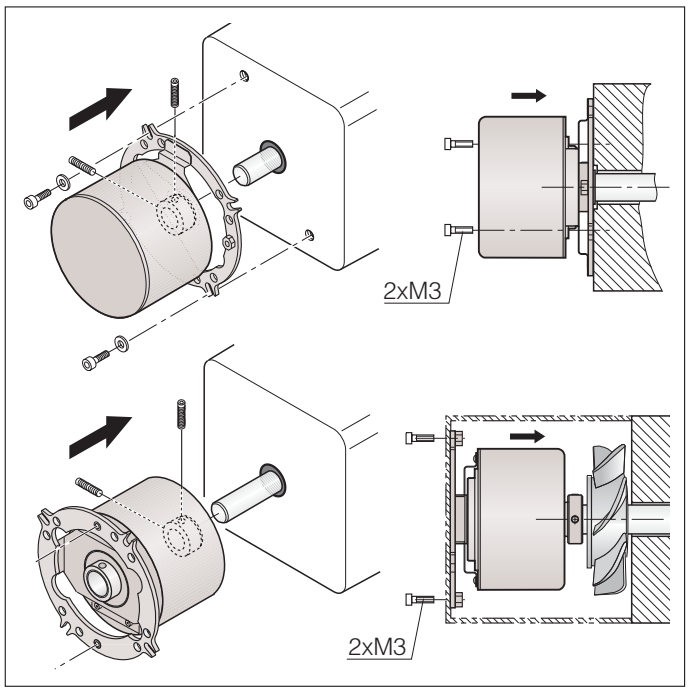
ERN 1000



ERN/ECN/EQN 400型的安装
编码器的空心轴插到被测轴上，转子用两只螺钉锁紧。对于底部带空心轴的编码器在其联轴节端锁紧。带有通孔空心轴的ERN 400 型编码器，既可以在联轴节端锁紧，也可以在外壳端锁紧。

对于定子，编码器联轴节用两只或四只螺钉锁紧在装配平面上，不需要对中法兰。

万能定子联轴节允许多种安装方式，例如，利用提供的螺纹从外部安装在电机的外壳上。ERN/ECN/EQN 400 系列编码器带有**标准定子联轴节**，同样适合于安装在电机上(参见旋转编码器样本)。



装配附件

螺丝刀头
用于HEIDENHAIN公司的轴联结
用于 ExN 100/400/1000型轴夹子
用于 ERO 型轴夹子

开口宽度 1.5
长度 70 mm
Id. Nr. 350 378–01

螺丝刀
扭矩可调
0.2 Nm 至 1 Nm　Id. Nr. 350 379–01
0.5 Nm 至 5 Nm　Id. Nr. 350 379–02

扭矩支持器
用于 ERN/ECN/EQN 400 型

为了使 ERN/ECN/EQN 400 型易于应用，可以用扭矩支持器替代定子联轴节。扭矩支持器有两种。

金属丝型扭矩支持器
用一个平面金属圈替代定子联轴节，与所提供的金属丝锁紧。
Id. Nr. 344 863–01

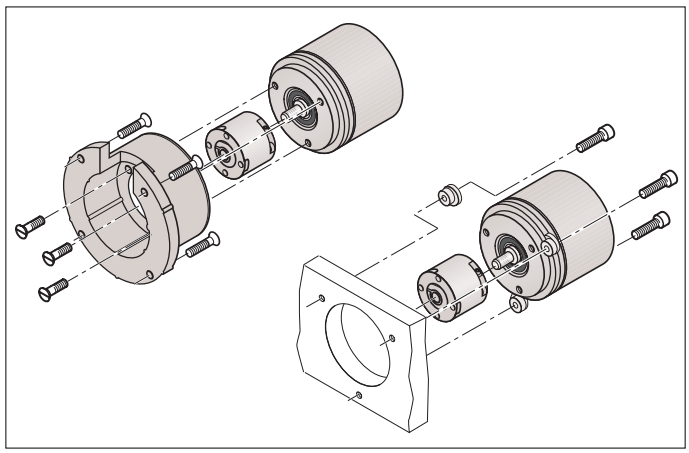
针型扭矩支持器
用一个“同步法兰”替代定子联轴节，锁紧在编码器上，用作扭矩支持器的针安装在法兰的轴向或径向上。另一种选择是，将针压入用户工件表面，并将针用导向器插入编码器的法兰。
Id. Nr. 344 862–01

机械结构类型与安装

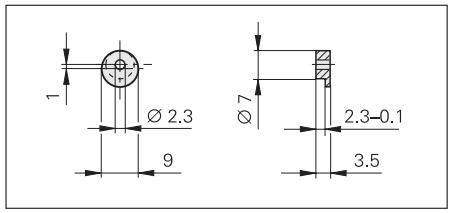
带内置轴承且联轴节分离的旋转编码器

实心轴旋转编码器
ROD/ROC/ROQ 400系列旋转编码器具有内置轴承和实心轴。除了本样本中描述的夹紧型式的电气联接方式外，还有电缆接线端子和法兰插座型式的电气联接方式 (参见旋转编码器样本)。

安装
带同步法兰的旋转编码器用下列方式安装
・同步法兰和三只固定夹子
・法兰端面的锁紧螺纹和一只适配法兰
法兰上的对中衬套用来与编码器对中，轴用单独的联轴节联接。



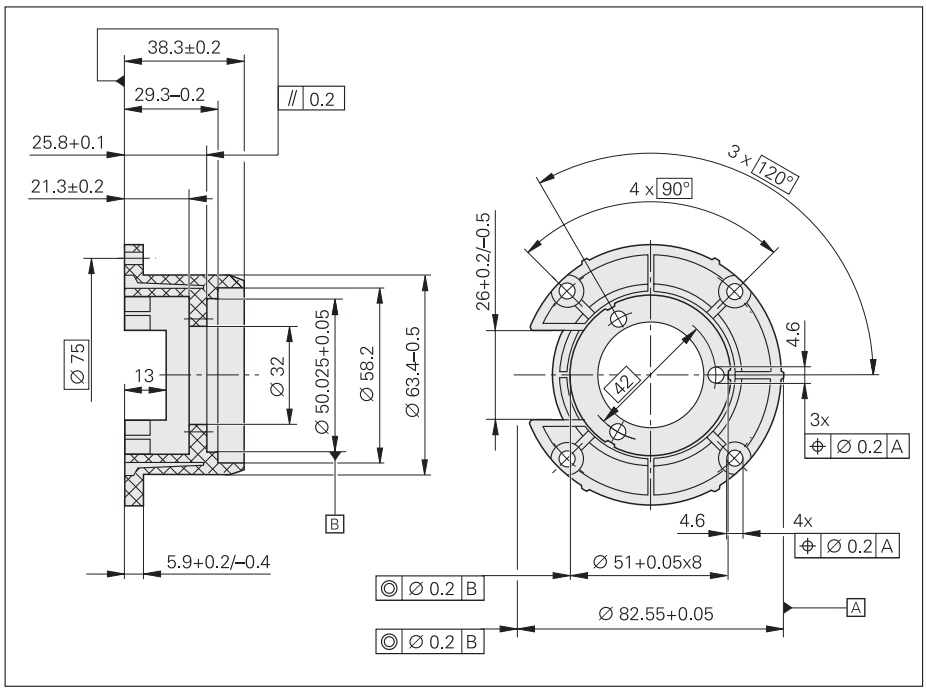
固定夹子
(每个编码器 3 只)
Id. Nr. 200032–01



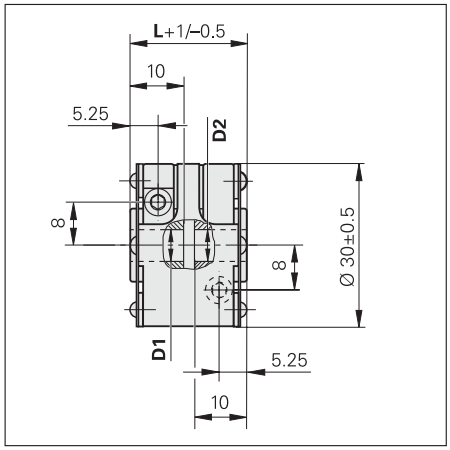
绝缘安装
如果电机轴上有补偿电流，HEIDENHAIN 公司推荐进行绝缘安装，以保护编码器。转子和定子均应绝缘。

绝缘安装附件
用于带实心轴和同步法兰的编码器
- 适配法兰
- 膜片式联轴节 K 17 (不导电)

适配法兰
不导电
Id. Nr. 257 044–01

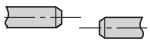


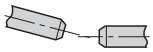
膜片式联轴节 K 17
带金属隔离
用于 ROD/ROC/ROQ 400 系列
6 mm 或 10 mm 轴径
Id. Nr. 296 746–xx

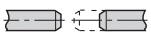


K 17 型号	D1	D2	L
01	Ø 6F7	Ø 6F7	22 mm
02	Ø 6F7	Ø 10F7	22 mm

联轴节
联轴节还能补偿编码器轴与被测轴之间的轴向位移和不对中误差，从而保护编码器轴免受过量的轴承负荷。

径向不对中误差 λ 

角度误差 α 

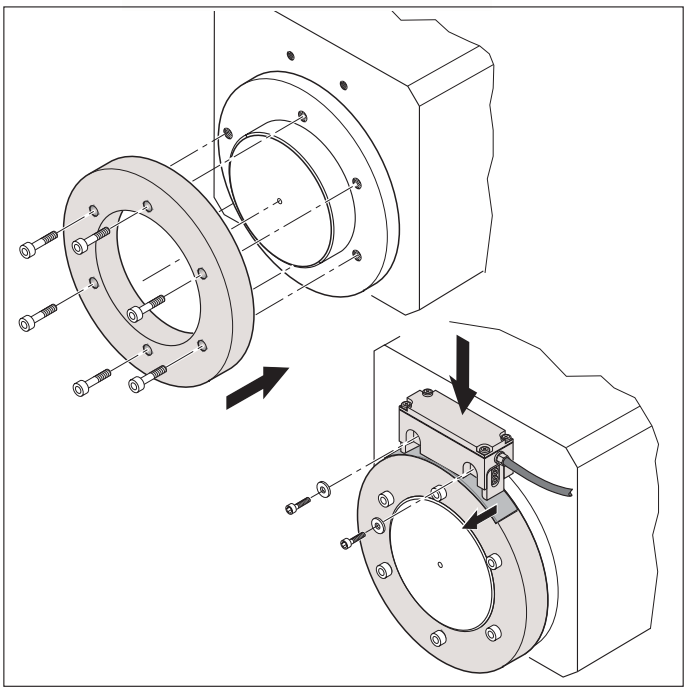
轴向位移 δ 

	K17/01	K17/02
传动误差	± 10" λ = 1 mm, α = 0.09° 时	
扭转刚度	150 Nm/rad	200 Nm/rad
允许扭矩	0.1 Nm	
允许径向不对中误差 λ	≤ 0.5 mm	
允许角度误差 α	≤ 1°	
允许轴向位移 δ	≤ 0.5 mm	
转动惯量 (大约)	$3 \cdot 10^{-6}$ kgm^2	
允许转速	16 000 rpm	
螺钉扭矩 (大约)	1.2 Nm	
重量	24 g	23 g

机械结构类型与安装
不带内置轴承的旋转编码器

ERM、**ERO**、**ECI/EQI** 型模块式角度编码器典型的由两部分组成：扫描头和分度盘或刻度鼓，它们相互之间要非常精确地调整。精密的调整是达到测量准确度的一个重要因素。

ERM 200系列旋转编码器由刻度鼓和扫描单元组成。圆刻度鼓插入驱动轴并用螺纹锁紧。HEIDENHAIN公司推荐应用转换适配器来安装刻度鼓(最多重叠 4 µ m)。刻度鼓通过其内圆上的对中衬套对中。扫描单元利用一片间隙薄片装配在刻度鼓的外圆上。安装时，先将扫描单元压在薄片上，然后，锁紧螺纹，再取出薄片。



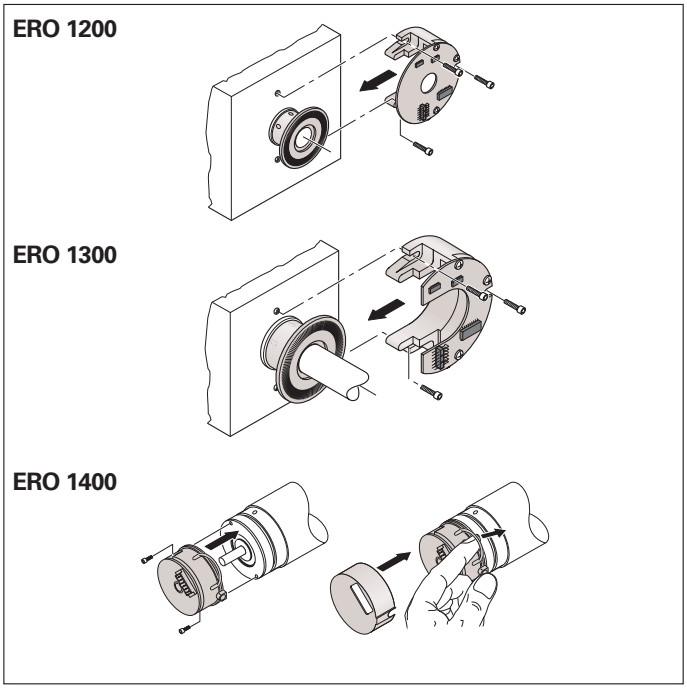
ERM 200 型的安装

ERO型模块式旋转编码器由带衬套的分度盘和扫描单元组成，特别适合应用于安装空间受限且轴向及径向跳动可以忽略的场合，或者必须避免任何摩擦的场合。

ERO 1200 系列适用的轴径为10 mm 和 12 mm。 园盘/衬套组件套到轴上后，再调整扫描单元。将扫描单元与对中衬套对准，然后锁紧在装配面上。

对于 **ERO 1300** 系列，扫描单元可以从端面装配，允许安装在直径 20 mm和 30 mm 的空心轴上。

ERO 1400 系列是微型模块式编码器， 其轴径仅为 4 mm、6 mm 和 8 mm。这些旋转编码器内置有特殊的**安装辅助装置**，能够将分度盘与扫描单元对准，并调整分度盘与扫描刻度之间的间隙。这样，可以在很短的时间内完成安装。编码器带有一个罩盖，用来保护其免受外部的光、污染物和电磁场的干扰。



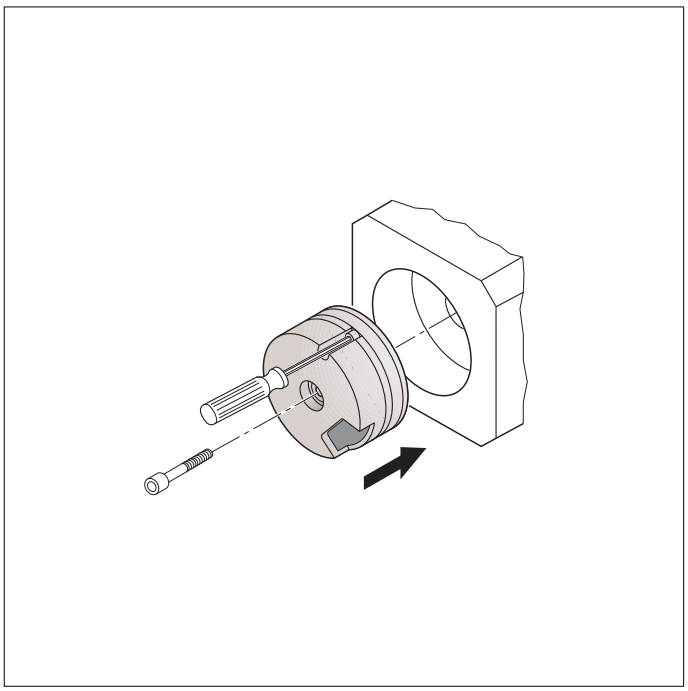
ERO 型模块式旋转编码器的安装

安装附件

螺丝刀
扭矩可调

螺丝刀头
开口宽度 1.5
见第 29 页

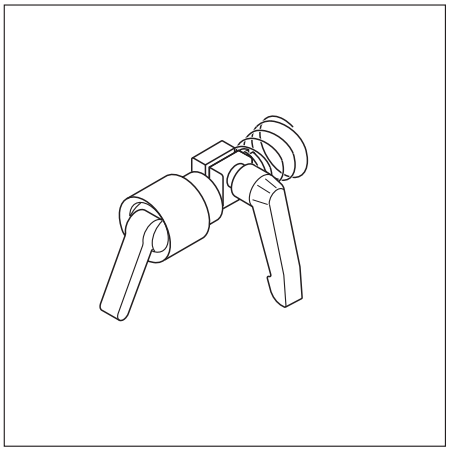
ECI/EQI 1300 型电感式旋转编码器在机械上可以与ExN 1300 型光电式旋转编码器互换。其锥形轴 (也可选用底部空心轴) 用中心螺纹锁紧。在定子端，编码器用轴向锁紧螺钉夹紧在定位孔中。



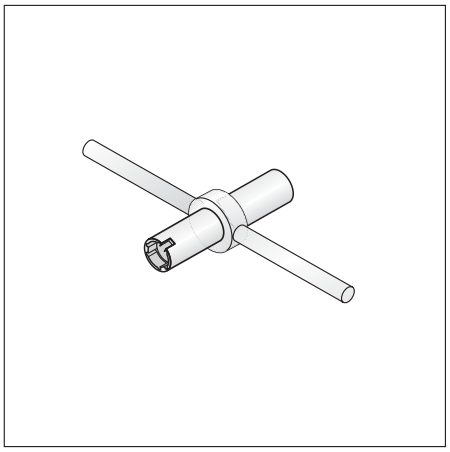
ECI/EQI 1300 型的安装

安装需要用到：

调整辅助装置
用于调整扫描间隙
Id. Nr. 335529–xx



装配辅助装置
用于调整转子对电机电动势的位置
Id. Nr. 352481–02



软件
用于检查与 IK 115 绝对值卡有关的输出信号(参见HEIDENHAIN公司测量与测试设备)
Id. Nr. 360411–xx

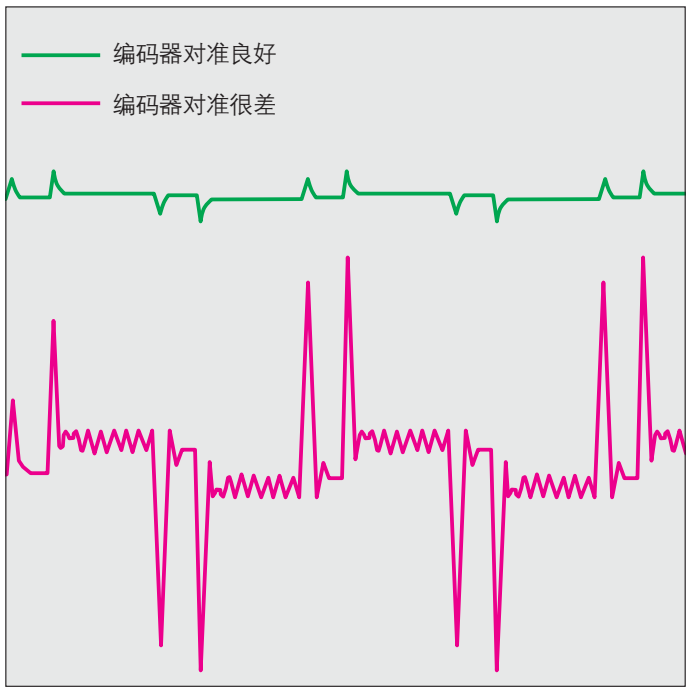
旋转编码器与电机电动势 EMF 的对准

同步电机在通电后需要立即知道转子的位置信息。此信息可以由旋转编码器的附加换向信号提供，它提供的位置信息比较粗略。多圈和单圈版本的绝对式旋转编码器也可以发送精度在几角秒内的确切位置信息 (参见位置编码器的电子换向)。 安装这些编码器时，其转子的位置必须与电机转子的位置相对应，以保证尽可能恒定的电机电流。任何电机电动势的不适当分配，都将造成电机的大噪声和高功率损耗。

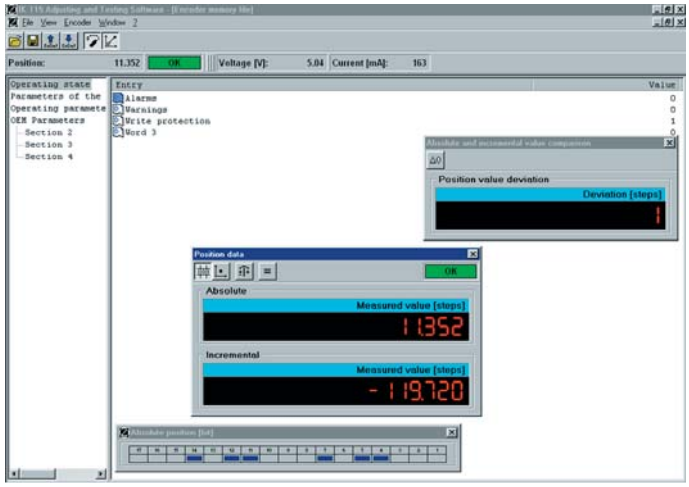
带内置轴承的旋转编码器
首先，用直流电流将电机的转子对准一个最佳位置。**带换向信号的旋转编码器**被大致对准 (例如，利用编码器上的刻线标记或参考标记信号)， 并安装在电机轴上。用 PWM 8 型相位角测量设备可以非常容易地进行精细的调整 (参见HEIDENHAIN公司的测量与测试设备)：转动编码器的定子，直到 PWM 8 显示满足要求，例如，将零值设到参考标记处。

绝对式旋转编码器首先作为一个整体单元安装。然后，将电机的最佳位置指定为零值。PC 机用 IK 115 适配卡及其附带软件 (参见HEIDENHAIN公司的测量与测试设备) 具有 EnDat 接口的全部功能，可应用于此。它可以变换零点、设置写保护以防止保存数值时的意外改变并具有进一步的检测功能。

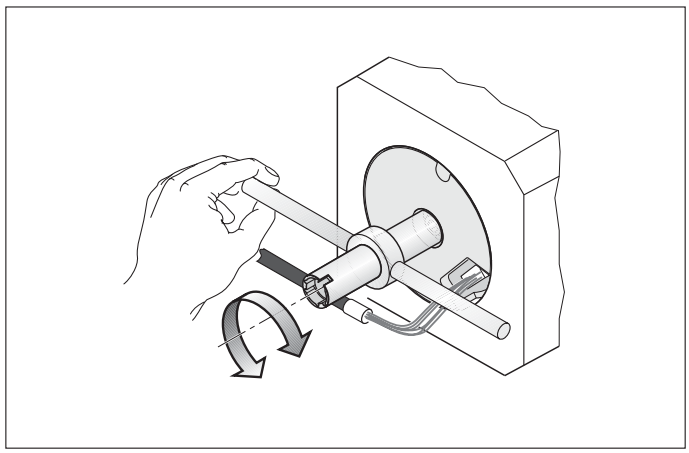
不带内置轴承的旋转编码器
ECI/ EQI 型旋转编码器首先作为一个整体单元安装，再利用 PC 机用 IK 115适配卡及其附带软件 (参见HEIDENHAIN公司的测量与测试设备) 进行调整。 然后，松开中心螺纹，转动编码器的转子直到所想要的位置，例如，位置数据的绝对值大约为零。另外，电子补偿也是可能的：将确认的补偿值存储于编码器中，控制电子设备可以读出它们，并对位置值进行补偿。



编码器调整良好时的电机电流和调整很差时的电机电流



利用 IK 115 的调整和测试软件，将编码器与电机的电动势对准


ECI/EQI 型的手工对准

机械特性概述

防护等级 (IEC 60 529)
本样本中所给出的每种型号的编码器的防护等级均与它们各自的正常工作条件相适应。封闭式光栅尺一般满足 IP 64 或IP 66 的防护要求；集成用编码器的防护等级是 IP 20 或 IP 00。每种型号的防护等级均列于本样本内的技术参数中。
溅液防护：
喷溅的液体中不应含有任何对编码器零件有损害的物质。
ERM 型： 如果带有磨料或碎片的冷却剂或润滑液流到了 ERM 型的刻度鼓上，必须用空气或干净的冷却剂或润滑液清洁刻度鼓与扫描头之间的间隙。

接触防护 (IEC 60 529)
编码器安装好后，所有旋转部件必须被保护，以防在运行时被意外触碰。

温度范围
工作温度范围是指环境温度在此技术参数所给定的范围内时，编码器能够维持工作 **(DIN 32 878)**。应用环境中的热源可能会缩小工作温度范围 (参见图解)。
– 30 ℃ 至 + 80 ℃ (– 22 ℉ 至 + 176 ℉)的**储存温度范围**仅适用于部件存放在其原包装中时。

加速度
编码器在安装和运行时有多种加速度限制。
- **振动**的最大值适用于频率为 55 至 2000 Hz时 (IEC 60 068–2–6)
- **冲击和碰撞**所允许的最大加速度值(半正弦波冲击) 在 6 ms 时有效 (IEC 60 068–27)。任何情况下，决不允许用锤子或类似的工具敲击，来调整或定位编码器。
- 对所有的旋转编码器，**允许的角加速度**均大于10^5 rad/s^2。

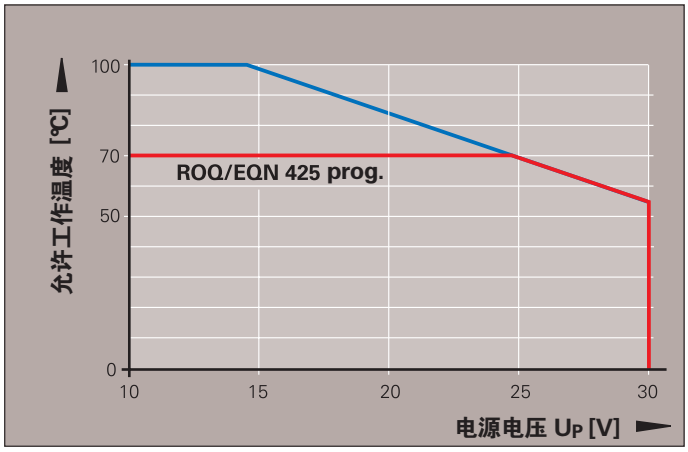
振动和冲击的最大值是指在此限制之内，编码器能够工作而不失效。为了保证最好的准确度，必须保证符合测量准确度所描述的工作环境和条件。对于高冲击和振动负载时的应用，请咨询HEIDENHAIN公司在德国Traunreut的总部以获取更多的特殊信息。

固有频率
旋转编码器的定子联轴节构成一个单振动的质量弹性系统，其**固有频率 f_E** 应尽可能地高。如果编码器的径向和/或轴向施加有加速度力，将对编码器的轴承和定子产生影响。如果在您的应用中有这样的加速度载荷，请咨询 HEIDENHAIN 公司在德国 Traunreut 的总部。

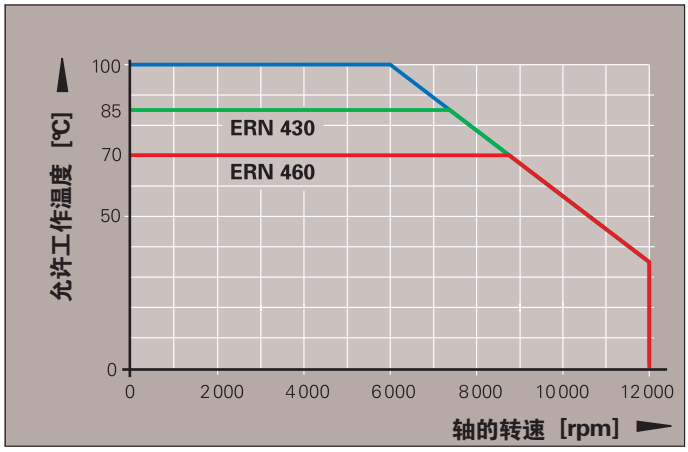
系统测试
*HEIDENHAIN公司的编码器经常是作为一个部件集成在大系统中。这样的应用要求对**整个系统**进行独立于编码器技术参数的综合测试。*

易损件
HEIDENHAIN 公司的编码器中包含有会在应用中损耗的零件，主要有：
- LED 光源
- 带内置轴承编码器的轴承
- 旋转编码器和角度编码器的轴用密封圈
- 封闭式光栅尺的密封条

ROC/ECN 413 型、ROQ/EQN 425 型：
电源电压为10 至 30 V 时，允许的工作温度

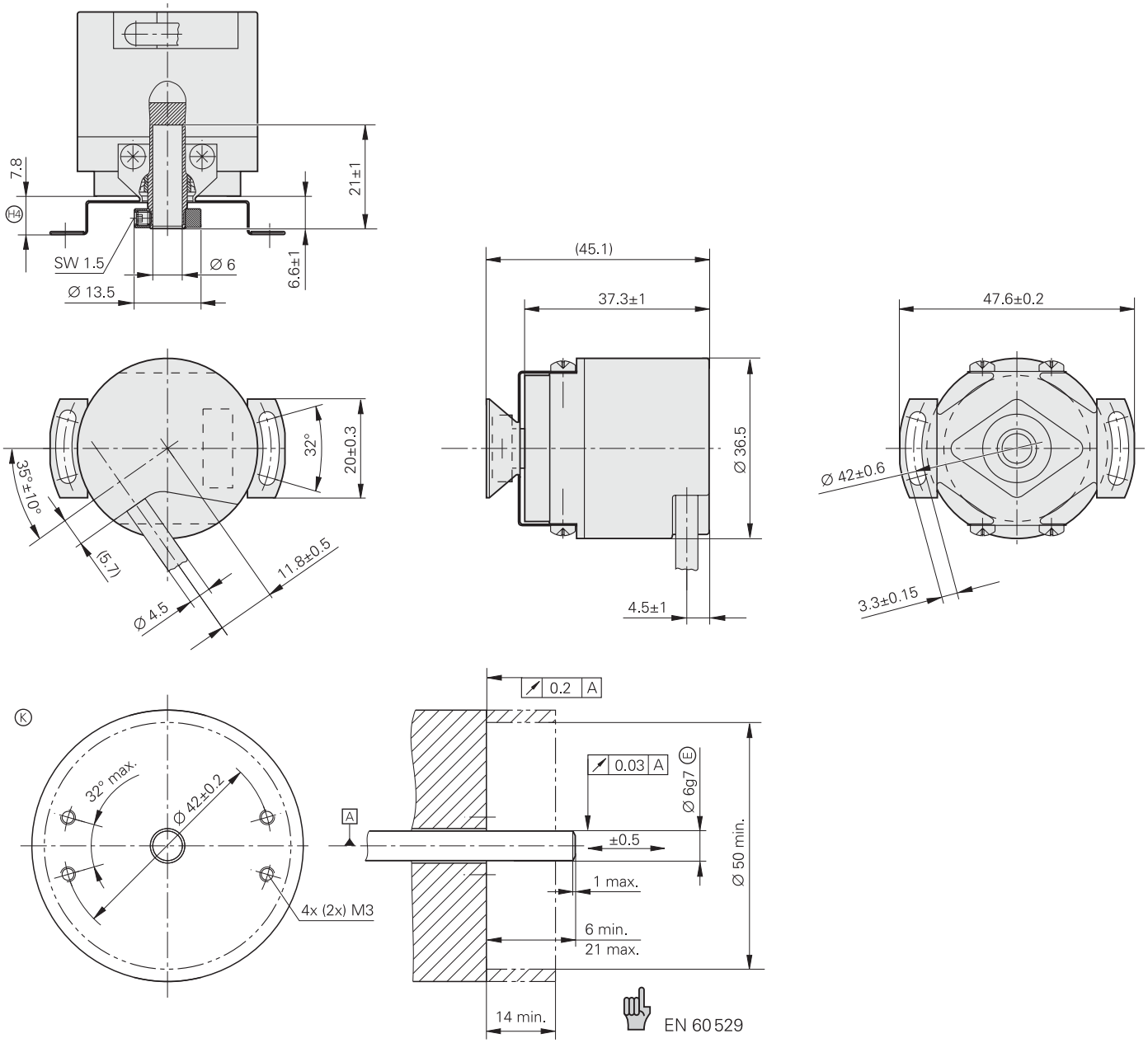


ERN/ECN/EQN 400 型，带盲孔空心轴：
工作温度与转速的关系



ERN 1000 系列

安装于电机上的带内置轴承的旋转编码器
· 装有定子联轴节
· 尺寸小
· 底部空心轴



尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

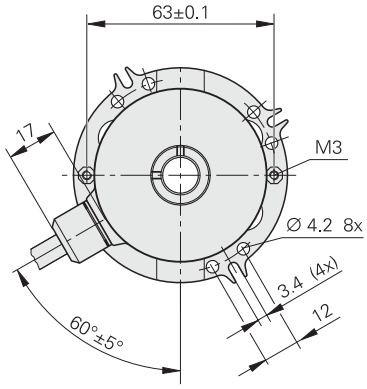
= 滚珠轴承
= 需要的配合尺寸
H4 = 依据联轴节而不同

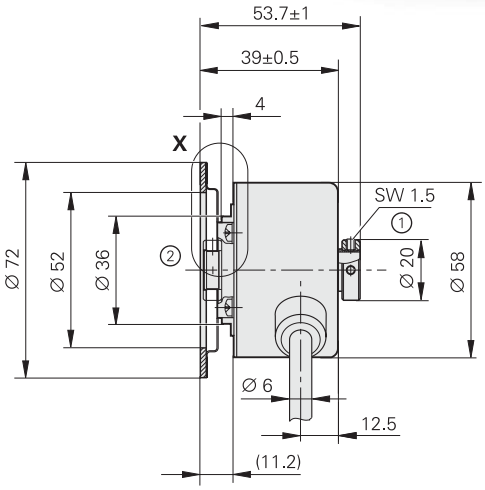
	增量式			
	ERN 1020	**ERN 1030**	**ERN 1080**	**ERN 1085**
增量信号	⊓⊔ TTL	⊓⊔ HTL	∿ 1 V_{PP}	
线数*/ 系统准确度	1024/± 64" 2048/± 32" 3600/± 18"			512/± 60" 2048/± 40"
参考标记	1 个			
扫描频率 截止频率 (– 3 dB)	最大 300 kHz –	最大 160 kHz –	– ≥180 kHz	– *512 线：* ≥100 kHz *2048 线：* ≥ 400 kHz
绝对位置值	–			∿ 1 V_{PP}
每转位置数				Z1轨道[1]
可分辨转数	–			
电气允许速度/ 系统准确度	–			
电源电压	5 V ± 10%	10 至30 V	5 V ± 10%	5 V ± 5%
电流消耗 (无负载时)	≤150 mA			
电气联接*	电缆长度 1 m (3.3 ft), **不带接插件**或带插头连接器 针式			
最大电缆长度	100 m (329 ft)		150 m (492 ft)	
轴	底部空心轴，∅6 mm			
机械允许速度 *n*	10000 rpm			
启动转矩 (在20℃时)	≤ 0.001 Nm			
转子的转动惯量	大约 0.5 • 10^{-6} kgm^2			
定子联轴节的 **固有频率**	≥950 Hz，当使用4只锁紧螺钉或垫片时(参见安装)			
被测轴的 **允许轴向位移**	± 0.5 mm			
振动 (55 到2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)			
最高工作温度	100 ℃ (212 ℉)	70 ℃ (158 ℉)	100 ℃ (212 ℉)	115 ℃ (239 ℉)
最低工作温度	反复弯曲时：–40 ℃ (–40 ℉) *固定敷设时：* –10 ℃ (14 ℉)			
防护等级 (IEC 60529)	IP 64			
重量	大约 0.1 kg (3.5 oz)			

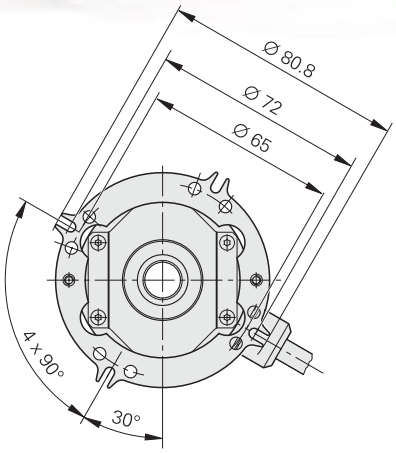
黑体字：这些优选型号供货期较短
***** 在订货时指定
[1] 用于正弦换向：每转产生一个正弦信号和一个余弦信号

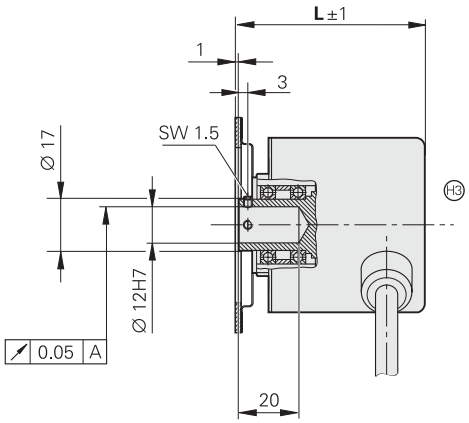
ERN/ECN/EQN 400 系列

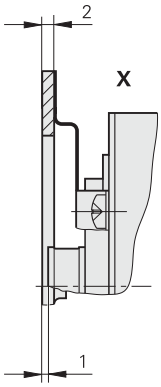
安装在电机上的带内置轴承的旋转编码器
· 装有万能定子联轴节
· 底部空心轴或通孔空心轴(仅ERN 4x0)

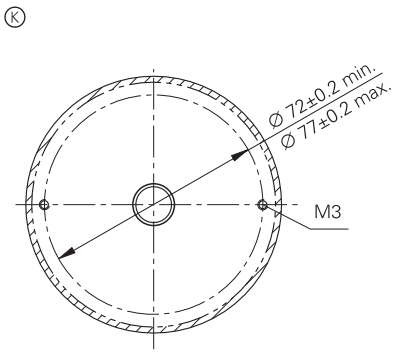


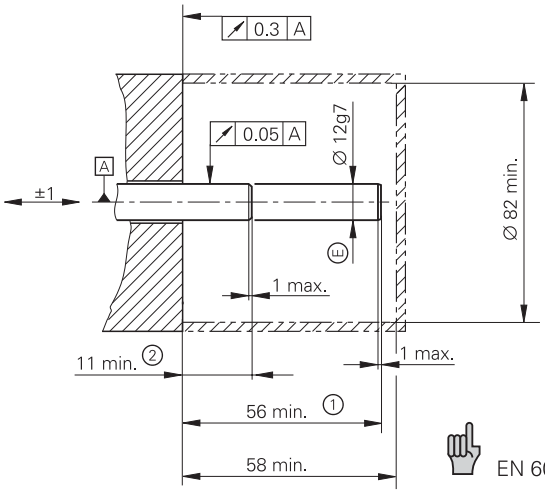


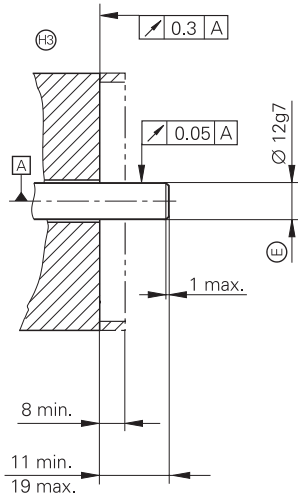












尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

A = 滚珠轴承
K = 需要的配合尺寸
① = 外壳侧端的卡圈
② = 法兰侧端的卡圈
H3 = 底部空心轴

EN 60 529

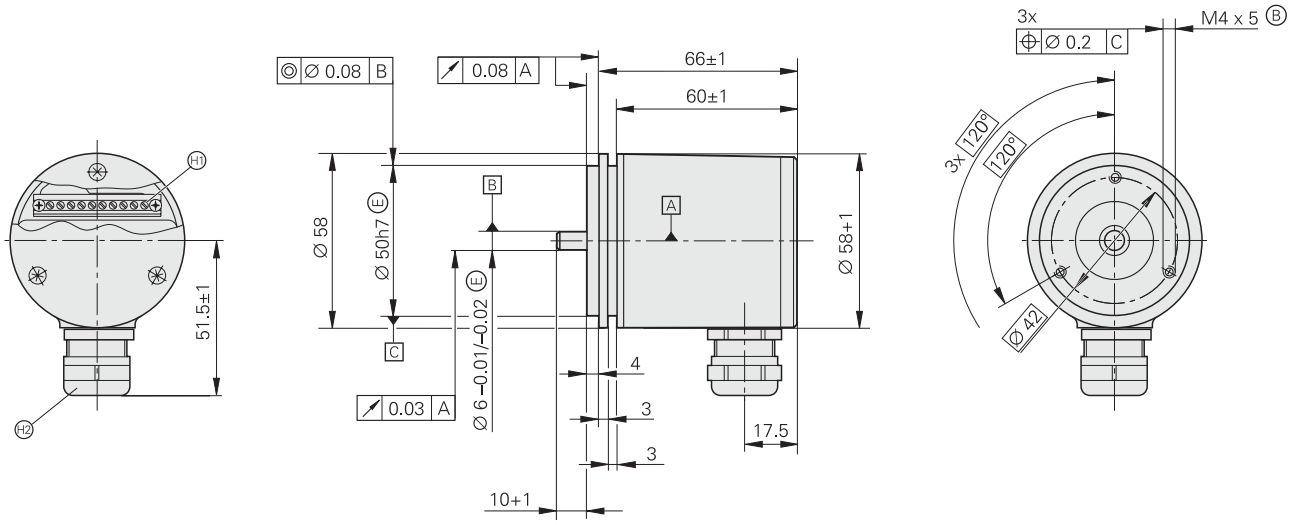
	L
ERN 4x0/ ECN 413	46
EQN 425	63

	增量式				绝对式	
	ERN 420	**ERN 460**	**ERN 430**	**ERN 480**	**ECN 413**	**EQN 425**
增量信号	⊓⊔ TTL		⊓⊔ HTL	∿ 1 V_{PP}	∿ 1 V_{PP}	
线数*/ 系统准确度	1024/± 64" 2048/± 32"			512/± 126" 2048/± 32"	512/± 60" 2048/± 20"	
参考标记	1个				–	
扫描频率	最高 300 kHz			–	–	
截止频率 (–3 dB) (–6 dB)	– –			≥180 kHz ≥450 kHz	*512 线：* ≥100 kHz；*2048 线：* ≥200 kHz –	
绝对位置值	–				EnDat	
每转位置数	–				8192 (13 位)	
可分辨转数	–				–	4096 (12 位)
电气允许速度 / 系统准确度	–				*512 线：* 5000 rpm/± 1 LSB $n_{max.}$/± 100 LSB *2048 线：* 1500 rpm/± 1 LSB $n_{max.}$/± 50 LSB	
电源电压	5 V ± 10 %	10 至30 V		5 V ± 10 %	5 V ± 5 %	
电流消耗 (无负载时)	≤150 mA				≤150 mA	≤ 250 mA
电气联接*	电缆长度 1 m（3.3 ft)，径向，**无接插件** 或带插头连接器				电缆长度 1 m (3.3 ft)，径向，**无接插件** 或带插头连接器	
最大电缆长度	100 m (329 ft)		300 m (984 ft)	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	
轴*	**底部空心轴**或通孔空心轴 ⌀ 12 mm				底部空心轴， ⌀ 12 mm	
机械允许速度 *n*	最高 12 000 rpm				最高 12 000 rpm	最高 10 000 rpm
启动转矩 (在20℃时)	*底部空心轴：* ≤0.01 Nm *通孔空心轴：* ≤0.025 Nm				≤0.01 Nm	
转子的转动惯量	*底部空心轴：* $3.1 \cdot 10^{-6}$ kgm^2 *通孔空心轴：* $3.2 \cdot 10^{-6}$ kgm^2				$4.4 \cdot 10^{-6}$ kgm^2	$4.6 \cdot 10^{-6}$ kgm^2
定子联轴节的 **固有频率**	≥1250 Hz				≥1250 Hz	
被测轴的 **允许轴向位移**	± 1 mm				± 1 mm	
振动 (55 至2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60 068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60 068-2-27)				≤ 100 m/s^2 (IEC 60 068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60 068-2-27)	
最高工作温度	100 ℃ (212 ℉)	70 ℃ (158 ℉)	85 ℃ (185 ℉) (100 ℃ ，当 U_P < 15 V)	100 ℃ (212 ℉)	100 ℃ (212 ℉)	
最低工作温度	*反复弯曲时：* – 40 ℃ (–40 ℉) *固定敷设时：* –10 ℃ (14 ℉)				*反复弯曲时：* –40 ℃ (–40 ℉) *固定敷设时：* –10 ℃ (14 ℉)	
防护等级 (IEC 60 529)	IP 67 在外壳侧端； IP 64 在轴入口端				IP 67 在外壳侧端； IP 64 在轴入口端	
重量	大约 0.25 kg (8.8 oz)				大约 0.30 kg (11 oz)	

黑体字：这些优选型号供货期较短
*在订货时指定

ROD 400 系列

安装在电机上的带内置轴承的旋转编码器
· 带用于独立联轴节的实心轴
· 通过适配法兰绝缘安装
· 用接线端子板进行电气联接



尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

A = 滚珠轴承
B = 螺纹安装孔
H1 = 10芯接线端子板
H2 = M20 x 1.5，带屏蔽联接及外罩盖，电缆直径 ∅6 mm – ∅12 mm

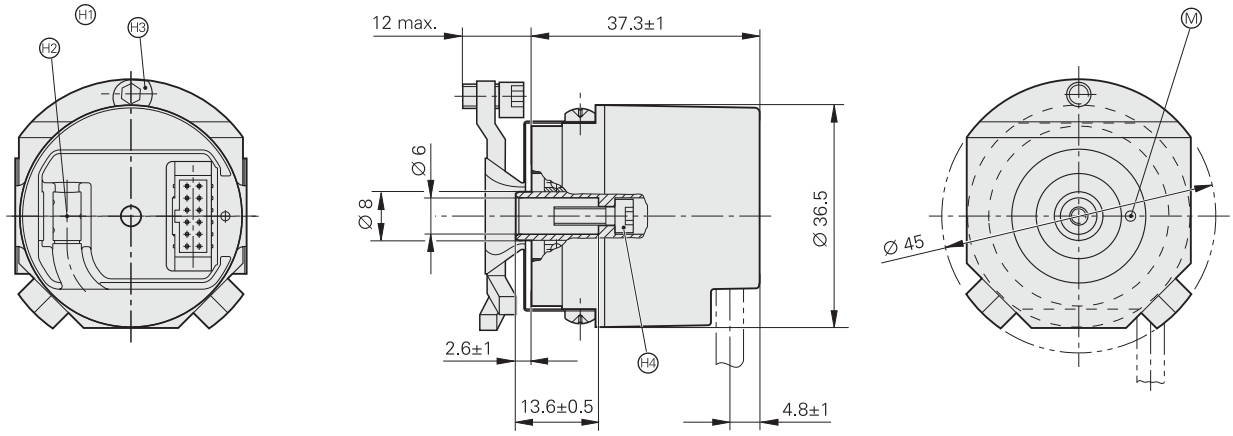
	增量式			
	ROD 426	**ROD 466**	**ROD 436**	**ROD 486**
增量信号	⊓⊔ TTL		⊓⊔ HTL	∿ 1 V_{PP}
线数 */ 系统准确度[1]	1024/± 64" 2048/± 32"			512/± 126" 2048/± 32"
参考标记	1 个			
扫描频率	最高 300 kHz			–
截止频率 (–3 dB) (–6 dB)	– –			⩾180 kHz ⩾450 kHz
电源电压	5 V ± 10 %	10 至 30 V		5 V ± 10 %
电流消耗 (无负载时)	≤ 150 mA			
电气联接	接线端子板			
最大电缆长度	100 m (329 ft)		300 m (984 ft)	150 m (492 ft)
轴	实心轴， ⌀ 6 mm			
机械允许速度*n*	最高 12 000 rpm			
启动扭矩 (在20℃时)	≤ 0.01 Nm			
转子的转动惯量	$1.45 \cdot 10^{-6}$ kgm^2			
轴载荷	*n* ≤ *6000 rpm:* 轴向 40 N 径向 60 N，在轴端 *n* > *6000 rpm:* 轴向 10 N 径向 20 N，在轴端			
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60 068-2-6) ≤ 1000 m/s^2 (IEC 60 068-2-27)			
最高工作温度	100 ℃ (212 ℉)	70 ℃ (158 ℉)	85 ℃ (185 ℉) 100 ℃， U_P < 15 V 时	100 ℃ (212 ℉)
最低工作温度	–40 ℃ (–40 ℉)			
防护等级 (IEC 60 529)	IP 67，在外壳侧端； IP 64，在轴入口端			
重量	大约 0.4 kg (14.1 oz)			

* 在订货时指定
[1] 不包括联轴节引起的附加误差

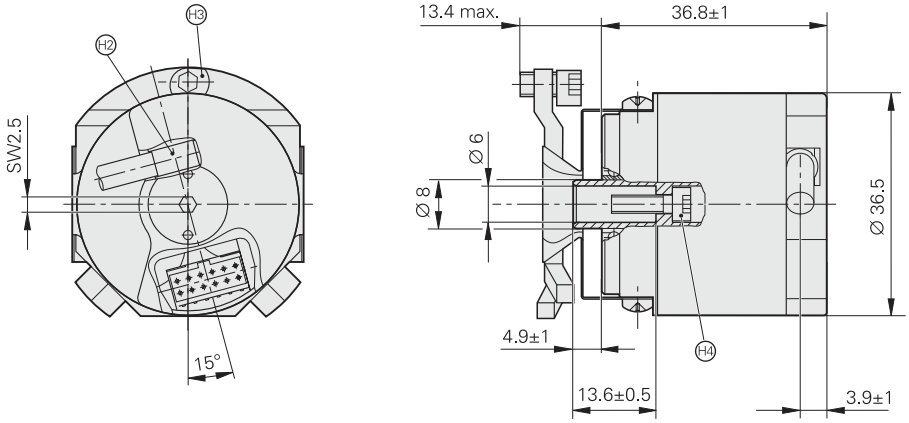
ERN/ECN/EQN 1100 系列

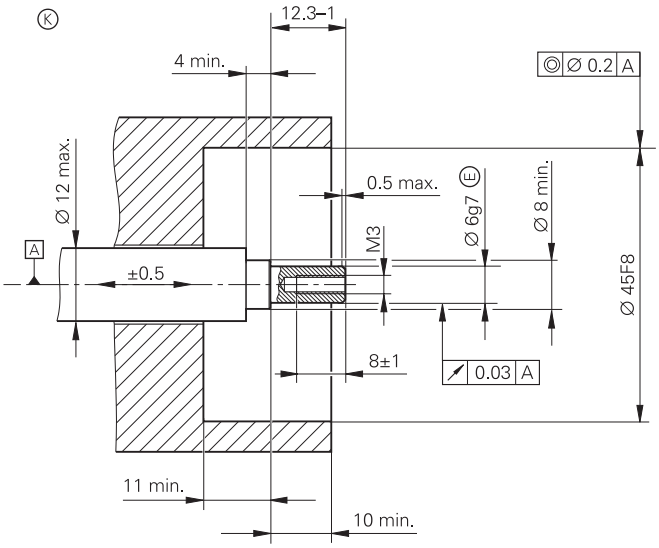
集成在电机内的带内置轴承的旋转编码器
- **装有定子联轴节，∅45 mm**
- **尺寸小**
- **底部空心轴**

ERN



ECN/EQN





尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

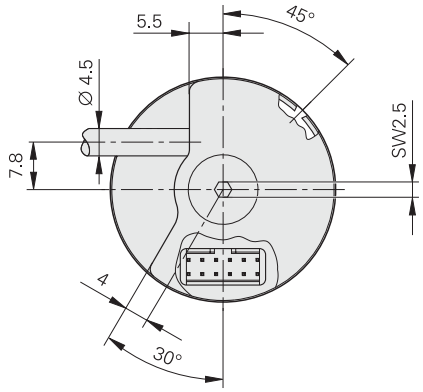
A = 滚珠轴承
K = 需要的配合尺寸
M = 工作温度测量点
H1 = 图示编码器不带外罩
H2 = 用于带卷边套管(∅4.3 ± 0.3x7)电缆的铸造金属盖
H3 = 向右转动偏心螺纹(M4)约90° ，以锁紧联轴节，
最大锁紧扭矩 2 Nm
H4 = M3 x 10 ISO 4762 SW2.5，最大锁紧扭矩 1.1 Nm

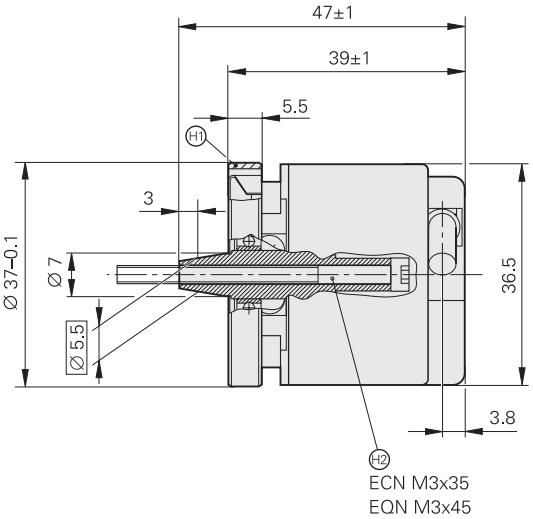
	增量式				绝对式	
	ERN 1120	**ERN 1130**	**ERN 1180**	**ERN 1185**	**ECN 1113**	**EQN 1125**
增量信号	⊓⊔ TTL	⊓⊔ HTL	∿ 1 V_{PP}		∿ 1 V_{PP}	
线数*/ 系统准确度	1024/± 64" 2048/± 32" 3600/± 18"			512/± 60" 2048/± 40"	512/± 60"	
参考标记	1 个				–	
扫描频率 截止频率(–3dB)	最高 300 kHz –	最高 160 kHz –	– ≥180 kHz	– *512 线：* ≥100 kHz *2048 线：* ≥400 kHz	– ≥200 kHz	
绝对位置值	–			∿ 1 V_{PP}	EnDat	
每转位置数	–			Z1 轨道[1]	8192 (13 位)	
可分辨转数	–				–	4096 (12 位)
电气允许速度 / 系统准确度	–				4000 rpm/± 1 LSB 12000 rpm/± 16 LSB	
电源电压	5 V ± 10%	10 至 30 V	5 V ± 10%		5 V ± 5% (或 7 至 10 V，电机内带适配电缆)	
电流消耗 (无负载时)	≤150 mA				≤160 mA	≤200 mA
电气联接	通过 12 芯 PCB 插头				通过 12 芯 PCB 插头	
最大电缆长度	100 m (329 ft)		150 m (492 ft)		150 m (492 ft)	
轴	底部空心轴， ⌀6 mm				底部空心轴， ⌀6 mm	
机械允许速度*n*	12000 rpm				12000 rpm	
启动转矩 (在20℃时)	≤0.001 Nm				≤0.001 Nm	
转子的转动惯量	大约 $0.4 \cdot 10^{-6}$ kgm^2				大约 $0.4 \cdot 10^{-6}$ kgm^2	
定子联轴节的固有频率	≥1500 Hz				≥1500 Hz	
被测轴的允许轴向位移	± 0.5 mm				± 0.5 mm	
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)				≤ 200 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)	
最高工作温度	100 ℃ (212 ℉)	70 ℃ (158 ℉)	100 ℃ (212 ℉)	115 ℃ (239 ℉)	115 ℃ (239 ℉)	
最低工作温度	–40 ℃ (–40 ℉)				–40 ℃ (–40 ℉)	
防护等级 (IEC 60529)	IP 40				IP 40	
重量	大约 0.07 kg (2.5 oz)				大约 0.07 kg (2.5 oz)	

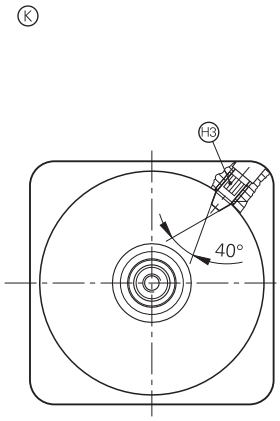
* 在订货时指定
[1] 用于正弦换向：每转有一个正弦信号和一个余弦信号

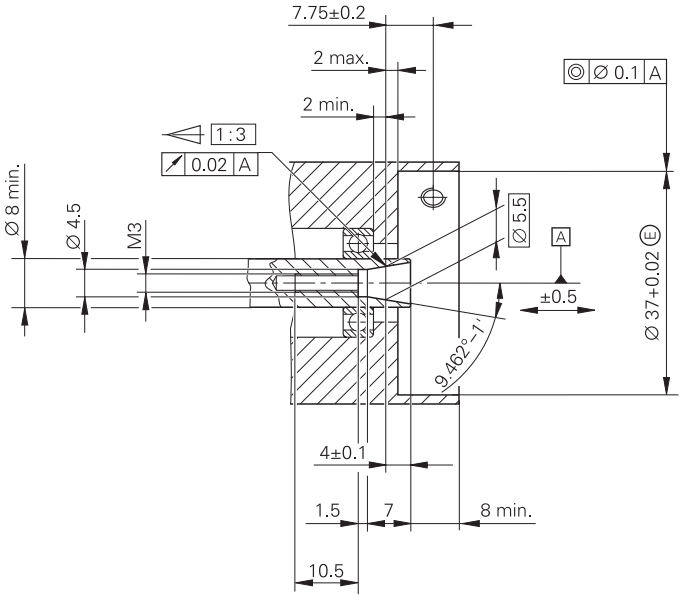
ECN/EQN 1100 系列

集成于电机内的带内置轴承的旋转编码器
· 装有定子联轴节，直径∅37 mm
· 尺寸小
· 锥形轴









尺寸单位：mm

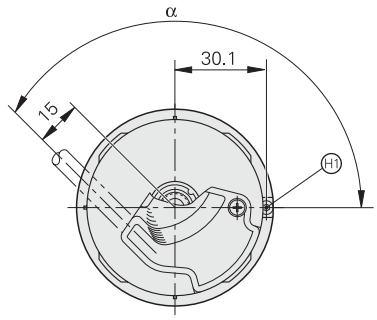
公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

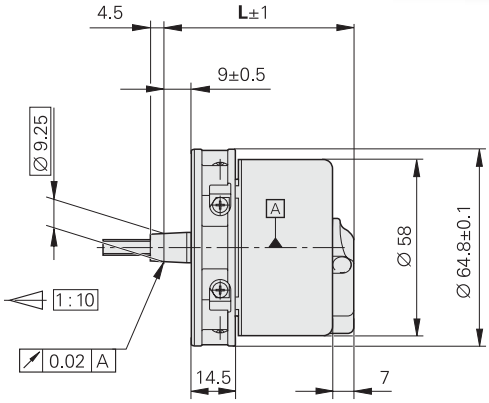
A = 滚珠轴承
K = 需要的配合尺寸
H1 = 联接环
H2 = 自锁螺纹 ISO 4762 SW2.5，锁紧扭矩 1.1 Nm
H3 = 夹紧联接环 SW2 的固定螺钉 M4x6，锁紧扭矩 0.6 Nm
装配前，螺钉插入编码器内约 0.8 mm

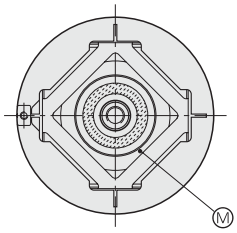
	绝对式	
	ECN 1113	**EQN 1125**
增量信号	∿ 1 V_{PP}	
线数 / 系统准确度	512/± 60"	
扫描频率 截止频率(–3 dB)	– ≥200 kHz	
绝对位置值	EnDat	
每转位置数	8192 (13 位)	
可分辨转数	–	4096 (12 位)
电气允许速度 / 系统准确度	4000 rpm/± 1 LSB 12000 rpm/± 16 LSB	
电源电压	5 V ± 5%	
电流消耗 (无负载时)	≤160 mA	≤200 mA
电气联接	通过 12 芯 PCB 插头	
最大电缆长度	150 m (492 ft)	
轴	锥形轴，∅ 5.5 mm；锥度 1 : 3	
机械允许速度 *n*	12000 rpm	
启动转矩 (在20℃时)	≤0.001 Nm	
转子的转动惯量	大约 0.4 · 10^{-6} kgm^2	
定子联轴节的固有频率	≥1500 Hz	
被测轴的允许轴向位移	± 0.5 mm	
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 200 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)	
最高工作温度	115 ℃ (239 ℉)	
最低工作温度	–40 ℃ (–40 ℉)	
防护等级 (IEC 60529)	IP 40	
重量	大约 0.07 kg (2.5 oz)	

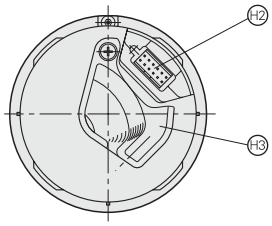
ERN/ECN/EQN 1300 系列

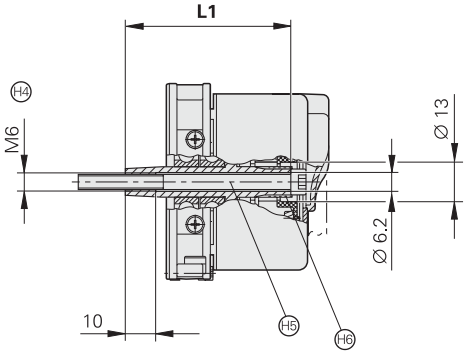
集成在电机内的带内置轴承的旋转编码器
· 装有定子联轴节，直径 ∅ 64.8 mm
· 锥形轴

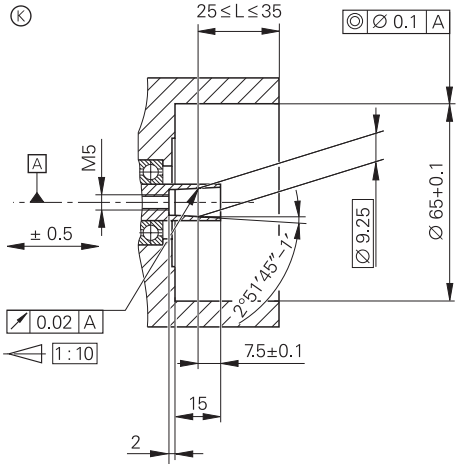












尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

A = 滚珠轴承
K = 需要的配合尺寸
M = 工作温度测量点
H1 = 联接环锁紧螺钉 — SW2
扭矩 1.25 Nm
H2 = 针形插头，12芯 (ERN 1321/ECN 1313/EQN 1325)
针形插头，14芯 (ERN 1381/ERN 1387)
针形插头，16芯 (ERN 1326)
H3 = 用于带卷边套管(ϕ6+0.3x10)电缆的铸造金属盖
H4 = 用于拆除的螺纹— 芯径 ∅5.2
H5 = 自锁螺钉 M5 x 70 ISO 4762 SW4 (EQN 1325)
自锁螺钉 M5 x 50 ISO 4762 SW4 (ExN 13xx)
扭矩 5.2 Nm
H6 = 用于特殊版本(EQN 1325)的齿轮齿

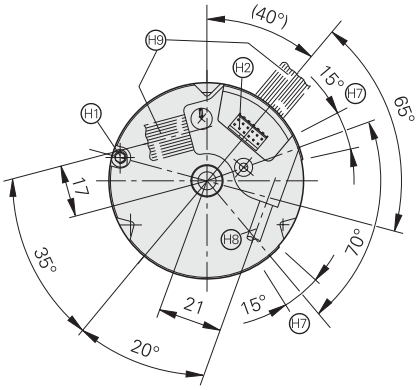
	L	L1	α
EQN 1325	62.5	54.5	135°
ECN 1313	54.5	37.5	135°
ERN 1321/ ERN 1326/ ERN 1381/ ERN 1387	54.5	37.5	8°

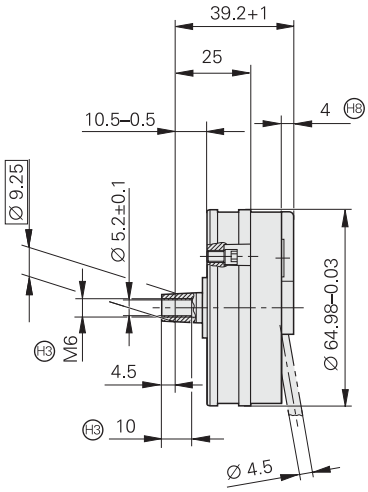
	增量式				绝对式	
	ERN 1321	**ERN 1381**	**ERN 1387**	**ERN 1326**	**ECN 1313**	**EQN 1325**
增量信号	⊓⊔ TTL	∿ 1 V_{PP}		⊓⊔ TTL	∿ 1 V_{PP}	
线数*/ 系统准确度	1024/± 64" 2048/± 32" 4096/± 16"	512/± 60" 2048/± 20" 4096/± 16"	2048/± 20"	1024/± 64" 2048/± 32" 4096/± 16"	512/± 60" 2048/± 20"	
参考标记	1 个				–	
扫描频率或 截止频率 (– 3dB)	最高 300 kHz	≥200 kHz		最高 300 kHz	*2048 线：* ≥200 kHz *512 线：* ≥100 kHz	
绝对位置值	–		∿ 1 V_{PP}	⊓⊔ TTL	EnDat	
每转位置数	–		Z1 轨道[1]	3 x ⊓⊔ TTL[2]	8192 (13 位)	
可分辨转数	–				–	4096 (12 位)
电气允许速度 / 系统准确度	–				*512 线：* 6000 rpm/± 1 LSB 12000 rpm/± 50 LSB *2048 线：* 1500 rpm/± 1 LSB 12000 rpm/± 50 LSB	
电源电压	5 V ± 5% (或 7 V 至12 V，电机内有适配电缆时)				5 V ± 5% (或 7 V 至 12 V， 电机内有适配电缆时)	
电流消耗 (无负载时)	≤120 mA		≤150 mA		≤150 mA	≤ 250 mA
电气联接 **通过 PCB 插头**	12 芯		14 芯	16 芯	12 芯	
最大电缆长度	100 m (329 ft)	150 m (492 ft)		100 m (329 ft)	150 m (492 ft)	
轴	锥形轴 ∅9.25 mm；锥度 1:10				锥形轴 ∅9.25 mm；锥度 1:10	
机械允许速度 *n*	≤15000 rpm				≤15000 rpm	≤12000 rpm
启动转矩 在20℃时	≤0.01 Nm				≤0.01 Nm	≤0.02 Nm
转子的 转动惯量	大约 $2.6 \cdot 10^{-6}$ kgm^2				大约 $2.6 \cdot 10^{-6}$ kgm^2	
定子联轴节的 **固有频率**	≥2000 Hz				≥2000 Hz	
被测轴的 **允许轴向位移**	± 0.5 mm				± 0.5 mm	
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤ 1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)				≤ 100 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)	
最高工作温度	120 °C (248 °F) *4096 线：* 80 °C (176 °F)				115 °C (239 °F)	
最低工作温度	–40 °C (–40 °F)				–30 °C (–22 °F)	
防护等级 (IEC 60529)	IP 40				IP 40	
重量	大约 0.25 kg (8.8 oz)				大约 0.25 kg (8.8 oz)	

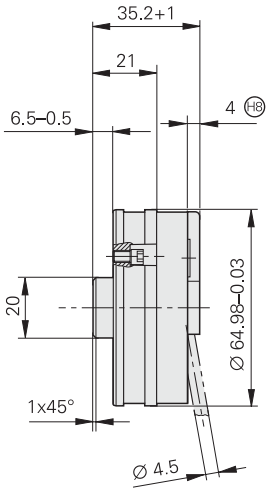
* 在订货时指定
[1] 用于正弦换向：每转一个正弦信号和一个余弦信号
[2] 用于条块式换向：二路方波信号，机械相位差为 90° 或 120°

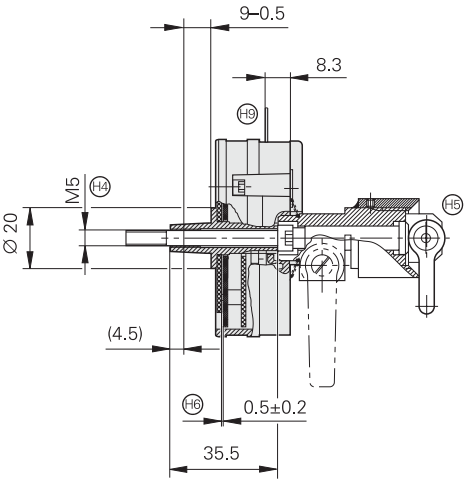
ECI/EQI 1300 系列

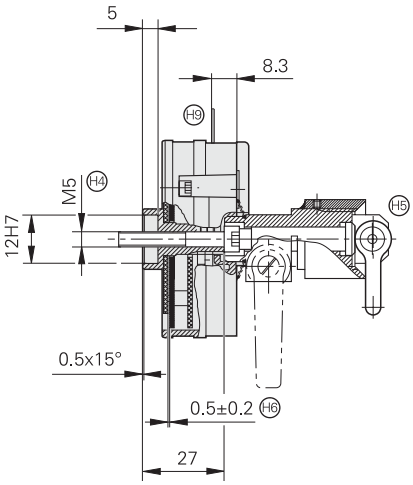
集成于电机内的不带内置轴承的旋转编码器
· 安装直径 ∅ 65 mm
· 锥形轴或底部空心轴







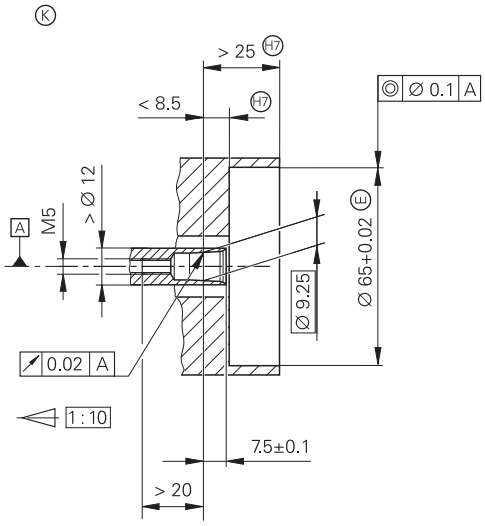


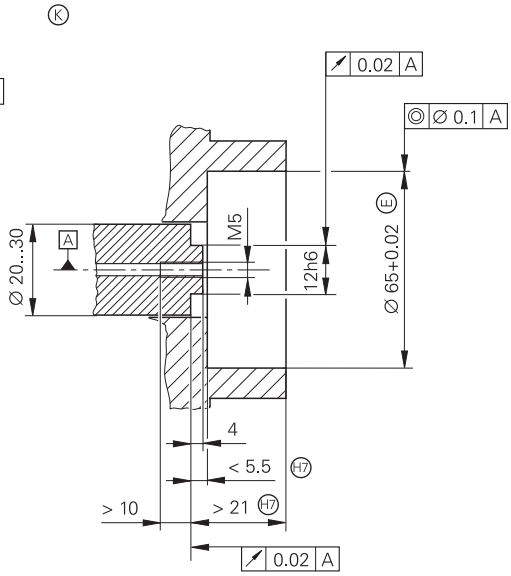


尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

A = 配合轴的轴承
K = 需要的配合尺寸
H2 = 安装螺钉
H2 = 插头，12 芯
H3 = 用于拆除的螺纹 M6
H4 = 圆柱头螺钉
ISO 4762 – M5 x 35-A2
用于空心轴
ISO 4762 – M5 x 50-A2
用于锥形轴
H5 = 扫描间隙设置工具
H6 = 扫描间隙
H7 = 夹紧区
H8 = 圆电缆的接线端子
H9 = 带状电缆的接线端子



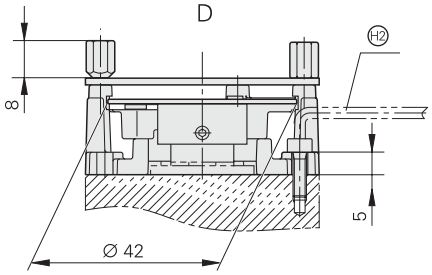


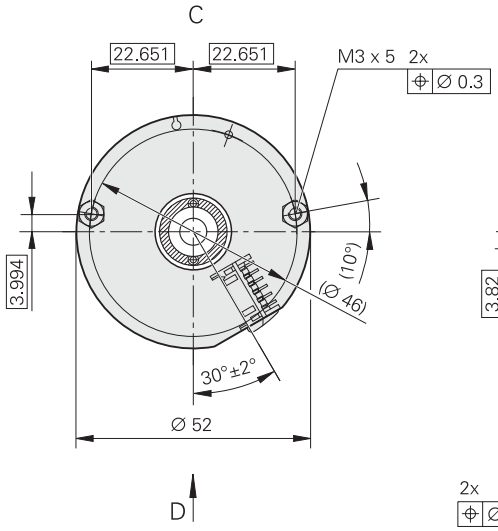
	绝对式	
	ECI 1317	**EQI 1329**
增量信号	∿ 1 V_{PP}	
线数/ 系统准确度	32/± 400"	
截止 频率(– 3dB)	典型值 ≥6 kHz	
绝对位置值	EnDat	
每转位置数	131 072 (17 位)	
可分辨转数	–	4096 (12 位)
电气允许速度 / 系统准确度	5 000 rpm/± 40 LSB 15 000 rpm/± 56 LSB	
电源电压*	5 V ± 5% 或 7 至 10 V	
电流消耗 (无负载时)	≤130 mA	
电气联接	通过 12 芯 PCB 插头	
最大电缆长度	150 m (492 ft)	
轴*/ 转子的转动惯量	锥形轴 ⌀9.25 mm；锥度 1:10 / 2.2 x 10^{-6} kgm^2 空心轴 ⌀12.0 mm；长度 5 mm / 3.2 x 10^{-6} kgm^2	
机械允许速度 *n*	15 000 rpm	12 000 rpm
被测轴的 **允许轴向位移**	± 0.2 mm (根据安装时的公差极限)	
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60 068-2-6) ≤ 1000 m/s^2 (IEC 60 068-2-27)	
最高工作温度	115 °C (239 °F)	
最低工作温度	–20 °C (–4 °F)	
防护等级 (IEC 60 529)	IP 20	
重量	大约 0.13 kg (4.6 oz)	

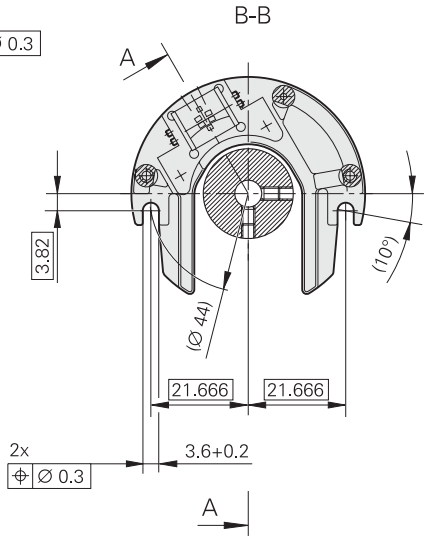
* 在订货时指定

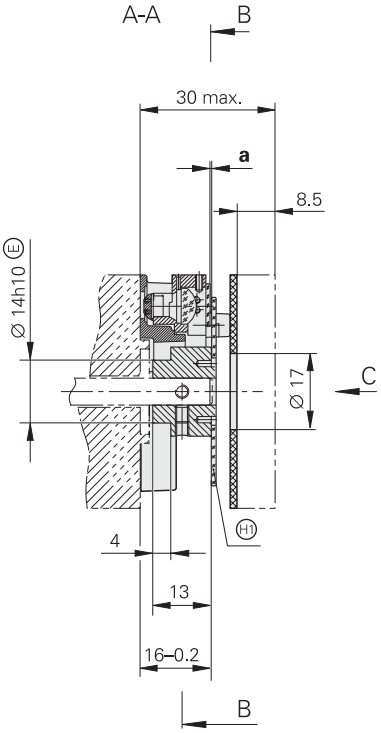
ERO 1200 系列

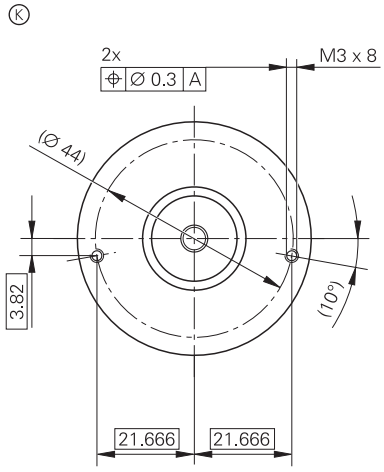
集成于电机内的不带内置轴承的旋转编码器
· 安装直径 ∅52 mm
· 通孔空心轴

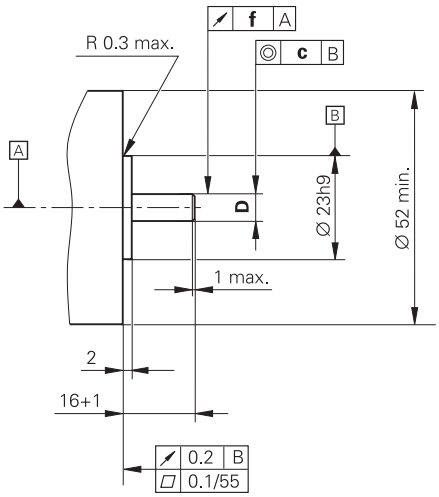












尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

A = 滚珠轴承
K = 需要的配合尺寸
H1 = 圆盘 / 衬套组件
H2 = 偏置螺丝扳手 SW2.5，ISO 2936，短型

D
∅ 10h6 E
∅ 12h6 E

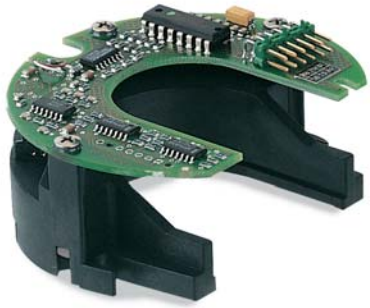
	Z	a	f	c
ERO 1225	1024	0.6 ± 0.2	∅ 0.05	∅ 0.02
	2048	0.2 ± 0.05		
ERO 1285	1024 2048	0.2 ± 0.03	∅ 0.03	∅ 0.02

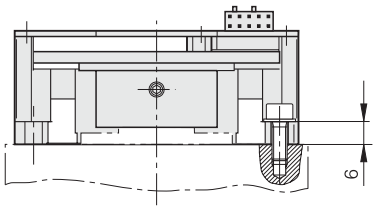
	增量式	
	ERO 1225	**ERO 1285**
增量信号	⊓⊔ TTL	∿ 1 V_{PP}
线数*	1024 2048	
系统准确度[1)]/ 分度的准确度[2)]	*1024 线：* ± 53"/± 15" *2048 线：* ± 26.5"/± 7.5"	
参考标记	1 个	
扫描频率 截止频率 (–3dB)	最高 300 kHz –	– 典型值 ≥180 kHz
电源电压	5 V ± 10%	
电流消耗 (无负载时)	≤ 150 mA	
电气联接	通过 12 芯 PCB 插头	
最大电缆长度	100 m (329 ft)	150 m (492 ft)
轴 *	通孔空心轴， ⌀ 10 mm 或 ⌀12 mm	
转子的转动惯量	*轴 ⌀10 mm；* $2.2 \cdot 10^{-6}$ kgm^2 *轴 ⌀12 mm；* $2.15 \cdot 10^{-6}$ kgm^2	
机械允许速度 *n*	≤25000 rpm	
被测轴的 **允许轴向位移**	± 0.05 mm	± 0.03 mm
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤ 1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)	
最高工作温度	100 °C (212 °F)	
最低工作温度	–40 °C (–40 °F)	
防护等级 (IEC 60529)	IP 00	
重量	大约 0.07 kg (2.5 oz)	

* 在订货时指定
1) 在安装前，不包括驱动轴的安装和支撑引起的额外误差
2) 关于其它误差，参见测量准确度

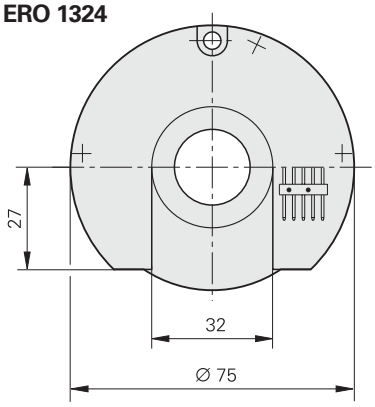
ERO 1300 系列

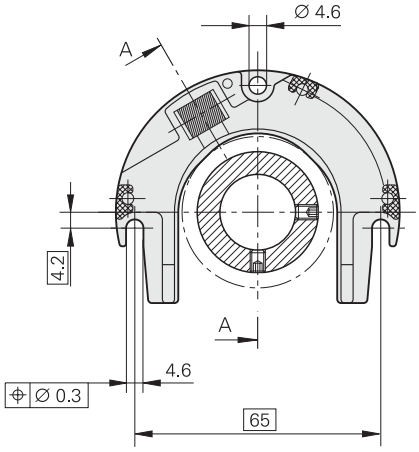
集成于电机内的不带内置轴承的旋转编码器
· 安装直径 ∅ 75 mm
· 通孔空心轴

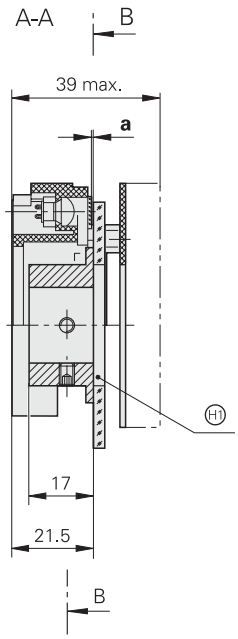




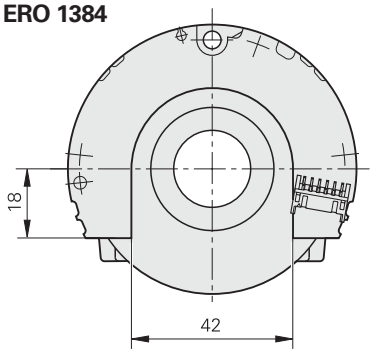
ERO 1324

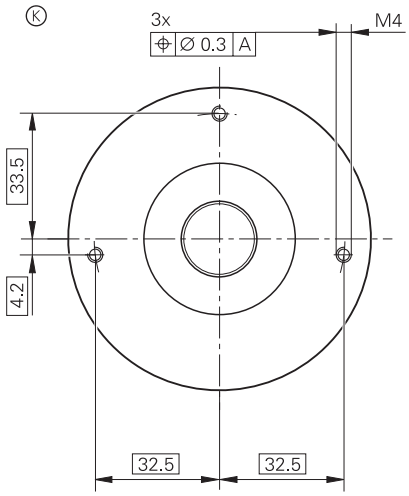


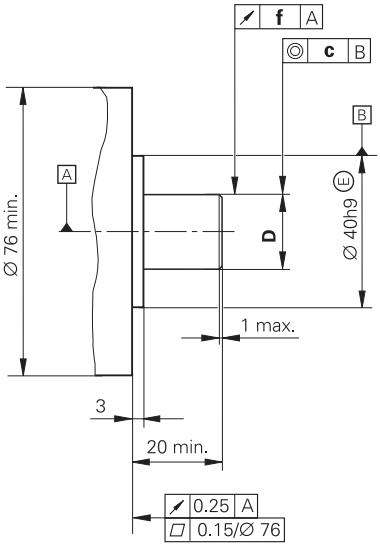




ERO 1384







尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

A = 滚珠轴承
K = 需要的配合尺寸
H1 = 圆盘/衬套组件

D
∅ 20h6 E
∅ 30h6 E

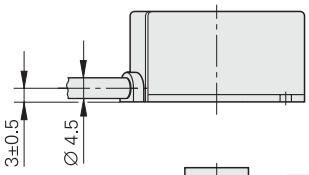
	a	f	c
ERO 1324	0.2 ± 0.1	∅ 0.05	∅ 0.02
ERO 1384	0.15 ± **0.04**	∅ **0.03**	∅ **0.02**

	增量式	
	ERO 1324	**ERO 1384**
增量信号	⊓⊔ TTL	∿ 1 V_{PP}
线数*	1024 2048 5000	
系统准确度[1)]/ 分度的准确度[2)]	*1024 线：* ± 53"/± 15" *2048 线：* ± 26.5"/± 7.5" *5000 线：* ± 11.5"/± 3.5"	
参考标记	1 个	
扫描频率 截止频率 (– 3dB)	最高 400 kHz –	– ≥180 kHz
电源电压	5 V ± 10%	
电流消耗 (无负载时)	≤150 mA	
电气联接	通过 12 芯 PCB 插头 (适配器电缆 Id. Nr. 295545–xx)	通过 12 芯 PCB 插头 (适配器电缆 Id. Nr. 323088–xx)
最大电缆长度	100 m (329 ft)	150 m (492 ft)
轴*	通孔空心轴 ∅20 mm 至 ∅30 mm	
转子 转动惯量	*轴 ∅20 mm；* 26 · 10^{-6} kgm^2 *轴 ∅30 mm；* 35 · 10^{-6} kgm^2	
机械允许速度 *n*	≤ 16000 rpm	
被测轴的 **允许轴向位移**	± 0.05 mm	± 0.03 mm
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)	
最高工作温度	70 ℃ (158 ℉)	85 ℃ (185 ℉)
最低工作温度	0 ℃ (32 ℉)	
防护等级 (IEC 60529)	IP 00	
重量	大约 0.2 kg (7 oz)	

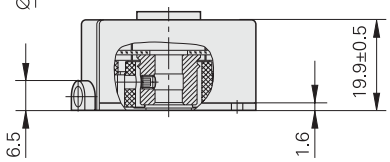
* 在订货时指定
1) 在安装前，不包括驱动轴的安装和支撑引起的额外误差
2) 关于其它误差，参见测量准确度

ERO 1400 系列

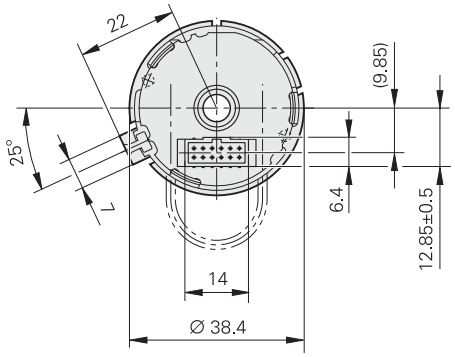
不带内置轴承的旋转编码器
- **集成于电机内用，带 PCB 插头 (防护等级 IP 00)**
- **安装在电机上用，带电缆接线端子 (防护等级 IP 40)**
- **安装直径∅44 mm**

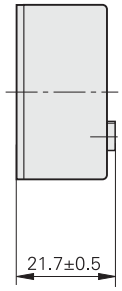


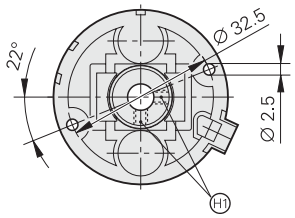
带电缆接线端子



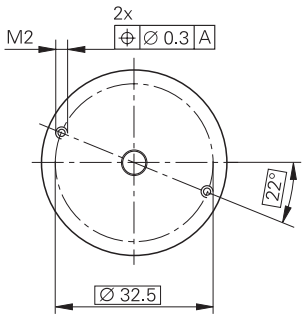
带轴向 PCB 插头

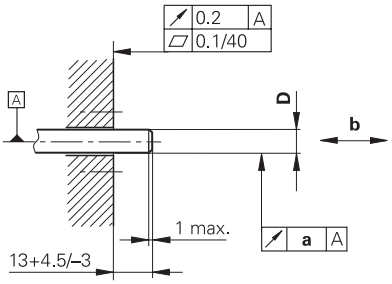




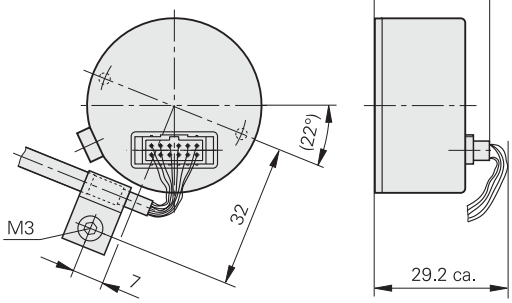


K



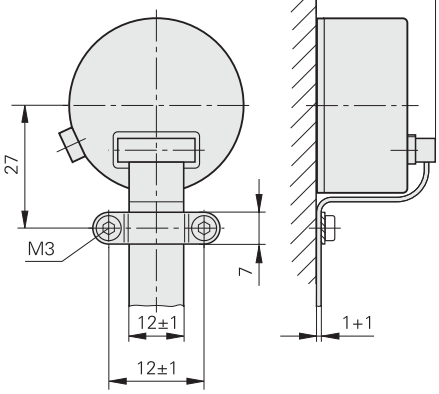


H2



轴向 PCB 插头和圆电缆

H3



轴向 PCB 插头和带状电缆

尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

A = 滚珠轴承
K = 需要的配合尺寸
H1 = 紧定螺钉，偏置 2x90° M3 SW1.5/= 0.6±0.1 Nm
H2 = 附件：带屏蔽联接的圆电缆
H3 = 附件：带屏蔽联接的带状电缆

	a	b
ERO 1420	0.03	± 0.1
ERO 1480	0.02	± **0.05**

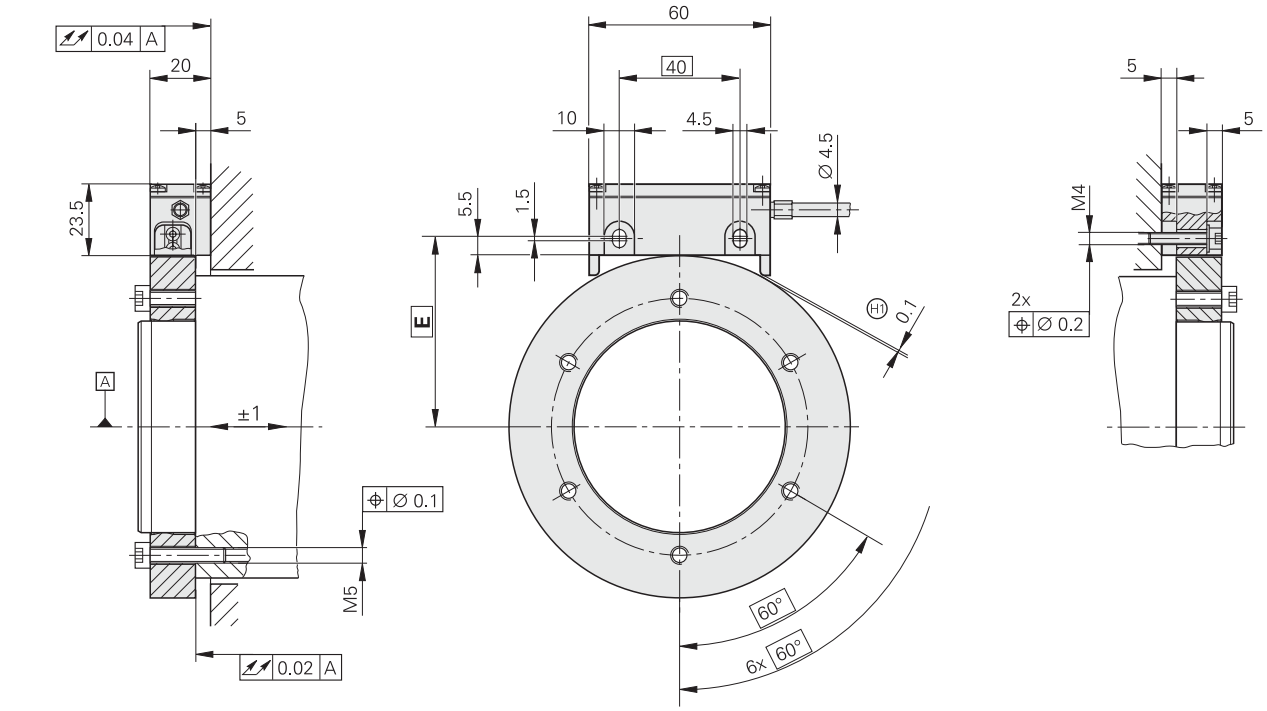
D
∅ 4h6 E
∅ 6h6 E

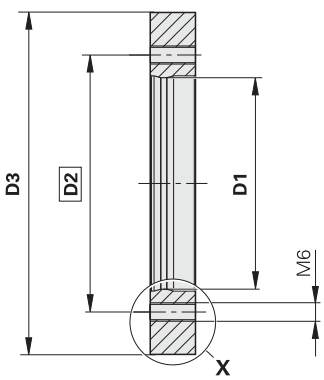
	增量式	
	ERO 1420	**ERO 1480**
增量信号	⊓⊔ TTL	∿ 1 V_{PP}
线数*	512 1000 1024	
系统准确度[1)]/ 分度的准确度[2)]	*512 线：* ± 106"/± 30" *1000 线：* ± 55"/± 15" *1024 线：* ± 53"/± 15"	
参考标记	1 个	
扫描频率 截止频率 (–3dB)	最高 300 kHz –	– ≥180 kHz
电源电压	5 V ± 10%	
电流消耗 (无负载时)	≤150 mA	
电气联接*	通过 12 芯 **PCB 插头**，长度1 m (3.3 ft)的轴向或径向电缆，不带接插件	
最大电缆长度	100 m (329 ft)	150 m (492 ft)
轴 *	底部空心轴， ⌀4 mm、⌀ **6 mm** 或 ⌀8 mm	
转子的转动惯量	*轴 ⌀4 mm：* 0.28 · 10^{-6} kgm^2 *轴 ⌀6 mm：* 0.27 · 10^{-6} kgm^2 *轴 ⌀8 mm：* 0.25 · 10^{-6} kgm^2	
机械允许速度 *n*	≤30000 rpm	
被测轴的 **允许轴向位移**	± 0.1 mm	± 0.05 mm
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)	
最高工作温度	70 ℃ (158 ℉)	
最低工作温度	0 ℃ (32 ℉)	
防护等级 (IEC 60529)	*带 PCB 插头：* IP 00 *带电缆接线端子：* IP 40	
重量	大约 0.07 kg (2.5 oz)	

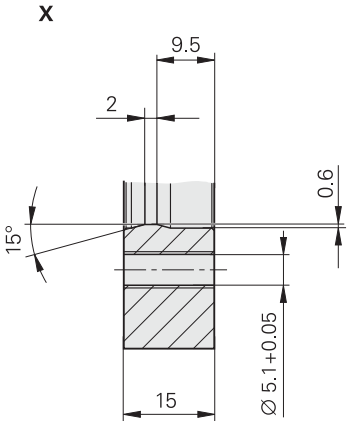
黑体字：这些优选型号供货期较短
***** 在订货时指定
[1)] 在安装前，不包括驱动轴的安装和支撑引起的额外误差
[2)] 关于其它误差，参见测量准确度

ERM 200 系列

集成于电机内的不带内置轴承的旋转编码器
· 用于大型轴，直径可达 ∅295 mm
· 基于磁检测原理







D1	D2	D3	E
∅ 40 –0.001 –0.008	∅ 50	∅ 75.44	43.4
∅ 70 –0.001 –0.008	∅ 85	∅ 113.16	62.3
∅ 80 –0.001 –0.008	∅ 95	∅ 128.75	70.1
∅ 120 –0.001 –0.008	∅ 135	∅ 150.88	81.2
∅ 130 –0.001 –0.008	∅ 145	∅ 176	93.7
∅ 180 –0.001 –0.008	∅ 195	∅ 257.5	134.5
∅ 295 –0.001 –0.008	∅ 310	∅ 326	169.2

尺寸单位：mm

公差：ISO 8015
ISO 2768 - m H

A = 滚珠轴承
H1 = 装配间隙 0.1，用间隙片调整

	增量式 **ERM 220** **ERM 280**						
增量信号	*ERM 220:* ⊓⊔TTL *ERM 280:* ∿1 V_{PP}						
参考标记	1 个						
扫描频率 截止频率 (–3dB)	*ERM 220*：最高 300 kHz *ERM 280*：≥200 kHz						
电源电压	5 V ± 10%						
电流消耗 (无负载时)	≤150 mA						
电气联接	电缆长度 1 m (3.3 ft)，带插头连接器						
最大电缆长度	150 m (492 ft)						
刻度鼓内径*	40 mm	70 mm	80 mm	120 mm	130 mm	180 mm	295 mm
刻度鼓外径*	75.44 mm	113.16 mm	128.75 mm	150.88 mm	176 mm	257.5 mm	326.9 mm
线数	600	900	1024	1200	1400	2048	2600
系统准确度[1]	± 37"	± 25"	± 23"	± 21"	± 20"	± 12"	± 11"
分度的准确度[2]	± 15"	± 10"	± 10"	± 10"	± 10"	± 6"	± 6"
推荐的测量步距 *ERM 220* *ERM 280*	0,2° 0.003°	0,1° 0.002°	0,1° 0.002°	0,1° 0.002°	0,1° 0.002°	0,05° 0.001°	0,05° 0.001°
机械允许速度 *n*	24000 rpm	20000 rpm	18000 rpm	12000 rpm	10000 rpm	8000 rpm	5000 rpm
转子的转动惯量	$0.3 \cdot 10^{-3}$ kgm^2	$1.6 \cdot 10^{-3}$ kgm^2	$2.65 \cdot 10^{-3}$ kgm^2	$3.5 \cdot 10^{-3}$ kgm^2	$7.8 \cdot 10^{-3}$ kgm^2	$38 \cdot 10^{-3}$ kgm^2	$44 \cdot 10^{-3}$ kgm^2
允许的轴向位移	± 1 mm						
振动 (55 至 2000 Hz) **冲击** (6 ms)	≤ 100 m/s^2 (IEC 60068-2-6) ≤1000 m/s^2 (IEC 60068-2-27)						
最高工作温度	100 ℃ (212 ℉)						
最低工作温度	–10 ℃ (14 ℉)						
防护等级 (IEC 60529)	IP 66						
重量 刻度鼓(大约)	0.36 kg	0.71 kg	0.93 kg	0.76 kg	1.3 kg	3.1 kg	1.82 kg
扫描头，包括电缆	大约 0.15 kg						

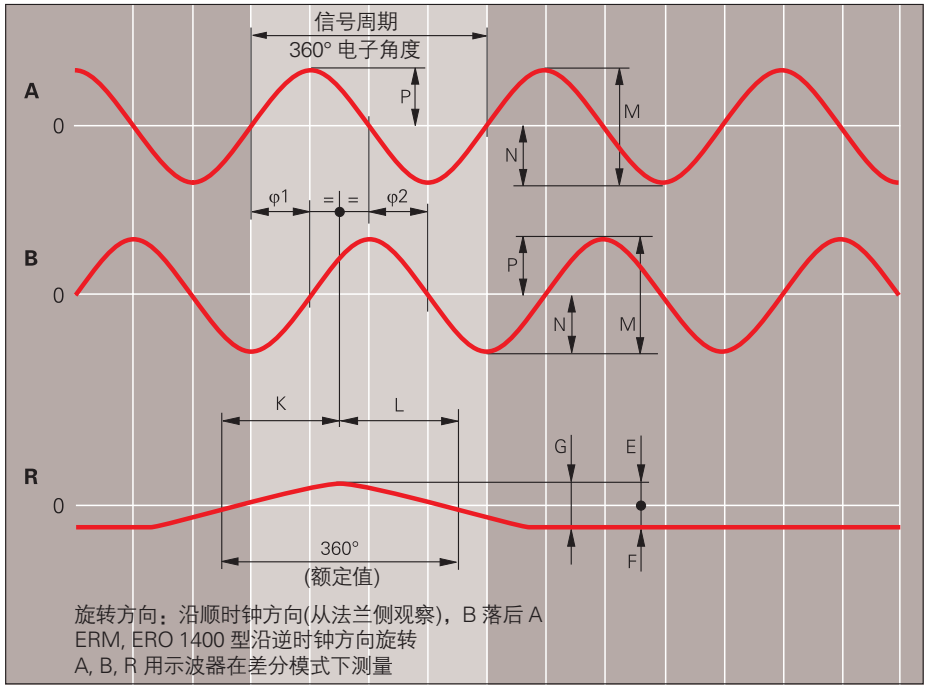
* 在订货时指定，其它版本依需求而定
[1] 安装前，不包括因驱动轴的安装和支撑引起的额外误差
[2] 关于其它误差，参见测量准确度

接口
增量信号 ∿1 VPP

正弦增量信号 A 和 B 相位相差 90° ， 幅值为 1 Vpp。 参考标记信号的有效分量幅值约为 0.5 V。 上述信号幅值为编码器上的电源电压为 Up = 5 V ± 5% 或 5 V ± 10% (参见技术参数) 时，且相关输出设备的终端电阻为 120 Ω 时的测量值。 随着扫描频率提高，信号幅值将减小。

	ERN, ECN, EQN, ERM, ERO	
输出信号	正弦电压信号 ∿ 1 V_{PP}	
增量信号	**2 路近似正弦的信号 A 和 B**	
	信号幅值 M:	0.8 至 1.2 V_{PP} 典型值为 1 V_{PP}
	不对称性 |P – N|/2M:	0.065/0.05[1]
	信号比值 M_A/M_B:	0.8 至 1.25/0.9 至 1.1[1]
	相位角 |φ1 + φ2|/2:	90° ± 10° 电子角/± 5° 电子角[1]
参考标记信号	**1 路或多路尖峰信号 R**	
	有用分量 G:	0.2 至 0.85 V
	信噪比 E、F:	最小 40 mV/100 mV[1]
	零位交叉点 K、L:	180° ± 90° 电子角度
联接电缆	HEIDENHAIN 公司的屏蔽电缆 PUR [4(2 · 0.14 mm^2) + (4 · 0.5 mm^2)]	
电缆长度	最长 150 m (492 ft)，分布电容 90 pF/m	
信号传输时间	6 ns/m	

[1] 仅用于 ERN 138x, ERN 1185, ECN 1x13, EQN 1x25



∿ 1 V_{PP}: 推荐的后续电子设备输入电路

参数
运算放大器，例如 RC 4157
R_1 = 10 kΩ， C_1 = 220 pF
R_2 = 34.8 kΩ， C_2 = 10 pF
Z_0 = 120 Ω
U_B = ± 15 V
U_1 约等于 U_0

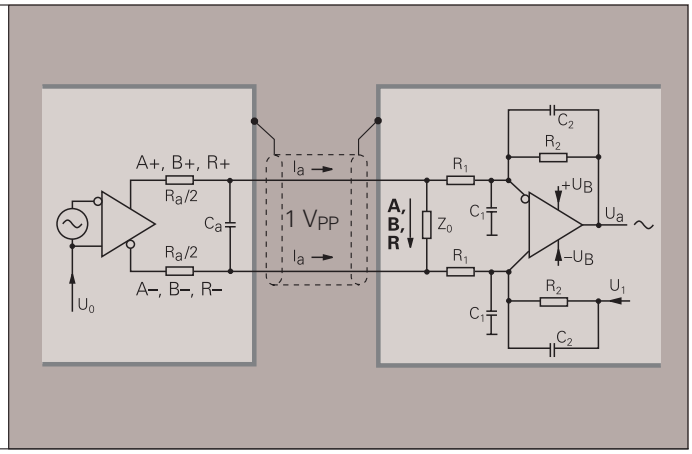
电路的 –3dB 截止频率
约为 450 kHz
约为 50 kHz，当 C1 = 1000 pF 且
C2 = 82 pF 时

电路的输出信号
U_a = 3.48 V_{PP} ，典型值
增益 3.48 倍

监测信号
提供敏感阈值为 250 mVpp的输出监测信号。

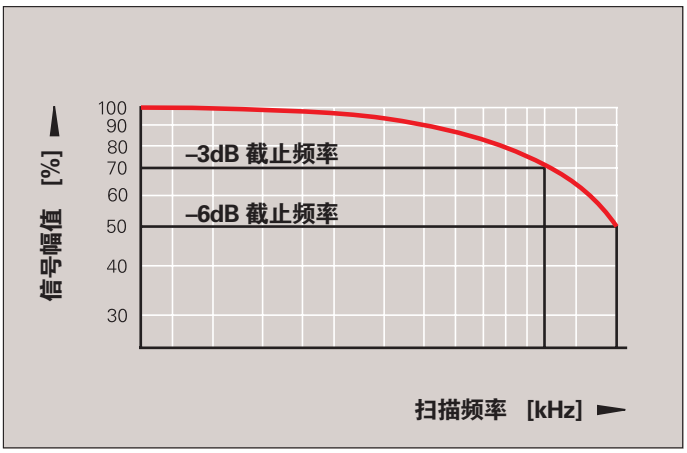
增量信号
参考标记信号

R_a < 100 Ω,
典型值 24 Ω
C_a < 50 pF
ΣI_a < 1 mA
U_0 = 2.5 V ± 0.5 V
(相对于电源 0 V)



截止频率
截止频率是指原始信号的幅值保留有一定比例时的频率。
- –3dB 截止频率：70%的信号幅值
- –6dB 截止频率：50%的信号幅值

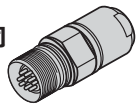
推荐的测量步距
用于速度控制的推荐测量步距主要取决于信号周期和扫描信号的质量。

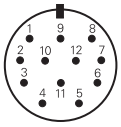


典型的信号幅值与扫描频率之间的关系曲线

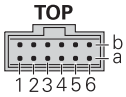
引脚配置

12 芯 HEIDENHAIN 公司 插头联结器

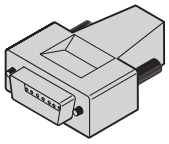


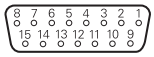


12 芯 PCB 插头



15 芯 D 型插头 孔型

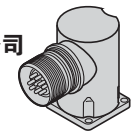


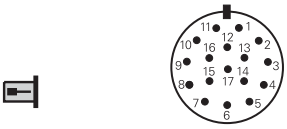


	5	6	8	1	3	4	12	10	2	11	9	7	/
	3	4	6	7	10	12	1	2	9	11	5/8/13/15	14	/
	6b	6a	5b	5a	4b	4a	2a	1a	2b	1b	/	3a	/
	A		B		R		5 V (U_P)	0 V (U_N)	5 V 传感器	0 V 传感器	空	空	空
	+	–	+	–	+	–							
	棕色	绿色	灰色	粉红色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	白色	/	紫色	黄色
							EN 50178						

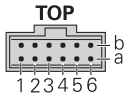
电机内的适配电缆 用于 ERN 1381 系列
Id. Nr. 340111-xx

17 芯 HEIDENHAIN 公司 法兰型插座





12 芯 PCB 插头



	15	16	12	13	3	2	7	10	1	4	5	6	8/9/11/14/17
	6b	6a	5b	5a	4b	4a	2a	1a	2b	1b	–	–	3a/3b
	A		B		R		5 V (U_P)	0 V (U_N)	U_P 传感器	0 V 传感器	温度 [1]		空
	+	–	+	–	+	–					+	–	
	棕色	绿色	灰色	粉红色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	白色	棕色 [1]	白色 [1]	紫色
							EN 50178						

外壳带**屏蔽**；Up = 电源电压。
传感器在内部与各相应电源线相连。

[1] 仅用于电机内的适配电缆

接口
增量信号 ⊓⊔ TTL

输出 TTL 方波信号的旋转编码器内含整形电路，它将正弦检测信号转换成两路相位相差90° 的**方波脉冲信号 U_{a1}、U_{a2}** 和一路由增量信号触发的**参考脉冲 U_{a0}**。**故障信号 $\overline{U_{aS}}$** 指示错误情况，如电源线中断或光源失效等，它可以用在自动生产线等场合中，如关闭机器。内部电路同时提供所有方波脉冲的**反相信号**。方波脉冲 U_{a1} 和 U_{a2} 的组合信号被细分 1、2 或 4份后的相邻边沿的间距就是**一个测量步距**。

为了确保可靠工作，后续电子设备的输入电路必须检测方波脉冲的每一个边沿。为了避免后续电子设备的计数错误，各**边沿间距 a** 均不能超过最大扫描频率所允许的值。最小边沿间距保证在全部工作温度范围内有效。

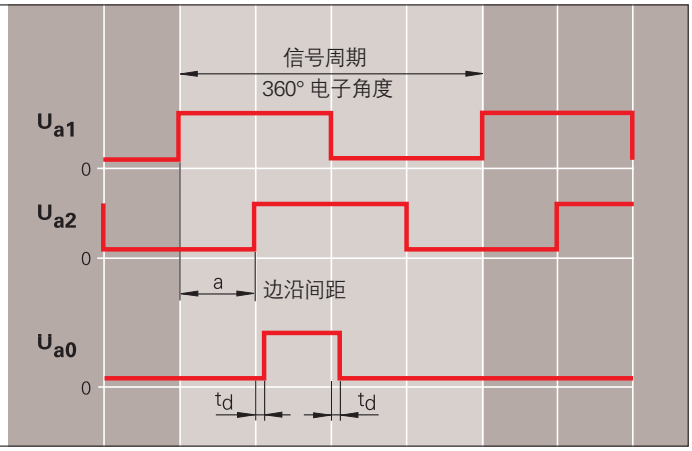
	ERN 420/460, ERN 1x2x, ERO, ROD 42x, ROD 466
输出信号	方波信号 ⊓⊔ TTL
增量信号 边沿间距	2 路 TTL 方波信号 U_{a1}、U_{a2} 及它们的反相信号 $\overline{U_{a1}}$、$\overline{U_{a2}}$ a ≥ 0.4 µs， 扫描频率400 kHz时 a ≥ 0.45 µs， 扫描频率300 kHz时 a ≥ 0.8 µs， 扫描频率160 kHz时 a ≥ 1.3 µs， 扫描频率100 kHz时
参考标记信号 脉冲宽度 信号传输时间	1 路方波信号 U_{a0} 及它的反相信号 $\overline{U_{a0}}$ 90° 电子角度(其余宽度可按需定制) $\lvert t_d \rvert$ ≤ 50 ns
故障检测信号	1 路方波信号 $\overline{U_{aS}}$ (有故障时：低，正常时：高)
信号电平	符合 EIA 的 RS 422 标准的差分线路驱动器 U_H ≥ 2.5 V，同时 $-I_H$ = 20 mA U_L ≤ 0.5 V，同时 I_L = 20 mA
允许负载	R ≥ 100 Ω (所有关联输出之间) $\lvert I_L \rvert$ ≤ 20 mA (每个输出的最大负载) C_{load} ≤ 1000 pF，对 0 V 地 对 0 V 地的输出带有短路保护
切换时间 (10% 至 90%)	上升时间 t_+ ≤ 50 ns，下降时间 t_- ≤ 50 ns 采用 1 m 联接电缆和推荐的输入电路时
联接电缆	HEIDENHAIN 公司的屏蔽电缆 PUR[4(2 × 0.14 mm²) + (4 × 0.5 mm²)]
电缆长度 信号传输时间	最长 100 m ($\overline{U_{aS}}$ 信号最长 50 m)，分布电容为 90 pF/m 6 ns/m

增量信号

旋转方向：
U_{a2} 落后于 U_{a1}
(按顺时针，从法兰方向看)

ERM, ERO 1400 型:
沿逆时针方向旋转

参考标记信号



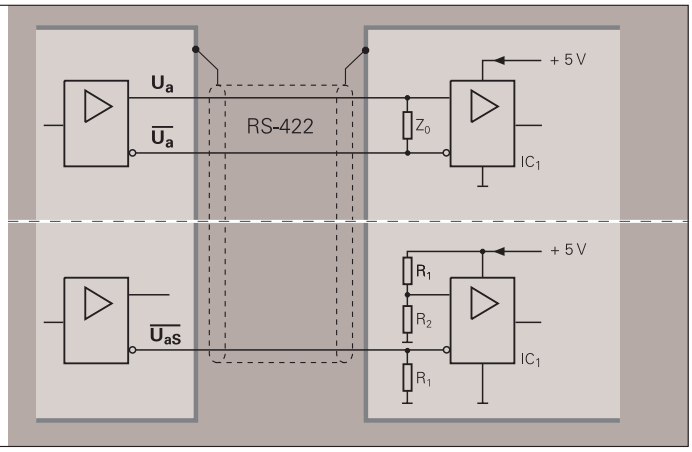
⊓⊔ **TTL：推荐的后续电子设备输入电路**

差分接收电路的推荐参数
AM 26 LS 32
MC 3486
SN 75 ALS 193

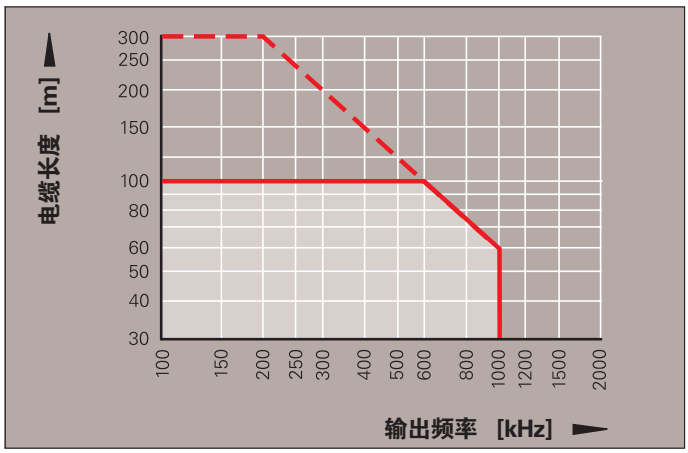
R_1 = 4.7 kΩ
R_2 = 1.8 kΩ
Z_0 = 120 Ω

增量信号
参考标记信号

故障检测信号



电缆长度
当编码器上的电源电压保持在 5V ± 10% 时，方波信号能够在长达 100 m (329 ft) 的电缆中传输给后续电子设备。传感器线使得后续电子设备能够检测到编码器上的电源电压值，需要时，可用线路电压降补偿器进行校正。



允许的电缆长度和输出频率之间的关系

引脚配置

12 芯， HEIDENHAIN 公司的法兰插座或连接器									12 芯， HENDENHAIN 公司的 PCB 插头				
	5	6	8	1	3	4	12	10	2	11	7	9	/
	6b	6a	5b	5a	4b	4a	2a	1a	2b	1b	3a	3b	/
	U_{a1}	$\overline{U_{a1}}$	U_{a2}	$\overline{U_{a2}}$	U_{a0}	$\overline{U_{a0}}$	5 V U_P	0 V U_N	5 V 传感器	0 V 传感器	$\overline{U_{aS}}$	空	空
	棕色	绿色	灰色	粉红色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	白色	紫色	/	黄色
							EN 50 178						

外壳带**屏蔽**；Up = 电源电压
传感器在内部与各相应电源线相连。

电机内的适配电缆用于 ERN 1321 型 Id. Nr. 340 111–xx			17 芯 HEIDENHAIN公司法兰插座								12 芯 PCB 插头		
	15	16	12	13	3	2	7	10	1	4	5	6	8/9/11/14/17
	6b	6a	5b	5a	4b	4a	2a	1a	2b	1b	–	–	3a/3b
	U_{a1}	$\overline{U_{a1}}$	U_{a2}	$\overline{U_{a2}}$	U_{a0}	$\overline{U_{a0}}$	5 V (U_P)	0 V (U_N)	U_P 传感器	0 V 传感器	温度 [1] +	温度 [1] –	空
	棕色	绿色	灰色	粉红色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	白色	棕色 [1]	白色 [1]	紫色
							EN 50 178						

外壳带**屏蔽**；Up = 电源电压。
传感器在内部与各相应电源线相连。

[1] 仅用于电机内的适配电缆

接口

增量信号 ⊓⊔ HTL

输出 HTL 方波信号的旋转编码器内含整形电路，它将正弦检测信号转换成两路相位相差90° 的**方波脉冲信号 U_{a1}、U_{a2}** 和一路由增量信号触发的**参考脉冲 U_{a0}**。**故障信号 $\overline{U_{aS}}$** 指示错误情况，如电源线中断或光源失效等。内部电路同时提供所有方波脉冲的**反相信号** (ERN 1x30 型除外)。

方波脉冲 U_{a1} 和 U_{a2} 的组合信号被细分 1、2 或 4 份后的相邻边沿的间距就是**一个测量步距**。

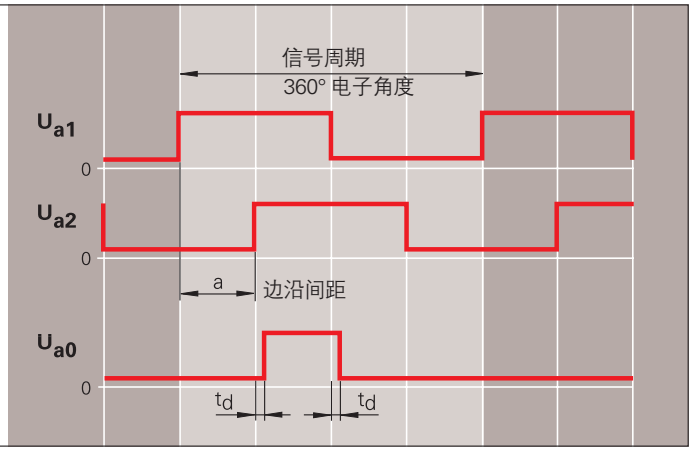
为了确保可靠工作，后续电子设备的输入电路必须检测方波脉冲的每一个边沿。为了避免后续电子设备的计数错误，各**边沿间距 a** 均不能超过最大扫描频率所允许的值。最小边沿间距保证在全部工作温度范围内有效。

	ERN 430, ERN 1x30, ROD 43x
输出信号 **增量信号** 边沿间距	方波信号 ⊓⊔HTL 2 路 HTL 方波信号 U_{a1}、U_{a2} 及它们的反相信号 $\overline{U_{a1}}$、$\overline{U_{a2}}$ (ERN 1x30 型无反相信号 $\overline{U_{a1}}$、$\overline{U_{a2}}$) a ⩾ 0.45 µs， 扫描频率300 kHz时 a ⩾ 0.8 µs， 扫描频率160 kHz时 a ⩾ 1.3 µs， 扫描频率100 kHz时
参考标记信号 脉冲宽度 信号传输时间	1 路方波信号 U_{a0} 及其反相信号 $\overline{U_{a0}}$ (ERN 1x30 型无反相信号 $\overline{U_{a0}}$) 90° 电子角度(其余宽度可按需定制) |td| ⩽ 50 ns，门控触发的参考脉冲
故障检测信号	1 路方波信号 $\overline{U_{aS}}$ (有故障时：低，正常时：高)
信号电平	U_H ⩾ 21 V，同时 $-I_H$ = 20 mA U_L ⩽ 2.8 V，同时 I_L = 20 mA 电源电压 U_P = 24 V，无电缆
允许负载	|I_L| ⩽ 100 mA (每个输出的最大负载，$\overline{U_{as}}$ 除外) C_{load} ⩽ 10 nF，对 0 V 地 对 0 V 地的输出带有短路保护 ($\overline{U_{as}}$ 除外)
切换时间 (10% 至 90%)	上升时间 t_+ ⩽ 200 ns，下降时间 t_- ⩽ 200 ns 采用 1 m 联接电缆和推荐的输入电路时
联接电缆 电缆长度 信号传输时间	HEIDENHAIN 公司的屏蔽电缆 PUR[4(2 × 0.14 mm²) + (4 × 0.5 mm²)] 最长 300 m (ERN 1x30 型最长 100 m) 6 ns/m

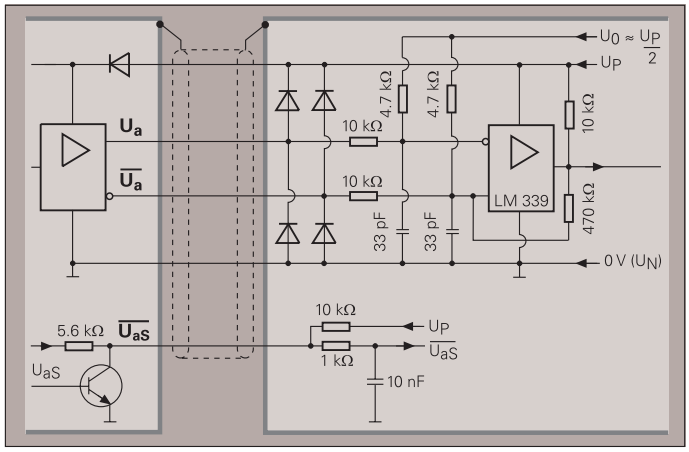
增量信号

旋转方向：
U_{a2} 落后于 U_{a1}
(按顺时针，从法兰方向看)

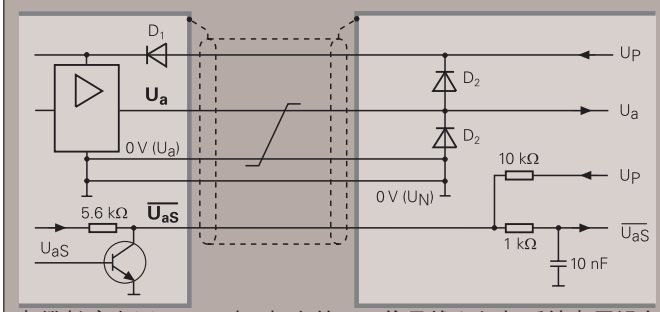
参考标记信号



⊓⊔ HTL：推荐的后续电子设备输入电路

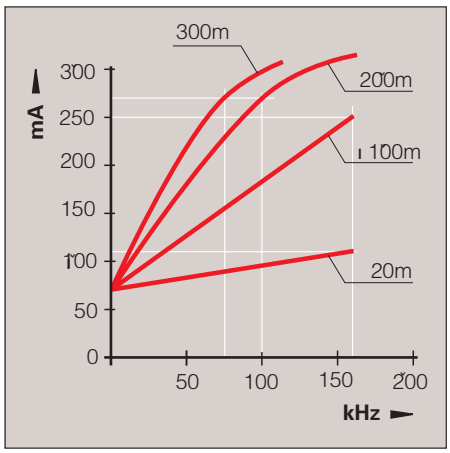


ERN 1030

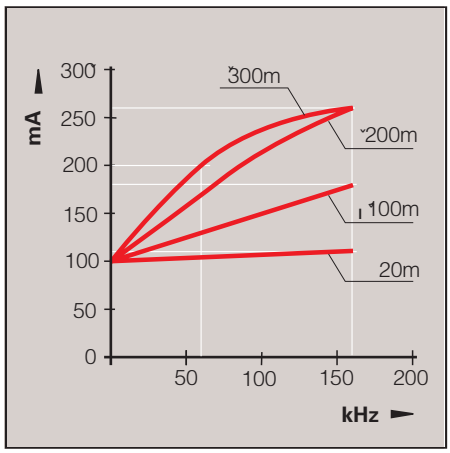


电缆长度大于 50 m 时，相应的 0 V 信号线必须与后续电子设备的 0 V 线相连，以增强抗干扰能力

电流消耗
输出 HTL 信号的旋转编码器的电流消耗取决于输出频率和到后续电子设备的电缆长度。右图所示为用 HEIDENHAIN公司 的 12 芯电缆进行推挽式信号传输时的典型曲线。最大电流消耗可大于 50 mA。

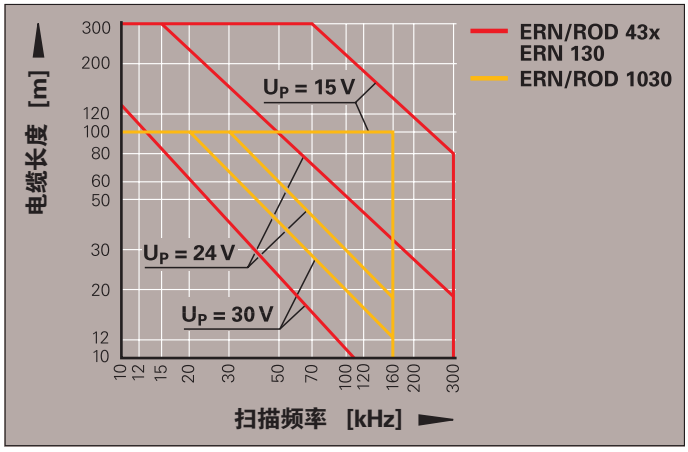


U_P = 24 V 时的典型电流消耗



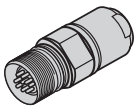
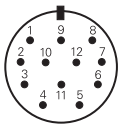
U_P = 15 V 时的典型电流消耗

电缆长度
对于输出 HTL 信号的增量式旋转编码器，允许的电缆长度取决于扫描频率和有效的电源电压。限制电缆长度是为了保证正确的切换时间和输出信号边沿的陡度。

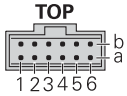


引脚配置

12 芯 HEIDENHAIN 公司的法兰插座或连接器

12 芯 HEIDENHAIN 公司的 PCB 插头



	5	6	8	1	3	4	12	10	2	11	7	/
	6b	6a	5b	5a	4b	4a	2a	1a	2b	1b	3a	/
	U_{a1}	$\overline{U_{a1}}$	U_{a2}	$\overline{U_{a2}}$	U_{a0}	$\overline{U_{a0}}$	**10 – 30 V** U_P	**0 V** U_N	**10 – 30 V** 传感器	**0 V** 传感器	$\overline{U_{aS}}$	空
	棕色	绿色	灰色	粉红色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	白色	紫色	黄色
							EN 50 178					

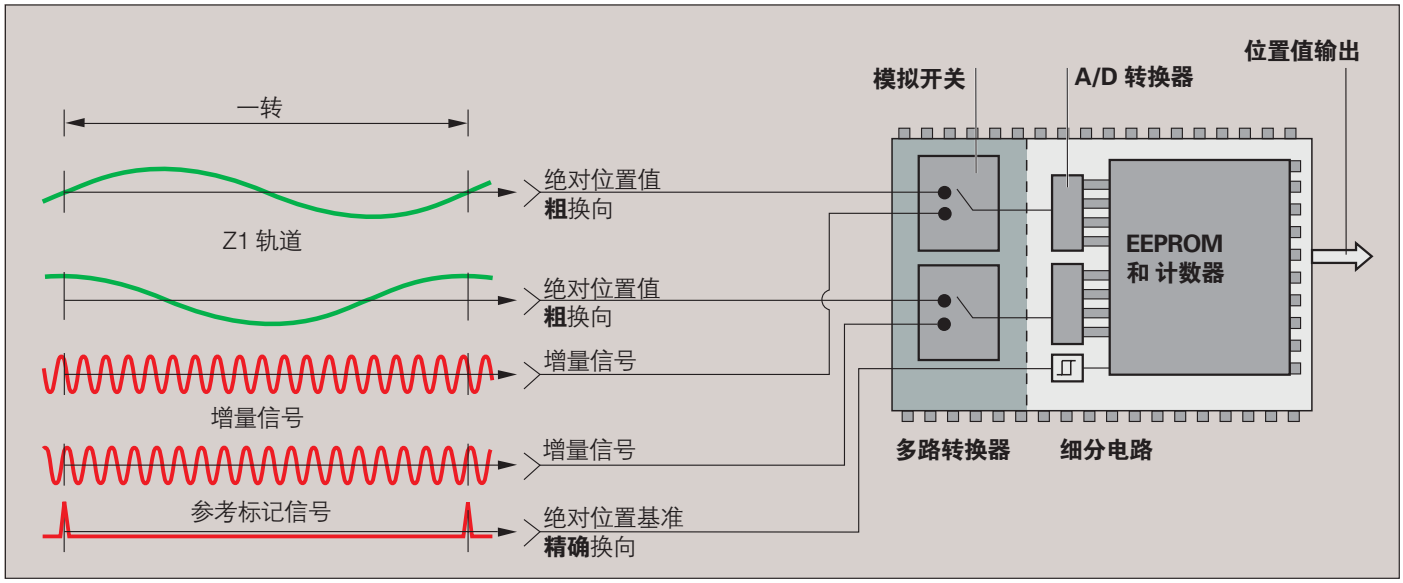
外壳带**屏蔽**；**Up** = 电源电压。
传感器在内部与各相应电源线相连。
ERN 1x30 型没有反相信号$\overline{U_{a1}}$，$\overline{U_{a2}}$和$\overline{U_{a0}}$。

接口
用于正弦换向的换向信号

换向信号 C 和 D 来源于名称为 Z1 的轨道，它每转输出一个正弦信号或余弦信号，典型的信号幅值为 1 Vpp。 推荐的后续电子设备输入电路与∿1 Vpp 接口相同。

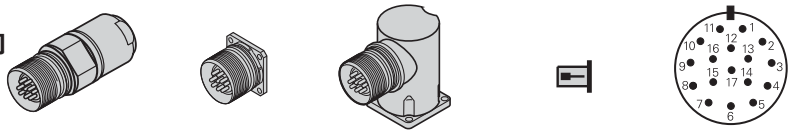
	ERN 1085, ERN 1185, ERN 1387
输出信号 **换向信号**	正弦电压信号∿1 Vpp **2 路近似正弦的信号 C 和 D** 关于信号电平，参见增量信号 ∿1 Vpp
联接电缆 电缆长度 信号传输时间	HEIDENHAIN 公司的屏蔽电缆 PUR [4(2 x 0.14 mm²) + 4(2 x 0.14 mm²) + (4 x 0.5 mm²)] 最长 150 m (492 ft) 6 ns/m

采用 Z1 轨道的电子换向

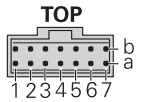


引脚配置

17 芯 HEIDENHAIN 公司连接器或法兰插座



14 芯 HEIDENHAIN 公司的 PCB 插头



	15	16	12	13	3	2	7	10	1	4	11
	6b	2a	3b	5a	4b	4a	1b	5b	7a	3a	–
	A		B		R		U_P	0 V (U_N)	U_P [1] 传感器	0 V [1] 传感器	内部屏蔽
	+	–	+	–	+	–					
	绿色/黑色	黄色/黑色	蓝色/黑色	红色/黑色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	白色	/
							EN 50 178				

	14	17	9	8	5	6
	7b	1a	2b	6a	–	–
	C		D		温度 [2]	
	+	–	+	–	+	
	灰色	粉红色	黄色	紫色	绿色	棕色

外壳带**屏蔽**；Up = 电源电压。
传感器在内部与各相应电源线相连。
空引脚和空线不得使用！

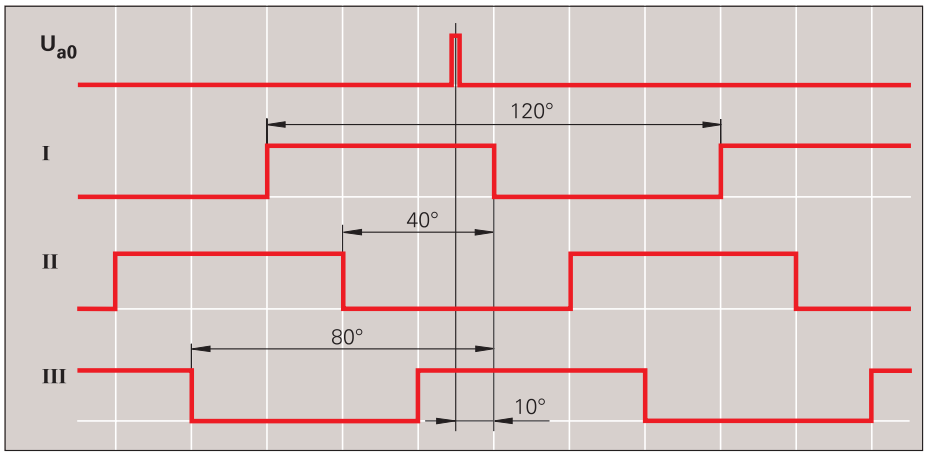
[1] 通过电机内的适配电缆提供 7 V 至 12 V 电源时无定义
[2] 仅用于电机内的适配电缆

用于条块式换向的换向信号

条块式换向信号 I 、II 和 III 来自于三条独立的绝对式轨道，它们作为方波信号用 TTL 电平传输。

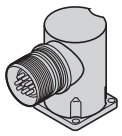
	ERN 1326
输出信号	方波信号⊓⊔TTL
换向信号	三路方波信号 I 、II 、III 和它们的反相信号 $\overline{I}$ 、$\overline{II}$ 、$\overline{III}$
宽度	120° 机械相位，用于 3 芯或 6 芯电机 90° 机械相位， 用于 4 芯或8芯电机
信号电平	参见增量信号⊓⊔TTL
联接电缆	HEIDENHAIN 公司的屏蔽电缆 PUR [4(2 x 0.14 mm^2) + 4(2 x 0.14 mm^2) + (4 x 0.5 mm^2)]
电缆长度	最长 100 m (329 ft)
信号传输时间	6 ns/m

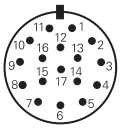
条块式换向的换向信号序列



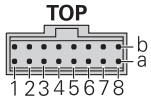
引脚配置

17 芯 HEIDENHAIN 公司的法兰插座





16芯 HEIDENHAIN PCB 插头



	15	**16**	**12**	**13**	**3**	**2**	**7**	**10**	**1**	**11**
	5b	**5a**	**4b**	**4a**	**3b**	**3a**	**1b**	**1a**	**2b**	**–**
	U_{a1}	**$\overline{U_{a1}}$**	**U_{a2}**	**$\overline{U_{a2}}$**	**U_{a0}**	**$\overline{U_{a0}}$**	**5 V** (U_P)	**0 V** (U_N)	**U_P** 传感器	**内部屏蔽**
	绿色/黑色	黄色/黑色	蓝色/黑色	红色/黑色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	/
							EN 50 178			

	/	**5**	**6**	**14**	**17**	**9**	**8**
	2a	**8b**	**8a**	**6b**	**6a**	**7b**	**7a**
	$\overline{U_{aS}}$	**I**	**$\overline{I}$**	**II**	**$\overline{II}$**	**III**	**$\overline{III}$**
	/	绿色	棕色	灰色	粉红色	紫色	黄色

外壳带**屏蔽**；**Up** = 电源电压。
传感器在内部与各相应电源线相连。
空引脚和空线不得使用！

接口
EnDat 2.1 绝对位置值

应用于绝对式旋转编码器的 EnDat 接口 (**En**coder **Dat**a) 是一种**双向**接口，能够在输出**绝对位置值**的同时，获取或更新存储在编码器中的数据。由于采用**串行数据传输**，它只需要**四条数据线**，传输内容 (即位置值或参数) 用从后续电子设备送至编码器的模式指令选定。传输过程用后续电子设备提供的时钟 CLOCK信号**同步**。

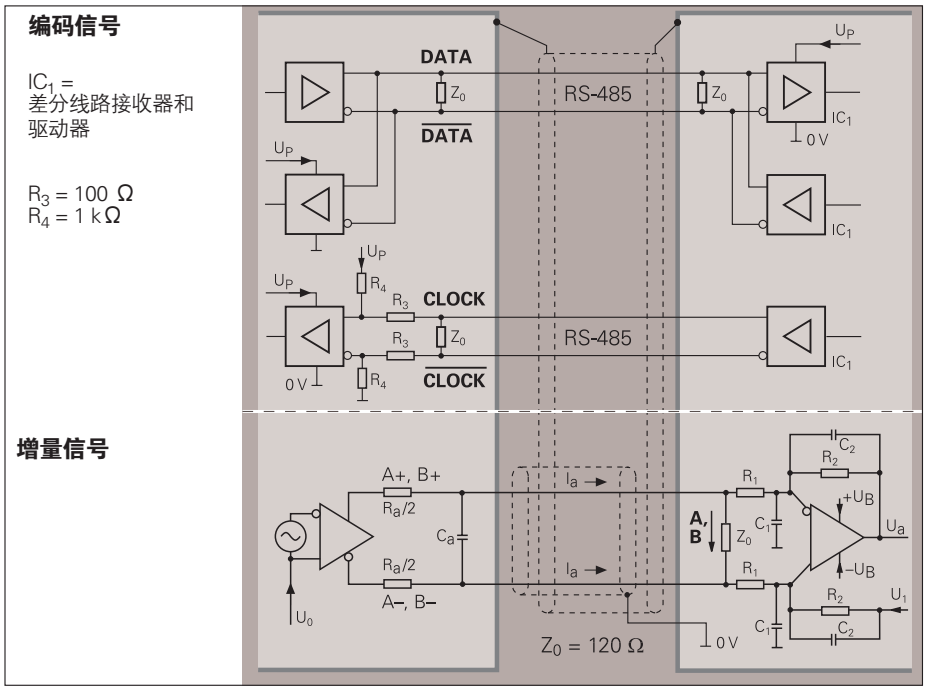
接口	EnDat 2.1 (串行双向)
编码信号	
数据输入	CLOCK、$\overline{\text{CLOCK}}$ 及 DATA、$\overline{\text{DATA}}$信号均符合EIA的RS–485标准要求的差分线路接收器 终端电阻 Z_0 = 120 Ω
数据输出	DATA、$\overline{\text{DATA}}$信号符合EIA的RS–485标准要求的差分线路接收器
信号电平	差分电压输出 >1.7V，带 120 Ω 负载*) (EIA的RS–485标准)
编码类型	纯二进制码
旋转方向	顺时针方向旋转时(从法兰方向看)，码值增加
增量信号	∿ 1 V_{PP} (参见 *增量信号 1 V_{PP}*)
联接电缆	HEIDENHAIN 公司的屏蔽电缆 PUR [(4 x 0.14 mm) + 2(4 x 0.14 mm^2) + (4 x 0.5 mm^2)]
电缆长度	最长 150 m (492 ft)，分布电容为 90 pF/m
信号传输时间	6 ns/m

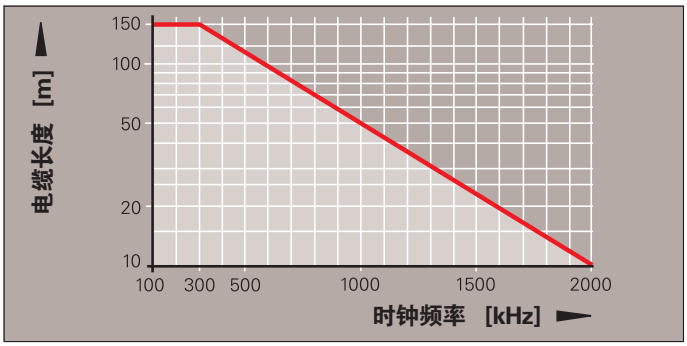
*) 终端及接收器的输入电阻

EnDat接口的优点

- **单一接口**适用于所有绝对式旋转编码器，后续电子设备能够自动区分 EnDat 类型和 SSI 类型的接口。
- 附加的**增量输出信号** (选择：用于高度动态的控制环路)。
- 在编码器安装时，可**自动进行参数配置**，因为后续电子设备所需要的全部信息都已存储于编码器中。
- **降低线路成本**，标准应用只需要六根线。
- **系统安全性高**，后续电子设备能够通过得到的报警和警告信息进行监控和诊断，而不需要额外的线路。
- **传输时间最短**，采用与编码器的分辨率相适应的数据字长度和高的时钟频率。
- **高传输可靠性**， 运用循环冗余码校验。
- **零点**可以根据编码器中的偏置值**浮动**。
- 绝对位置值和增量信号的输出相互独立，因而可以构成**冗余系统**。

EnDat 接口：推荐的后续电子设备输入电路





允许的时钟频率和电缆长度的关系

EnDat 接口功能

EnDat 接口输出**绝对位置值**，允许读、写**编码器中的储存器**。有些编码器还可选择提供**增量式信号**。

传输模式的选择

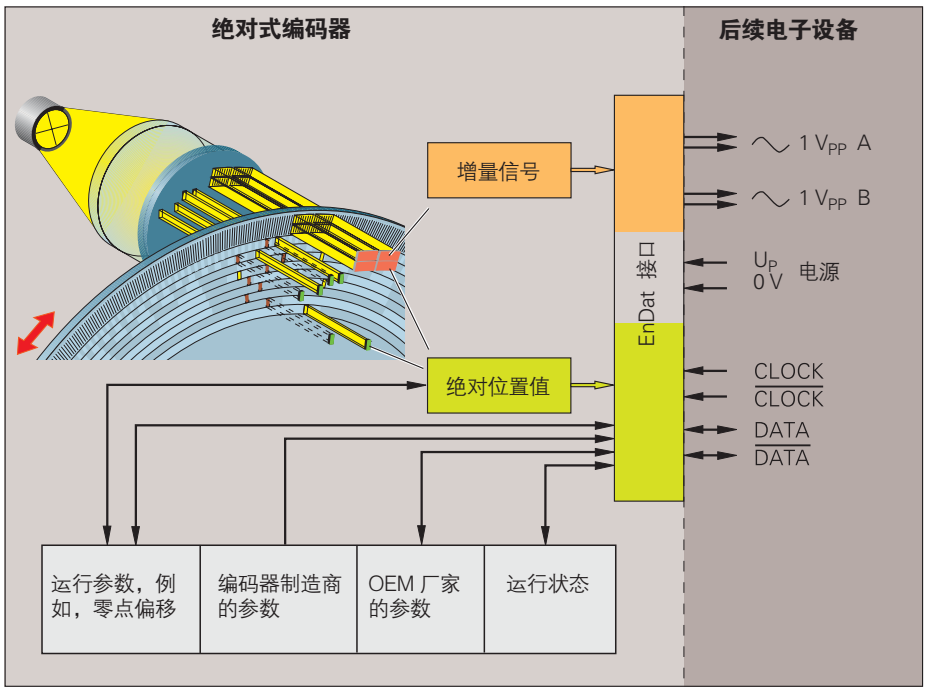
位置值和存储器内容都通过数据线串行传输。传输模式通过定义的**模式指令**确定。每种模式指令由三位组成，为了保证传输的可靠性，每一位的反码同时也被发送。如果编码器收到一个无效的指令，即发回一个出错信息。有效的指令如下：

- 编码器发送绝对位置值
- 选择存储器区域
- 编码器发送或接收上次定义的存储器区域中的参数
- 编码器发送测试值
- 编码器接收测试指令
- 编码器接收 RESET 信号

参数

编码器提供一系列的存储器区域供后续电子设备读取。其中一些区域能够被编码器制造商、 OEM 厂家甚至最终用户写入数据；而另一些区域则被写保护。

这些参数绝大部分情况下均被 OEM 厂家设置，在很大程度上定义了编码器和 EnDat 接口的功能。 因此， 当一台 EnDat 编码器被调换时，保证其参数的正确设置非常重要。 错误的设置会引发故障。如果对参数的正确设置有任何疑问，敬请咨询 OEM 厂家。



方框图：带 EnDat 接口的绝对式编码器

编码器的存储器区域

编码器制造商参数
这个写保护区域包含**编码器的全部规格信息**，例如，编码器类型 (直线编码器、角度编码器、单转/多转等)、 信号周期、 每转的位置值数目、绝对位置值的传输格式、旋转方向、最高允许速度、和转速相关的准确度、有效的报警和警告类型、部件号及序列号等。这些信息构成了**自动参数配置**的基础。

OEM 厂商参数
OEM厂商在这个可自由定义的区域存储它自己的信息。 例如，电机制造商可以在集成进去的编码器中存放电机的“电子身份标签”，标明马达的型号、最大额定电流等。

运行参数
这个区域供客户写入**零点**信息。它可以被写保护。

运行状态
这个存储器区域提供诊断用的详细报警和警告信息。 可以查询 OEM 厂商参数和运行参数，还可以激活它们的**写保护**状态。但是，该状态一旦激活，便不可逆转。

监控和诊断功能

报警和警告信号
EnDat 接口允许对编码器进行广泛的监控而不需要额外的传输线路。

报警信号在出现可能引起位置值错误的故障时给出。这时，数据字中的报警位被置位。报警条件包括：例如，

- 光源失效
- 信号幅度不足
- 位置值计算错误
- 工作电压太高或太低
- 电流消耗太大

警告信息表明，编码器的一些极限值，如转速、光源亮度调压器的补偿值等，被达到或超过，但尚未造成测量位置值错误。它提供预先维护功能，以减少怠机时间。

每种编码器支持的报警和警告信息均存储在制造商参数区域。

可靠的数据传输
为了增强数据传输的可靠性，采用了对数据字中的个体位进行逻辑处理的**循环冗余校验**技术 (CRC)。5 位长的 CRC 码包含在每一个传输过程中，它被接收电路解码并与数据字进行比较。这样，极大地消除了数据传输过程中因干扰所引发的错误。

数据传输
EnDat 接口的数据传输类型有两种：位置值传输和参数传输。

位置值传输的控制周期
后续电子设备发出**时钟**信号，用来同步编码器的输出。没有传输时，时钟线为高电平；传输循环开始于时钟线的第一个下降沿，编码器储存测量值并开始计算位置值。

两个时钟脉冲 (2T) 后，后续电子设备发送编码器位置值传输**模式指令**。

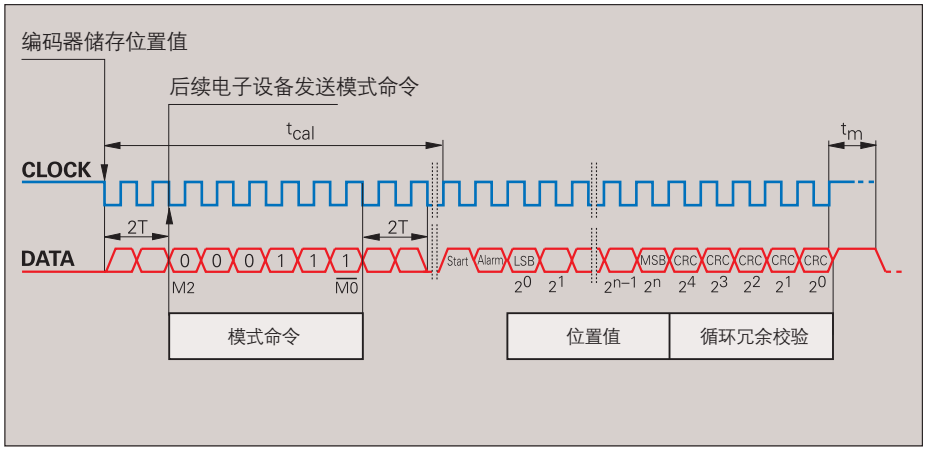
编码器计算完绝对位置值后 (t_{cal} – 参见列表)，以一个**起始位**开始向后续电子设备传输数据。

随后用于监控功能和故障诊断的**报警位**被传送。如果编码器出现一个能够引起位置值错误的故障，报警位有效。引起报警的确切原因存储在运行状态存储器区域，可以被查询。

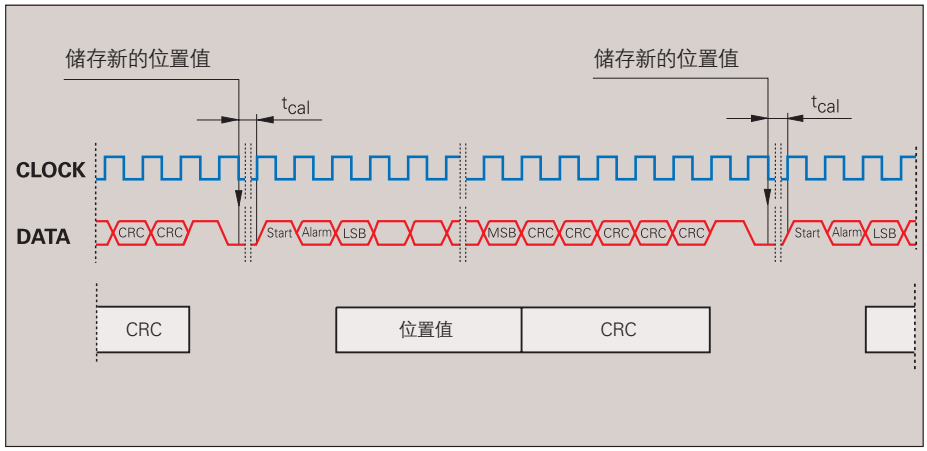
然后，从最低有效位 (LSB) 开始传送**绝对位置值**，其长度和存储在制造商存储器区域的编码器种类有关。由于 EnDat接口不必象 SSI 接口一样填充多余的 0 位，其向后续电子设备发送位置值的时间被缩至最短。

数据传输中包含了**循环冗余校验** (CRC)。

断续时钟
断续时钟是专为如闭环控制等用的时间 – 时钟系统设计的。在数据字之后，时钟信号被置为高电平，延续 t_m (10 至 30 µ s) 长的时间后，数据线恢复低电平，即可由时钟信号启动新的一次传输。



连续时钟
连续时钟为快速获取测量值而设计，此时，EnDat 接口的时钟是连续的。在最后一位CRC码送出后，数据线立即切换为高电平，保持一个时钟周期后变为低电平。在紧邻的下一个时钟的下降沿，位置值被储存，并在起始位和报警位后随时钟脉冲同步送出。由于只需要在传输第一个数据前向编码器发送一次位置值传输模式指令，因而在连续时钟模式下，每传送一个位置值可以缩短 10 个时钟周期。



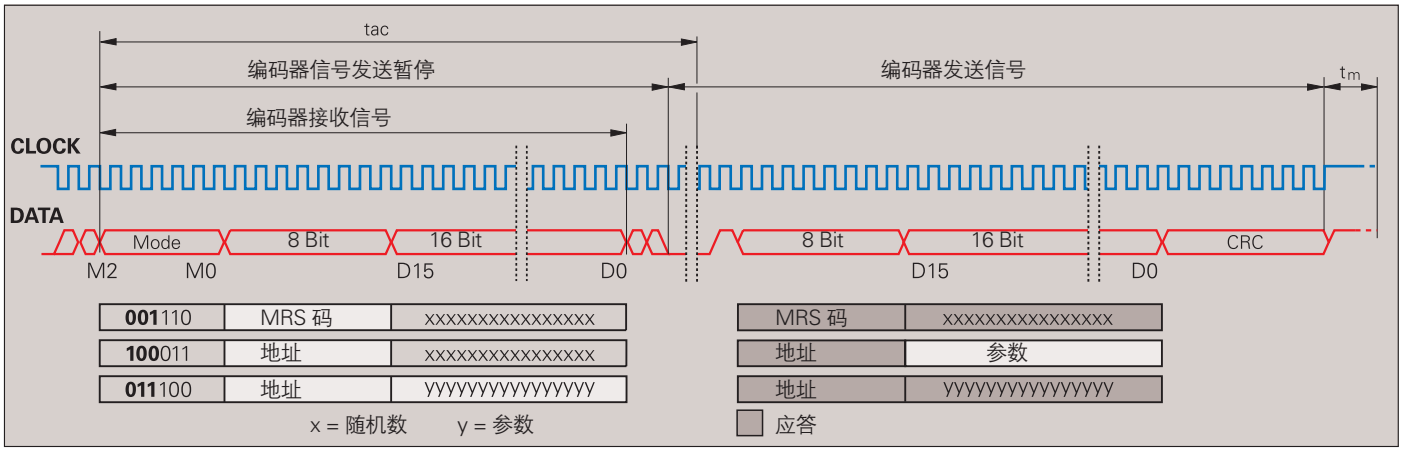
		ROC, ECN, ROQ, EQN[1]	ECI/EQI	RCN[2]	LC[3]
时钟频率	f_C	100 kHz 至 2 MHz			
计算时间					
位置值	t_{cal}	250 ns	5 µs	10 µs	1 ms
参数	t_{ac}	最大 12 ms	最大 12 ms	最大 12 ms	最大 12 ms
恢复时间	t_m	10 至 30 µs			
HIGH 脉冲宽度	t_{HI}	0.2 至 10 µs			
LOW 脉冲宽度	t_{LO}	0.2 µs 至 50 ms			0.2 至 30 µs

[1]也可参见***旋转编码器***样本；
[2]参见***角度编码器***样本；
[3]参见***封闭式光栅尺***样本。

参数传输的控制周期
(模式指令001110)
在参数传输前，存储器区域必须由选择存储器模式指令和相继的存储器范围选择码(MRS) 所指定。可用的存储器区域种类储存在制造商参数中。由于要对不同的存储器区域进行访问，其计算时间tcal可能长达 12 ms。

从编码器读参数
(模式指令100011)
存储器区域选定后，后续电子设备按顺序发送一组完整的通讯协议数据：编码器传输参数模式指令、8 位地址和 16位的随机数据。编码器的应答为：8 位地址的副本和 16 位的参数值。传输循环中包括 CRC 校验。

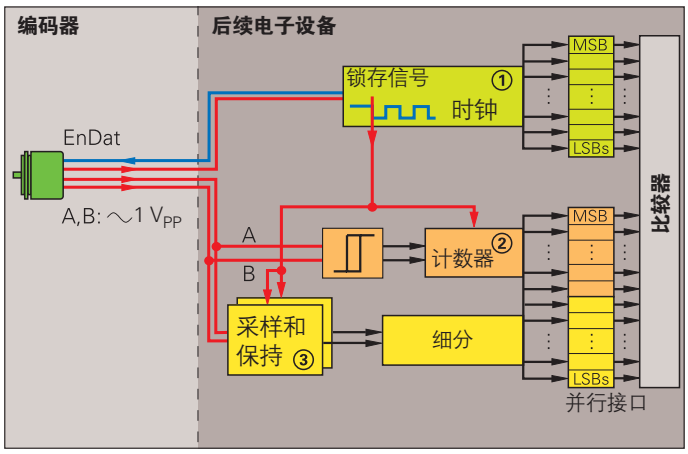
向编码器写参数
(模式指令011100)
存储器区域选定后，后续电子设备按顺序发送一组完整的通讯协议数据：编码器接收参数模式指令、8位地址和 16位的参数值。编码器的应答为重复 8 位地址和 16 位参数值。传输循环中包括 CRC 校验。



增量信号与串行传输的码值的同步
带 EnDat 接口的绝对式编码器能够精确地同步增量信号与串行传输的绝对位置值。在后续电子设备的时钟信号的第一个下降沿 (锁存信号)，编码器中的各个轨道的检测信号、计数器和供后续电子设备细分用的正弦增量信号的A/D转换值同时被锁存。

串行接口传送的码值确切地对应于一个增量信号周期，位置值绝对位于这个增量信号周期之内。所以，后续电子设备能够将增量信号的细分值直接加在串行传输的码值上。

在开机并传送完初始值后，后续电子设备就得到了两个冗余的位置值。无论联接电缆有多长，带 EnDat接口的编码器都能够保证串行传输的位置值与增量信号精确地同步，所以，后续电子设备可以对这两个值进行比较以监控工作状态。由于 EnDat 接口的传输时间很短，小于 50 μs，使得在高转速时也能进行监控。这些特性是现代机床设计及安全概念的基础。



EnDat 引脚配置

17 芯 HEIDENHAIN 公司连接器或法兰插座									**12 芯 PCB 插头**		
	15	**16**	**12**	**13**	**3**	**2**	**7**	**10**	**1**	**4**	**11**
	2a	**5b**	**4a**	**3b**	**–**	**–**	**1b**	**4b**	**6a**	**3a**	**–**
	A		**B**		**空**	**空**	**U_P**	**0 V** (U_N)	**U_P** [1] 传感器	**0 V** [1] 传感器	**内部屏蔽**
	+	–	+	–							
	绿色/黑色	黄色/黑色	蓝色/黑色	红色/黑色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	白色	/
							IEC 742 EN 50 178				

	14	**17**	**8**	**9**	**5**	**6**
	6b	**1a**	**2b**	**5a**	**–**	**–**
	DATA	**$\overline{DATA}$**	**CLOCK**	**$\overline{CLOCK}$**	**温度** [2]	
					+	–
	灰色	粉红色	紫色	黄色	棕色 [2]	白色 [2]

外壳带**屏蔽**；**Up** = 电源电压。
传感器在内部与各相应电源线相连。
空引脚和空线不得使用！

[1] 通过电机内的适配电缆提供 7 V 至 12 V 的电源时无定义
[2] 仅用于电机内的适配电缆

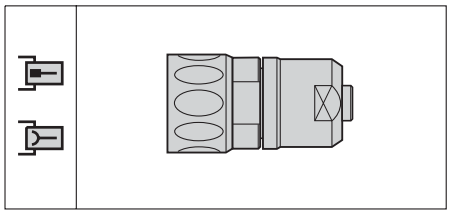
15 芯 D 型插头，针形， 在用于 IK 115 的 HEIDENHAIN 公司适配电缆上						**15 芯 D 型 插头，孔形，** 在用于 HEIDENHAIN 控制器和 IK 220 的 HEIDENHAIN 公司的联接电缆上					
	1	**9**	**3**	**11**	**14**	**7**	**4**	**2**	**12**	**10**	**6**
	3	**4**	**6**	**7**	**10**	**12**	**1**	**2**	**9**	**11**	**13**
	A		**B**		**空**	**空**	**U_P**	**0 V** (U_N)	**U_P** 传感器	**0 V** 传感器	**内部屏蔽**
	+	–	+	–							
	绿色/黑色	黄色/黑色	蓝色/黑色	红色/黑色	红色	黑色	棕色/绿色	白色/绿色	蓝色	白色	/
							EN 50 178				

	5	**13**	**8**	**15**
	5	**8**	**14**	**15**
	DATA	**$\overline{DATA}$**	**CLOCK**	**$\overline{CLOCK}$**
	灰色	粉红色	紫色	黄色

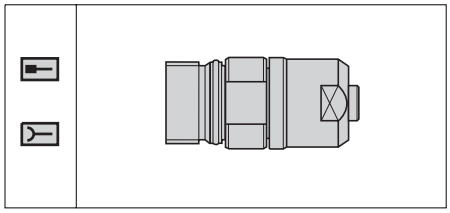
外壳带**屏蔽**；**Up** = 电源电压。
传感器在内部与各相应电源线相连。
空引脚和空线不得使用！

接插件和电缆
概述

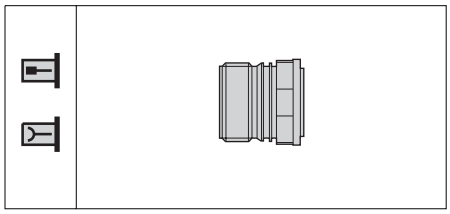
插头：是指一类带球形凸起圈的接插件，其触点可以是针形或孔形。



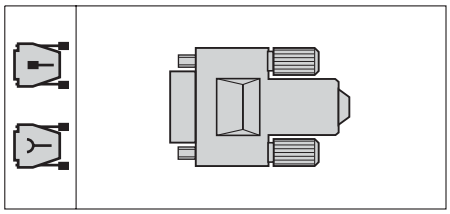
插头连接器：是指一类带外螺纹的接插件，其触点可以是针形或孔形。



法兰型插座：是指一类永久安装在编码器装配块或机器外壳上的带外螺纹的接插件，其触点可以是针形或孔形。



D 型插头：用于 HEIDENHAIN 公司的控制器、计数卡和 IK 系列绝对值卡。

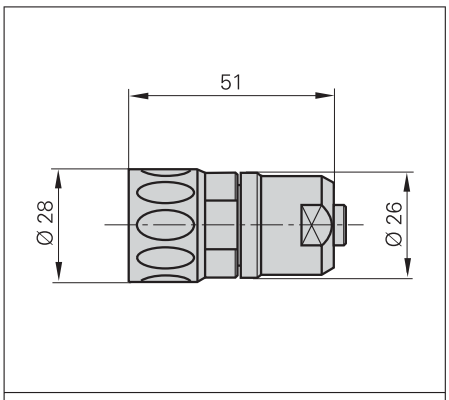


无论何种连接元件，插头上的**引脚编号**方向均与法兰插座的插头连接器上的引脚编号方向相反。

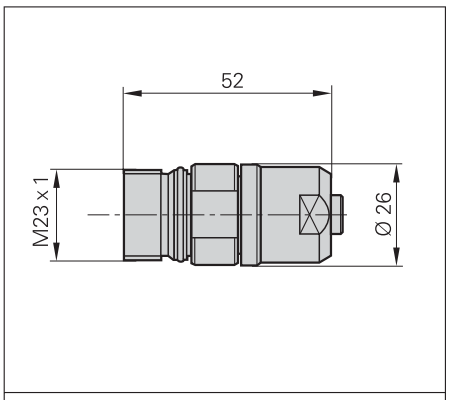
针形触点

孔形触点

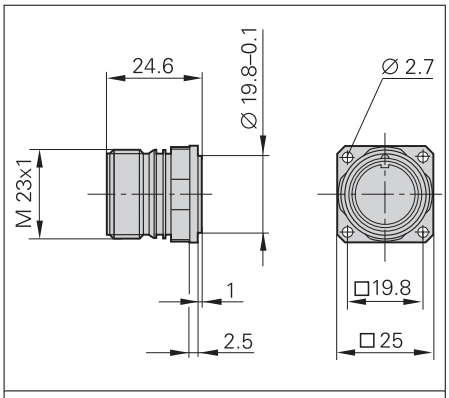
当接插件连接在一起时，提供 IEC 60 529 标准的 IP 67 等级 (D型插头：IP30)的**防护功能**；没有连接时，无防护功能。



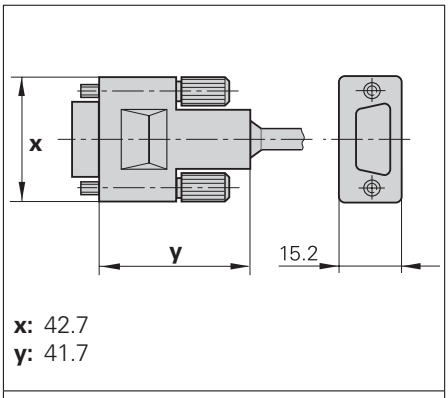
插头，绝缘



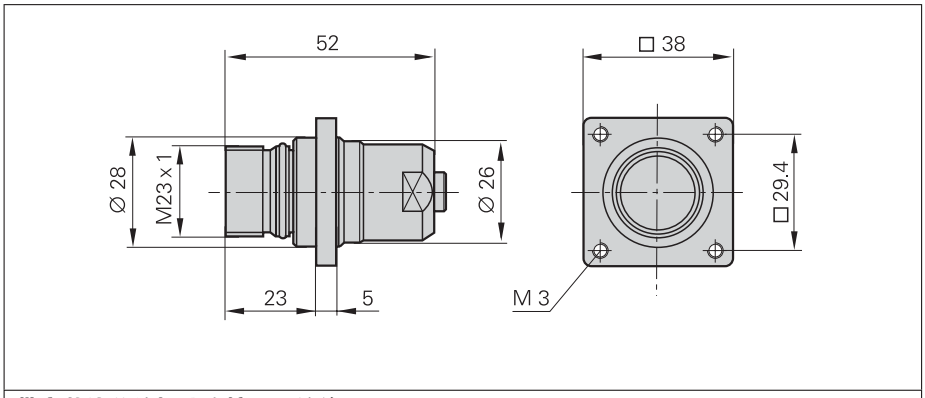
插头连接器，绝缘



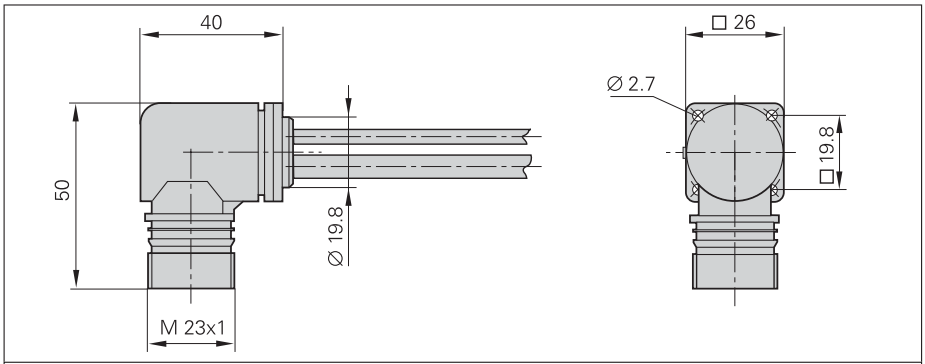
法兰插座



D 型插头



带安装法兰的插头连接器，绝缘



HEIDENHAIN 公司的直角法兰插座 (可旋转)，
在电机内部的适配电缆上，用于与温度传感器连接

接插件和电缆（17芯）

用于带同步串行接口的编码器
用于带 Z1 轨道的编码器
用于带条块式换向的编码器

旋转编码器电缆上的接插件	**插头连接器（针形）** 17 芯	**直线编码器电缆上的接插件**	**适配器电缆** 带插头连接器（针形）， 17 芯 长度 1 m, 3 m, 6 m, 9 m
编码器电缆用 ∅ 4.5 mm ∅ 6 mm	291 698-25 291 698-26	电缆 ∅6 mm	313 791-xx

聚氨脂联接电缆 **PUR ∅8 mm**	[(4 x 0.14 mm^2) + 4(2 x 0.14 mm^2) + (4 x 0.5 mm^2)]
完整型：带插头（孔形）和 插头连接器（针形）	323 897-xx
完整型：带插头（孔形）和 D 型插头（孔形），用于 IK 220	332 115-xx
完整型：带插头（孔形）和 D 型插头（针形），用于 IK 115	324 544-xx
一端带插头（孔形）	309 778-xx
联接电缆上与编码器电缆上的插头配套的元件	**插头（孔形）**，17 芯
联接电缆用 ∅8 mm	291 697-26
联接电缆上与后续电子设备相连的插头	**插头（针形）**，17 芯
联接电缆用 ∅8 mm	291 697-27
联接电缆上的插头连接器	**插头连接器（针形）**，17 芯
联接电缆用 ∅ 8 mm	291 698-27

单独电缆线 ∅ 8 mm	266 306-01

电机内的适配电缆

用于 ECN 1113, EQN 1125 **用于 ECN 1313, EQN 1325** **用于 ECI 1317, EQI 1329**	带卷边套管 ∅4.3 mm 带卷边套管 ∅6 mm 带卷边套管 ∅6 mm	
完整型：带 12 芯 PCB 插头和 17 芯直角插座	332 201-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm 349 851-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅4.3 mm	适用于 5 V 电源
	323 093-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm 358 680-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅4.3 mm	适用于 7 至 12 V 电源和 5 V 集成电压转换器
一端带 PCB 插头， 12 芯	332 202-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm 349 825-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅4.3 mm	适用于 5 V 电源

用于 ERN 1185 **用于 ERN 1387**	带卷边套管 ∅4.5 mm 带卷边套管 ∅6 mm	
完整型：带 14 芯 PCB 插头和 17 芯直角插座	316 594-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅4.5 mm 332 199-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm	适用于 5 V 电源
	323 091-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅4.5 mm 323 092-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm	适用于 7 至 12 V 电源和 5 V 集成电压转换器
一端带 PCB 插头， 14 芯	317 900-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅4.5 mm 332 200-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm	适用于 5 V 电源

用于 ERN 1326		
完整型：带 16 芯 PCB 插头和 17 芯直角插座	334 522-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm	适用于 5 V 电源
一端带 PCB 插头， 16 芯	334 523-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm	适用于 5 V 电源

用于 ERN 1321, ERN 1381 (Id. Nr. 334 642-xx)		
完整型：带 12 芯 PCB 插头和 17 芯直角插座	340 111-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm	适用于 5 V 电源
一端带PCB插头， 12 芯	333 276-xx 16xAWG30/7; 卷边套管 ∅6 mm	适用于 5 V 电源

接插件和电缆（12 芯）

用于带 HEIDENHAIN 公司标准接插件的编码器
⊓⊔ TTL、⊓⊔ HTL 和 ∿ 1 V_{PP}

编码器电缆上的插头连接器	**插头连接器（针形），**12 芯 外壳带屏蔽
编码器电缆用 ∅ 6 mm ∅ 4.5 mm	291 698-03 291 698-14
编码器上的法兰插座	**法兰插座（针形），**12 芯 外壳带屏蔽 315 892-07

聚氨脂联接电缆， PUR ∅ 8 mm [4(2 x 0.14 mm^2) + (4 x 0.5 mm^2)]，外壳带屏蔽 **用于带插头连接器或法兰插座的编码器**	
完整型：带插头（孔形） 和插头（针形）	298 399-xx
一端带插头（孔形）	309 777-xx

联接电缆上与编码器电缆上的插头连接器或法兰插座配套的插头	**插头（孔形），**12 芯 外壳带屏蔽
联接电缆用 ∅ 8 mm	291 697-05
联接电缆上与后续电子设备连接的插头	**插头（针形），**12 芯 外壳带屏蔽
联接电缆用 ∅ 8 mm ∅ 6 mm	291 697-08 291 697-06

单独电缆线 ∅ 8 mm	244 957-01

联接电缆与后续电子设备连接的**法兰插座**	
	法兰插座（孔形），12 芯：315 892-08 **安装机座上的插头连接器（孔形），** 用于电缆 ∅8 mm，12 芯：291 698-07

适配电缆

用于旋转编码器
⊓⊔ TTL，⊓⊔ HTL 和 ∿ 1 V_{PP}

	ERO 1324	ERN 1120, ERN 1130, ERN 1180	ERN 1321, ERN 1381
适配电缆 ∅ 4.5 mm	295 545-xx ∅ 6 mm	324 276-xx ∅ 4.5 mm	333 276-xx ∅ 4.5 mm

	ERO 1420, ERO 1480 带采用 PCB 插头的电气联接	ERO 1225, ERO 1285, ERO 1384
适配电缆 ∅ 4.5 mm	346 439-xx，带屏蔽联接夹子	372 164-xx，带屏蔽联接夹子
适配电缆，带状	365 512-xx，带屏蔽联接夹子	–

适配电缆

用于 PC 计数卡

	用于 IK 220
带插头的适配电缆（孔形）	310 199-xx，用于 ∿ 1 V_{PP}； 332 115-xx，用于EnDat/SSI
	电缆长度 长达 60 m (197 ft)
	电缆直径 8 mm (0.3 in.)

	用于 IK 115
带插头的适配电缆（孔形）	310 196-xx
	电缆长度 长达 100 m (329 ft)
	电缆直径 8 mm (0.3 in.)

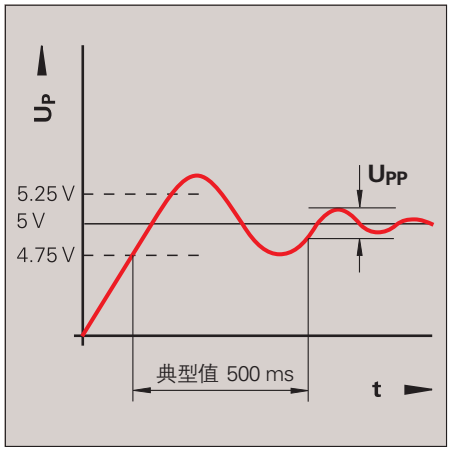
电气特性概述

电源

编码器需要**稳定的直流电压**用作电源，每种编码器的电源电压和电流消耗在其技术参数中均有说明。

稳定直流电压的允许纹波幅度是：
- 高频干扰
  U_{PP} < 250 mV，同时 dU/dt > 5 V/µs
- 低频基波干扰
  U_{PP} < 100 mV

初始瞬时电源电压，例如 5 V ± 5 %



这些值都是在编码器上测量得到的，也就是说，没有电缆因素的影响。编码器上的电源电压可以通过传感器线进行监控和调整。如果不能提供可控制的电源，将传感器线与相应的电源线并联，可以将电压下降减小一半。

HEIDENHAIN公司电缆引起的**电压下降**由下式计算：

$$\Delta U[V] = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{L_C\,[m] \cdot I\,[mA]}{56 \cdot A_P\,[mm^2]}$$

这里，L_C：电缆长度
I：角度编码器的电流消耗（参见技术参数）
A_P：电源线的横截面积

电缆外径	电源线的**横截面积** 增量式	绝对式
∅ 4.5 mm (∅ .18 in.)	0.14 mm² (AWG 26)	0.05 mm² (AWG 30)
∅ 6 mm (∅ .24 in.)	0.19 mm² (AWG 24)	0.08 mm² (AWG 28)
∅ 8 mm (∅ .31 in.)	0.5 mm² (AWG 20)	0.5 mm² (AWG 20)

反极性保护
电源电压 U_P = 10 至 30 V 的编码器的电源线具有反极性保护功能。

电气允许速度

角度编码器的最高**允许速度**源自于下列因素：
- **机械允许速度** (参见技术参数)
- **电气允许速度**

对于**正弦信号编码器**，电气允许速度受编码器的 –3 dB 和 –6 dB截止频率与后续电子设备的最高输入频率 f_{max} 的限制。

对于**方波信号编码器**，电气允许速度受限于：
– 编码器的最高允许输出频率 f_{max}
– 后续电子设备的**最小边沿间距 a**

$$n_{max} = \frac{f_{max}\,[kHz]}{z} \cdot 10^3 \cdot 60\ rpm$$

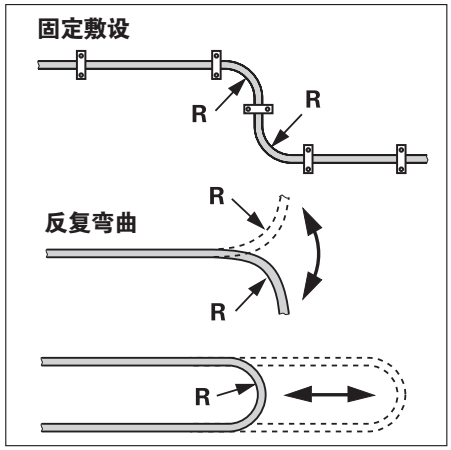
这里，n_{max}：最高电气允许速度
f_{max}：编码器的最高扫描频率或后续电子设备的最高输入频率
Z：旋转编码器的线数

电缆

耐用性
所有角度编码器都使用聚氨酯电缆，它们符合 **VDE 0472** 标准，耐油、耐水及耐微生物。它们符合 UL 安全标准，不含PVC和硅酮。**UL 认证字** AWM STYLE 20963 80℃ 30V E63216 印制在电缆上。

弯曲半径
允许的弯曲半径 R 取决于电缆直径及其敷设方式。

电缆直径	**4.5 mm (0.18 in.)**
固定敷设	R ≥10 mm (0.4 in.)
反复弯曲	R ≥50 mm (2 in.)
电缆直径	**6 mm (0.24 in.)**
固定敷设	R ≥20 mm (0.8 in.)
反复弯曲	R ≥75 mm (3 in.)
电缆直径	**8 mm (0.31 in.)**
固定敷设	R ≥ 40 mm (1.6 in.)
反复弯曲	R ≥100 mm (4 in.)



温度范围
HEIDENHAIN 公司的电缆的使用温度范围如下：
固定敷设 – 40 至 85 ℃ (– 40 至 185)
反复弯曲 – 10 至 85 ℃ (14 至 185)
电缆的有限的耐水、耐微生物能力限定在温度 100 ℃ (212) 以内。

可靠的信号传输

电磁兼容性（EMC）
HEIDENHAIN 公司的编码器在适当安装时，符合电磁兼容性 89/336/ EWG标准的要求。
根据电磁兼容性指导方针的规定，遵循如下标准：

- **IEC 61 000–6–2**
  电磁兼容性——工业环境抗干扰，逐条如下：
  – 静电放电 IEC 61 000 – 4 – 2
  – 电磁场 IEC 61 000 – 4 – 3
  – 冲击 IEC 61 000 – 4 – 4
  – 浪涌 IEC 61 000 – 4 – 5
  – 传导干扰 IEC 61 000 – 4 – 6
  – 工业频率磁场 IEC 61 000 – 4 – 8
  – 脉冲磁场 IEC 61 000 – 4 – 9
- **EN 50 081–1**
  电磁兼容性—— 一般辐射标准，逐条如下：
  – 工业、科学和医疗(ISM)设备 EN 55011
  – 信息技术设备 EN 55022

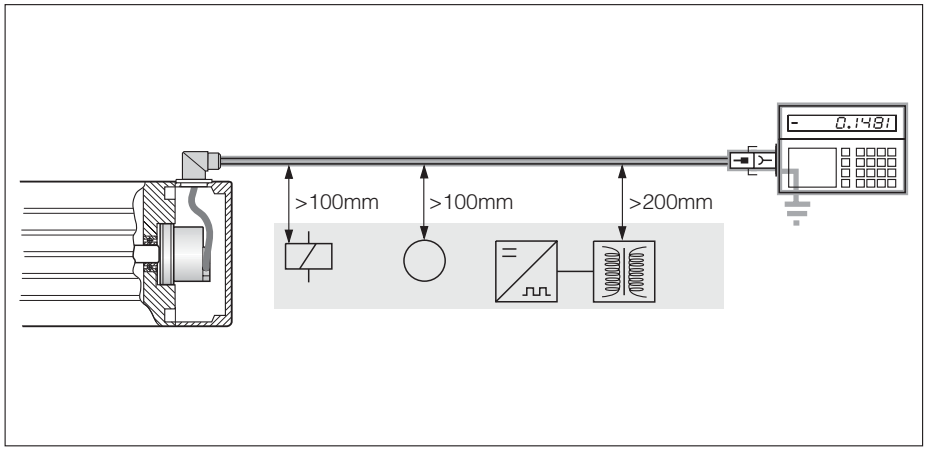
电气噪声防护

- 仅使用推荐的 **HEIDENHAIN 公司的电缆**作为信号线
- 仅使用 **HEIDENHAIN 公司的接插件**连接信号线
- 依据 **EN 50 178** 标准进行屏蔽
- 不要将信号电缆紧挨干扰源 (空间间隙 > 100 mm (4 in.)
- 通常要求离感性器件(例如开关电源)的最小间距为 200 mm
- HEIDENHAIN 公司的编码器只和电源符合 **EN 50 178** (低压防护) 标准的设备相连
- 使信号线尽可能短，并避免使用中间接线端
- 当信号导线和干扰导线在金属电缆管道中共同敷设时，通常需用接地墙分隔，以获得足够的退藕效果
- 在电磁场强度大于 10 mT (对于 EQN 400 型和 EQN 1300 型) 或 30 mT (对于 EQN 1100 型) 的环境中使用**多转旋转编码器**时，建议咨询在德国Traunreut 的 HEIDENHAIN 公司

屏蔽电缆和编码器及后续电子设备的外壳都有屏蔽功能。外壳均须通过机架或独立的电位补偿线与主信号地相连，以使它们的**电位相同**。电位补偿线的横截面积最小应为 6 mm^2 (铜)。

测量信号传输 – 电气噪声抗干扰
噪声电压主要由电容性或电感性传导引起。电气噪声可由信号线或输入输出终端引入到系统中。可能的噪声源有：

- 变压器、制动器和电动马达的强磁场
- 继电器 、接触器和电磁阀
- 高频设备、脉冲装置和来自开关功率电源的杂散磁场
- 上述装置的功率导线和电源线



离干扰源的最小距离

绝缘
旋转编码器的外壳和电路绝缘。

绝缘强度	500 V / 50 Hz 最长时间1分钟
空间间隙和 泄漏距离	> 1 mm
绝缘电阻	> 50 MΩ

HEIDENHAIN 公司的测试设备

用于增量式编码器

PWM 8 是一种通用测试设备，用于检查和调整 HEIDENHAIN 公司的增量式编码器。 为了检查不同的编码器， 提供有多种扩展模块。 测量值可以从小液晶监视器上读出。设有软按键，易于操作。

	PWM 8
编码器输入	11 μAPP/1 VPP/TTL/HTL 信号，通过扩展模块输入
功能	• 测量　信号幅度、电流消耗、电源电压 • 显示　相位角、占空比、扫描频率 • 符号显示　参考信号、干扰信号、计数方向 • 内含通用计数器
输出	提供给后续电子设备的增量信号 通过 BNC 插座提供给示波器的增量信号
电源	10 至 30 V，最大15 W
尺寸	150 mm × 205 mm × 96 mm

用于绝对式编码器

IK 115 是一种 PC 机扩展卡，用于检查和测试 HEIDENHAIN 公司的带 EnDat 或 SSI 接口的绝对式编码器。参数可以通过 EnDat 接口读写。

	IK 115
编码器输入	EnDat (绝对位置值和增量信号) 或 SSI
接口	ISA 总线
应用软件	**操作系统:** Windows 95/98 **功能:** 位置值显示 增量信号计数 EnDat 接口功能
信号细分 用于增量信号	最高 1024 份
尺寸	158 mm x 107 mm

数字化电子设备

IK 220
PC计数器卡
IK 220是一种PC兼容的插入式卡，用于**两个增量或绝对长度和角度测量编码器**的测量数值处理。细分和计数电子装置将**正弦输入**信号细分至**4096倍**。附带驱动软件。

更详细的资料，参见IK220 的数据页。

	IK 220			
输入信号（可转换）	∿ 1 V_{PP}	∿ 11 μA_{PP}	EnDat	SSI
编码器输入	2个D 型连接口（15针）针式			
输入频率（最大）	500 kHz	33 kHz	–	
电缆长度（最长）	60 m (197 ft)		10 m (32.8 ft)	
信号细分（信号周期：测量步距）	最高4096倍频			
测量值数据寄存器（每个通道）	48 bit（使用44 bit）			
内部存储器	用于8192个位置数值			
接口	PCI–Bus(既插既用)			
驱动软件和演示程序	**用于WINDOWS 95/98/NT/2000/XP** VISUAL C ++,VISUAL BASIC 和 BORLAND DELPHI			
尺寸	约190 mm x 100 mm			

IK 410V
带有16–bit微处理器接口的计数器卡
IK 410V是一个增量光栅尺和编码器的细分和计数印刷电路板，它带有附加换向信号的输入（Z1轨道：每旋转一周一个正弦/余弦）。它直接插到客户专用电子设备的印刷线路板上。

更详细的资料，参见IK410 V的数据页。

	IK 410V
输入信号	增量信号： 1 x ∿ 1Vpp 换向信号： 1 x 正弦/余弦(1Vpp)
信号细分（信号周期：测量步距）	至1024倍频
输入频率	最大350 kHz
计数器	32 bit
接口	16位微处理器接口
驱动软件	Borland C and C++, Turbo-Pascal
数据格式	MOTOROLA或INTEL格式
尺寸	100 mm × 65 mm
从编码器到 IK 卡允许的电缆长度	60 m (197 ft)

Windows 商标属于微软公司

HEIDENHAIN

DR.JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straβe 5
83301 Traunreut,Germany
☏+49/8669/31-0
FAX +49/8669/5061
e-mail:info@heidenhain.de

http://www.heidenhain.de

海德汉(天津)光学电子有限公司

北京联络处
地址：北京市朝阳区建国路乙118号
京汇大厦808室
邮编：100022
电话：010-65673238 或 65673237
传真：010-65672789
电子信箱: sales@heidenhain.com.cn

西安办事处
地址: 西安市长安北路91号
富城大厦605室
邮编: 710061
电话: 029-87882030 或 87882056
传真: 029-87882026
电子邮箱: xian@heidenhain.com.cn

哈尔滨办事处
地址: 哈尔滨市南岗区南通大街258号
船舶大厦1107房间
邮编: 150001
电话: 0451-82569541
传真: 0451-82569542
电子邮箱: harbin@heidenhain.com.cn

上海办事处
地址：上海市遵义路100号
上海城B幢1986-1987室
邮编：200051
电话：021-62372553 或 32283555
传真：021-62370833
电子邮箱: shanghai@heidenhain.com.cn

南京办事处
地址: 南京市中山南路89号江苏文
化大厦12楼C座1号
邮编: 210005
电话: 025-84699800 或 84699290
传真: 025-84699291
电子邮箱: nanjing@heidenhain.com.cn

广州办事处
地址：广州市中山六路218-222号
捷泰广场807室
邮编：510180
电话：020-81320856
传真：020-81320857
电子邮箱: guangzhou@heidenhain.com.cn

公司网址: www.heidenhain.com.cn <<欢迎下载电子样本>>

海德汉有限公司
地址：香港九龙观塘开源道49号
创贸广场15字楼2室
电话：852-27591920
传真：852-27591961
电子邮箱: sales@heidenhain.com.hk

海德汉亚太有限公司
新加坡51乌美弯
邮编: 408593
电话: +65/6749 32 38
传真: +65/6749 39 22
电传: +65/33407
电子邮箱: info@heidenhain.com.sg

208922-24 · 100 · 12/2003 · 于北京印刷 · 如有改动,恕不另行通知