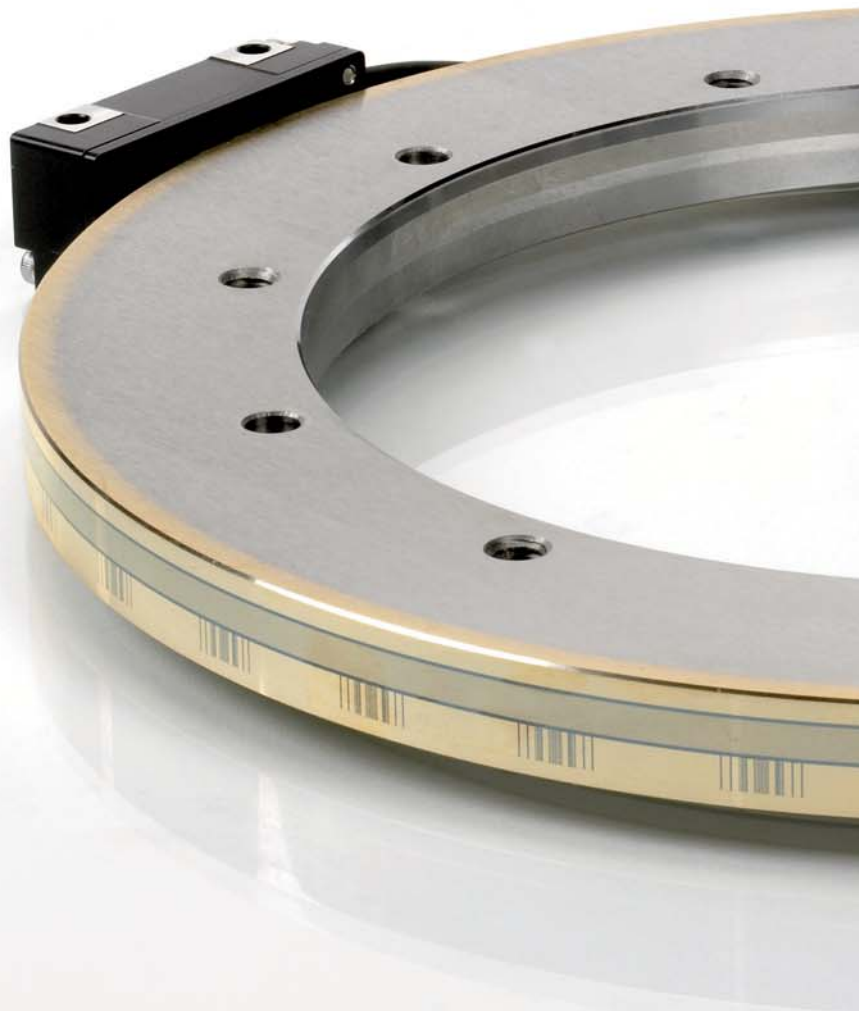




HEIDENHAIN



角度编码器 无内置轴承

2007年9月



以下产品信息

- 带内置轴承角度编码器
 - 旋转编码器
 - 伺服驱动用编码器
 - 敞开式直线光栅尺
 - NC数控机床用直线光栅尺
 - 海德汉接口电子设备
 - 海德汉数控系统
- 欢迎索取，或访问
www.heidenhain.com.cn。

本样本是以前样本的替代版，所有以前版本均不再有效。订购海德汉公司的产品仅以订购时有效的样本为准。

产品遵循的标准（ISO，EN等），请见样本中的标注。

目录

概要			
	海德汉角度编码器		4
选型指南	无内置轴承角度编码器		6
	带内置轴承绝对式角度编码器		8
	带内置轴承增量式角度编码器		10
技术特性和安装信息			
测量原理	测量基准，增量式测量原理		12
扫描测量基准			14
测量精度			16
机械结构类型和装配			20
一般机械信息			26
技术参数	系列或型号	系统精度	
无内置轴承角度编码器	ERP 880	± 1"	28
	ERP 4080/ERP 8080	至± 2.0"	30
	ERA 4000系列	至± 2.0"	32
	ERA 700系列	至± 3.2"	40
	ERA 800系列	至± 3.4"	42
电气连接			
接口和引脚编号	增量式信号	 1 V _{PP}	46
海德汉测量设备			48
连接件和电缆			49
一般电气信息			52
数显装置和接口电路			54

海德汉角度编码器

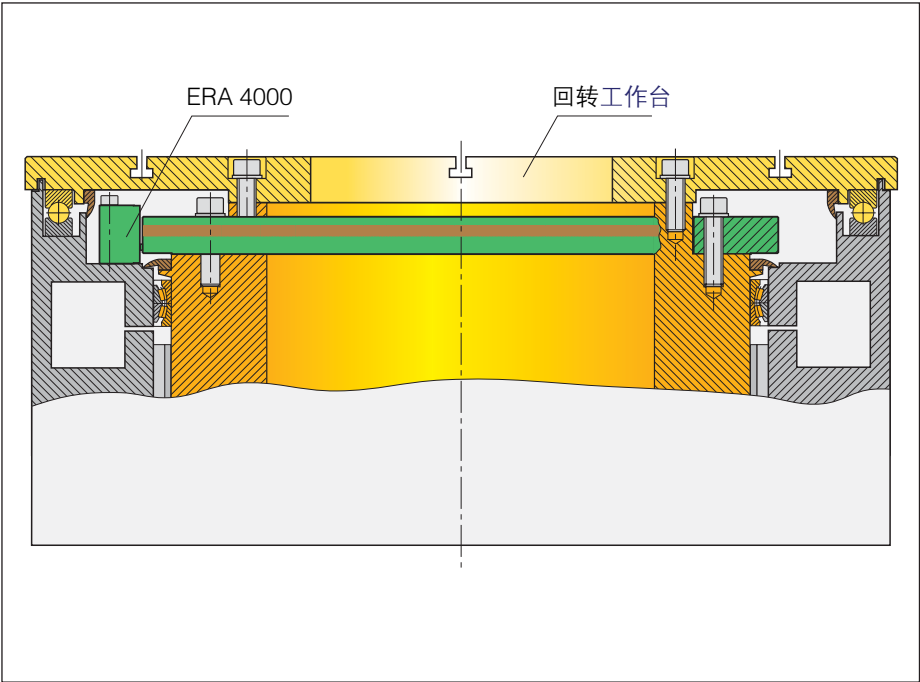
角度编码器通常是指精度高于 $\pm 5''$ 和线数高于10 000的编码器。而旋转编码器通常是指精度为 $\pm 10''$ 以上的编码器。

角度编码器用于精度要求在数角秒以内的高精度角度测量。

例如：

- 回转工作台
 - 摆头
 - 测量机
 - 圆晶运送系统
 - 印刷机的印刷装置
 - 光谱仪
 - 望远镜
- 等等

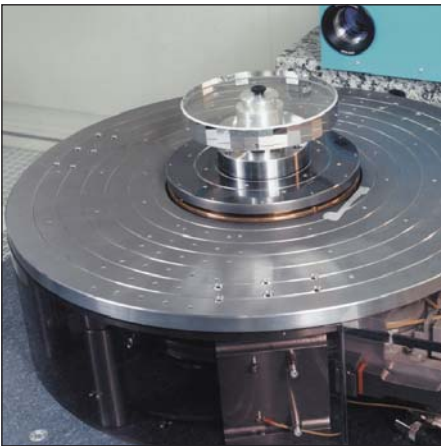
在以下几页表中为您提供了适用于不同应用和满足不同要求的各类角度编码器详细信息。



安装在机床回转工作台上的**ERA 4000**角度编码器



机床回转工作台



角度比较仪



射电望远镜

无内置轴承角度编码器

无内置轴承的**ERP**和**ERA**系列角度编码器（模块式角度编码器）包括两部分 – 读数头和光栅鼓，安装时必须确保正确调整这两部分的位置关系。轴的偏心度以及安装和调整质量对编码器最终精度有决定性影响。



模块式角度编码器有多种形式的光栅尺可供选择

- ERP：带轮毂的玻璃圆光栅
- ERA 4000：钢光栅鼓
- ERA 700/800：钢带

无内置轴承角度编码器设计用于集成在机床零件或部件上。它们可满足以下需求：

- 大直径空心轴（钢带光栅尺最大可支持到10 m）
- 高转速轴
- 无轴封带来的附加启动扭矩
- 重复性好
- 灵活适应安装空间要求（整圆和非整圆的钢带光栅尺）



由于无内置轴承角度编码器在交货时没有外壳，因此必须通过组装为其提供防护。

“选型指南” 见第6/7页

带内置轴承角度编码器

带内置轴承的**RCN**、**RON**、**RPN**和**ROD**系列角度编码器是全密封的。它具有安装简单和调整方便的特点。内置定子联轴器（RCN，RON和RPN系列）或分离式联轴器（ROD系列）能补偿被测轴的轴向运动。

由于内置定子联轴器的角度编码器具有极高动态性能，因为它的联轴器只吸收轴角加速运动时摩擦导致的扭矩。

其它优点还有：

- 尺寸小，适用于安装空间有限地方
- 空心轴直径可达100 mm，便于穿电源线等
- 安装简单

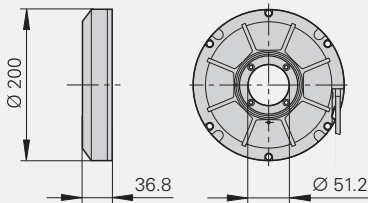
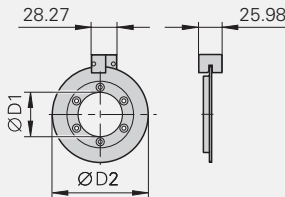
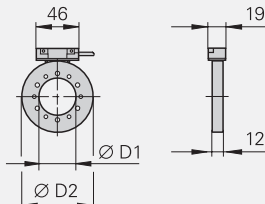
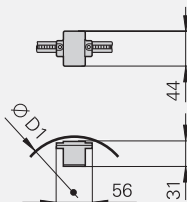
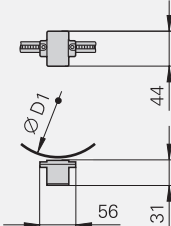


“选型指南” 见第8至11页

有关内置轴承角度编码器的更多信息，请访问www.heidenhain.com.cn 或参见其单独样本。

选型指南

无内置轴承角度编码器

系列	外形尺寸 单位 mm	直径 D1/D2	线数/系统精度 ¹⁾	推荐测量步距 ²⁾	机械允许转速
实心基体光栅尺					
ERP 880 玻璃圆光栅， 干涉光栅		—	90000/±1" (180000个 信号周期)	0.00001°	≤ 1000 min ⁻¹
ERP 4000		D1: 8 mm D2: 44 mm	65536/±5" (131072个 信号周期)	0.00001°	≤ 300 min ⁻¹
ERP 8000		D1: 50 mm D2: 108 mm	180000/±2" (360000个 信号周期)	0.000005°	≤ 100 min ⁻¹
ERA 4x80 钢圆周光栅鼓， 带定心环		D1: 40 mm至 512 mm D2: 76.75 mm至 560.46 mm	3000/± 9.4"至 52000/±2.3"	0.002°至 0.00005°	≤ 10 000 min ⁻¹ 至 ≤ 1500 min ⁻¹
ERA 4x81 钢圆周光栅鼓， 重量轻， 惯量小		D1: 26 mm至 280 mm D2: 52.65 mm至 305.84 mm	4096/± 10.2"至 48000/±2.8"		≤ 6000 min ⁻¹ 至 ≤ 2000 min ⁻¹
ERA 4282 高精度钢圆周 光栅鼓		D1: 40 mm至 270 mm D2: 76.75 mm至 331.31 mm	12000/± 5.1"至 52000/±2"		≤ 10 000 min ⁻¹ 至 ≤ 2500 min ⁻¹
钢带光栅尺					
ERA 700 内径安装		458.62 mm 573.20 mm 1146.10 mm	整圆 ¹⁾ 36000/±3.5" 45000/±3.4" 90000/±3.2"	0.0002°至 0.00002°	≤ 500 min ⁻¹
		318.58 mm 458.62 mm 573.20 mm	非整圆 ²⁾ 5 000 10000 20000		
ERA 800 外径安装		458.04 mm 572.63 mm	整圆 ¹⁾ 36000/±3.5" 45000/±3.4"	0.0002°至 0.00005°	≤ 100 min ⁻¹
		317.99 mm 458.04 mm 572.63 mm	非整圆 ²⁾ 5 000 10000 20000		

1) 安装前。不包括安装误差和驱动轴轴承误差导致的附加误差。
2) 扇形角50°至200°；参见“测量精度”
3) 位置测量

增量信号/栅距	参考点	型号	页
$\sim 1 V_{pp}/-$	一个	ERP 880	28
	无	ERP 4080	30
		ERP 8080	
$\sim 1 V_{pp}/20 \mu m$	距离编码	ERA 4280 C	32
$\sim 1 V_{pp}/40 \mu m$		ERA 4480 C	
$\sim 1 V_{pp}/80 \mu m$		ERA 4880 C	
$\sim 1 V_{pp}/20 \mu m$		ERA 4281 C	36
$\sim 1 V_{pp}/40 \mu m$		ERA 4481 C	
$\sim 1 V_{pp}/20 \mu m$		ERA 4282 C	38
$\sim 1 V_{pp}/40 \mu m$	距离编码 (1000个栅距名义增量值)	ERA 780 C, 整圆	40
		ERA 781 C, 非整圆	
$\sim 1 V_{pp}/40 \mu m$	距离编码 (1000个栅距名义增量值)	ERA 880 C, 整圆	42
		ERA 881 C, 非整圆, 带张紧元件	
		ERA 882 C, 非整圆, 无张紧元件	



ERP 880



ERP 4080



ERA 4000



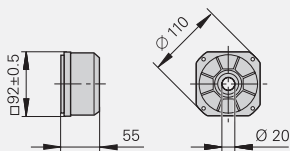
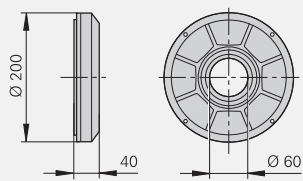
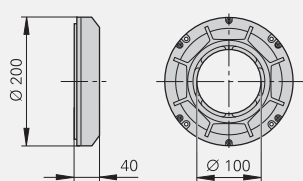
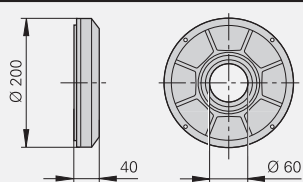
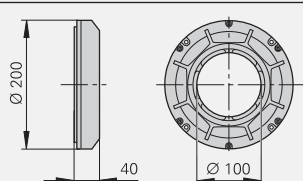
ERA 780



ERA 880

选型指南

带内置轴承绝对式角度编码器

系列	外形尺寸 单位mm	系统精度	推荐测量 步距 ¹⁾	机械允许转速	增量信号	信号周期 数/转
内置定子联轴器						
RCN 200		± 5"	0.0001°	3000 min ⁻¹	~ 1 V _{pp}	16 384
					-	-
					-	-
					-	-
		± 2.5"			~ 1 V _{pp}	16 384
					-	-
					-	-
RCN 700	 	± 2"	0.0001°	1000 min ⁻¹	~ 1 V _{pp}	32 768
					-	-
					-	-
					-	-
					~ 1 V _{pp}	32 768
					-	-
					-	-
RCN 800	 	± 1"	0.000 05°	1000 min ⁻¹	~ 1 V _{pp}	32 768
					-	-
					-	-
					-	-
					~ 1 V _{pp}	32 768
					-	-
					-	-

1) 位置测量

	绝对位置值	每转绝对位置数	型号	更多信息
	EnDat 2.2 / 02	67 108 864 $\triangleq$ 26 bits	RCN 226	样本：内置 轴承角度 编码器
	EnDat 2.2/22	67 108 864 $\triangleq$ 26 bits	RCN 226	
	Fanuc02	8388608 $\triangleq$ 23 bits	RCN 223 F	
	Mit 02-4	8 388 608 $\triangleq$ 23 bits	RCN 223 M	
	EnDat 2.2 / 02	268 435 456 $\triangleq$ 28 bits	RCN 228	
	EnDat 2.2/22	268 435 456 $\triangleq$ 28 bits	RCN 228	
	Fanuc 02	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 227 F	
	Mit 02-4	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 227 M	
	EnDat 2.2 / 02	536 870 912 $\triangleq$ 29 bits	RCN 729	
	EnDat 2.2/22	536 870 912 $\triangleq$ 29 bits	RCN 729	
	Fanuc 02	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 727 F	
	Mit 02-4	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 727 M	
	EnDat 2.2 / 02	536 870 912 $\triangleq$ 29 bits	RCN 729	
	EnDat 2.2/22	536 870 912 $\triangleq$ 29 bits	RCN 729	
	Fanuc 02	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 727 F	
	Mit 02-4	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 727 M	
	EnDat 2.2 / 02	536 870 912 $\triangleq$ 29 bits	RCN 829	
	EnDat 2.2/22	536 870 912 $\triangleq$ 29 bits	RCN 829	
	Fanuc 02	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 827 F	
	Mit 02-4	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 827 M	
	EnDat 2.2 / 02	536 870 912 $\triangleq$ 29 bits	RCN 829	
	EnDat 2.2/22	536 870 912 $\triangleq$ 29 bits	RCN 829	
	Fanuc 02	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 827 F	
	Mit 02-4	134 217 728 $\triangleq$ 27 bits	RCN 827 M	



RCN 200



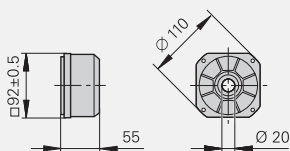
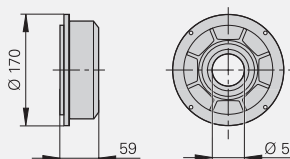
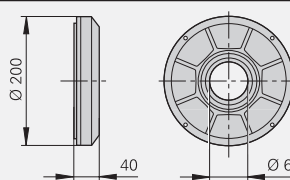
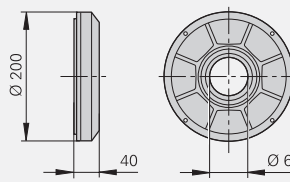
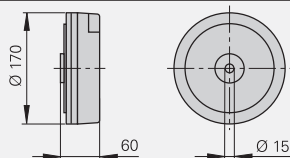
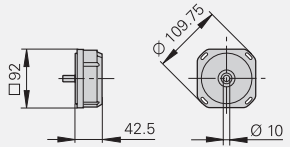
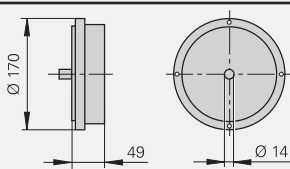
RCN 700
Ø 60 mm



RCN 800
Ø 100 mm

选型指南

带内置轴承增量式角度编码器

系列	外形尺寸 单位 mm	系统精度	推荐测量步距 ¹⁾	机械允许转速
内置定子联轴器				
RON 200		± 5"	0.005°	3000 min ⁻¹
			0.001°/0.0005°	
		± 2.5"	0.0001°	
RON 700		± 2"	0.0001°	1000 min ⁻¹
				
RON 800 RPN 800		± 1"	0.000 05°	1000 min ⁻¹
			0.00001°	
RON 900		± 0.4"	0.000 01°	100 min ⁻¹
分离式联轴器				
ROD 200		± 5"	0.005°	10 000 min ⁻¹
			0.0005°	
			0.0001°	
ROD 700		± 2"	0.0001°	1000 min ⁻¹
ROD 800		± 1"	0.000 05°	1000 min ⁻¹

1) 位置测量

2) 内部细分后

	增量信号	信号周期数/转	型号	更多信息
	 TTL	18000 ²⁾	RON 225	样本：内置 轴承角度 编码器
	 TTL	180000/90000 ²⁾	RON 275	
	 1 V _{PP}	18000	RON 285	
	 1 V _{PP}	18000	RON 287	
	 1 V _{PP}	18000	RON 785	
	 1 V _{PP}	18000/36000	RON 786	
	 1 V _{PP}	36000	RON 886	
	 1 V _{PP}	180000	RPN 886	
	 11 μA _{PP}	36000	RON 905	
	 TTL	18000 ²⁾	ROD 220	样本：内置 轴承角度 编码器
	 TTL	180000 ²⁾	ROD 270	
	 1 V _{PP}	18000	ROD 280	
	 1 V _{PP}	18000/36000	ROD 780	
	 1 V _{PP}	36000	ROD 880	



RON 285



RON 786



RON 905



ROD 280



ROD 780

测量原理

测量基准

海德汉公司编码器的测量基准是周期性刻线—光栅。

光栅刻制在玻璃或钢材上。玻璃光栅尺主要用于编码器转速在 10000 min^{-1} 以内的应用。转速高于 20000 min^{-1} 的应用，使用钢光栅鼓。大直径光栅尺的基体为钢带。

这些精密光栅通过多种光刻工艺制造。光栅的制造方式有：

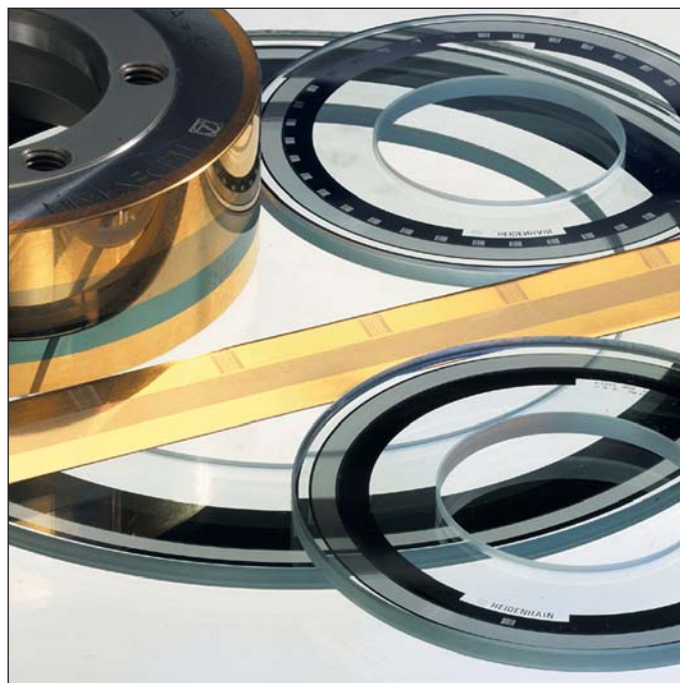
- 在玻璃或镀金钢鼓上镀硬铬线，
- 在镀金钢带上蚀刻线条，或者
- 在石英玻璃上蚀刻三维结构刻线。

海德汉公司开发的这些光刻工艺 – DIADUR、AURODUR或METALLUR可生产出以下栅距光栅：

- $40\text{ }\mu\text{m}$ ，AURODUR工艺
- $20\text{ }\mu\text{m}$ ，METALLUR工艺
- $10\text{ }\mu\text{m}$ ，DIADUR工艺
- $4\text{ }\mu\text{m}$ ，石英玻璃上蚀刻的光栅

用这些光刻工艺可以生产出非常精细的光栅，而且线条边缘清晰和均匀。再加上采用光电扫描法，这些边缘清晰的刻线是输出高质量信号的关键。

母版光栅采用海德汉定制的超精密刻线机制造。



增量式角度编码器的圆光栅

增量测量法

增量测量法的光栅由周期性刻线组成。通过计算自某点开始的增量数（测量步距数）获得位置信息。由于必须用绝对参考点确定位置值，因此光栅尺上还刻有一个参考点轨。参考点确定的光栅尺绝对位置值可以精确到一个测量步距。

必须通过扫描参考点来建立绝对基准点或确定上次选择的原点。

有时，这需要旋转近360°。为加快和简化“参考点回零”操作，许多光栅尺上还刻有**距离编码的参考点**，这些参考点彼此相距数学算法确定的距离。移过两个相邻参考点后（一般只需数度）（见表中“名义增量值 I”），后续电子设备就能找到绝对参考点。

凡型号后带字母“C”的编码器带距离编码参考点（例如ERA 780 C）。

通过距离编码参考点，**绝对参考点**位置通过累计两个参考点间信号周期数并用以下公式计算：

$$\alpha_1 = (\text{abs } A - \text{sgn } A - 1) \times \frac{1}{2} + (\text{sgn } A - \text{sgn } D) \times \frac{\text{abs } MRR}{2}$$

其中：

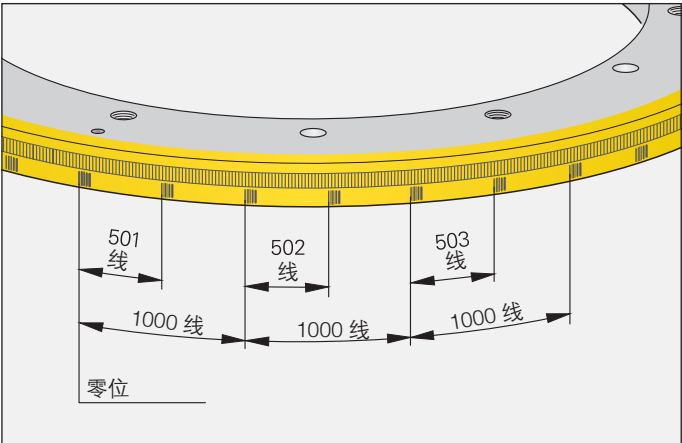
$$A = \frac{2 \times \text{abs } MRR - I}{GP}$$

其中：

- α_1 = 第一个移过的参考点相对零点位置的绝对角度位置，单位为度
- abs = 绝对值
- sgn = 代数符号（“+1”或“-1”）
- MRR = 移过的参考点间的被测距离，单位为度
- I = 两个固定参考点间的名义增量值（见表）
- GP = $\frac{360^\circ}{\text{栅距（线数）}}$
- D = 旋转方向（+1或-1）
向右转（由角度编码器的轴端方向看 - 参见“尺寸”）为“+1”

ERA 780 C, ERA 880 C

线数 z	参考点数	名义增量值 I
36000	72	10°
45000	90	8°
90000	180	4°



图示为带距离编码参考点的圆光栅（20 000线的ERA 4480）

ERA 4000 C

栅距和线数			参考点数	名义增量值 I
20 μm	40 μm	80 μm		
—	—	3000	6	120°
8192	4096	4096	8	90°
—	—	5000	10	72°
12000	6000	—	12	60°
—	—	7000	14	51.429°
16384	8192	8192	16	45°
20000	10000	10000	20	36°
24000	12000	12000	24	30°
—	—	13000	26	27.692°
28000	14000	—	28	25.714°
32768	16384	—	32	22.5°
40000	20000	—	40	18°
48000	24000	—	48	15°
52000	26000	—	52	13.846°
—	38000	—	76	9.474°
—	44000	—	88	8.182°

扫描测量基准

光电扫描

海德汉公司的大多数光栅尺或编码器采用光电扫描原理。对测量基准的光电扫描是非接触的，因此无摩擦。这种光电扫描方法能检测到非常细的线条，通常不超过几微米宽，而且能生成信号周期很小的输出信号。

测量基准的栅距越小，光电扫描的衍射现象越严重。海德汉公司的角度编码器采用两种扫描原理：

- **成像扫描原理**，用于10 μm至大约70 μm 栅距的光栅。
- **干涉扫描原理**，用于栅距4 μm甚至更小光栅。

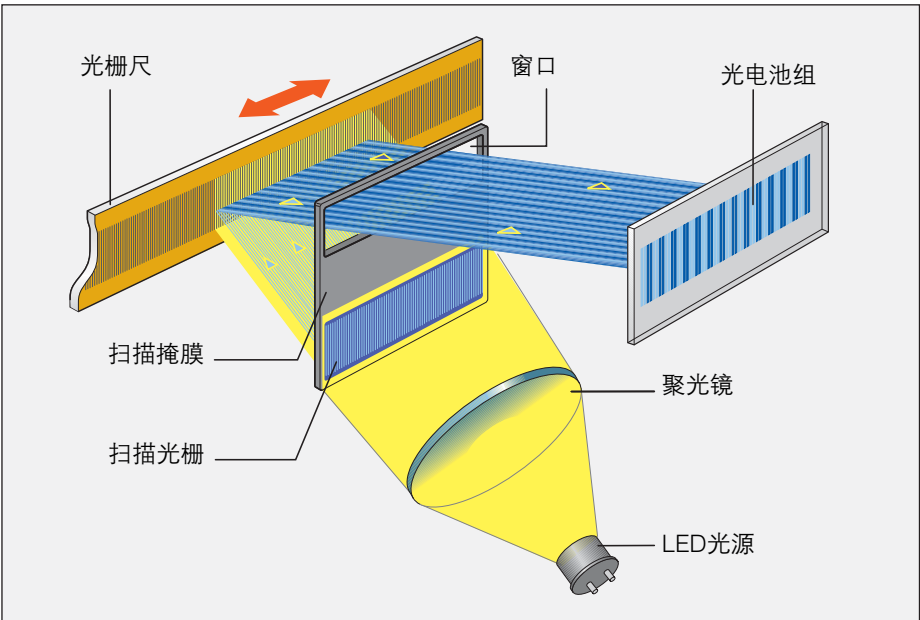
成像扫描原理

简单地说成像扫描原理是用透射光产生信号：两个具有相同栅距的光栅尺和扫描光栅彼此相对运动。扫描掩膜的基体是透明的，而作为测量基准的光栅尺可以是透明的也可以是反射的。

当平行光穿过一个光栅时，在一定距离处形成明/暗区。具有同栅距的扫描光栅就位于这个位置处。当两个光栅相对运动时，穿过光栅尺的光得到调制。如果狭缝对齐，则光线穿过。如果一个光栅的刻线与另一个光栅的狭缝对齐，则光线无法通过。

光电池将这些光强变化转化成电信号。特殊形式的扫描光栅将光强调制为近正弦输出信号。栅距越小，扫描掩膜和圆光栅间的距离公差越严。如果成像扫描的编码器栅距为10 μm或10 μm以上，编码器的安装公差相对宽松。

例如，采用成像扫描原理的ERA系列角度编码器。



钢带光栅尺和单场成像扫描原理的光电扫描

干涉扫描原理

干涉扫描原理是利用精细光栅的衍射和干涉形成位移的测量信号。

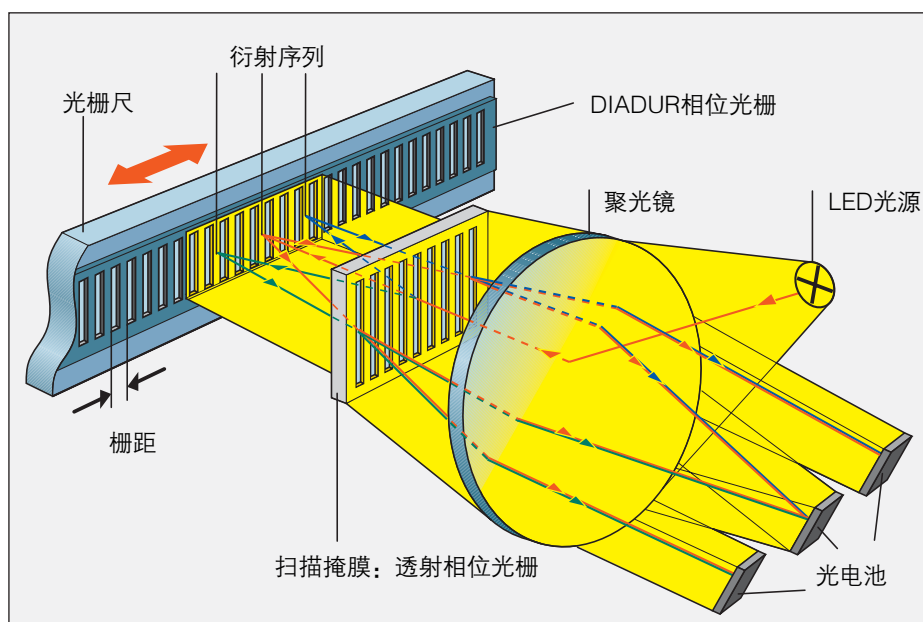
阶梯状光栅用作测量基准：在平反光面上刻有 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 高的反光线。光栅尺的前面是扫描掩膜，其栅距与光栅尺的栅距相同，它是透射相位光栅。

光束穿过扫描掩膜时，被衍射为光强近似的 -1 、 0 和 $+1$ 三束光。被光栅尺衍射的光波中，反射光的最强衍射光光束为 $+1$ 和 -1 。这两束光在扫描掩膜的相位光栅处再次相遇，又一次被衍射和干涉。它也形成三束光，并以不同的角度离开扫描掩膜。光电池将这些交变的光强变化转化成电信号。

扫描掩膜与光栅尺的相对运动使第一级的衍射光产生相位移：当光栅移过一个栅距时，前一级的 $+1$ 衍射光在正方向上移过一个光波波长， -1 衍射光在负方向上移过一个光波波长。由于这两个光波在离开扫描光栅时将发生干涉，光波将彼此相对移动两个光波波长。也就是说，相对移动一个栅距可以得到两个信号周期。

干涉扫描编码器的平均栅距为 $4\text{ }\mu\text{m}$ 甚至更细。其扫描信号基本没有高次谐波，能进行高倍率细分。因此，这些光栅尺适用于高分辨率和高精度应用。尽管如此，其相对宽松的安装公差使它可用于许多应用。

例如，采用干涉扫描原理的ERP系列角度编码器。



单场干涉扫描原理的光电扫描

测量精度

角度测量精度主要取决于：

- 光栅质量
- 扫描质量
- 信号处理电路质量
- 光栅尺相对轴承的偏心量
- 轴承误差
- 与被测轴的连接

“技术参数”中无内置轴承角度编码器的**系统精度**的定义是：

系统精度反映一转和一个信号周期内的位置误差。一个位置的总偏差极值不超过系统精度 $\pm a$ 。

对**无内置轴承角度编码器**，还必须考虑安装误差、被测轴轴承误差和读数头调整误差导致的附加误差（参见“与应用相关误差”）。这些误差未包括在系统精度中。

对**内置轴承角度编码器**和内置定子联轴器角度编码器，该值包括联轴器带来的误差。对内置轴承和分离式联轴器角度编码器，编码器系统精度还必须再加上联轴器的角度误差（参见《内置轴承角度编码器》样本）。

一转内位置误差对大角度运动非常明显。

单信号周期内位置误差对小角度运动和重复测量很明显。特别是在转速控制环中，它将导致速度波动。单信号周期内位置误差取决于正弦扫描信号和其细分电路质量。

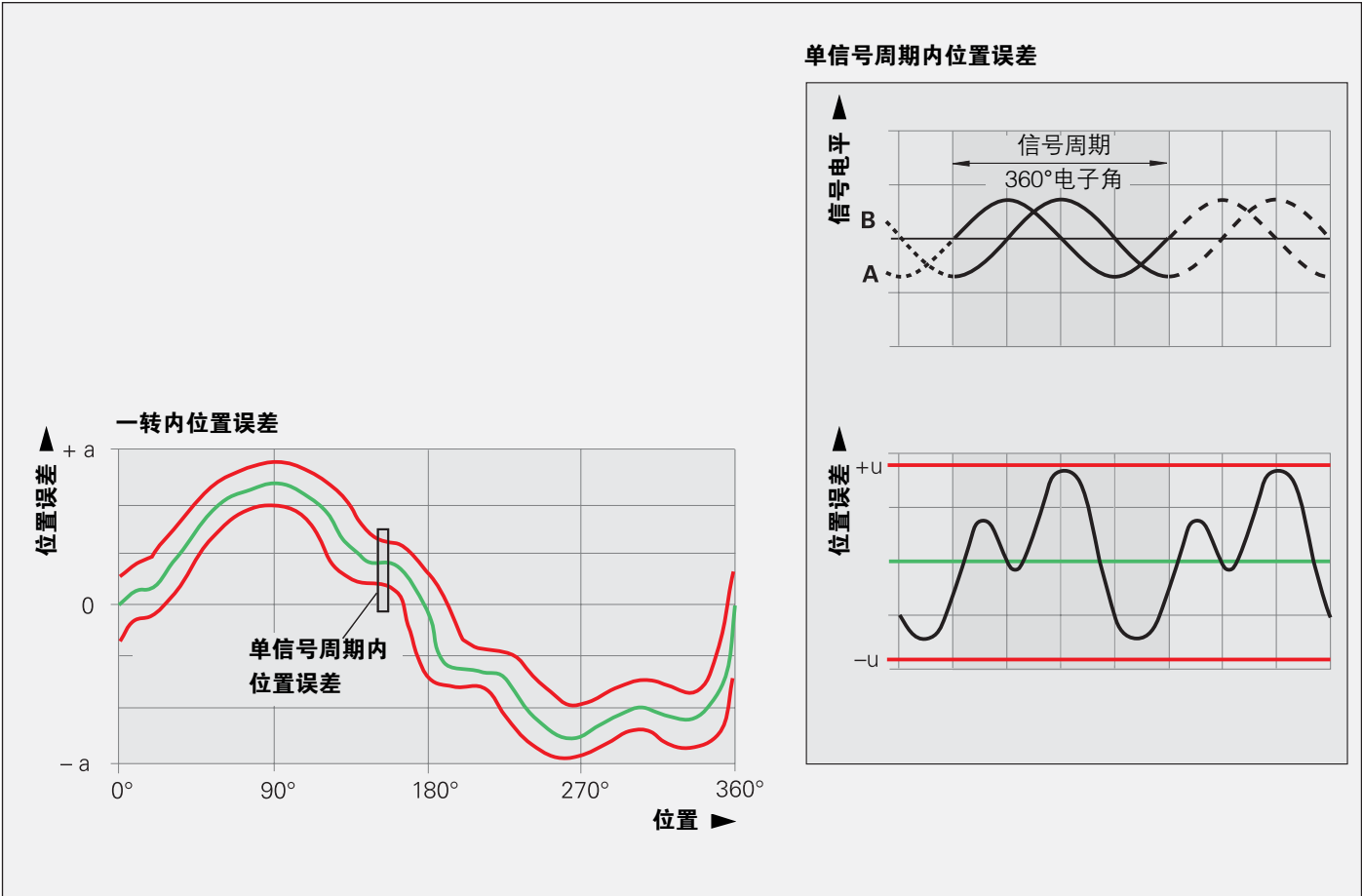
影响测量精度的因素有：

- 信号周期大小
- 光栅的一致性和边缘清晰度
- 光学过滤器质量
- 光电检测元件特性
- 模拟信号后续处理中的稳定性和动态性能

海德汉公司的角度编码器已充分考虑这些影响因素，其正弦输出信号支持细分处理，细分后精度优于信号周期的 $\pm 1\%$ （ERP 880： $\pm 1.5\%$ ）。

举例：

每转32 768个正弦输出信号的角度编码器：一个信号周期大约相当 0.011° 或约 $40''$ 。那么， $\pm 1\%$ 的信号质量意味着一个信号周期内的最大位置误差大约为 $\pm 0.0001^\circ$ 或 $\pm 0.40''$ 。



海德汉公司的ERP系列和ERA 4000系列角度编码器的每个编码器都有检定图并随编码器一起提供给客户。

检定图记录了编码器精度（包括其基体或轮毂），它是检定标准的可追溯性记录。这个精度数据不包括由于安装和被测轴承误差所导致的附加误差。

ERP和ERA 4000系列角度编码器的光栅精度是通过一个光栅的大量测量位置确定的。选择的每转位置数包括一个栅距内的测量误差。

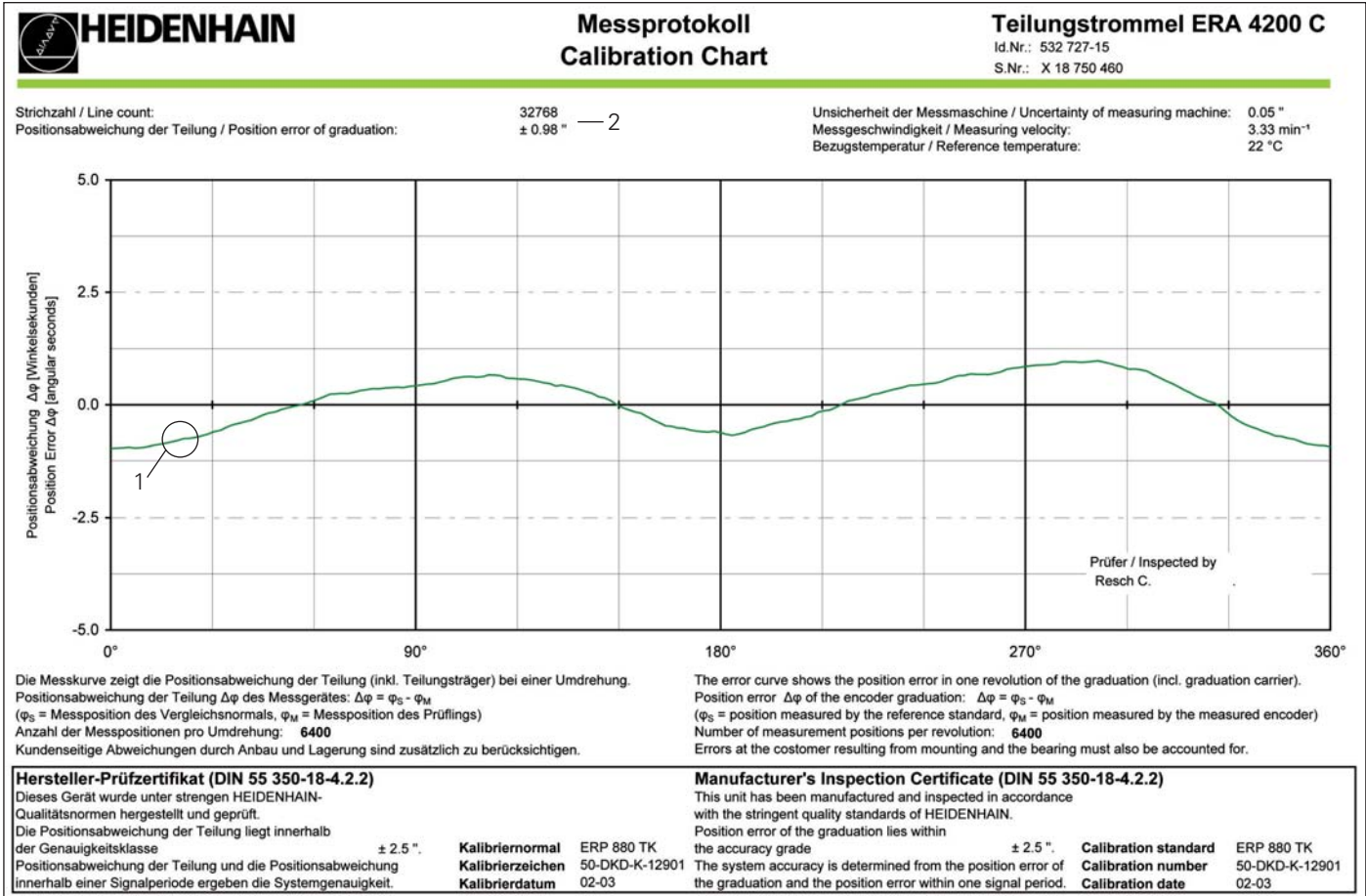
用这种方法获得的所有测量值都在要求的光栅精度范围内（参见“技术参数”）。

检定记录图是编码器符合精度要求的证明。制造商检验证上的**检定标准**符合各国和国际公认标准可追溯性要求。

偏差值是在恒温条件（22 °C）下进行最终检测时确定的并体现在检定记录图中。

检定记录图举例：ERA 4200 C

- 1 光栅误差图
- 2 检定结果



与应用相关误差

除了系统精度外，无内置轴承角度编码器的读数头安装和调整对精度有重大影响。特别是光栅尺相对被测轴的安装偏心量和径向跳动对精度影响十分显著。

为计算**总精度**，必须单独计算每一项显著误差。

1. ERP和ERA 4000光栅尺的方向偏差

“技术参数”中给出的光栅精度是指相对平均值的方向偏差极限值。系统精度由光栅精度和单信号周期内的位置误差构成。

ERA 700和ERA 800

方向偏差极限值取决于

- 光栅精度（参见“技术参数”），
- 安装造成的钢带不规则伸长
- 安装表面形状偏差，和
- 钢带光栅尺对接偏差

（仅限ERA 780 C/ERA 880 C）。

海德汉公司特殊的光栅制造工艺和对接接头的精密加工使光栅尺的方向偏差减小到3至5角秒以内（需精密安装）。

ERA 781 C, ERA 881 C, ERA 882 C

这些非整圆光栅尺，当不能准确保证钢带光栅尺支撑面名义直径时，其附加角度误差 $\Delta\varphi$ 为：

$$\Delta\varphi = (1 - D'/D) \cdot \Delta\varphi \cdot 3600$$

其中

$\Delta\varphi$ = 扇形角偏差，单位角秒

φ = 扇形角，单位度

D = 钢带光栅尺基体名义直径

D' = 钢带光栅尺基体实际直径

如果将钢带光栅尺实际直径D'的每转有效线数z'输入到数控系统中，可以消除该误差。以下关系有效：

$$z' = z \cdot D'/D$$

其中 z = 每转的名义线数

z' = 每转实际线数

用比较式编码器测量各非整圆编码器的角位移量，例如用内置轴承角度编码器。

2. 光栅尺与轴承偏心造成的误差

正常情况下，圆光栅/轮毂总成（ERP）、圆周光栅鼓（ERA 4000）或钢带光栅尺（ERA 78x C和ERA 88x C）安装后，光栅尺相对轴承都有一定偏心量。此外，定心环导致的相配轴尺寸和形状偏差还使偏心量增大。

偏心量e、光栅尺平均直径D和测量误差 $\Delta\varphi$ 间关系为（参见下图）：

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

$\Delta\varphi$ = 测量误差，单位为秒（角秒）

e = 径向光栅相对轴承间偏心量，单位为 μm

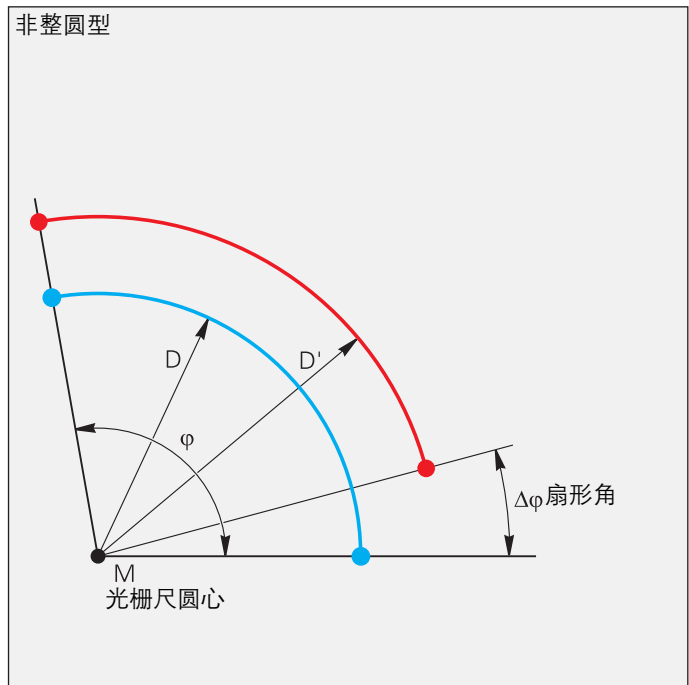
D = 光栅尺平均直径（ERP）或光栅鼓外径（ERA 4000）和钢带光栅尺基体直径（ERA 78xC/ERA 88xC），单位为mm

M = 光栅尺圆心

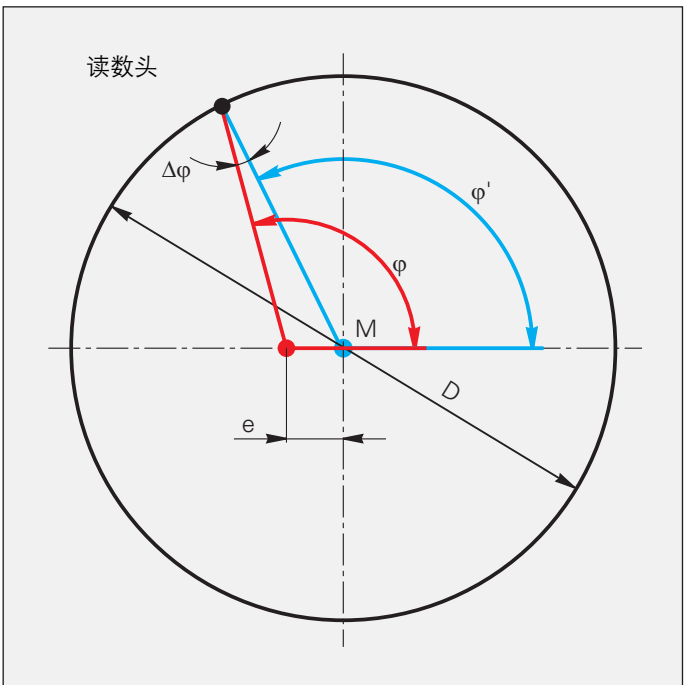
φ = “理论”角度

φ' = 被测角度

由于钢带光栅尺基体直径偏差造成的角度误差



光栅尺相对轴承的偏心量



型号	光栅尺 平均直径D	每1 μm偏心量 导致的偏差
ERP 880	D = 126 mm	± 3.3"
ERP 4080	D = 40 mm	± 10.3"
ERP 8080	D = 104 mm	± 4.0"
ERA 4000	D = 53 mm	± 7.8"
	D = 77 mm	± 5.4"
	D = 105 mm	± 3.9"
	D = 128 mm	± 3.2"
	D = 153 mm	± 2.7"
	D = 179 mm	± 2.3"
	D = 209 mm	± 2.0"
	D = 255 mm	± 1.6"
	D = 306 mm	± 1.3"
	D = 331 mm	± 1.2"
	D = 484 mm	± 0.9"
	D = 560 mm	± 0.7"
ERA 78xC	D = 320 mm	± 1.3"
	D = 460 mm	± 0.9"
	D = 570 mm	± 0.7"
	D = 1 145 mm	± 0.4"
ERA 88xC	D = 320 mm	± 1.3"
	D = 460 mm	± 0.9"
	D = 570 mm	± 0.7"

3. 轴承径向误差造成的误差

测量误差Δφ关系式也适用于轴承径向误差情况，只是将e值用偏心值取代，即径向误差的一半（显示值的一半）。

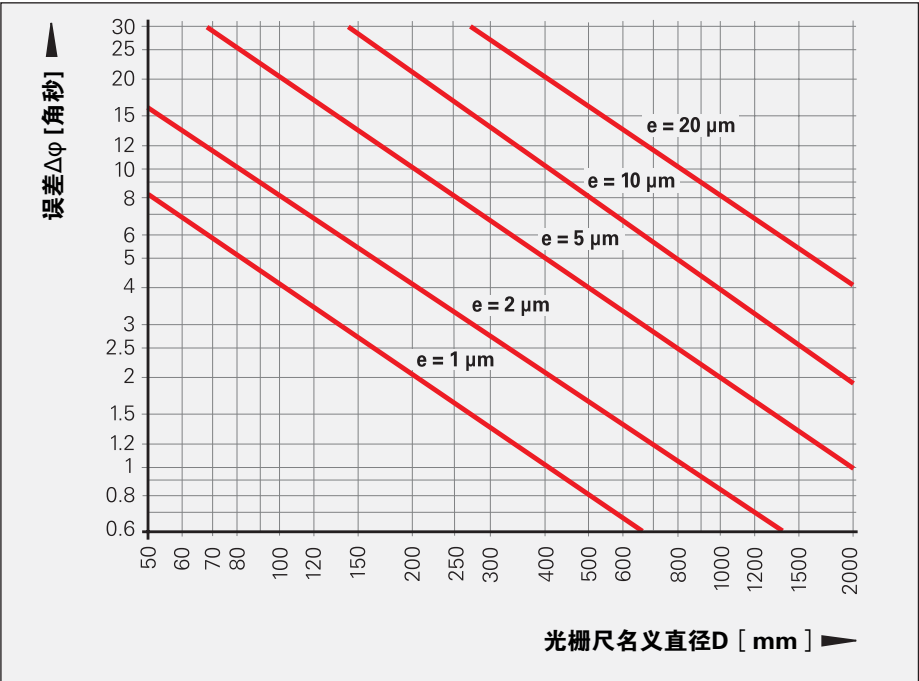
轴承径向载荷也会引起类似的误差。

4. 单信号周期内位置误差Δφ_u

所有海德汉编码器的读数头都被调整到在安装时无需调整电气参数就能达到单信号周期内的最大位置误差不超过±1 %（ERP 880: ±1.5 %）。以下为ERP和ERA 4000系列编码器偏差值：

型号	线数	单信号周期内 位置误差Δφ _u
ERP 880	90000	≤ ± 0.1" (≙ 180 000信号周期数)
ERP 4080	65536	≤ ± 0.1" (≙ 131 072信号周期数)
ERP 8080	180000	≤ ± 0.04" (≙ 360 000信号周期数)
ERA 4000	3000	≤ ± 4.4"
	4096	≤ ± 3.2"
	5000	≤ ± 2.6"
	6000	≤ ± 2.2"
	7000	≤ ± 1.9"
	8192	≤ ± 1.6"
	10000	≤ ± 1.3"
	12000	≤ ± 1.1"
	13000	≤ ± 1.0"
	14000	≤ ± 1.0"
	16384	≤ ± 0.8"
	20000	≤ ± 0.7"
	24000	≤ ± 0.6"
	26000	≤ ± 0.5"
	28000	≤ ± 0.5"
	32768	≤ ± 0.4"
	38000	≤ ± 0.4"
	40000	≤ ± 0.4"
	44000	≤ ± 0.3"
	48000	≤ ± 0.3"
	52000	≤ ± 0.3"

不同偏心值e造成的测量偏差Δφ与光栅尺平均直径D的关系。



单信号周期内位置误差值已包括在系统精度内。如果超出安装公差，将导致更大误差。

机械结构类型和装配

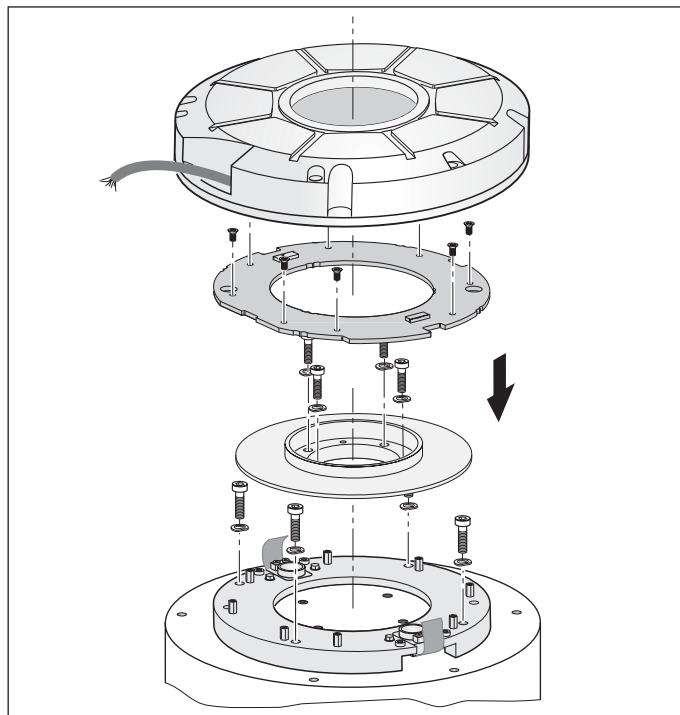
ERP 880

ERP 880模块式角度编码器包括：读数头、圆光栅/轮毂总成和PCB电路板。防护盖为附件，用于防止接触和避免受到污染。

安装ERP 880

首先将读数头安装到机床静止零件上，与轴对正，使不对正误差在 $\pm 1.5 \mu\text{m}$ 以内。再将圆光栅/轮毂总成的正面拧到轴上，并与读数头对正，使最大偏心量不超过 $\pm 1.5 \mu\text{m}$ 。然后，安装PCB电路板并连接读数头。精细调整时，用PWM 9（参见“海德汉测量设备”）和示波器进行“电气定心”。ERP 880可以用防护盖，以防受到污染。

安装ERP 880
(基本方法)



IP 40外壳

带密封环的IP 40防护电缆，1 m长，
12针针式连接器
ID 369 774-01

IP 64外壳

带密封环的IP 64防护电缆，1 m长，
12针针式连接器
ID 369 774-02



ERP 4080/ERP 8080

ERP 4080和ERP 8080模块式角度编码器是高精度编码器，它采用特殊相位光栅的干涉扫描原理。它由读数头和圆光栅/轮毂总成组成。

确定轴向安装公差

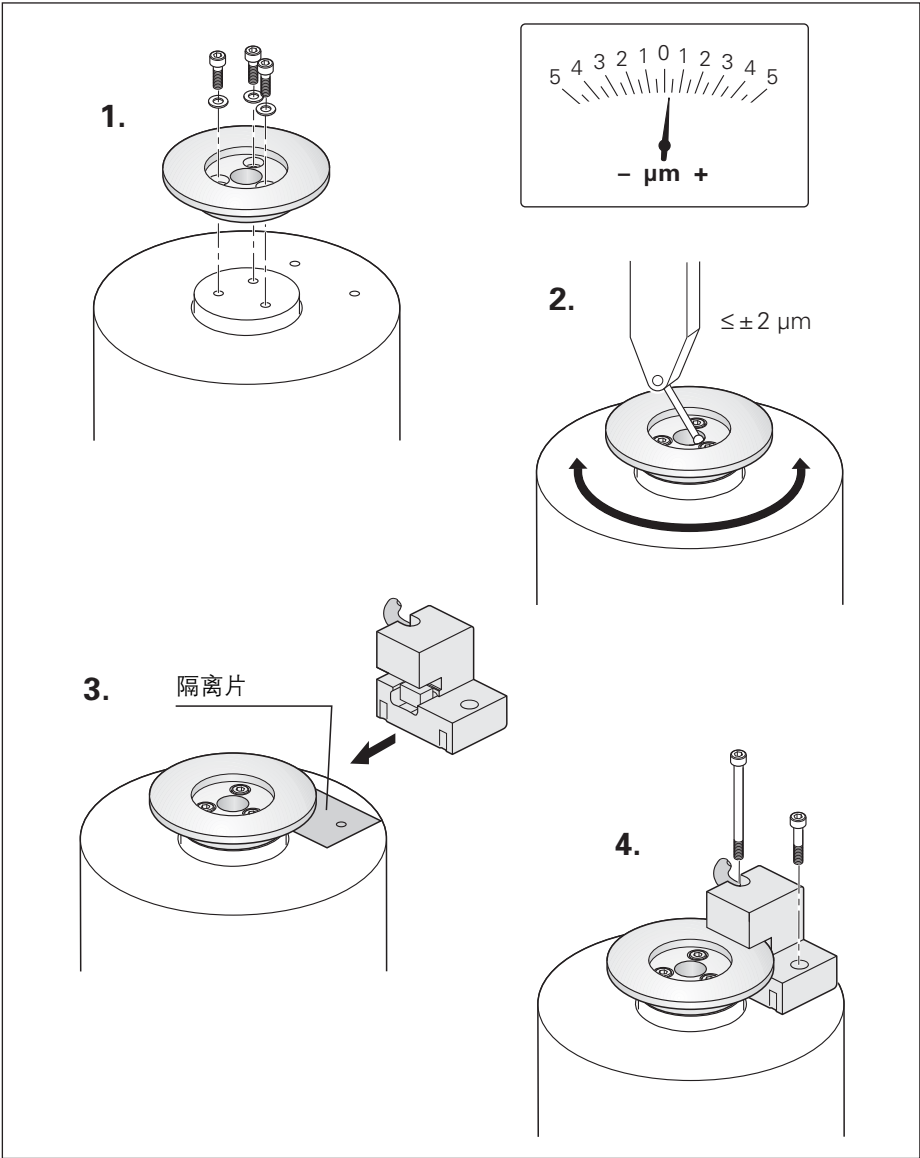
为尽可能获得最高精度，必须确保轴的摆动量和圆光栅/轮毂总成的摆动量不相互叠加在一起。轮毂的最大和最小摆动位置标记在圆光栅上。轴的摆动位置通过测量轮毂的轴承面和读数头间的最大和最小间隙位置确定。圆光栅/轮毂总成的安装位置必须使圆光栅上最大摆动位置标志与最小间隙位置确定。圆光栅的最小摆动位置必须与轴的最大间隙位置确定。

安装圆光栅/轮毂总成

将圆光栅/轮毂滑入驱动轴，用轮滚内径定心并用螺栓紧固。可用百分表或定心球（仅限ERP 4080）定心在相配轴上。如果用于高精度应用场合，必须用光学定心圆光栅（定心圆）或用电气定心（第二个对径位置处的读数头的相位差）。

安装读数头

读数头用两个螺栓固定（或用安装辅件）并将相应的隔离片放在安装面上，确保读数头可动。读数头用PWM 9或PWT 18（参见“海德汉测量设备”）进行电气调整，调整时在安装孔内移动读数头使输出信号幅值 $\geq 0.9 V_{pp}$ 。



附件
安装辅件
调整读数头
ID 622 976-02

长度计适配器
测量安装公差
ID 627 142-01

隔离片	
调整轴向位置	
10 μm	ID 619 943-01
20 μm	ID 619 943-02
30 μm	ID 619 943-03
40 μm	ID 619 943-04
50 μm	ID 619 943-05
60 μm	ID 619 943-06
70 μm	ID 619 943-07
80 μm	ID 619 943-08
90 μm	ID 619 943-09
100 μm	ID 619 943-10

套片（10 μm 至100 μm 的每个间隙
对应一片）： ID 619 943-11

ERA 4000系列

ERA 4000系列模块式角度编码器分为两部分：光栅鼓和读数头。

ERA 4000系列编码器的**读数头**的结构非常紧凑。ERA 4000系列编码器的**读数头**有三种型号，可满足不同应用要求。ERA 4x80和ERA 4x81系列编码器根据精度要求可提供多种栅距。相应读数头，请见右表。必须采取特殊措施保护ERA系列编码器不受污染。ERA 4480型角度编码器还有带防护盖的不同直径的光栅鼓。带防护盖的光栅鼓必须使用特殊结构的读数头（带压缩空气进气口）。对应光栅鼓的防护盖必须单独订购。

ERA模块式角度编码器的特殊结构设计使它的安装速度更快和调整更轻松。

应用	光栅鼓	栅距	型号	相配 读数头
高转速轴	带定心环实心光栅鼓	20 μm	ERA 4200	ERA 4280
		40 μm	ERA 4400	ERA 4480
		80 μm	ERA 4800	ERA 4880
重量轻，惯量小	T形截面，3点定心	20 μm	ERA 4201	ERA 4280
		40 μm	ERA 4401	ERA 4480
高精度定位和高转速轴	实心光栅鼓，3点定心	20 μm	ERA 4202	ERA 4280

安装ERA 4x00 C光栅鼓

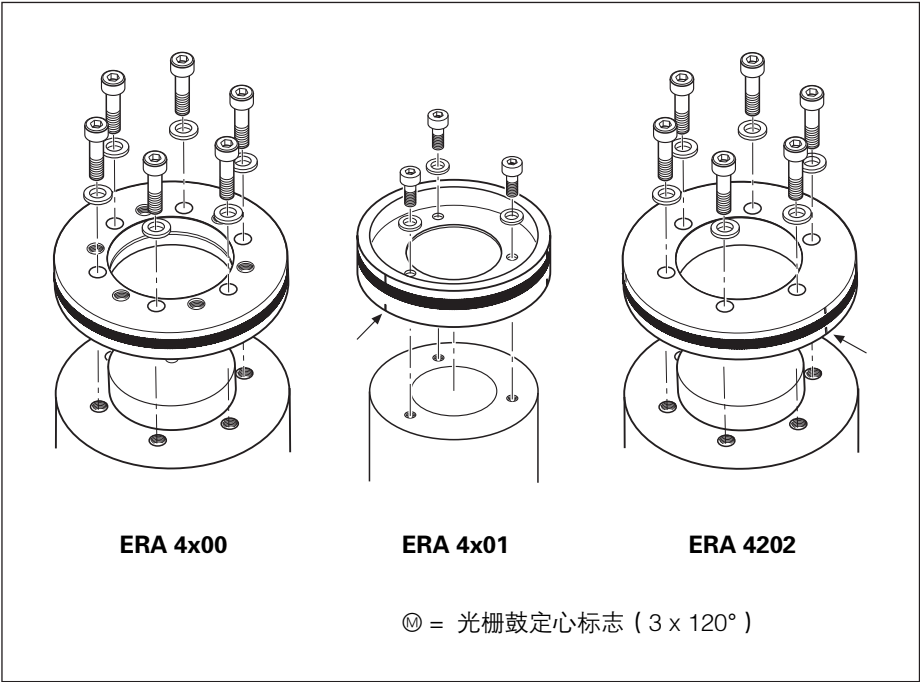
将实心圆周光栅鼓滑入驱动轴并用螺栓固定。光栅鼓通过**定心环**固定在内圆周上。海德汉推荐使用微量过盈配合的轴安装光栅鼓。安装时，可用加热板缓慢预热光栅鼓约10分钟时间，最高温度不能超过100 °C。

安装ERA 4x01光栅鼓

光栅鼓为T形截面，通过全圆周上的三个相距120°的螺栓固定和定心。驱动轴的径向跳动等精度影响因素可通过这种定心方法加以避免。光栅鼓上有定心位置标志。

安装ERA 4202光栅鼓

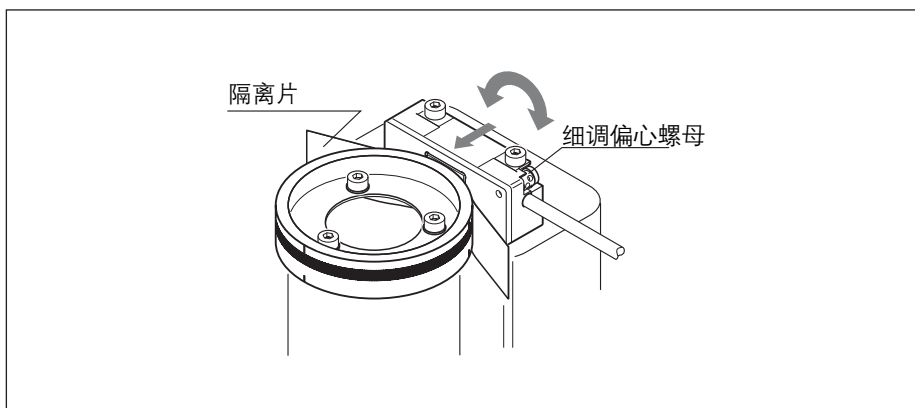
实心光栅鼓通过全圆周上的三个相距120°的螺栓固定和定心。三点定心和实心光栅鼓使它在安装后可获得很高精度。光栅鼓上有定心位置标志。



安装光栅鼓

安装读数头

需要安装读数头时，将隔离片放在光栅鼓表面上。将读数头压向隔离片并紧固，最后拆下隔离片。栅距为20 μm的ERA 4000系列编码器有一个用于细调扫描场的偏心螺母。

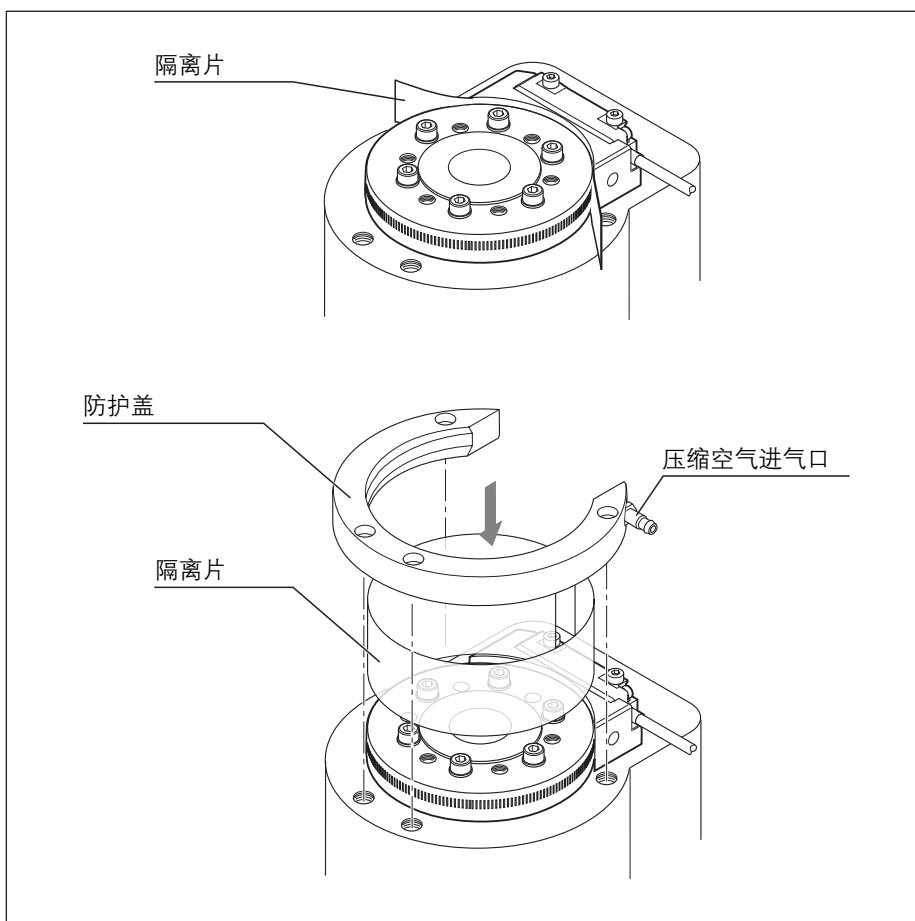


安装读数头（以ERA 4280为例）

安装防护盖

ERA 4480型模块式角度编码器还有带防护盖的多种不同直径的光栅鼓。如果通入压缩空气可以进一步提高防污染能力。

光栅鼓和读数头安装方法见上。将随防护盖提供的隔离片放在光栅鼓表面上。用它可在安装时起到保护光栅鼓的作用，并且能确保扫描间隙一致。然后将防护盖滑到光栅鼓上并紧固。拆下隔离片。有关压缩空气的更多信息，参见“一般机械信息”。



安装带防护盖的ERA 4480

机械结构类型和装配

ERA 700和ERA 800系列

ERA 700和ERA 800系列角度编码器包括一个读数头和一个单体钢带光栅尺。钢带光栅尺最大长度为30 m。

钢带光栅尺可安装在

- **内径**（ERA 700系列），或者
- 机床零件的**外径**（ERA 800系列）。

ERA 780 C和ERA 880 C系列角度编码器用于**整圆应用**。因此，它们非常适用于大内径空心轴（大约300 mm以上）和需要在大圆周上进行高精度测量的应用，例如大型回转工作台、望远镜等。

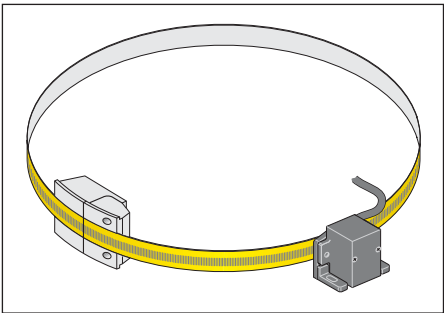
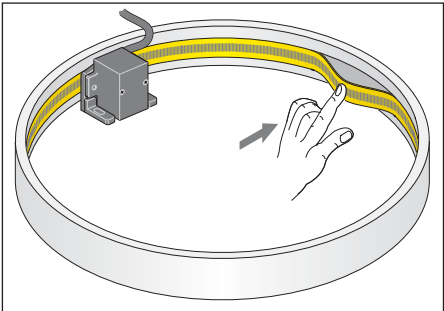
如果应用环境不允许整圆或不需要测量360°以上角度范围，可选用300 mm以上的**非整圆角度编码器**。

安装整圆钢带光栅尺

ERA 780 C：为安装钢带光栅尺，必须有一定直径的**内圆周槽**。从钢带的接头处开始，将钢带压入槽中。截取钢带使其可以依靠自身弹力保持在位。为确保钢带光栅尺不在槽内运动，用粘合剂在接头附近的多点位置处将它固定。

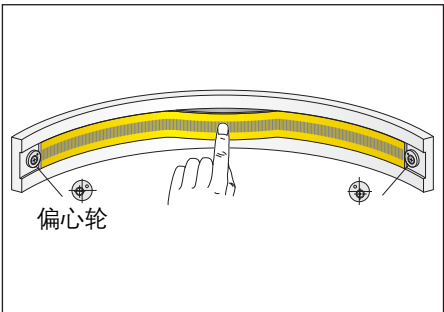
ERA 880 C：钢带光栅尺的端头自带已安装好的半个张紧夹板。安装这种钢带光栅带需要用**外圆周槽**。必须为张紧夹板保留足够空间。将钢带光栅尺固定在机床外圆周槽中（沿槽边缘）并用张紧夹板张紧。

制造钢带光栅尺端头时已特别保证端头附近的信号波形畸变很小。

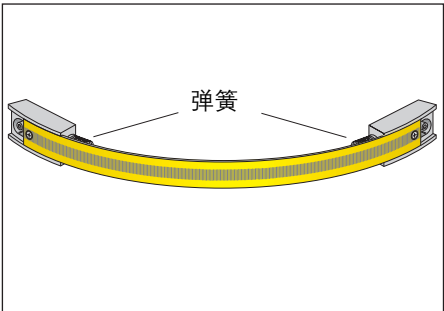


安装非整圆钢带光栅尺

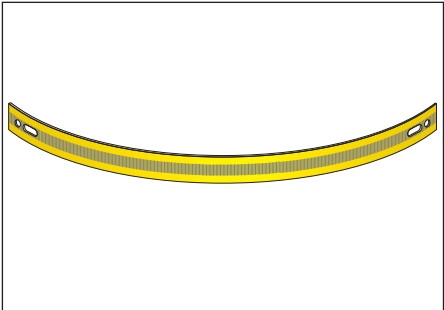
ERA 781 C：必须有一个一定直径的内圆周槽。调整槽上的两个偏心轮使钢带光栅尺在一定受力下压在槽中。



ERA 881 C：这个钢带光栅尺的一端已固定好。为放入钢带光栅尺，必须在外圆周槽上预留支撑件空间。钢带光栅尺有张紧弹簧，使支撑件有最佳的预紧力，提高钢带光栅尺精度，并使整个钢带光栅尺均匀伸长。



ERA 882 C：为放入钢带光栅尺，推荐使用外圆周槽或一端轴向限位块。该钢带光栅尺无张紧元件。必须用弹簧预紧并用两个长孔固定。



非整圆应用必须注意以下几点：

槽底直径技术要求

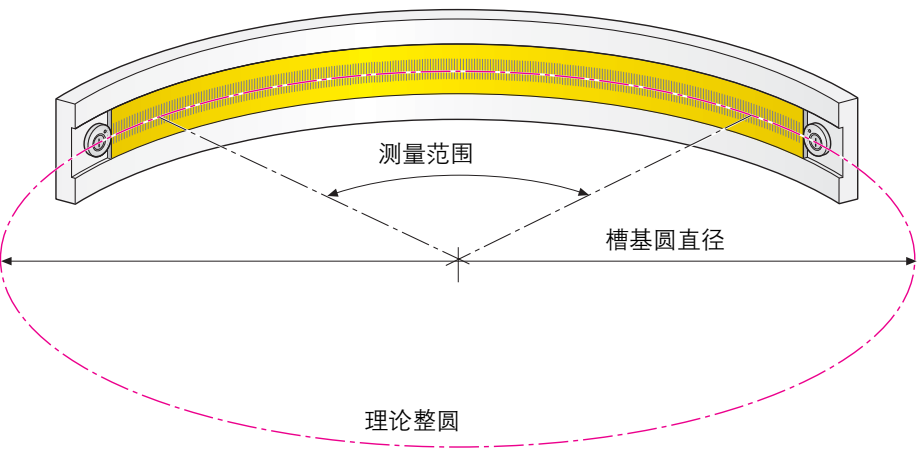
为了保证距离编码参考点正常工作，理论整圆的圆周长必须是1000个栅距的整数倍。这样可适应NC数控系统要求，因为大多数数控系统只计算整数的线数。有关槽基圆直径与线数的关系，请见下表。

扇形角

扇形角测量范围应为1000个信号周期的整数倍，这样可以使编码器的供货速度较快。

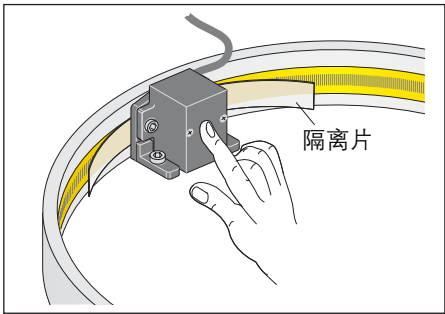
	槽基圆直径	投射到整圆上的线数
ERA 781 C	$318.58 + n \cdot 12.73111$	$25\,000 + n \cdot 1000$
ERA 881 C/ ERA 882 C	$317.99 + n \cdot 12.73178$	$25\,000 + n \cdot 1000$

(其中 $n = 1, 2, 3 \dots$)



安装读数头

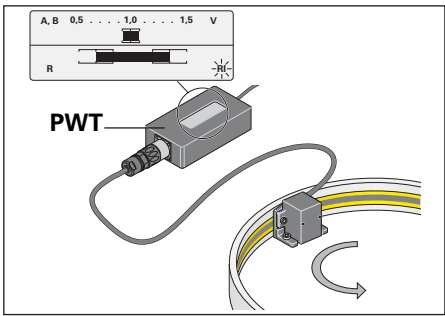
将隔离片放在钢带光栅尺上。向上推读数头的安装架压向隔离片，使隔离片只能在两个安装架的机械支点之间。先固定安装架再固定读数头在该位置处，然后拆下隔离片。



调整读数头

精确对正读数头和钢带光栅尺对ERA 700/800系列角度编码器测量精度和可靠性至关重要（Moire设置）。如果读数头未正确对正，输出信号的质量一定不好。

输出信号质量可用海德汉公司的PWT相位角检测仪检查。当读数头在钢带光栅尺上移动时，PWT检测仪用图形显示信号质量和参考点位置。



PWM 9相位角测量仪计算实际输出信号与理想信号间的偏差量(参见“海德汉测试设备”)。

防护等级

对**无内置轴承的角度编码器**，必须通过设计确保在安装过程中具有必要的防护能力，避免受到污染和接触，例如使用迷宫密封圈。

除非另有说明，所有**带内置轴承**的RCN、RON、RPN和ROD系列角度编码器的外壳和电缆输出接头均符合IEC 60 529和IEC 60 529的IP 67防护等级要求，输入轴处符合IP 64防护等级要求。

部分180 mm以内的光栅鼓内径的ERA 4480型角度编码器可选防护盖。接入略高于大气压的压缩空气可进一步提高防污能力。

进入光栅尺壳内的压缩空气必须用经适当处理并必须满足**ISO 8573-1**（1995年版）标准的以下质量要求：

- 固体杂质：1级
（ $1 \cdot 10^5$ Pa压力时的最大颗粒 $0.1 \mu\text{m}$ 和最大颗粒密度不超过 0.1 mg/m^3 ）
- 总含油量：1级
（ $1 \cdot 10^5$ Pa压力时的油浓度最高不超过 0.01 mg/m^3 ）
- 最大压力结露点：4级，相对 $2 \cdot 10^5$ Pa压力时 $+3 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件

要求的空气流量变化量与编码器型号有关（例如直线光栅尺为7至10 l/min），允许压力范围为0.6至1 bar（9至14 psi）。压缩空气必须由光栅尺或编码器自带的接头接入尺壳内。

附件：

直的接头

带节流阀和密封垫
ID 226 270-xx

短而直的接头

带节流阀和密封垫
ID 275 239-xx

M5旋转接头

带密封圈
ID 207 834-xx

海德汉公司的**DA 300型压缩空气单元**可净化和调节压缩空气。它包括两级过滤器（二级过滤器和活性炭过滤器），自动积水盘和带压力表的调压器。还包括25米长的压力管以及三通接头和连接四个光栅尺或编码器的接头。DA 300可向10个以内、最大总测量长度不超过35米的光栅尺或编码器供气。

附件：

DA 300压缩空气单元

ID 348 249-01

接入DA 300的压缩空气必须符合ISO 8573-1（1995年版）标准的以下质量要求：

- 污染物的最大颗粒和密度：
4级（最大颗粒 $15 \mu\text{m}$ ；最大颗粒密度 8 mg/m^3 ）
- 总含油量：
4级（含油量： 5 mg/m^3 ）
- 最大压力结露点：
未定义
7级

DA 300



更多信息，参见“DA 300”产品信息。

温度范围

检验角度编码器的**基准温度**为22 ℃。检定记录图中的系统精度仅对该温度有效。

工作温度是指角度编码器能够正常工作的环境温度范围。如果放在包装中，**存放温度范围**为-30至+80℃（ERP 4080/ERP 8080为0℃至60 ℃）。

接触防护

编码器安装好后，所有旋转零件必须全部被保护起来，以防工作时被意外触碰。

加速度

角度编码器在安装和工作时会受到不同类型的加速度作用。

- 所示最大**振动值**适用于IEC 60,068-2-6标准。
- 最大允许**冲击和振动**的加速度值(半正弦冲击)适用于6 ms的冲击和振动(IEC 60 068-2-27)。
在任何情况下，均不允许用锤子或类似工具通过敲击方式调整和定位光栅尺或编码器。

旋转速度

ERA 4000系列角度编码器最高允许轴速按照FKM指南确定。FKM指南提供了确定零部件强度的数学计算方法同时考虑了所有相关影响因素，它体现了最新技术成果。计算最高允许轴速时，要求考虑疲劳强度（10⁷ 负载变化）。由于安装是重大影响因素，因此只有满足“技术参数”和“安装说明”中的全部要求和说明，转速数据才有效。

损耗件

根据应用场合和操作方式的不同，海德汉公司的光栅尺或编码器的部分零件会被损耗。特别是以下零件：

- LED光源
- 反复弯曲的电缆

系统测试

海德汉公司的光栅尺或编码器常被集成到大型系统中。无论光栅尺或编码器具有怎样的技术参数，如果被应用在这样的系统中，必须对**整个系统进行综合测试**。样本中给出的技术参数仅适用于特定光栅尺或编码器，而非整个系统。如果将任何光栅尺或编码器用于非其设计要求或非其目标用途的场合，其风险由用户承担。如果用于安全性要求很高的场合，系统通电后，必须校验编码器的位置值是否正确。

安装

安装步骤和安装尺寸只以随机提供的安装手册为准。因此，本样本中所提供的安装信息仅供参考，不具约束力，不构成合同条款。

DIADUR、AURODUR和METALLUR是德国Traunreut的DR. JOHANNES HEIDENHAIN公司的注册商标。

ERP 880

- 高精度
干涉扫描原理

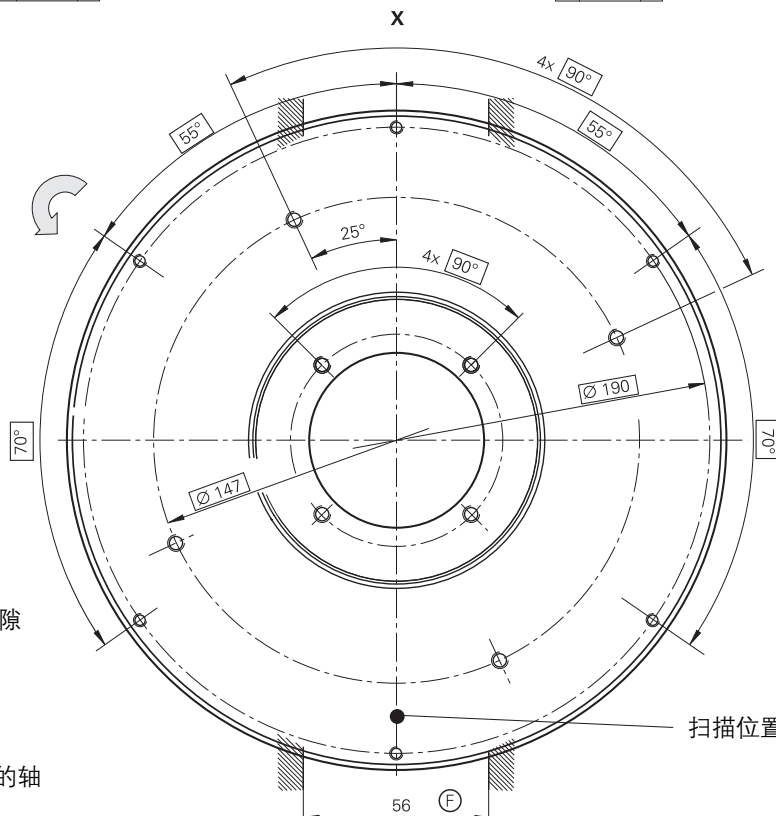
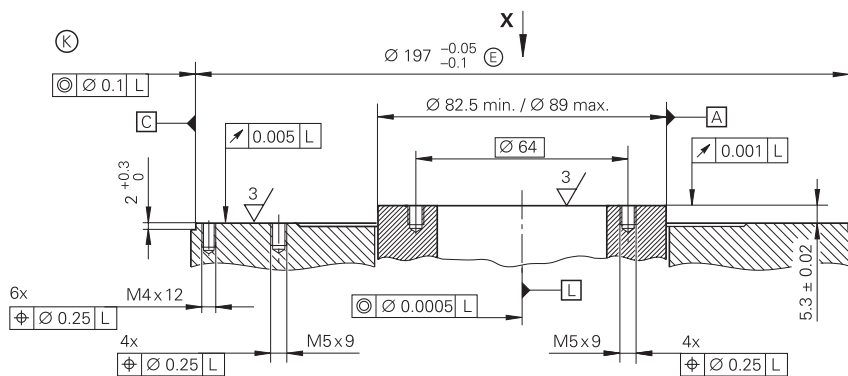
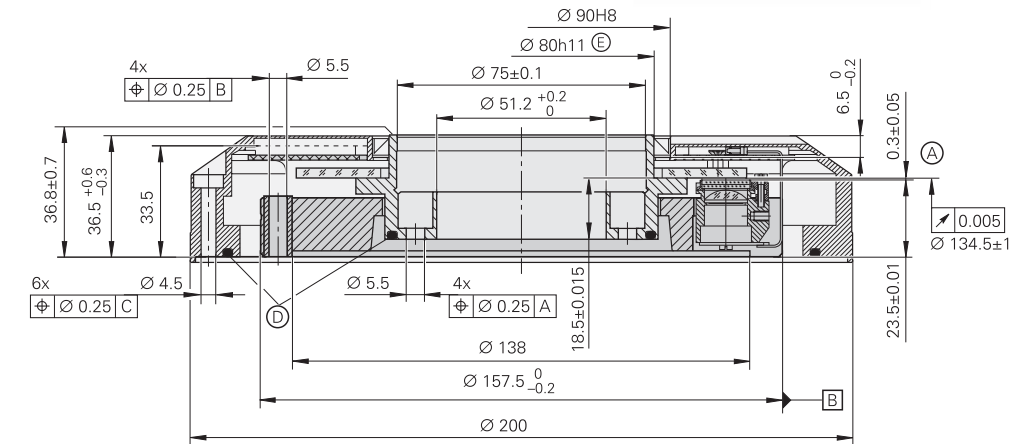
尺寸单位 mm



公差 ISO 8015

ISO 2768 – m H

< 6 mm: ± 0.2 mm



径向引线，也可轴向引线

Ⓐ = 圆光栅与扫描掩膜间的间隙

Ⓚ = 需要的配合尺寸

ⓕ = 检修所需空间

ⓓ = 密封垫

Ⓛ = 轴承旋转轴

符合接口说明中输出信号的轴
旋转方向

		增量式	
		ERP 880	
增量信号		〰 1 V _{PP}	
线数		90 000 (≅ 180 000个信号周期)	
参考点		一个	
截止频率	-3 dB -6 dB	≥ 800 kHz ≥ 1.3 MHz	
推荐测量步距 位置测量		0.00001°	
系统精度 ¹⁾		± 1"	
光栅精度		±0.9" (无轮毂)	
电源 无负载		5 V ± 10 %/最大250 mA	
电气连接		带壳: 1 m电缆, M23连接器 无壳: 通过12针PCB接头 (适配电缆 ID 372 164-xx)	
电缆长度		≤ 150 m (海德汉电缆)	
轮毂内径		51.2 mm	
机械允许转速		≤ 1000 min ⁻¹	
转子惯量		1.2 • 10 ⁻³ kgm ²	
允许被测轴的轴向间隙		≤ ± 0.05 mm	
振动 55至2000 Hz 冲击 6 ms	≤ 50 m/s ² (IEC 60 068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (IEC 60 068-2-27)		
工作温度		0 °C至50 °C	
防护等级* IEC 60 529		无壳: IP 00	带壳: IP 40 带壳和轴封: IP 64
启动扭矩		- 0.25 Nm	
重量		3.0 kg	3.1 kg, 包括外壳

* 请在订货时注明

¹⁾ 安装前。不包括安装误差和驱动轴轴承误差导致的附加误差。

ERP 4080/ERP 8080

- 高精度
- 干涉扫描原理
- 结构紧凑

尺寸单位 mm



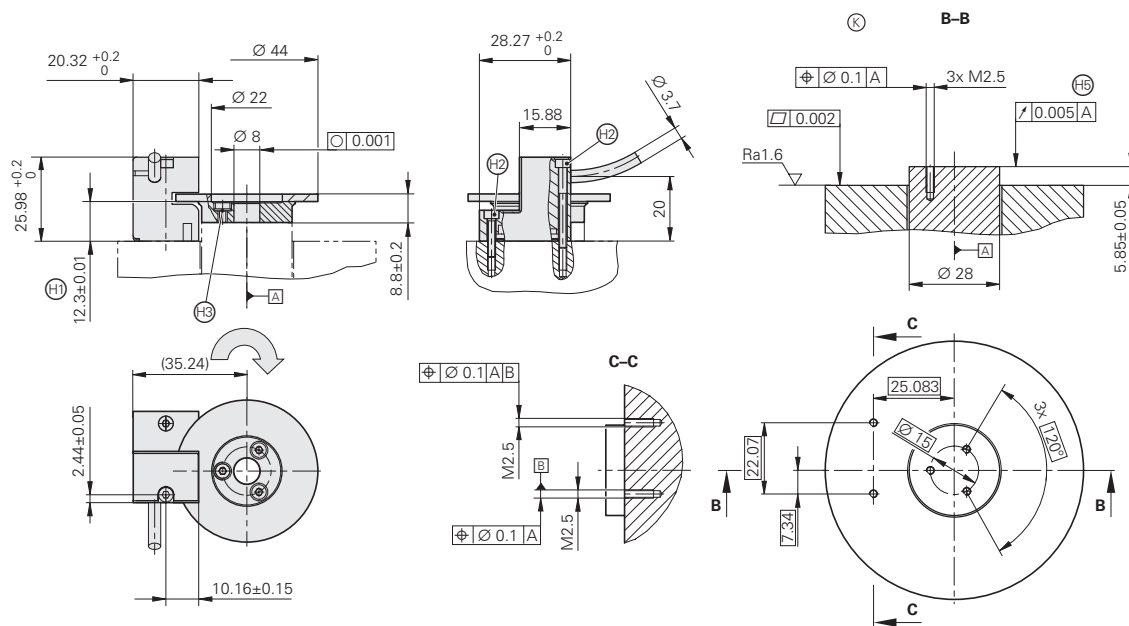
公差 ISO 8015

ISO 2768 – m H

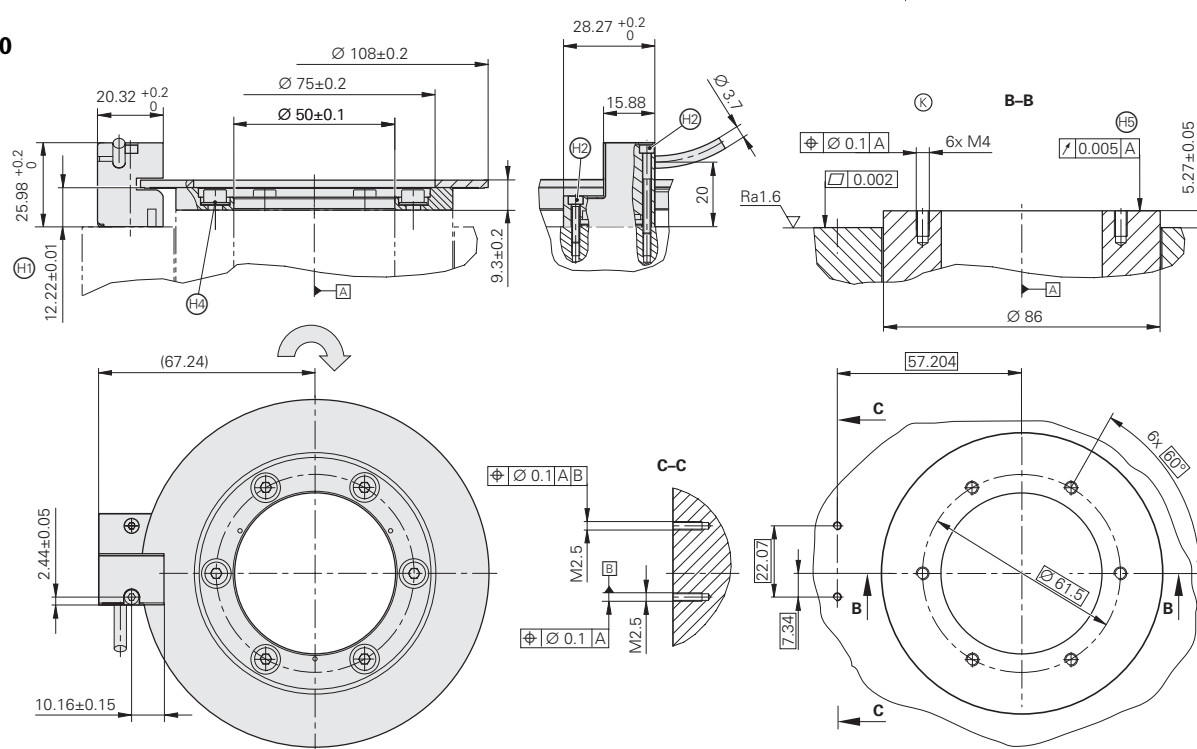
< 6 mm; ± 0.2 mm



ERP 4080



ERP 8080



- Ⓐ = 轴承
- Ⓚ = 需要的配合尺寸
- Ⓜ = 用隔离片设置安装间隙
- Ⓜ = 圆柱螺栓 ISO 4762–A2–M2.5
- Ⓜ = 圆柱螺栓 ISO 4762–A2–M2.5 和垫圈 ISO 7089–2.5–140HV–A2
- Ⓜ = 圆柱螺栓 ISO 4762–A2–M4 和垫圈 ISO 7089–4–140HV–A2
- Ⓜ = 安装面不外凸
- 符合接口说明中输出信号的轴旋转方向

	增量式	
	ERP 4080	ERP 8080
增量信号	$\sim 1 V_{PP}$	
线数	65 536 ($\triangleq 131\,072$ 个信号周期)	180 000 ($\triangleq 360\,000$ 个信号周期)
参考点	无	
截止频率 -3 dB	$\geq 250\text{ kHz}$	
推荐测量步距 位置测量	0.00001°	0.000005°
系统精度 ¹⁾	$\pm 5''$	$\pm 2''$
光栅精度	$\pm 2''$ (无轮毂)	$\pm 1''$ (无轮毂)
电源 无负载	$5\text{ V} \pm 5\%$ /最大150 mA	
电气连接	1 m电缆, 带D-sub接头 (15针)	
电缆长度	$\leq 30\text{ m}$ (海德汉电缆)	
轮毂内径	8 mm	50 mm
机械允许转速	$\leq 300\text{ min}^{-1}$	$\leq 100\text{ min}^{-1}$
转子惯量	$5 \cdot 10^{-6}\text{ kgm}^2$	$250 \cdot 10^{-6}\text{ kgm}^2$
允许被测轴的轴向间隙	$\leq \pm 0.01\text{ mm}$ (包括摆动量)	
振动 55至2000 Hz 冲击 6 ms	$\leq 50\text{ m/s}^2$ (IEC 60 068-2-6) $\leq 500\text{ m/s}^2$ (IEC 60 068-2-27)	
工作温度	$15\text{ }^\circ\text{C}$ 至 $40\text{ }^\circ\text{C}$	
防护等级 IEC 60 529	IP 00 (洁净应用环境)	
重量		
圆光栅/轮毂总成	约0.036 kg	约0.180 kg
读数头无电缆	约0.033 kg	

¹⁾ 安装前。不包括安装误差和驱动轴轴承误差导致的附加误差。

ERA 4280 C, ERA 4480 C, ERA 4880 C

- 钢圆周光栅鼓，带定心环
- ERA 4480 C可选装防护盖

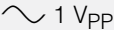


ERA 4000



ERA 4000带防护盖

增量信号	
参考点	
截止频率 -3dB	
无负载电源	
电气连接	
电缆长度	
光栅鼓内径*	
光栅鼓外径*	
线数	ERA 4280 C
	ERA 4480 C
	ERA 4880 C
系统精度 ¹⁾	ERA 4280 C
	ERA 4480 C
	ERA 4880 C
光栅精度 ²⁾	
机械允许转速	
转子惯量	
允许的轴向运动量	
振动 55至2000 Hz	
冲击 6 ms	
工作温度	
防护等级* IEC 60 529	
无防护盖	
带防护盖 ³⁾ 和压缩空气	
重量（约重）	光栅鼓
	防护盖
读数头无电缆	

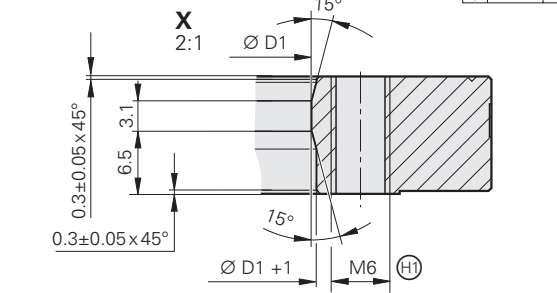
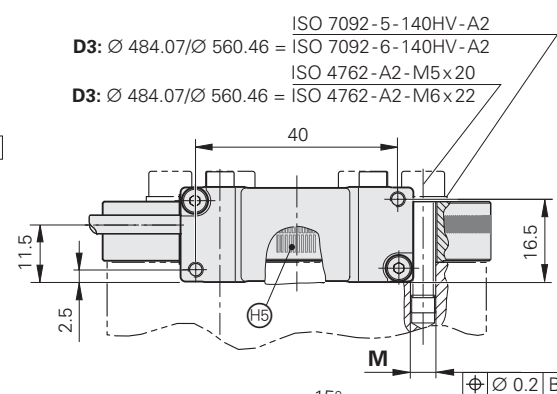
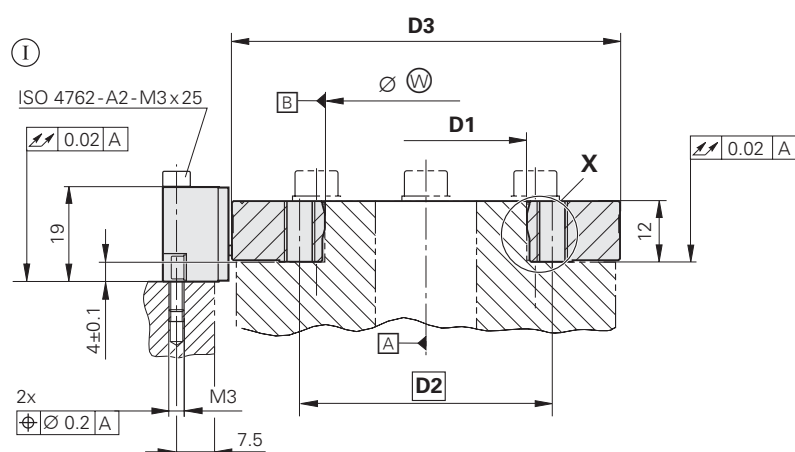
ERA 4280 C 栅距20 μm – 包括 ERA 4280读数头 和 ERA 4200 C光栅鼓 ERA 4480 C 栅距40 μm – 包括 ERA 4480读数头 和 ERA 4400 C光栅鼓 ERA 4880 C 栅距80 μm – 包括 ERA 4880读数头 和 ERA 4800 C光栅鼓									
 1 V _{PP}									
距离编码									
≥ 350 kHz									
5 V ± 10 %/最大100 mA									
1 m长电缆，M23连接器（ 12针）									
≤ 150 m（ 海德汉电缆 ）									
40 mm	70 mm	80 mm	120 mm	150 mm	180 mm	270 mm	425 mm	512 mm	
76.75 mm	104.63 mm	127.64 mm	178.55 mm	208.89 mm	254.93 mm	331.31 mm	484.07 mm	560.46 mm	
12000	16384	20000	28000	32768	40000	52000	–	–	
6000	8192	10000	14000	16384	20000	26000	38000	44000	
3000	4096	5000	7000	8192	10000	13000	–	–	
± 6.1"	± 4.5"	± 3.7"	± 3.0"	± 2.9"	± 2.9"	± 2.8"	–	–	
± 7.2"	± 5.3"	± 4.3"	± 3.5"	± 3.3"	± 3.2"	± 3.0"	± 2.4"	± 2.3"	
± 9.4"	± 6.9"	± 5.6"	± 4.4"	± 4.1"	± 3.8"	± 3.5"	–	–	
± 5"	± 3.7"	± 3"	± 2.5"				± 2"		
10000min ^{–1}	8500 min ^{–1}	6250 min ^{–1}	4500 min ^{–1}	4250 min ^{–1}	3250 min ^{–1}	2500 min ^{–1}	1800 min ^{–1}	1500 min ^{–1}	
0.27 • 10 ^{–3} kgm ²	0.8 • 10 ^{–3} kgm ²	1.9 • 10 ^{–3} kgm ²	7.1 • 10 ^{–3} kgm ²	12 • 10 ^{–3} kgm ²	28 • 10 ^{–3} kgm ²	59 • 10 ^{–3} kgm ²	195 • 10 ^{–3} kgm ²	258 • 10 ^{–3} kgm ²	
≤ ± 0.5 mm（ 光栅鼓相对读数头 ）									
≤ 200 m/s ² (IEC 60 068–2–6) ≤ 1000 m/s ² (IEC 60 068–2–27)									
– 10 °C至80 °C（ 光栅鼓热膨胀系数约为10.5 • 10 ^{–6} K ^{–1} ）									
IP 00									
IP 40	–	IP 40	IP 40	–	IP 40	–			
0.28 kg	0.41 kg	0.68 kg	1.2 kg	1.5 kg	2.3 kg	2.6 kg	3.8 kg	3.6 kg	
0.07 kg	–	0.12 kg	0.17 kg	–	0.26 kg	–			
约0.020 kg；带防护盖读数头：约0.035 kg									

* 请在订货时注明

- 1) 安装前。不包括安装误差和驱动轴轴承误差导致的附加误差。
- 2) 有关其它误差信息，参见“测量精度”。
- 3) 仅限ERA 4480；必须单独订购防护盖

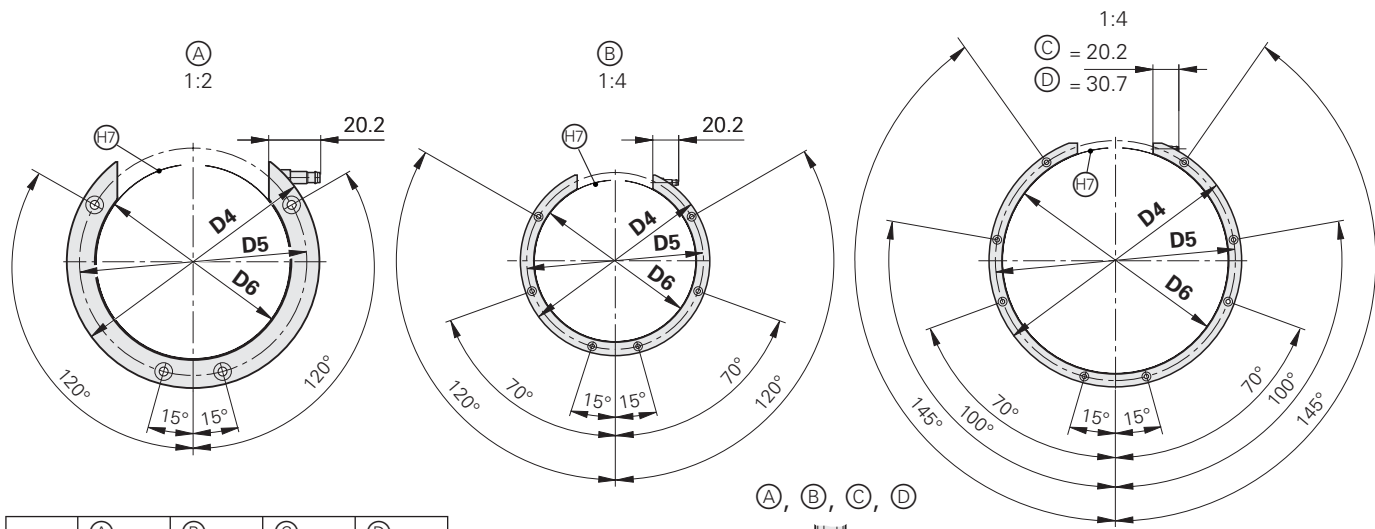
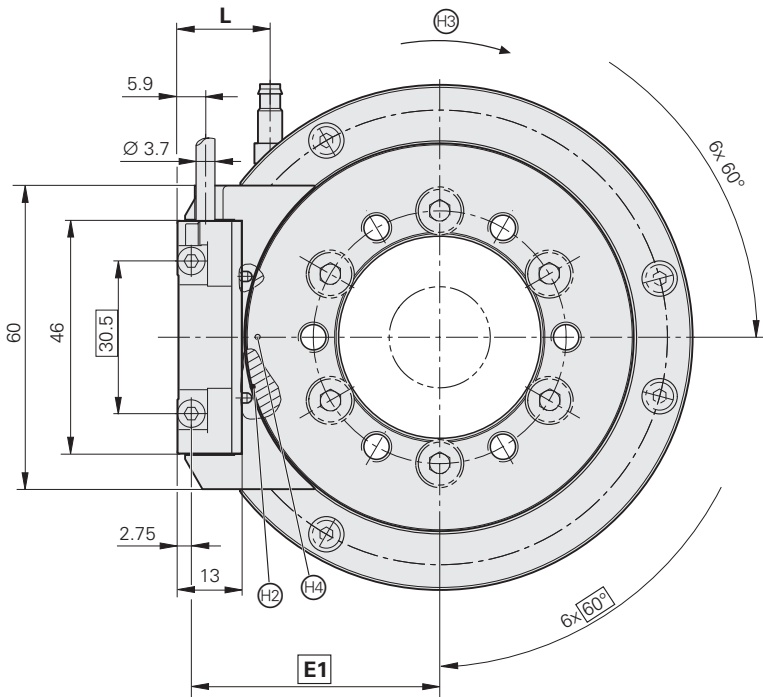
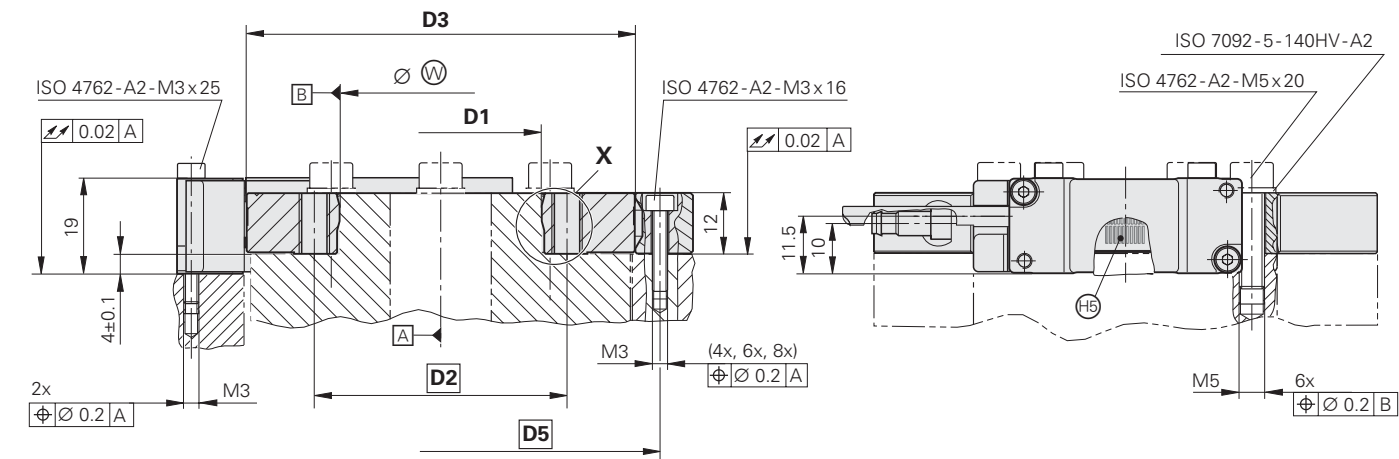
ERA 4280 C, ERA 4480 C, ERA 4880 C

无防护盖

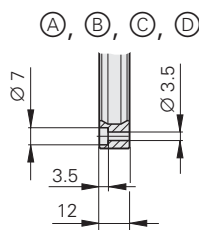


ERA 4480 C

带防护盖

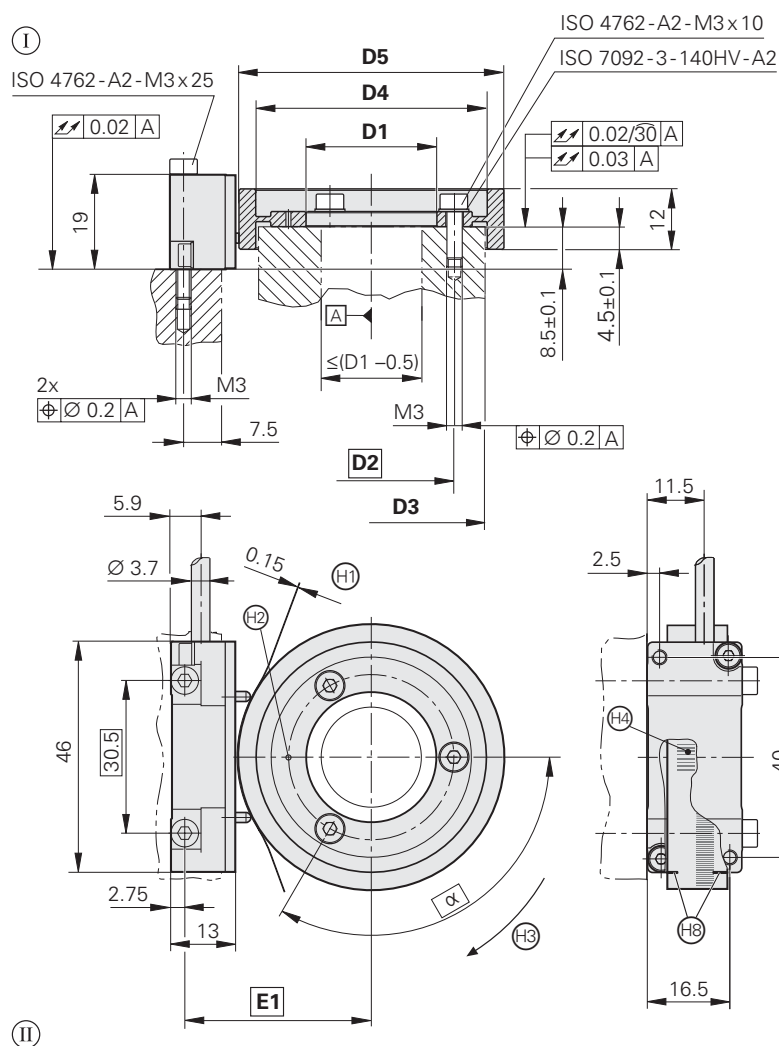


	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ
D3	⌀ 76.75	⌀ 127.64	⌀ 178.55	⌀ 254.93
D4	⌀ 100	⌀ 150	⌀ 200	⌀ 278
D5	⌀ 90	⌀ 140	⌀ 190	⌀ 268
D6	⌀ 77.2	⌀ 128.2	⌀ 179.1	⌀ 255.6



ERA 4281 C, ERA 4481 C

- 钢圆周光栅鼓，重量轻，惯量小



尺寸单位 mm

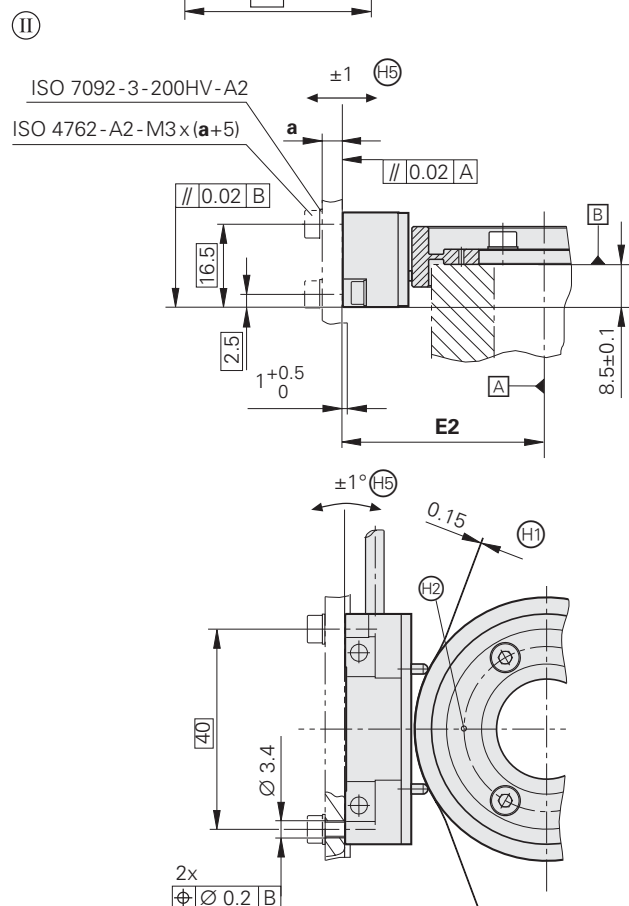


公差 ISO 8015

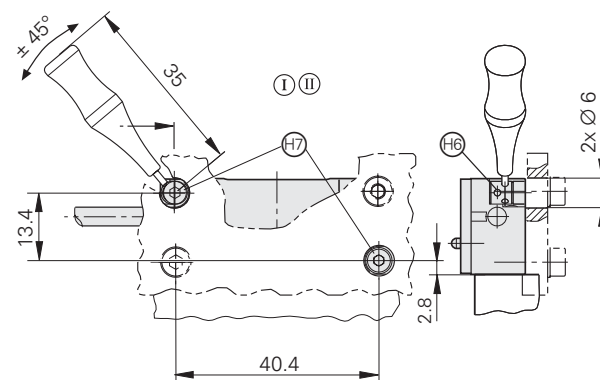
ISO 2768 – m H

< 6 mm: ± 0.2 mm

- ①, ⑩ = 可选安装
- Ⓐ = 轴承
- ⑪ = 安装间隙 (隔离片)
- ⑫ = 参考点标志
- ⑬ = 符合接口说明中输出信号的正旋转方向
- ⑭ = 光栅尺参考点
- ⑮ = 确保读数头的安装面正确调整
- ⑯ = 偏心螺母
- ⑰ = 细调安装孔 (只限ERA 4280读数头)
- ⑱ = 光栅鼓定心标志 ($3 \times 120^\circ$)



细调ERA 4280读数头



D1	D2	D3	D4	D5	E1	E2	α
Ø 26	Ø 33	Ø 44±1	Ø 46	Ø 52.65	37.29	40.03	3 x 120° = 360°
Ø 50	Ø 57	Ø 68±1	Ø 70	Ø 76.75	49.34	52.08	
Ø 78	Ø 85	Ø 96±1	Ø 98	Ø 104.63	63.28	66.02	6 x 60° = 360°
Ø 127	Ø 134	Ø 145±1	Ø 147	Ø 153.09	87.51	90.25	
Ø 183	Ø 190	Ø 201±1	Ø 203	Ø 208.89	115.41	118.15	8 x 45° = 360°
Ø 229	Ø 236	Ø 247±1	Ø 249	Ø 254.93	138.43	141.17	16 x 22.5° = 360°
Ø 280	Ø 287	Ø 298±1	Ø 300	Ø 305.84	163.88	166.62	

	ERA 4281 C 栅距20 μm – 包括 ERA 4280 读数头和 ERA 4201 C 光栅鼓 ERA 4481 C 栅距40 μm – 包括 ERA 4480 读数头和 ERA 4401 C 光栅鼓						
增量信号	 1 V _{PP}						
参考点	距离编码						
截止频率 -3dB	≥ 350 kHz						
电源 无负载	5 V ± 10 %/最大100 mA						
电气连接	3 m电缆，带D-sub接头（15针）						
电缆长度	≤ 150 m（海德汉电缆）						
光栅鼓内径*	26 mm	50 mm	78 mm	127 mm	183 mm	229 mm	280 mm
光栅鼓外径*	52.65 mm	76.75 mm	104.63 mm	153.09 mm	208.89 mm	254.93 mm	305.84 mm
线数							
ERA4281C	8192	12000	16384	24000	32768	40000	48000
ERA4481C	4096	6000	8192	12000	16384	20000	24000
系统精度 ¹⁾							
ERA 4281 C	± 8.6"	± 6.1"	± 4.5"	± 3.1"	± 2.9"	± 2.9"	± 2.8"
ERA 4481 C	± 10.2"	± 7.2"	± 5.3"	± 3.6"	± 3.3"	± 3.2"	± 3.1"
光栅精度 ²⁾	± 7"	± 5"	± 3.7"	± 2.5"			
机械允许转速	6000 min ⁻¹		4000 min ⁻¹		2000 min ⁻¹		
转子惯量	0.034 · 10 ⁻³ kgm ²	0.12 · 10 ⁻³ kgm ²	0.33 · 10 ⁻³ kgm ²	1.1 · 10 ⁻³ kgm ²	2.8 · 10 ⁻³ kgm ²	5.2 · 10 ⁻³ kgm ²	9.0 · 10 ⁻³ kgm ²
允许的轴向运动量	≤ ±0.5 mm（光栅鼓相对读数头）						
振动 55至2000 Hz 冲击 6 ms	≤ 200 m/s ² (IEC 60 068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (IEC 60 068-2-27)						
工作温度	-10 °C 至80 °C（光栅鼓热膨胀系数约为10.5 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹ ）						
防护等级 IEC 60 529	IP 00						
重量（约重）							
光栅鼓	0.065 kg	0.11 kg	0.15 kg	0.21 kg	0.28 kg	0.35 kg	0.41 kg
读数头无电缆	0.020 kg						

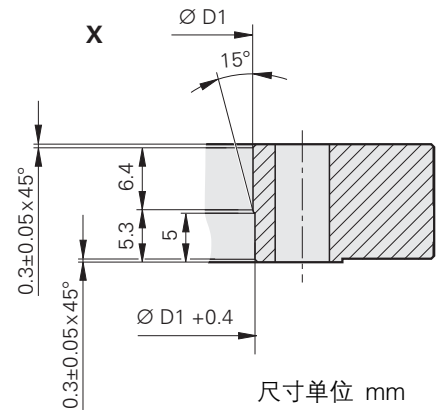
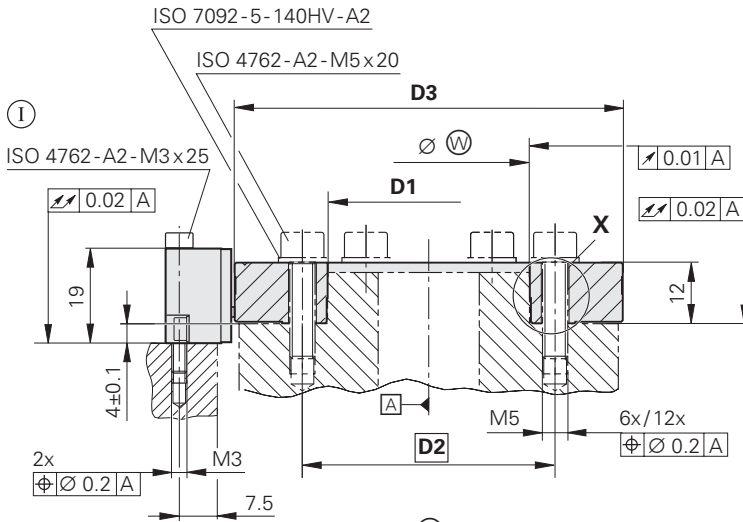
* 请在订货时注明

1) 安装前。不包括安装误差和驱动轴轴承误差导致的附加误差。

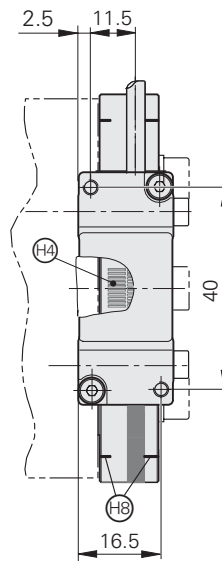
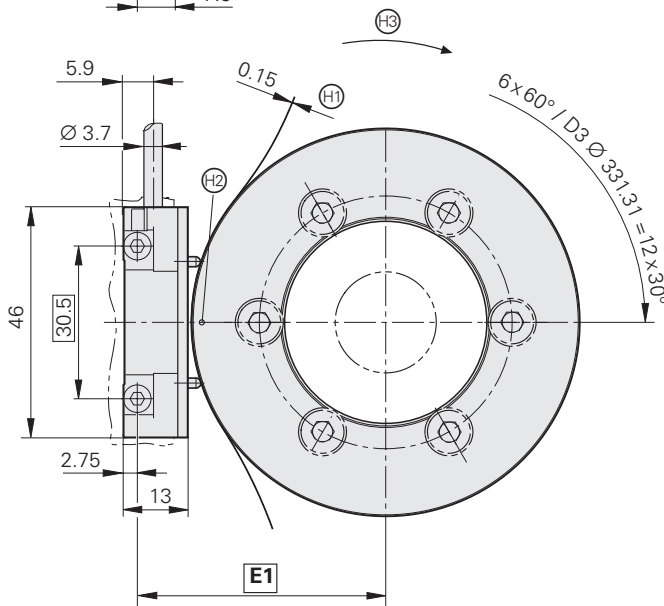
2) 有关其它误差信息，参见“测量精度”。

ERA 4282 C

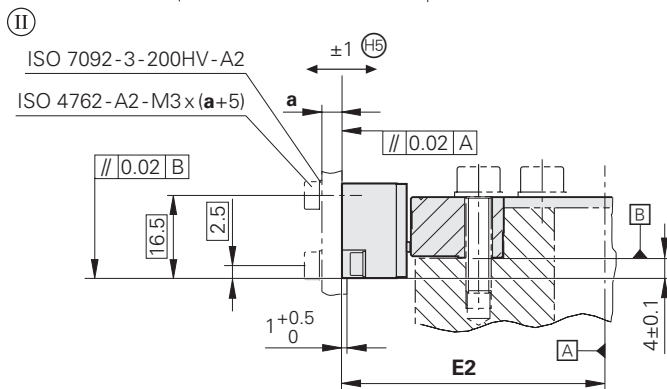
• 高精度钢圆周光栅鼓



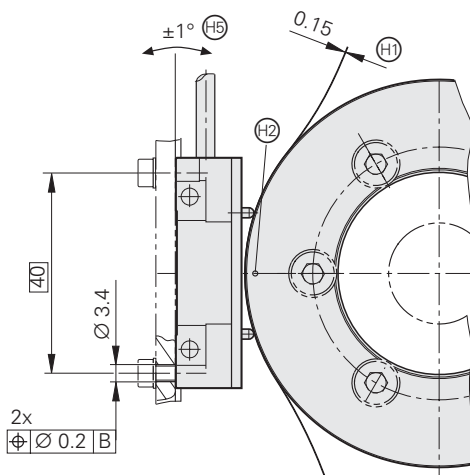
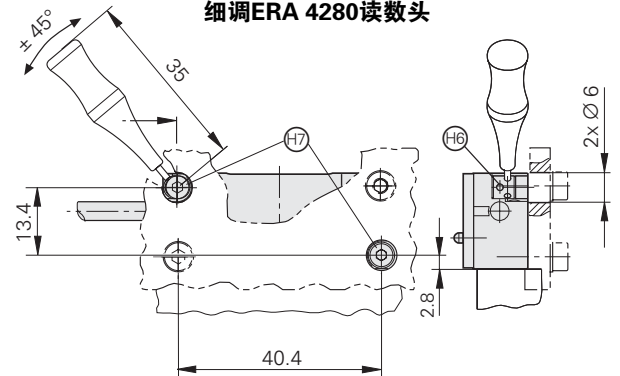
公差 ISO 8015
ISO 2768 – m H
< 6 mm: ± 0.2 mm



- ①, ② = 可选安装
- A = 轴承
- H1 = 安装间隙 (隔离片)
- H2 = 参考点标志
- H3 = 符合接口说明中输出信号的正旋转方向
- H4 = 光栅尺参考点
- H5 = 确保读数头的安装面正确调整
- H6 = 偏心螺母
- H7 = 细调安装孔 (只限ERA 4280读数头)
- H8 = 光栅鼓定心标志 (3 x 120°)
- W = 相配轴



细调ERA 4280读数头



D1	W	D2	D3	E1	E2
Ø 40 +0.07/+0.05	Ø 40 +0.015	Ø 50	Ø 76.75	49.34	52.08
Ø 70 +0.07/+0.05	Ø 70 +0.015	Ø 85	Ø 104.63	63.28	66.02
Ø 80 +0.07/+0.05	Ø 80 +0.015	Ø 95	Ø 127.64	74.78	77.52
Ø 120 +0.07/+0.05	Ø 120 +0.015	Ø 140	Ø 178.55	100.24	102.98
Ø 150 +0.07/+0.05	Ø 150 +0.015	Ø 165	Ø 208.89	115.41	118.15
Ø 180 +0.07/+0.05	Ø 180 +0.015	Ø 200	Ø 254.93	138.43	141.17
Ø 270 +0.07/+0.05	Ø 270 +0.015	Ø 290	Ø 331.31	176.62	179.36

	ERA 4282 C 栅距20 μm – 包括 ERA 4280 读数头和 ERA 4202 C 光栅鼓						
增量信号	~ 1 V _{PP}						
参考点	距离编码						
截止频率 -3dB	≥ 350 kHz						
电源 无负载	5 V ± 10 %/最大100 mA						
电气连接	1 m长电缆, M23连接器 (12针)						
电缆长度	≤ 150 m (海德汉电缆)						
光栅鼓内径*	40 mm	70 mm	80 mm	120 mm	150 mm	180 mm	270 mm
光栅鼓外径*	76.75 mm	104.63 mm	127.64 mm	178.55 mm	208.89 mm	254.93 mm	331.31 mm
Line count	12000	16384	20000	28000	32768	40000	52000
系统精度 ¹⁾	± 5.1"	± 3.8"	± 3.2"	± 2.5"	± 2.3"	± 2.2"	± 2.0"
光栅精度 ²⁾	± 4"	± 3"	± 2.5"	± 2"	± 1.9"	± 1.8"	± 1.7"
机械允许转速	10000min ⁻¹	8500 min ⁻¹	6250 min ⁻¹	4500 min ⁻¹	4250 min ⁻¹	3250 min ⁻¹	2500 min ⁻¹
转子惯量	0.28 · 10 ⁻³ kgm ²	0.83 · 10 ⁻³ kgm ²	2.0 · 10 ⁻³ kgm ²	7.1 · 10 ⁻³ kgm ²	12 · 10 ⁻³ kgm ²	28 · 10 ⁻³ kgm ²	59 · 10 ⁻³ kgm ²
允许的轴向运动量	≤ ±0.5 mm (光栅鼓相对读数头)						
振动 55至2000 Hz 冲击 6 ms	≤ 100 m/s ² (IEC 60 068-2-6) ≤ 500 m/s ² (IEC 60 068-2-27)						
工作温度	-10 °C 至80 °C (光栅鼓热膨胀系数约为10.5 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹)						
防护等级 IEC 60 529	IP 00						
重量 (约重)							
光栅鼓	0.30 kg	0.42 kg	0.70 kg	1.2 kg	1.5 kg	2.3 kg	2.6 kg
读数头无电缆	0.020 kg						

* 请在订货时注明

1) 安装前。不包括安装误差和驱动轴轴承误差导致的附加误差。

2) 有关其它误差信息, 参见“测量精度”。

- 内面安装
- 整圆和非整圆版

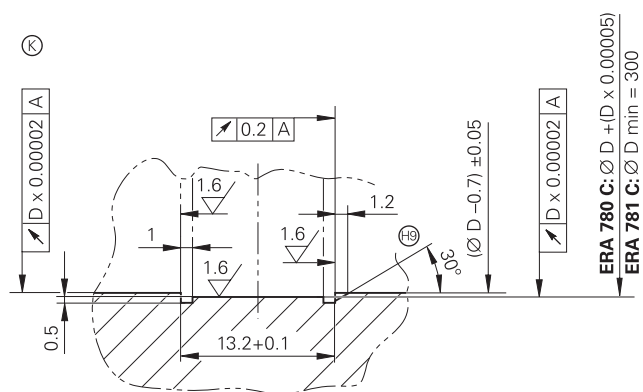
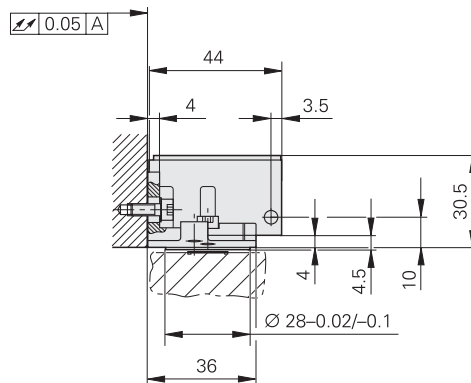
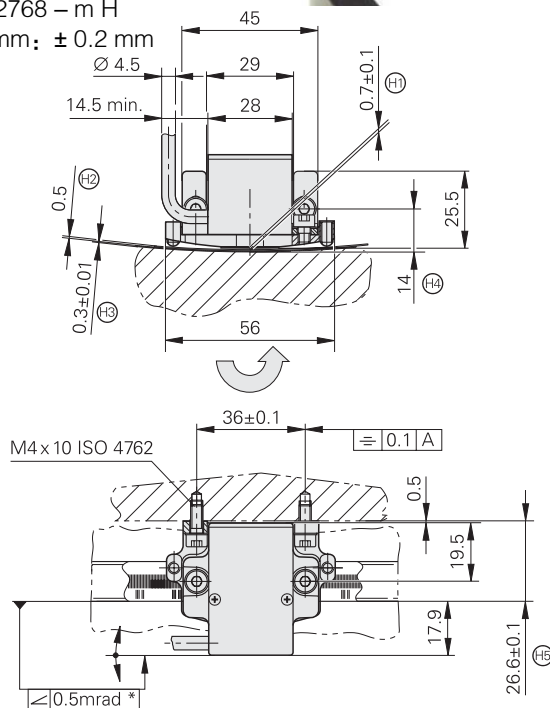
尺寸单位 mm



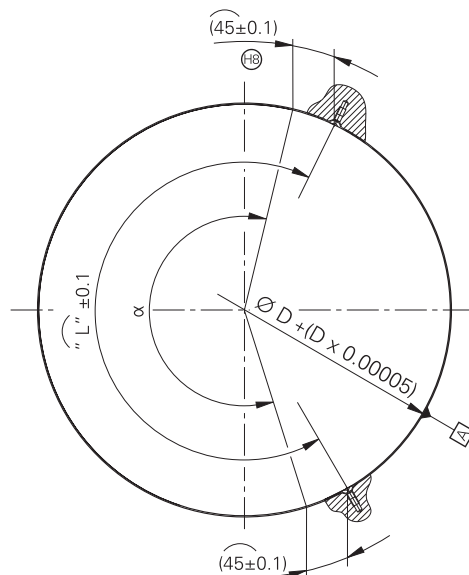
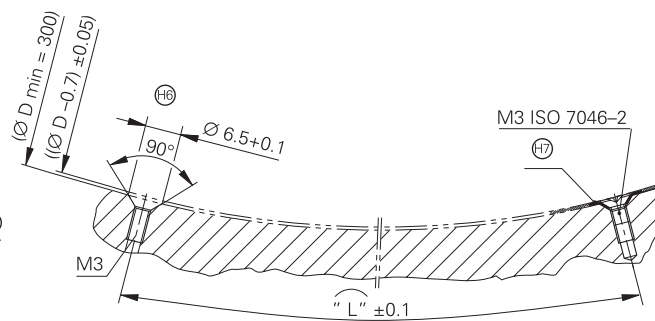
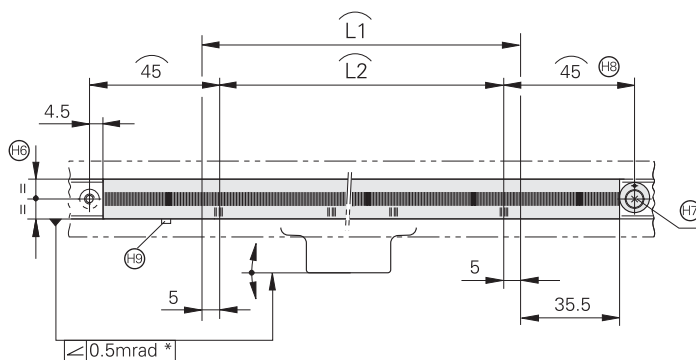
公差 ISO 8015

ISO 2768 – m H

< 6 mm: ± 0.2 mm



ERA 781 C钢带光栅尺



* = 工作期间的最大变化

□A = 轴承

⑫ = 钢带光栅尺需要的配合尺寸 (非钢带光栅尺尺寸)

$$\widehat{L1} = \text{运动路径}$$
$$\widehat{L2} = \text{测量范围}$$

① = 扫描间隙 (扫描光栅与钢带光栅尺间距离)

④2 = 安装架的安装间隙隔离片0.5 mm

⑬ = 钢带光栅尺厚度

④ = 钢带光栅尺槽底面与螺纹安装孔间距离

④5 = 安装面与钢带光栅尺槽间距离

④ = 由客户方提供的孔视图

⑦ = 张紧钢带光栅尺的偏心轮

④ = 第一参考点位置

(H9) = 用于拆卸钢带光栅尺的缺口 (1 x b = 2 mm)

 输出信号的轴旋转方向见接口说明

	增量式			
	ERA 780 C, 整圆版 ERA 781 C, 非整圆版, 钢带光栅尺带张紧元件			
增量信号	$\sim 1 V_{PP}$			
参考点	距离编码, 1000个栅距的名义增量值			
截止频率 -3 dB	$\geq 180 \text{ kHz}$			
电源 无负载	$5 V \pm 10 \%$ /最大150 mA			
电气连接	3 m电缆, M23连接器			
电缆长度	$\leq 150 \text{ m}$ (海德汉电缆)			
光栅尺带槽直径*	318.58 mm	458.62 mm	573.20 mm	1146.10 mm
线数				
ERA 780 C, 整圆	–	36 000	45 000	90 000
ERA 781 C, 非整圆*	$72^\circ: 5\,000^3)$ $144^\circ: 10\,000^3)$	$50^\circ: 5\,000$ $100^\circ: 10\,000$ $200^\circ: 20\,000$	$160^\circ: 20\,000$	–
推荐测量步距 位置测量	0.0002°	0.0001°	0.00005°	0.00002°
系统精度¹⁾				
ERA 780 C, 整圆	–	$\pm 3.5''$	$\pm 3.4''$	$\pm 3.2''$
ERA 781 C, 非整圆	参见“测量精度”			
光栅精度²⁾	$\pm 3''$			
机械允许转速	$\leq 500 \text{ min}^{-1}$			
允许被测轴的轴向间隙	$\pm 0.2 \text{ mm}$			
振动 55至2000 Hz 冲击 6 ms	$\leq 100 \text{ m/s}^2$ (IEC 60 068–2–6) $\leq 1000 \text{ m/s}^2$ (IEC 60 068–2–27)			
工作温度	-10°C 至 50°C (光栅尺基体热膨胀系数在 $9 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 至 $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 之间)			
防护等级 IEC 60 529	IP 00			
重量				
读数头	约0.35 kg			
光栅尺带	约30 g/m			

* 请在订货时注明, 另可根据需要提供其它版本。
1) 安装前。不包括安装误差和驱动轴轴承误差导致的附加误差。
2) 有关其它误差信息, 参见“测量精度”。
3) 相当于理论整圆的25 000线

ERA 800系列

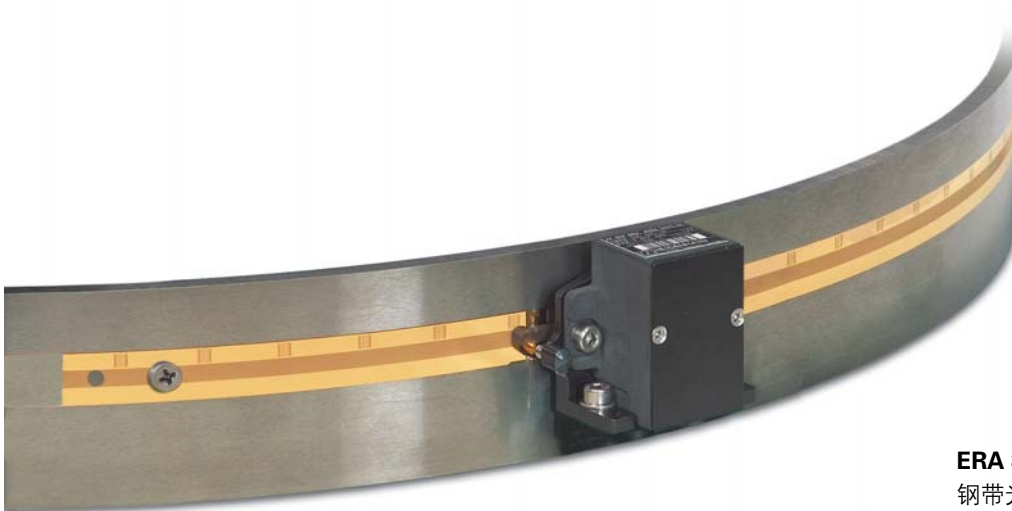
- 外径安装
- 整圆和非整圆版



ERA 880 C，整圆版



ERA 881 C，非整圆版
钢带光栅尺带张紧元件



ERA 882 C，非整圆版
钢带光栅尺无张紧元件

	增量式		
	ERA 880 C ，整圆版 ERA 881 C ，非整圆版，钢带光栅尺带张紧元件 ERA 882 C ，非整圆版，钢带光栅尺无张紧元件		
增量信号	~ 1 V _{PP}		
参考点	距离编码，1000个栅距的名义增量值		
截止频率 -3 dB	≥ 180 kHz		
电源 无负载	5 V ± 10 %/最大150 mA		
电气连接	3 m电缆，M23连接器		
电缆长度	≤ 150 m (海德汉电缆)		
光栅尺槽直径*	317.99 mm	458.04 mm	572.63 mm
线数			
ERA 880 C，整圆	–	36 000	45 000
ERA 881 C/ ERA 882 C，非整圆*	72° : 5 000 ³⁾ 144° : 10 000 ³⁾	50° : 5 000 100° : 10 000 200° : 20 000	160° : 20 000
推荐测量步距 位置测量	0.0002°	0.0001°	0.00005°
系统精度¹⁾			
ERA 880 C，整圆	–	± 3.5"	± 3.4"
ERA 881 C/ ERA 882 C，非整圆	参见“测量精度”		
光栅精度²⁾	± 3"		
机械允许转速	≤ 100 min ⁻¹		
允许被测轴的轴向间隙	± 0.2 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)		
工作温度	–10 °C 至50 °C (光栅尺基体热膨胀系数在 $9 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 至 $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 之间)		
防护等级 IEC 60 529	IP 00		
重量			
读数头	约0.35 kg		
钢带光栅尺	约30 g/m		

* 请在订货时注明，另可根据需要提供其它版本。

1) 安装前。不包括安装误差和驱动轴轴承误差导致的附加误差。

2) 有关其它误差信息，参见“测量精度”。

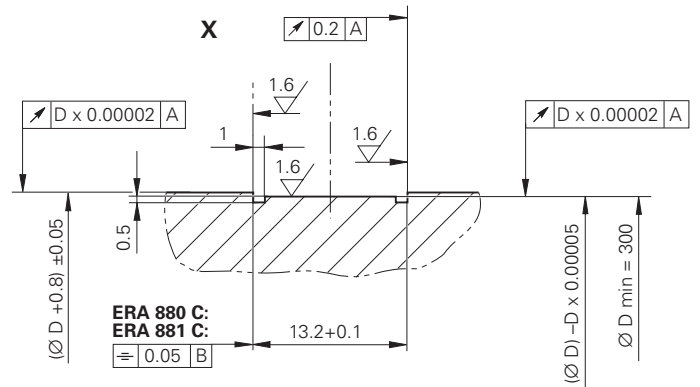
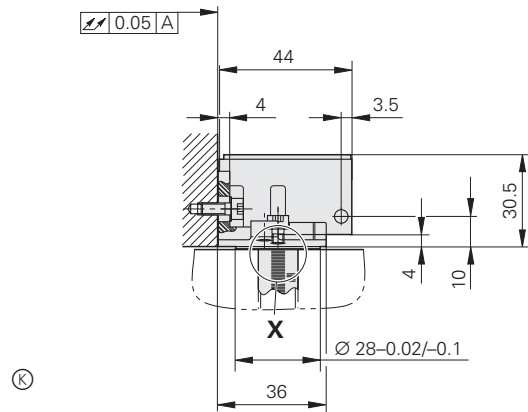
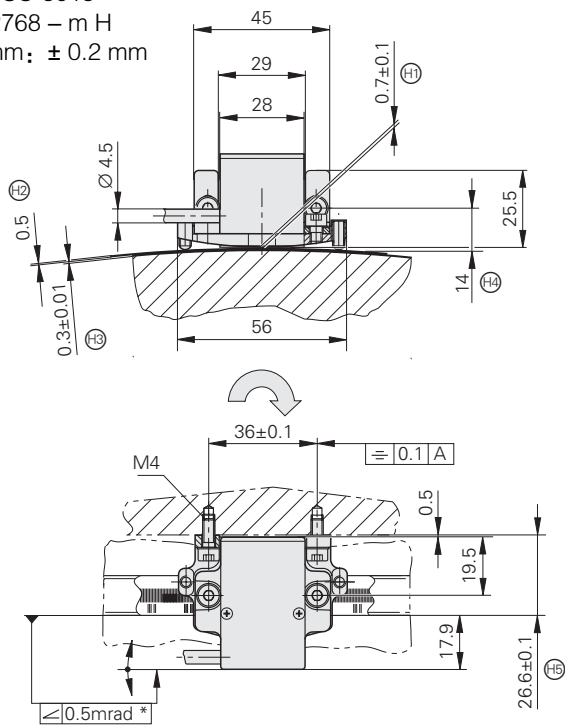
3) 相当于理论整圆的25 000线

ERA 800系列

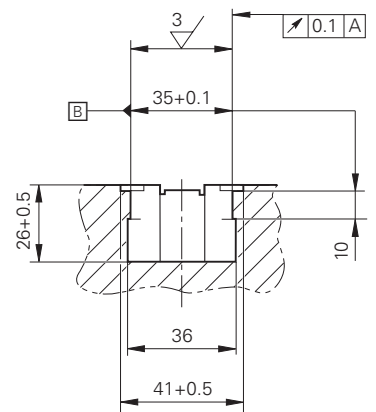
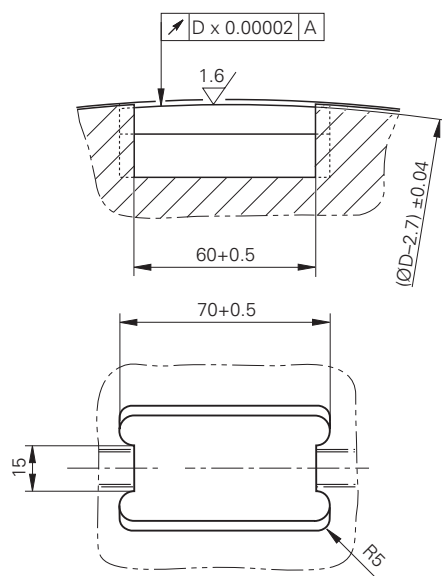
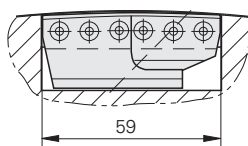
尺寸单位 mm



公差 ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ± 0.2 mm

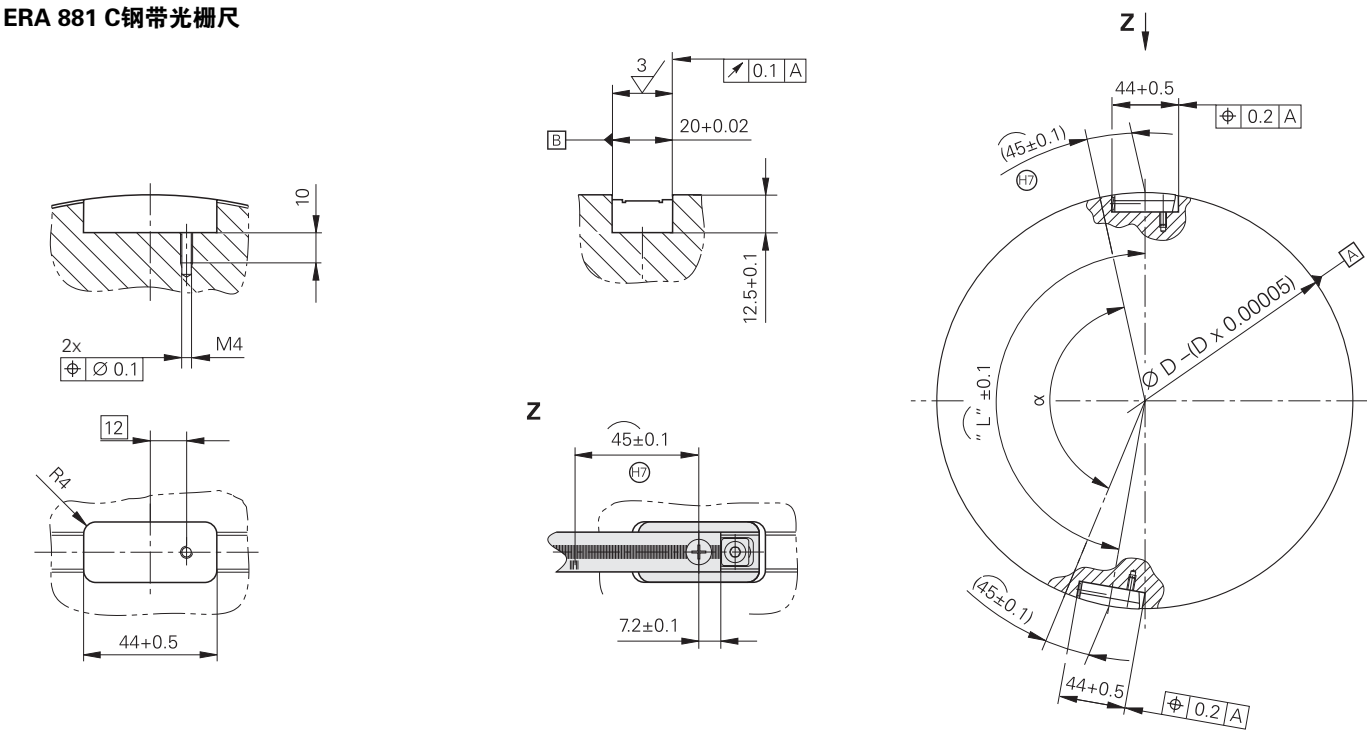


ERA 880 C钢带光栅尺

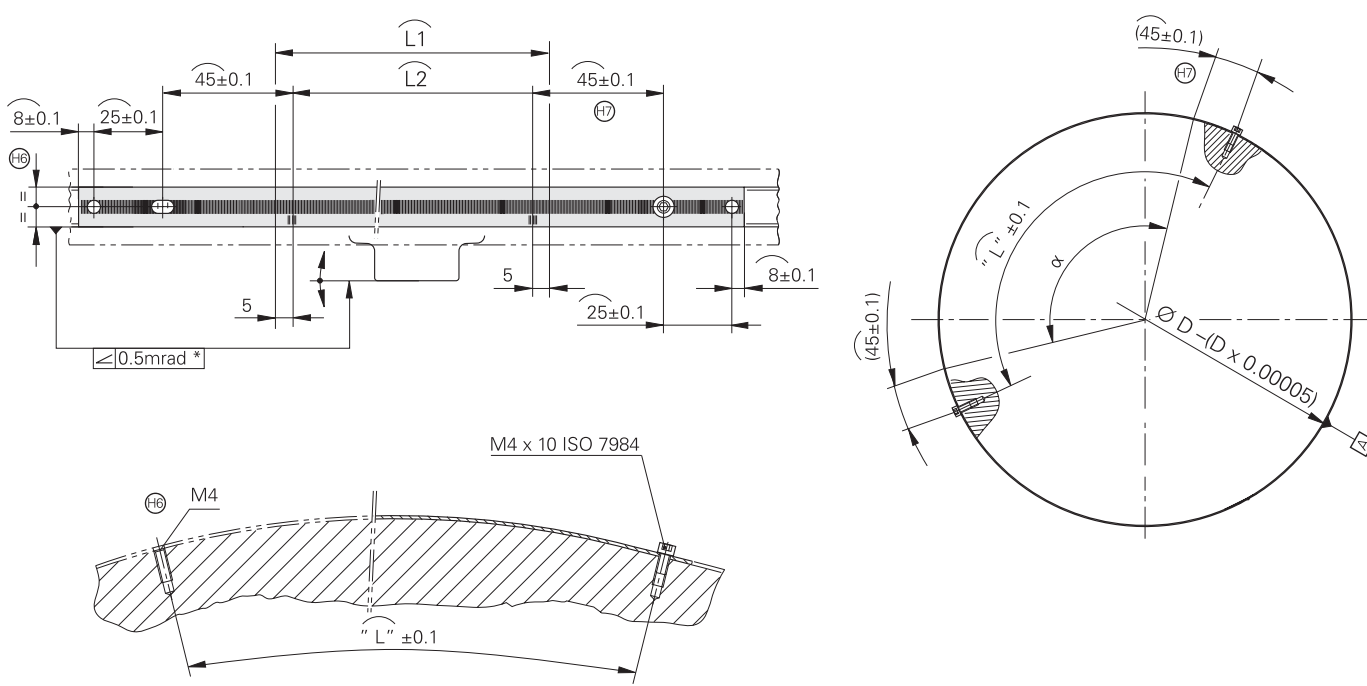


- * = 工作期间的最大变化
- [A] = 轴承
- [K] = 钢带光栅尺需要的配合尺寸 (非钢带光栅尺尺寸)
- [H] = 扫描间隙 (扫描光栅与钢带光栅尺间距离)
- [H2] = 安装架的安装间隙隔离片 0.5 mm
- [H3] = 钢带光栅尺厚度
- [H4] = 钢带光栅尺槽底面与螺纹安装孔间距离
- [H5] = 安装面与钢带光栅尺槽间距离
- 输出信号的轴旋转方向见接口说明

ERA 881 C钢带光栅尺



ERA 882 C钢带光栅尺



- * = 工作期间的最大变化
- [A] = 轴承
- (H6) = 由客户方提供的孔视图
- (H7) = 第一参考点位置
- (L) = ERA 881 C: 张紧元件位置
ERA 882 C: 安装孔间距离
- (L1) = 运动路径
- (L2) = 测量范围, 单位为弧度
- α = 测量范围, 单位为度 (扇形角)

接口

增量信号 $\sim 1 V_{PP}$

$\sim 1 V_{PP}$ 输出信号的海德汉光栅尺或编码器的电压信号支持高倍频细分。

正弦**增量信号**A和B的典型幅值为 $1 V_{PP}$ ，相位差为 90° 电子角。图示的输出信号顺序 – 信号B滞后A – 适用于图示运动方向。

参考点信号R的有效分量G约为 $0.5 V$ 。在参考点两旁，输出信号最多减小 $1.7 V$ 至静电平H。这个电平不应带动后续电路动作。因此，即使信号电平低，信号峰值也可达到幅值G。

信号幅值数据适用于光栅尺或编码器的供电电压符合技术参数中要求。它是用差分测量法在输出电路的终端电阻为 $120\ \Omega$ 时测得的。信号幅值随频率的提高而衰减。**截止频率**代表保持原信号幅值一定百分比的扫描频率：

- $-3\ \text{dB} \triangleq$ 信号幅值的70 %
- $-6\ \text{dB} \triangleq$ 信号幅值的50 %

信号说明中数据适用于 $-3\ \text{dB}$ 截止频率的20%以内的运动。

细分/分辨率/测量步距

$1 V_{PP}$ 接口的输出信号通常在后续电子设备中进行细分，以达到更高分辨率。对于**速度控制**，细分倍数通常高于1000，以便在低速时也能得到有效速度信息。

用于**位置测量**的推荐测量步距见技术参数。对于特殊应用，可选其它分辨率。

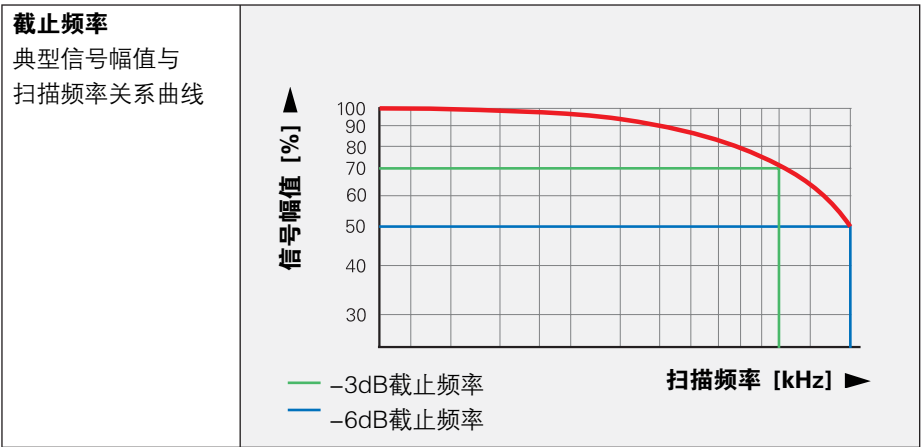
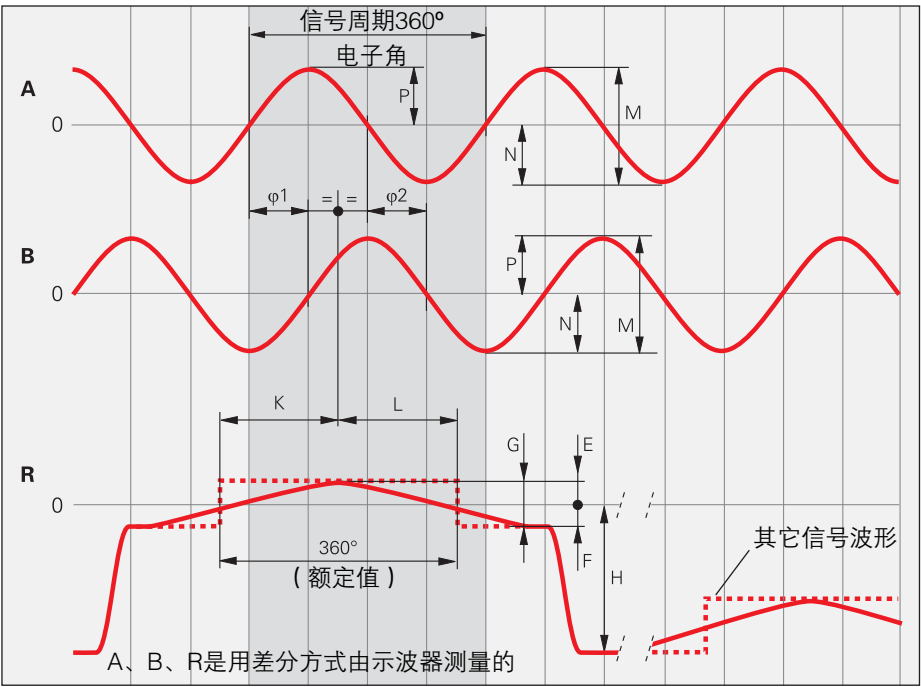
短路稳定性

如果短时间短路一路输出信号至 $0\ V$ 或 U_P (不包括 $U_{Pmin}=3.6\ V$ 编码器)，不会造成光栅尺或编码器损坏，但工作时不允许短路。

短路发生在	20 °C	125 °C
一路输出	< 3 min	< 1 min
全部输出	< 20 s	< 5 s

接口	正弦电压信号 $\sim 1 V_{PP}$
增量信号	2个近正弦信号A和B 信号幅值M: 0.6 至 $1.2 V_{PP}$; 典型值 $1 V_{PP}$ 对称偏差 $IP - NI/2M$: ≤ 0.065 信号比 M_A/M_B : 0.8 至 1.25 相位角 $\varphi_1 + \varphi_2/2$: $90^\circ \pm 10^\circ$ 电子角
参考点信号	1个或多个信号峰值R 有效分量G: $\geq 0.2\ V$ 静电平H: $\leq 1.7\ V$ 切换阈值 E, F: 0.04 至 $0.68\ V$ 零点宽度 K, L: $180^\circ \pm 90^\circ$ 电子角
连接电缆	海德汉屏蔽电缆 PUR $[4(2 \times 0.14\ \text{mm}^2) + (4 \times 0.5\ \text{mm}^2)]$ 最长 $150\ \text{m}$ ，分布电容为 $90\ \text{pF/m}$ 传输时间 $6\ \text{ns/m}$

这些值用于确定后续电子设备规格。有关光栅尺或编码器公差范围，参见技术参数部分。无内置轴承编码器：首次工作期间建议用更小公差（参见安装说明）。



后续电子设备输入电路

规格
 运算放大器MC 34074
 $Z_0 = 120\ \Omega$
 $R_1 = 10\ \text{k}\Omega$ 和 $C_1 = 100\ \text{pF}$
 $R_2 = 34.8\ \text{k}\Omega$ 和 $C_2 = 10\ \text{pF}$
 $U_B = \pm 15\ \text{V}$
 U_1 约为 U_0

电路的-3dB截止频率
 约450 kHz
 约50 kHz, 和 $C_1 = 1000\ \text{pF}$
 和 $C_2 = 82\ \text{pF}$

调整后的50 kHz电路的带宽较小, 但有利于
 提高电路的抗噪能力。

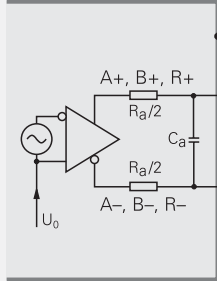
电路输出信号
 $U_a = 3.48\ \text{V}_{\text{pp}}$ 典型值
 增益3.48

监测增量信号
 以下阈值推荐用于监测信号电平M:
 下阈值: 0.30 V_{pp}
 上阈值: 1.35 V_{pp}

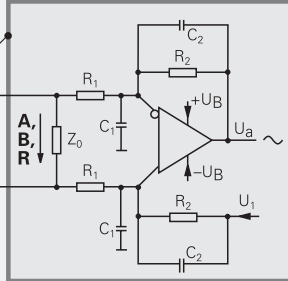
增量信号参考点信号

$R_a < 100\ \Omega$,
 典型值24 Ω
 $C_a < 50\ \text{pF}$
 $\Sigma I_a < 1\ \text{mA}$
 $U_0 = 2.5\ \text{V} \pm 0.5\ \text{V}$
 (相对0 V电源)

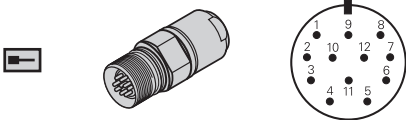
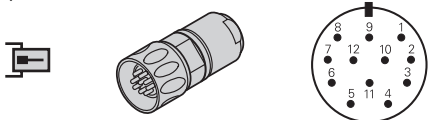
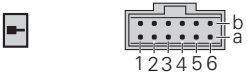
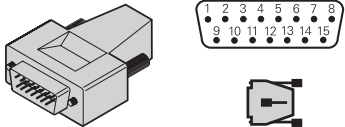
编码器



后续电子设备



针脚编号

12针M23连接器					12针M23接头																																																																																												
																																																																																																	
12针ERP 880的PCB接头					15针D-sub接头¹⁾																																																																																												
																																																																																																	
<table><tr><td></td><td colspan="4">电源</td><td colspan="6">增量信号</td><td colspan="3">其它信号</td></tr><tr><td></td><td>12</td><td>2</td><td>10</td><td>11</td><td>5</td><td>6</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td><td>4</td><td>9</td><td>7</td><td>/</td></tr><tr><td></td><td>2a</td><td>2b</td><td>1a</td><td>1b</td><td>6b</td><td>6a</td><td>5b</td><td>5a</td><td>4b</td><td>4a</td><td>3b</td><td>3a</td><td>/</td></tr><tr><td></td><td>4</td><td>12</td><td>2</td><td>10</td><td>1</td><td>9</td><td>3</td><td>11</td><td>14</td><td>7</td><td>5/6/8</td><td>13</td><td>15</td></tr><tr><td></td><td>Up</td><td>传感器 Up</td><td>0V</td><td>传感器 0V</td><td>A+</td><td>A-</td><td>B+</td><td>B-</td><td>R+²⁾</td><td>R-²⁾</td><td>空</td><td>空</td><td>空</td></tr><tr><td></td><td>棕色/ 绿色</td><td>蓝色</td><td>白色/ 绿色</td><td>白色</td><td>棕色</td><td>绿色</td><td>灰色</td><td>粉色</td><td>红色</td><td>黑色</td><td>/</td><td>紫色</td><td>黄色</td></tr></table>															电源				增量信号						其它信号				12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	9	7	/		2a	2b	1a	1b	6b	6a	5b	5a	4b	4a	3b	3a	/		4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	5/6/8	13	15		Up	传感器 Up	0V	传感器 0V	A+	A-	B+	B-	R+ ²⁾	R- ²⁾	空	空	空		棕色/ 绿色	蓝色	白色/ 绿色	白色	棕色	绿色	灰色	粉色	红色	黑色	/	紫色	黄色
	电源				增量信号						其它信号																																																																																						
	12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	9	7	/																																																																																				
	2a	2b	1a	1b	6b	6a	5b	5a	4b	4a	3b	3a	/																																																																																				
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	5/6/8	13	15																																																																																				
	Up	传感器 Up	0V	传感器 0V	A+	A-	B+	B-	R+ ²⁾	R- ²⁾	空	空	空																																																																																				
	棕色/ 绿色	蓝色	白色/ 绿色	白色	棕色	绿色	灰色	粉色	红色	黑色	/	紫色	黄色																																																																																				

外壳屏蔽; Up = 电源电压
 传感器: 传感器在内部与相应的电源线相连
 禁止使用空针脚或空线!
 1) 仅限ERA 4x81; 相应颜色仅适用于连接电缆
 2) ERP 4080和ERP 8080 空

海德汉测量设备

用于增量式角度编码器

模块式角度编码器的读数头在光栅尺上的运动没有机械接触。因此，为确保高质量输出信号，安装时必须准确对正读数头。海德汉提供多种用于检查输出信号质量的测量和测试设备。

PWM 9是通用测量仪,用于检验和调整海德汉增量式编码器。通过不同扩展组件，可检查不同光栅尺或编码器信号。测量值显示在LCD屏幕上。软键操作方便简单。



	PWM 9
输入信号	扩展模块（接口板），支持μApp，1 Vpp，TTL，HTL，EnDat*/SSI*/换向信号 *不显示位置值或参数
功能	• 测量信号幅值，电流消耗，工作电压，扫描频率 • 图形显示增量信号（幅值，相位角和占空比）及参考点信号（宽度和位置） • 符号化显示参考点，故障检测信号，计数方向 • 通用计数器，细分倍数在1024倍以内可选 • 可用于调整敞开式直线光栅尺
输出	• 将输入信号提供给后续电子设备 • 连接示波器的BNC插座
电源	10 V至30 V，最大15 W
尺寸	150 mm × 205 mm × 96 mm

PWM是一个易用的调整海德汉增量式编码器的工具。它的小LCD窗口以条形图形式显示信号相对其公差带情况。

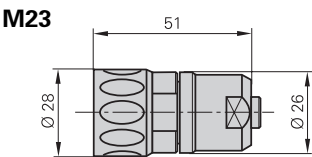


	PWT 10	PWT 17	PWT 18
编码器输入	~ 11 μApp	□□ TTL	~ 1 Vpp
功能	测量信号幅值 波形公差 参考点信号的幅值和位置		
电源	通过电源单元供电（已含）		
尺寸	114 mm x 64 mm x 29 mm		

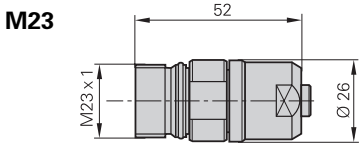
连接件和电缆

一般信息

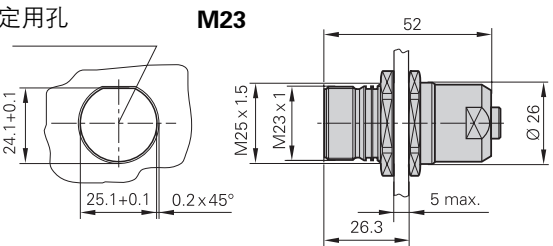
接头（绝缘）：带锁紧螺母的连接件有针式和孔式两种触点。



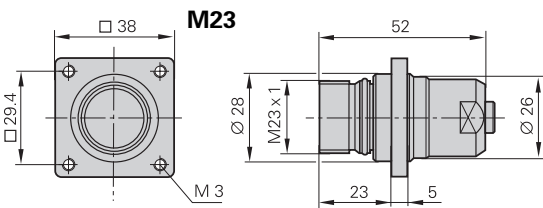
绝缘连接器：用外螺纹连接的连接件有针式和孔式两种触点。



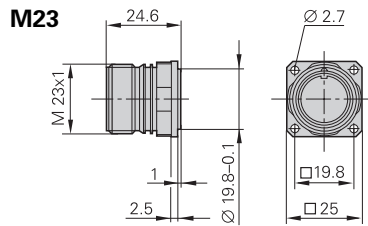
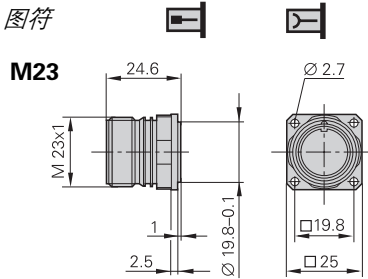
中心紧固的安装式连接器 固定用孔



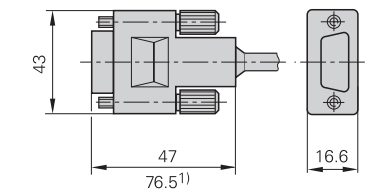
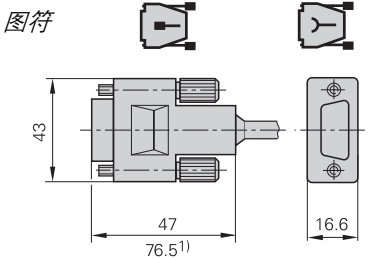
带法兰的安装式连接器



法兰座：永久固定在编码器或外壳上，带外螺纹（类似连接器），有针式或孔式两种触点。



D-sub接头：用于连接海德汉公司的数控系统、计数卡和IK绝对值计数卡。



1) 内置细分电路

接头上的针脚**编号**方向与连接器或法兰座上的编号方向相反，包括触点为



针式触点或是
孔式触点

连接件结合后的防护等级可达IP 67(D-sub 接头：IP 50；IEC 60 529)。未连接时，无防护能力。

法兰座和M23安装式连接器附件

钟形密封圈
ID 266 526-01

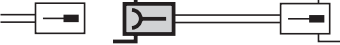
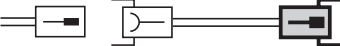
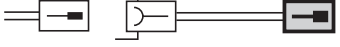
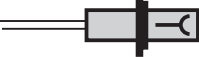
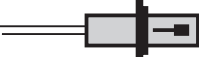
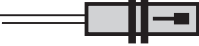
带螺纹金属防尘盖
ID 219 926-01

连接电缆

			12针M23	
PUR连接电缆 [6(2 × 0.19 mm ²)]				
PUR连接电缆 [4(2 × 0.14 mm ²) + (4 × 0.5 mm ²)]			Ø 8 mm	Ø 6 mm ¹⁾
全套接头（孔式）和连接器（针式）			298 401-xx	
全套接头（孔式）和接头（针式）			298 399-xx	
全套接头（孔式）和D-sub接头（孔式）， 连接IK 220			310 199-xx	
全套接头（孔式）和D-sub接头（针式）， 连接IK 115/IK 215			310 196-xx	
一个接头（孔式）			309 777-xx	
全套D-sub接头（孔式）和M23接头 （针式）			331693-xx	355215-xx
一个D-sub接头（孔式）			332 433-xx	355 209-xx
全套D-sub接头（孔式和针式）			335074-xx	355186-xx
全套D-sub接头（孔式） 用于IK 220			335077-xx	349687-xx
无接头电缆			244957-01	291639-01
输出电缆，ERP 880			Ø 4.5 mm	
一个PCB接头12针	 长度1 m		372 164-01	

1) 电缆长度，Ø 6 mm，最长9 m

接头

				12针M23
连接电缆的连接件和编码器的连接件	接头（孔式） 	电缆 Ø 8 mm		291697-05
连接后续电子设备的接头	接头（针式） 	电缆 Ø 8 mm Ø 6 mm		291697-08 291697-07
编码器电缆连接器或连接电缆	连接器（针式） 	电缆 Ø 3.7 mm Ø 4.5 mm Ø 6 mm Ø 8 mm		291698-14 291698-14 291698-03 291698-04
安装在后续电子设备上的法兰座	法兰座（孔式） 			315892-08
安装式连接器	带法兰座（孔式）， 	Ø 6 mm Ø 8 mm		291698-17 291698-07
	带法兰（针式） 	Ø 6 mm Ø 8 mm		291698-08 291698-31
	中心固定（针式） 	Ø 6 mm		291698-33
适配接头 $\sim 1\text{ V}_{pp}/11\text{ }\mu\text{App}$ 用于将1 V _{pp} 信号转为11 μ _A pp信号；M23 接头（孔式）12针和M23接头（针式）9针				364914-01

电源

编码器需要采用**直流稳压后的电压U_P**为电源。有关电源和所需电流大小,参见相应“技术参数”。直流电压最大允许波动量为:

- 高频干扰
 $U_{pp} < 250 \text{ mV}, dU/dt > 5 \text{ V}/\mu\text{s}$
- 低频基波干扰
 $U_{pp} < 100 \text{ mV}$

所述值为在光栅尺或编码器端的测量值,即测量值无电缆影响。可以用编码器的**传感器线**监测和调整电压。如果没有可调电源,可将传感器线作为额外电源线,使电压压降减小一半。

$$\Delta U = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{L_C \cdot I}{56 \cdot A_P}$$

线电压压降的计算公式为:

- 其中
- ΔU: 线电压压降, 单位为V
 - L_C: 电缆长度, 单位为m
 - I: 电流消耗, 单位为mA
 - A_P: 电源线截面积, 单位为mm²

编码器开机/关机特性

开机时间t_{SOT} = 1.3 s后, 输出信号有效(见图)。在t_{SOT}时间内, 信号电平可为5.5 V以内的任何电压(HTL信号编码器为U_{Pmax}电平以内)。如果细分电路位于编码器或电源之间, 必须考虑细分电子单元的开机和关机特性。关闭电源时, 或供电电压低于U_{min}时, 输出信号也无法被识别。这些数据仅适用于样本中的编码器, 不适用于定制接口电路。

编码器新增功能和更高性能可能需要更长的开机时间(长于t_{SOT})。如果您负责开发后续电子单元, 请与海德汉公司联系。

绝缘

编码器外壳与内部电路绝缘。
额定浪涌电压: 500 V
(VDE 0110第1部分过压类别II, 2级污染的推荐值)

电缆

如果应用于**安全性要求高**的场合, 必须使用海德汉公司的电缆。“技术参数”中的**电缆长度**仅适用于海德汉公司的电缆和推荐的后续电子设备的输入电路。

耐久性

所有编码器全部使用聚氨酯(PUR)电缆。PUR电缆符合**VDE 0472**有关耐油、耐水及耐微生物要求。这种电缆不含PVC和硅酮, 符合UL安全标准。在电缆上印有**UL认证**“AWM STYLE 20963 80 °C 30 V E63216”。

温度范围

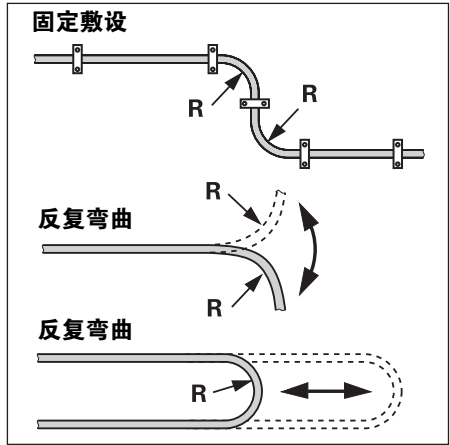
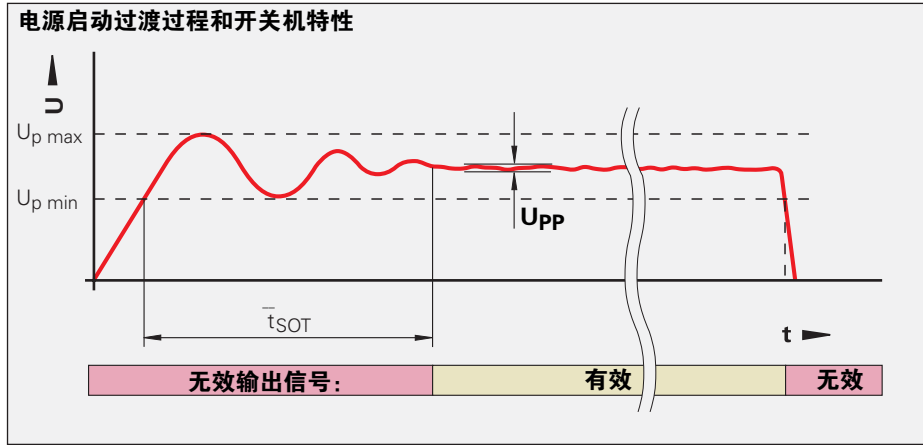
海德汉公司的电缆可用于:

- 固定敷设 -40 °C至85 °C
- 反复弯曲 -10 °C至85 °C

最高温度不允许超过100 °C, 但此时它们的耐水及耐微生物的能力将降低。如需帮助, 请与海德汉德国总部联系。

弯曲半径

允许的弯曲半径R取决于电缆直径和使用状态:



只能将海德汉位置编码器连接到针对线电源电路对供电电源采取了双屏蔽或强化屏蔽措施的后续电路。参见**IEC 364-4-41: 1992**修订版, 411章“直接或间接接触保护”(PELV或SELV)。如果位置编码器或电子设备将被用在高安全性要求的应用场合, 必须为它们提供超低压防护(PELV)、过流保护或根据需要提供过压保护措施。

电缆	电源线截面积, A _P				弯曲半径R	
	1V _{pp} /TTL/HTL	11 μA _{pp}	EnDat/SSI 17针	EnDat ⁴⁾ 8针	固定敷设	反复弯曲
Ø 3.7 mm	0.05 mm ²	—	—	—	≥ 8 mm	≥ 40 mm
Ø 4.5 mm Ø 5.1 mm	0.14/0.05 ²⁾ mm ²	0.05 mm ²	0.05 mm ²	0.14 mm ²	≥ 10 mm	≥ 50 mm
Ø 6 mm Ø 10 mm ¹⁾	0.19/0.14 ³⁾ mm ²	—	0.08 mm ²	0.34 mm ²	≥ 20 mm ≥ 35 mm	≥ 75 mm ≥ 75 mm
Ø 8 mm Ø 14 mm ¹⁾	0.5 mm ²	1 mm ²	0.5 mm ²	1 mm ²	≥ 40 mm ≥ 100 mm	≥ 50 mm ≥ 100 mm

1)金属外皮 2)长度计 3)LIDA 400 4)包括发那科(Fanuc), 三菱(Mitsubishi)

电气系统允许最高轴速/运动速度

编码器最大允许的轴速或编码器运动速度取决于

- **机械系统**最高允许轴速/运动速度（如有，参见“技术参数”）和
- **电气系统**最大允许的轴速或移动速度。
正弦输出信号的编码器，电气系统最高允许轴速/移动速度取决于-3dB/-6dB截止频率或后续电子设备最高允许输入频率。
方波信号编码器，电气系统最高允许轴速/移动速度取决于
 - 编码器最高允许扫描频率 f_{max} 和
 - 后续电子设备允许的最小边缘间距 a 。

角度或旋转编码器

$$\eta_{max} = \frac{f_{max}}{z} \cdot 60 \cdot 10^3$$

直线光栅尺

$$v_{max} = f_{max} \cdot SP \cdot 60 \cdot 10^{-3}$$

其中：

- η_{max} ：电气系统允许转速，单位为 min^{-1}
- v_{max} ：电气系统允许移动速度，单位为 m/min
- f_{max} ：编码器最高扫描/输出频率或后续电子电路输入频率，单位为 kHz
- z ：角度或旋转编码器每 360° 的线数
- SP ：直线光栅尺信号周期，单位为 μm

信号无噪声传输

电磁兼容性/CE相符性

如果安装正确和使用海德汉公司的电缆及电缆组件，海德汉公司的编码器符合电磁兼容性标准89/336/EEC以下方面的规定：

- **抗噪性能，IEC 61 000-6-2：**特别是：
 - 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
 - 电源频率磁场 IEC 61 000-4-8
 - 脉冲磁场 IEC 61 000-4-9
- **干扰，IEC 61 000-6-4：**特别是：
 - 工业、科研和医疗（ISM）设备 IEC 55 011
 - 用于信息技术设备 IEC 55 022

测量信号传输 – 电气噪声抗干扰性能

噪声电压主要由容性或感性传导引起。电气噪声可由信号线和输入输出接线端子引入到系统中。
可能的噪声源有：

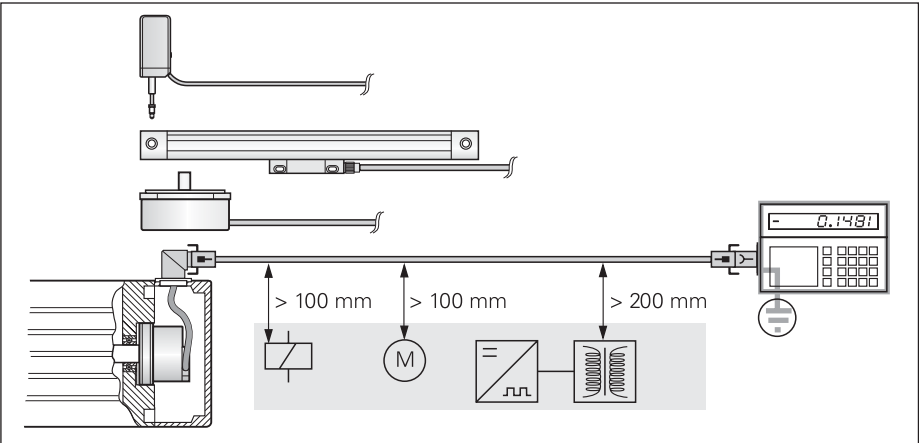
- 变压器、制动器和电动机的强磁场
- 继电器、接触器和电磁阀
- 高频设备、脉冲装置和来自开关类电源的杂散磁场
- 交流电源线和上述装置的供电电源线

电气噪声防护

必须采取以下措施确保系统无干扰地工作。

- 仅使用海德汉公司电缆。
- 使用带金属外壳的接头或端子盒。不传导任何异常信号。
- 连接光栅尺或编码器、接头、端子盒和信号处理电子装置的外壳与电缆屏蔽线。在电缆引线处连接屏蔽，尽可能做到无感连接（接触距离短，全面积接触）。将整个屏蔽系统与保护地线连接。
- 禁止将松开的端子壳接触到其它金属表面上。
- 电缆屏蔽网具有等电位连接导线作用。如果需要在整个系统中补偿电流，必须提供单独的等电位连接导线。有关“小截面导线的保护连接”信息，请见**EN 50 178/4.98**中的5.2.9.5章。
- 禁止将信号电缆直接置于干扰源附近，（感性器件，例如接触器、电机、变频器、电磁线圈等）。
- 应将干扰源与信号电缆进行充分退藕，在空间中将其相隔100 mm或将电缆置于金属管中形成接地隔离区。
- 与开关类电源中的电感至少相距200 mm。参见**EN 50 178/4.98**章5.3.1.1节有关电缆和电线部分，以及**EN 50 174-2/09.01**，6.7章中有关接地和电位补偿部分。
- 如果将**多转编码器用在30 mT以上的电磁场中**，建议与海德汉德国总部联系。

电缆屏蔽网和光栅尺或编码器及后续电子设备的金属外壳都有屏蔽功能。外壳的**电位必须相同**，并应通过机床底座或单独的电位补偿线连接到信号的主地线上。电位补偿线的截面积不应小于 6 mm^2 （Cu）。



距干扰源的最小距离

信号处理和显示单元

ND 281 B

数显装置

ND 281B数显装置支持特殊的角度测量范围。它可直接连接 $\sim 1\text{ V}_{\text{pp}}$ 输出信号和每转线数在999 999以内的增量式角度编码器。通过RS-232-C/V.24接口可将进一步处理显示值或进行打印输出。



更多信息，参见《数显装置/直线光栅尺》。

	ND 281 B	
输入信号	$\sim 1\text{ V}_{\text{pp}}$	$\sim 11\text{ }\mu\text{App}$
编码器输入	法兰座，12针孔式	法兰座，9针孔式
输入频率	最高500 kHz	最高100 kHz
最大电缆长度	60 m	30 m
信号细分倍数	最高达1024倍（可调）	
显示步距 （可调）	小度数：0.1°至0.000 002° 度，分，秒：至1"	
显示范围 （可调）	0°至360° -180° 0 +180° 0至±最大显示范围	
功能	分类和通过两个极限值检查公差模式 显示冻结 两个切换极限值 REF参考标记计算	
面板操作功能	置零，预设值和锁定指令	
接口	RS-232-C/V.24；最高38 400波特率	

IK 220

通用型PC计算机计数卡

IK 220是一个PC计算机扩展卡，用于记录两路增量式或绝对式直线或角度编码器测量值。细分和计数电子设备将正弦形输入信号细分至4096倍频。本卡自带驱动软件。



更多信息，参见《IK 220》产品信息和《接口电子电路产品概要》。

	IK 220			
输入信号 （可切换）	 1 V _{PP}	 11 μA _{PP}	EnDat 2.1	SSI
编码器输入	两个D-sub型接头（15针），针式			
输入频率	≤ 500 kHz	≤ 33 kHz	—	
电缆长度	≤ 60 m		≤ 10 m	
信号细分倍数 （信号周期：测量步距）	最高达4096倍			
测量值数据寄存器 （每通道）	48 bit（使用44 bit）			
内部存储器	可存储8192个位置值			
接口	PCI总线			
驱动软件和演示程序	Windows98/NT/2000/XP VISUAL C++，VISUAL BASIC和BORLAND DELPHI			
尺寸	约190 mm × 100 mm			

IBV/APE系列

细分和数字化电子电路

细分和数字化电子电路可细分和数字化海德汉公司编码器的正弦输出信号 ($\sim 1\text{ V}_{\text{pp}}$)，细分倍数最高达400倍，并将其转换为TTL系列方波脉冲信号。



IBV 101

更多信息，参见《IBV 100, IBV 600和APE 371产品信息》和《接口电子电路产品概要》。

	IBV 101	IBV 102	IBV 660	APE 371
结构	盒式			接头
防护等级	IP 65			IP 40
输入	$\sim 1\text{ V}_{\text{pp}}$			
编码器连接	IBV:M23法兰座，12针，孔式 APE:D-sub接头，15针或者 M23接头，12针，孔式			
细分倍数 可切换	5倍 10倍	25倍 50倍	25倍 50倍 100倍 200倍 400倍	5倍 10倍 20倍 25倍 50倍 100倍
输出	2路TTL方波脉冲信号U_{a1}和U_{a2}及其反相信号$\overline{U_{a1}}$和$\overline{U_{a2}}$ - 参考脉冲U_{a0}和$\overline{U_{a0}}$ - 故障检测信号U_{as} - 极限和零点信号H, L (APE 371)			
电源	$5\text{ V} \pm 5\%$			

EIB系列

外部连接盒

借助外部连接盒 (EIB) 的计数功能可细分海德汉公司的编码器输出信号并可将其信号转换为绝对位置值，简化与控制系统的连接。执行参考点回零后，确定相对固定参考点的位置值。



EIB 392

更多信息，参见《EIB 100和300产品信息》和《接口电子电路产品概要》。

	EIB 192	EIB 392
结构	盒式	接头
防护等级	IP 65	IP 40
输入	$\sim 1\text{ V}_{\text{pp}}$	
编码器连接	M23接头，12针，孔式	- D-sub接头，15针 - M23接头，12针，孔式
细分	$\leq 16\,384$	
输出	绝对位置值	
接口	EIB 192/EIB 392: EnDat 2.2 EIB 192 F/EIB 392 F: Fanuc串口 EIB 192 M/EIB 392 M: Mitsubishi高速串口	
电源	$5\text{ V} \pm 5\%$	

约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司

地址：北京市顺义区天竺空港工业区 A 区天纬三街 6 号

邮编：101312

电话：010-80420000

传真：010-80420010

Email: sales@heidenhain.com.cn

上海办事处

地址：上海市徐汇区天钥桥路 333 号

腾飞大厦 802 室

邮编：200030

电话：021-64263131

传真：021-62370833

Email: shanghai@heidenhain.com.cn

哈尔滨办事处

地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区

长江路 99-9 号辰能大厦 1308 室

邮编：150090

电话：0451-82876392

传真：0451-82876393

Email: harbin@heidenhain.com.cn

西安办事处

地址：陕西省西安市长安北路 91 号

富城国际大厦 907 室

邮编：710061

电话：029-87882030

传真：029-87882026

Email: xian@heidenhain.com.cn

广州办事处

地址：广东省广州市天河区黄埔大道西 76 号

富力盈隆广场 305 室

邮编：510623

电话：020-38390046

传真：020-38390047

Email: guangzhou@heidenhain.com.cn

成都办事处

地址：四川省成都市人民南路一段 86 号

城市之心 19 楼 F 座

邮编：610016

电话：028-86202155

传真：028-86202159

Email: chengdu@heidenhain.com.cn

沈阳办事处

地址：辽宁省沈阳市和平区和平北大街

69 号总统大厦 C 座 1808 室

邮编：110003

电话：024-22812890

传真：024-22812892

Email: shenyang@heidenhain.com.cn

武汉办事处

地址：湖北省武汉市武昌区中南路 7 号

中商广场写字楼 A 座 2017 室

邮编：430071

电话：027-59805275

传真：027-59805276

Email: wuhan@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（香港公司）

地址：香港九龙观塘开源道 49 号

创贸广场 1706-7 室

电话：00852-27591920

86-13632176247

传真：00852-27591961

Email: sales@heidenhain.com.hk

