



**HEIDENHAIN**



**内置轴承  
角度编码器**



内置轴承和定子联轴器的角度编码器



分离式联轴器的内置轴承角度编码器

更多信息，请访问海德汉官网  
[www.heidenhain.com.cn](http://www.heidenhain.com.cn)，  
 或联系我们。

样本：


- 模块型角度编码器
- 直线光栅尺用于NC数控机床
- 敞开式直线光栅尺
- 旋转编码器
- 机床检测和验收测试编码器
- 海德汉编码器接口

技术信息：

- 进给轴精度
- 高安全性位置测量系统
- EnDat 2.2：位置编码器双向数字接口
- 直驱进给轴的编码器

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。

有关产品所遵循的标准（ISO，EN等）  
 仅以样本中的标注为准。

 **更多信息：**

有关海德汉全部可用接口的详细说明和一般电气信息，请参见海德汉编码器接口样本（ID 1078628-xx）。

# 目录

<b>概要</b>			
	海德汉角度编码器		4
	<b>选型指南</b>	内置轴承和空心轴 绝对式角度编码器	6
		内置轴承和空心轴 增量式角度编码器	10
		分离式联轴器内置轴承 绝对式和增量式角度编码器	12
<b>技术特性和安装信息</b>			
	测量原理	测量基准，测量原理和光电扫描	14
	测量精度		18
	机床直驱电机的角度编码器		20
	机械结构类型和装配		22
	RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001的优点		24
	功能安全特性		28
	安装和辅件		30
	一般信息		36
<b>技术参数</b>			
	产品系列或型号	系统精度	
	RCN 2001系列	±4" / ±2"	38
	RCN 5001系列	±4" / ±2"	42
	RCN 8001系列	±2" / ±1"	46
		Ø 60 mm	
		Ø 100 mm	50
<b>电气连接</b>			
	诊断、检测和调试设备		54

# 海德汉角度编码器

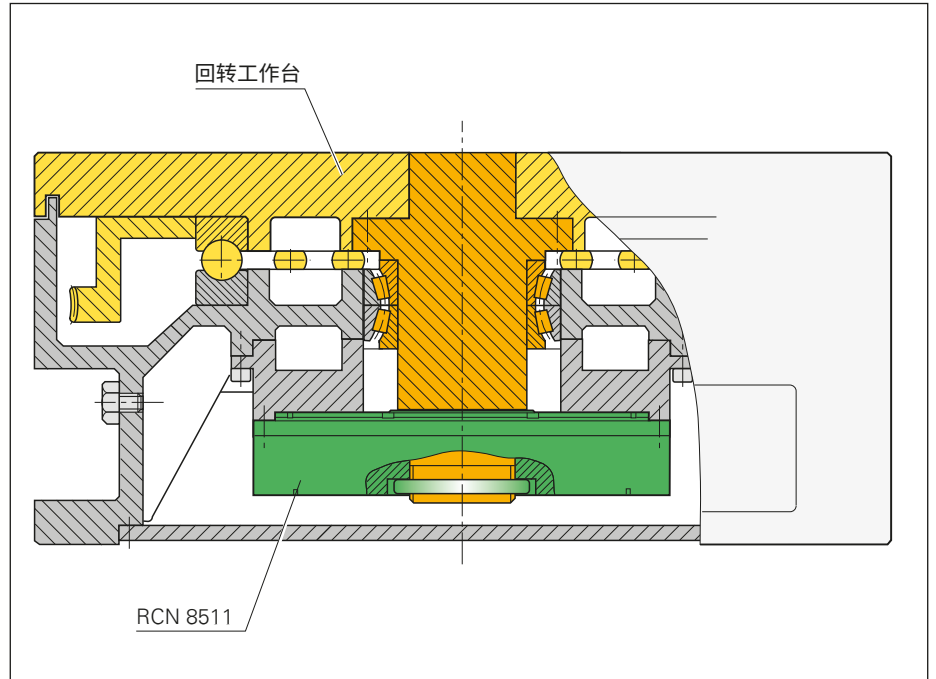
“角度编码器”通常是指精度优于 $\pm 5''$ 和线数高于10 000线的编码器。

角度编码器广泛用于精度要求在数角秒以内的高精度角度测量应用。

举例：

- 机床回转工作台
- 加工中心的摆动轴
- 车床C轴
- 测量设备和检测设备
- 印刷机的印刷装置
- 天文望远镜
- 等等

而旋转编码器用于精度要求略低的应用（例如，自动化系统，电机等许多其它应用）。



安装后的角度编码器（例如，RCN 8511安装在机床的回转工作台上）

角度编码器的机械结构类型包括：

## 内置轴承、空心轴和定子联轴器角度编码器

定子联轴器的结构特点是只吸收轴承摩擦导致的扭矩，特别是轴进行角加速运动时。因此，这些角度编码器具有出色的动态性能。由于定子联轴器，系统精度中包括联轴器误差。

RCN、RON和RPN系列角度编码器带定子联轴器，而ECN系列的定子联轴器在外部安装。

其它优点：

- 尺寸小，适用于安装空间有限的地方
- 空心轴直径可达180 mm，为电源穿线等提供较大空间。
- 易于安装
- 带功能安全特性版

选型指南

- 绝对式角度编码器，起始页 6
- 有关增量式角度编码器，起始页10/11



RCN 8511绝对式角度编码器



ROC 7380绝对式角度编码器

#### 分离式联轴器内置轴承角度编码器

ROC和ROD系列实心轴角度编码器是高轴速应用或需要较大安装公差应用的理想选择。使用联轴器后，轴端连接的轴向公差可达 $\pm 1$  mm。

有关选型指南，请参见页码12/13



ECA 4410绝对式角度编码器

#### 无内置轴承角度编码器

无内置轴承光电扫描角度编码器（模块型角度编码器），例如ECA和ERA可安装在机床部件内或测量设备内。满足以下要求：

- 大空心轴直径（尺带版可达10 m）
- 高轴速，可达20 000 rpm
- 无旋转轴密封圈造成的附加启动扭矩
- 非整圆版

ECM和ERM模块型磁栅编码器坚固耐用，特别适合生产型机床使用。这些编码器内径大，厚度小，小巧紧凑，是以下应用的理想选择：

- 车床C轴
- 旋转轴和摆动轴
- 铣床的辅助轴或主轴定向

# 选型指南

## 内置轴承和空心轴绝对式角度编码器

系列	主要尺寸 单位 mm	系统精度	机械允许转速 <sup>1)</sup>	位置值数/圈	接口	
<b>内置定子联轴器</b>						
RCN 2001 <sup>2)</sup>		±4"	≤ 1500 rpm	67 108 864 ± 26 bit	EnDat 2.2	
			≤ 3000 rpm		EnDat 2.2	
		±2"	≤ 1500 rpm		268 435 456 ± 28 bit	EnDat 2.2
			≤ 3000 rpm			EnDat 2.2
RCN 5001 <sup>2)</sup>		±4"	≤ 1500 rpm	67 108 864 ± 26 bit		EnDat 2.2
			≤ 2000 rpm			EnDat 2.2
		±2"	≤ 1500 rpm		268 435 456 ± 28 bit	EnDat 2.2
			≤ 2000 rpm			EnDat 2.2
RCN 8001 <sup>2)</sup>		±2"	≤ 750 rpm	536 870 912 ± 29 bit		EnDat 2.2
			≤ 1500 rpm (Ø 60 mm) ≤ 1200 rpm (Ø 100 mm)			EnDat 2.2
		±1"	≤ 750 rpm		536 870 912 ± 29 bit	EnDat 2.2
			≤ 1500 rpm (Ø 60 mm) ≤ 1200 rpm (Ø 100 mm)			EnDat 2.2

1) 允许的轴速，参见页码26/27和相应编码器的技术参数

2) 也提供带功能安全特性版

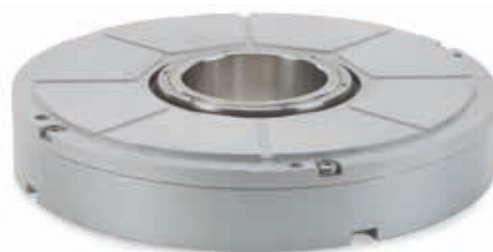
增量信号	信号周期数/圈	型号	更多信息
~ 1 V <sub>pp</sub>	16384	RCN 2381	页码 38
-	-	RCN 2311	
-	-	RCN 2391 F	
-	-	RCN 2391 M	
-	-	RCN 2391 P	
~ 1 V <sub>pp</sub>	16384	RCN 2581	
-	-	RCN 2511	
-	-	RCN 2591 F	
-	-	RCN 2591 M	页码 42
-	-	RCN 2591 P	
~ 1 V <sub>pp</sub>	16384	RCN 5381	
-	-	RCN 5311	
-	-	RCN 5391 F	
-	-	RCN 5391 M	
-	-	RCN 5391 P	
~ 1 V <sub>pp</sub>	16384	RCN 5581	
-	-	RCN 5511	
-	-	RCN 5591 F	
-	-	RCN 5591 M	
-	-	RCN 5591 P	
~ 1 V <sub>pp</sub>	32768	RCN 8381	
-	-	RCN 8311	
-	-	RCN 8391 F	
-	-	RCN 8391 M	页码 46
-	-	RCN 8391 P	
~ 1 V <sub>pp</sub>	32768	RCN 8581	
-	-	RCN 8511	
-	-	RCN 8591 F	
-	-	RCN 8591 M	
-	-	RCN 8591 P	



RCN 2001  
Ø 20 mm



RCN 5001  
Ø 35 mm



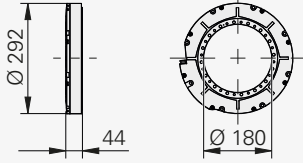
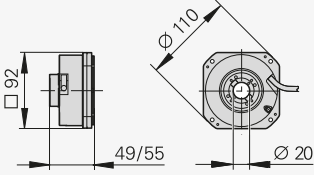
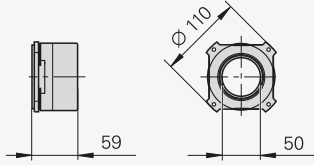
RCN 8001  
Ø 60 mm



RCN 8001  
Ø 100 mm

# 选型指南

## 内置轴承和空心轴绝对式角度编码器

系列	主要尺寸 单位 mm	系统精度	机械允许转速	位置值数/圈	接口
<b>安装式定子联轴器</b>					
RCN 6000 <sup>1)</sup>		±2"	≤ 200 rpm <sup>2)</sup>	268 435 456 ± 28 bit	EnDat 2.2
					发那科αi
					三菱
RCN 200		±6"	≤ 3000 rpm	33 554 432 ± 25 bit	EnDat 2.2
					EnDat 2.2
					发那科αi
					三菱
ECN 2000		±10"	≤ 3000 rpm	33 554 432 ± 25 bit	EnDat 2.2
					EnDat 2.2
					发那科αi
					三菱

1) 也提供带功能安全特性版

2) 更高轴速取决于工作温度 (参见相应“产品信息”文档)

增量信号	信号周期数/圈	型号	更多信息
-	19998	RCN 6310	<i>RCN 6000</i> “产品信息” 文档
-		RCN 6390 F	
-		RCN 6390 M	
~ 1 V <sub>pp</sub>	2048	RCN 280	<i>RCN 200</i> “产品信息” 文档
		RCN 210	
		RCN 290 F	
		RCN 290 M	
~ 1 V <sub>pp</sub>	2048	ECN 2180	<i>ECN 2000</i> “产品信息” 文档
		ECN 2110	
		ECN 2190 F	
		ECN 2190 M	



RCN 6000  
Ø 180 mm



RCN 200  
Ø 20 mm



ECN 2000  
Ø 50 mm

# 选型指南

## 内置轴承和空心轴增量式角度编码器

系列	外形尺寸 单位 mm	系统精度	机械允许转速 <sup>1)</sup>	接口
<b>内置定子联轴器</b>				
RON 200		±5"	≤ 3000 rpm	□ TTL
		±2.5"		~ 1 V <sub>PP</sub>
RON 700		±2"	≤ 1000 rpm	~ 1 V <sub>PP</sub>
				~ 1 V <sub>PP</sub>
RON 800 RPN 800		±1"	≤ 1000 rpm	~ 1 V <sub>PP</sub>
				~ 1 V <sub>PP</sub>

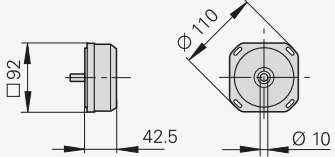
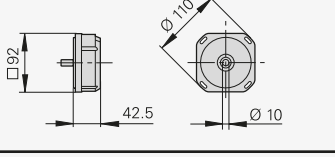
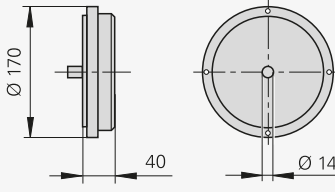
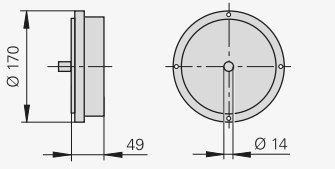
1) 工作期间可能受电气允许轴速限制  
2) 带内部细分

信号周期数/圈	型号	更多信息
180 000/90 000 <sup>2)</sup>	RON 275	<b>RON 200/ RON 700/ RON 800/ RPN 800</b> “产品信息” 文档
18 000	RON 285	
18 000	RON 287	
18 000	RON 785	
18 000/36 000	RON 786	
36 000	RON 886	
180 000	RPN 886	



# 选型指南

## 分离式联轴器内置轴承绝对式和增量式角度编码器

系列	主要尺寸 单位 mm	系统精度	机械允许转速 <sup>1)</sup>	位置值数/圈	接口
<b>分离式联轴器</b>					
ROC 2000		±5"	≤ 3000 rpm	67 108 864 (26 bit)	EnDat 2.2
					EnDat 2.2
					发那科αi
					三菱
ROD 200		±5"	≤ 10 000 rpm	-	□ TTL
					~ 1 V <sub>PP</sub>
ROC 7000		±2"	≤ 3000 rpm	268 435 456 (28 bit)	EnDat 2.2
					EnDat 2.2
					发那科αi
					三菱
ROD 700		±2"	≤ 1000 rpm	-	~ 1 V <sub>PP</sub>
ROD 800					±1"

1) 工作期间可能受电气允许转速限制

2) 带内部细分

信号周期数/圈	型号	更多信息
16384	ROC 2380	<i>ROC 2000/ ROC 7000</i> “产品信息” 文档
-	ROC 2310	
-	ROC 2390 F	
-	ROC 2390 M	
180000 <sup>2)</sup>	ROD 270	<i>ROD 200/ ROD 700/ ROD 800</i> “产品信息” 文档
18000	ROD 280	
16384	ROC 7380	<i>ROC 2000/ ROC 7000</i> “产品信息” 文档
-	ROC 7310	
-	ROC 7390 F	
-	ROC 7390 M	
18000/36000	ROD 780	<i>ROD 200/ ROD 700/ ROD 800</i> “产品信息” 文档
36000	ROD 880	



ROC 2000  
ROD 200



ROC 7000  
ROD 700  
ROD 800

# 测量原理

## 测量基准

海德汉光电扫描光栅尺或编码器的测量基准都是周期刻线，也即光栅。

这些光栅刻在玻璃或钢材基体上。对于大长度测量的光栅尺，钢带为光栅尺基体。

海德汉公司用以下特别开发的光刻工艺制造精密光栅。

- DIADUR: 玻璃基体上超硬的铬栅线 (典型栅距:  $20\ \mu\text{m}$ ) 或玻璃基体上三维铬线格栅 (典型栅距:  $8\ \mu\text{m}$ )
- METALLUR: 抗污染的镀金层金属栅线; 典型栅距:  $20\ \mu\text{m}$
- SUPRADUR相位光栅: 光学三维平面格栅; 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, 超高反光性能; 典型栅距: 不超过  $2\ \mu\text{m}$

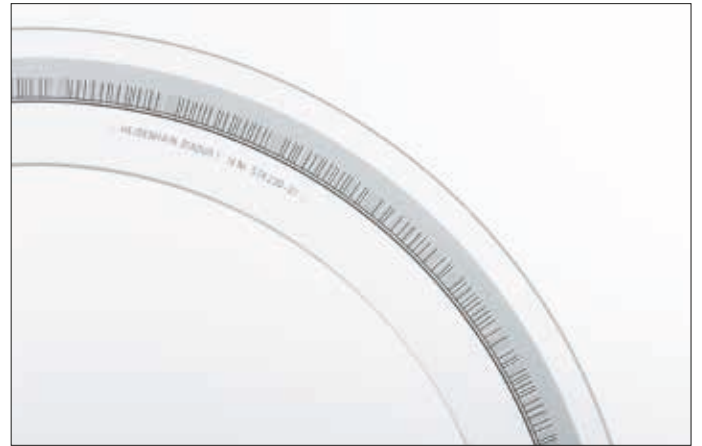
除极小栅距外, 用这些工艺制造的光栅拥有优异的边缘分辨率和均匀性。结合光电扫描法, 这些特点成为获得高质量输出信号的关键。

母版光栅采用海德汉公司定制的精密切线机制造。

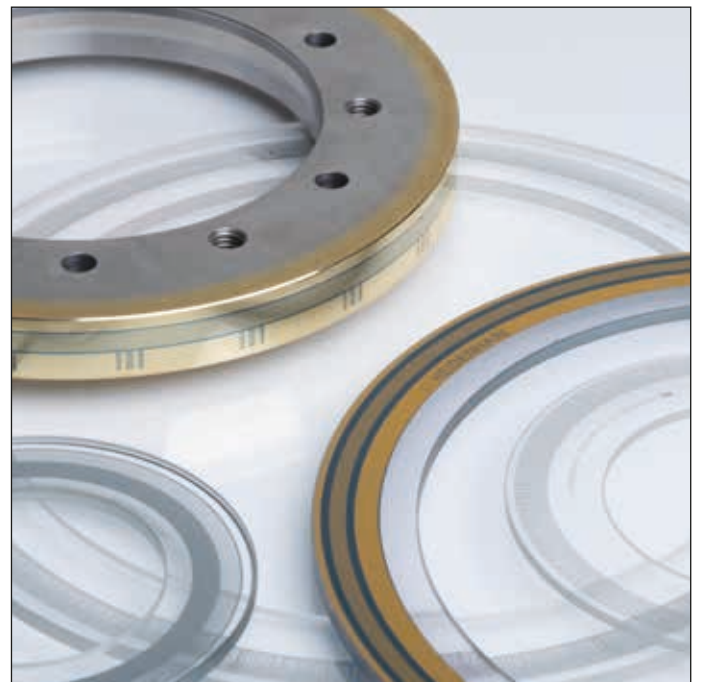
# 绝对测量法

绝对测量法是指光栅尺或编码器在通电时立即提供位置值并供后续电子电路随时读取。因此, 无需点动运动轴进行参考点回零操作。

绝对位置信息由**圆光栅码盘**读取, 在码盘上刻有一串绝对编码的栅状结构。编码结构在每转中保持唯一。独立的增量刻轨用单场扫描原理读取并转换成位置值。



带系列编码轨和精细信号轨的圆光栅码盘



绝对式和增量式圆光栅码盘和栅鼓

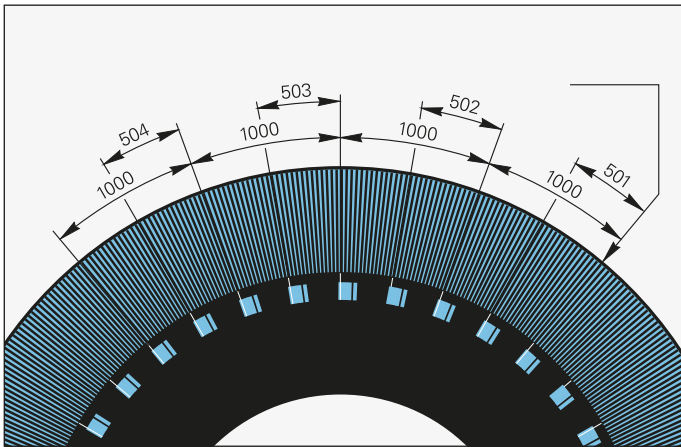
# 增量测量法

增量测量法的光栅由周期性栅线组成。通过**计算**自某起始点开始的增量数（测量步距数）获得位置信息。由于位置值的确定需要绝对参考点，在光栅尺或尺带上还有一条**参考点刻轨**。在光栅尺上由参考点确定的绝对位置可精确到一个测量步距。因此，必须扫描参考点建立绝对基准或确定上次选择的原点。

部分情况下，需要旋转360°。为简化参考点的回零操作，许多海德汉编码器都提供**距离编码参考点**：参考点刻轨上提供多个参考点，彼此相距不同定义的距离。移过两个相邻参考点后，后续电子电路可确定绝对参考点；也就是说仅需旋转数度的角度（参见表中“名义步距N”）。距离编码参考点的光栅尺或编码器在型号后用字母“C”表示（例如，RON 786C）。

对于距离编码参考点，**绝对参考点**位置由两个参考点间的增量数计算确定。

线数 z	参考点数	名义增量 N
36 000	72	10°
18 000	36	20°



距离编码参考点的圆光栅尺码盘示意图

# 光电扫描

海德汉的大多数光栅尺或编码器采用光电扫描原理。光电扫描是非接触扫描，因此无磨损。光电扫描可以检测到非常精细的光栅，栅线宽度仅数微米，生成的输出信号的信号周期非常细小。

测量基准的栅距越小，光电扫描的衍射现象越严重。海德汉角度编码器采用两种扫描方法：

- **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8 μm或4 μm或更细栅距的超精细栅线。

## 成像扫描原理

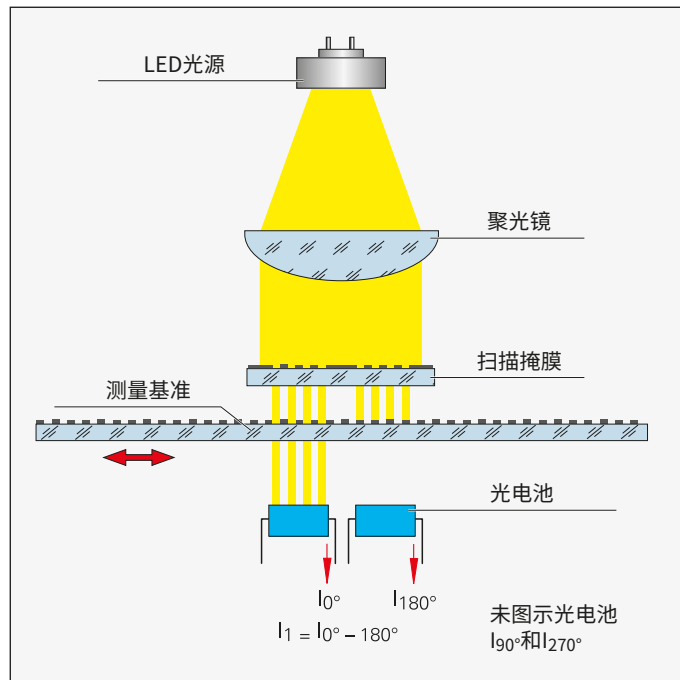
简单地说成像扫描原理是用透射光生成信号：两个相同栅距的光栅（圆光栅码盘和扫描掩膜）彼此相对运动。扫描掩膜的基体为透明体，而测量基准的光栅可在透射光面或反射光面上。

当平行光穿过栅状结构时，在一定距离处投影形成明/暗区，相同或相近栅距的扫描光栅就位于此位置。当两个光栅相对运动时，入射光被调制：在狭缝对齐时，光线通过。如果一条光栅的栅线与另一条光栅上的狭缝对齐，光线无法通过。

宽面的光电池组将光强变化转化成电信号。扫描掩膜的特殊栅状结构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。采用成像扫描原理的编码器可用较大的安装公差，最小栅距可达10 μm。

RCN、ECN、RON、ROC和ROD系列内置轴承角度编码器采用成像扫描原理。

成像扫描原理



### 干涉扫描原理

干涉扫描原理是用精细栅状结构的光衍射和光干涉生成位移信号，测量运动。

阶梯型栅线为测量基准：反光线高度仅 $0.2\ \mu\text{m}$ ，反光线位于平表面的反光面上。其前方是扫描掩膜，其栅距与光栅尺的栅距相同，是透射相位光栅。

当光波穿过扫描掩膜时，光波被衍射为三束近似等光强的光束：分别为+1、0和-1。被光栅尺衍射的光波，其中反射的衍射光+1和-1的光强最强。这两束光波在扫描掩膜的相位光栅处再次相遇，再一次被衍射和干涉。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转化成电信号。

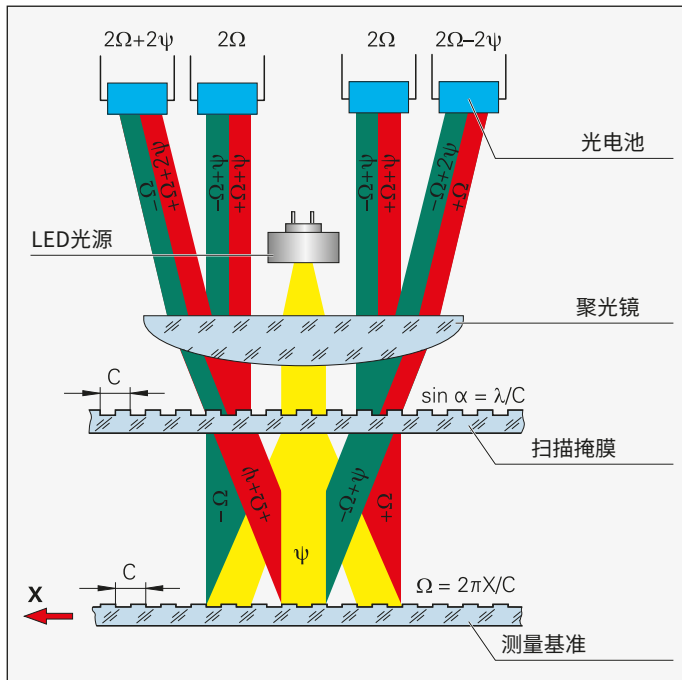
当光栅与扫描掩膜之间有相对运动时，衍射波面产生相位移：移过一个栅距时将正一级衍射波面在正方向上偏移一个光波波长，而负一级衍射光波面在负方向上偏移一个光波波长。由于这两束光在离开扫描光栅时相互干涉，光波彼此相对移动两个光波波长。也就是说，相对运动一个栅距可以得到两个信号周期。

干涉扫描编码器的平均栅距为 $8\ \mu\text{m}$ 、 $4\ \mu\text{m}$ 和更小。其扫描信号基本没有高次谐波，能进行高倍频细分。因此，这些光栅尺或编码器特别适用于高分辨率和高精度应用。同时，其相对宽松的安装公差使其可安装在许多应用中。

RPN 886内置轴承角度编码器采用干涉扫描原理。

干涉扫描原理（光学示意图）

- C 栅距
- $\psi$  光波移过扫描掩膜时的相位变化
- $\Omega$  光栅尺沿X轴运动导致的光波相位变化



# 测量精度

角度测量精度主要取决于：

- 光栅质量
- 光栅基体质量
- 扫描质量
- 信号处理电子电路质量
- 编码器机械结构质量
- 光栅相对轴承的偏心量
- 轴承误差
- 与被测轴的连接方式；例如，对于内置轴承角度编码器，是定子联轴器（RCN，ECN，RON，RPN）或联轴器（ROC，ROD）

可将这些因素细分为特定编码器的位置误差和应用相关的因素。为评估可获得的**总体精度**，必须综合考虑各项因素中的每一项：

## 编码器特有位置误差

编码器特有误差包括：

- 测量基准的精度
- 细分精度
- 位置信号噪声
- 编码器的机械结构质量

### 测量基准的精度

测量基准的精度主要由光栅的一致性决定。

用**基线误差**的最大值表示。测量点之间的距离等于信号周期的整数倍。因此，细分误差无影响。

### 细分精度

在极慢运动速度时，细分误差影响明显，可导致速度波动，特别是在速度控制环中。在速度控制环应用中，细分误差影响加工质量，例如表面质量。

细分误差主要受以下因素影响：

- 信号周期的大小
- 光栅一致性和栅距分辨率
- 扫描掩膜的质量
- 传感器的特性
- 信号处理质量

细分误差用细分误差的最大值 $\pm u$ 表示。

### 位置信号噪声

位置噪声导致与理想值的微小、随机偏差。位置噪声也取决于信号处理质量。位置噪声的典型值小于信号周期的1%。

对于内置轴承角度编码器，技术参数中提供系统精度，供分别考虑。

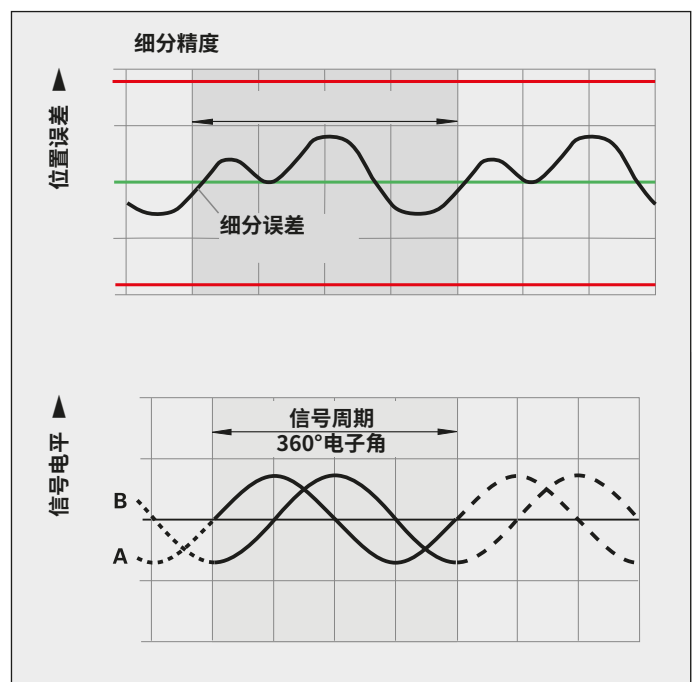
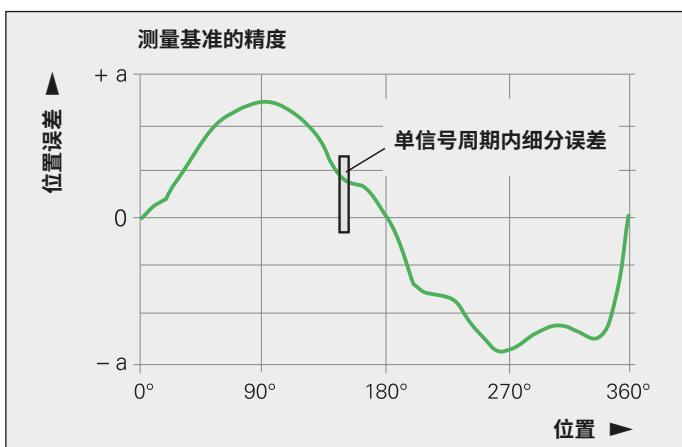
**系统精度**决定给定位置处位置偏差的上限值。包括基线误差和细分误差。对于定子联轴器的角度编码器（RCN，ECN，RON，RPN），系统精度还包括联轴器误差。

## 与应用相关的误差

内置轴承和定子联轴器的角度编码器（RCN，ECN，RON，RPN）补偿转子与定子之间非测量方向上的窜动。由于这些编码器的工作原理，即使较大的安装公差对**整体精度**的影响也十分有限。

对于分离式**联轴器**角度编码器（ROC，ROD），还必须考虑联轴器角度误差的整体精度（参见**机械结构类型和装配：ROC，ROD**）。

对于**无内置轴承编码器**，读数头的安装和调整对可获得的整体精度影响显著。特别重要的是码盘的安装偏心量和被测轴的径向跳动。评估这些编码器的**整体精度**需要分别测量和考虑其应用相关的误差（参见**无内置轴承角度编码器样本**）。



# 检定记录图

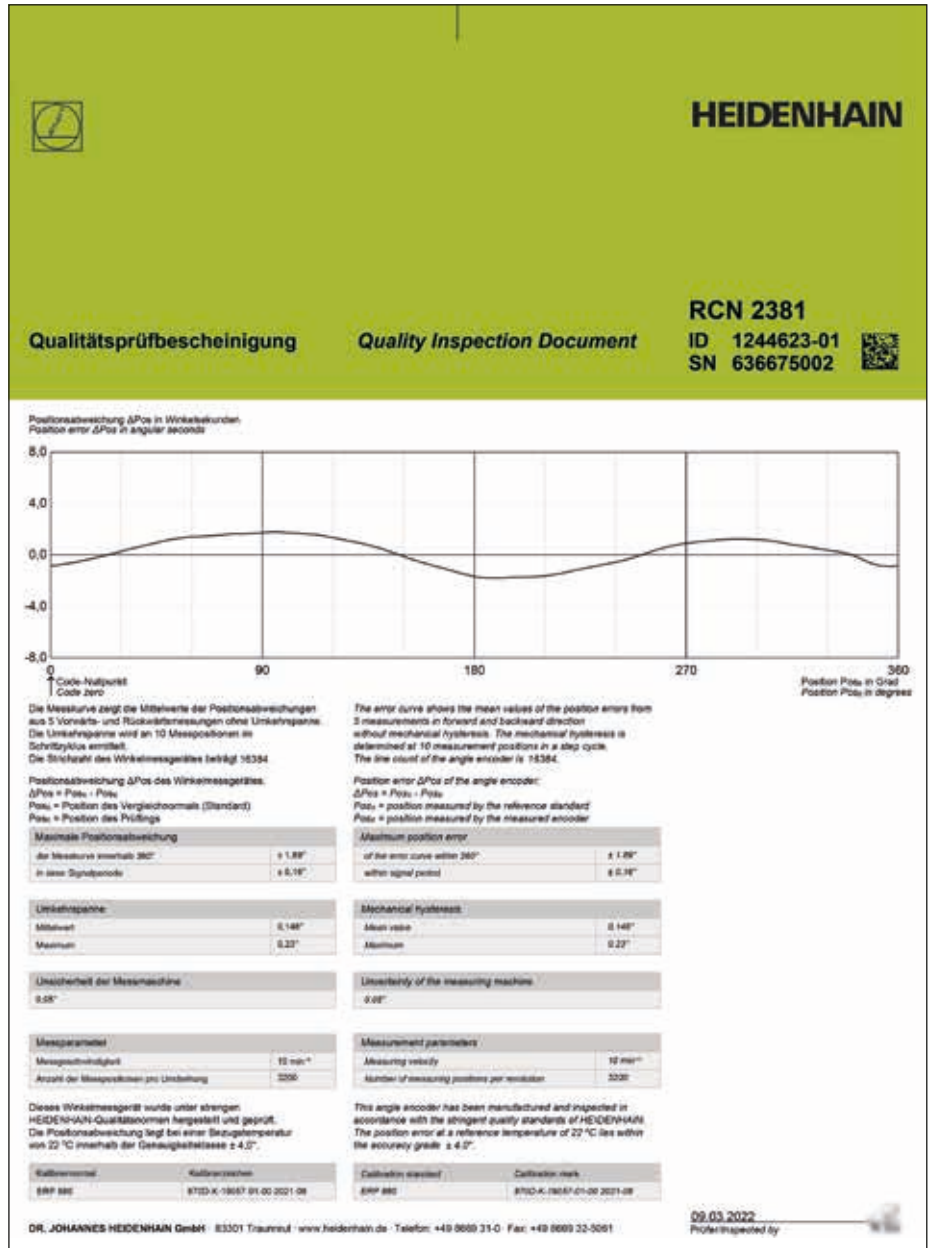
对于内置轴承角度编码器，海德汉随编码器提供质量检测报告。

在**质量检测报告**中提供系统精度数据，在最终检测中进行五次正向和五次反向测量确定系统精度。每圈测量位置数的选择考虑基线误差和细分误差并进行精确的记录。平均值曲线提供测量值的算数平均值。不包括反向误差。

**机械粘滞误差**取决于联轴器。对于定子联轴器角度编码器（RCN, ECN, RON和RPN），在步距循环的10个测量位置处确定。检定图中记录最大值和算术平均值。以下极限值适用于此粘滞误差：

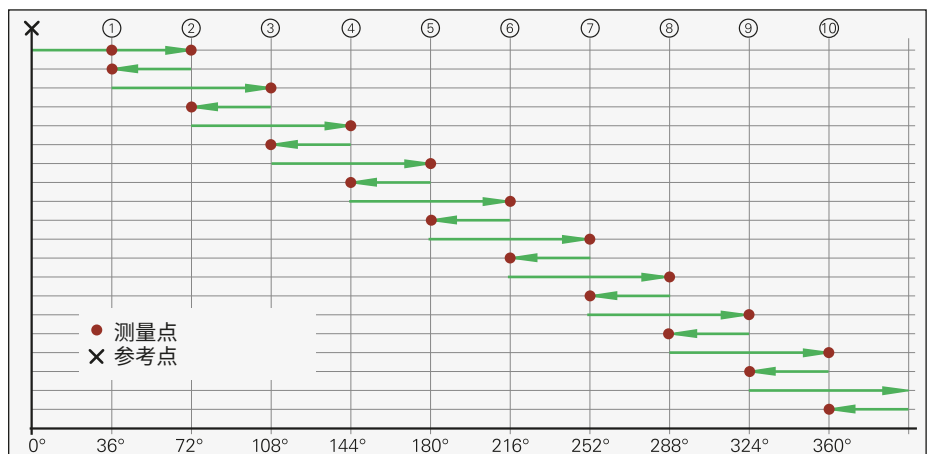
- RCN 2xxx/ RON 2xx:  $\leq 0.6''$
- RCN 5xxx:  $\leq 0.6''$
- RCN 2xx/ ECN 2xxx:  $\leq 2''$
- RON 7xx:  $\leq 0.4''$
- RCN 8xxx/ RON/ RPN 8xx:  $\leq 0.4''$
- RCN 6xxx:  $\leq 0.8''$

质量检测报告中的**校准标准**体现与国家国际标准间关系并确保可追溯性。还提供测量参数和测量不确定性数据。



举例

## 单步循环确定的反向误差



# 机床直驱电机的角度编码器

直驱电机已广泛应用于许多领域，应用范围不断扩大，特别是在机床制造业。与齿轮传动的旋转轴相比，直驱电机磨损极小，所需的维护也极少。力矩电机不存在机械传动件的干扰，能显著提高旋转轴的动态性能。由于力矩电机直接提供扭矩，因此，可达到更高加速度和轴速。在5轴联动加工中，这是非常突出的优点，因为旋转轴常常限制联动运动速度。旋转轴高动态性能意味着刀具进给速度更均匀、生产力更高。

编码器是进给轴位置的测量装置，其选择显著影响直驱进给轴的工作性能。

在控制环中，滤波器过滤共振，共振使轴及其组件进行固有频率振动。然而，滤波器的使用导致控制环的相位损失，因此，

减小控制带宽。减振的共振频率越低，滤波器需要的减振值越高，控制带宽越大，因此，将降低轴的动态性能。为提高控制带宽，共振频率应尽可能高，幅值尽可能小。

编码器是轴组件中的一部分，编码器影响共振特性，因此，影响进给系统的动态性能。编码器的结构设计和联轴器类型是轴达到高动态性能的关键因素。现在，我们举例说明RCN 8311角度编码器和另一款相应精度、安装方式相兼容的角度编码器如何影响进给轴的工作特性。为评估两款角度编码器的共振特性，用振动发生器在径向和轴向产生20 Hz至2000 Hz范围的振动。*图1*为测试结果（最大产生的幅值相当于图中的100%）。

RCN 8311的共振仅发生在高频区，这些共振幅值都很小，而另一款角度编码器即使在较低频率时也发生剧烈共振。

共振频率的这种差异显著影响直驱电机控制单元的工作特性。例如，这可从轴速控制环的阶跃响应中可见。考虑控制环中相应的振幅和相位冗余设置，*图2*为轴速控制环的阶跃响应，其配置为相同旋转轴组件都配两个角度编码器。

对于RCN 8311，相比另一款角度编码器，达到名义转速更快，超限更小。原因在于RCN 8311的共振点仅在高频区，而且仅在较小振幅时。这样的结果是仅在高频区的小振幅时使用滤波器，因此，几乎不影响控制带宽。对于另一款角度编码器，从阶跃响应中可见其谐振，如*图2*所示。谐振的发生与编码器在100 Hz至200 Hz频率范围内的固有频率有关。

直驱进给轴要达到高动态性能，需要编码器的固有频率尽可能高。RCN系列角度编码器采用不同的结构设计，提供优异的避振特性，例如安装方式和联轴器。允许直驱旋转轴高动态性能地运动，运动速度更快，工件加工效果的一致性更优异，最终提高加工中心生产力。

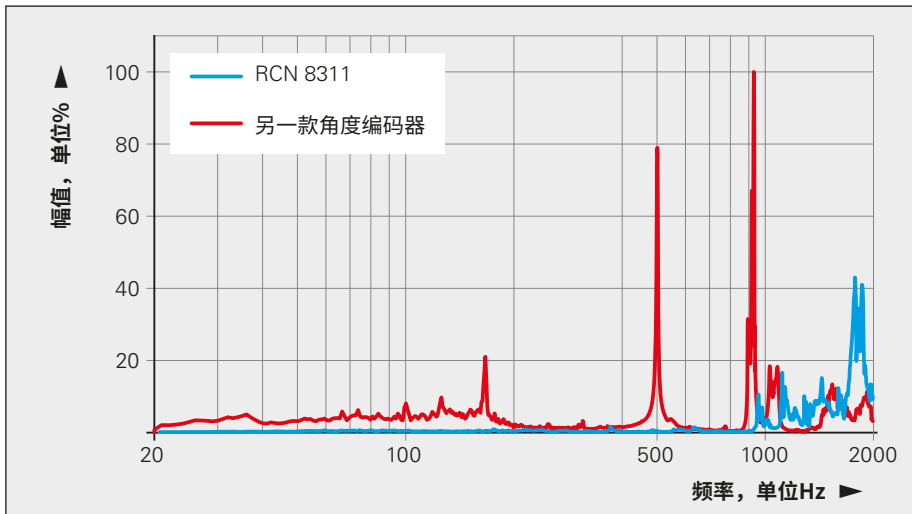


图1: RCN 8311和另一款角度编码器在径向和轴向振动发生时的最大振幅。

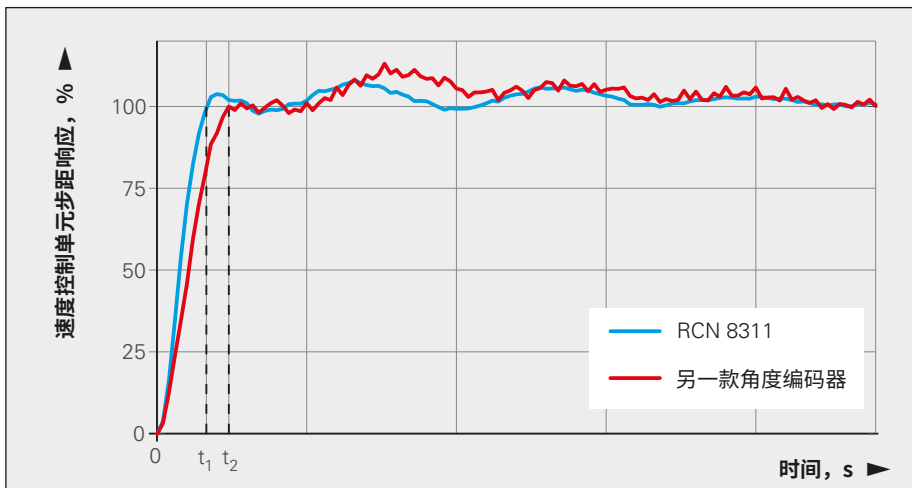


图2: 配RCN 8311和另一款角度编码器的轴速控制环阶跃响应

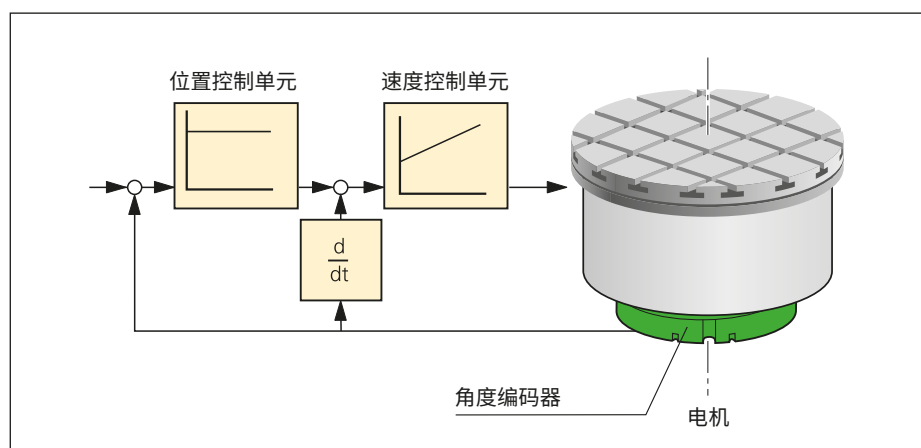
此外，RCN系列角度编码器采用光电扫描法，直驱进给轴的精度、运动平稳性和温度特性从中的获益十分显著。直驱进给轴的编码器测量实际位置和当前速度。编码器与电机间不存在任何机械传动件，因此，编码器必须提供足够高的分辨率，确保在低进给速度时，可高质量地控制速度。还需要考虑：直驱电机位置控制环的 $k_V$ 系数越高，控制带宽越大和伺服刚性的可调性越好。也显著改善编码器信号质量对定位特性和控制环工作特性的影响。单信号周期内位置误差严重影响电机的定位精度和速度稳定性。低速进给时，进给电

机以及旋转轴，重现单信号周期内的位置误差。由于 $k_V$ 系数较高，直驱电机控制系统的带宽较大，因此，在较大速度范围内，进给轴都将重现该位置误差。

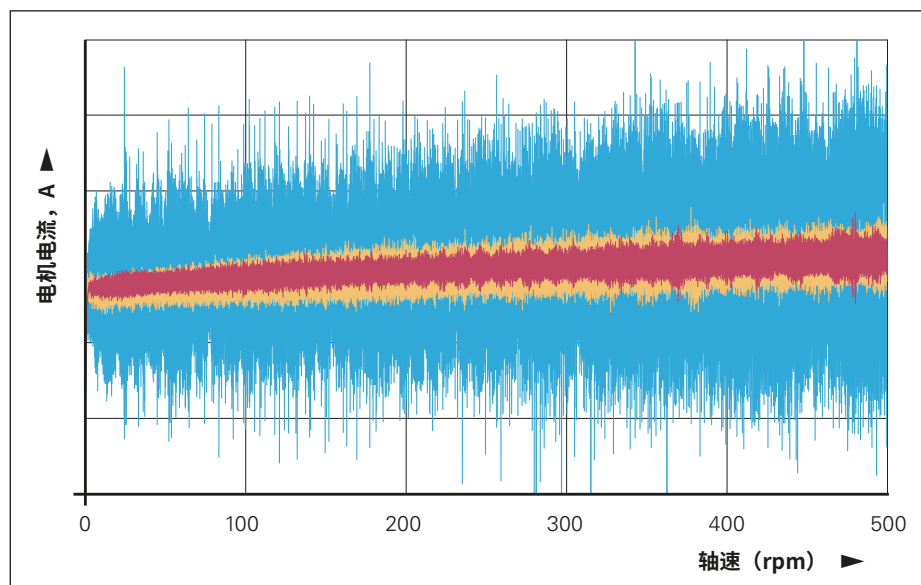
速度控制环计算名义电流值，使电机按照控制误差的要求制动或加速。在直驱进给轴中，不恰当的编码器信号质量不仅影响位置控制环，而且一直影响到电流控制环的底层控制环。这在电机电流信号中产生严重噪声，特别是在极端情况下，动力线中产生不希望的高频噪声。因此，必须降低控制环增益。严重的电流噪音也增加电

机功率消耗。进而增加进给轴的发热量。导致进给轴结构发生温度变形，或可能需要机床进行更有效的冷却。为避免这些问题，直驱进给轴的位置编码器需要达到小信号周期和高信号质量。

RCN系列角度编码器的线数多，信号质量高。将其用在直驱旋转轴上能有效降低电机的电流噪声和提高工作平滑性。因此，光学编码器提供的高信号质量可充分发挥直驱进给轴的性能潜力。



旋转直驱电机（力矩电机）的控制环



以直驱电机回转工作台为例，在轴速持续提高过程中，比较回转工作台中光学与非光学角度编码器的噪声情况

- 32768线的光学角度编码器
- 16384线的光学角度编码器
- 2600线的非光学角度编码器

# 机械结构类型和装配

## RCN, ECN, RON, RPN

RCN、ECN、RON和RPN角度编码器在定子端配内置轴承、空心轴和联轴器。被测轴直接连接角度编码器的轴。

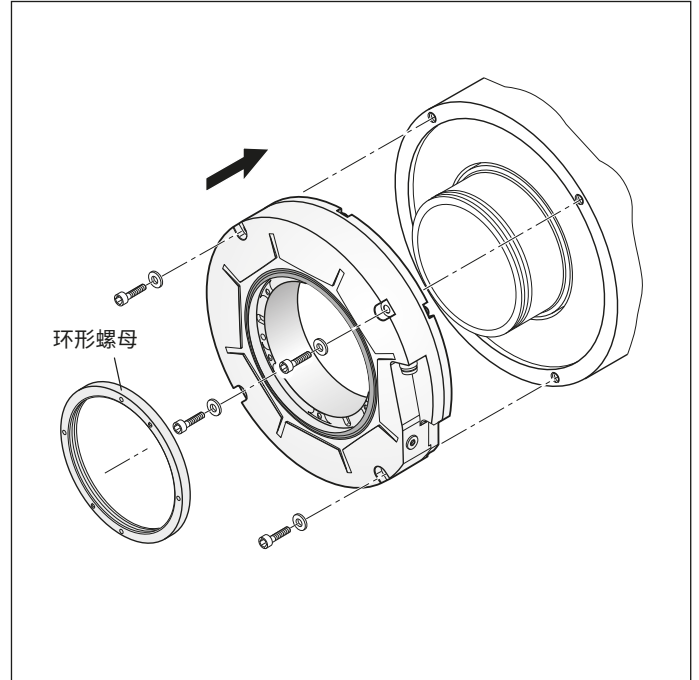
### 结构

圆光栅码盘与空心轴刚性连接。读数头固定在滚珠轴承的轴上并通过定子端的联轴器连接外壳。定子联轴器和密封系统能补偿大量轴向和径向安装误差，而且不限制功能，也不影响精度。特别是RCN角度编码器，允许的安装公差较大，因此，安装简单。轴进行角加速期间，定子联轴器必须只吸收轴承摩擦所导致的扭矩。因此，定子联轴器的角度编码器提供优异的动态性能。

### 安装

RCN、ECN、RON和RPN系列角度编码器的外壳用安装法兰和定心环牢固连接机床部件的安装面。

联轴器的安装方式取决于编码器型号。例如，对于RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001角度编码器，联轴器可配环形螺母或前端联轴器。



举例：用环形螺母安装角度编码器



### 更多信息：

有关RCN 6000、RCN 200和ECN 2000以及RON 200、RON 700、RON 800和RPN 800的详细信息，参见相应“产品信息”文档。

# ROC, ROD

ROC和ROD系列角度编码器需要独立联轴器，连接转子端联轴器。联轴器补偿轴之间的轴向窜动和不对正误差，避免角度编码器轴承的负荷过大。为达到高精度，需要将角度编码器的轴准确对准机床轴。海德汉提供膜片式联轴器和扁平联轴器，可连接ROC或ROD系列角度编码器的转子端联轴器。

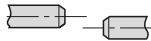
## 安装

ROC和ROD系列角度编码器提供带定心环的安装式法兰。编码器轴用膜片式联轴器或扁平联轴器连接机床轴。

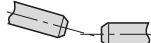
## 联轴器

联轴器补偿编码器轴与被测轴间的轴向窜动和不对正误差，避免角度编码器轴承的负荷过大。

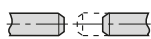
径向偏移 $\lambda$



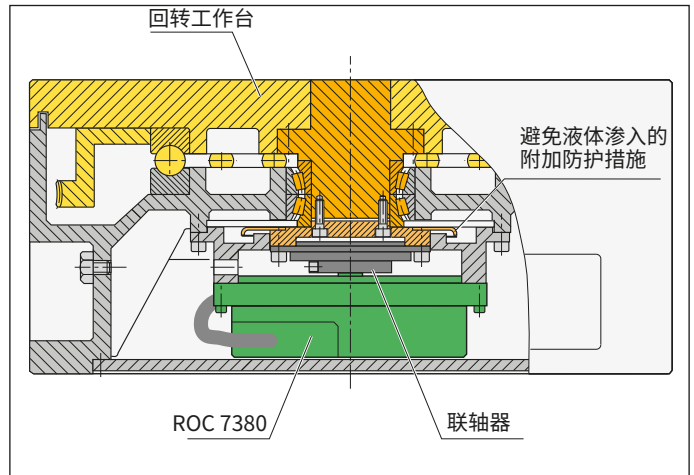
角度误差 $\alpha$



轴向窜动量 $\delta$



安装举例ROC 7380

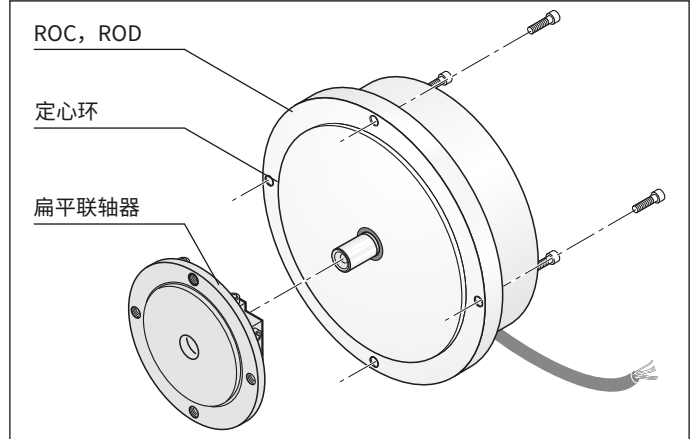


ROC, ROD

定心环

扁平联轴器

用扁平联轴器安装  
ROC或ROD



## 更多信息:

有关ROC 2000/ROC 7000和  
ROD 200/ROD 700/ROD 800的详细  
信息，参见相应“产品信息”文档。

# RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001的优点

## 新标准：速度更快和更智能

长期以来，海德汉角度编码器一直是回转工作台和摆动轴角度测量的金字标杆。例如，海德汉的RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001绝对式角度编码器在机床领域是位置测量的理想解决方案，包括高安全性应用。

### 极高定位精度

选择正确的编码器显著影响轴位置的测量，因此，影响加工精度。要达到理想的测量精度，不仅要考虑编码器本身的工作特性，还要考虑编码器的安装和调试等因素。这是RCN系列内置轴承和定子联轴器角度编码器优于其它编码器的突出亮点。因此，误差不仅包括编码器本身误差，例如测量基准精度或细分精度，也包括被测轴的连接误差，可规定系统精度。对于RCN 2001和RCN 5001系列角度编码器，

规定的系统精度为 $\pm 2''$ 和 $\pm 4''$ ，RCN 8001系列角度编码器为 $\pm 1''$ 和 $\pm 2''$ 。

### 旋转轴的高动态性能

编码器的高分辨率可减小电机电流噪声和提高运动平稳性，特别是直驱旋转轴。也能改善控制特性和允许生产商在高生产力生产情况下达到高表面质量。RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001系列角度编码器线数多和信号质量高，因此可提供极高分辨率。例如，RCN 8001系列角度编码器的线数高达32 768线并提供绝对位置值，分辨率高达每圈53,600万个位置以上。更多信息，参见第20页的机床直驱电机的角度编码器。

### 易于安装

RCN系列编码器的另一个突出亮点是易于安装。安装十分简单。与其它角度编码器

不同，开始使用前，不需要定心圆光栅或电气测试信号周期。RCN系列角度编码器的设计允许较大安装公差，且不限精度或功能。例如，RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001允许的轴向偏差达 $\pm 0.3$  mm。

### 高可靠性

RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001系列角度编码器的扫描功能工作可靠，液体污染和结露水珠几乎不影响扫描信号或电机控制。圆光栅码盘上的水珠污染，如图1所示，几乎不影响细分误差（图2）。上一代的RCN 8000的细分误差极小。有效避免编码器污染造成加工过程中断的问题。RCN系列角度编码器标配外壳和密封圈，防护等级达IP64。因此，在大多数应用中，无需使用密封空气，在应用中达到节能环保和降低碳排放。

### 直驱电机温度的现场处理

为避免直驱电机工作中的温度过高，通常需要监测其温度。结合海德汉EIB 52x1信号转换器，RCN 2001、RCN 5001和RCN

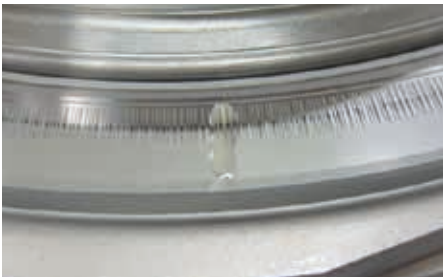


图1：  
圆光栅上水珠类污染示例

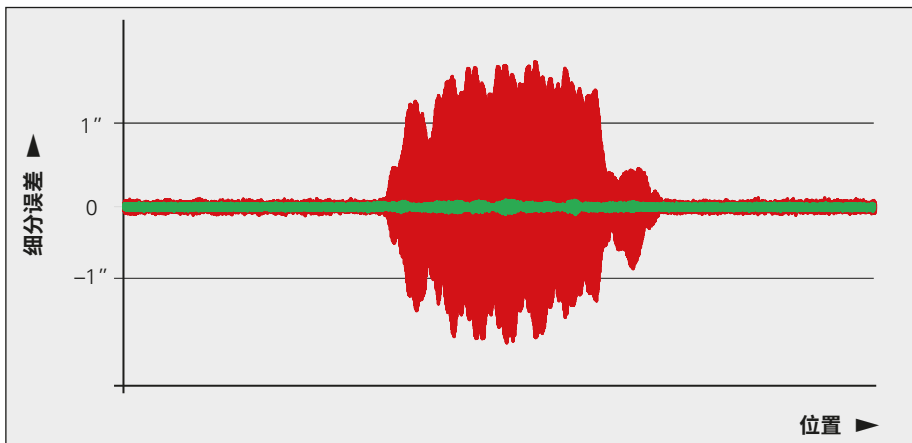


图2：  
水珠类污染对细分误差的影响（RCN 8001：  
绿色：RCN 8000；红色）

8001系列角度编码器可方便地处理直驱电机的绕组温度。可将EIB 5211或EIB 5291S信号转换器安装在直驱电机旁，当场将直驱电机输出的温度信号数字化。RCN发送位置数据，还发送处理后的温度数据，用纯数字接口传给控制系统。

优点包括：

- 简化电缆连接
- 纯数字传输技术
- 监测全部三个绕组，避免直驱电机过载
- 补偿温度测量值的传输时间特性，准确地监测温度（ETEL直驱电机）
- 最大限度利用直驱电机的热负载极限，提高经济性



EIB 5211和RCN 5311的直驱电机的现场温度处理示例。

### 标准化和灵活性

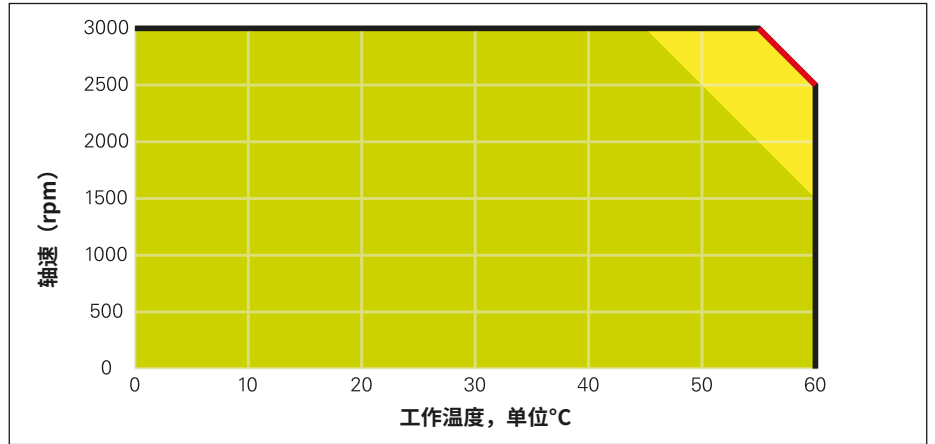
通常，需要将旋转轴搭配不同型号的控制系統一起使用。这时，必须可与相应的接口通信。为避免设计不同版本的旋转轴，充分利用标准化的优势。为此，可用外部信号转换器，例如EIB 3392 S和电缆式EIB 3392 F信号转换器。信号转换器将编码器的纯串行EnDat接口转换为DRIVE-CLiQ和发那科接口信号，显著减少角度编码器版本数量的要求。因此，可减少库存量，提高灵活性。



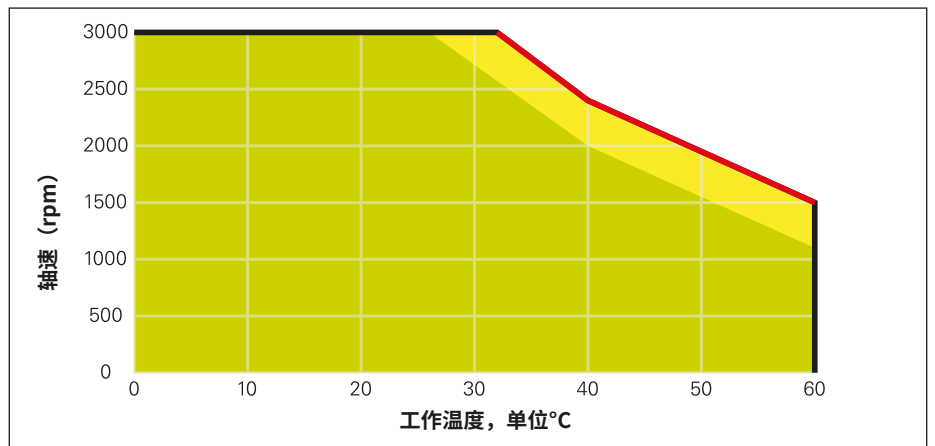
电缆式信号转换器示例（EIB 3392 S）

### 高生产力





工件加工要达到尽可能高的生产力，机床旋转轴必须用高转速运动。RCN的纯串行接口特别支持高旋转速度。RCN 2001和RCN 5001系列角度编码器配纯串行接口，支持高达3000 rpm的轴速，RCN 8001支持1500 rpm。允许的旋转速度主要取决于编码器内部温度，工作时间和工作温度影响编码器内温度。工作温度是指编码器附近的温度，而不是编码器表面的温度。为避免编码器温度过高，RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001配温度传感器。温度传感器测量编码器内的温度并将温度值传给后续电子电路。如果编码器内温度过高（90 °C），将触发报警，机床数控系统启动相应的响应，保护编码器，避免损坏。如果使用EnDat接口和编码器内温度达到86 °C时，提前触发预警bit<sup>1)</sup>。用该bit触发个性化的机床操作，避免加工过程中断。在不同工作温度和轴速情况下进行测试，分析编码器温度后可得到速度曲线图。由这些图可见，允许的轴速与工作温度的关系（适用于连续工作时间达90分钟）。在工作温度关系图中，绿色区域代表允许的轴速，在该轴速下，编码器内的温度对工作不敏感。在黄色区域，轴速和工作温度共同使编码器温度开始触发EnDat接口预警bit。<sup>2)</sup>在红线处，编码器温度达到90 °C，触发报警bit，表示温度过高。



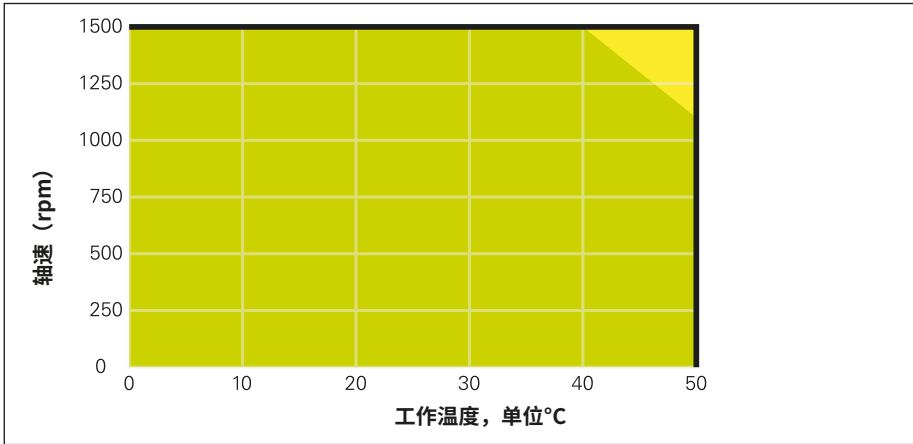
配纯串行接口的RCN 2001系列角度编码器的轴速参考图



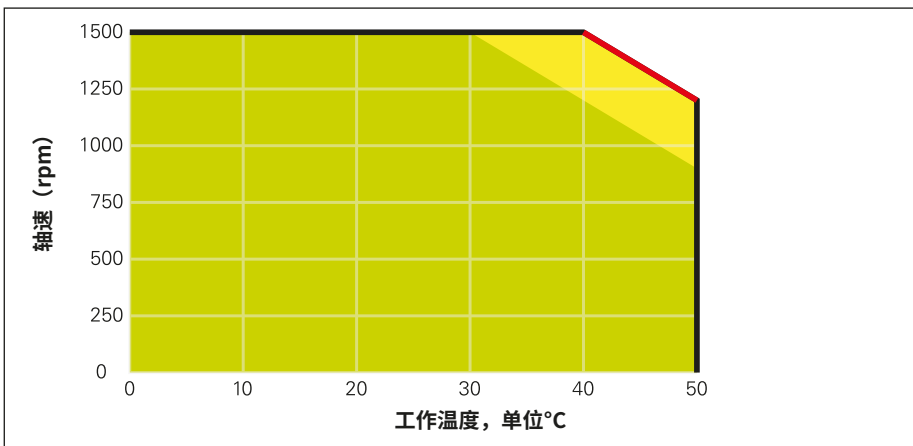
配纯串行接口的RCN 5001系列角度编码器的轴速参考图

-  允许的转速范围<sup>3)</sup>
-  大转速范围，需要编码器温度监测功能<sup>3)</sup>
-  技术条件极限（最高允许的转速和工作温度）<sup>3)</sup>
-  由于编码器温度过高，触发报警bit<sup>3)</sup>

1) 可调预设的工作参数  
2) 86 °C预设温度时  
3) 使用纯串行接口



配空心轴的RCN 8001的轴速参考图 (∅ 60 mm)



配空心轴的RCN 8001的轴速图参考 (∅ 100 mm)

- 允许的转速范围<sup>3)</sup>
- 大转速范围, 需要编码器温度监测功能<sup>3)</sup>
- 技术条件极限 (最高允许的转速和工作温度) <sup>3)</sup>
- 由于编码器温度过高, 触发报警bit<sup>3)</sup>

1) 可调预设的工作参数  
 2) 86 °C预设温度时  
 3) 使用纯串行接口

# 功能安全特性

## 安全轴

机床的运动轴通常是威胁人员安全的严重潜在危险。必须确保机床无任何非受控运动，特别是机床操作员操作机床时（例如，装夹工件时）。安全功能的正常工作需要进给轴的位置信息。数控系统的安全性评估模块检测不正确的位置信息并进行相应地响应。

根据轴的拓扑结构和数控系统的数据处理能力，可考虑多种安全措施。例如，对于单编码器系统，每一个轴只需要处理一路编码器信息进行安全功能的评估。对于双编码器的轴，例如带旋转编码器和角度编码器的旋转轴，数控系统可相互比较两个冗余的位置值。

只有数控系统与编码器相互间正确匹配才能确保故障检测的安全。必须注意的是数控系统制造商的安全性设计各不相同。结果是相连的编码器也必须保持一定程度的不同才能满足要求。

## 型号审定的编码器

海德汉内置轴承角度编码器已成功应用在安全性设计十分不同的数控系统中。特别值得指出的是配EnDat接口的RCN 2001/RCN 5001/RCN 8001角度编码器已通过型号测试。这些编码器可用单编码器系统的工作方式与适当数控系统组合，组合后的系统满足SIL 2控制级别（EN 61508标准）或性能等级“d”（EN ISO 13849标准）的要求。与增量式编码器不同，RCN 2001/RCN5001/RCN8001绝对式角度编码器随时提供安全的绝对位置值，包括开机后或关机后再次启动后立即提供绝对位置值。可靠地传输位置值是基于两路独立生成的绝对位置值和将错误码提供给安全数控系统。纯串行数据传输还提供更多优点，例如更高可靠性、更高精度、诊断功能，简化的连接，更低成本等。

## 标准编码器

除明确标明可用于安全性应用的编码器外，标准角度编码器（例如，发那科接口或1 V<sub>pp</sub>信号）也能用在安全轴上。在这些应用中，编码器的工作特性必须满足特定数控系统的要求。为此，海德汉提供有关各编码器的更多信息（EN 61800-5-2标准中有关故障率、故障模型）。

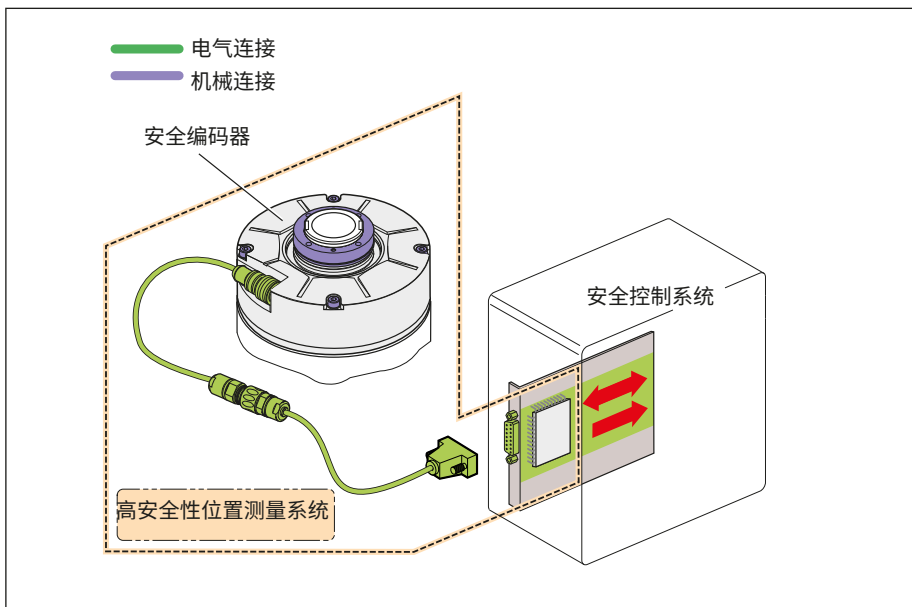
## 使用寿命

除非另有规定，海德汉编码器的设计使用寿命为20年（ISO 13849标准）。

## 更多信息：

有关这些安全特性值，参见编码器技术参数。有关这些特性值的说明，参见“技术信息”文档高安全性位置编码器。

要在高安全性应用中使用标准编码器，海德汉也提供有关各产品的更多信息（EN 61800-5-2标准中有关故障率，故障模型）。



机械连接和电气接口的高安全性位置测量系统

### 机械连接的防松保护

除编码器数据接口关系到安全外，编码器与电机的机械连接也关系到安全。在EN 61800-5-2标准有关电动驱动系统的表D8中，编码器与电机间机械连接的松动属于需要考虑的故障。由于无法确保控制系统可检测到这类故障，多数情况下需要机械连接的防松保护。

可用不同方法连接RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001系列角度编码器进行这类防松保护。外壳或法兰通常用螺栓固定，用空心轴连接时，必须考虑特殊情况。有关该主题和不同技术条件的更多信息，请参见下表。

在编码器与机床轴或客户端的固定件之间，可提供机械连接防松保护。在设计其

它纯客户端连接的机械防松保护中，必须考虑以下编码器扭矩：

$$M_{Max} = J \cdot \alpha + M_{Friction}$$

J: 编码器的转动惯量（转子或定子；参见技术参数）和机械连接的转动惯量（例如，用空心轴加速时的环形螺母和棘轮和用这些连接件连接轴）

$\alpha$ : 应用中的最大角加速度

$M_{Friction}$ : RCN 2001/RCN 5001: 4.5 Nm  
RCN 8001 (Ø 60 mm): 7.5 Nm  
RCN 8001 (Ø 100 mm): 8.5 Nm

机械连接	固定 <sup>1)</sup>	机械连接的安全位置 <sup>2)</sup>	受限技术参数 <sup>3)</sup>
外壳/法兰	RCN 2001/5001: M4 ISO 4762 8.8螺栓 RCN 8001: M5 ISO 4762 8.8螺栓	±0°	参见 <i>安装和辅件</i> 中的 <i>允许角加速度</i>
空心轴 带环形螺母的 联轴器	环形螺母和棘轮 (参见安装)	RCN 2001: ±0.55° RCN 5001: ±0.35° RCN 8001: Ø 60 mm: ±0.15° Ø 100 mm: ±0.10°	
空心轴 前端联轴器	RCN 2001/5001: ISO 4762 8.8 M3螺栓 ISO 8752 - 2.5x10 - 钢弹簧销 RCN 8001: M4 ISO 4762 8.8螺栓 ISO 8752 - 4x10 - 钢弹簧销	RCN 2001: ±0.07° RCN 5001: ±0.06° RCN 8001: ±0.02°	

<sup>1)</sup> 对于螺栓连接，必须使用适当防松保护（安装/服务时）

<sup>2)</sup> 防松保护功能只适用于明确声明的安装方式

<sup>3)</sup> 不同于无机连接的机械防松防护安装

### 更多信息:

遵守以下技术文档中的说明要求，确保编码器工作正确和符合预期：

- 安装说明 RCN 2xx1 1307424 / 1307425  
RCN 5xx1 1307426 / 1307427  
RCN 8xx1 1307428 / 1307429 / 1307430 / 1307431
- 技术信息：高安全性位置测量系统 596632

用于控制系统：

- 安全控制系统的技术要求 533095

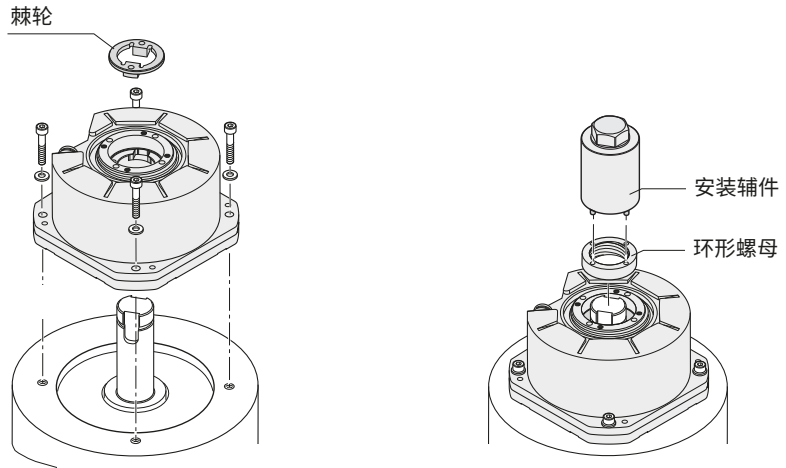
# 安装和辅件

## 带机械防松保护的RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001

用安装法兰和定心环将RCN的外壳牢固连接机器部件的安装面。

### 带环形螺母的联轴器

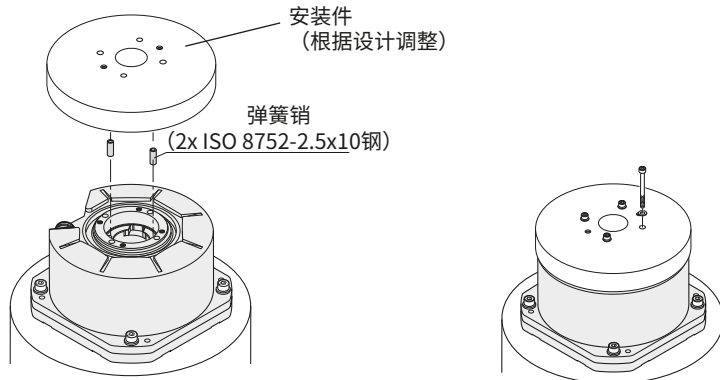
安装期间，将角度编码器的空心轴压配在机床轴上。安装在编码器端面上方的棘轮在编码器与电机间进行机械连接防松保护。然后，用环形螺母紧固，用安装辅件轻松紧固。（有关辅件及其转动惯量，参见第33至35页的辅件）。



带环形螺母和棘轮的联轴器（例如RCN 2001）

### 前端联轴器

特别是在回转工作台，角度编码器在工作台内的安装位置必须使编码器在转子升起后可完全接近。空心轴用前端螺纹孔连接，在连接时，使用特别设计的专用安装件连接（不属于发货范围）。为满足径向跳动和轴向跳动公差要求，必须用孔内圆和平面作为前端联轴器的安装面。用另外的弹簧销在编码器与电机之间进行机械防松保护。



前端联轴器（例如RCN 2001）

### 使用的材料

机床轴和固定件必须使用本表中的材料。

**带机械防松保护的联轴器允许的角加速度**  
根据加速度的作用位置和安装类型，适用于以下角加速度值：

- 通过空心轴和用环形螺母和棘轮连接轴进行加速时，允许的转子角加速度：
  - RCN 2001系列： 20 000 rad/s<sup>2</sup>
  - RCN 5001系列： 25 000 rad/s<sup>2</sup>
  - RCN 8001系列：
    - Ø 60 mm： 4500 rad/s<sup>2</sup>
    - Ø 100 mm： 3500 rad/s<sup>2</sup>
- 通过空心轴和用紧固螺栓和弹簧销在正面连接轴进行加速时，允许的转子角加速度：
  - RCN 2001系列： 5500 rad/s<sup>2</sup>
  - RCN 5001系列： 10 000 rad/s<sup>2</sup>
  - RCN 8001系列：
    - Ø 60 mm： 3000 rad/s<sup>2</sup>
    - Ø 100 mm： 3000 rad/s<sup>2</sup>
- 通过法兰/外壳进行加速时，允许的定子角加速度：
  - RCN 2001系列： 4000 rad/s<sup>2</sup>
  - RCN 5001系列： 2500 rad/s<sup>2</sup>
  - RCN 8001系列：
    - Ø 60 mm： 1000 rad/s<sup>2</sup>
    - Ø 100 mm： 1000 rad/s<sup>2</sup>

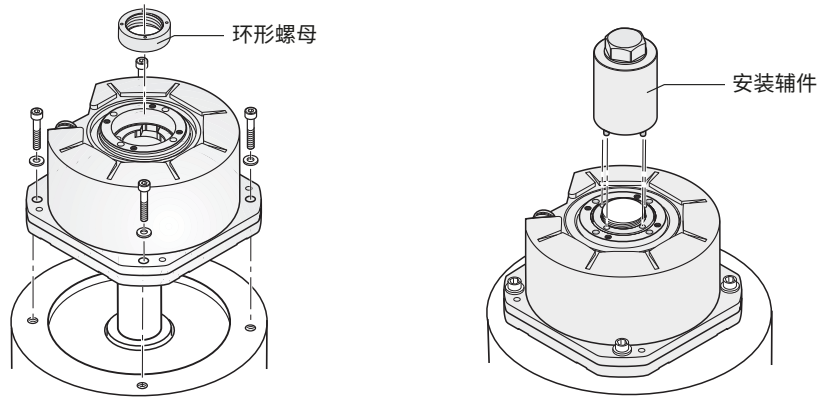
	配合轴	配合定子
<b>材质</b>	黑色金属（铸钢/铸铁材质）	
<b>抗拉强度R<sub>m</sub></b>	≥ 600 N/mm <sup>2</sup>	≥ 250 N/mm <sup>2</sup>
<b>剪切强度τ<sub>B</sub></b>	≥ 390 N/mm <sup>2</sup>	≥ 290 N/mm <sup>2</sup>
<b>接触压力p<sub>G</sub></b>	≥ 660 N/mm <sup>2</sup>	≥ 275 N/mm <sup>2</sup>
<b>弹性模量E</b>	110 000 N/mm <sup>2</sup> 至215 000 N/mm <sup>2</sup>	
<b>热膨胀系数 α<sub>therm</sub> (20 °C时)</b>	10 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> 至 17 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	
<b>安装温度</b>	有关螺栓连接的所有信息均基于15 °C至35 °C的安装温度。	

# 无机械防松保护功能的RCN 2001、RCN 5001和RCN 8001

用安装法兰和定心环将RCN的外壳牢固连接到机器部件的安装面上。

## 带环形螺母的联轴器

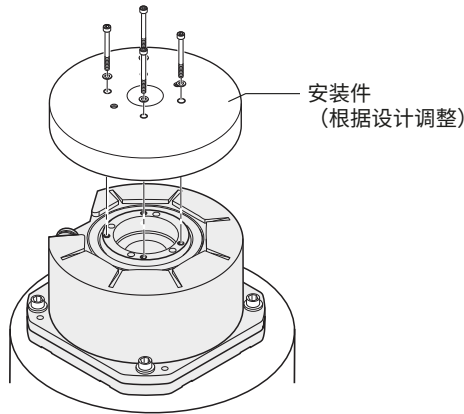
进行安装时，将角度编码器的空心轴插入机床的进给轴并用编码器前端的环形螺母固定。用安装工具可以轻松紧固环形螺母（参见辅件）。



带环形螺母的联轴器（例如RCN 2001）

## 前端联轴器

空心轴用前端螺纹孔连接，在连接时，使用特别设计的专用安装件连接（不属于发货范围）。为满足径向跳动和轴向跳动公差要求，必须用孔内圆和平面作为前端联轴器的安装面。



前端联轴器（例如RCN 2001）

## 使用的材料

机床轴和固定件必须使用本表中的材料。

## 允许的角加速度

转子和定子允许的角加速度为 $1000 \text{ rad/s}^2$ 。

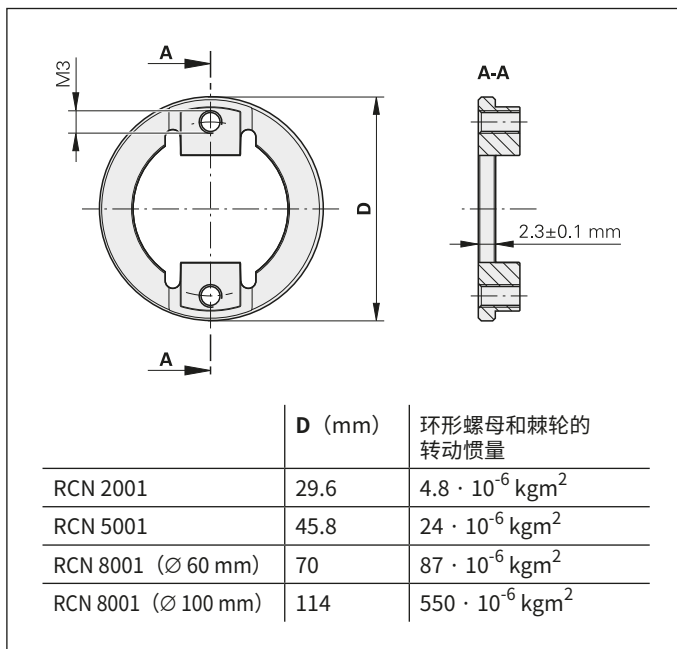
	配合轴	配合定子
材质	黑色金属（铸钢/铸铁材质）	
抗拉强度 $R_m$	$\geq 600 \text{ N/mm}^2$	$\geq 250 \text{ N/mm}^2$
剪切强度 $\tau_B$	$\geq 390 \text{ N/mm}^2$	$\geq 290 \text{ N/mm}^2$
接触压力 $p_G$	$\geq 660 \text{ N/mm}^2$	$\geq 275 \text{ N/mm}^2$
弹性模量E	110 000 $\text{N/mm}^2$ 至215 000 $\text{N/mm}^2$	
热膨胀系数 $\alpha_{\text{therm}}$ (20 °C时)	10 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> 至17 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	
安装温度	有关螺栓连接的所有信息均基于15 °C至35 °C的安装温度。	

# 辅件

## 棘轮

为确保编码器与机床轴间机械连接防松保护的有效性，必须通过环形螺母将棘轮安装到联轴器上。

- RCN 2001的棘轮： ID 817921-01  
 RCN 5001的棘轮： ID 817921-02  
 RCN 8001的棘轮：  
 - 空心轴 (∅ 60 mm)： ID 817921-03  
 - 空心轴 (∅ 100 mm)： ID 817921-04

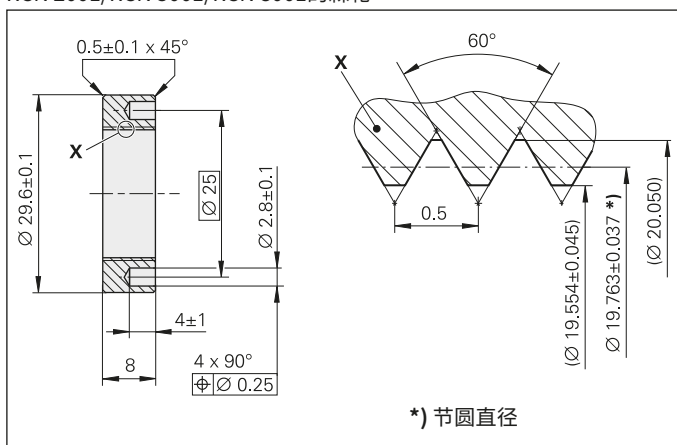


RCN 2001/RCN 5001/RCN 8001的棘轮

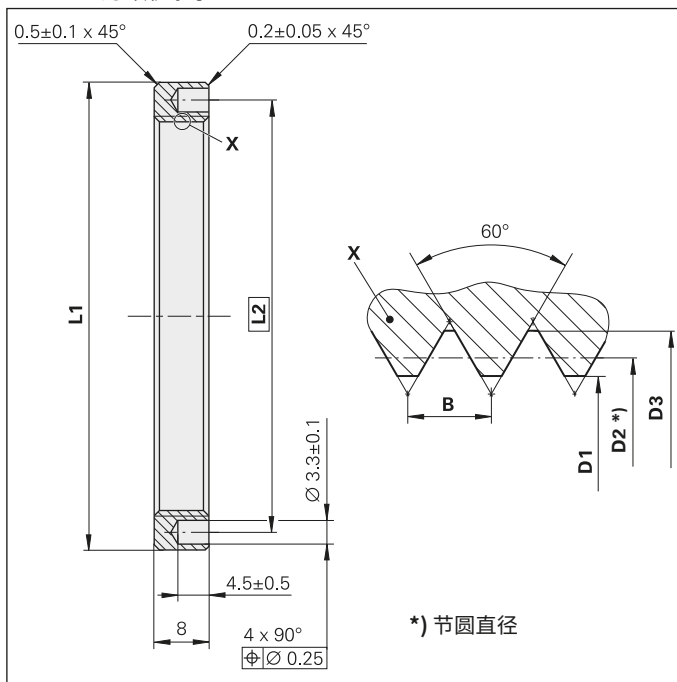
## 环形螺母

为在轴端紧固，海德汉提供一个专用的环形螺母，其轴向间隙小，可随轴上螺纹一起平稳旋转。确保负载均匀分布在联轴器上和避免增加角度编码器空心轴的负载。

- RCN 2001的环形螺母： ID 336669-03  
 RCN 5001的环形螺母： ID 336669-17  
 RCN 8001的环形螺母：  
 - 空心轴 (∅ 60 mm)： ID 336669-11  
 - 空心轴 (∅ 100 mm)： ID 336669-16



RCN 2001的环形螺母



以下的环形螺母	L1	L2	D1	D2	D3	B
RCN 5001	∅ 46±0.2	∅ 40	(∅ 34.052 ±0.075)	∅ 34.463 ±0.053	(∅ 35.24)	1
RCN 8001空心轴∅ 60	∅ 70±0.2	∅ 65	(∅ 59.052 ±0.075)	∅ 59.469 ±0.059	(∅ 60.06)	1
RCN 8001空心轴∅ 100	∅ 114±0.2	∅ 107	(∅ 98.538 ±0.095)	(∅ 99.163 ±0.07)	(∅ 100.067)	1.5

### 海德汉环形螺母的安装工具

该安装工具可紧固环形螺母。该工具的定位销锁定在环形螺母的孔中。用力矩扳手紧固环形螺母，确保紧固扭矩满足要求。

安装工具，用于

- RCN 2001: ID 530334-03
- RCN 5001: ID 530334-17
- RCN 8001:
  - 空心轴 $\varnothing$  60 mm: ID 530334-11
  - 空心轴 $\varnothing$  100 mm: ID 530334-16

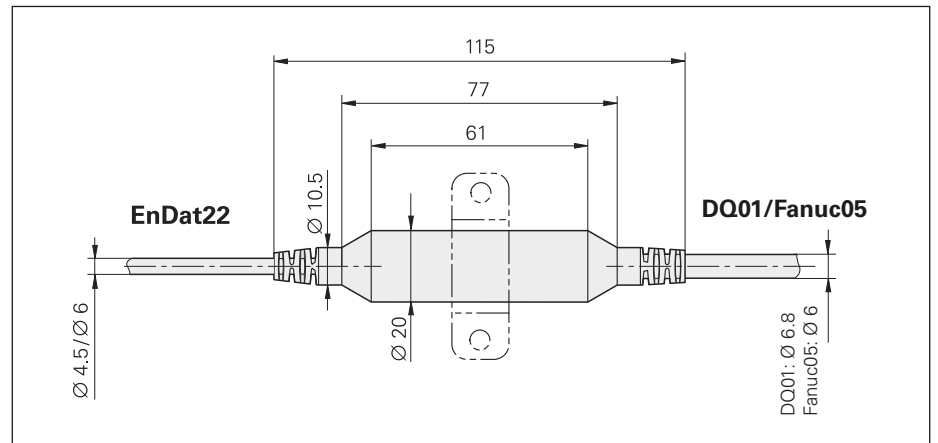


### 电缆式EIB 3392 S信号转换器

EIB 3392 S用于将“EnDat22”订购标识的编码器连接到DRIVE-CLiQ接口上。EIB 3392 F信号转换器可连接发那科接口（有关其分辨率，参见使用的发那科 $\alpha$ i接口）。



EIB 3392 S举例



#### 更多信息：

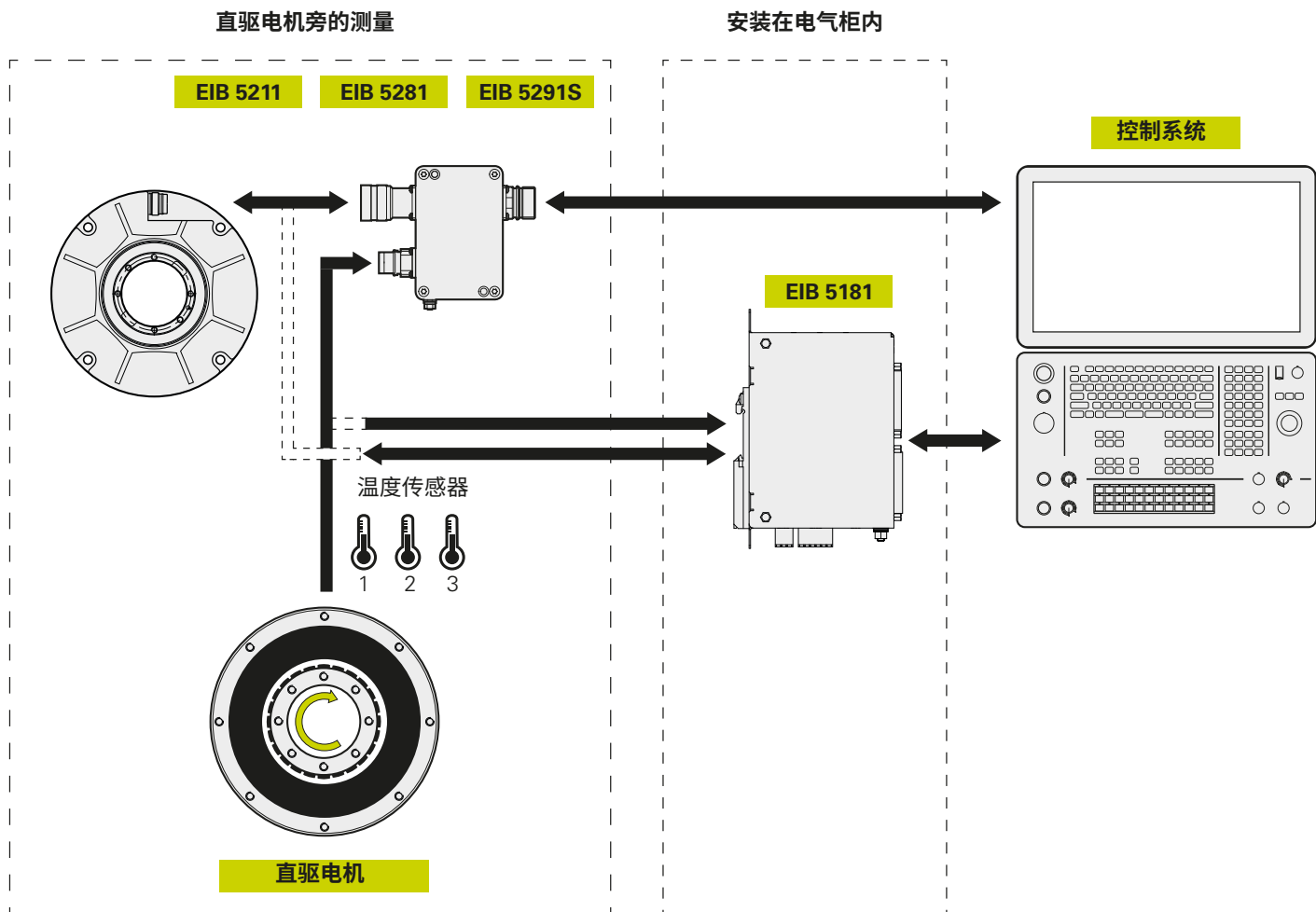
有关电缆式外部接口连接盒的详细信息，参见EIB 3392 S和EIB 3392 F“产品信息”文档。

### 支持在直驱电机处测量温度的EIB 5000信号转换器

EIB 5000系列信号转换器支持在直驱电机处测量温度。为此，EIB 5000连接盒可处理多达三路温度传感器的温度值，补偿温度测量值传输的时间特性（ETEL直驱电机）。将信号处理后的最高温度值提供给上层控制系统。传感器连接盒配海德汉编码器使用后，将处理后的温度值随位置值一起发给上层控制系统。控制系统用温度值优化直驱电机的控制，确保电机在过载时可被快速关闭。

EIB 5000系列信号转换器型号多样，可安装在电气柜（IP20）内和安装在直驱电机旁进行温度测量（IP65）。

编码器接口	后续电子电路接口	EIB 5000版本
EnDat22	EnDat22	EIB 5211 (IP64) EIB 5181 (IP20)；仅用于海德汉数控系统
EnDat22	DRIVE-CLiQ	EIB 5291 S (IP64)；带信号转换器
Fanuc05	Fanuc05	EIB 5211 (IP64)
EnDat02	EnDat02	EIB 5281 (IP64) EIB 5181 (IP20)



### RCN 2001/RCN 5001/RCN 8001与EIB 5211或EIB 5291 S间的适配电缆

PUR适配电缆 $\varnothing 6 \text{ mm}$ ; $4 \times (2 \times 0.09 \text{ mm}^2) + (4 \times 0.16 \text{ mm}^2)$ ; $A_p = 2 \times 0.16 \text{ mm}^2$		
适配电缆带 12针M12快插接头和 12针M12连接器 (针式)		1249072-xx <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 最大电缆长度: 6 m

$A_p$ : 电源线截面积

$\varnothing$ : 电缆直径 (有关弯曲半径, 参见海德汉编码器接口样本)

DRIVE-CLiQ是西门子公司 (Siemens Aktiengesellschaft) 的注册商标。



#### 更多信息:

有关在直驱电机旁测量温度的信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000“产品信息”文档。

# 一般信息

## RCN、ECN、RON、RPN、ROC和ROD系列角度编码器

### 防护等级

除非另有规定，全部RCN、ECN、RON、RPN、ROC和ROD角度编码器都满足EN 60529或IEC 60529标准的IP64防护等级要求。

溅水中不允许含任何对编码器零件有损害的物质。如果标配的IP64防护等级不充分，例如垂直安装时角度编码器的输入轴，应在设计中增加措施保护编码器，例如迷宫密封圈。

RCN、RON、RPN、ROC和ROD系列角度编码器允许连接压缩空气。接入略高于大气压的压缩空气形成**密封空气**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) 标准有关以下质量等级的要求：

- 固体杂质：**1级**  
颗粒大小：**颗粒量/m<sup>3</sup>**  
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**  
(最高含油浓度0.01 mg/m<sup>3</sup>)

为高质量地将密封空气提供给内置轴承角度编码器，每个编码器需要的空气流量为1 l/min至4 l/min。为此，使用带节流阀的海德汉连接件调节空气流量是理想的选择。输入压力保持在 $\approx 1 \cdot 10^5$  Pa (1 bar)，节流阀确保满足要求的空气流量。

### 辅件：

**DA 400压缩空气单元**  
ID 894602-01

### DA 400

海德汉的DA 400压缩空气过滤器净化压缩空气。这是特别设计的空气过滤器，专用于将压缩空气连接光栅尺或编码器。

DA 400提供三级过滤（一级滤芯，二级滤芯和活性炭滤芯）并提供一个带压力表的调压器。压力表和压力开关（辅件）可有效监测密封空气的工作情况。

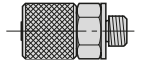
接入DA 400的压缩空气必须符合ISO 8573-1 (2010年版) 标准中有关纯度等级的以下要求：

- 固体杂质：**5级**  
颗粒大小：**颗粒量/m<sup>3</sup>**  
0.1 μm至0.5 μm 未规定  
0.5 μm至1.0 μm 未规定  
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**  
(最高含油浓度：5 mg/m<sup>3</sup>)

角度编码器所需连接件：

### 连接件

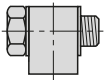
连接管6 x 1  
带节流阀和密封垫  
空气流量：1 l/min至4 l/min  
ID 207835-04



也可用：

### 可转螺纹接头 (90°)

带密封圈  
ID 207834-02



### 更多信息：

更多信息，参见DA 400“产品信息”文档



DA 400

### 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。工作温度是指编码器附近的温度，而不是编码器表面的温度。

而-20°C至60°C的**存放温度范围**适用于该产品在包装中。RPN 886和RON 905角度编码器的存放温度不允许超出-10 °C至50 °C的温度范围。

### 接触防护

必须充分保护旋转件（例如，ROC和ROD的联轴器，RCN、ECN、RON和RPN的环形螺母），避免在工作期间被意外接触。

### 加速度

安装和工作时，角度编码器受到不同类型的加速度作用。

- RCN/ECN/RON/RPN角度编码器的定子和转子**允许的角加速度**为1000 rad/s<sup>2</sup>。在一定程度上，带机械连接防松保护功能的RCN系列角度编码器允许更高值（参见各系列角度编码器有关安装的章节）。
- 对于ROC和ROD系列角度编码器，允许的角加速度取决于联轴器和配合轴（我们可提供进一步信息）。
- 上述**抗振性能**的极限值适用于55 Hz至2000 Hz的频率（EN 60068-2-6），但发生机械共振时除外。
- **冲击和振动负载**最大允许的加速度值（正弦冲击）为6 ms（EN 60068-2-27）的情况下。运输期间，不允许高于1000 m/s<sup>2</sup>（ROD 780/880: 300 m/s<sup>2</sup>）。工作期间的相应值，参见技术参数。任何情况下严禁用锤子或类似工具找正编码器。

### 联轴器的固有频率f<sub>N</sub>

对于ROC和ROD系列角度编码器，转子和联轴器共同组成振动弹性体。对于RCN、ECN、RON和RPN系列角度编码器，还包括定子和定子联轴器。

**固有频率f<sub>N</sub>**应尽可能高。对于RCN、ECN、RON和RPN系列角度编码器，相应技术参数中所述的频率范围是指在此范围内，在测量方向上编码器的固有频率不会导致明显的位置偏差。为确保**ROC和ROD系列角度编码器**达到尽可能高的固有频率，需要使用高扭转刚性C的**联轴器**。

$$f_N = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{C}{I}}$$

- f<sub>N</sub>: 固有频率，单位Hz  
C: 联轴器的扭转刚性，单位Nm/rad  
I: 转子转动惯量，单位kgm<sup>2</sup>

如果工作中有径向及/或轴向加速度，编码器的轴承、编码器的定子和联轴器的刚性也需要较大。如果应用中有这样负载，海德汉建议联系海德汉总部。

### 长期存放条件

如果编码器的存放时间超过12个月，海德汉建议遵守以下各点：

- 将编码器存放在原包装中。
- 存放地应干燥、无尘和有温度控制。无任何振动、机械冲击或化学影响。
- 只要内置轴承编码器在12个月内未被使用，用低轴速转动轴，且轴在转动中无任何轴向或径向负载，目的是均匀润滑轴承（例如，如同编码器的首次磨合）。

### 补偿电流

流过编码器轴承的补偿电流影响编码器功能，因此不允许补偿电流。

### RoHS

海德汉已对自己的产品进行测试，确保这些产品中不含有害物质，满足欧洲指令2002/95/EC（RoHS）和2002/96/EC（WEEE）的要求。有关制造商的RoHS声明，请咨询销售代理商。

### 损耗件

海德汉光栅尺或编码器的设计允许长期工作。不需要进行预防性维护。但是根据应用和部署方式，海德汉光栅尺或编码器不可避免地会磨损零件。特别是以下零件：

- LED光源
- 反复弯曲的电缆
- 内置轴承编码器，还有：
- 轴承
- 旋转编码器和角度编码器的转轴密封圈
- 封闭式直线光栅尺的密封条

### 系统测试

海德汉公司的光栅尺或编码器通常是整个系统的一部分。对于任何编码器技术参数，这类应用都需要**全系统综合测试**。本样本中的技术参数仅适用于光栅尺或编码器，而非整个系统。如果光栅尺或编码器的使用超出指定的范围或非正常使用和用于非目的用途，其风险完全由用户自己承担。

### 安装

安装期间必须执行的操作步骤和需要的尺寸，请见随设备一起提供的安装说明。本样本中所有与安装有关的信息仅供参考，不具约束力；也不构成合同内容。

### 更多信息：

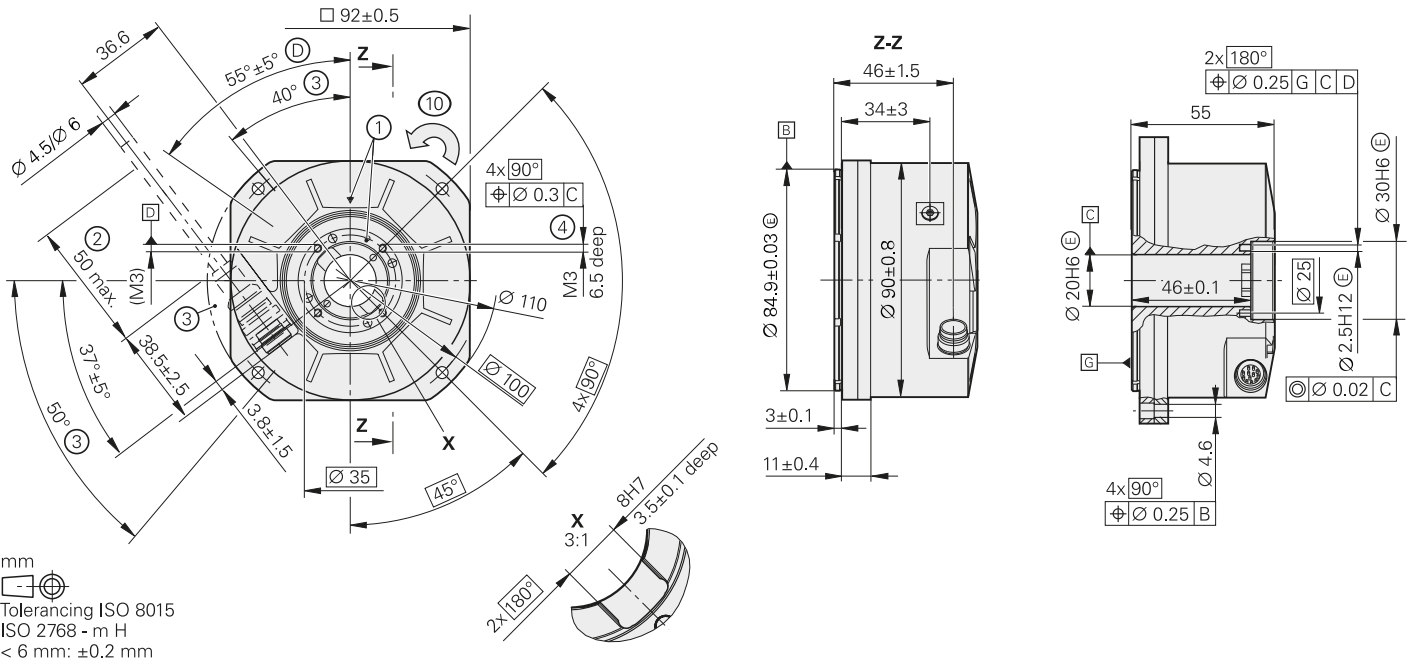
请遵守以下设计规划和组装文档的要求：

- 样本： **电缆和接头**
- 样本： **海德汉编码器接口**
- 编码器的“**安装说明**”
- 适配电缆的“**安装说明**”

# RCN 2001系列



新一代绝对式角度编码器

- 系统精度：±2"和±4"
- 直驱电机温度的传输
- 带温度传感器
- 适用于高轴速应用
- 空心轴：Ø 20 mm



- = 配合轴的轴承
- ⊙ = 压缩空气进气口
- ⊕ = 要求的配合尺寸
- 1 = 0°位置标记±5°
- 2 = 电缆支撑
- 3 = 客户端可用空间
- 4 = 螺纹结合尺寸：4.5 mm ±0.5 mm (M3圆柱头螺栓；更多信息，参见安装说明)
- 5 = 辅件：环形螺母 (ID 336669-03)
- 6 = 辅件：棘轮 (ID 817921-01)
- 7 = 螺纹结合尺寸：8 mm ±1 mm (M4x20圆柱头螺栓；更多信息，参见安装说明)
- 8 = 2个弹簧销：ISO 8752 - 2.5x10 - 钢
- 9 = 如果使用弹簧销，另提供M3拆卸螺纹
- 10 = 位置值增加的轴旋转方向
- 11 = 所示公差含安装公差和热膨胀；不允许动态窜动



技术参数	绝对式 RCN 2511 	RCN 2311 
测量基准	DIADUR圆光栅码盘带绝对和增量刻轨 (16 384线)	
系统精度	±2"	±4"
单信号周期位置误差	≤ ±0.3"	≤ ±0.4"
功能安全特性 适用于	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIL 2, 基于EN 61508标准 (更多测试基础: EN 61800-5-2)</li> <li>• 3级, PL “d”, 基于EN ISO 13849-1:2015</li> </ul>	
PFH	≤ 25 · 10 <sup>-9</sup> (海拔高度可达2000 m)	
安全位置 <sup>1)</sup>	编码器: ± 0.22° (安全测量步距SM = 0.088°) 机械连接: 外壳/法兰和空心轴连接的防松保护 (参见第30和第28页的功能安全特性和安装和辅件部分)	
接口	EnDat 2.2	
订购标识	EnDat22	
位置数/圈	268 435 456 (28 bit)	67 108 864 (26 bit)
电气允许转速	≤ 3000 rpm, 连续位置值	
时钟频率 计算时间 t <sub>cal</sub>	≤ 16 MHz ≤ 5 μs	
直驱电机温度测量 <sup>2)</sup>	可用海德汉EIB 5000信号转换器 (参见第34页)	
电气连接	独立适配电缆, 通过快插接头可连接编码器	
电缆长度	≤ 100 m (用海德汉电缆; 时钟频率≤ 8 MHz)	
供电电压	DC 3.6 V至14 V	
功率消耗 <sup>3)</sup> (最大)	3.6 V: ≤ 1.1 W 14 V: ≤ 1.3 W	
轴	空心轴 (∅ 20 mm)	
机械允许轴速 (恒速运动 达90分钟时间)	≤ 3000 rpm (工作温度为40 °C时; 更多信息, 参见第26页的允许轴速)	
启动扭矩 (20 °C时)	≤ 0.08 Nm (典型值)	
转动惯量	转子 (空心轴): 180 · 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup> 定子 (外壳/法兰): 670 · 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>	
被测轴允许的轴向窜动	轴向: ± 0.3 mm <sup>4)</sup> 径向: ∅ 0.2 mm同轴度和工作期间, 0.04 mm径向跳动 (分别相对配合轴的轴承轴线)	
固有频率	≥ 1000 Hz	
振动55 Hz至2000 Hz 冲击6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)	
工作温度	0 °C至60 °C	
防护等级EN 60529	IP64	
质量	≈ 1.1 kg	

<sup>1)</sup> 位置值比较后, 在后续电子电路中可能还有其它误差 (请联系后续电子电路制造商)

<sup>2)</sup> 有关直驱电机温度测量信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000“产品信息”文档

<sup>3)</sup> 参见海德汉编码器接口样本中的一般电气信息

<sup>4)</sup> 该范围含安装公差和热膨胀; 不允许动态窜动

技术参数	绝对式			
	RCN 2581 RCN 2381	RCN 2591 F RCN 2391 F	RCN 2591 M RCN 2391 M	RCN 2591 P RCN 2391 P
测量基准	DIADUR圆光栅码盘带绝对和增量刻轨 (16 384线)			
系统精度	RCN 25x1: $\pm 2''$ RCN 23x1: $\pm 4''$			
单信号周期位置误差	RCN 2581: $\leq \pm 0.4''$ RCN 2381: $\leq \pm 0.4''$	RCN 25x1: $\leq \pm 0.3''$ RCN 23x1: $\leq \pm 0.4''$		
接口	EnDat 2.2	发那科串行接口 $\alpha$ i接口 <sup>1)</sup>	三菱高速接口	松下串行接口
订购标识	EnDat02	Fanuc05	Mit03-4	Pana02
位置值/圈 <sup>1)</sup>	RCN 25x1: 268 435 456 (28 bit) RCN 23x1: 67 108 864 (26 bit)			
电气允许转速	$\leq 1500$ rpm, 连续位置值	$\leq 3000$ rpm, 连续位置值		
时钟频率 计算时间 $t_{cal}$	$\leq 2$ MHz $\leq 8$ $\mu$ s	-		
增量信号 截止频率-3 dB	$\sim 1$ V <sub>pp</sub> $\geq 400$ kHz	-		
直驱电机温度测量 <sup>2)</sup>	可用海德汉EIB 5000信号转换器 (参见第34页)		-	
电气连接	独立适配电缆, 通过快插接头可连接编码器			
电缆长度 <sup>3)</sup>	$\leq 150$ m	$\leq 50$ m	$\leq 30$ m	
供电电压	DC 3.6 V至14 V			
功率消耗 <sup>4)</sup> (最大)	3.6 V: $\leq 1.1$ W 14 V: $\leq 1.3$ W			
轴	空心轴 ( $\varnothing 20$ mm)			
机械允许轴速 (恒速运动 达90分钟时间)	RCN 2x81: $\leq 1500$ rpm RCN 2x91: $\leq 3000$ rpm (工作温度为40 °C时; 更多信息, 参见第26页的允许轴速)			
启动扭矩 (20 °C时)	典型值 $\leq 0.08$ Nm			
转动惯量	转子 (空心轴): $180 \cdot 10^{-6}$ kgm <sup>2</sup> ; 定子 (外壳/法兰): $670 \cdot 10^{-6}$ kgm <sup>2</sup>			
被测轴允许的轴向窜动	轴向: $\pm 0.3$ mm <sup>5)</sup> 径向: $\varnothing 0.2$ mm同轴度和0.04 mm径向跳动, 工作期间 (分别相对配合轴的轴承轴线)			
固有频率	$\geq 1000$ Hz			
振动55 Hz至2000 Hz 冲击6 ms	$\leq 200$ m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) $\leq 200$ m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)			
工作温度	0 °C至60 °C			
防护等级EN 60529	IP64			
质量	$\approx 1.1$ kg			

<sup>1)</sup> 用发那科 $\alpha$ 接口, 工作期间分辨率降低; RCN 2591 F: 134 217 728 (27 bit); RCN 2391 F: 8388 608 (23 bit)

<sup>2)</sup> 有关直驱电机温度测量信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000“产品信息”文档

<sup>3)</sup> 海德汉电缆 $\leq 8$  MHz

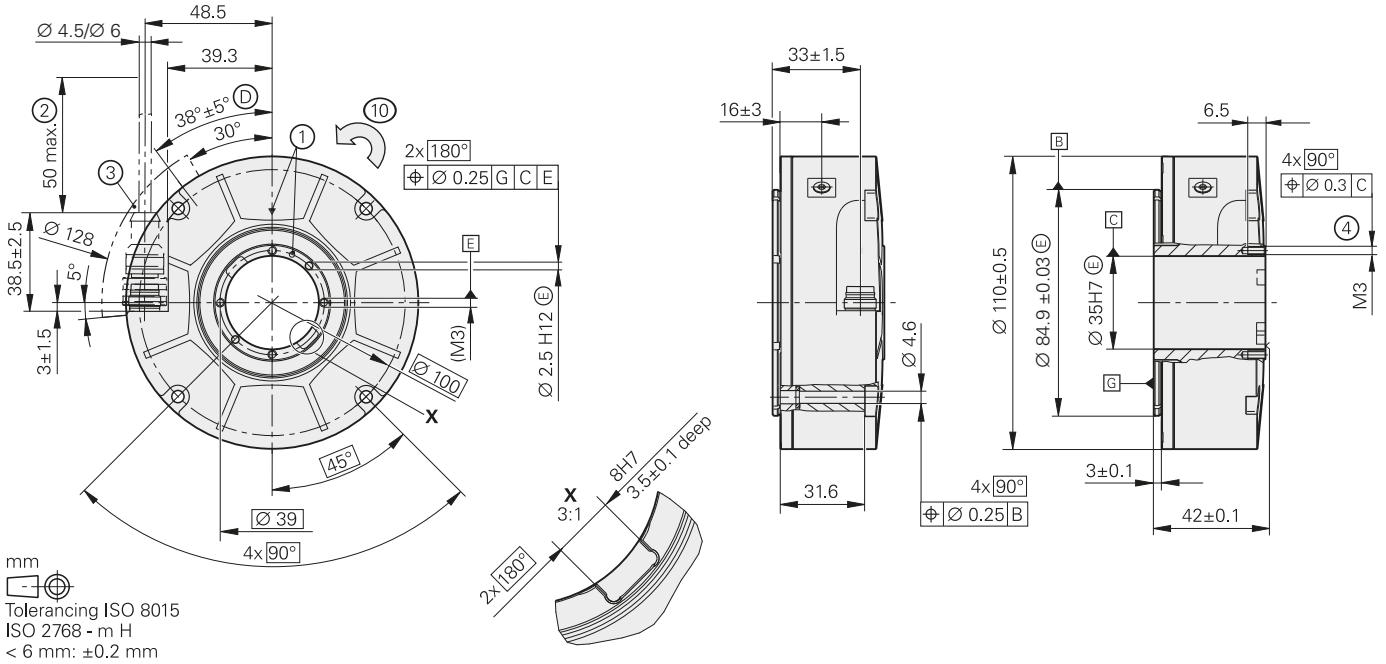
<sup>4)</sup> 参见海德汉编码器接口样本中的一般电气信息

<sup>5)</sup> 该范围含安装公差和热膨胀; 不允许动态窜动

# RCN 5001系列

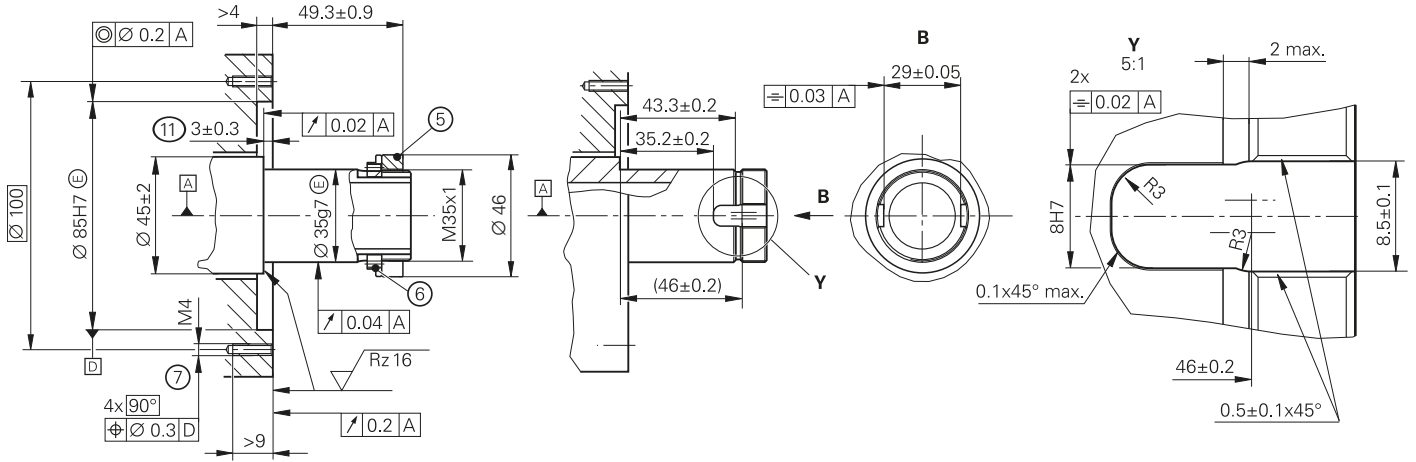
新一代绝对式角度编码器

- 系统精度：±2"和±4"
- 直驱电机温度的传输
- 带温度传感器
- 适用于高轴速应用
- 空心轴：Ø 35 mm

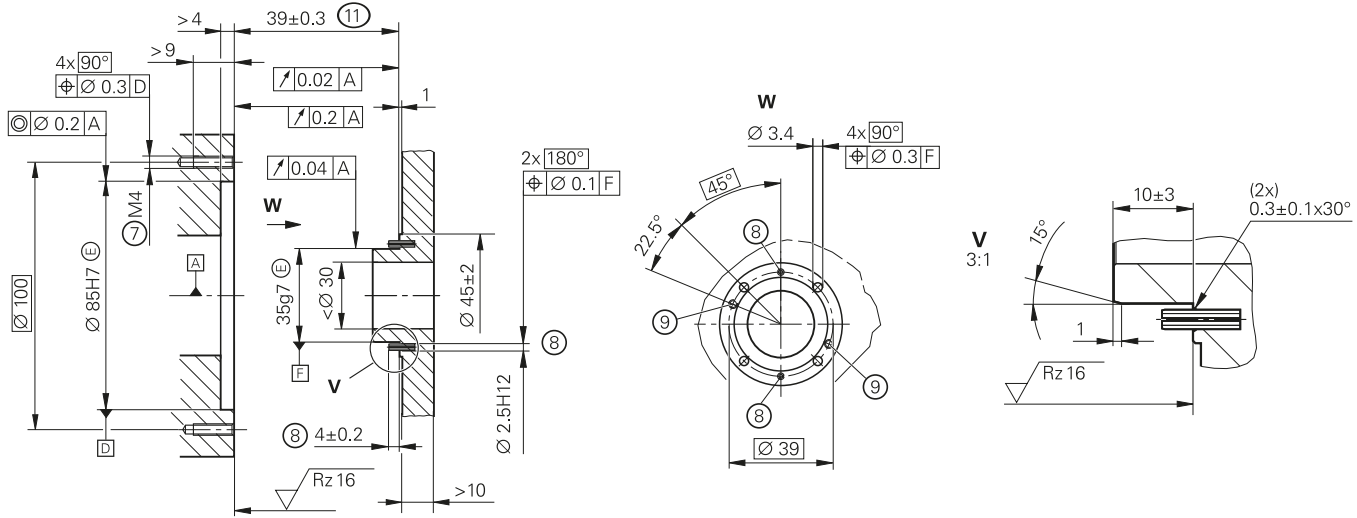


- = 配合轴的轴承
- ⊙ = 压缩空气进气口
- ⊕ = 要求的配合尺寸
- 1 = 0°位置标记±5°
- 2 = 电缆支撑
- 3 = 客户端可用空间
- 4 = 螺纹结合尺寸：4.5 mm ±0.5 mm (M3圆柱头螺栓；更多信息，参见安装说明)
- 5 = 辅件：环形螺母 (ID 336669-17)
- 6 = 辅件：棘轮 (ID 817921-02)
- 7 = 螺纹结合尺寸：8 mm ±1 mm (M4x20圆柱头螺栓；更多信息，参见安装说明)
- 8 = 2个弹簧销：ISO 8752 - 2.5x10 - 钢
- 9 = 如果使用弹簧销，另提供M3拆卸螺纹
- 10 = 位置值增加的轴旋转方向
- 11 = 所示公差含安装公差和热膨胀；不允许动态窜动

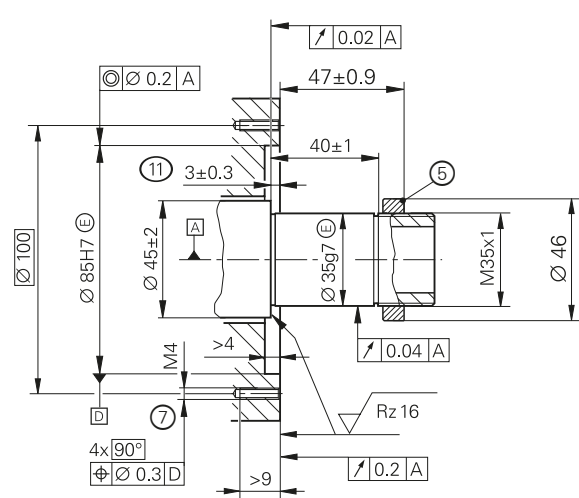
带环螺母和棘轮的联轴器 (带机械防松保护) ③



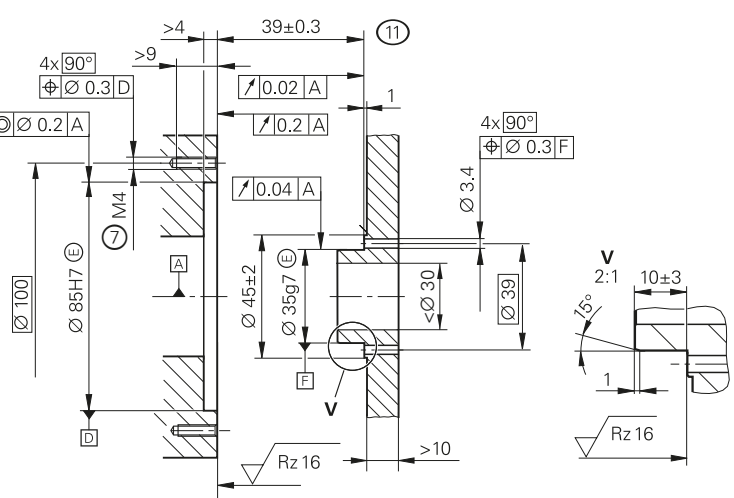
前端联轴器 (带机械防松保护) ③



带环螺母联轴器 (无机械防松保护) ③



前端联轴器 (无机械防松保护) ③



技术参数	绝对式 RCN 5511 	RCN 5311 
测量基准	DIADUR圆光栅码盘带绝对和增量刻轨 (16 384线)	
系统精度	±2"	±4"
单信号周期位置误差	≤ ±0.3"	≤ ±0.4"
功能安全特性 适用于	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIL 2, 基于EN 61508标准 (更多测试基础: EN 61800-5-2)</li> <li>• 3级, PL "d", 基于EN ISO 13849-1:2015</li> </ul>	
PFH	≤ 25 · 10 <sup>-9</sup> (海拔高度可达2000 m)	
安全位置 <sup>1)</sup>	编码器: ± 0.22° (安全测量步距SM = 0.088°) 机械连接: 外壳/法兰和空心轴连接的防松保护 (参见第30和第28页的功能安全特性和安装和辅件部分)	
接口	EnDat 2.2	
订购标识	EnDat22	
每圈位置数	268 435 456 (28 bit)	67 108 864 (26 bit)
电气允许转速	≤ 3000 rpm, 连续位置值	
时钟频率 计算时间 t <sub>cal</sub>	≤ 16 MHz ≤ 5 μs	
直驱电机温度测量 <sup>2)</sup>	可用海德汉EIB 5000信号转换器 (参见第34页)	
电气连接	独立适配电缆, 通过快插接头可连接编码器	
电缆长度	≤ 100 m (用海德汉电缆; 时钟频率≤ 8 MHz)	
供电电压	DC 3.6 V至14 V	
功率消耗 <sup>3)</sup> (最大)	3.6 V: ≤ 1.1 W 14 V: ≤ 1.3 W	
轴	空心轴 (∅ 35 mm)	
机械允许轴速 (恒速运动 达90分钟时间)	≤ 2000 rpm (工作温度为40 °C时; 更多信息, 参见第26页的允许轴速)	
启动扭矩 (20 °C时)	≤ 0.2 Nm (典型值)	
转动惯量	转子 (空心轴): 130 · 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup> 定子 (外壳/法兰): 1010 · 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>	
被测轴允许的轴向窜动	轴向: ± 0.3 mm <sup>4)</sup> 径向: ∅ 0.2 mm同轴度和工作期间, 0.04 mm径向跳动 (分别相对配合轴的支撑轴)	
固有频率	≥ 1000 Hz	
振动55 Hz至2000 Hz 冲击6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)	
工作温度	0 °C至60 °C	
防护等级EN 60529	IP64	
质量	≈ 0.9 kg	

1) 位置值比较后, 在后续电子电路中可能还有其它误差 (请联系后续电子电路制造商)

2) 有关直驱电机温度测量信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000“产品信息”文档

3) 参见海德汉编码器接口样本中的一般电气信息

4) 该范围含安装公差和热膨胀; 不允许动态窜动

技术参数	绝对式 RCN 5581 RCN 5381	RCN 5591 F RCN 5391 F	RCN 5591 M RCN 5391 M	RCN 5591 P RCN 5391 P
测量基准	DIADUR圆光栅码盘带绝对和增量刻轨 (16 384线)			
系统精度	RCN 55x1: $\pm 2''$ RCN 53x1: $\pm 4''$			
单信号周期位置误差	RCN 5581: $\leq \pm 0.4''$ RCN 5381: $\leq \pm 0.4''$	RCN 55x1: $\leq \pm 0.3''$ RCN 53x1: $\leq \pm 0.4''$		
接口	EnDat 2.2	发那科串行接口 $\alpha$ i接口 <sup>1)</sup>	三菱高速接口	松下串行接口
订购标识	EnDat02	Fanuc05	Mit03-4	Pana02
位置数/圈 <sup>1)</sup>	RCN 55x1: 268 435 456 (28 bit) RCN 53x1: 67 108 864 (26 bit)			
电气允许转速	$\leq 1500$ rpm, 连续位置值	$\leq 3000$ rpm, 连续位置值		
时钟频率 计算时间 $t_{cal}$	$\leq 2$ MHz $\leq 8$ $\mu$ s	-		
增量信号 截止频率-3 dB	$\sim 1$ V <sub>pp</sub> $\geq 400$ kHz	-		
直驱电机温度测量 <sup>2)</sup>	可用海德汉EIB 5000信号转换器 (参见第34页)		-	
电气连接	独立适配电缆, 通过快插接头可连接编码器			
电缆长度 <sup>3)</sup>	$\leq 150$ m	$\leq 50$ m	$\leq 30$ m	
供电电压	DC 3.6 V至14 V			
功率消耗 <sup>4)</sup> (最大)	3.6 V: $\leq 1.1$ W 14 V: $\leq 1.3$ W			
轴	空心轴 ( $\varnothing 35$ mm)			
机械允许轴速 (恒速运动 达90分钟时间)	RCN 5x81: $\leq 1500$ rpm (工作温度 $\leq 50$ °C) $\leq 1200$ rpm (工作温度 $> 50$ °C) RCN 5x91: $\leq 2000$ rpm (工作温度为40 °C时; 更多信息, 参见第26页的允许轴速)			
启动扭矩 (20 °C时)	典型值 $\leq 0.2$ Nm			
转动惯量	转子 (空心轴): $130 \cdot 10^{-6}$ kgm <sup>2</sup> ; 定子 (外壳/法兰): $1010 \cdot 10^{-6}$ kgm <sup>2</sup>			
被测轴允许的轴向窜动	轴向: $\pm 0.3$ mm <sup>5)</sup> 径向: $\varnothing 0.2$ mm同轴度和0.04 mm径向跳动, 工作期间 (分别相对配合轴的轴承轴线)			
固有频率	$\geq 1000$ Hz			
振动55 Hz至2000 Hz 冲击6 ms	$\leq 200$ m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) $\leq 200$ m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)			
工作温度	0 °C至60 °C			
防护等级EN 60529	IP64			
质量	$\approx 0.9$ kg			

<sup>1)</sup> 用发那科 $\alpha$ 接口, 工作期间分辨率降低; RCN 5591 F: 134217728 (27 bit); RCN 5391 F: 8388608 (23 bit)

<sup>2)</sup> 有关直驱电机温度测量信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000“产品信息”文档

<sup>3)</sup> 海德汉电缆 $\leq 8$  MHz

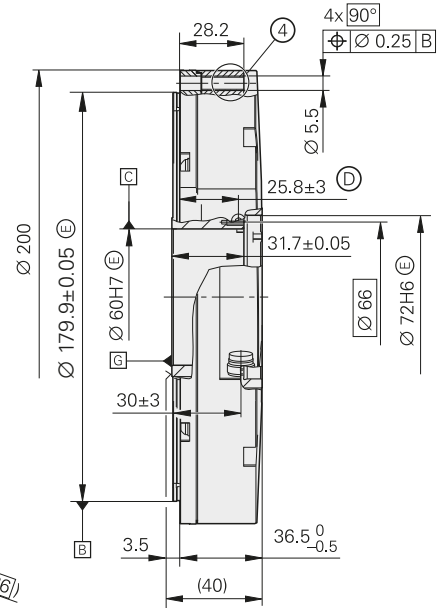
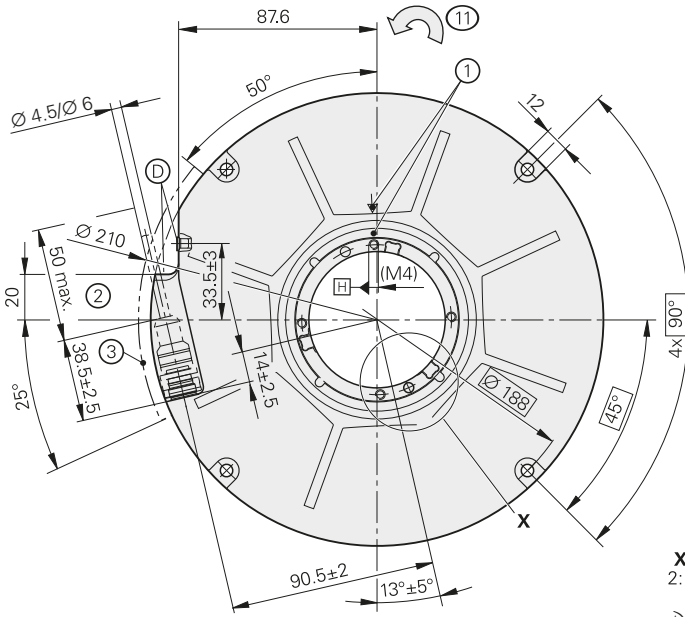
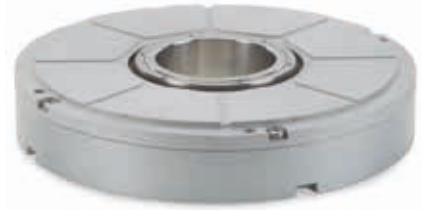
<sup>4)</sup> 参见海德汉编码器接口样本中的一般电气信息

<sup>5)</sup> 该范围含安装公差和热膨胀; 不允许动态窜动

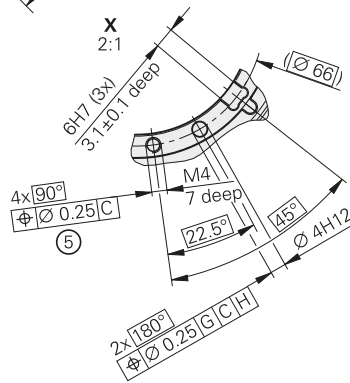
# RCN 8001系列

新一代绝对式角度编码器

- 系统精度：±1"和±2"
- 直驱电机温度的传输
- 带温度传感器
- 适用于高轴速应用
- 空心轴：Ø 60 mm



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



- = 配合轴的轴承
- ⊙ = 压缩空气进气口
- ⊕ = 要求的配合尺寸
- 1 = 0°位置标记±5°
- 2 = 电缆支撑
- 3 = 客户端可用空间
- 4 = 图中已旋转45°
- 5 = 螺纹结合尺寸：5.5 mm ± 0.5 mm (M4圆柱头螺栓；更多信息，参见安装说明)
- 6 = 辅件：环形螺母 (ID 336669-11)
- 7 = 辅件：棘轮 (ID 817921-03)
- 8 = 螺纹结合尺寸：11 mm ± 1 mm (M5x40圆柱头螺栓；更多信息，参见安装说明)
- 9 = 2个弹簧销：ISO 8752 - 4x10 - 钢
- 10 = 如果使用弹簧销，另提供M4拆卸螺纹
- 11 = 位置值增加的轴旋转方向
- 12 = 所示公差含安装公差和热膨胀；不允许动态窜动



技术参数	绝对式 RCN 8511 	RCN 8311 
测量基准	DIADUR圆光栅码盘带绝对和增量刻轨 (32 768线)	
系统精度	±1"	±2"
单信号周期位置误差	≤ ±0.15"	≤ ±0.2"
功能安全特性 适用于	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIL 2, 基于EN 61508标准 (更多测试基础: EN 61800-5-2)</li> <li>• 3级, PL “d”, 基于EN ISO 13849-1:2015</li> </ul>	
PFH	≤ 25 · 10 <sup>-9</sup> (海拔高度可达2000 m)	
安全位置 <sup>1)</sup>	编码器: ± 0.11° (安全测量步距SM = 0.044°) 机械连接: 外壳/法兰和空心轴连接的防松保护 (参见第30和第28页的功能安全特性和安装和辅件部分)	
接口	EnDat 2.2	
订购标识	EnDat22	
每圈位置数	536870912 (29 bit)	
电气允许转速	≤ 1500 rpm, 连续位置值	
时钟频率 计算时间 t <sub>cal</sub>	≤ 16 MHz ≤ 5 μs	
直驱电机温度测量 <sup>2)</sup>	可用海德汉EIB 5000信号转换器 (参见第34页)	
电气连接	独立适配电缆, 通过快插接头可连接编码器	
电缆长度	≤ 100 m (用海德汉电缆; 时钟频率≤ 8 MHz)	
供电电压	DC 3.6 V至14 V	
功率消耗 <sup>3)</sup> (最大)	3.6 V: ≤ 1.1 W 14 V: ≤ 1.3 W	
轴	空心轴 (∅ 60 mm)	
机械允许轴速 (恒速运动 达90分钟时间)	≤ 1500 rpm (工作温度为40 °C时; 更多信息, 参见第26页的允许轴速)	
启动扭矩 (20 °C时)	≤ 0.7 Nm (典型值)	
转动惯量	转子 (空心轴): 1.22 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup> 定子 (外壳/法兰): 11 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	
被测轴允许的轴向窜动	轴向: ± 0.3 mm <sup>4)</sup> 径向: ∅ 0.2 mm同轴度和工作期间, 0.04 mm径向跳动 (分别相对配合轴的支撑轴)	
固有频率	≥ 900 Hz	
振动55 Hz至2000 Hz 冲击6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)	
工作温度	0 °C至50 °C	
防护等级EN 60529	IP64	
质量	≈ 2.8 kg	

1) 位置值比较后, 在后续电子电路中可能还有其它误差 (请联系后续电子电路制造商)

2) 有关直驱电机温度测量信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000 “产品信息” 文档

3) 参见海德汉编码器接口样本中的一般电气信息

4) 该范围含安装公差和热膨胀; 不允许动态窜动

技术参数	绝对式			
	RCN 8581 RCN 8381	RCN 8591 F RCN 8391 F	RCN 8591 M RCN 8391 M	RCN 8591 P RCN 8391 P
测量基准	DIADUR圆光栅码盘带绝对和增量刻轨 (32 768线)			
系统精度	RCN 85x1: ±1" RCN 83x1: ±2"			
单信号周期位置误差	RCN 8581: ≤ ±0.2" RCN 8381: ≤ ±0.2"	RCN 85x1: ≤ ±0.15" RCN 83x1: ≤ ±0.2"		
接口	EnDat 2.2	发那科串行接口 αi接口 <sup>1)</sup>	三菱高速接口	松下串行接口
订购标识	EnDat02	Fanuc05	Mit03-4	Pana02
位置值/圈 <sup>1)</sup>	536870912 (29 bit)			
电气允许转速	≤ 750 rpm, 连续位置值	≤ 1500 rpm, 连续位置值		
时钟频率 计算时间 t <sub>cal</sub>	≤ 2 MHz ≤ 8 μs	-		
增量信号 截止频率-3 dB	~ 1 V <sub>pp</sub> ≥ 400 kHz	-		
直驱电机温度测量 <sup>2)</sup>	可用海德汉EIB 5000信号转换器 (参见第34页)		-	
电气连接	独立适配电缆, 通过快插接头可连接编码器			
电缆长度 <sup>3)</sup>	≤ 150 m	≤ 50 m	≤ 30 m	
供电电压	DC 3.6 V至14 V			
功率消耗 <sup>4)</sup> (最大)	3.6 V: ≤ 1.1 W 14 V: ≤ 1.3 W			
轴	空心轴 (∅ 60 mm)			
机械允许轴速 (恒速运动 达90分钟时间)	RCN 8x81: ≤ 750 rpm RCN 8x91: ≤ 3000 rpm (工作温度为40 °C时; 更多信息, 参见第26页的允许轴速)			
启动扭矩 (20 °C时)	典型值≤ 0.7 Nm			
转动惯量	转子 (空心轴): 1.22 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup> 定子 (外壳/法兰): 11 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>			
被测轴允许的轴向窜动	轴向: ±0.3 mm <sup>5)</sup> 径向: ∅ 0.2 mm同轴度和0.04 mm径向跳动, 工作期间 (分别相对配合轴的轴承轴线)			
固有频率	≥ 900 Hz			
振动55 Hz至2000 Hz 冲击6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)			
工作温度	0 °C至50 °C			
防护等级EN 60529	IP64			
质量	≈ 2.8 kg			

<sup>1)</sup> 用发那科α接口, 工作期间分辨率降低; RCN 8x91 F: 134217728 (27 bit)

<sup>2)</sup> 有关直驱电机温度测量信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000“产品信息”文档

<sup>3)</sup> 海德汉电缆≤ 8 MHz

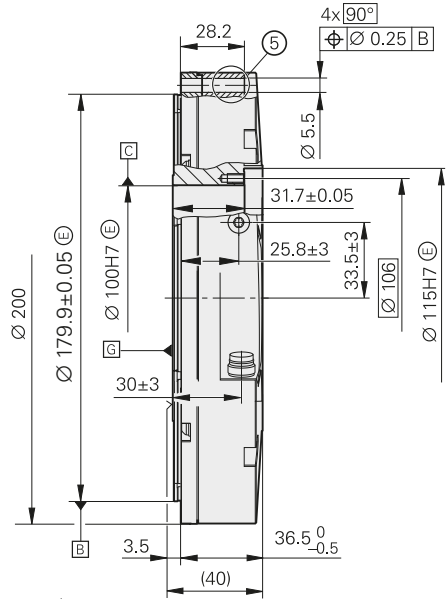
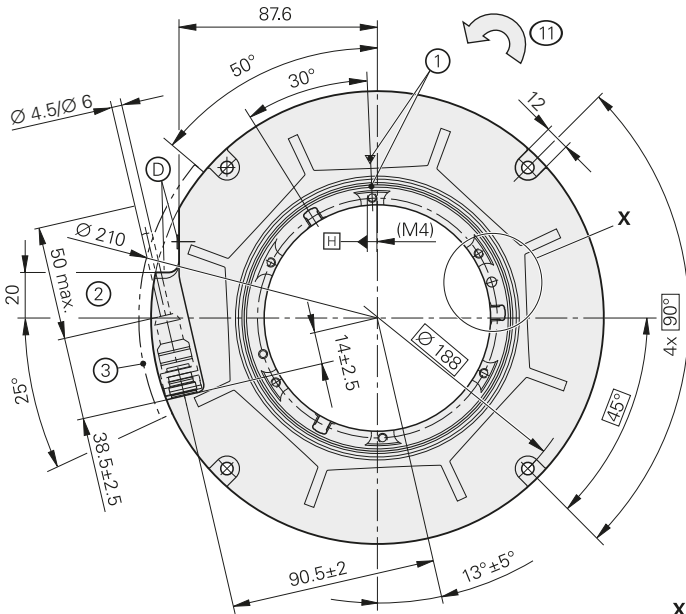
<sup>4)</sup> 参见海德汉编码器接口样本中的一般电气信息

<sup>5)</sup> 该范围含安装公差和热膨胀; 不允许动态窜动

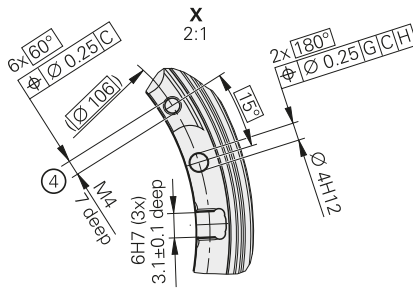
# RCN 8001系列

新一代绝对式角度编码器

- 系统精度：±2"和±4"
- 直驱电机温度的传输
- 带温度传感器
- 适用于高轴速应用
- 空心轴：Ø 100 mm

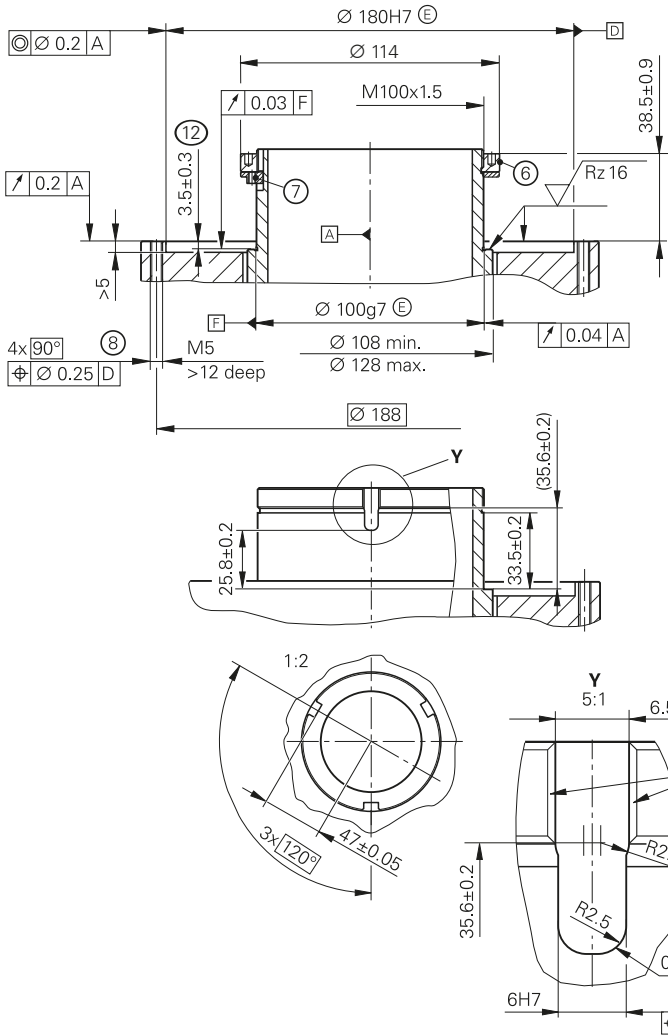


mm  
  
 Tolerancing ISO 8015  
 ISO 2768 - m H  
 < 6 mm: ±0.2 mm

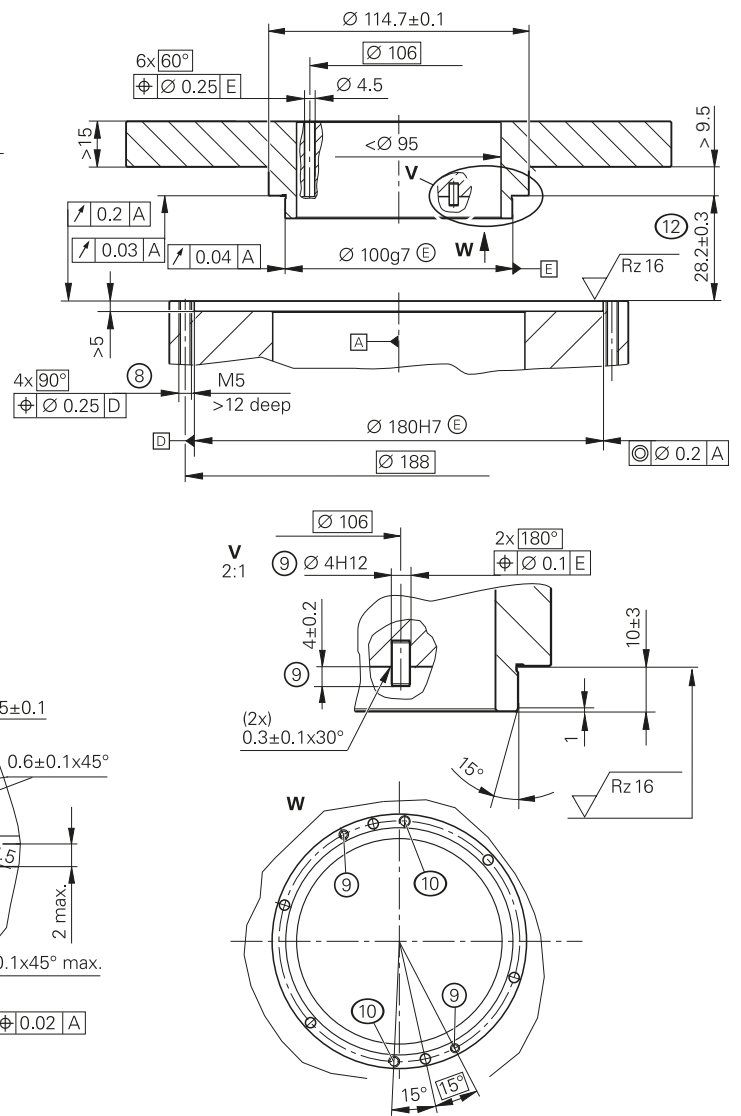


- ▣ = 配合轴的轴承
- ⊙ = 压缩空气进气口
- ⊕ = 要求的配合尺寸
- 1 = 0°位置标记±5°
- 2 = 电缆支撑
- 3 = 客户端可用空间
- 4 = 螺纹结合尺寸：5.5 mm ±0.5 mm (M4圆柱头螺栓；更多信息，参见安装说明)
- 5 = 图中已旋转45°
- 6 = 辅件：环形螺母 (ID 336669-16)
- 7 = 辅件：棘轮 (ID 817921-04)
- 8 = 螺纹结合尺寸：11 mm ±1 mm (M5圆柱头螺栓；更多信息，参见安装说明)
- 9 = 2个弹簧销：ISO 8752 - 4x10 - 钢
- 10 = 如果使用弹簧销，另提供M4拆卸螺纹
- 11 = 位置值增加的轴旋转方向
- 12 = 所示公差含安装公差和热膨胀；不允许动态窜动

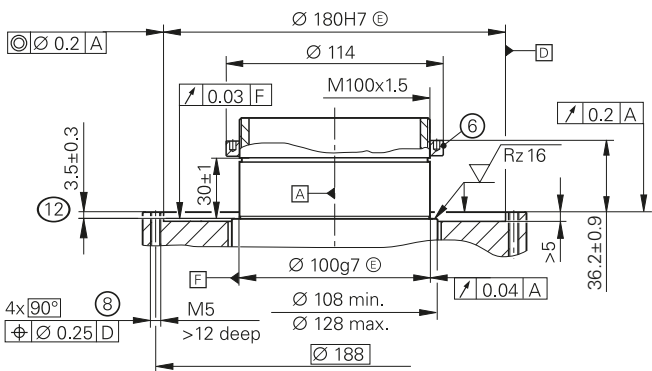
带环螺母和棘轮的联轴器 (带机械防松保护) ⊗



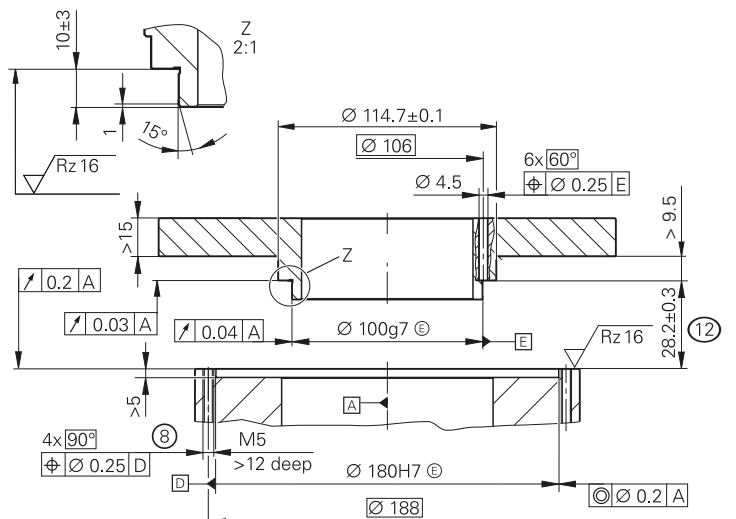
前端联轴器 (带机械防松保护) ⊗



带环螺母联轴器 (无机机械防松保护) ⊗



前端联轴器 (无机机械防松保护) ⊗



技术参数	绝对式 RCN 8511 	RCN 8311 
测量基准	DIADUR圆光栅码盘带绝对和增量刻轨 (32 768线)	
系统精度	±1"	±2"
单信号周期位置误差	≤ ±0.15"	≤ ±0.2"
功能安全特性 适用于	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIL 2, 基于EN 61508标准 (更多测试基础: EN 61800-5-2)</li> <li>• 3级, PL “d”, 基于EN ISO 13849-1:2015</li> </ul>	
PFH	≤ 25 · 10 <sup>-9</sup> (海拔高度可达2000 m)	
安全位置 <sup>1)</sup>	编码器: ± 0.11° (安全测量步距SM = 0.044°) 机械连接: 外壳/法兰和空心轴连接的防松保护 (参见第30和第28页的功能安全特性和安装和辅件部分)	
接口	EnDat 2.2	
订购标识	EnDat22	
每圈位置数	536870912 (29 bit)	
电气允许转速	≤ 1500 rpm, 连续位置值	
时钟频率 计算时间 t <sub>cal</sub>	≤ 16 MHz ≤ 5 μs	
直驱电机温度测量 <sup>2)</sup>	可用海德汉EIB 5000信号转换器 (参见第34页)	
电气连接	独立适配电缆, 通过快插接头可连接编码器	
电缆长度	≤ 100 m (用海德汉电缆; 时钟频率≤ 8 MHz)	
供电电压	DC 3.6 V至14 V	
功率消耗 <sup>3)</sup> (最大)	3.6 V: ≤ 1.1 W 14 V: ≤ 1.3 W	
轴	空心轴 (∅ 100 mm)	
机械允许轴速 (恒速运动 达90分钟时间)	≤ 1200 rpm (工作温度为40 °C时; 更多信息, 参见第26页的允许轴速)	
启动扭矩 (20 °C时)	≤ 1.0 Nm (典型值)	
转动惯量	转子 (空心轴): 3.2 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup> 定子 (外壳/法兰): 10 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>	
被测轴允许的轴向窜动	轴向: ± 0.3 mm <sup>4)</sup> 径向: ∅ 0.2 mm同轴度和工作期间, 0.04 mm径向跳动 (分别相对配合轴的支撑轴)	
固有频率	≥ 900 Hz	
振动55 Hz至2000 Hz 冲击6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)	
工作温度	0 °C至50 °C	
防护等级EN 60529	IP64	
质量	≈ 2.6 kg	

1) 位置值比较后, 在后续电子电路中可能还有其它误差 (请联系后续电子电路制造商)

2) 有关直驱电机温度测量信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000 “产品信息” 文档

3) 参见海德汉编码器接口样本中的一般电气信息

4) 该范围含安装公差和热膨胀; 不允许动态窜动

技术参数	绝对式			
	RCN 8581 RCN 8381	RCN 8591 F RCN 8391 F	RCN 8591 M RCN 8391 M	RCN 8591 P RCN 8391 P
测量基准	DIADUR圆光栅码盘带绝对和增量刻轨 (32 768线)			
系统精度	RCN 85x1: ±1" RCN 83x1: ±2"			
单信号周期位置误差	RCN 8581: ≤ ±0.2" RCN 8381: ≤ ±0.2"	RCN 85x1: ≤ ±0.15" RCN 83x1: ≤ ±0.2"		
接口	EnDat 2.2	发那科串行接口 αi接口 <sup>1)</sup>	三菱高速接口	松下串行接口
订购标识	EnDat02	Fanuc05	Mit03-4	Pana02
位置值/圈 <sup>1)</sup>	536870912 (29 bit)			
电气允许转速	≤ 750 rpm, 连续位置值	≤ 1500 rpm, 连续位置值		
时钟频率 计算时间 t <sub>cal</sub>	≤ 2 MHz ≤ 8 μs	-		
增量信号 截止频率-3 dB	~ 1 V <sub>pp</sub> ≥ 400 kHz	-		
直驱电机温度测量 <sup>2)</sup>	可用海德汉EIB 5000信号转换器 (参见第34页)		-	
电气连接	独立适配电缆, 通过快插接头可连接编码器			
电缆长度 <sup>3)</sup>	≤ 150 m	≤ 50 m	≤ 30 m	
供电电压	DC 3.6 V至14 V			
功率消耗 <sup>4)</sup> (最大)	3.6 V: ≤ 1.1 W 14 V: ≤ 1.3 W			
轴	空心轴 (∅ 100 mm)			
机械允许轴速 (恒速运动 达90分钟时间)	RCN 8x81: ≤ 750 rpm RCN 8x91: ≤ 1200 rpm (工作温度为40 °C时; 更多信息, 参见第26页的允许轴速)			
启动扭矩 (20 °C时)	典型值≤ 1.0 Nm			
转动惯量	转子 (空心轴): 3.2 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup> 定子 (外壳/法兰): 10 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>			
被测轴允许的轴向窜动	轴向: ±0.3 mm <sup>5)</sup> 径向: ∅ 0.2 mm同轴度和0.04 mm径向跳动, 工作期间 (分别相对配合轴的轴承轴线)			
固有频率	≥ 900 Hz			
振动55 Hz至2000 Hz 冲击6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6) ≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)			
工作温度	0 °C至50 °C			
防护等级EN 60529	IP64			
质量	≈ 2.6 kg			

<sup>1)</sup> 发那科α接口, 工作期间分辨率降低; RCN 8x91 F: 134217728 (27 bit)

<sup>2)</sup> 有关直驱电机温度测量信号转换器的详细说明, 参见EIB 5000“产品信息”文档

<sup>3)</sup> 海德汉电缆≤ 8 MHz

<sup>4)</sup> 参见海德汉编码器接口样本中的一般电气信息

<sup>5)</sup> 该范围含安装公差和热膨胀; 不允许动态窜动

# 调试和检测设备及诊断

海德汉编码器为编码器的初始设置、监测和诊断提供全部所需信息。可用的信息类型取决于绝对式或增量式编码器及所用的接口。

绝对式编码器用串行方式传输数据。根据接口类型，可输出1 V<sub>pp</sub>的附加增量信号。在编码器内广泛监测这些信号。监测结果（特别是有效数据）与位置值一起通过串行接口（**数字诊断接口**）传输给后续电子电路。提供以下信息：

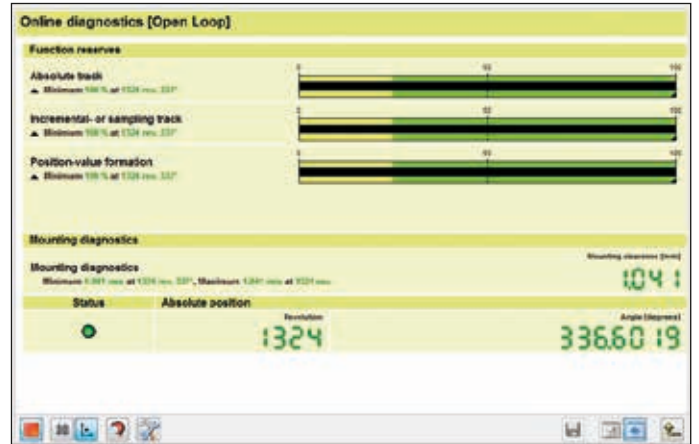
- 出错信息：位置值不可靠
- 警告：已达到编码器的内部功能极限
- 有效数据：
  - 有关编码器功能冗余的详细信息
  - 所有海德汉编码器的统一标准
  - 可周期地读取

后续电子电路可轻松评估编码器的当前状态，包括在闭环模式中。

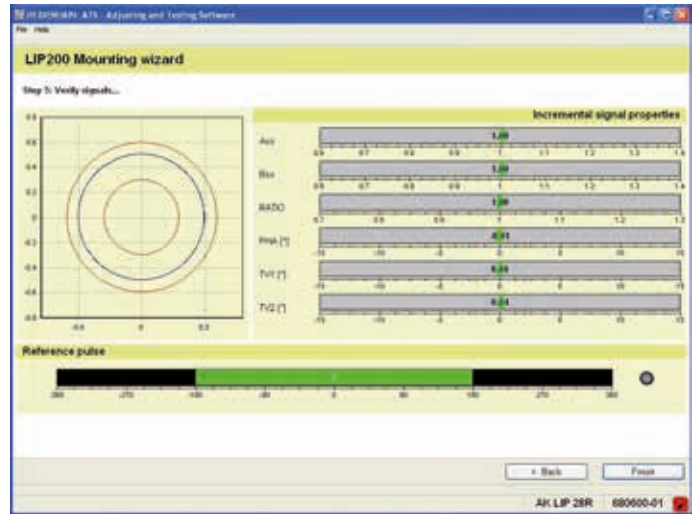
增量式编码器使用1 V<sub>pp</sub>、TTL或HTL接口。TTL和HTL信号的编码器在内部监测信号幅值并生成简单的故障检测信号。对于1 V<sub>pp</sub>信号，只能用外部测试设备或用后续电子电路（**模拟诊断接口**）的计算资源分析输出信号。

为分析这些编码器，海德汉提供相应的PWM检测仪和PWT调试设备。根据这些设备的连接方式，可进行两种类型的诊断：

- 编码器诊断：直接将编码器连接调试或检测设备，因此可以详细地分析编码器的功能。
- 监测模式：将PWM检测仪接入闭环控制环中（根据需要，可用适当测试适配器）。因此，可在工作中实时诊断机器或设备。可用的功能范围取决于接口。



用PWM 21和ATS软件诊断



用PWM 21和ATS软件初始设置



## 更多信息：

有关海德汉诊断、检测和调试设备的详细说明，请参见海德汉编码器接口样本 (ID 1078628-xx)。

### PWT 101

PWT 101是测试设备，用于测试和调试海德汉增量式和绝对式编码器的功能。PWT 101结构紧凑、坚固耐用，是便携式应用的理想选择。



#### 更多信息：

有关详细说明，参见PWT 101“产品信息”文档。

	PWT 101
编码器输入 仅限海德汉编码器	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EnDat</li> <li>• 发那科串行接口</li> <li>• 三菱高速接口</li> <li>• 松下串行接口</li> <li>• 安川串行接口</li> <li>• 1 V<sub>PP</sub></li> <li>• 11 μA<sub>PP</sub></li> <li>• TTL</li> </ul>
显示屏	4.3英寸彩色纯平显示器（触控屏）
供电电压	DC 24 V 功率消耗：最大15 W
工作温度	0 °C至40 °C
防护等级EN 60529	IP20
尺寸	≈ 145 mm × 85 mm × 35 mm

### PWM 21

PWM 21相位角测量仪和所含的ATS调试和测试软件是一套调试和测试系统，可诊断和调试海德汉编码器。



#### 更多信息：

有关详细说明，参见PWM 21/ATS软件“产品信息”文档。

	PWM 21
编码器输入	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EnDat 2.1、EnDat 2.2或EnDat 3（带或不带增量信号的绝对值）</li> <li>• DRIVE-CLiQ</li> <li>• 发那科串行接口</li> <li>• 三菱高速接口</li> <li>• 安川串行接口</li> <li>• 松下串行接口</li> <li>• SSI</li> <li>• 1 V<sub>PP</sub>/TTL/11 μA<sub>PP</sub></li> <li>• HTL（通过信号适配器）</li> </ul>
接口	USB 2.0
供电电压	AC 100 V至240 V或DC 24 V
尺寸	258 mm × 154 mm × 55 mm

	ATS
语言	德语或英语（可选）
功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 位置显示</li> <li>• 连接对话</li> <li>• 诊断</li> <li>• 安装向导，EBI/ECI/EQI，LIP 200，LIC 4000等</li> <li>• 其它功能（如果编码器支持）</li> <li>• 存储器内容</li> </ul>
系统要求和建议	计算机（双核处理器 > 2 GHz） RAM > 2 GB 操作系统：Windows 7、8和10（32-bit / 64-bit） 500 MB可用硬盘空间

DRIVE-CLiQ是西门子公司（Siemens Aktiengesellschaft）的注册商标。