



HEIDENHAIN



**角度编码器
无内置轴承**

2014年6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
 - 海德汉接口电子电路
 - 海德汉数控系统
- 欢迎索取，或访问
www.heidenhain.com.cn。

有关所有可用接口的全面说明和一般电气信息，参见海德汉编码器接口样本，ID 1078628-xx。

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			
	海德汉旋转编码器		4
选型指南	无内置轴承角度编码器和模块式编码器		6
	带内置轴承绝对式角度编码器		10
	带内置轴承增量式角度编码器		12
技术特性和安装信息			
	测量原理	测量基准，增量式测量原理	14
	扫描测量基准		16
	测量精度		18
	可靠性		22
	机械结构类型和装配		24
	一般机械信息		32
技术参数			
	<i>产品系列或型号</i>	<i>分度精度</i>	
无内置轴承角度编码器	ERP 880	± 0.9"	34
	ERP 4080/ERP 8080	至± 1.0"	36
	ERO 6000系列	至± 2.0"	38
	ERO 6180	± 10"	40
	ERA 4000系列	至± 1.7"	42
	ERA 7000系列	至± 1.6"	48
	ERA 8000系列	至± 1.9"	52
电气连接			
接口和针脚编号	增量信号	 1 V _{PP}	56
		 TTL	57
	电缆和连接件		58
	海德汉测试设备		61
	接口电子电路		64
	信号处理电子系统		66

海德汉旋转编码器

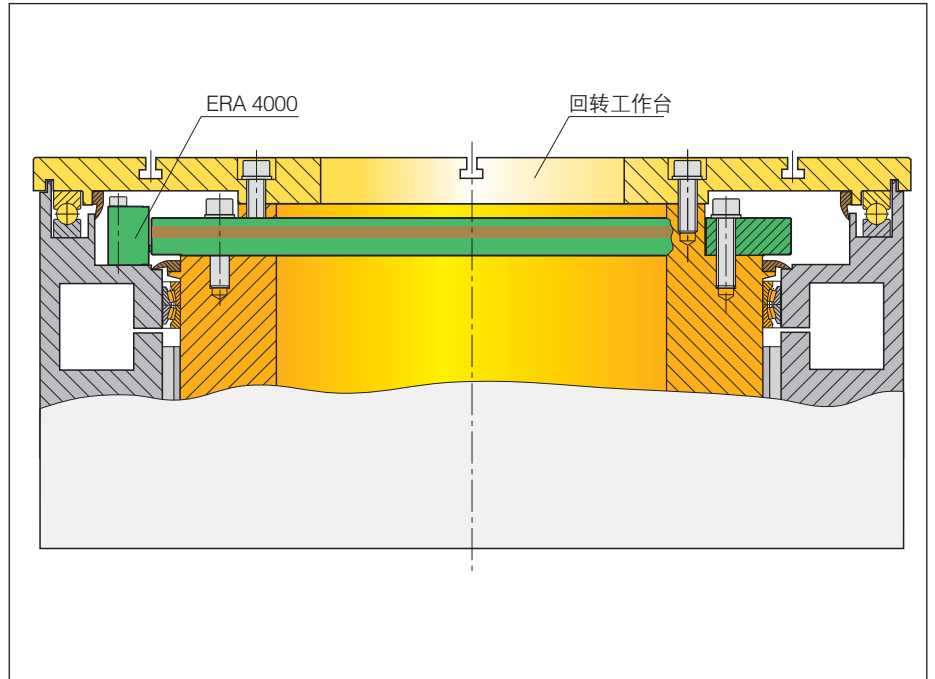
角度编码器通常是指精度高于 $\pm 5''$ 和线数高于10 000的编码器。

这些角度编码器用于需要数角秒范围**角度值的高精度测量**应用，例如机床的回转工作台和摆动铣头，车床的C轴，也用于测量设备和天文望远镜。

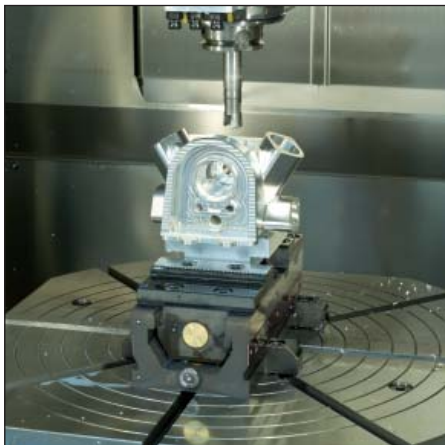
其它应用包括扫描仪，位置测量系统，印刷机或射束偏转系统，需要**重复精度高及/或角度分辨率高**的场合。这些应用所需的编码器基本被称为角度编码器。

与之对应的旋转编码器用于精度要求略低的应用，例如自动化系统，电气驱动等其它许多应用。

后面几页表为您提供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。



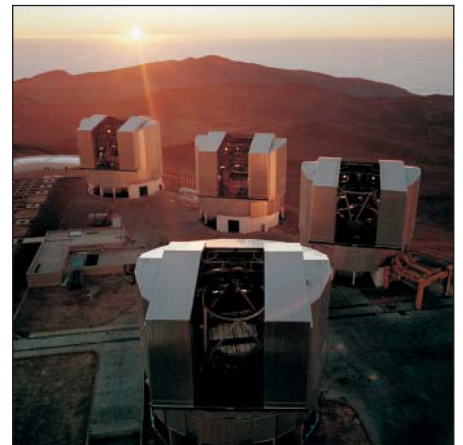
安装在机床回转工作台上的**ERA 4000**角度编码器



机床回转工作台



XY工作台



大型望远镜

无内置轴承角度编码器

无内置轴承的**ERP**、**ERO**和**ERA**系列角度编码器（模块式角度编码器）包括两部分 - 读数头和光栅基体，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/ERO：带轮毂的玻璃圆光栅码盘
- ERA 4000：钢光栅鼓
- ERA 7000/8000：钢带光栅尺

无内置轴承角度编码器设计用于集成在机床零件或部件中。能满足以下需求：

- 大空心轴直径（钢带光栅尺的最大直径10 m）
- 高轴速
- 无轴封带来的附加启动扭矩
- 高重复精度
- 高灵活性，适合多种安装位置（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，因此必须通过正确安装为其提供防护。

“选型指南”的第6至9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系统。它的特点是安装简单和调整方便。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。

内置定子联轴器的角度编码器动态性能非常好，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
- 最大空心轴直径100 mm，为电源线穿线等要求提供等所需空间。
- 安装简单
- 安装公差大

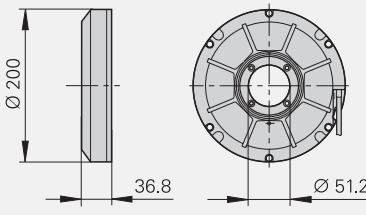
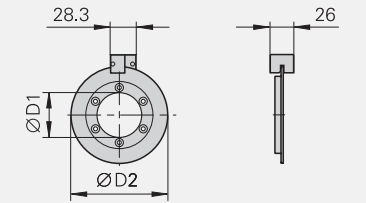
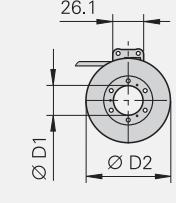
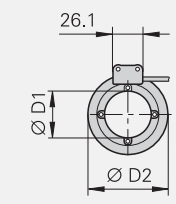
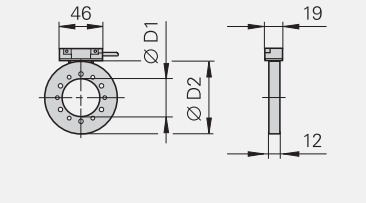
“选型指南”的第10至13页



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	版本和安装	外形尺寸 单位 mm	直径 D1/D2	光栅精度	机械允许转速
玻璃圆光栅码盘的角度编码器					
ERP 880	带轮毂的玻璃圆光栅码盘的相位光栅；拧在轴前端		-	± 0.9"	≤ 1000 min ⁻¹
ERP 4000	带轮毂的玻璃圆光栅码盘的相位光栅；拧在轴前端		D1: 8 mm D2: 44 mm	± 2"	≤ 300 min ⁻¹
ERP 8000			D1: 50 mm D2: 108 mm	± 1"	≤ 100 min ⁻¹
ERO 6000	带轮毂的玻璃圆光栅码盘的METALLUR光栅；拧在轴前端		D1: 25/95 mm D2: 71/150 mm	± 5" / ± 3.5"	≤ 1600 min ⁻¹ / ≤ 800 min ⁻¹
ERO 6100	玻璃基体铬线光栅；拧在轴前端		D1: 41 mm D2: 70 mm	± 10"	≤ 3500 min ⁻¹
钢光栅鼓光栅的角度编码器					
ERA 4x80	光栅鼓带定心环；拧在轴前端		D1: 40 mm至 512 mm D2: 76.5 mm至 560.46 mm	± 5"至± 2"	≤ 10000 min ⁻¹ 至 ≤ 1500 min ⁻¹
ERA 4282	高精度光栅鼓；拧在轴前端		D1: 40 mm至 270 mm D2: 76.5 mm至 331.31 mm	± 4"至± 1.7"	≤ 10000 min ⁻¹ 至 ≤ 2500 min ⁻¹

1) 内部细分后

接口	信号周期数/圈	参考点	型号	页码
~ 1 V _{PP}	180000	一个	ERP 880	34
~ 1 V _{PP}	131072	无	ERP 4080	36
~ 1 V _{PP}	360000	无	ERP 8080	
~ 1 V _{PP}	9000/ 18000	一个	ERO 6080	38
□ TTL	45000至 900000 ¹⁾	一个	ERO 6070	
~ 1 V _{PP}	4096	一个	ERO 6180	40
~ 1 V _{PP}	12000至 52000	距离编码	ERA 4280C	42
	6000至 44000		ERA 4480C	
	3000至 13000		ERA 4880C	
~ 1 V _{PP}	12000至 52000	距离编码	ERA 4282C	46



ERP 880



ERP 4080



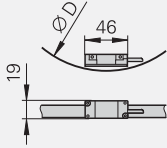
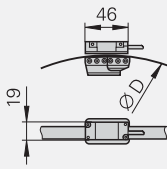
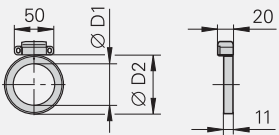
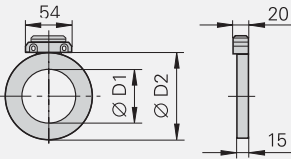
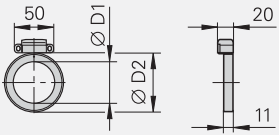
ERO 6080



ERA 4000

选型指南

无内置轴承角度编码器和模块式编码器

系列	版本和安装	外形尺寸 单位 mm	直径 D1/D2	光栅精度	机械允许转速
钢带光栅的角度编码器					
ERA 7000	内圈安装的钢带光栅尺，整圆版 ¹⁾ ；钢带光栅尺张紧在内圆周处		458.62 mm至 1146.10 mm	± 3.9"至± 1.6"	≤ 250 min ⁻¹ 至 ≤ 220 min ⁻¹
ERA 8000	外圈安装的钢带光栅尺，整圆版；钢带光栅尺张紧在外圆周处		458.11 mm至 1145.73 mm	± 4.7"至± 1.9"	约≤ 45 min ⁻¹
磁栅模块式编码器					
ERM 2200	MAGNODUR磁栅的钢磁栅鼓；拧在轴前端		D1: 70 mm至 380 mm D2: 113.16 mm至 452.64 mm	± 7"至± 2.5"	≤ 14000 min ⁻¹ 至 ≤ 3000 min ⁻¹
ERM 200	MAGNODUR磁栅的钢磁栅鼓；拧在轴前端		D1: 40 mm至 410 mm D2: 75.44 mm至 452.64 mm	± 11"至± 3.5"	≤ 19000 min ⁻¹ 至 ≤ 3000 min ⁻¹
ERM 2400	MAGNODUR磁栅的钢磁栅鼓，夹紧固定		D1: 40/55 mm D2: 64.37/ 75.44 mm	± 17"至± 9"	≤ 33000 min ⁻¹ 至 ≤ 27000 min ⁻¹
ERM 2900			D1: 40 mm至 100 mm D2: 58.6至 120.96 mm	± 68"至± 33"	≤ 47000 min ⁻¹ 至 ≤ 16000 min ⁻¹

¹⁾ 根据用户需要可提供非整圆版

接口	信号周期数/圈	参考点	型号	页码
~ 1 V _{PP}	36000至90000	距离编码	ERA 7480C	48
~ 1 V _{PP}	36000至90000	距离编码	ERA 8480C	52
~ 1 V _{PP}	1800至7200	一个	ERM 2280	样本： 模块式磁栅 编码器
□□ TTL ~ 1 V _{PP}	600至3600	一个	ERM 220	
~ 1 V _{PP}			ERM 280	
~ 1 V _{PP}	512至600	一个	ERM 2485	
~ 1 V _{PP}	192至400	一个	ERM 2984	



ERA 7480



ERA 8480



ERM 2200



ERM 280

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	机械允许转速	位置值/ 圈	接口			
内置定子联轴器								
RCN 2000		± 5"	≤ 1500 min ⁻¹	67 108 864 ± 26 bit	EnDat 2.2/02			
						EnDat 2.2/22		
						发那科05		
						三菱03-4		
		± 2.5"		268 435 456 ± 28 bit	EnDat 2.2/02			
					EnDat 2.2/22			
					发那科05			
					三菱03-4			
RCN 5000		± 5"	≤ 1500 min ⁻¹	67 108 864 ± 26 bit	EnDat 2.2/02			
						EnDat 2.2/22		
						发那科05		
						三菱03-4		
		± 2.5"		268 435 456 ± 28 bit	EnDat 2.2/02			
					EnDat 2.2/22			
					发那科05			
					三菱03-4			
RCN 8000		± 2"	≤ 500 min ⁻¹	536 870 912 ± 29 bit	EnDat 2.2/02			
						EnDat 2.2/22		
						发那科05		
						三菱03-4		
						± 1"		EnDat 2.2/02
								EnDat 2.2/22
					发那科05			
					三菱03-4			
安装式定子联轴器								
ECN 200		± 10"	≤ 3000 min ⁻¹	33 554 432 ± 25 bit	EnDat 2.2/02			
							EnDat 2.2/22	
							83 886 08 ± 23 bit	
							发那科02	
					三菱02-4			

增量信号	信号周期数/圈	型号	更多信息
~ 1 V _{pp}	16384	RCN 2380	样本 带内置轴承 角度编码器
-	-	RCN 2310	
-	-	RCN 2390F	
-	-	RCN 2390M	
~ 1 V _{pp}	16384	RCN 2580	
-	-	RCN 2510	
-	-	RCN 2590F	
-	-	RCN 2590M	
~ 1 V _{pp}	32768	RCN 5380	
-	-	RCN 5310	
-	-	RCN 5390F	
-	-	RCN 5390M	
~ 1 V _{pp}	32768	RCN 5580	
-	-	RCN 5510	
-	-	RCN 5590F	
-	-	RCN 5590M	
~ 1 V _{pp}	32768	RCN 8380	
-	-	RCN 8310	
-	-	RCN 8390F	
-	-	RCN 8390M	
~ 1 V _{pp}	32768	RCN 8580	
-	-	RCN 8510	
-	-	RCN 8590F	
-	-	RCN 8590M	
~ 1 V _{pp}	2048	ECN 225	样本 带内置轴承 角度编码器
-	-	ECN 225	
-	-	ECN 223F	
-	-	ECN 223M	



RCN 2000



RCN 5000



RCN 8000
Ø 60 mm



RCN 8000
Ø 100 mm



ECN 200
Ø 50 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	机械允许转速	接口
内置定子联轴器				
RON 200		± 5"	≤ 3000 min ⁻¹	□ TTL
		± 2.5"		□ TTL
RON 700		± 2"	≤ 1000 min ⁻¹	~ 1 V _{PP}
				~ 1 V _{PP}
RON 800 RPN 800		± 1"	≤ 1000 min ⁻¹	~ 1 V _{PP}
				~ 1 V _{PP}
RON 900		± 0.4"	≤ 100 min ⁻¹	~ 11 μA _{PP}
分离式联轴器				
ROD 200		± 5"	≤ 10000 min ⁻¹	□ TTL
ROD 700		± 2"	≤ 1000 min ⁻¹	□ TTL
				~ 1 V _{PP}
ROD 800		± 1"	≤ 1000 min ⁻¹	~ 1 V _{PP}

1) 内部细分后

信号周期数/圈	型号	更多信息
18000 ¹⁾	RON 225	样本 带内置轴承 角度编码器
180000/90000 ¹⁾	RON 275	
18000	RON 285	
18000	RON 287	
18000	RON 785	
18000/36000	RON 786	
36000	RON 886	
180000	RPN 886	
36000	RON 905	
18000 ¹⁾	ROD 220	样本 带内置轴承 角度编码器
180000 ¹⁾	ROD 270	
18000	ROD 280	
18000/36000	ROD 780	
36000	ROD 880	



RON 285



RON 786



RON 905



ROD 280



ROD 780

测量原理

测量基准

海德汉公司的该编码器的测量基准是周期性格栅—磁栅。

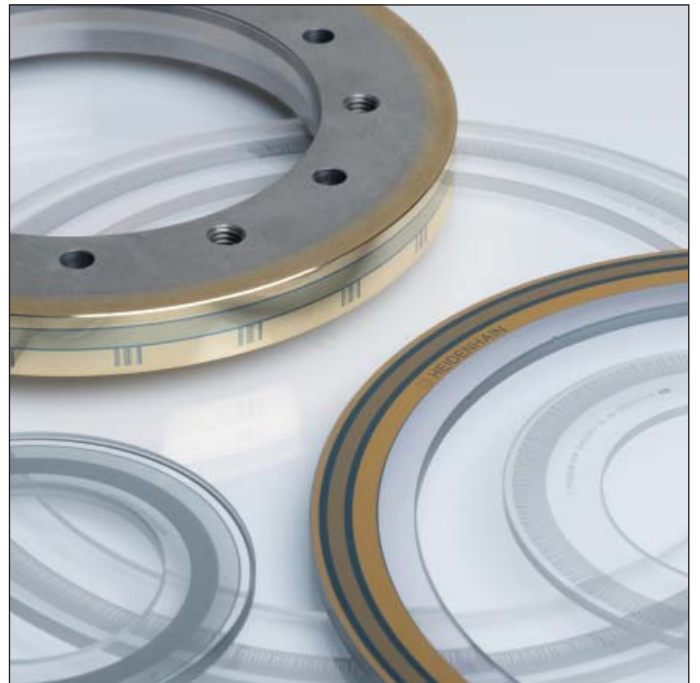
光栅刻在玻璃或钢材基体上。玻璃光栅码盘主要用于最高转速 10000 min^{-1} 的编码器。钢光栅鼓用于最高转速 20000 min^{-1} 的应用。大直径光栅尺的基体为钢带。

海德汉公司用特别开发的光刻工艺制造精密光栅。

- AURODUR：在镀金钢带上蚀刻线条，典型栅距 $40 \mu\text{m}$
- METALLUR：抗污染的镀金层金属线，典型栅距 $20 \mu\text{m}$
- DIADUR：玻璃基体的超硬铬线（典型栅距 $20 \mu\text{m}$ ）或玻璃基体的三维铬线格栅（典型栅距 $8 \mu\text{m}$ ）
- SUPRADUR相位光栅：光学三维平面格栅线条，超强抗污能力，典型栅距不超过 $8 \mu\text{m}$
- OPTODUR相位光栅：光学三维平面格栅线条，超高反光性能，典型栅距不超过 $2 \mu\text{m}$

这些光刻工艺制作的光栅栅距非常小，而且线条边缘清晰和均匀。再加上光电扫描法，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公司定制的精密切线机制造。



角度编码器的圆光栅码盘

增量测量法

增量测量法的光栅由周期性刻线组成。位置信息通过**计算**自某点开始的增量数（测量步距数）获得。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。

因此，必须通过扫描参考点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，许多海德汉光栅尺刻有**距离编码参考点**，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”），后续电子电路就能找到绝对参考点。

凡是距离编码参考点编码器在型号后均带有字母“C”（例如ERA 4200 C）。

距离编码参考点的**绝对参考点**位置用两个参考点间信号周期数和以下公式计算：

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

其中：

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

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，单位度

abs = 绝对值

sgn = 代数符号（“+1”或“-1”）

M_{RR} = 移过参考点间的被测距离，单位度

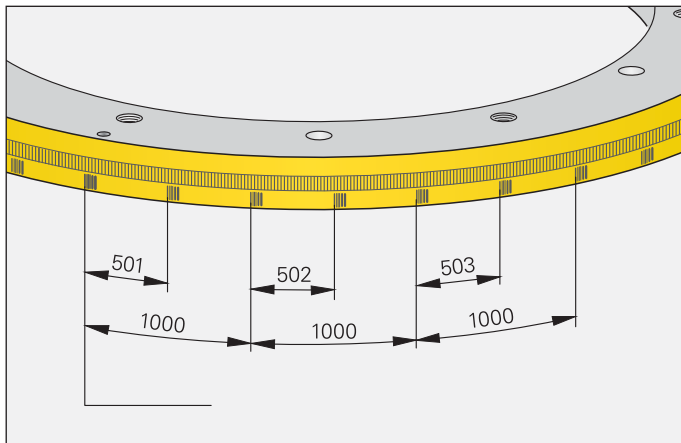
I = 两个固定参考点间的名义增量值（见表）

GP = 栅距（ $\frac{360^\circ}{\text{线数}}$ ）

D = 旋转方向（+1或-1）
按照配合尺寸的旋转等于+1

ERA 7480C, ERA 8480C

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码盘（例如20000线的ERA 4480）

ERA 4000C

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

大多数海德汉公司光栅尺或编码器都用光电扫描原理。对测量基准的光电扫描为非接触扫描，因此无磨损。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的栅距。
- **干涉扫描原理**用于栅距4 μm或更小的光栅。

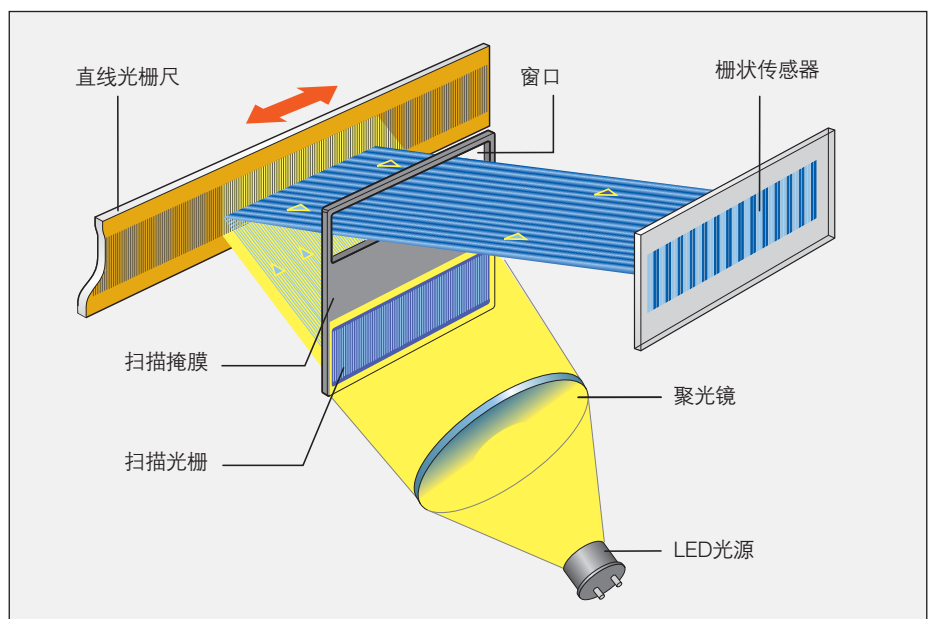
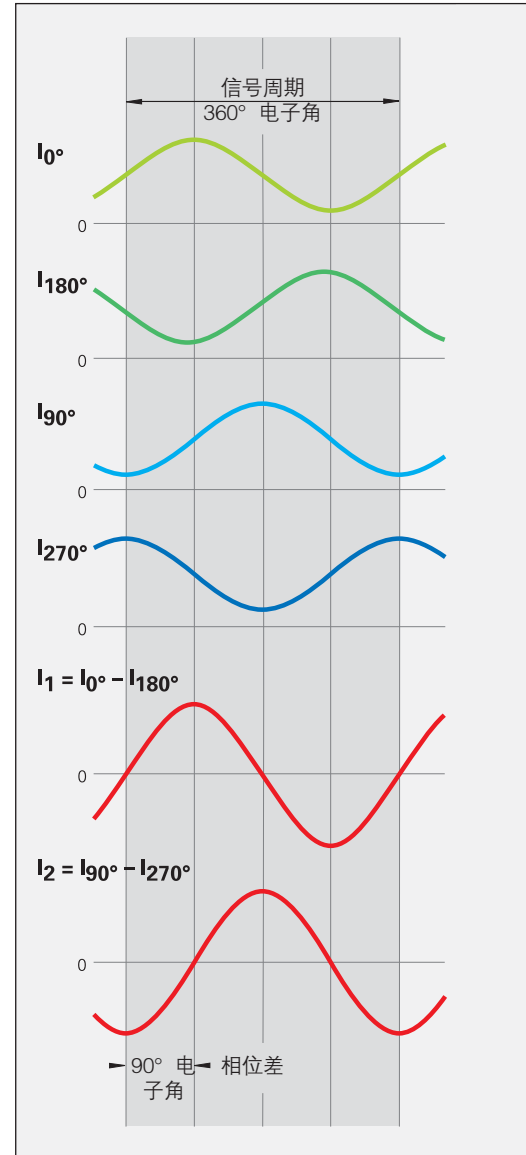
成像扫描原理

简单地说成像扫描原理是用透射光生成信号：两个具有相同栅距的光栅—圆光栅码盘与扫描掩膜—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。具有相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，光线无法通过。

光电池将这些光强变化转化成电信号。特殊结构的扫描掩膜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也越严。如果对10 μm或更大栅距的编码器进行成像扫描，允许的编码器安装公差相对较大。

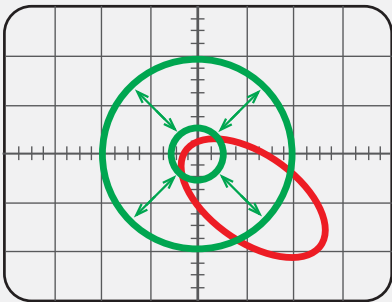
例如，采用成像扫描原理的ERA系列角度编码器。



钢带光栅尺和单场成像扫描原理的光电扫描

传感器生成四路近正弦电流信号 (I_{0° , I_{90° , I_{180° 和 I_{270°)，相互间的相位差为 90° 电子角。这些扫描信号开始时并不对称于零线。因此，将光电池接入差分电路，生成两路相位差 90° 的输出信号 I_1 和 I_2 ，它们对称于零线。

示波器的XY坐标显示信号形成了里萨约图。理想输出信号显示为中心圆。偏离理想圆的形状和位置是一个信号周期内位置误差（参见测量精度）造成的，因此直接影响测量结果。圆的大小对应于输出信号幅值，它可在一定限度内变化，不影响测量精度。



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。

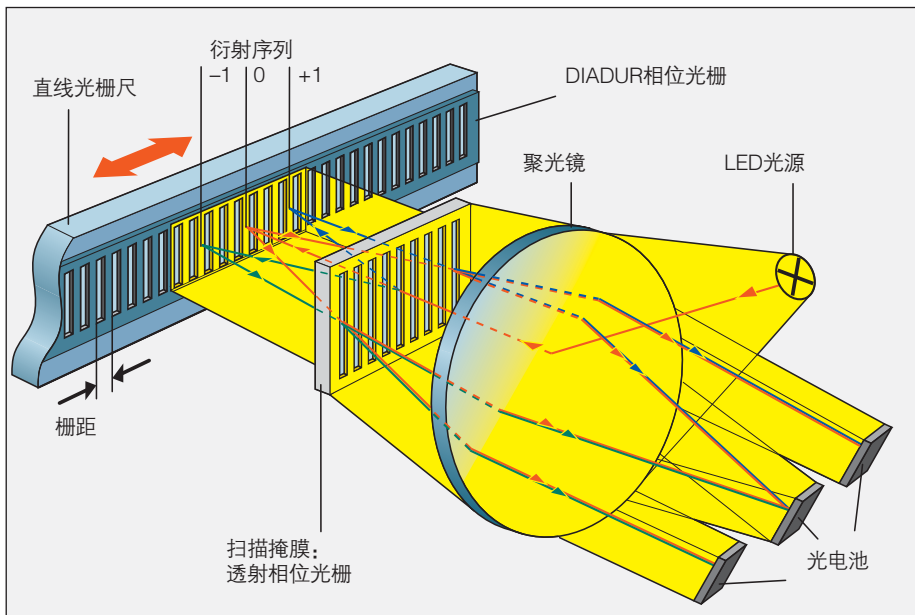
阶梯状光栅用作测量基准：高度 $0.2\ \mu\text{m}$ 的反光线刻在平反光面中。光栅尺前方是扫描掩膜，其栅距与光栅尺栅距相同，是透射相位光栅。

光波照射到扫描掩膜时，光波被衍射为三束光强近似的光： -1 、 0 和 $+1$ 。光栅尺衍射的光波中，反射的衍射光的光强最强光束为 $+1$ 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信号转化成电信号。

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 $4\ \mu\text{m}$ 甚至更细。其扫描信号基本没有高次谐波，能进行高倍频细分。因此，这些光栅尺特别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。



干涉扫描原理的光电扫描和单场扫描

测量精度

角度测量精度主要取决于

- 磁栅质量,
- 磁栅基体稳定性,
- 扫描质量,
- 信号处理电路质量,
- 磁栅相对轴承的偏心量,
- 轴承误差,
- 与被测轴的连接。

这些影响因素包括编码器的误差和应用方面的误差。为了评估最终总误差, 必须考虑其中每一项影响因素。

编码器方面的误差

有关编码器方面的误差, 参见“技术参数”

- 光栅精度
- 单信号周期内位置误差

光栅精度

光栅精度 $\pm a$ 代表光栅质量。包括

- 光栅一致性和光栅栅距,
- 光栅与其基体的相互位置关系,
- 总成本式光栅基体的编码器: 光栅基体的稳定性, 也用于保证安装条件下的精度,
- 钢带光栅尺的编码器: 安装时钢带光栅尺不均匀膨胀导致的误差, 以及整圆应用对接接头的误差。

光栅精度 $\pm a$ 由在理想条件下通过批量生产的读数头在信号周期整数倍位置处测量的位置误差确定。

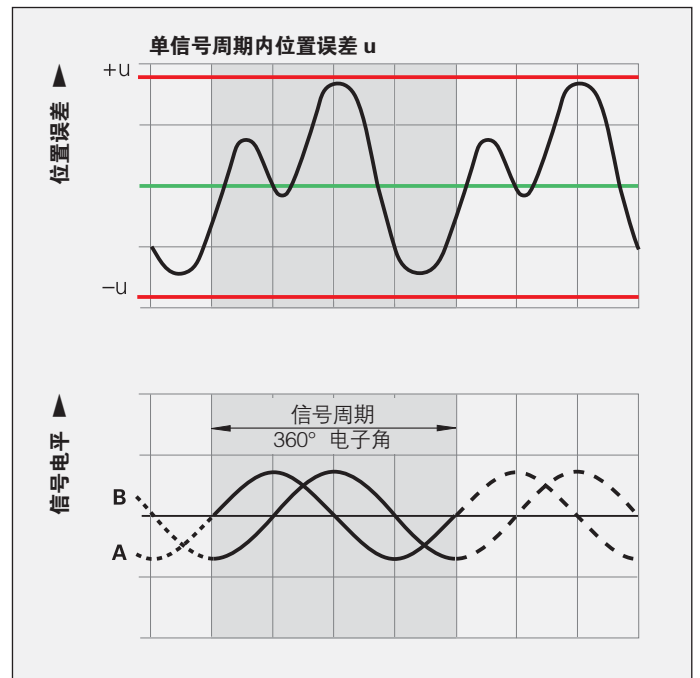
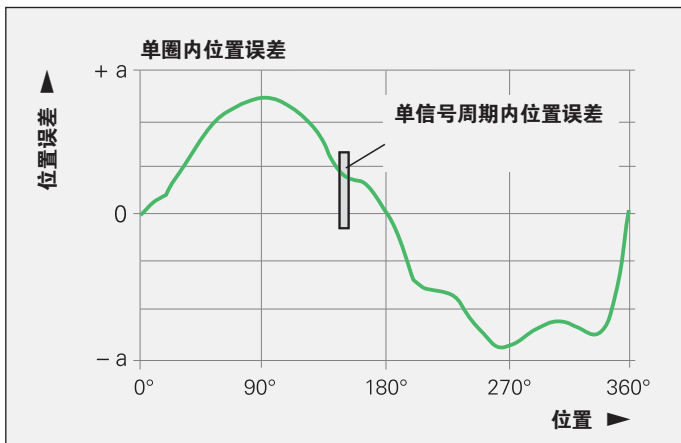
单信号周期内位置误差

单信号周期内位置误差 $\pm u$ 代表扫描质量, 对带波形滤波或计数电子电路的编码器代表信号处理电子电路质量。但对正弦输出信号的编码器, 信号处理电子系统的误差由后续电子电路决定。

以下每一个因素都影响测量结果:

- 信号周期长度
- 磁栅一致性和磁栅栅距
- 扫描滤波器结构质量
- 传感器特性
- 模拟信号后续处理的稳定性和动态性能

确定单信号周期内位置误差时也必须考虑这些影响因素。



单信号周期内位置误差±u用信号周期的百分数定义。无内置轴承模块式角度编码器，该值一般优于信号周期的±1% (ERP 880: ±1.5%)。具体值在“技术参数”中提供。

单信号周期内位置误差对小角度运动和重复测量很明显。特别是在速度控制环中，它将导致速度波动。

与应用相关误差

除编码器方面的误差外，读数头安装误差和调整误差，通常对**无内置轴承编码器**的精度有显著影响。特别是光栅的安装偏心量和被测轴的径向跳动对精度影响十分显著。为确定总误差，必须分别测量和计算与应用相关的误差值。

另一方面，带内置轴承编码器所指定的系统精度已包括轴承和联轴器的误差 (参见内置轴承角度编码器样本)。

光栅与轴承偏心造成的误差

通常，圆光栅码盘/轮毂总成，光栅鼓或钢带光栅尺安装后，光栅相对轴承存在一定偏心。此外，客户方轴的尺寸和形状误差也增加偏心误差。偏心量e、圆光栅码盘平均直径D与测量误差Δφ关系为 (参见下图)：

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

Δφ = 测量误差，单位为秒 (角秒)

e = 光栅鼓相对轴承偏心误差，单位μm (1/2径向偏差)

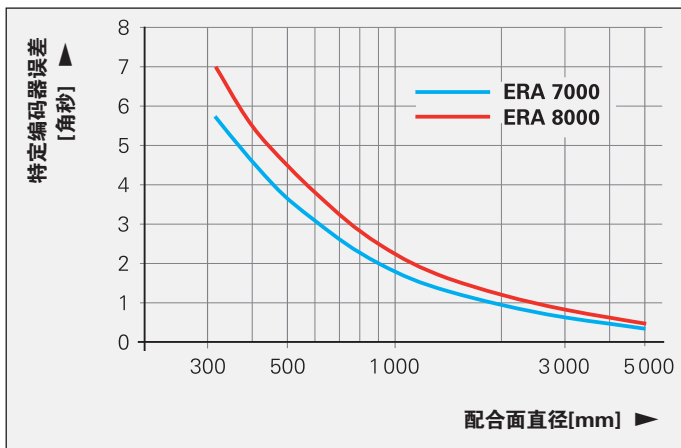
D = 圆光栅码盘平均直径，单位mm

M = 圆光栅码盘圆心

φ = “理论”角度

φ' = 被测角度

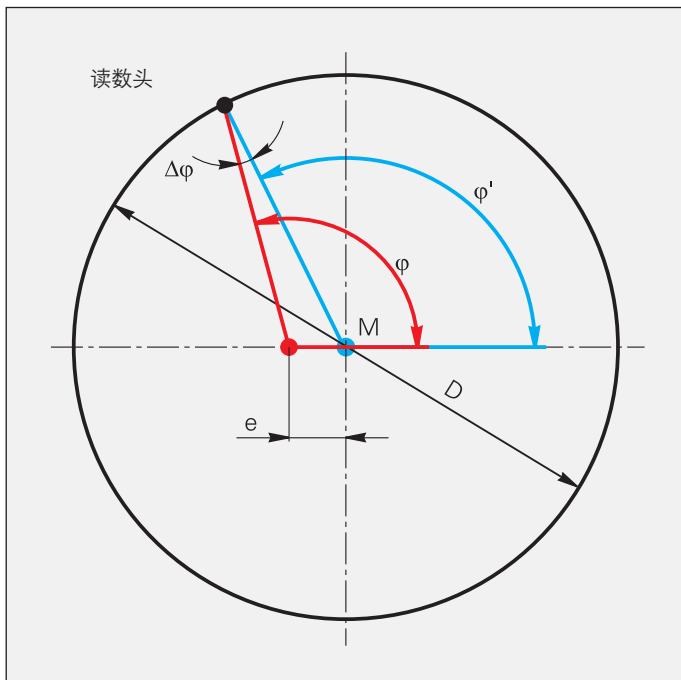
ERA 7000和ERA 8000编码器误差



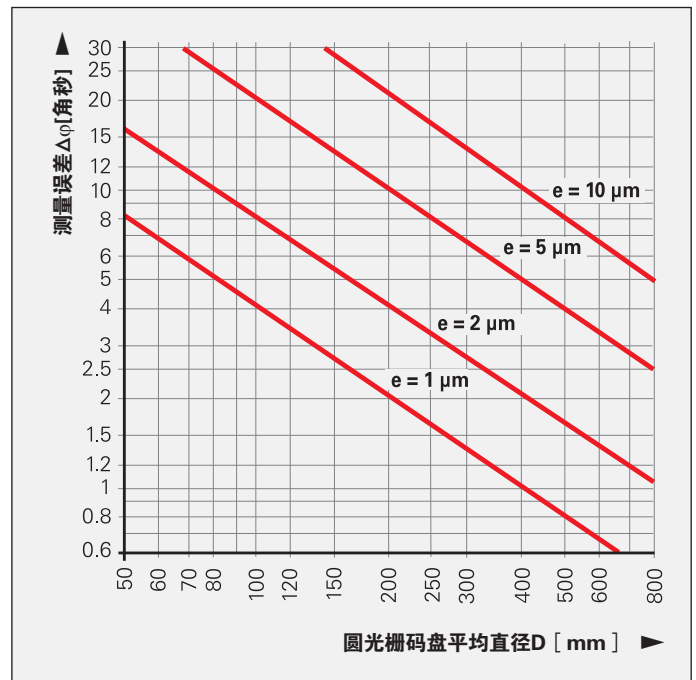
光栅中心线平均直径D:

ERP 880	D = 126 mm
ERP 4000	D = 40 mm
ERP 8000	D = 104 mm
ERO 6000	D = 64 mm or 142 mm
ERO 6100	D = 64 mm
ERA 4000	D ≙ 光栅鼓外径
ERA 7000	D ≙ 圆光栅码盘配合直径
ERA 8000	

光栅相对轴承的偏心量



不同偏心值e造成的测量偏差Δφ与圆光栅码盘平均直径D的关系



轴承径向跳动造成的误差

测量误差 δ_j 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。

安装导致的光栅变形

形状，基准面，光栅尺相对安装面的位置，光栅鼓和圆光栅码盘/轮毂总成的安装孔等都被设计成能确保安装和使用过程中对编码器精度基本没有影响。

支撑面形状和直径误差（ERA 7000和ERA 8000）

支撑面形状误差影响可获得的系统精度。

这些非整圆光栅，当不能准确保证光栅尺带支撑面名义直径要求时，其附加角度误差 $\delta\varphi$ ：

$$\Delta\varphi = (1 - \varphi) \cdot 3600$$

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' 的每圈有效线数 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 = 每圈名义线数

z' = 每圈实际线数

用比较式编码器测量非整圆版编码器的实际角位移量，例如用内置轴承角度编码器。

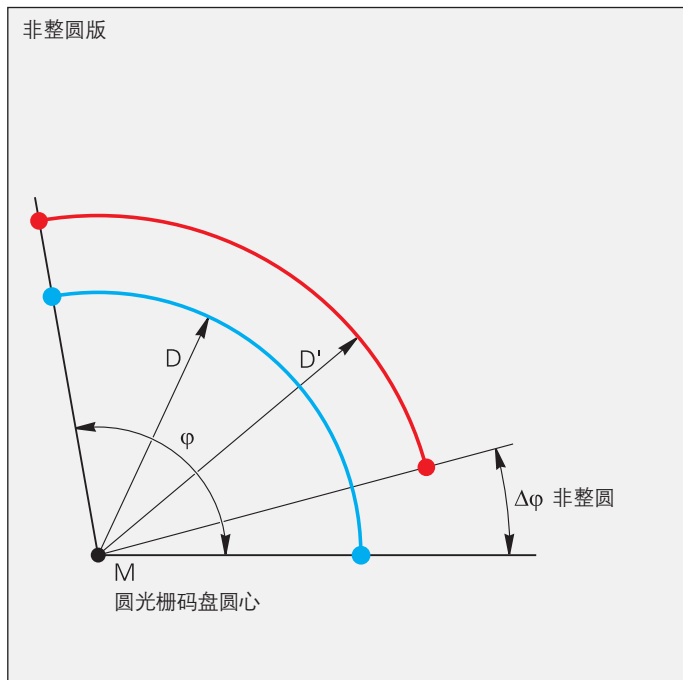
补偿方法

光栅的安装偏心 and 被测轴的径向跳动导致的误差在与具体应用相关误差中占很大比例。消除这些误差的常用和有效方法是在沿光栅码盘等距位置安装两个或更多个读数头。后续电子电路通过数学方法合并各个位置值。

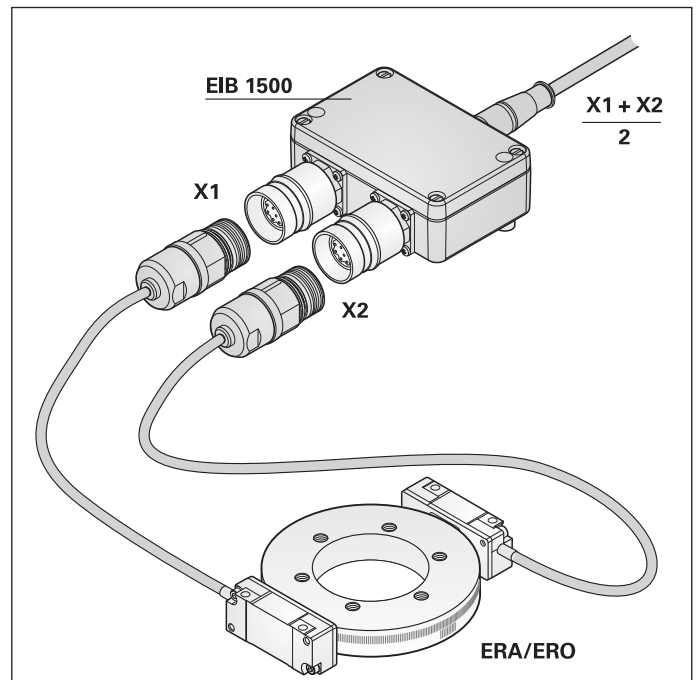
海德汉公司的EIB 1500电子设备是一个适用于通过数学方法实时合并两个读数头的位置值且对控制环无任何影响（参见信号处理和数显装置）。

实际可获得的精度改善很大程度上取决于安装情况和应用情况。原则上，所有偏心误差（安装误差导致的可重复误差，轴承径向偏心导致的不可重复误差）以及光栅误差的所有非均匀谐波都可消除。

由于钢带光栅尺基体直径偏差造成的角度误差



两个读数头的位置计算，以补偿偏心 and 径向跳动



检定记录图

海德汉公司的ERP, ERO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。

检定记录图记录光栅精度, 包括光栅基体精度。其精度通过一圈内的大量测量点确定。所有测量值都必须和技术参数要求的磁栅精度范围内。

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

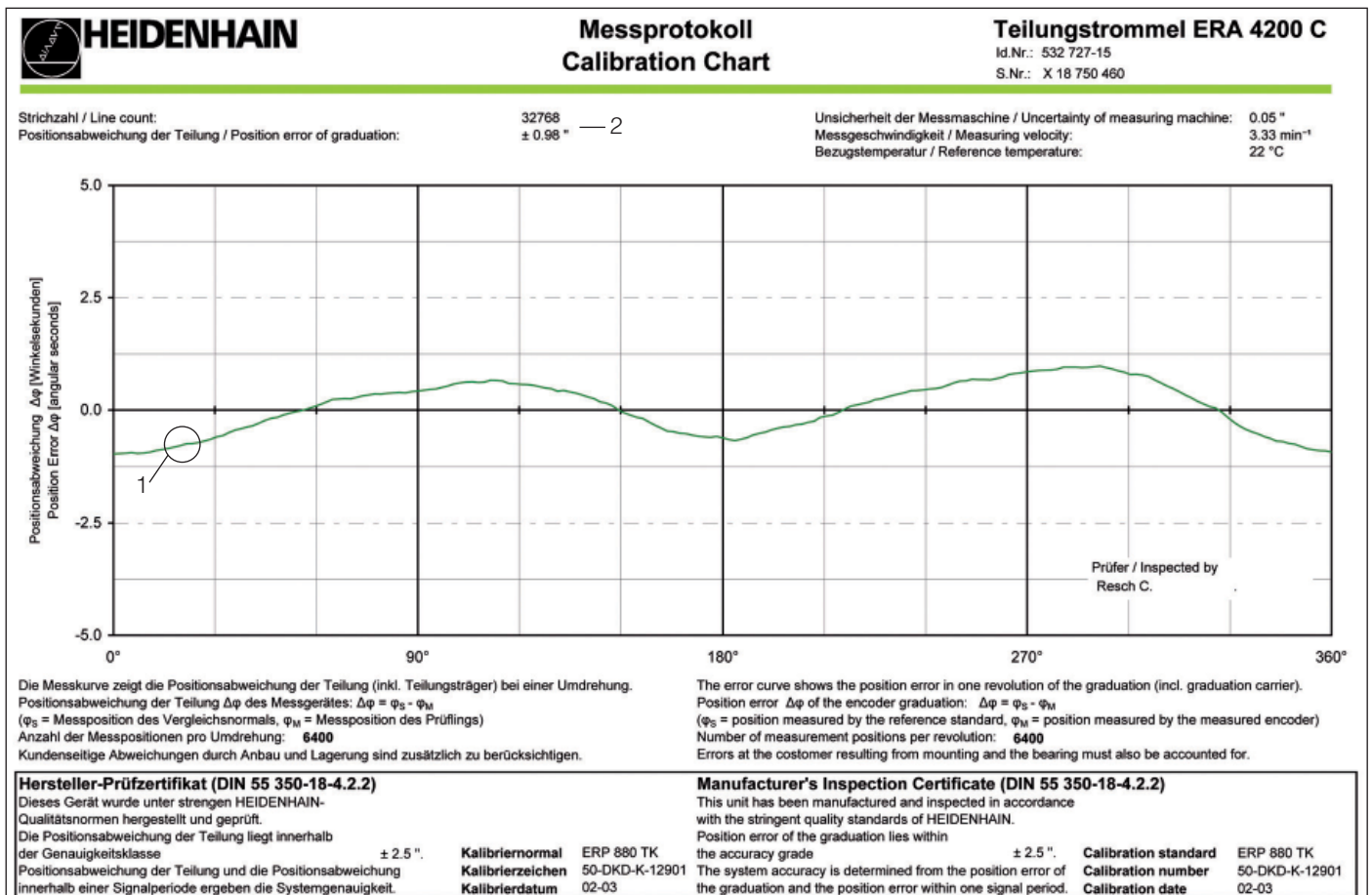
制造商检验证上的**检定标准**提供且满足国内和国际公认标准的可追溯性要求。

检定记录图中的精度数据不包括单信号周期内误差, 也不包括任何安装导致的误差。

对于测试和校准, 对无内置轴承角度编码器海德汉采用的安装方式与编码器未来应用中的安装方式完全一致。因此能确保海德汉确定的精度完全适用于机床。

检定记录图举例: ERA 4200C光栅鼓

- 1 光栅误差图
- 2 检定结果



可靠性

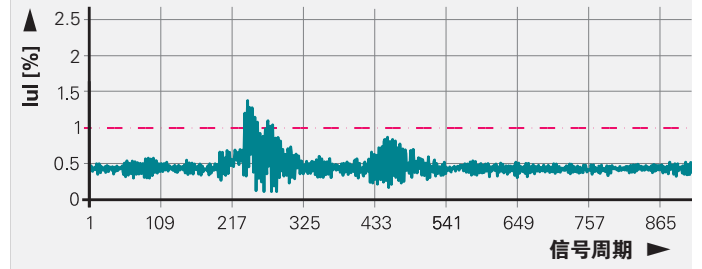
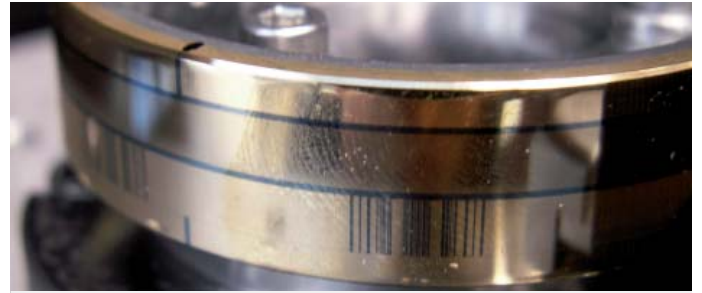
海德汉公司的无内置轴承敞开式角度编码器特别适用于高速和精密机床。尽管机械结构是敞开式的，但它抗污染能力强，长期稳定性好和安装速度快和安装方便。

抗污染能力强

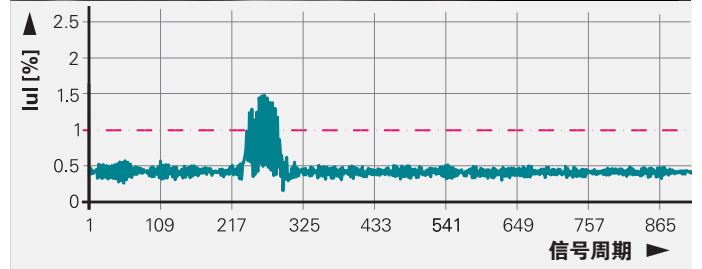
高质量的光栅和扫描方式是编码器高精度和可靠工作的保证。海德汉公司的编码器用**单场扫描原理**。只需一个扫描场生成扫描信号。测量基准上的局部污染（例如手指印或油滴）影响信号分量光强，因此等量影响扫描信号。输出信号幅值虽有变化，但无偏移和无相位变化。这些信号仍可进行高倍频细分使单信号周期内的位置误差保持很小。

此外，**大面积扫描场**还能降低对污染的敏感性。这常常可以避免光栅尺失效。即使有3 mm以内的打印机墨滴，印刷电路板粉尘，水滴或油滴，这些编码器仍然可以输出高质量信号。单圈位置误差远低于要求的精度。

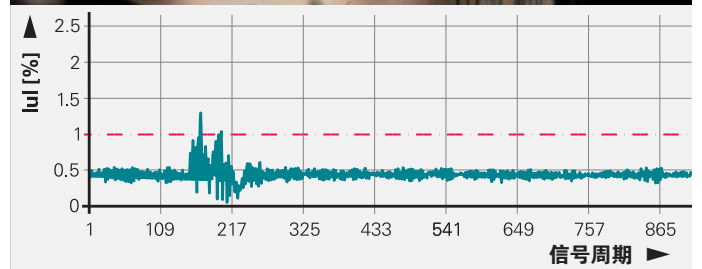
右侧图为ERA 4000编码器不同污染情况时的结果。 l_{ul} 为单信号周期内最大位置误差。尽管存在明显污染，只轻微超出要求的 $\pm 1\%$ 公差值。



手指印污染



墨粉污染



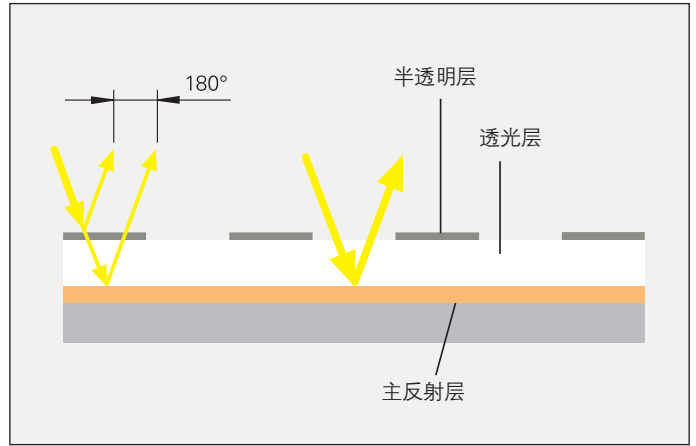
水滴污染

坚固耐磨的光栅尺

无内置轴承角度编码器的敞开式的测量基准的自身特点决定了它抗污染能力不充分。为此，海德汉公司采用独特工艺生产非常坚固耐磨的光栅。

DIADUR工艺是将硬铬线刻在玻璃或钢基体上。

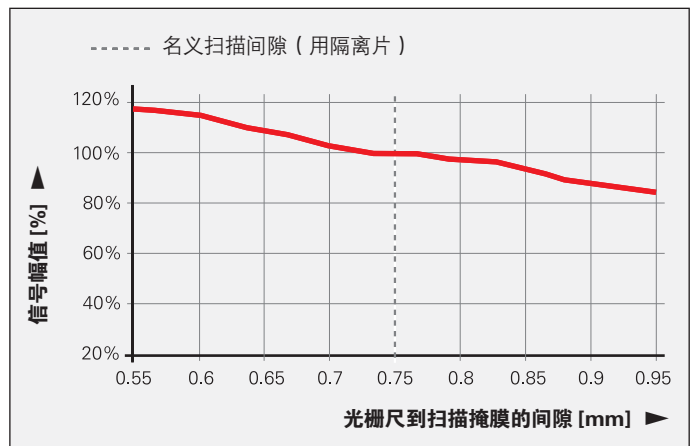
METALLUR工艺是在反光的金层上覆盖薄薄一层玻璃。在该层的铬线只有数纳米厚，半透明和起减振作用。实践证明，METALLUR工艺生产的测量基准抗污能力非常强，由于其刻线高度小，灰尘、污物或水滴难以留在其表面上，使这种测量基准的抗污染能力非常出众。



METALLUR光栅构造

面向应用的安装公差

海德汉公司无内置轴承的角度编码器的安装误差只对输出信号有轻微影响。特别是光栅尺基体与读数头间扫描间隙有变化时，信号幅值只有轻微变化，只影响单信号周期内位置误差。这是为什么海德汉公司的角度编码器具有高可靠性的原因。



ERA 4000的扫描间隙对信号幅值影响

机械结构类型和装配 一般信息

无内置轴承角度编码器由读数头和光栅尺基体组成。光栅尺可为钢带光栅尺也可为总成式光栅尺，例如光栅鼓或圆光栅码盘/轮毂总成。读数头和光栅尺间的相对运动全部通过机床轴承传递。因此，机床必须满足以下要求：

- **轴承**的设计必须满足编码器安装公差要求和满足安装和工作期间轴的所需精度要求（参见技术参数）。
- 光栅尺**安装面**必须满足编码器的平面度、圆度、偏心量和直径方面的要求。
- 为方便**调整**读数头与光栅尺间位置，读数头必须固定在安装架中或用相应固定块。

所有**总成式光栅尺**的无内置轴承角度编码器都能在这种应用中满足实际精度要求。安装方式和对正方式需确保最高重复精度。

定心光栅尺

由于海德汉光栅尺精度很高，整体精度主要取决于安装误差（主要是偏心误差）。根据编码器和安装方式可选多种定心方式，以最大限度减小偏心误差。

1. 定心环

光栅尺压在或箍在轴中。这个方法非常简单，但需要轴的几何尺寸精度高。

2. 3点定心

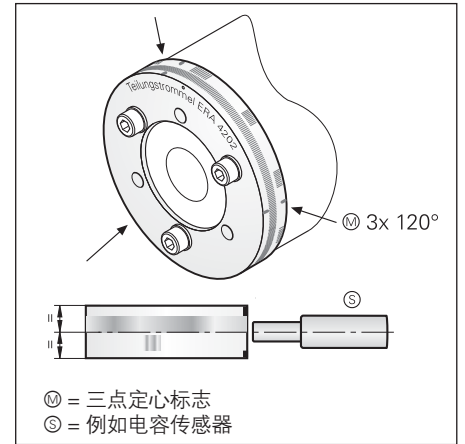
光栅尺用相距 120° 的三个标记位置定心。这样被定心的光栅尺安装面的圆度误差不会影响轴中心点的准确对正。

3. 光学定心

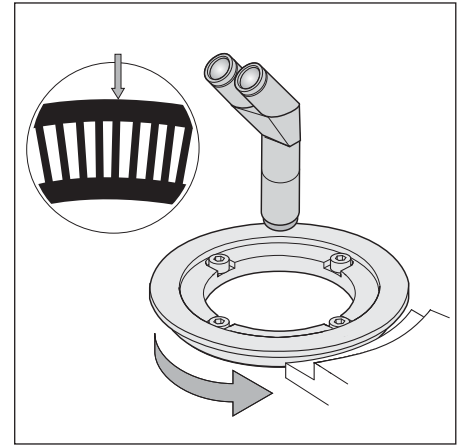
玻璃基体的光栅尺通常用显微镜定心。这个方法用光栅尺上的一条清晰和确定的参考线或定心圈定心。

4. 用两个读数头定心

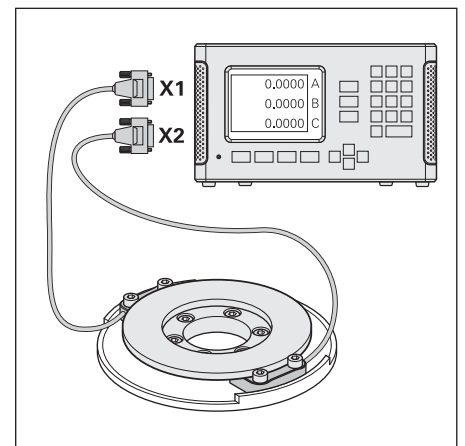
该方法适用于全部总成式光栅尺的无内置轴承角度编码器。由于海德汉光栅尺在大范围上的误差通常有规律的特点，光栅或位置值本身用作基准，这是所有定心方法最准确的方法。



3点定心



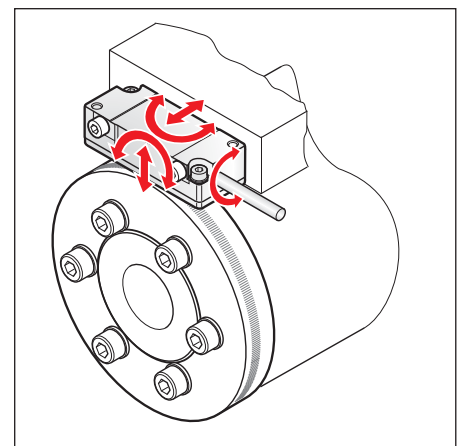
光学定心



用两个读数头定心

读数头

由于无内置轴承的角度编码器最终安装在机床中，安装光栅尺后必须准确安装读数头。为了准确对正读数头与光栅尺，必须大致对正并允许沿五个自由度调整（见图）。海德汉读数头的结构，恰当的安装方式和允许较大的安装公差使这种调整非常容易。例如ERA编码器的读数头用所配的隔离片准确设置扫描间隙，使安装非常简单

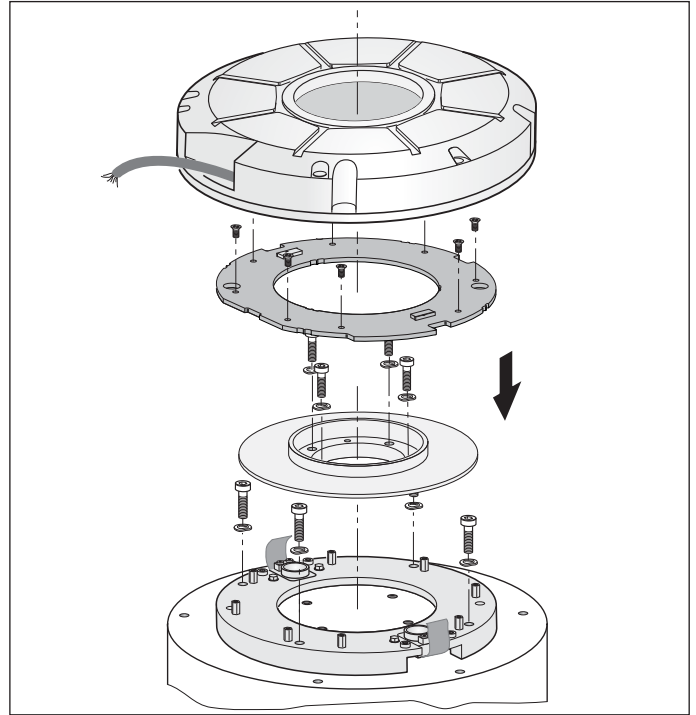


ERP 880

ERP 880模块式角度编码器包括：读数头、圆光栅码盘/轮毂总成和PCB电路板。防护盖为辅件，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，使对正精度在 $\pm 1.5 \mu\text{m}$ 以内。再将圆光栅码盘/轮毂总成拧在轴的正面位置，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”。外壳避免ERP 880污染。



安装
ERP 880
(原理图)

外壳为IP 40

带密封圈，防护等级IP 40
电缆，1 m，带针式连接器，12针
ID 369774-01

外壳为IP 64

带轴密封圈，防护等级IP 64
电缆，1 m，带针式连接器，12针
ID 369774-02



机械结构类型和装配

ERP 4080/ERP 8080

ERP 4080和ERP 8080模块式角度编码器设计用于精度和分辨率要求极高的测量应用。它们用干涉扫描方法扫描相位光栅。由读数头和圆光栅码盘/轮毂总成组成。

确定轴向安装公差

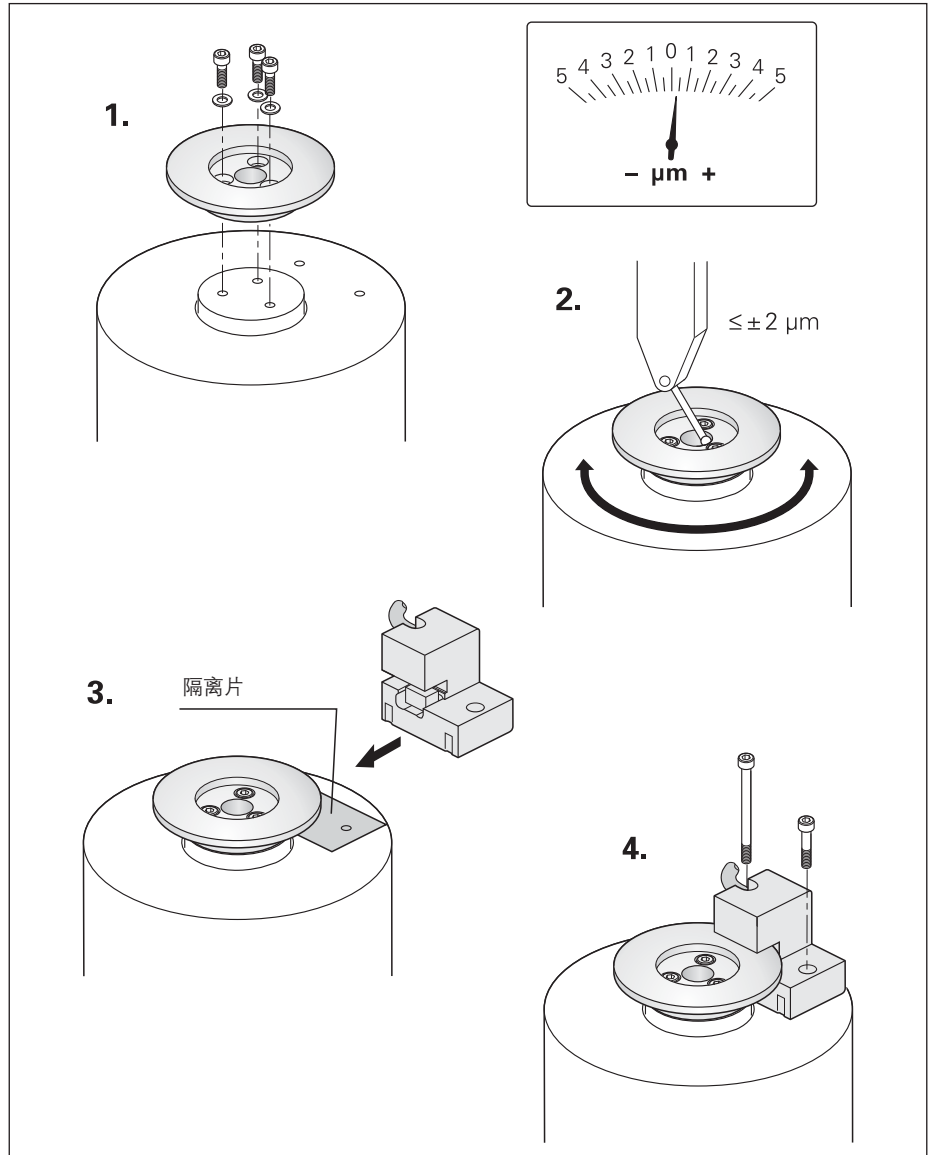
为尽可能获得最高精度，必须确保轴的摆动量与圆光栅/轮毂总成的摆动量不相互叠加。轮毂的最大和最小摆动位置有标志。测量轴的摆动量并确定最大和最小位置。安装圆光栅/轮毂总成使最终形成的摆动量最小。

安装圆光栅/轮毂总成

将圆光栅/轮毂滑入驱动轴，用轮毂内径定心并用螺栓紧固。圆光栅码盘定心可以用百分表测量轮毂内径，或用圆光栅码盘的定心圆光学定心，也可以借助对径位置的另一个读数头进行电气定心。

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，确保读数头略微可动。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达到 $\geq 0.9 V_{PP}$ 。



选装辅件

安装工具

调整读数头

ID 622976-02

长度计适配器

测量安装公差

ID 627142-01

隔离片

调整轴向位置

10 μm	ID 619943-01
20 μm	ID 619943-02
30 μm	ID 619943-03
40 μm	ID 619943-04
50 μm	ID 619943-05
60 μm	ID 619943-06
70 μm	ID 619943-07
80 μm	ID 619943-08
90 μm	ID 619943-09
100 μm	ID 619943-10

套件（每个间隙一个隔离片

10 μm 至100 μm ）： ID 619943-11

ERO 6000, ERO 6100

ERO 6000和ERO 6100模块式角度编码器由读数头和圆光栅码盘/轮毂总成组成。他们安装在机床中并在机床中进行相互调整。

安装ERO 6000

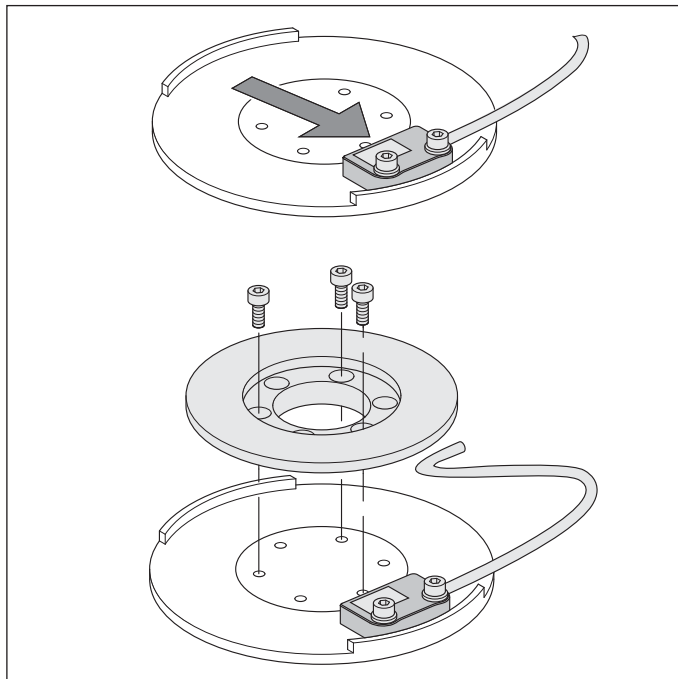
配合面中有定位挡板和确定的内径尺寸，因此读数头安装方便。读数头压向安装面并用两个螺栓固定。无需找正。然后，圆光栅码盘/轮毂总成用螺栓固定在轴的前端并通过机械式三点定心或电子方式定心。读数头与圆光栅码盘间扫描间隙由安装面确定，也无需调整。

安装ERO 6100

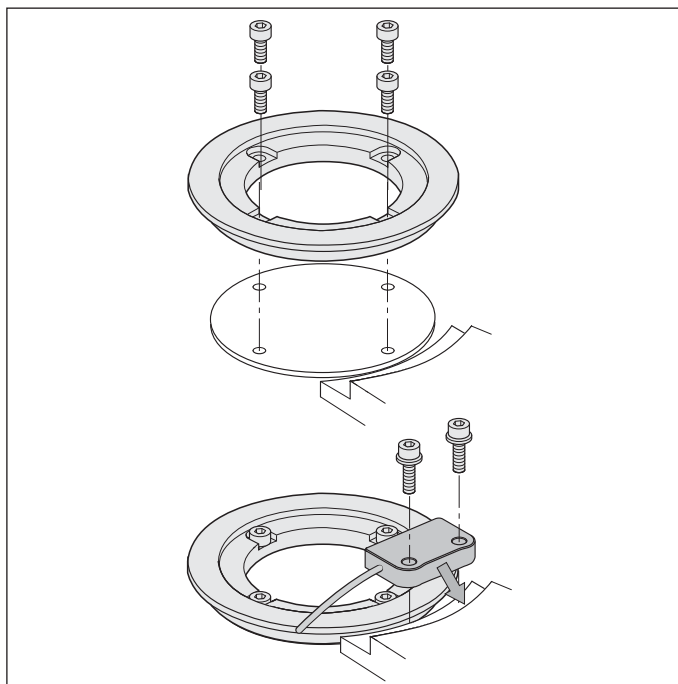
圆光栅码盘/轮毂总成轴向安装在轴中并用光学定心。安装架带挡板并有确定的内径尺寸，允许轴向调整，读数头安装方便。读数头压配合在安装架的止推面处并用两个螺栓固定。用随配隔离片准确设置读数头与圆光栅码盘间的扫描间隙，然后固定安装架。

输出信号用PWT检查。ERO 6x80需用APE 381接口电子电路（参见海德汉测量设备）。

安装ERO 6000



安装ERO 6100



机械结构类型和装配

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**光栅鼓**有三种型号，以满足不同应用要求。ERA 4x80系列编码器根据精度要求有多种栅距。相应读数头，请见右表。必须采取特殊措施确保ERA系列编码器不被污染。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其安装速度快和调整方便。

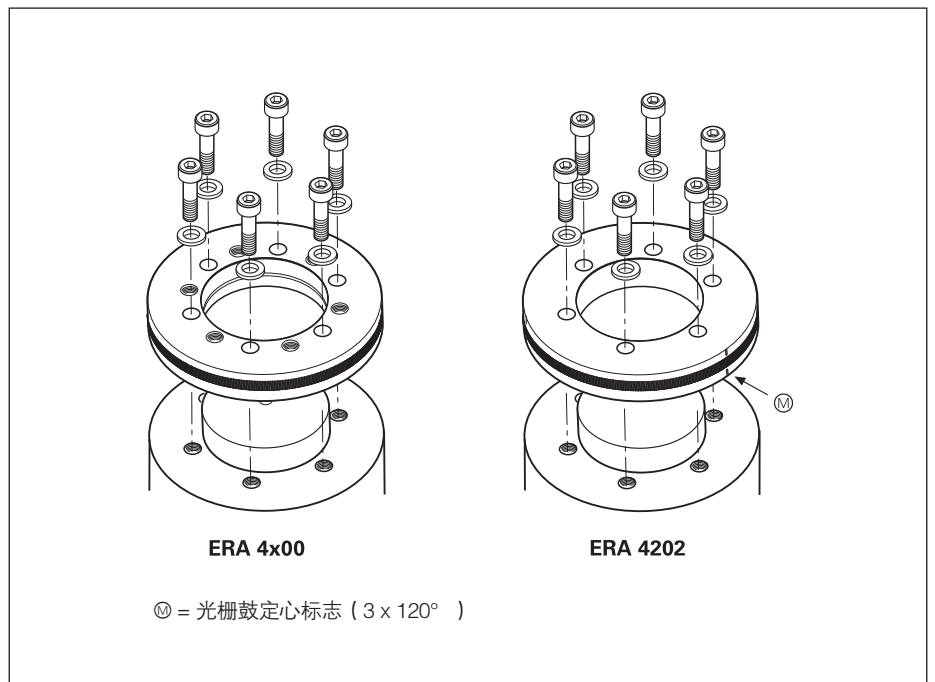
安装ERA 4x00光栅鼓

光栅鼓滑入驱动轴中并用螺栓固定。光栅鼓通过定心环固定在内圆周处。光栅鼓不需要调整。对安装磁栅鼓的轴，海德汉建议该轴尺寸略大。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 4202光栅鼓

光栅鼓通过圆周上三个相距120° 标志位置定心并用螺栓固定。三点定心和实心光栅鼓的优点是编码器安装后的精度高而且安装较容易。光栅鼓上有定心位置标志。

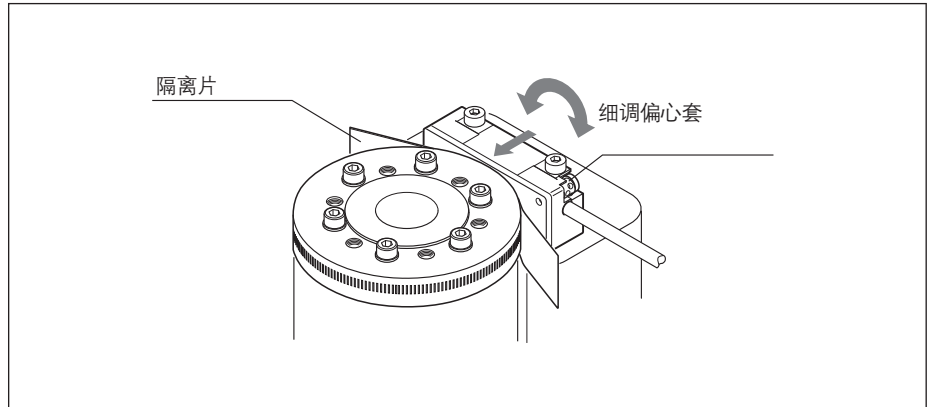
应用	光栅鼓	栅距	型号	相应读数头
高轴速	定心环	20 μm	ERA 4200	ERA 4280
		40 μm	ERA 4400	ERA 4480
		80 μm	ERA 4800	ERA 4880
定位精度高和轴转速高	3点定心	20 μm	ERA 4202	ERA 4280



安装光栅鼓

安装读数头

为安装读数头，将隔离片贴在光栅鼓圆周面上。读数头压向隔离片并固定，然后拆下隔离片。栅距为20 μm的ERA 4000系列编码器还有一个精确调整扫描场的偏心套。

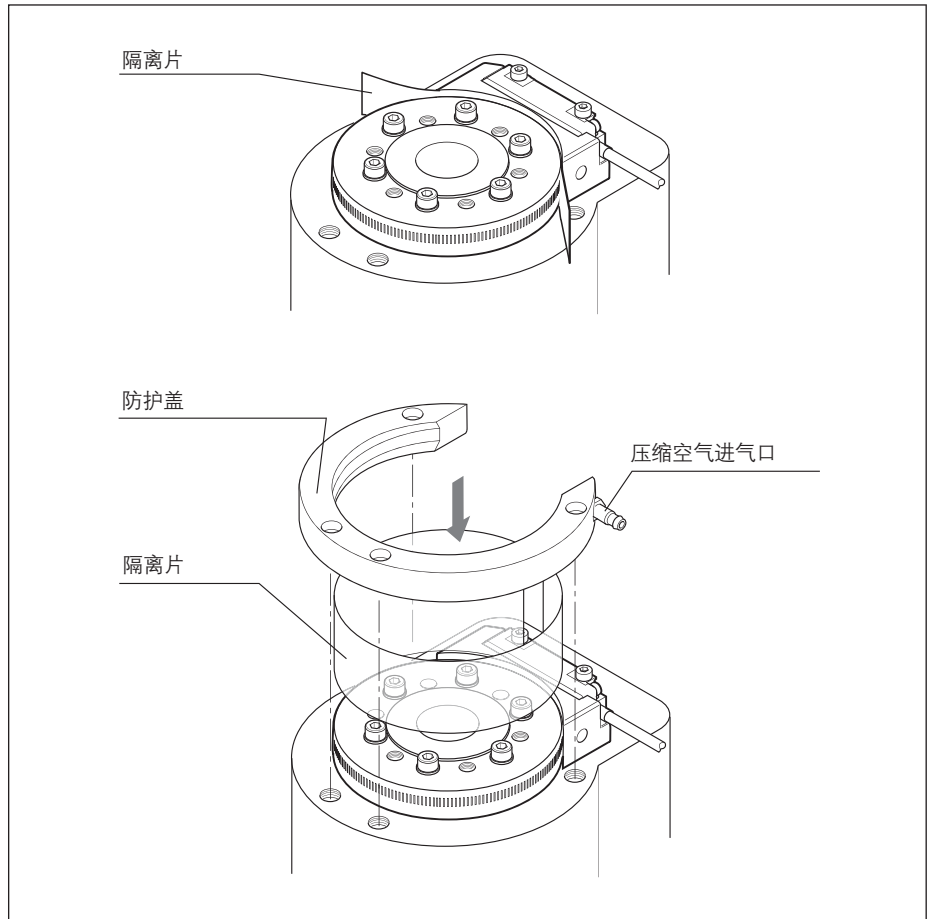


安装读数头

安装防护盖

带防护盖的ERA 4480模块式角度编码器有多个直径。接入压缩空气后，防护盖使编码器的防污能力更强。

光栅鼓和读数头安装方法见上。使随防护盖一起单独提供的隔离片放在光栅鼓圆周面上。在安装防护盖时用它保护光栅鼓，并且确保扫描间隙一致。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新信息，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 7000和ERA 8000系列

ERA 7000和ERA 8000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

- **内圆周位置** (ERA 7000系列) 或者
- **外圆周位置** (ERA 8000系列) 的机床零件。

ERA 74x0C和ERA 84x0C系列角度编码器为**整圆应用**。因此, 非常适合用于大内径的空心轴(约400 mm以上)和需要在大圆周面上进行高精度测量的应用, 例如大型回转工作台、望远镜等。

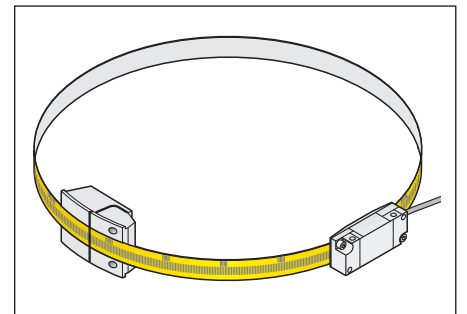
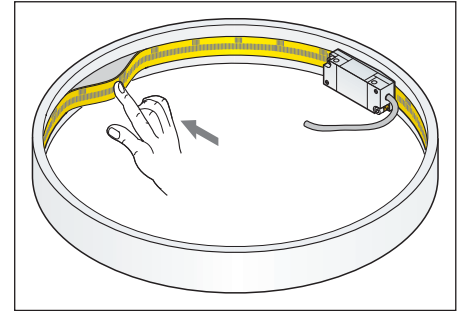
如果应用不需要整圆或测量范围不需要360°以上, 可选**非整圆版**。

安装整圆钢带光栅尺

ERA 74x0C: 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。

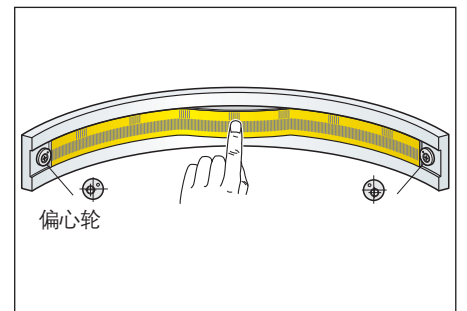
ERA 84x0C: 钢带光栅尺的端头自带已安装好的半个张紧夹板。安装这种钢带光栅带需要用**外槽**。也必须为张紧夹板提供凹槽。插入钢带光栅尺后, 沿槽边紧固和用张紧夹板张紧。

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。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。

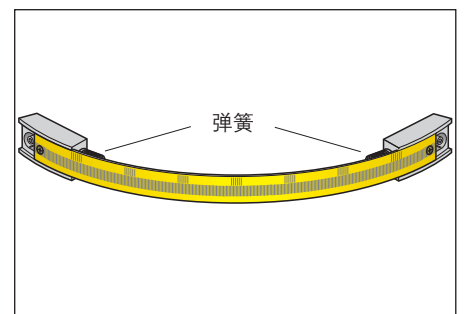


安装非整圆钢带光栅尺

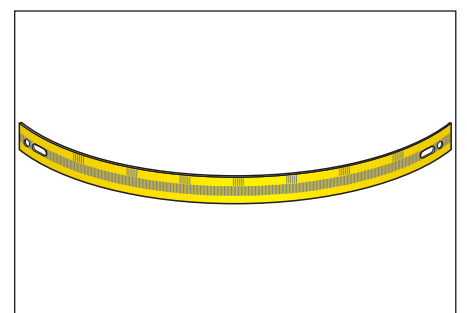
ERA 74x1C: 必须有一个要求直径的内圆周槽。调整槽上的两个偏心轮使钢带光栅尺在一定受力下压在槽中。



ERA 84x1C: 这个钢带光栅尺的一端已固定好。为放入钢带光栅尺, 必须在外圆周槽中预留支撑件空间。端盖有张紧弹簧, 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 84x2C: 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。



确定配合直径

为了保证距离编码参考点正常工作，圆周长度必须是1000个栅距的整数倍。有关配合直径与线数的关系见下表。

扇形角技术要求

非整圆版的角度测量范围必须为1000个栅距的整数倍。另外，理论整圆的圆周长度必须是1000个栅距的整数倍，这样便于简化数控系统工作。

安装读数头

为安装读数头，将隔离片贴在光栅鼓圆周面上。读数头压向隔离片并固定，然后拆下隔离片。此外，用凸轮套精确调整扫描场。

检查接头处的输出信号

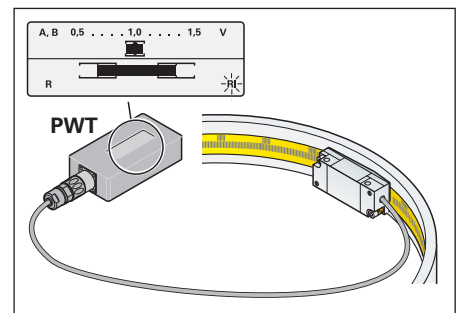
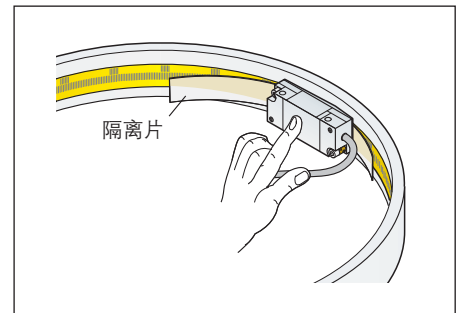
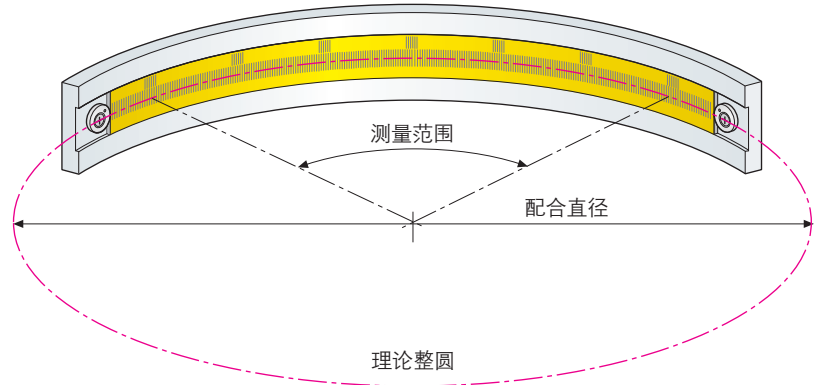
为检查ERA 74x0 C和ERA 84x0 C的钢带光栅尺的安装是否正确，粘结剂固化前必须检查接头处的输出信号。

输出信号质量用海德汉公司的PWT相位角检测仪检查。读数头沿钢带光栅尺运动时，PWT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（参见海德汉测量设备）。

	配合直径，单位mm	非整圆版测量范围，单位度
ERA 7000C	$n \cdot 0.01273112 + 0.3$	$n_1 \cdot 4.583204 : (D - 0.3)$
ERA 8000C	$n \cdot 0.0127337 - 0.3$	$n_1 \cdot 4.584121 : (D + 0.3)$

n = 整圈线数； n_1 = 测量范围的线数
 D = 配合面直径[mm]



一般机械信息

防护等级

对**无内置轴承**角度编码器，必须通过设计确保在安装过程中具有所需防护能力，避免被污染和接触，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EN 60 529或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。

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

进入光栅尺或编码器壳内的压缩空气必须用二级滤芯过滤且必须满足**ISO 8573-1**（2010年版）标准的以下质量等级要求：

- 固体杂质：**1级**
颗粒大小 颗粒物数量/m³
0.1 μm至0.5 μm 20000
0.5 μm至1.0 μm ≤ 400
1.0 μm至5.0 μm ≤ 10
- 最大压力结露点：**4级**
(3 °C时的压力结露点)
- 总含油量：**1级**
(最大含油量：0.01 mg/m³)

为高质量地为内置轴承角度编码器提供压缩空气，需为每个编码器提供1至4 l/min流量的压缩空气。空气流量最好用海德汉带节流阀的连接件（参加**辅件**）调节。输入压力约为1 · 10⁵ Pa (1 bar)，节流阀用于确保所需空气流量。

辅件：

DA 400压缩空气单元

ID 894602-01

DA 400

海德汉的DA 400压缩空气过滤器用于净化压缩空气。特别为接入光栅尺或编码器中的压缩空气而设计。

DA 400由三级过滤器组成（一级滤芯，二级滤芯和活性炭滤芯）和一个带压力表的调压器。压力表和自动调压开关（属于辅件）有效监测密封空气情况。

接入DA 400的压缩空气必须符合DIN/ISO 8573-1（2010年版）标准的以下纯度等级要求：

- 固体杂质：**5级**
颗粒大小 颗粒物数量/m³
0.1 μm至0.5 μm 未定义
0.5 μm至1.0 μm ≤ 未定义
1.0 μm至5.0 μm ≤ 100000
- 最大压力结露点：**6级**
(10 °C时的压力结露点)
- 总含油量：**4级**
(最大含油量：5 mg/m³)

必须用以下部件连接角度编码器：

直接头

带节流阀和密封垫
ID 226270-xx

短直接头

带节流阀和密封垫
ID 275239-xx

M5可转接头

带密封圈
ID 207834-xx



DA 400

更多信息，参见DA 400产品信息。

温度范围

检查角度编码器时的**标准温度**为22 °C。检定记录图中的系统精度仅对该温度有效。

工作温度范围是指角度编码器能够正常工作的环境温度范围。

而-30 °C至+80 °C的**存放温度范围**适用于该设备在包装中状态（ERP 4080/ERP 8080：0 °C至60 °C）。

接触防护

编码器安装后，所有旋转零件必须被保护，避免工作时被意外触碰。

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。

- 标注的**抗振性能**最大值基于EN 60 068-2-6标准。
- **冲击和振动**最大允许的加速度值（半正弦冲击）为6 ms（EN 60 068-2-27）。

任何情况下都不允许用锤子或类似工具进行敲击调整和定位光栅尺。

轴速

ERA 4000系列角度编码器最高允许轴速根据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（ 10^9 万次交变载荷）。由于安装有重大影响，因此只有满足“技术参数”和“安装说明”中的全部要求和说明，轴速数据才有效。

易损耗件

海德汉公司的光栅尺适用于长期工作。不需要预防性维护。但是，根据应用场合和操作方式，海德汉公司光栅尺的部分零件将被磨损。其中特别是频繁弯曲的电缆。

另外还有内置轴承的编码器中轴承，旋转编码器和角度编码器的轴密封圈和直线光栅尺的密封条。

系统测试

海德汉公司的编码器常被集成到大型系统中。无论光栅尺具有怎样的技术参数，如果被应用在这样系统中，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，而非整个系统。如果将任何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。

组装

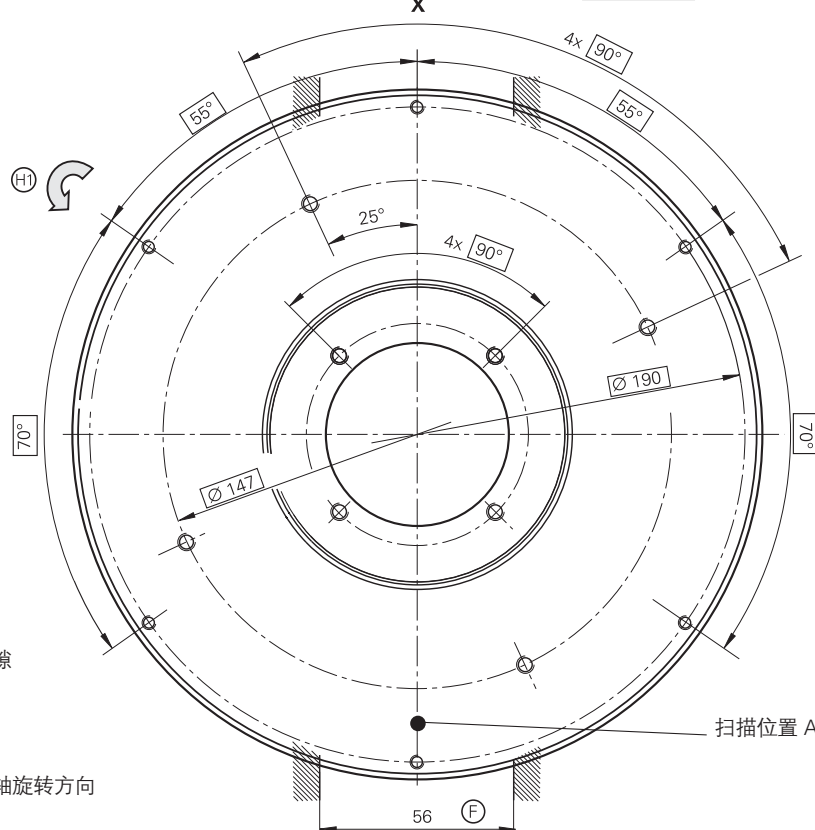
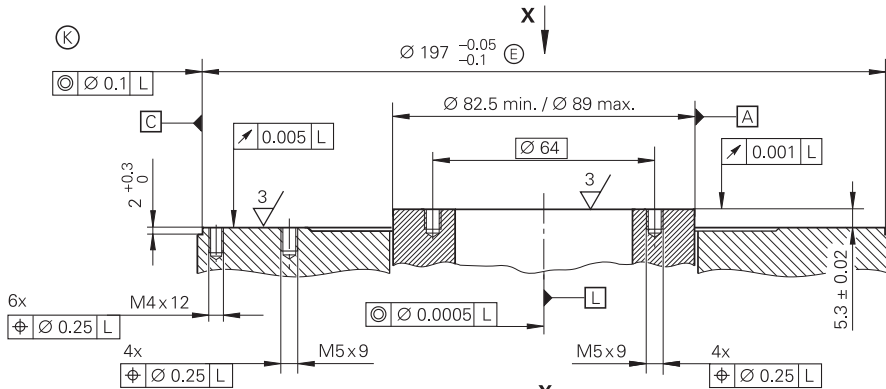
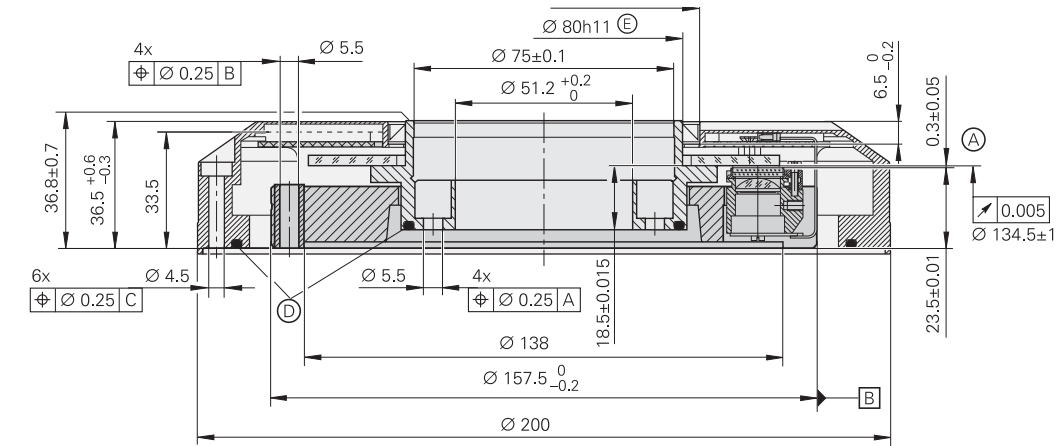
安装步骤和安装中必须确保的尺寸，只以随产品提供的安装说明为准。因此，本样本中的所有安装信息仅供参考，不具约束力，不构成合同条款。

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

ERP 880

超高精度增量式角度编码器

- 高分辨率
- 防护盖辅件



mm

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

径向电缆出线，也可轴向

Ⓐ = 圆光栅码盘与扫描掩膜间的间隙

Ⓛ = 轴承旋转轴

Ⓞ = 要求的配合尺寸

Ⓟ = 检修所需空间

Ⓠ = 密封

Ⓡ = 输出信号为接口描述情况时的轴旋转方向

扫描位置 A

ERP 880			
测量基准	玻璃基体的DIADUR相位光栅		
信号周期数	180000		
光栅精度	± 0.9"		
单信号周期位置误差 ¹⁾	± 0.1"		
参考点	一个		
轮毂内径	51.2 mm		
机械允许转速	≤ 1000 min ⁻¹		
转子转动惯量	1.2 · 10 ⁻³ kgm ²		
被测轴允许的轴向窜动	≤ ± 0.05 mm		
接口	~ 1 V _{PP}		
截止频率	-3 dB	≥ 800 kHz	
	-6 dB	≥ 1.3 MHz	
电气连接	带壳: 1 m电缆, 带M23连接器 无外壳: 通过12针PCB接头 (适配电缆ID 372164-xx)		
电缆长度	≤ 150 m (海德汉电缆)		
电源	5 V ± 0.5 V DC		
电流要求	≤ 250 mA (空载)		
振动55至2000 Hz	≤ 50 m/s ² (EN 60068-2-6)		
冲击6 ms	≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)		
工作温度	0 °C至50 °C		
防护等级* EN 60529	无外壳: IP 00	带壳: IP 40	带外壳和旋转轴密封圈: IP 64
启动扭矩	-		0.25 Nm
重量	3.0 kg	3.1 kg, 包括外壳	

* 请订购时选择

¹⁾ 单信号周期内位置误差和磁栅精度共同决定特定编码器的误差; 对安装和被测轴轴承误差导致的附加误差, 参见测量精度

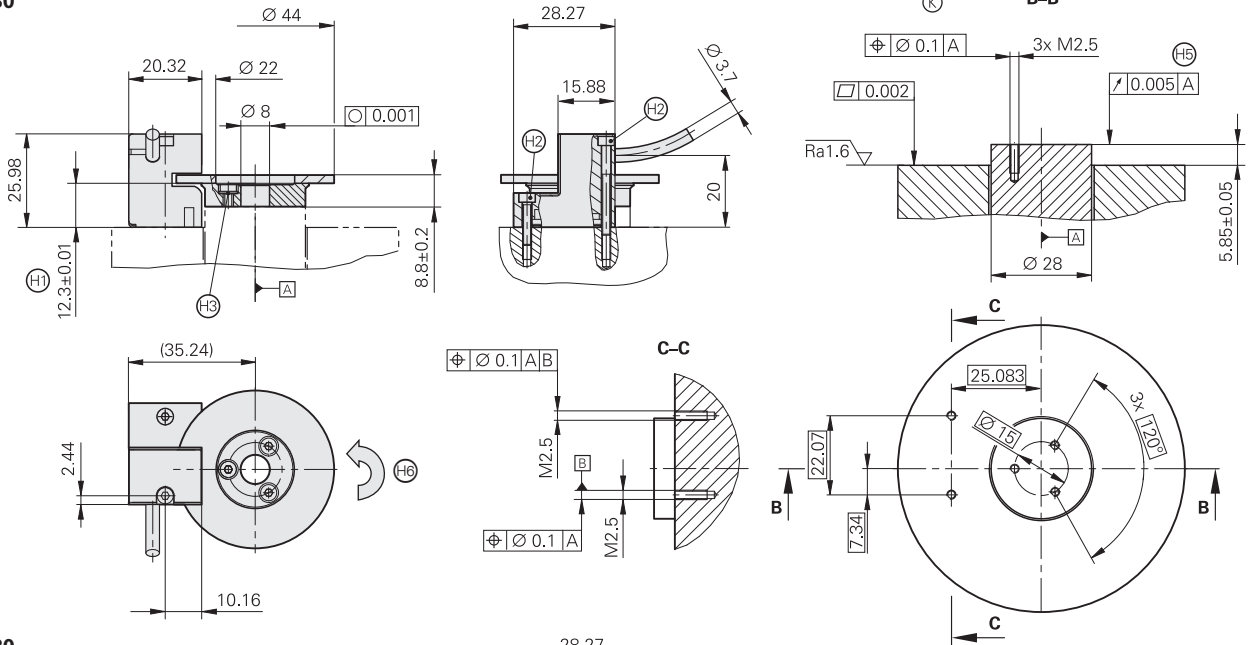
ERP 4080/ERP 8080

高精度增量式角度编码器

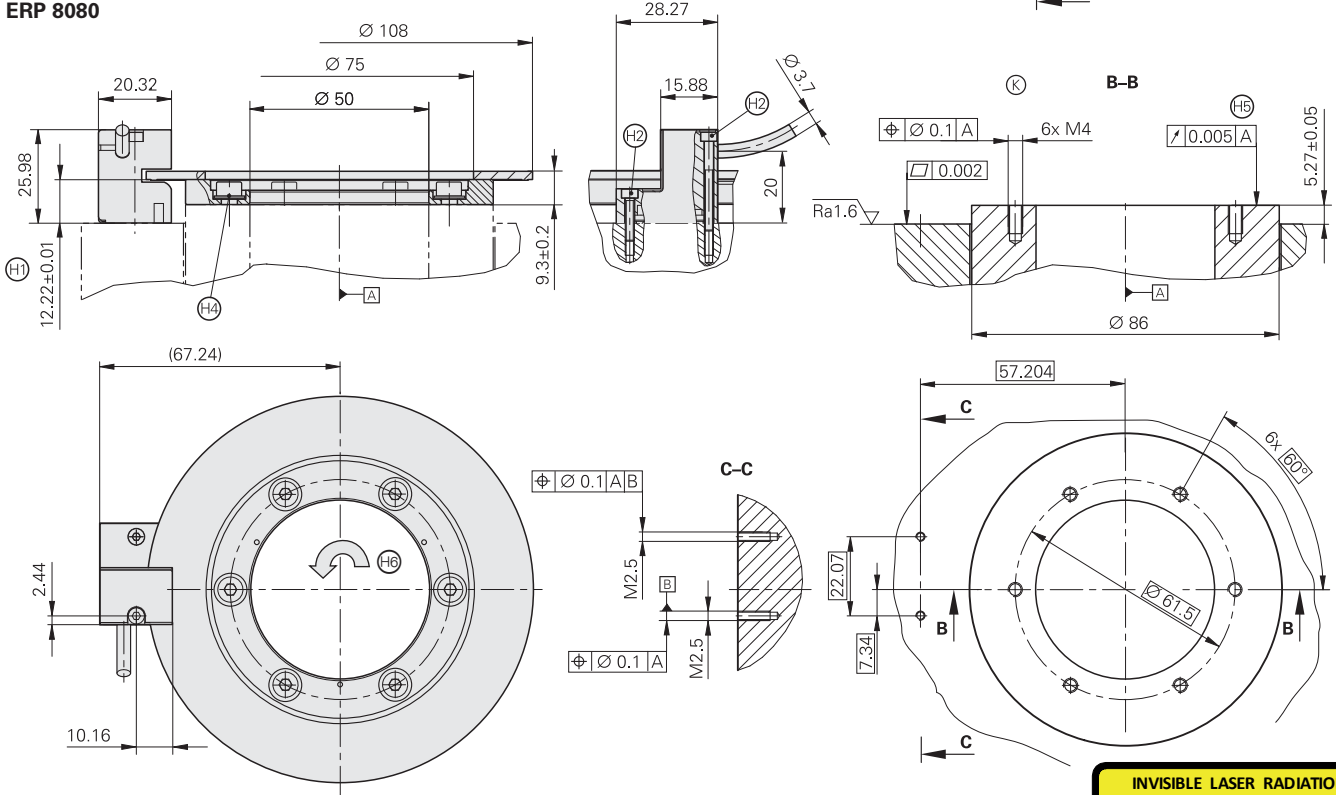
- 极高分辨率
- 带读数头和圆光栅码盘/轮毂总成



ERP 4080

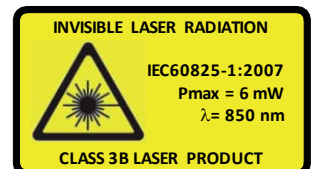


ERP 8080



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

- ⊙ = 轴承
- ⊕ = 要求的配合尺寸
- ⊖ = 用隔离片设置安装间隙
- ⊕ = 圆柱头螺栓ISO 4762-A2-M2.5
- ⊕ = 圆柱头螺栓ISO 4762-A2-M2.5和垫圈ISO 7089-2.5-140HV-A2
- ⊕ = 圆柱头螺栓ISO 4762-A2-M4和垫圈ISO 7089-4-140HV-A2
- ⊕ = 安装面不外凸
- ⊙ = 输出信号为接口描述情况时的轴旋转方向



读数头	AK ERP 4080	AK ERP 8080
接口	~ 1 V _{PP}	
截止频率 -3 dB	≥ 250 kHz	
电气连接	电缆长度1 m, 带D-sub接头 (15针)	
电缆长度	≤ 30 m (海德汉电缆)	
电源	5 V DC ± 0.25 V	
电流要求	≤ 150 mA (空载)	
激光	安装的读数头和圆光栅码盘: 1级 读数头未安装: 3B级 使用的激光二极管: 3B级	
振动55至2000 Hz 冲击6 ms	≤ 50 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-27)	
工作温度	15 °C至40 °C	
重量	约33 g (无电缆)	

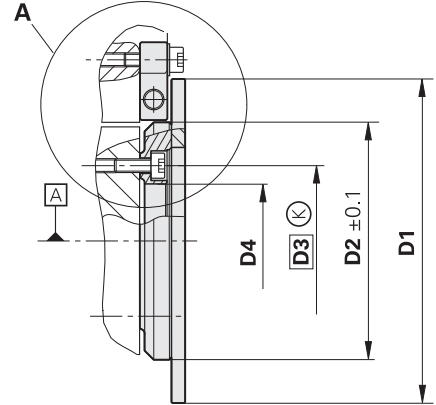
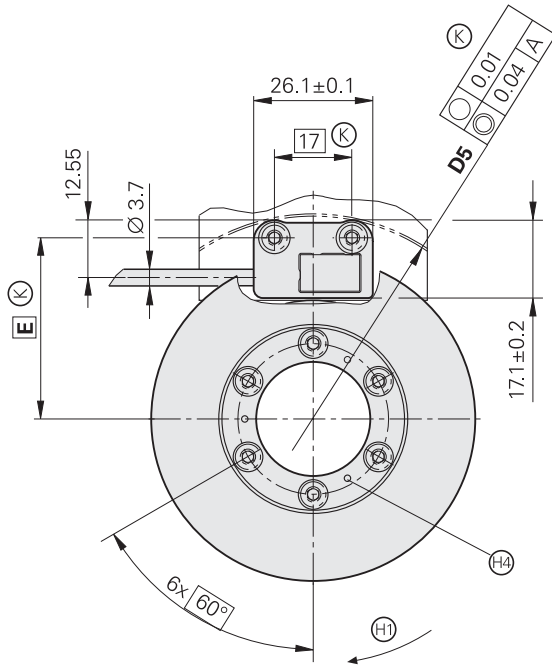
圆光栅码盘	TKN ERP 4080	TKN ERP 8080 (光栅尺)
测量基准	玻璃基体相位光栅	
信号周期数	131072	360000
光栅精度	± 2"	± 1"
单信号周期位置误差 ¹⁾	± 0.1"	± 0.05"
参考点	无	
轮毂内径	8 mm	50 mm
机械允许转速	≤ 300 min ⁻¹	≤ 100 min ⁻¹
转子转动惯量	5 · 10 ⁻⁶ kgm ²	250 · 10 ⁻⁶ kgm ²
被测轴允许的轴向窜动	≤ ± 0.01 mm (包括摆动量)	
防护等级EN 60 529	IP 00 (超净车间应用)	
重量	约36 g	约180 g

¹⁾ 单信号周期内位置误差和磁栅精度共同决定特定编码器的误差; 对安装和被测轴轴承误差导致的附加误差, 参见测量精度

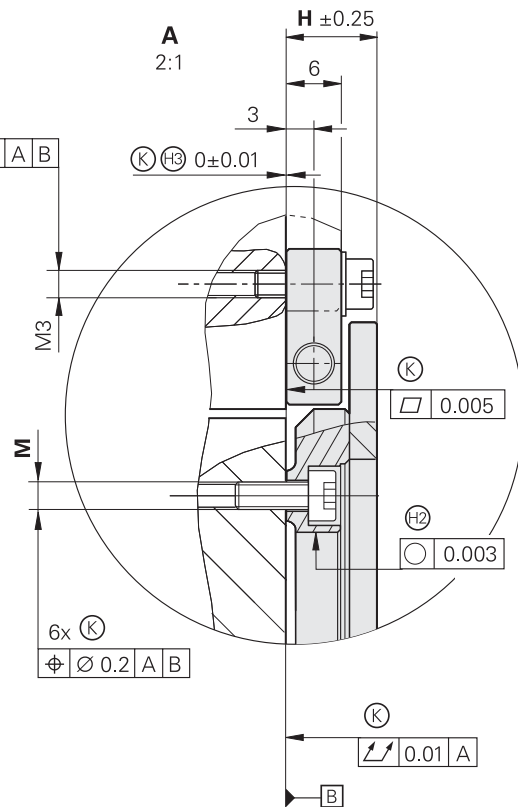
ERO 6000系列

高精度增量式角度编码器

- 结构紧凑
- 重量轻, 惯量小
- 带读数头和圆光栅码盘/轮毂总成



D1	D2	D3	D4	D5	E	H	M
∅ 71	∅ 52	∅ 33	∅ 25H6	∅ 88.9H6	39.7	9.9	M3
∅ 150	∅ 130	∅ 107	∅ 95 ^{+0.015} ₀	∅ 166H6	78.7	10.2	M4



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

- ⊠ = 轴承
- ⊕ = 要求的配合尺寸
- ⊕ = 正旋转方向
- ⊕ = 定心环
- ⊕ = 读数头与圆光栅码盘/轮毂总成的安装面间的安装公差
- ⊕ = 圆光栅码盘定心标志 (3 x 120°)

读数头	AK ERO 6080		AK ERO 6070	
接口	\sim 1 V _{pp}	\square TTL x 5	\square TTL x 10	\square TTL x 50
参考点信号	方波脉冲			
内部细分倍数*	-	5倍	10倍	50倍
截止频率 -3 dB	\geq 200 kHz	-	-	-
扫描频率	-	\leq 200 kHz	\leq 100 kHz	\leq 25 kHz
边缘间距 a	-	\geq 0.220 μ s	\geq 0.220 μ s	\geq 0.175 μ s
电气连接	电缆长度3 m, D-sub接头 (15针) ; ERO 6070的接口电子电路在接头中			
电缆长度	\leq 30 m			
电源	5 V DC \pm 0.25 V			
电流要求	$<$ 100 mA (空载)	$<$ 200 mA (空载)		
振动55至2000 Hz 冲击6 ms	\leq 200 m/s ² (EN 60068-2-6) \leq 500 m/s ² (EN 60068-2-27)			
工作温度	0 °C至50 °C			
重量 读数头 接头 电缆	约6 g (无电缆) 约32 g 约22 g/m	约6 g (无电缆) 约140 g 约22 g/m		

圆光栅码盘	TKN ERO 6000	
测量基准	玻璃基体的METALLUR光栅	
信号周期数*	9000	18000
光栅精度	\pm 5"	\pm 3.5"
单信号周期位置误差 ¹⁾	\pm 2"	\pm 1"
参考点	一个	
轮毂内径	25 mm	95 mm
圆光栅码盘外径	71 mm	150 mm
机械允许转速	\leq 1600 min ⁻¹	\leq 800 min ⁻¹
转动惯量	44×10^{-6} kgm ²	1.1×10^{-3} kgm ²
允许的轴向运动量	\leq 0.1 mm	
防护等级EN 60 529	IP 00	
重量	约84 g	约323 g

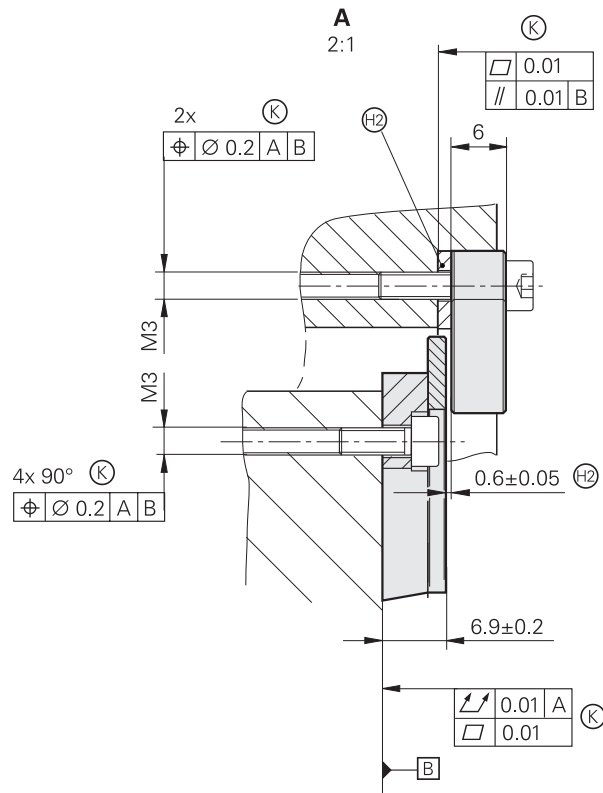
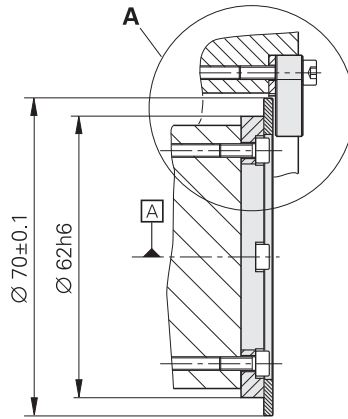
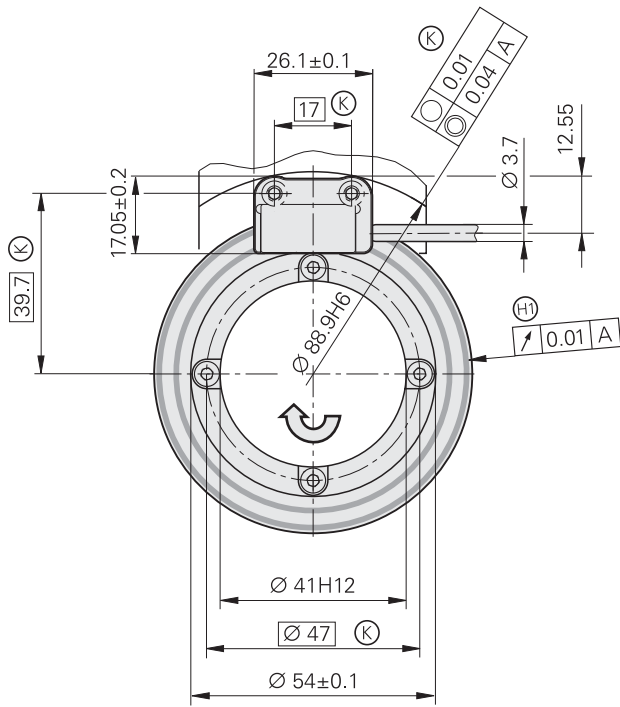
* 请订购时选择

¹⁾ 单信号周期内位置误差和磁栅精度共同决定特定编码器的误差；对安装和被测轴轴承误差导致的附加误差，参见测量精度

ERO 6180

增量式旋转编码器

- 结构紧凑
- 重量轻, 惯量小
- 带读数头和圆光栅码盘/轮毂总成



mm



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

- ▣ = 轴承
- ⊙ = 要求的配合尺寸
- ⊕ = 圆光栅码盘与轮毂由客户通过光栅定心
- ⊗ = 扫描间隙用隔离片调整
- ↻ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向

读数头		AK ERO 6180
接口		\sim 1 V _{PP}
参考点信号		方波脉冲
截止频率	-3 dB	≥ 200 kHz
电气连接		电缆长度3 m带D-sub接头（针式，15针）
电缆长度		≤ 30 m
电源		5 V DC ± 0.25 V
电流要求		< 100 mA（空载）
振动	55至2000 Hz	≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6)
冲击	6 ms	≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-27)
工作温度		0 °C至50 °C
重量	读数头 接头 电缆	约6 g（无电缆） 约32 g 约22 g/m

圆光栅码盘		TKN ERO 6100
测量基准		玻璃基体的铬线光栅
信号周期数		4096
光栅精度		± 10"
单信号周期位置误差 ¹⁾		± 5"
参考点		一个
轮毂内径		41 mm
圆光栅码盘外径		70 mm
机械允许转速		≤ 3500 min ⁻¹
转动惯量		50 × 10 ⁻⁶ kgm ²
允许的轴向运动量		≤ 0.1 mm
防护等级EN 60 529		IP 00
重量		约71 g

¹⁾ 单信号周期内位置误差和磁栅精度共同决定特定编码器的误差；对安装和被测轴承误差导致的附加误差，参见测量精度

ERA 4280C, ERA 4480C, ERA 4880C

高精度增量式角度编码器

- 钢光栅鼓带定心环
- ERA 4480 C可选配防护盖
- 带读数头和钢光栅鼓



ERA 4000



ERA 4000带防护盖

读数头	
接口	
截止频率 -3 dB	
电气连接	
电缆长度	
电源	
电流要求	
振动55至2000 Hz 冲击6 ms	
工作温度	
重量	读数头

光栅鼓	
测量基准 热膨胀系数	
信号周期数/ 单信号周期 位置误差¹⁾	ERA 4200 ERA 4400 ERA 4800
光栅精度	
参考点	
光栅鼓内径*	
光栅鼓外径*	
机械允许转速	
转子转动惯量	
允许的轴向跳动	
防护等级* EN 60529	
无防护盖	
带防护盖 ²⁾ 和压缩空气	
重量	光栅鼓 防护盖

AK ERA 4280 栅距20 μm AK ERA 4480 栅距40 μm AK ERA 4880 栅距80 μm								
~ 1 V _{PP}								
≥ 350 kHz								
电缆长度1 m带M23连接器（12针）								
≤ 150 m（海德汉电缆）								
5 V ± 0.5 V DC								
< 100 mA（空载）								
≤ 200 m/s ² （EN 60068-2-6） ≤ 1000 m/s ² （EN 60068-2-27）								
-10 °C至80 °C								
20 g；带防护盖的读数头：35 g（均无电缆）								

TTR ERA 4200C 栅距20 μm TTR ERA 4400C 栅距40 μm TTR ERA 4800C 栅距80 μm								
钢光栅鼓 $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$								
12000/± 1.1"	16384/± 0.8"	20000/± 0.7"	28000/± 0.5"	32768/± 0.4"	40000/± 0.4"	52000/± 0.3"	-	-
6000/± 2.2"	8192/± 1.6"	10000/± 1.3"	14000/± 1.0"	16384/± 0.8"	20000/± 0.7"	26000/± 0.5"	38000/± 0.4"	44000/± 0.3"
3000/± 4.4"	4096/± 3.2"	5000/± 2.6"	7000/± 1.9"	8192/± 1.6"	10000/± 1.3"	13000/± 1.0"	-	-
± 5"	± 3.7"	± 3"	± 2.5"				± 2"	
如用户需要可提供距离编码，一个								
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
10000 min ⁻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	0.81 · 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）								
IP 00								
IP 40	IP 40	IP 40	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	≈ 0.1 kg	≈ 0.12 kg	≈ 0.17 kg	≈ 0.22 kg	≈ 0.26 kg	≈ 0.35 kg	-	

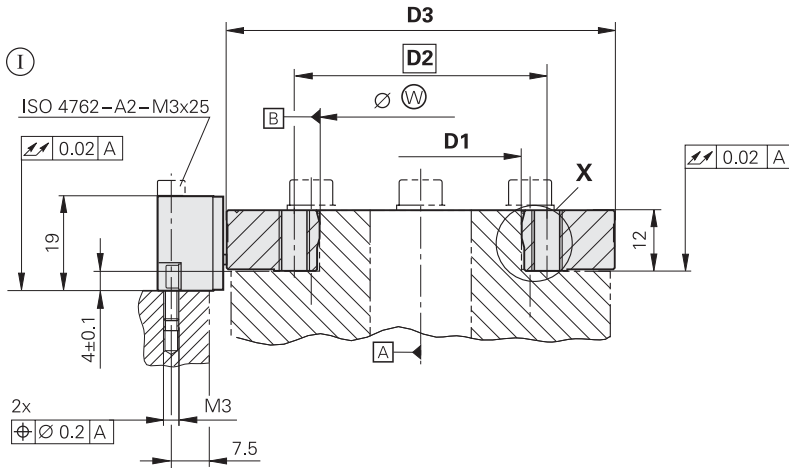
* 请订购时选择

1) 单信号周期内位置误差和磁栅精度共同决定特定编码器的误差；对安装和被测轴轴承误差导致的附加误差，参见测量精度

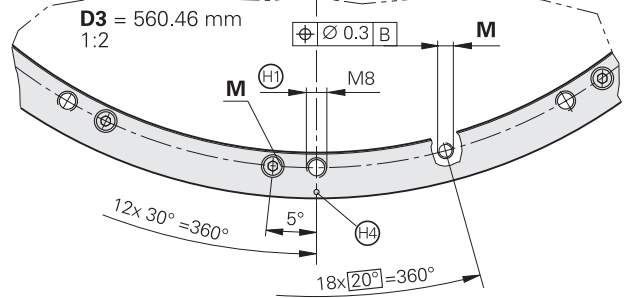
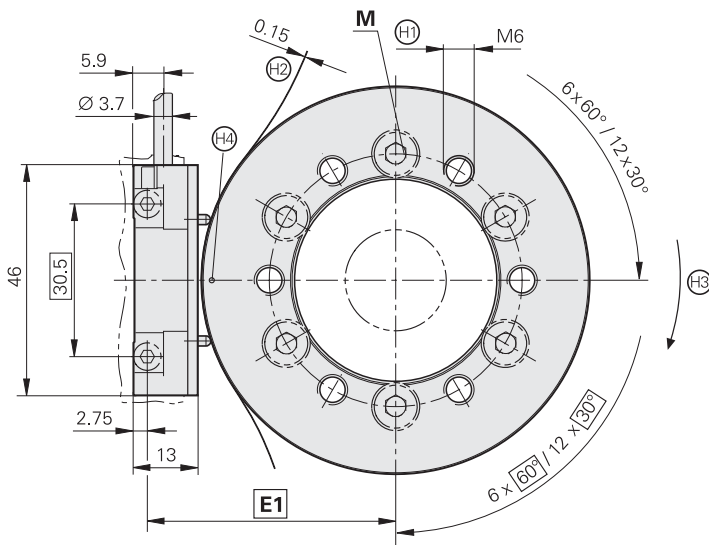
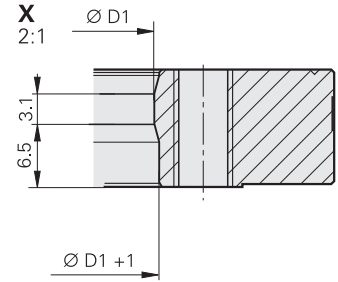
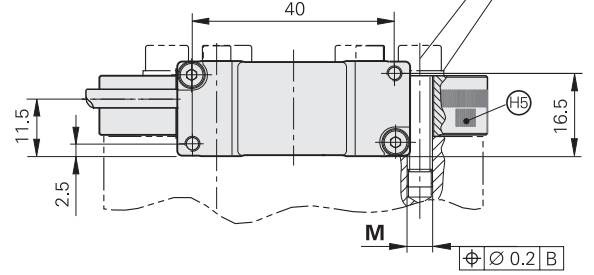
2) 仅限ERA 4480；必须单独订购防护盖

ERA 4280C, ERA 4480C, ERA 4880C

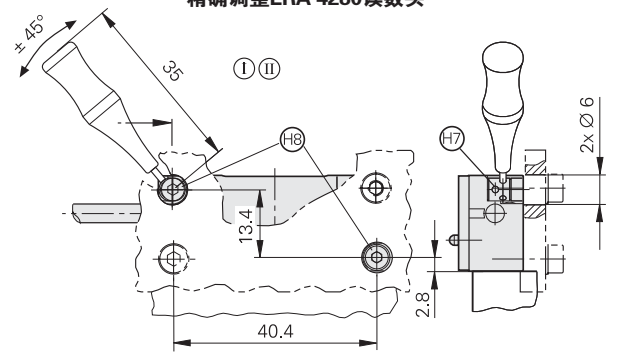
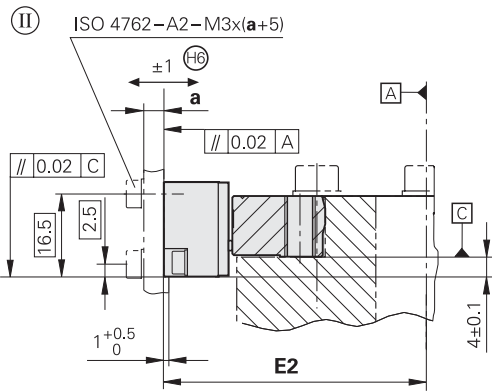
无防护盖



ISO 7092-5-140HV-A2
D3: $\varnothing 484.07/\varnothing 560.46 = \text{ISO 7092-6-140HV-A2}$
 ISO 4762-A2-M5x20
D3: $\varnothing 484.07/\varnothing 560.46 = \text{ISO 4762-A2-M6x22}$



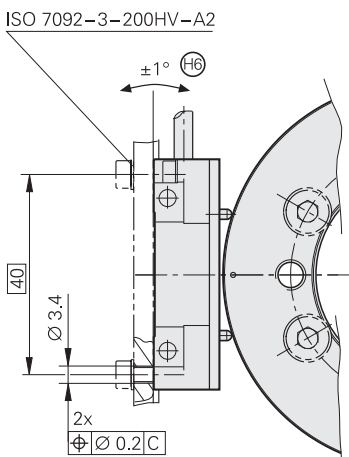
精确调整ERA 4280读数头



mm

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

有关CAD数据, 请访问 cad.heidenhain.de

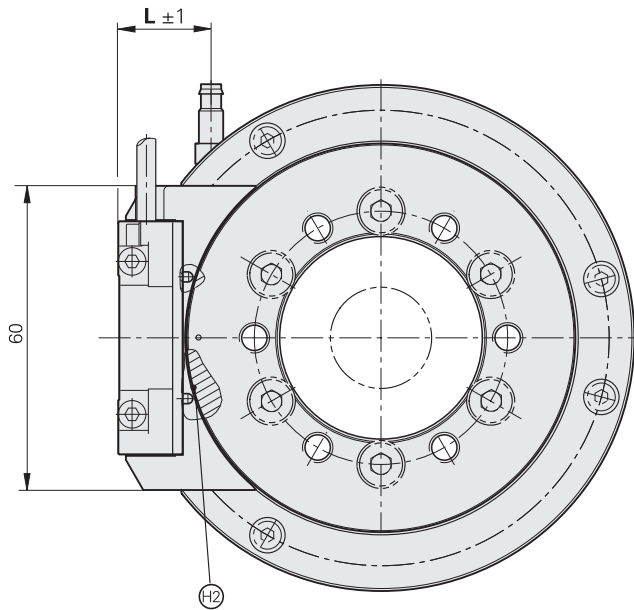
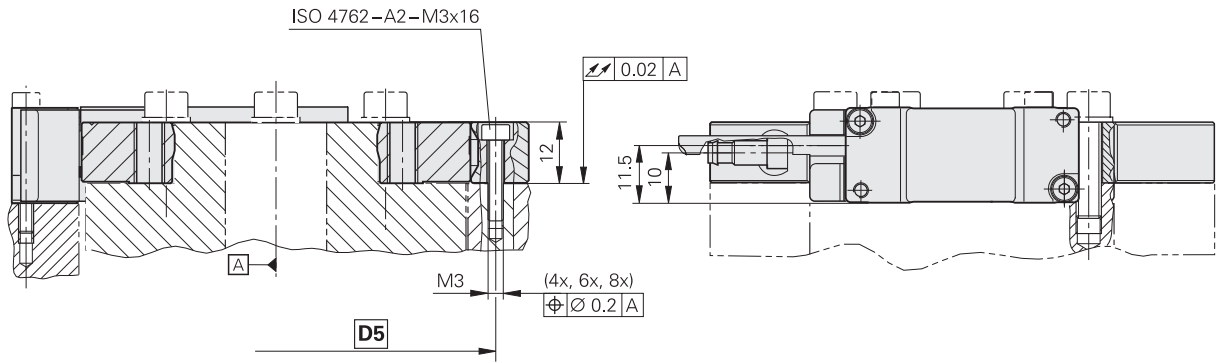


D1	W	*)	D2	D3	E1	E2	M
$\varnothing 40 -0.001/-0.005$	$\varnothing 40 +0.004$	0.001	$\varnothing 50$	$\varnothing 76.75$	49.34	52.08	6x M5
$\varnothing 70 -0.001/-0.005$	$\varnothing 70 +0.005$	0.001	$\varnothing 85$	$\varnothing 104.63$	63.28	66.02	6x M5
$\varnothing 80 -0.001/-0.005$	$\varnothing 80 +0.006$	0.0015	$\varnothing 95$	$\varnothing 127.64$	74.78	77.52	6x M5
$\varnothing 120 -0.001/-0.008$	$\varnothing 120 +0.008$	0.002	$\varnothing 140$	$\varnothing 178.55$	100.24	102.98	6x M5
$\varnothing 150 -0.001/-0.008$	$\varnothing 150 +0.008$	0.002	$\varnothing 165$	$\varnothing 208.89$	115.41	118.15	6x M5
$\varnothing 180 -0.001/-0.008$	$\varnothing 180 +0.010$	0.003	$\varnothing 200$	$\varnothing 254.93$	138.43	141.17	6x M5
$\varnothing 270 0/-0.01$	$\varnothing 270 +0.012$	0.003	$\varnothing 290$	$\varnothing 331.31$	176.62	179.36	12x M5
$\varnothing 425 0/-0.01$	$\varnothing 425 +0.015$	0.006	$\varnothing 445$	$\varnothing 484.07$	253.00	255.74	12x M6
$\varnothing 512 0/-0.015$	$\varnothing 512 +0.016$	0.007	$\varnothing 528$	$\varnothing 560.46$	291.19	293.93	18x M6

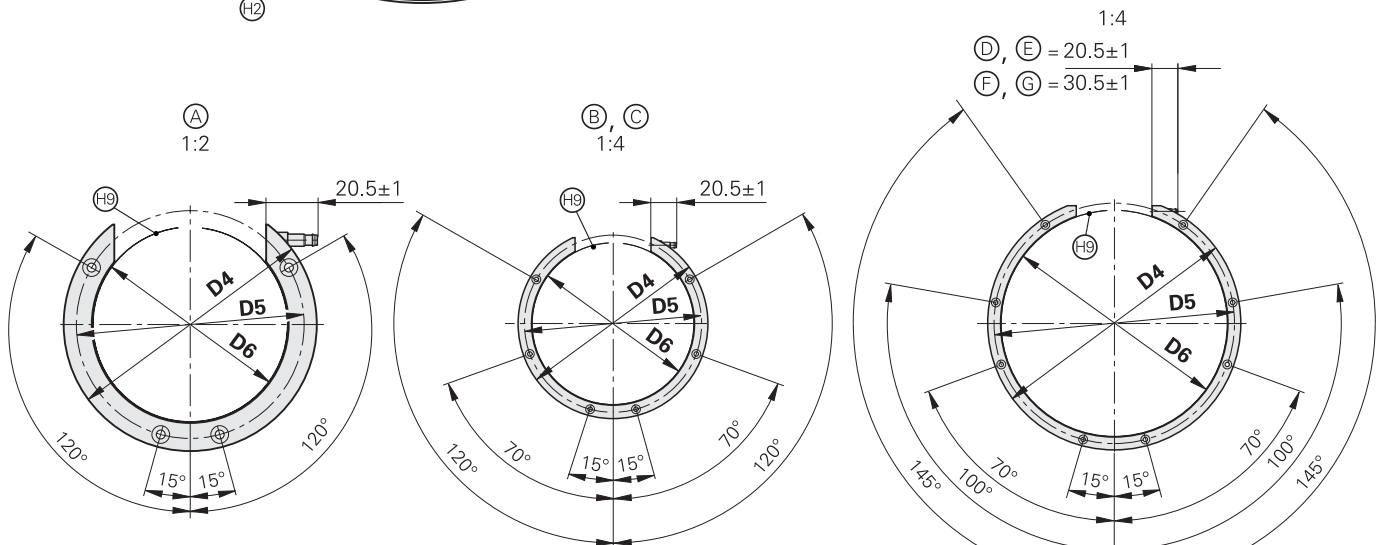
*) 轴配合直径的圆度

ERA 4480C

带防护盖



- Ⓚ, Ⓛ = 可选安装
- Ⓜ = 安装螺栓
- A = 轴承
- Ⓜ = 配合轴
- Ⓢ = 拆卸用螺纹
- Ⓣ = 安装间隙 (隔离片)
- Ⓤ = 输出信号符合接口说明的正旋转方向
- Ⓦ = 参考点标记, 相对参考点的位置
公差 ± 1.0 mm
- Ⓧ = 参考点
- Ⓨ = 确保读数头的安装面正确调整
- Ⓩ = 偏心套
- ⓐ = 精确调整的所需孔
- ⓑ = 安装间隙 0.15 mm (防护盖)



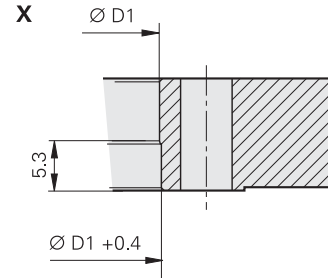
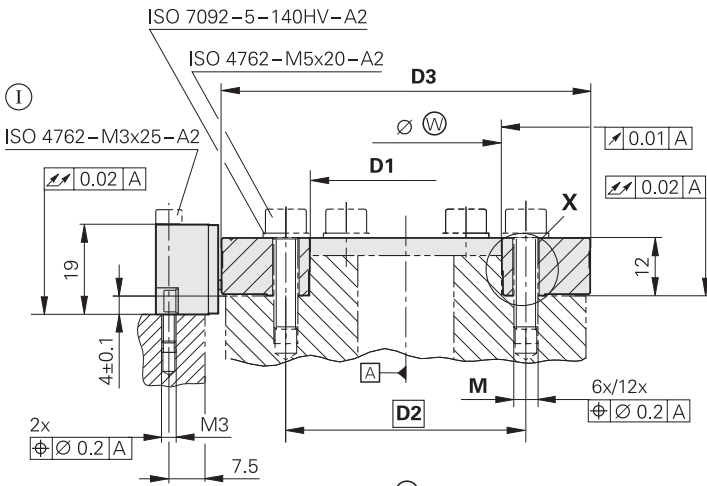
	A	B	C	D	E	F	G
D3	∅ 76.75	∅ 104.63	∅ 127.64	∅ 178.55	∅ 208.89	∅ 254.93	∅ 331.31
D4	∅ 100	∅ 127	∅ 150	∅ 200	∅ 232	∅ 278	∅ 354
D5	∅ 90	∅ 117	∅ 140	∅ 190	∅ 222	∅ 268	∅ 344
D6	∅ 77.2	∅ 105.2	∅ 128.2	∅ 179.1	∅ 209.4	∅ 255.6	∅ 332
L	18.6	16.5	15.5	14.5	13.2	12.7	12.1

有关CAD数据, 请访问 cad.heidenhain.de

ERA 4282 C

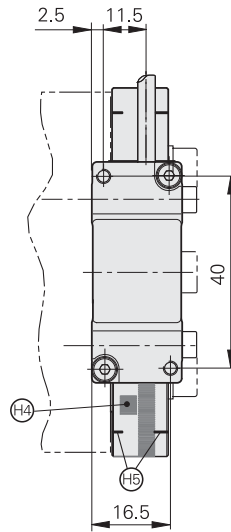
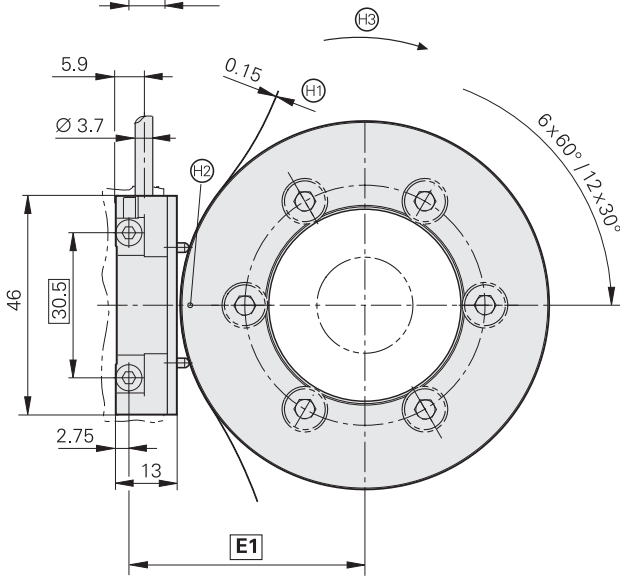
高精度增量式角度编码器

- 高精度钢光栅鼓
- 带读数头和钢光栅鼓

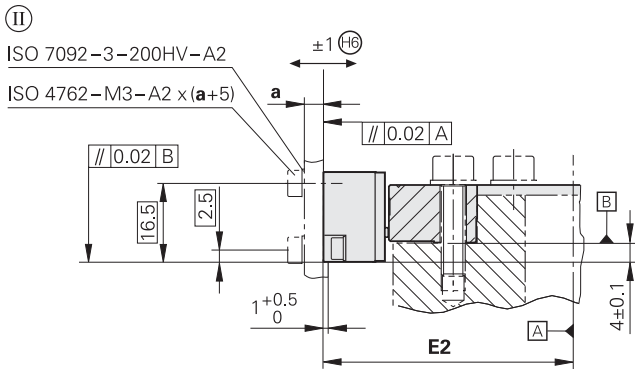


mm

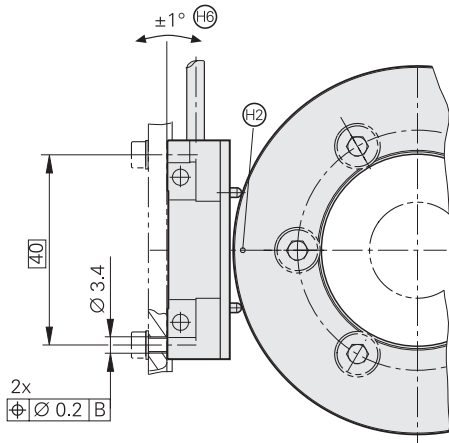
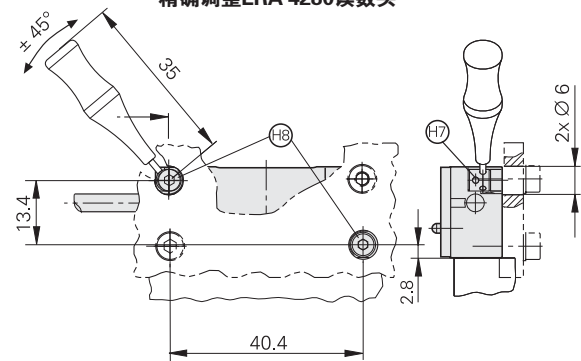
 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm



- Ⓚ, Ⓛ = 可安装
- ▣ = 轴承
- ⊙ = 配合轴
- ⊕ = 安装间隙 (隔离片)
- ⊗ = 参考点标志
- ⊘ = 输出信号符合接口说明的正旋转方向
- ⊙ = 参考点
- ⊙ = 光栅鼓定心标志 (3 x 120°)
- ⊙ = 确保读数头的安装面正确调整
- ⊙ = 偏心套
- ⊙ = 精确调整的安装孔 (仅限ERA 4280读数头)



精确调整ERA 4280读数头



有关CAD数据, 请访问 cad.heidenhain.de

D1	⊙	D2	D3	E1	E2	M
Ø 40 +0.07/+0.05	Ø ≤ 40	Ø 50	Ø 76.75	49.34	52.08	M5 6x
Ø 70 +0.07/+0.05	Ø ≤ 70	Ø 85	Ø 104.63	63.28	66.02	M5 6x
Ø 80 +0.07/+0.05	Ø ≤ 80	Ø 95	Ø 127.64	74.78	77.52	M5 6x
Ø 120 +0.07/+0.05	Ø ≤ 120	Ø 140	Ø 178.55	100.24	102.98	M5 6x
Ø 150 +0.07/+0.05	Ø ≤ 150	Ø 165	Ø 208.89	115.41	118.15	M5 6x
Ø 180 +0.07/+0.05	Ø ≤ 180	Ø 200	Ø 254.93	138.43	141.17	M5 6x
Ø 185 +0.07/+0.05	Ø ≤ 185	Ø 197	Ø 208.89	115.41	118.15	M3 12x
Ø 210 +0.07/+0.05	Ø ≤ 210	Ø 230	Ø 254.93	138.43	141.17	M3 12x
Ø 270 +0.07/+0.05	Ø ≤ 270	Ø 290	Ø 331.31	176.62	179.36	M5 12x

读数头	AK ERA 4280
接口	$\sim 1 V_{PP}$
截止频率 -3 dB	$\geq 350 \text{ kHz}$
电气连接	电缆长度1 m带M23连接器 (12针)
电缆长度	$\leq 150 \text{ m}$ (海德汉电缆)
电源	$5 \text{ V} \pm 0.5 \text{ V DC}$
电流要求	$< 100 \text{ mA}$ (空载)
振动 55至2000 Hz 冲击 6 ms	$\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)
工作温度	$-10 \text{ }^\circ\text{C}$ 至 $80 \text{ }^\circ\text{C}$
重量	约20 g (无电缆)

光栅鼓	TTR ERA 4202C									
测量基准 栅距 热膨胀系数	钢光栅鼓 20 μm $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$									
信号周期数	12000	16384	20000	28000	32768	40000	32768	40000	52000	
光栅精度	$\pm 4''$	$\pm 3''$	$\pm 2.5''$	$\pm 2''$	$\pm 1.9''$	$\pm 1.8''$	$\pm 1.9''$	$\pm 1.8''$	$\pm 1.7''$	
单信号周期位置误差¹⁾	$\pm 1.1''$	$\pm 0.8''$	$\pm 0.7''$	$\pm 0.5''$	$\pm 0.4''$	$\pm 0.4''$	$\pm 0.4''$	$\pm 0.4''$	$\pm 0.3''$	
参考点	距离编码									
光栅鼓内径*	40 mm	70 mm	80 mm	120 mm	150 mm	180 mm	185 mm	210 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	208.89 mm	254.93 mm	331.31 mm	
机械允许转速	10000 min^{-1}	8500 min^{-1}	6250 min^{-1}	4500 min^{-1}	4250 min^{-1}	3250 min^{-1}	3250 min^{-1}	3250 min^{-1}	2500 min^{-1}	
转子转动惯量	$0.28 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$0.83 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$2.0 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$7.1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$12 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$28 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$6.5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$20 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	$59 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$	
允许的轴向跳动	$\leq \pm 0.5 \text{ mm}$ (光栅鼓相对读数头)									
防护等级EN 60 529	IP 00									
重量	$\approx 0.30 \text{ kg}$	$\approx 0.42 \text{ kg}$	$\approx 0.70 \text{ kg}$	$\approx 1.2 \text{ kg}$	$\approx 1.5 \text{ kg}$	$\approx 2.3 \text{ kg}$	$\approx 0.66 \text{ kg}$	$\approx 1.5 \text{ kg}$	$\approx 2.6 \text{ kg}$	

* 请订购时选择

¹⁾ 单信号周期内位置误差和磁栅精度共同决定特定编码器的误差；对安装和被测轴轴承误差导致的附加误差，参见测量精度

读数头	AK ERA 7480
接口	$\sim 1 V_{PP}$
截止频率 -3 dB	$\geq 350 \text{ kHz}$
电气连接	电缆长度1 m带M23连接器 (12针)
电缆长度	$\leq 150 \text{ m}$ (海德汉电缆)
电源	5 V DC $\pm 0.25 \text{ V}$
电流要求	$< 100 \text{ mA}$ (空载)
振动 55至2000 Hz 冲击 6 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 1000 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)
工作温度	$-10 \text{ }^\circ\text{C}$ 至 $80 \text{ }^\circ\text{C}$
重量	约20 g (无电缆)

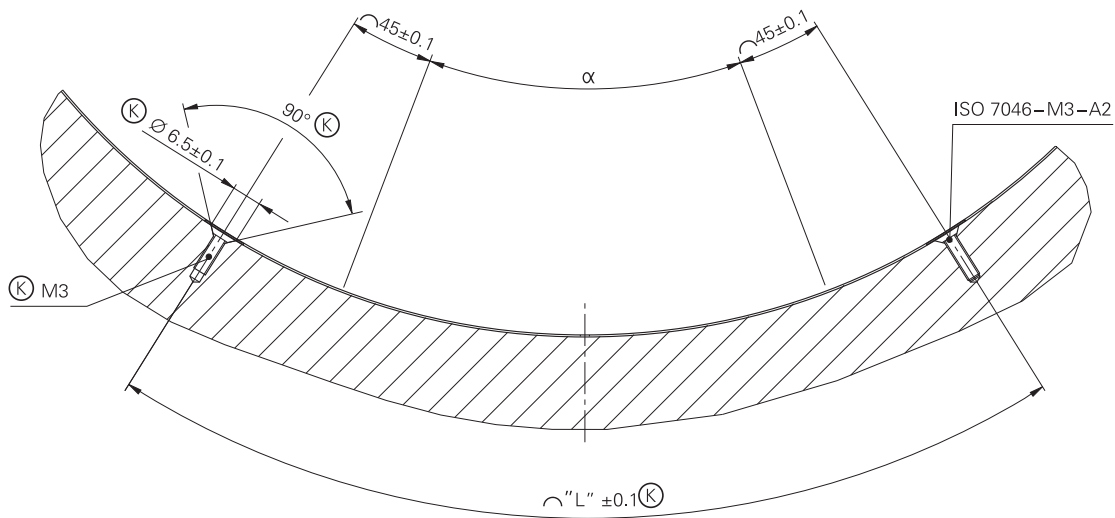
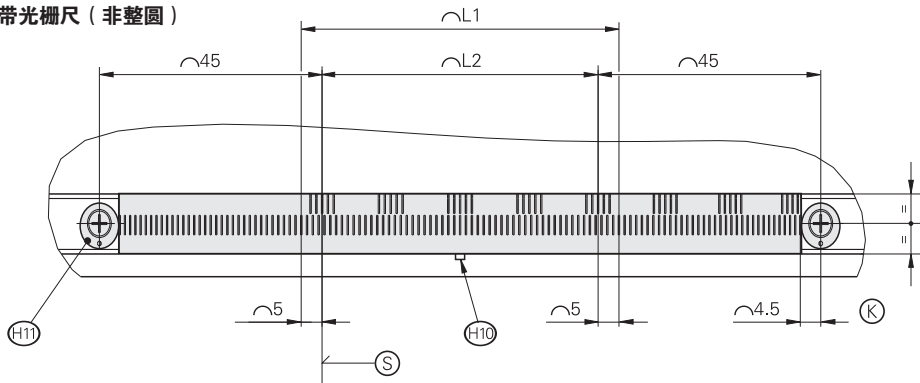
钢带光栅尺	MSB ERA 7400C整圆版 MSB ERA 7401C非整圆版		
测量基准 栅距 热膨胀系数	METALLUR光栅的钢带光栅尺 40 μm $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
信号周期数 ¹⁾	36000	45000	90000
光栅精度 ²⁾	$\pm 3.9''$	$\pm 3.2''$	$\pm 1.6''$
单信号周期位置误差 ²⁾	$\pm 0.4''$	$\pm 0.3''$	$\pm 0.1''$
钢带光栅尺精度	$\pm 3 \mu\text{m/m}$ 钢带光栅尺长度		
参考点	距离编码		
光栅尺槽直径*	整圆	458.62 mm	573.20 mm
	非整圆	$\geq 400 \text{ mm}$	
机械允许转速	$\leq 250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 250 \text{ min}^{-1}$	$\leq 220 \text{ min}^{-1}$
允许的轴向跳动	$\leq 0.5 \text{ mm}$ (钢带光栅尺相对读数头)		
轴的允许膨胀系数	$\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 至 $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
防护等级 EN 60 529	IP 00		
重量	约30 g/m		

* 请订购时选择

¹⁾ 适用于整圆版；对于非整圆版，与配合直径和钢带光栅尺长度有关

²⁾ 光栅精度和单信号周期内位置误差共同决定编码器方面误差；有关安装和被测轴轴承导致的附加误差，参见测量精度
如果用户需要其它直径和高转速版可提供

ERA 74x1钢带光栅尺 (非整圆)



$$D = \frac{n \times 0.04 \times 0.9999}{\pi} + 0.3$$

$$\alpha = \frac{n \times 0.04 \times 0.9999}{(D - 0.3) \times \pi} \times 360^\circ$$

$$L2 = n \times 0.04 \times 0.9999$$

- ⊗ = 要求的配合尺寸
- ⊙ = 测量起点
- ⊕ = 用于拆卸钢带光栅尺的缺口 (b = 2 mm)
- ⊖ = 张紧钢带光栅尺的偏心轮
- ∩ = 无应力部位圆弧长度, 注意钢带光栅尺厚度
- ∩L = 螺纹安装孔位置
- ∩L1 = 运动路径
- ∩L2 = 圆弧测量范围

n = 线数
 D = 配合直径
 α = 测量范围, 单位度 (扇形角)
 π = 3.14159...

ERA 8000系列

高精度增量式角度编码器

- 外尺寸安装的钢带光栅尺
- 整圆和非整圆版，包括大直径应用
- 带读数头和钢带光栅尺



ERA 8480 整圆版



ERA 8481 非整圆版，
钢带光栅尺用张紧元件固定



ERA 8482 非整圆版，
钢带光栅尺无张紧元件

读数头	AK ERA 8480
接口	$\sim 1 V_{PP}$
截止频率 -3 dB	$\geq 350 \text{ kHz}$
电气连接	电缆长度1 m带M23连接器 (12针)
电缆长度	$\leq 150 \text{ m}$ (海德汉电缆)
电源	5 V DC $\pm 0.25 \text{ V}$
电流要求	$< 100 \text{ mA}$ (空载)
振动 55至2000 Hz 冲击 6 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 1000 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)
工作温度	$-10 \text{ }^\circ\text{C}$ 至 $80 \text{ }^\circ\text{C}$
重量	约20 g (无电缆)

钢带光栅尺	MSB ERA 8400C 整圆版 MSB ERA 8401C 非整圆版带张紧元件 MSB ERA 8402C 非整圆版无张紧元件		
测量基准 栅距 热膨胀系数	METALLUR光栅的钢带光栅尺 40 μm $\alpha_{\text{therm}} \approx 10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
信号周期数 ¹⁾	36000	45000	90000
光栅精度 ²⁾	$\pm 4.7''$	$\pm 3.9''$	$\pm 1.9''$
单信号周期位置误差 ²⁾	$\pm 0.4''$	$\pm 0.3''$	$\pm 0.1''$
钢带光栅尺精度	$\pm 3 \mu\text{m/m}$ 钢带光栅尺长度		
参考点	距离编码		
光栅尺槽直径*	整圆	458.11 mm	572.72 mm
	非整圆	$\geq 400 \text{ mm}$	
机械允许转速	$\leq 50 \text{ min}^{-1}$	$\leq 50 \text{ min}^{-1}$	$\leq 45 \text{ min}^{-1}$
允许的轴向跳动	$\leq 0.5 \text{ mm}$ (钢带光栅尺相对读数头)		
轴的允许膨胀系数	$\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 至 $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
防护等级 EN 60 529	IP 00		
重量	约30 g/m		

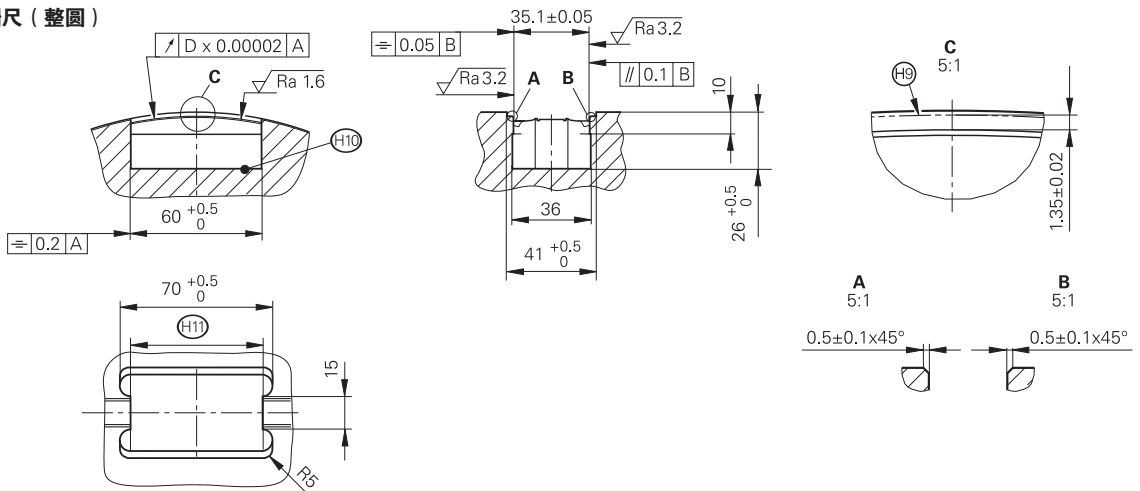
* 请订购时选择

1) 适用于整圆版；对于非整圆版，与配合直径和钢带光栅尺长度有关

2) 光栅精度和单信号周期内位置误差共同决定编码器方面误差；有关安装和被测轴轴承导致的附加误差，参见测量精度
如果用户需要其它直径和高转速版可提供

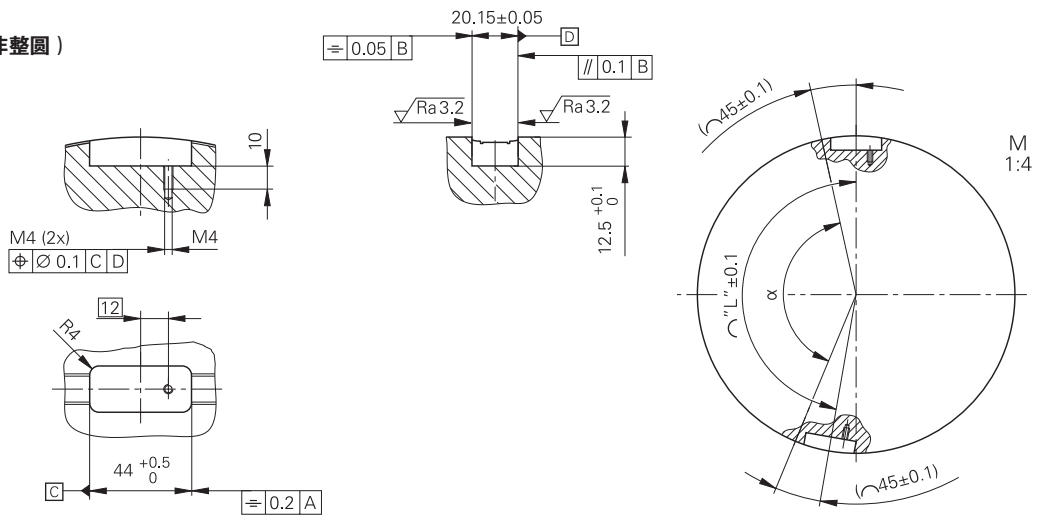
ERA 84x0钢带光栅尺 (整圆)

Ⓚ
M
1:2



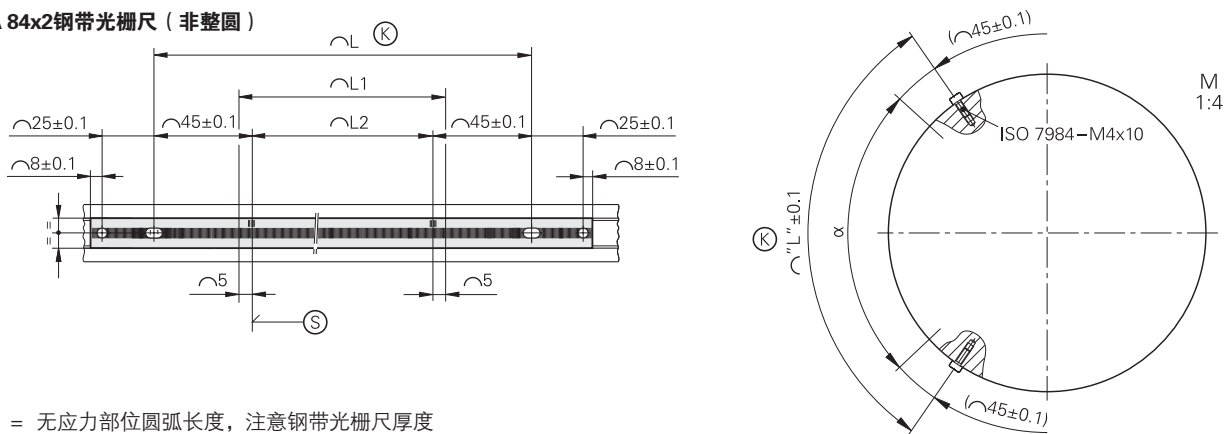
ERA 84x1钢带光栅尺 (非整圆)

Ⓚ
M
1:2



ERA 84x2钢带光栅尺 (非整圆)

M
1:2



- ⌒ = 无应力部位圆弧长度, 注意钢带光栅尺厚度
- ⌒L = 两个端盖孔或螺纹安装孔的位置
- ⌒L1 = 运动路径
- ⌒L2 = 圆弧测量范围

n = 线数
D = 槽底直径
a = 测量范围, 单位度 (扇形角)
 $\pi = 3.14159\dots$

$$D = \frac{n \times 0.04 \times 1.0001}{\pi} - 0.3$$

$$\alpha = \frac{n \times 0.04 \times 1.0001}{(D + 0.3) \times \pi} \times 360^\circ$$

$$L2 = n \times 0.04 \times 1.0001$$

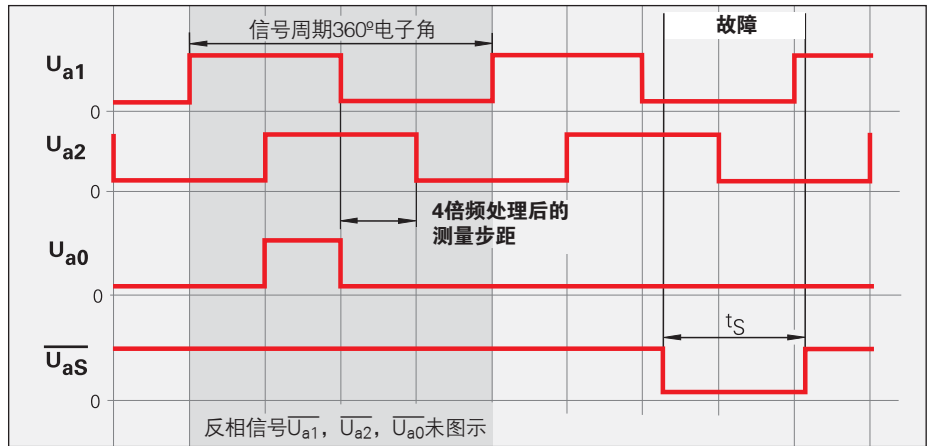
增量信号 TTL

增量信号TTL输出信号的海德汉编码器自带正弦扫描信号的数字化电子电路，分为带和不带细分电路两大类。

增量信号以相位差为90°电子角的系列方波脉冲信号 U_{a1} 和 U_{a2} 进行传输。**参考点信号**包括一个或多个参考脉冲 U_{a0} ，它由增量信号触发。此外，内置电子电路还生成其**反相信号** $\overline{U_{a1}}$ 、 $\overline{U_{a2}}$ 和 $\overline{U_{a0}}$ ，实现无噪声信号传输。图示的输出信号顺序 - 信号 U_{a2} 滞后 U_{a1} - 适用于图示运动方向。

故障监测信号 $\overline{U_{aS}}$ 代表故障状态，如电源断线或光源失效等。

增量信号 U_{a1} 和 U_{a2} 的两个相邻沿间的距离通过1倍频、2倍频或4倍频处理后得到一个**测量步距**。



有关所有可用接口的全面说明和一般电气信息，参见海德汉编码器接口样本。

针脚编号

15针D-sub接头					15针D-sub接头带接口电子电路									
	供电电压				增量信号						其它信号			
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	13	5/6/8	15	
	U_P	传感器 U_P	0 V	传感器 0 V	U_{a1}	$\overline{U_{a1}}$	U_{a2}	$\overline{U_{a2}}$	U_{a0}	$\overline{U_{a0}}$	$\overline{U_{aS}}$	空	空 ¹⁾	
	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	

电缆屏蔽层连接外壳； U_P = 电源电压

传感器：传感器线在编码器内（ERO 6x70：接头）连接相应电源线。

禁止使用空针脚或空线！

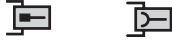
¹⁾ ERO 6x70：为PWT转换TTL/11 μ App，否则不用

电缆和连接件

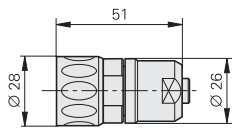
一般信息

绝缘接头：带锁紧螺母的连接件有针式和孔式两种触点。

图符



M23



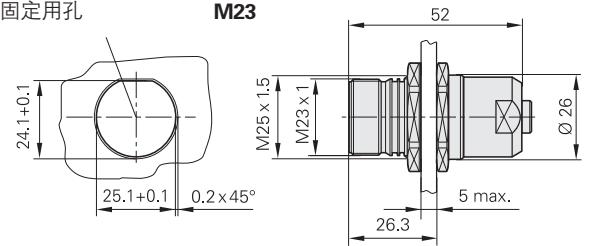
绝缘连接器：用外螺纹连接的连接件；有针式和孔式两种触点。

图符

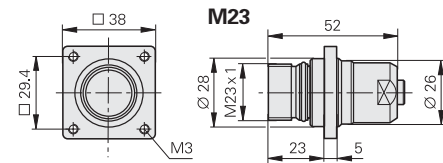


中心紧固的安装式连接器

固定用孔



带法兰的安装式连接器

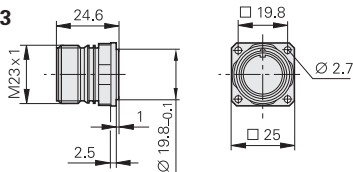


法兰座：永久固定在编码器或外壳处，带外螺纹（类似连接器），有针式和孔式两种触点。

图符

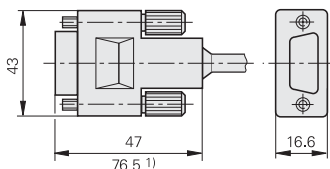


M23



D-sub接头：连接海德汉数控系统、技术卡和IK绝对式值计数卡。

图符



1) 带内部细分电路

接头上的针脚**编号**方向与连接器或法兰座的方向相反，包括连接元件为

针式触点或是



孔式触点。



法兰座和M23安装式连接器辅件

钟形密封圈





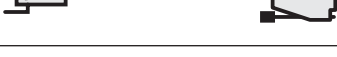






ID 266526-01

带螺纹金属防尘盖

ID 219926-01

连接件结合后的**防护等级**可达IP 67（D-sub接头：IP 50；EN 60529）。未连接时，无防护能力。

连接电缆

		12芯M23	
PUR连接电缆 [6(2 × 0.19 mm ²); A _P = 0.19 mm ²]			
PUR连接电缆 [4(2 × 0.14 mm ²) + (4 × 0.5 mm ²); A _P = 0.5 mm ²]		Ø 8 mm	Ø 6 mm ¹⁾
全套带接头 (孔式) 和连接器 (针式)		298401-xx	-
全套带接头 (孔式) 和接头 (针式)		298399-xx	-
全套带接头 (孔式) 和D-sub接头 (孔式), 连接IK 220/ND 780		310199-xx	-
全套带接头 (孔式) 和D-sub接头 (针式), 连接IK 115/IK 215/ND 280/ND 287/EIB 741		310196-xx	-
带一个接头 (孔式)		309777-xx	-
全套带D-sub接头 (孔式) 和M23接头 (针式)		331693-xx	355215-xx
带一个D-sub接头 (孔式)		332433-xx	355209-xx
全套带D-sub接头 (孔式和针式)		335074-xx	355186-xx
全套D-sub接头 (孔式和孔式) 与引脚编号, 连接IK 220/ND 780		335077-xx	349687-xx
仅电缆		816317-xx	816323-xx
输出电缆, 连接ERP 880	PUR [4(2 × 0.05) + (4 × 0.14)] mm ² ; A _P = 0.14 mm ²	Ø 4.5 mm	
带一个PCB接头, 12针	 长度1 m	372164-01	

¹⁾ Ø 6 mm的最大电缆长度9 m

A_P:电源线截面积

连接件

				12芯M23
连接电缆与编码器连接件连接的配合件	接头 (孔式)	电缆	Ø 8 mm	291697-05
接头, 连接后续电子设备	接头 (针式)	电缆	Ø 8 mm Ø 6 mm	291697-08 291697-07
编码器电缆或连接电缆的连接器	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
法兰座, 安装在后续电子电路上	法兰座 (孔式)			315892-08
安装式连接器	带法兰 (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
	带中心固定 (针式)		Ø 6 mm至 10 mm	741045-01
适配器 $\sim 1 V_{pp}/11 \mu A_{pp}$ 用于将 $1 V_{pp}$ 信号转成 $11 \mu A_{pp}$; M23接头 (孔式, 12针) 和M23接头 (针式), 9针				364914-01

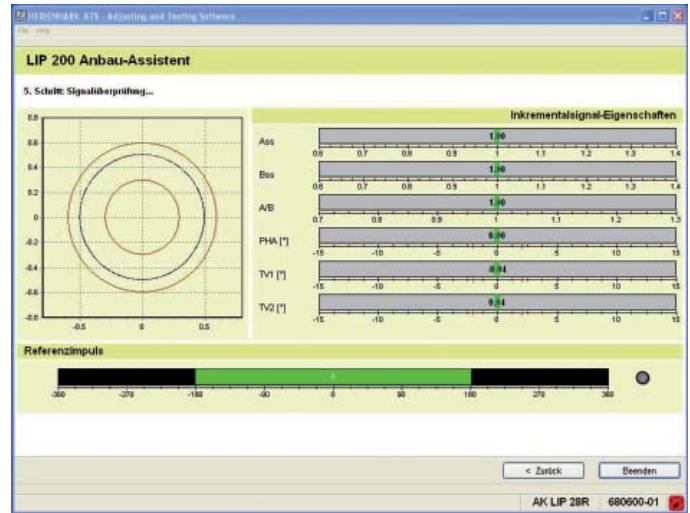
诊断和测试设备

海德汉编码器也都同时提供调试、监测和诊断所需的所有信息。信息类型与增量式或绝对式编码器的类型以及所用接口有关。

增量式编码器主要使用1 V_{pp}、TTL或HTL接口。TTL和HTL编码器在内部监测其信号幅值并生成简单的故障检测信号。对于1 V_{pp}信号，只能用外部设备或在后续电子电路（模拟诊断接口）中通过计算分析输出信号。

海德汉也提供编码器分析的相应检查设备PWM和检测设备PWT。根据安装方式的不同有两类诊断方式：

- 编码器诊断：编码器直接连接测试或检测设备。可以全面分析编码器功能。
- 在控制环中诊断：PWM相位测量仪接入闭环控制回路中（例如通过适当测试适配接头）。因此能在工作时实时诊断机床或系统。其功能与接口有关。



用PWM 20和ATS软件调试

PWM 20

与ATS调试和测试软件一起使用时，PWM 20相位角测量仪可以诊断和调整海德汉公司的编码器。



更多信息，参见PWM 20, ATS软件产品信息。

	PWM 20
编码器输入	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat 2.1或EnDat 2.2 (绝对值有/无增量信号) • DRIVE-CLiQ • 发那科串行接口 • 三菱高速接口 • 安川串行接口 • SSI • 1 V_{PP}/TTL/11 μA_{PP}
接口	USB 2.0
供电电压	100 V至240 V AC或24 V DC
尺寸	258 mm x 154 mm x 55 mm

	ATS
语言	可选英语和德语
功能	<ul style="list-style-type: none"> • 位置显示 • 连接对话 • 诊断 • 安装向导, EBI/ECI/EQI, LIP 200, LIC 4000等 • 其它功能 (如果编码器支持) • 存储器内容
系统要求和建议	PC (双核处理器; > 2 GHz) RAM > 2 GB Windows操作系统XP, Vista, 7 (32-bit/64-bit), 8 200 MB以上可用硬盘空间

DRIVE-CLiQ是西门子公司的注册商标

PWM 9是通用测量仪，用于检验和调整海德汉增量式编码器。其扩展模块可检查多种类型的编码器信号。测量值显示在LCD屏幕上。软键操作方便简单。



	PWM 9
输入	扩展模块 (接口电路板) 11 μA _{PP} ; 1 V _{PP} ; TTL; HTL; EnDat*/SSI*/换向信号 *不显示位置值或参数
功能	<ul style="list-style-type: none"> • 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) 及参考信号宽度和长度 • 显示参考点符号, 故障检测信号, 计数方向 • 通用计数器, 1倍到1024倍间可选 • 调试工具, 敞开放式直线光栅尺
输出	<ul style="list-style-type: none"> • 将输入信号提供给后续电子电路 • 连接示波器的BNC插座
供电电压	10 V至30 V DC, max. 15 W
尺寸	150 mm × 205 mm × 96 mm

PWT是一个易用的海德汉增量式编码器调整工具。它的小LCD窗口用条形图显示信号相对其公差带情况。



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

APE 381接口电子电路用于连接PWM/PWT至有信号误差补偿功能的编码器。APE 381可关闭读数头内的信号误差补偿功能，使编码器内输出的无补偿的1 V_{pp}信号可被处理。



	APE 381
编码器输入	~ 1 V _{pp} （连通信号）
结构	电缆带D-Sub接头
功能	关闭读数头内的信号误差补偿
电源	通过后续电子电路

接口电子电路

海德汉公司的接口电子电路用于将编码器信号调整为可连接后续电子电路接口。如果后续电子电路不能直接处理海德汉编码器的输出信号，或如果还需要细分信号时需用接口电子电路。

接口电子电路输入信号

海德汉公司的接口电子电路用于连接1 V_{PP}（电压信号）或11 μA_{PP}（电流信号）正弦信号的编码器。串行接口EnDat或SSI的编码器也能连接多种接口电子电路。

接口电子电路输出信号

接口电子电路支持以下后续电子电路接口：

- TTL系列方波脉冲
- EnDat 2.2
- DRIVE-CLiQ
- 发那科串行接口
- 三菱高速接口
- 安川串行接口
- Profibus

细分正弦输入信号

除信号转换外，正弦编码器信号还能在接口电子电路中进行细分。因此可以细分测量步距并得到更高控制质量和更优定位特性。

形成位置值

有些接口电子电路还内置计数功能。从前一个参考点确定后开始，过参考点时形成绝对位置值并传输给后续电子电路。

盒式



插头式



集成板卡



顶盖安装轨式



输出		输入		结构 – 防护等级	插补 ¹⁾ 或细分	型号	
接口	数量	接口	数量				
□ TTL	1	~ 1 V _{PP}	1	盒式结构 – IP 65	5/10倍	IBV 101	
					20/25/50/100倍	IBV 102	
					无细分	IBV 600	
					25/50/100/200/400倍	IBV 660B	
				插头结构 – IP 40	5/10/20/25/50/100倍	APE 371	
				一体版 – IP 00	5/10倍	IDP 181	
		20/25/50/100倍	IDP 182				
		~ 11 μA _{PP}	1	盒式结构 – IP 65	1	5/10倍	EXE 101
						20/25/50/100倍	EXE 102
						无细分功能/5倍	EXE 602E
25/50/100/200/400倍	EXE 660B						
一体版 – IP 00	5倍					IDP 101	
□ TTL/ ~ 1 V _{PP} 可调	2	~ 1 V _{PP}	1	盒式结构 – IP 65	2倍	IBV 6072	
					5/10倍	IBV 6172	
					5/10倍和20/25/50/100倍	IBV 6272	
EnDat 2.2	1	~ 1 V _{PP}	1	盒式结构 – IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 192	
				插头结构 – IP 40	≤ 16384倍细分	EIB 392	
			2	盒式结构 – IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 1512	
DRIVE-CLiQ	1	EnDat 2.2	1	盒式结构 – IP 65	–	EIB 2391S	
发那科 串行接口	1	~ 1 V _{PP}	1	盒式结构 – IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 192F	
				插头结构 – IP 40	≤ 16384倍细分	EIB 392F	
			2	盒式结构 – IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 1592F	
三菱高速接口	1	~ 1 V _{PP}	1	盒式结构 – IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 192M	
				插头结构 – IP 40	≤ 16384倍细分	EIB 392M	
			2	盒式结构 – IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 1592M	
安川串行接口	1	EnDat 2.2 ²⁾	1	插头结构 – IP 40	–	EIB 3391Y	
PROFIBUS-DP 总线	1	EnDat 2.1; EnDat 2.2	1	顶盖安装轨式	–	PROFIBUS 网关	

¹⁾ 可切换

²⁾ 仅限LIC 4100的测量步距为5 nm, LIC 2100测量步距为50 nm和100 nm

信号处理电子系统 测量和测试应用

海德汉公司的信号处理电子电路提供测量值获取和智能化的针对特定应用的数据处理功能。适用于许多量仪应用，从简单测量站到多点测量的复杂检测设备。

信号处理电子系统提供多种编码器信号的接口。它们包括可独立使用的带显示器的数显装置和需要用计算机操作的数显装置。

下面的一览表是测量和测试应用的信号处理电子电路。其详细信息，例如2-D和3-D测量应用的其它信号处理电路，请访问www.heidenhain.com.cn或查看产品样本量仪用后继处理电路。

手动车床的数显装置，为铣削、钻孔和车削的操作人员提供加工循环。有关数显装置的详细信息，请访问www.heidenhain.com.cn或查看产品样本手动车床应用的数显装置和直线光栅尺。



带显示器装置 – 例如ND 2100G GAGE-CHEK



模块式 – MSE 1000



台式 – EIB 700



一体版 – IK 220

ND 200

信号处理系统

- 测量设备
- 调试设备和检测设备
- SPC检测系统

ND 1100 QUADRA-CHEK

信号处理电子电路

- 定位设备
- 测量夹具

ND 2100G GAGE-CHEK

信号处理电子电路

- 多点检测设备
- SPC检测系统

MSE 1000

以下应用的模块式信号处理电子电路

- 多点检测设备
- SPC检测系统

EIB 700

信号处理电子电路


- 测试站
- 多点检测设备
- 移动数据获取

IK 220

用PCI接口安装在计算机中的信号处理电子电路

- 测量和测试站

¹⁾ ND 287选件

功能	输入		插补或细分	输出接口	型号
	接口	数量			
- <ul style="list-style-type: none"> 计量和统计功能（分类和公差检查，测量值序列，SPC） 连接第2个编码器¹⁾进行和/差显示，温度补偿 	 1 V _{PP}  11 μA _{PP} EnDat	1 至2	4096倍	RS-232- C/V-24 USB Ethernet ¹⁾	ND 280 ND 287
<ul style="list-style-type: none"> 测量值序列，最小/最大值存储 连接测头 	 1 V _{PP}  TTL	2 3 4	10倍（1 V _{PP} 时）	RS-232- C/V-24 USB	ND 1102 ND 1103 ND 1104
<ul style="list-style-type: none"> 最多100个零件编程 图形显示测量结果 用公差和报警极限值功能进行分类和检查公差 测量值序列，最小/最大值存储 输入公式和合并计算 统计过程控制（SPC）功能 	 1 V _{PP}  TTL EnDat	4 8	10倍（1 V _{PP} 时）	RS-232- C/V-24 USB	ND 2104G ND 2108G
<ul style="list-style-type: none"> 模块式设计 可根据需要配置 多种接口 与更高一级计算机快速通信 通用输出 	 1 V _{PP}  TTL EnDat 模拟	至250	4096倍	以太网	MSE 1000
<ul style="list-style-type: none"> 高精度位置测量，更新频率高达50 kHz 可编程的测量值输入 内部和外部测量值触发 测量值存储，每个通道约250 000个测量值 用标准以太网接口连接更高一级计算机系统 	 1 V _{PP}	4	4096倍	以太网	EIB 741 EIB 742
<ul style="list-style-type: none"> 可编程的测量值输入 内部和外部测量值触发 测量值存储，每个通道多达8192个测量值 编码器输出和外部输入/输出的可选组件 	 1 V _{PP}  11 μA _{PP} EnDat SSI	2	4096倍	PCI总线	IK 220

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

上海分公司

地址：上海市徐汇区淮海中路 1010 号
嘉华中心 1701 室

邮编：200031

电话：021-64263131

传真：010-80420191 021-62370833

Email: shanghai@heidenhain.com.cn

海德汉有限公司

地址：香港九龙观塘开源道 49 号创贸广场 2007-2010 室

Unit 2007-2010, 20/F, Apec Plaza,

49 Hoi Yuen Road, Kwun Tong, Kowloon, Hong Kong

电话：00852-27591920

86-13632176247

传真：00852-27591961 010-80420188

Email: sales@heidenhain.com.hk

哈尔滨办事处

地址：黑龙江省哈尔滨市长江路 398 号
工大集团总部大厦 1405-1 室

邮编：150090

电话：0451-82892109

传真：010-80480536 010-80480536

Email: harbin@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：010-80480534

Email: chengdu@heidenhain.com.cn

沈阳办事处

地址：沈阳市沈河区惠工街 10 号
卓越大厦 706 室

邮编：110013

电话：024-22812890

传真：010-80420193 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：010-80420197

Email: wuhan@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：010-80420192

Email: xian@heidenhain.com.cn

宁波办事处

地址：浙江省宁波市江东区惊驾路 565 号
中信泰富 B 座 204 室

邮编：315040

电话：0574-27660891 27660892

传真：010-80480535

Email: ningbo@heidenhain.com.cn

南京办事处

地址：江苏省南京市江宁区秦淮路 4 号
同曦青春水岸 2 幢 502 室

邮编：211106

电话：025-84189639

传真：010-80420185

Email: nanjing@heidenhain.com.cn

深圳办事处

地址：深圳市福田区华富路 1018 号
中航中心 13 楼 02-03 单元

邮编：518031

电话：0755-33223861

传真：010-80420187

Email: shenzhen@heidenhain.com.cn

公司网址：www.heidenhain.com.cn

