



用于复合载荷的高精度轴承

推力/向心轴承、推力角接触球轴承、带角度测量系统的推力/向心轴承

产品技术信息

前言

完整系统聚焦

凭借专为进给主轴、主轴、回转工作台及直线导引装置打造的开创性轴承布置解决方案，Schaeffler 已持续领跑轴承领域全球市场数十载。然而，对于这些机器子系统而言，轴承部件本身已不再是决定性要素。

我们的客户正持续地从显著的性能提升和独特的卖点优势中获益。不过，为了优化整个机床系统，将测量、密封、润滑和制动等重要功能集成到部件本身也变得越来越重要。这种智能化方案聚焦于完整系统，涵盖轴承及轴承安装位置。这意味着您可以获取覆盖机床全应用场景的优化产品组合。

直接驱动与机电一体化解决方案

在机床领域，直接驱动与机电一体化解决方案的应用频率越来越高。因此，Schaeffler Industrial Drives 的推出进一步强化了我们的供应商网络。凭借其专业实力，我们现可为您提供一站式供应服务——不仅涵盖轴承元件，更包含与驱动系统精准匹配的配套部件。

这将为您的需求开拓技术创新与经济优化的双重设计空间，并在过程链中创造显著优势。

在产品方面，我们能为您提供全面且精准平衡的精密技术与卓越的产品质量。为尽可能高效地支持您的开发阶段，我们依托由工程师、服务和销售技术人员组成的全球网络，确保与您在本地保持密切协作。

从模块化系统概念中获取全新解决方案

无论是需要高速、高性能还是高精度解决方案，Schaeffler 客户均可从高度专业化的模块化概念中选择精准适配其旋转轴和回转工作台的部件。Schaeffler Industrial Drives 中的 3 个标准扭矩电机系列，可根据需要与推力/向心轴承系列灵活组合，从而为加工过程中使用的各类机床设计最合适的解决方案。

Schaeffler 精准契合客户需求，为客户量身定制最优部件组合，使其与特定任务及要求的精度和动态特性完美匹配。

目录

1 推力/向心轴承、推力角接触球轴承	7
1.1 轴承设计	10
1.2 润滑	11
1.2.1 再润滑	11
1.2.2 过度润滑	12
1.2.3 调试	12
1.3 密封	12
1.4 转速	13
1.5 刚度	13
1.6 温度范围	13
1.6.1 旋转轴系统中的温度分布	13
1.6.2 最佳温度分布的设计规定	14
1.7 保持架	15
1.8 内部游隙	15
1.9 尺寸, 公差	15
1.10 订货型号的组成结构	20
1.11 设计指南	22
1.11.1 基本额定寿命	22
1.11.2 静载荷安全系数	22
1.11.3 极限静载荷图表	22
1.11.4 摩擦扭矩	28
1.12 相邻结构的设计	30
1.12.1 配合	30
1.12.2 轴承布置的轴向和径向跳动精度	31
1.12.3 轴配合建议	31
1.12.4 轴承座配合建议	32
1.12.5 根据轴承套圈的螺钉连接选择配合方式	33
1.12.6 相邻结构的形位精度	33
1.12.7 安装尺寸 H ₁ 、H ₂	36
1.12.8 非支撑型或支撑型 L 形截面套圈	36
1.12.9 相邻结构中固定螺纹的设计	37
1.13 安装和拆卸	38
1.13.1 改善安装便捷性	38
1.13.2 安装	39
1.14 其它信息	39
1.15 产品尺寸表	40
1.15.1 产品表说明	40
1.15.2 YRTA 系列, 主要尺寸, 性能数据	42
1.15.3 YRTA 系列, 安装尺寸, 刚度值	44
1.15.4 YRT 系列, 主要尺寸, 性能数据	46
1.15.5 YRT 系列, 安装尺寸, 刚度值	48
1.15.6 YRTC 系列, 主要尺寸, 性能数据	50
1.15.7 YRTC 系列, 安装尺寸, 刚度值	52
1.15.8 YRTS 系列, 主要尺寸, 性能数据	54
1.15.9 YRTS 系列, 安装尺寸, 刚度值	56
1.15.10 ZKLDF 系列, 主要尺寸, 性能数据	58
1.15.11 ZKLDF 系列, 安装尺寸, 刚度值	60

2 带增量角度测量系统的推力/向心轴承	62
2.1 轴承设计	62
2.2 集成角度测量系统	63
2.2.1 测量头	63
2.2.2 工作原理	65
2.2.3 电子接口	67
2.2.4 接口的连接器分配	69
2.2.5 功能安全	70
2.2.6 订货型号的组成	72
2.2.7 技术参数	73
2.3 润滑	76
2.4 密封	76
2.5 转速	76
2.6 刚度	76
2.7 温度范围	76
2.8 内部游隙	76
2.9 尺寸, 公差	76
2.10 订货型号的组成	77
2.11 相邻结构的设计	78
2.11.1 相邻结构	78
2.12 安装和拆卸	79
2.13 产品尺寸表	80
2.13.1 产品表说明	80
2.13.2 YRTCMA 系列, 主要尺寸, 性能数据	82
2.13.3 YRTCMA 系列, 安装尺寸, 刚度值	84
2.13.4 YRTSMA 系列, 主要尺寸, 性能数据	86
2.13.5 YRTSMA 系列, 安装尺寸, 刚度值	88
2.13.6 YRTCMI 系列, 主要尺寸, 性能数据	90
2.13.7 YRTCMI 系列, 安装尺寸, 刚度值	92
3 带绝对值角度测量系统的推力/向心轴承	94
3.1 轴承设计	94
3.2 角度测量系统	95
3.2.1 尺寸标尺	95
3.2.2 测量头	96
3.2.3 测量精度	97
3.2.4 设置和诊断软件 MEKOEDS	98
3.2.5 信号传输电缆	98
3.2.6 无错误信号传输	100
3.2.7 防干扰措施	100
3.2.8 铺设信号电缆	102
3.2.9 电子评估系统	102
3.2.10 检测零位置的功能原理	103
3.2.11 兼容性	104
3.2.12 根据标准进行功能测试	104
3.2.13 插头配置	106
3.2.14 技术参数	106
3.3 润滑	108
3.4 密封	108
3.5 转速	108

3.6	刚度	108
3.7	温度范围	109
3.8	尺寸, 公差	109
3.9	订货型号的组成	109
3.10	设计指南	110
3.11	相邻结构的设计	110
3.12	安装和拆卸	111
3.12.1	依据机械指令条款的测量设备安全相关信息	112
3.12.2	推力/向心轴承的安装准则	112
3.12.3	测量头的安装准则	112
3.12.4	测量头的径向对置布置	112
3.12.5	安装测量头	113
3.12.6	用于信号传输的电缆和插头	113
3.13	备件	114
3.14	其它信息	114
3.15	产品尺寸表	115
3.15.1	解释	115
3.15.2	YRTCM 系列, 主要尺寸, 性能数据	116
3.15.3	YRTCM 系列, 安装尺寸, 刚度值	118
3.15.4	YRTSM 系列, 主要尺寸, 性能数据	120
3.15.5	YRTSM 系列, 安装尺寸, 刚度值	122
4	推力/向心轴承, 具有螺旋齿轮齿轴定位垫圈	124
4.1	其它信息	125

1 推力/向心轴承、推力角接触球轴承

YRTA、YRTC 和 YRTS 系列推力/向心轴承以及 ZKLDF 系列推力角接触球轴承为即装型高精度轴承，适用于涉及复合载荷的高精度应用。它们可以承受径向载荷、来自两侧的轴向载荷以及无间隙情况下的倾斜力矩，特别适合对运行精度具有高要求的轴承布置。

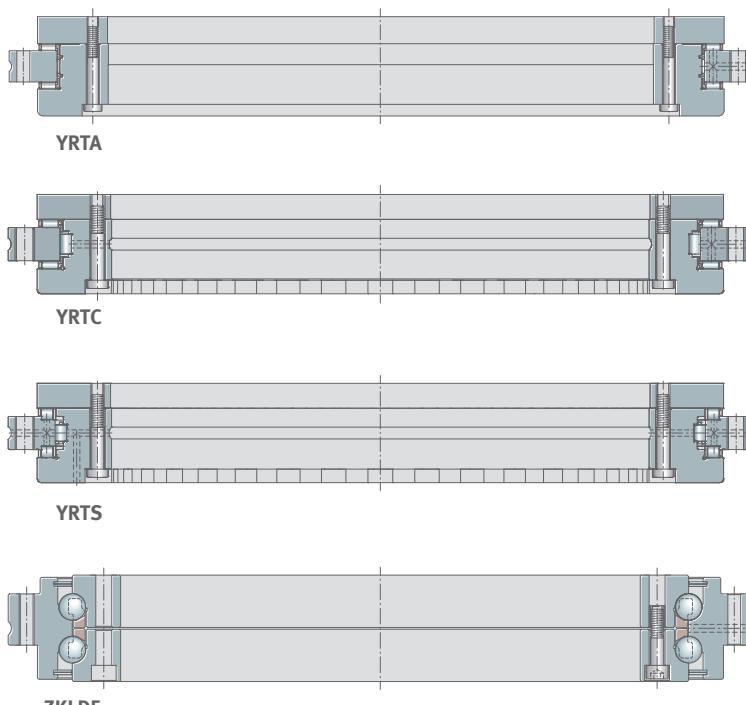
轴承环中配有固定孔，因此安装起来非常轻松。

安装后，轴承在径向和轴向上均会获得预载荷。

所有系列的安装尺寸均相同。

此外，推力/向心轴承还可配备绝对值角度测量系统或带节距编码参考标记的系统。这些测量系统可以通过非接触方式测量角度，精度可达几角秒。

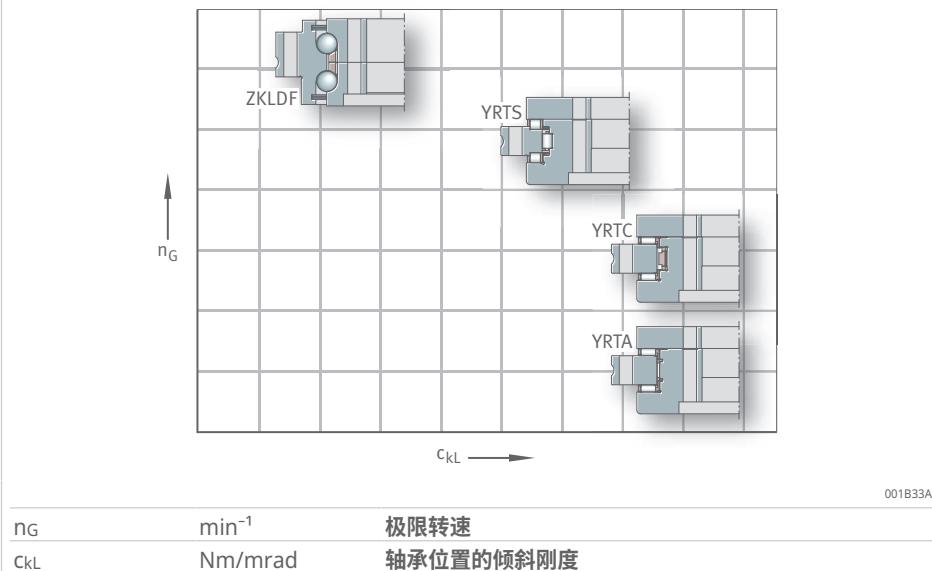
① Schaeffler 推力/向心轴承和推力角接触球轴承



001B3394

Schaeffler 为各种加工工艺、轴类型、尺寸规格、切削力以及转速范围，提供了极为丰富的回转工作台轴承选型方案。YRTC 和 YRTS 系列推力/向心轴承以及 ZKLDF 系列双列推力角接触球轴承是市面上最完备的回转工作台和旋转轴用产品系列。这些轴承具备几何形状上的完全互换性。YRTC 和 YRTS 系列可选配整体式测量系统。

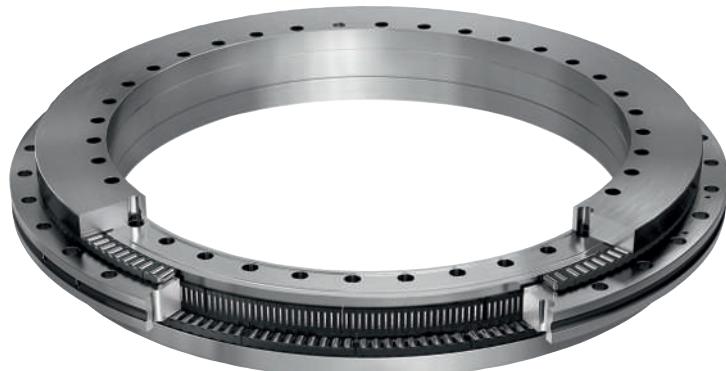
2 转速与倾斜刚度



YRTA 系列推力/向心轴承

- 精度和倾斜刚度高，适用于低动态旋转应用
- 针对旋转轴的成本优化解决方案，不仅仅用于机床领域
- 应用包括托盘交换装置和旋转存储系统

3 YRTA 系列推力/向心轴承



YRT、YRTC 系列推力/向心轴承

- 设计采用 X-life 技术
- 应用包括高载荷定位轴、旋转轴和滚齿机。

④ 4 YRT、YRTC 系列推力/向心轴承



0009AF66

适用于高转速情形的 YRTS 系列推力/向心轴承

- 用于高速旋转轴和回转工作台的轴承布置
- 适用于超高精度铣磨机及切齿机

⑤ 5 YRTS 系列推力/向心轴承



0001A63D

ZKLDF 系列推力角接触球轴承

- 用于具有高占空比的轴承布置，例如具有主轴功能的回转工作台。
- 应用包括组合铣削和车削加工，以及铣削、研磨或珩磨。

⑥ ZKLDF 系列推力角接触球轴承



0001A63E

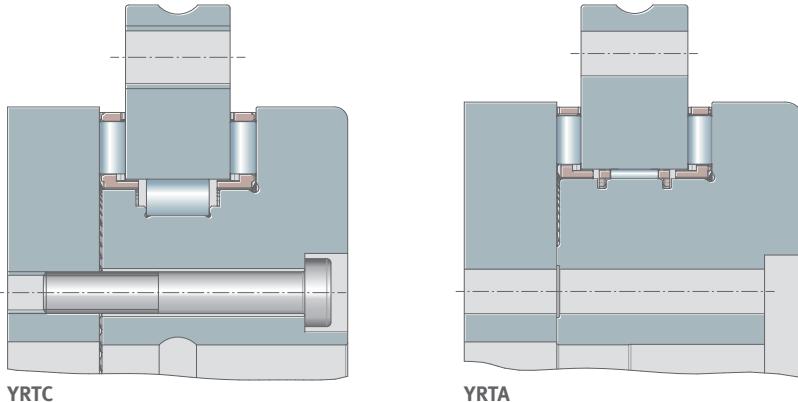
1.1 轴承设计

YRTA

就其基本设计而言，YRTA 系列轴承基于久经考验的 YRTC 系列三列滚子轴承设计，并经过专门优化，以满足自动化应用的要求。此外，这些轴承也适用于典型的从动回转工作台。YRTA 系列推力/向心轴承承袭了久经考验的 YRTC 系列的技术优势，不仅适用于机床外围设备应用，还适用于电子制造产品应用，以及具有旋转运行特点的典型回转工作台。

YRTA 系列轴承配有径向保持架。轴承环中配有固定孔，因此安装起来非常轻松。

⑦ YRTA 系列的改装内部结构



001B33D6

YRT、YRTC

推力部件和向心部件由保持架引导。根据尺寸的不同，YRTC 系列轴承可配备径向保持架，也可采用满装圆柱滚子组设计。外圈、L 形截面套圈和轴定位垫圈配有固定孔。

安装轴承并用螺钉完全拧紧后，可确保其在径向和轴向上无间隙且获得预载荷。

YRTS

YRTS 系列推力/向心轴承摩擦扭矩低，非常适合支撑高转速运行的直接驱动轴。

推力部件和向心部件由保持架引导。YRTS 系列轴承是即装型轴承装置，配有螺钉安装结构。

安装轴承并用螺钉完全拧紧后，可确保其在径向和轴向上无间隙且获得预载荷。

ZKLDF

ZKLDF 系列推力角接触球轴承包括一个一件式外圈、一个两件式内圈，以及两个球组件和保持架组件，接触角为 60°。外圈和内圈配有固定孔，以便通过螺钉将轴承安装到相邻结构上。

该装置通过固定螺钉固定，以便运输和安全搬运。

1.2 润滑

所有系列的旋转轴轴承均已使用优质润滑脂进行了预润滑。

1.2.1 再润滑

所使用的润滑脂有时会显著影响轴承的转速能力、摩擦特性、额定寿命、正常运转能力及再润滑间隔之间的时间段。

有关再润滑注脂量和间隔的计算，请考虑载荷谱和环境条件，并咨询 Schaeffler。

YRTA

这些轴承可以通过外圈进行再润滑。

YRT、YRTC

这些轴承可以通过外圈和内圈进行再润滑。

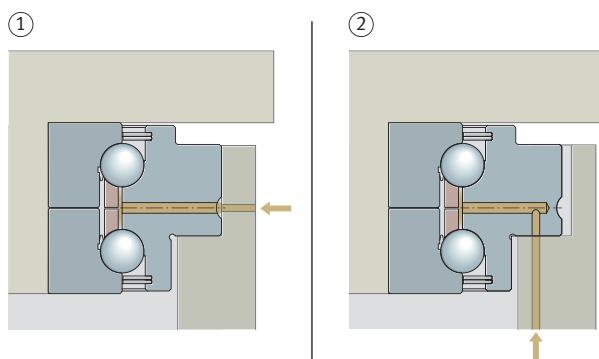
YRTS

这些轴承可以通过外圈和内圈进行再润滑。

ZKLDF

这些轴承可以通过外圈进行再润滑。

⑧ 再润滑方式选项



000185E0

1 通过外圈中的润滑槽再润滑

2 通过外圈上的螺钉安装表面再润滑

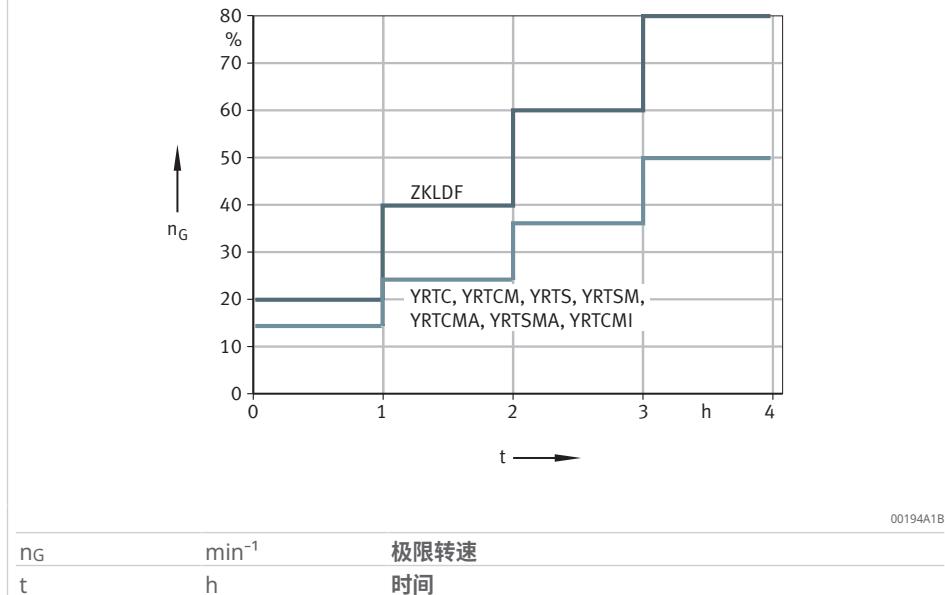
1 用于再润滑的润滑脂

轴承	润滑脂
YRTA	Arcanol MULTITOP
YRTC	Arcanol MULTITOP
YRTS200 ... YRTS460	Arcanol LOAD150
YRTS580-XL ... YRTS650-XL	Arcanol SPEED2,6
ZKLDF	Arcanol MULTITOP

1.2.2 过度润滑

过度润滑在高转速时会增加摩擦扭矩。高摩擦扭矩会导致过热，从而可能损坏轴承。执行磨合循环可在意外过度润滑后恢复原始摩擦扭矩。

9 初始运行和过度润滑后的磨合循环



1.2.3 调试

在调试过程中，滚动轴承可能会表现出摩擦扭矩增大的情况，这在高速立即运行时可能会导致过热。

! 为了防止轴承过热，应始终执行磨合循环。如果对轴承温度进行了适当的监测，则可缩短该循环。轴承套圈温度不得超过 +60 °C。

旋转轴以低速或低占空比运行。因此，旋转轴应用可以忽略磨合周期。

1.3 密封

推力/向心轴承未密封。

YRTA

YRTA 系列推力/向心轴承的两侧也可选配金属板盖和间隙密封件。在自动化应用中，密封件可减少灰尘进入的情形发生。

ZKLDF

推力角接触球轴承的两侧均配有密封圈。

1.4 转速

必须遵守产品尺寸表中提供的极限转速 $>40|1.15$ 。

这些轴承系列规定的极限转速是在以下条件下在试验台上确定的：

- 根据定义的数据进行润滑脂分布循环
- 滚道区域内轴承温度的最大增幅为 40 K
- 运行持续时间 ED = 100 %, 这表示以极限转速 n_G 连续运行
- 轴承已通过螺钉完全安装在实心固定装置上
- 无外部载荷, 仅有预载荷和固定装置的质量

! 对于具有高占空比 ED 或在 $ED > 10\%$ 时以 $n \cdot d_M > 35000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$ 的转速参数连续运行的应用, 在 200 mm 至 650 mm 的孔径范围内应选择 YRTS 或 ZKLDF 系列。

! 如果环境条件与相邻结构公差、润滑要求、环境温度、散热要求的相关规格或与机床的正常工作条件不同, 则必须检查规定的极限转速。

如果运行时间较短, 请咨询 Schaeffler, 了解允许的极限转速 n_G 。

YRTA

YRTA 系列推力/向心轴承专为回转式运行而设计。

YRT、YRTC

YRT 和 YRTC 系列推力/向心轴承专为回转式运行而设计, 根据尺寸的不同, 适用于中等至高转速情形。对于具有高占空比 ED 的旋转运行情形, 在 200 mm 至 460 mm 的孔径范围内, 最好使用 YRTS 系列推力/向心轴承。

YRTS

YRTS 系列推力/向心轴承专为高转速情形而设计。

ZKLDF

ZKLDF 系列推力角接触球轴承适用于最高转速情形。

1.5 刚度

轴承位置的刚度描述了载荷下理想位置的偏转程度。因此, 静态刚度对精度有直接影响。

滚动体组的计算刚度值仅供参考。它们可用于与其他轴承设计进行比较。

产品尺寸表给出了整个轴承位置的刚度值。这些值考虑了滚动体组的偏转量以及轴承套圈和螺钉连接的变形 $>40|1.15$ 。

1.6 温度范围

推力/向心轴承和推力角接触球轴承适合的工作温度范围为 -30°C 至 $+100^\circ\text{C}$ 。

1.6.1 旋转轴系统中的温度分布

具有主轴功能的旋转轴, 例如那些用于组合铣削和车削作业并由扭矩电机直接驱动的旋转轴, 是具有复杂热特性的系统。

在设计过程中, 必须更详细地考虑旋转轴系统中的温度分布:

- 非对称旋转轴轴承座可能会因发热而发生非对称变形。
- 反过来，不圆的轴承座会导致产生额外的轴承载荷，缩短使用寿命，并对运行行为和运行精度产生负面影响。
- 对于高性能旋转轴，通常需要通过定向冷却和加热的方式对旋转轴进行温度管理。Schaeffler 提供了高性能仿真工具来协助进行仿真工作。



在内圈与外圈之间的温度分布不均匀的情况下，与线接触式旋转轴轴承（例如推力/向心圆柱滚子轴承或交叉滚子轴承）相比，球接触式旋转轴轴承（例如 ZKLD 系列）表现出更高的耐受性。

规定的轴承特性仅在轴承预载荷保持不变的情况下适用。由温差或相邻机械元件（例如通过强制锁定夹紧连接连接在一起）等情形引起的机械应力，会更改轴承预载荷。

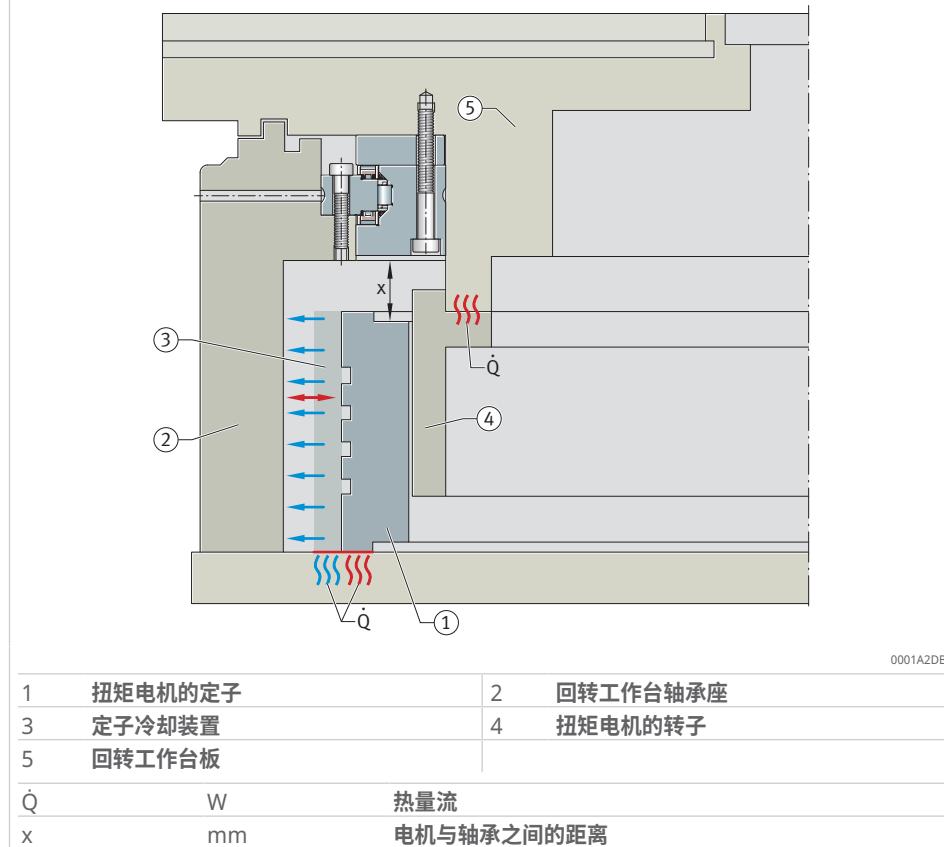
必须遵守最佳温度分布的设计规定 ▶14|1.6.2。

1.6.2 最佳温度分布的设计规定

基于实际应用的久经考验的设计规定：

- 首选方法是，通过法兰将扭矩电机的转子安装在回转工作台板上，以最大限度减少热量经轴承传递的程度。请注意，在高转速应用中，转子中会产生额外的热量。
- 电机与轴承之间应尽可能保持较大的距离。较大的距离可降低热量从转子向轴承传递的程度。系统弹性的增加会降低部件之间由于热膨胀程度的不同而导致的应力。热梯度应尽可能低且保持一致。
- 回转工作台板轴承必须居中且拥有足够的刚度，以使整个系统达到较高的刚度水平。此外，还降低了因转子温度升高而导致轴承座变形的风险。
- 仅使用符合要求的扭矩电机，确保其具有低功率损耗和高电机常数。我们建议使用 Schaeffler Industrial Drives 的扭矩电机。

⑩ 考虑了发热状况的理想回转工作台



! 为了限制轴承内圈与外圈之间的温度变化，可能需要调节固定部件和旋转部件的冷却状况。

1.7 保持架

YRTA

推力部件和向心部件由保持架引导。

YRT、YRTC

在 YRT 和 YRTC 系列轴承中，推力滚子组是由保持架引导的。根据尺寸的不同，向心部件为满装的或由保持架引导的。

YRTS

推力部件和向心部件由保持架引导。

1.8 内部游隙

安装轴承并用螺钉完全拧紧后，可确保其在径向和轴向上无间隙且获得预载荷。

1.9 尺寸，公差

YRTA

主要尺寸的公差对应于公差等级 6，符合 ISO 492 (DIN 620-2)。

同心度和轴向跳动精度的公差可在尺寸公差中找到。

图 2 尺寸公差

d mm	t _{Δdmp}		D mm	t _{ΔDmp}	
	U mm	L mm		U mm	L mm
50	0	-0.008	126	0	-0.011
80	0	-0.009	146	0	-0.011
100	0	-0.01	185	0	-0.015
120	0	-0.01	210	0	-0.015
150	0	-0.013	240	0	-0.015
180	0	-0.013	280	0	-0.018
200	0	-0.015	300	0	-0.018
260	0	-0.018	385	0	-0.02
325	0	-0.023	450	0	-0.023
395	0	-0.023	525	0	-0.028
460	0	-0.023	600	0	-0.028
580	0	-0.025	750	0	-0.035
650	0	-0.038	870	0	-0.05

d	mm	内径
D	mm	外径
L	mm	下偏差
t _{Δdmp}	mm	孔径平均值与标称尺寸的偏差，符合 ISO 492
t _{ΔDmp}	mm	外径平均值与标称尺寸的偏差，符合 ISO 492
U	mm	上偏差

形位公差对应于公差等级 4，符合 ISO 492 (DIN 620-2)。

3 安装尺寸、轴向跳动和径向跳动

d mm	H1 mm	$t_{\Delta H1s}$		H2 mm	t_1 ¹⁾ μm
		U mm	L mm		
50	20	0.025	-0.025	10	2
80	23.35	0.025	-0.025	11.7	3
100	25	0.025	-0.025	13	3
120	26	0.025	-0.025	14	3
150	26	0.03	-0.03	14	3
180	29	0.03	-0.03	14	4
200	30	0.03	-0.03	15	4
260	36.5	0.04	-0.04	18.5	6
325	40	0.05	-0.05	20	6
395	42.5	0.05	-0.05	22.5	6
460	46	0.06	-0.06	24	6
580	60	0.25	-0.25	30	10
650	76	0.25	-0.25	44	10

1) 适用于旋转内圈和旋转外圈

d	mm	内径
H1	mm	接触面高度, 外圈
H2	mm	接触面高度, 外圈
L	mm	下偏差
$t_{\Delta H1s}$	mm	高度与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
$t_{\Delta H2s}$	mm	高度与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
t_1	μm	轴向跳动和径向跳动, 在已安装轴承 (具有理想的相邻结构) 上测得
U	mm	上偏差

YRT、YRTC

在交付条件下, 轴承孔可能稍微呈锥形。这种孔形状是设计的典型特征, 是由向心轴承的预载力产生的。装配后, 轴承将恢复其理想的几何形状。

形位公差对应于公差等级 4, 符合 ISO 492 (DIN 620-2)。

4 尺寸公差

d mm	$t_{\Delta dmp}$		D mm	$t_{\Delta Dmp}$	
	U mm	L mm		U mm	L mm
50	0	-0.008	126	0	-0.011
80	0	-0.009	146	0	-0.011
100	0	-0.01	185	0	-0.015
120	0	-0.01	210	0	-0.015
150	0	-0.013	240	0	-0.015
180	0	-0.013	280	0	-0.018
200	0	-0.015	300	0	-0.018
260	0	-0.018	385	0	-0.02
325	0	-0.023	450	0	-0.023
395	0	-0.023	525	0	-0.028
460	0	-0.023	600	0	-0.028
580	0	-0.025	750	0	-0.035
650	0	-0.038	870	0	-0.05
850	0	-0.05	1095	0	-0.063
950	0	-0.05	1200	0	-0.063
1030	0	-0.063	1300	0	-0.08

d	mm	内径
D	mm	外径
L	mm	下偏差
$t_{\Delta dmp}$	mm	孔径平均值与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
$t_{\Delta Dmp}$	mm	外径平均值与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
U	mm	上偏差

图 5 安装尺寸、轴向跳动和径向跳动

d	H1	$t_{\Delta H1s}$		H2	$t_{\Delta H2s}$		t_1 ²⁾
		U	L		U	L	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	μm
50	20	0.025	-0.025	10	0.02	-0.02	2
80	23.35	0.025	-0.025	11.65	0.2	-0.2	3
100	25	0.025	-0.025	13	0.02	-0.02	3
120	26	0.025	-0.025	14	0.2	-0.2	3
150	26	0.03	-0.03	14	0.02	-0.02	3
180	29	0.03	-0.03	14	0.025	-0.025	4
200	30	0.03	-0.03	15	0.025	-0.025	4
260	36.5	0.04	-0.04	18.5	0.025	-0.025	6
325	40	0.05	-0.05	20	0.025	-0.025	6
395	42.5	0.05	-0.05	22.5	0.025	-0.025	6
460	46	0.06	-0.06	24	0.03	-0.03	6
580	60	0.25	-0.25	30	0.25	-0.25	10
650	78	0.25	-0.25	44	0.25	-0.25	10
850	80.5	0.3	-0.3	43.5	0.3	-0.3	12
950	86	0.3	-0.3	46	0.3	-0.3	12
1030	92.5	0.3	-0.3	52.5	0.3	-0.3	12

²⁾ 适用于旋转内圈和旋转外圈

d	mm	内径
H1	mm	接触面高度, 外圈
H2	mm	接触面高度, 外圈
L	mm	下偏差
$t_{\Delta H1s}$	mm	高度与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
$t_{\Delta H2s}$	mm	高度与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
t_1	μm	轴向跳动和径向跳动, 在已安装轴承 (具有理想的相邻结构) 上测得
U	mm	上偏差

对于孔径 > 460 mm 的受限型号, 请联系 Schaeffler。

图 6 安装尺寸、轴向跳动和径向跳动; 受限型号

d	H1	$t_{\Delta H1s}$ ³⁾		H2	$t_{\Delta H2s}$ ³⁾		t_1 ⁴⁾
		U	L		U	L	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	μm
50	20	0.025	-0.025	10	0.02	-0.02	1
80	23.35	0.025	-0.025	11.65	0.2	-0.2	1.5
100	25	0.025	-0.025	13	0.02	-0.02	1.5
120	26	0.025	-0.025	14	0.2	-0.2	1.5
150	26	0.03	-0.03	14	0.02	-0.02	1.5
180	29	0.03	-0.03	14	0.025	-0.025	2
200	30	0.03	-0.03	15	0.025	-0.025	2
260	36.5	0.04	-0.04	18.5	0.025	-0.025	3
325	40	0.05	-0.05	20	0.025	-0.025	3
395	42.5	0.05	-0.05	22.5	0.025	-0.025	3
460	46	0.06	-0.06	24	0.03	-0.03	3
580	60	0.075	-0.075	30	0.03	-0.03	5

d	H1	$t_{\Delta H1s}$ ³⁾		H2	$t_{\Delta H2s}$ ³⁾		t_1 ⁴⁾
		U	L		U	L	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	μm
650	78	0.1	-0.1	44	0.03	-0.03	5
850	80.5	0.12	-0.12	43.5	0.03	-0.03	6
950	86	0.3	-0.3	46	0.03	-0.03	6
1030	92.5	0.15	-0.15	52.5	0.03	-0.03	6

³⁾ 后缀为 H1 或 H2 的特殊设计

⁴⁾ 适用于旋转内圈和旋转外圈，后缀为 PRL50

d	mm	内径
H1	mm	接触面高度, 外圈
H2	mm	接触面高度, 外圈
L	mm	下偏差
$t_{\Delta H1s}$	mm	高度与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
$t_{\Delta H2s}$	mm	高度与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
t_1	μm	轴向跳动和径向跳动, 在已安装轴承 (具有理想的相邻结构) 上测得
U	mm	上偏差

YRTS

在交付条件下, 轴承孔可能稍微呈锥形。这种孔形状是设计的典型特征, 是由向心轴承的预载力产生的。装配后, 轴承将恢复其理想的几何形状。

尺寸公差从公差等级 5 推导得出。

7 尺寸公差

d	$t_{\Delta dmp}$		D	$t_{\Delta Dmp}$	
	U	L		U	L
mm	mm	mm	mm	mm	mm
200	0	-0.015	300	0	-0.018
260	0	-0.018	385	0	-0.02
325	0	-0.023	450	0	-0.023
395	0	-0.023	525	0	-0.028
460	0	-0.023	600	0	-0.028
580	0	-0.025	750	0	-0.035
650	0	-0.038	870	0	-0.05

d	mm	内径
D	mm	外径
L	mm	下偏差
$t_{\Delta dmp}$	mm	孔径平均值与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
$t_{\Delta Dmp}$	mm	外径平均值与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
U	mm	上偏差

形位公差对应于公差等级 4, 符合 ISO 492 (DIN 620-2)。

8 安装尺寸、轴向跳动和径向跳动

d	H1	$t_{\Delta H1s}$		H2	t_1	正常 ⁵⁾	受限 ⁶⁾
		U	L				
mm	mm	mm	mm	mm	μm	mm	μm
200	30	0.04	-0.06	15	4	2	
260	36.5	0.05	-0.07	18.5	6	3	
325	40	0.06	-0.07	20	6	3	
395	42.5	0.06	-0.07	22.5	6	3	

d mm	H1 mm	t _{ΔH1s}		H2 mm	t ₁ μm
		U mm	L mm		
460	46	0.07	-0.08	24	6
580	60	0.06	-0.11	30	10
650	78	0.11	-0.11	44	10

5) 适用于旋转内圈和旋转外圈

6) 仅适用于旋转内圈, 后缀为 PRL50/IR

d mm		内径
H1 mm		接触面高度, 外圈
H2 mm		接触面高度, 外圈
L mm		下偏差
t ₁ μm		轴向跳动和径向跳动, 在已安装轴承 (具有理想的相邻结构) 上测得
t _{ΔH1s} mm		高度与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
U mm		上偏差

ZKLDF

形位公差对应于公差等级 4, 符合 ISO 492 (DIN 620-2)。

9 尺寸公差

d mm	t _{Δdmp}		D mm	t _{ΔDmp}	
	U mm	L mm		U mm	L mm
100	0	-0.01	185	0	-0.015
120	0	-0.01	210	0	-0.015
150	0	-0.013	240	0	-0.015
180	0	-0.013	280	0	-0.018
200	0	-0.015	300	0	-0.018
260	0	-0.018	385	0	-0.02
325	0	-0.023	450	0	-0.023
395	0	-0.023	525	0	-0.028
460	0	-0.023	600	0	-0.028

d mm		内径
D mm		外径
L mm		下偏差
t _{Δdmp} mm		孔径平均值与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
t _{ΔDmp} mm		外径平均值与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
U mm		上偏差

10 安装尺寸、轴向跳动和径向跳动

d mm	H1 mm	t _{ΔH1s}		t ₁ μm
		U mm	L mm	
100	25	0.175	-0.175	3
120	26	0.175	-0.175	3
150	26	0.175	-0.175	3
180	29	0.175	-0.175	4
200	30	0.175	-0.175	4
260	36.5	0.2	-0.2	6

d mm	H1 mm	t _{ΔH1s}		t ₁ μm
		U mm	L mm	
325	40	0.2	-0.2	6
395	42.5	0.2	-0.2	6
460	46	0.225	-0.225	6

⁷⁾ 适用于旋转内圈和旋转外圈

U	mm	上偏差
L	mm	下偏差
d	mm	内径
H1	mm	接触面高度, 外圈
t _{ΔH1s}	mm	高度与标称尺寸的偏差, 符合 ISO 492
t ₁	μm	轴向跳动和径向跳动, 在已安装轴承 (具有理想的相邻结构) 上测得

1.10 订货型号的组成结构

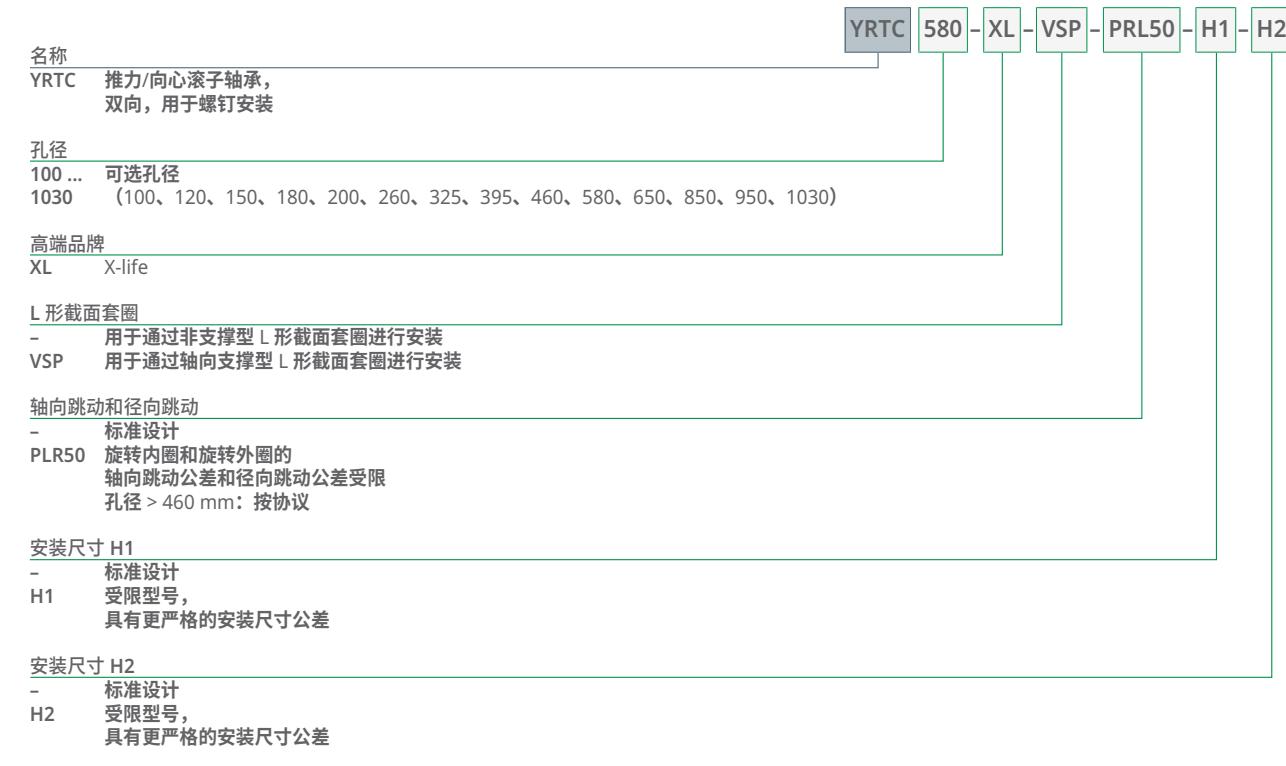
□ 11 YRTA 系列推力/向心轴承订货型号的组成结构



□ 12 YRT 系列推力/向心轴承订货型号的组成结构

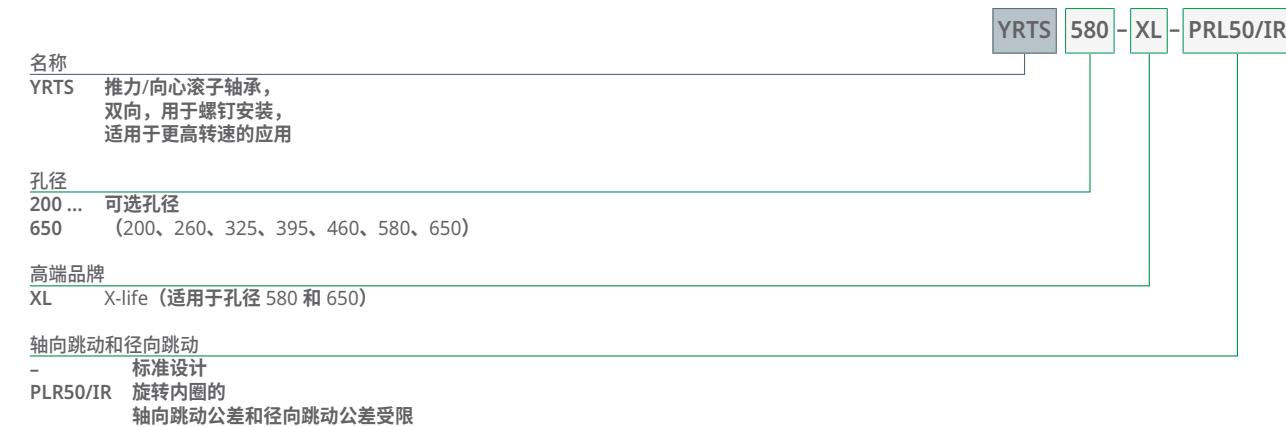


④ 13 YRTC 系列推力/向心轴承订货型号的组成结构



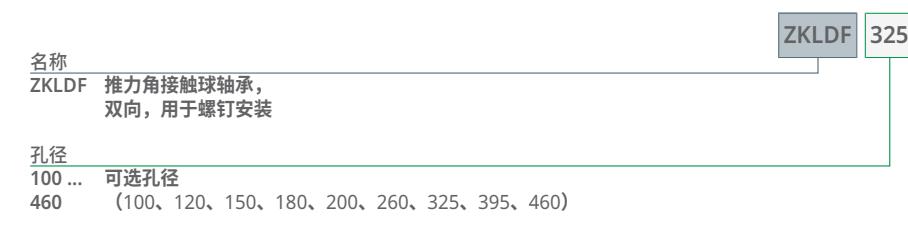
001C266B

④ 14 YRTS 系列推力/向心轴承订货型号的组成结构



001C26CB

④ 15 ZKLDF 系列推力/向心轴承订货型号的组成结构



001C272B

1.11 设计指南

1.11.1 基本额定寿命

必须验证向心和推力轴承部件的承载能力和寿命。

有关基本额定寿命的验证，请联系 Schaeffler，并说明转速、载荷和占空比。

1.11.2 静载荷安全系数

静载荷安全系数 S_0 指示防止轴承发生不允许的永久变形的安全系数。

f1

$$S_0 = \frac{C_{0r}}{F_{0r}}$$

C_{0r}	N	基本额定静载荷，径向
F_{0r}	N	存在的最大径向载荷（最大载荷）
S_0	-	静载荷安全系数

f2

$$S_0 = \frac{C_{0a}}{F_{0a}}$$

C_{0a}	N	基本额定静载荷，轴向
F_{0a}	N	存在的最大轴向载荷（最大载荷）
S_0	-	静载荷安全系数



在机床及类似应用领域中， S_0 应大于 4。

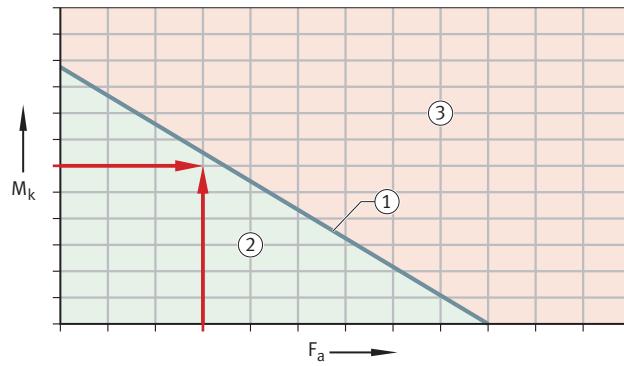
1.11.3 极限静载荷图表

极限静载荷图表可用于以下目的：

- 在主要静载荷下快速检查所选轴承尺寸
- 除轴向载荷外，还计算由轴承支撑的倾斜力矩 M_k

极限静载荷图表考虑了滚动体组的静载荷安全系数 $S_0 (\geq 4)$ ，以及螺钉和轴承套圈的强度。

④ 16 极限静载荷图表示例



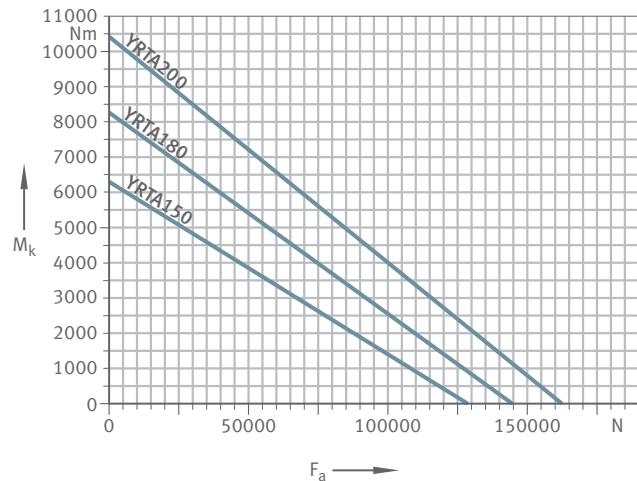
0001A3D7

1 轴承, 尺寸	2 允许的范围
3 不允许的范围	
M_k Nm	最大倾斜力矩
F_a N	轴向载荷

! 在确定轴承布置的尺寸时, 不得超过极限静载荷。

YRTA

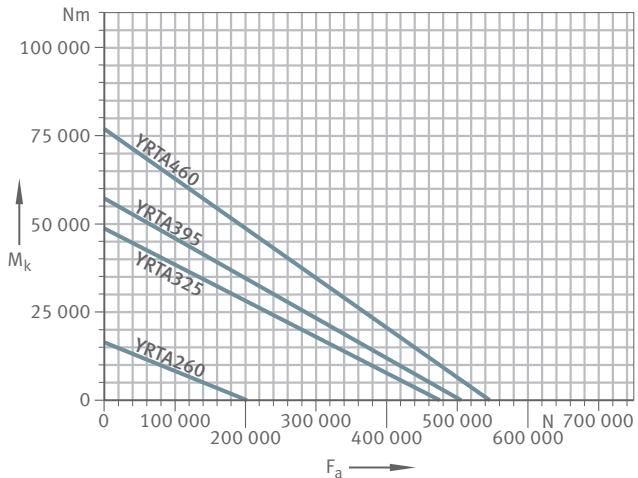
④ 17 YRTA150 至 YRTA200 的极限静载荷图表



001B33FA

M_k	Nm	最大倾斜力矩
F_a	N	轴向载荷

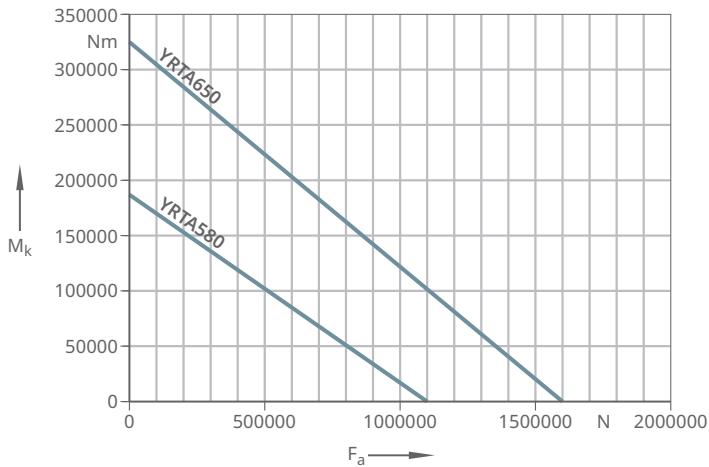
图 18 YRTA260 至 YRTA460 的极限静载荷图表



001B340A

M_k	Nm	最大倾斜力矩
F_a	N	轴向载荷

图 19 YRTA580 至 YRTA650 的极限静载荷图表 YRTA650

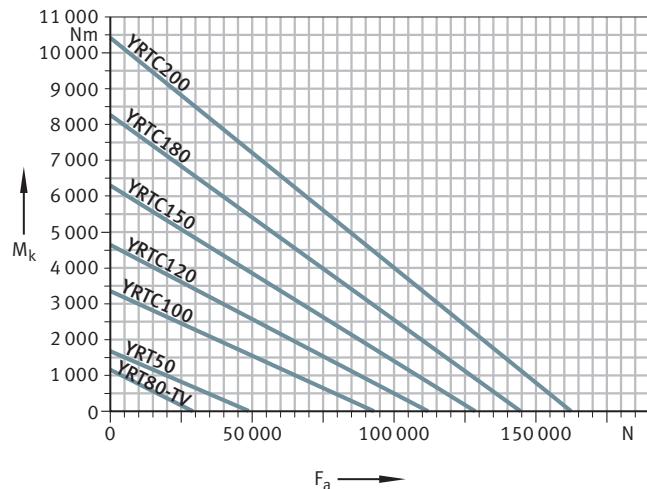


001BE389

M_k	Nm	最大倾斜力矩
F_a	N	轴向载荷

YRT、YRTC

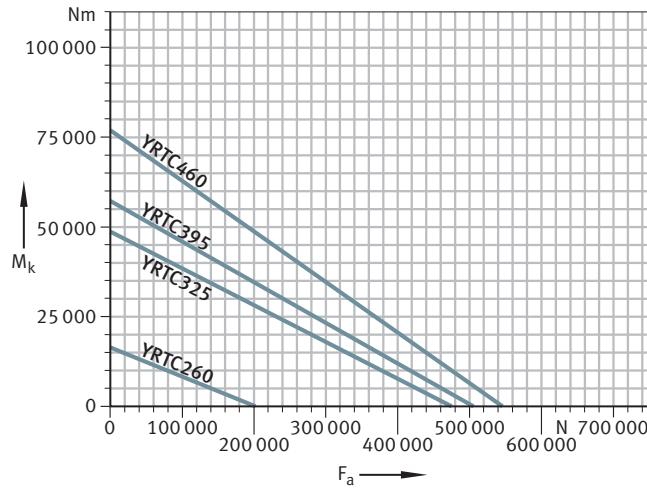
□ 20 YRT50 至 YRTC200 的极限静载荷图表



0019546C

M_k	Nm	最大倾斜力矩
F_a	N	轴向载荷

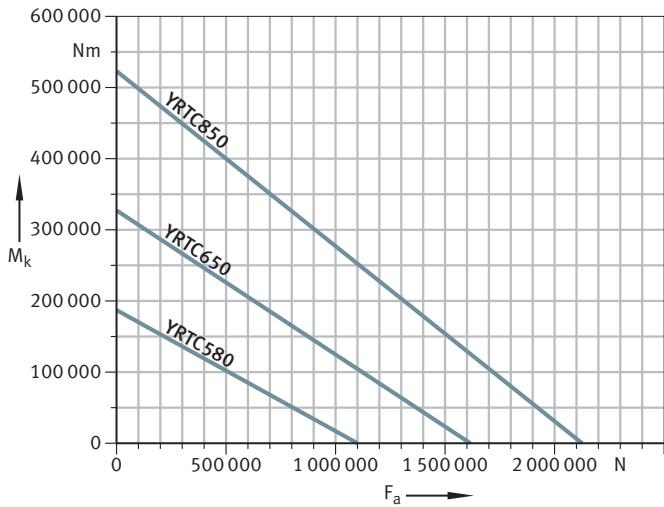
□ 21 YRTC260 至 YRTC460 的极限静载荷图表



0019548C

M_k	Nm	最大倾斜力矩
F_a	N	轴向载荷

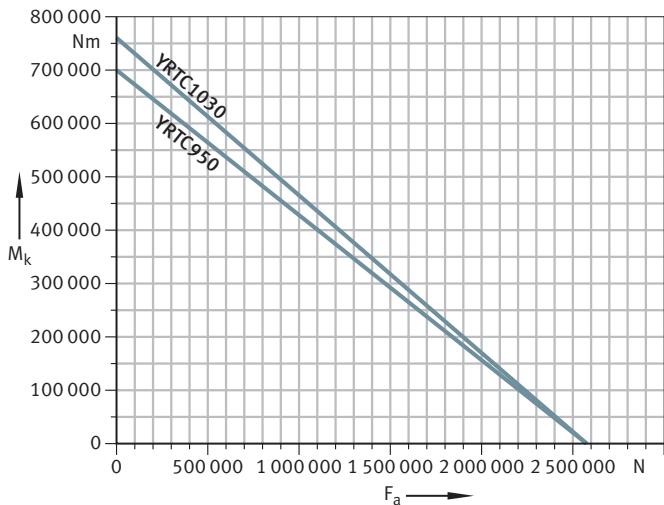
图22 YRTC580 至 YRTC850 的极限静载荷图表



0019549F

M_k	Nm	最大倾斜力矩
F_a	N	轴向载荷

图23 YRTC950 至 YRTC1030 的极限静载荷图表

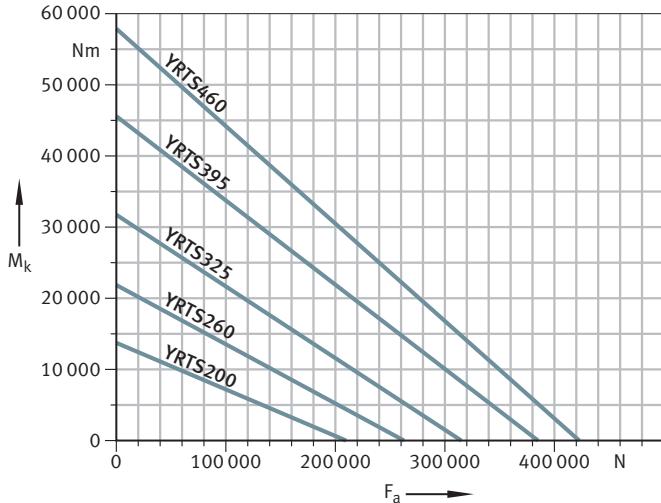


001954AF

M_k	Nm	最大倾斜力矩
F_a	N	轴向载荷

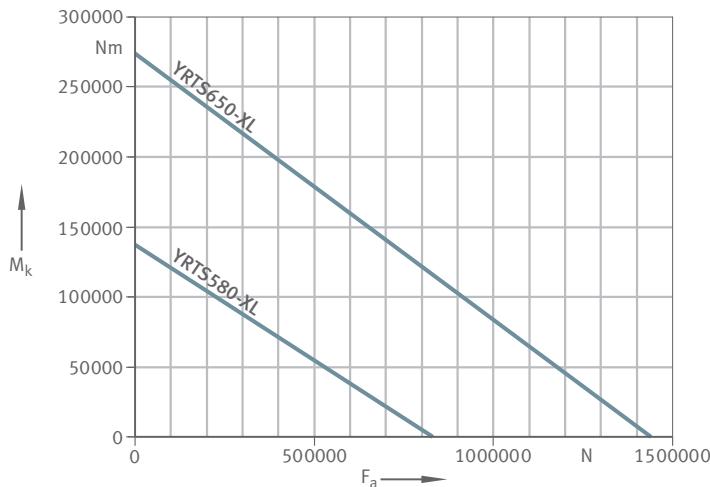
YRTS

图 24 YRTS200 至 YRTS460 的极限静载荷图表



0009B0AF

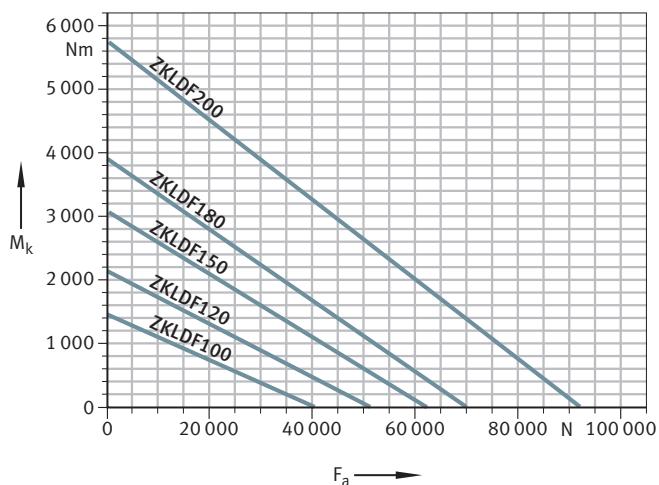
图 25 YRTS580-XL 和 YRTS650-XL 的极限静载荷图表



001B3334

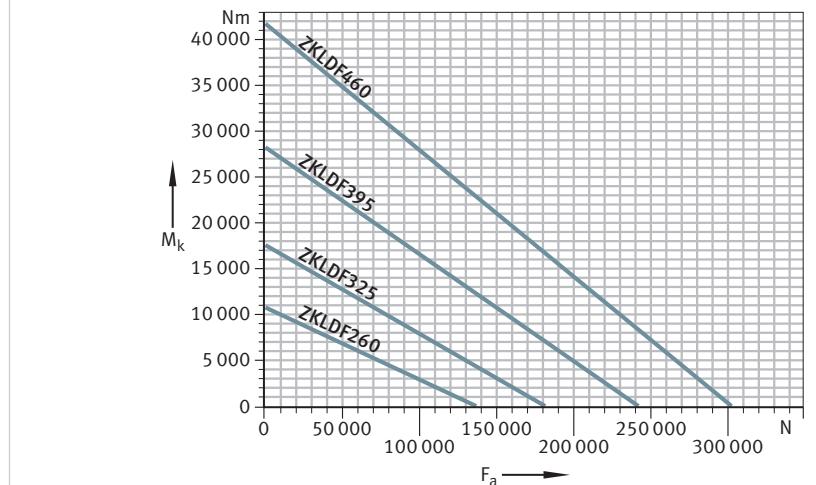
ZKLD

图 26 ZKLD100 至 ZKLD200 的极限静载荷图表



0001A344

图 27 ZKLD260 至 ZKLD460 的极限静载荷图表



0001A345

1.11.4 摩擦扭矩

摩擦扭矩 M_R 受润滑油脂粘度、润滑油脂量和轴承预载荷的影响。

- 润滑油脂粘度取决于工作温度和润滑油脂等级。
- 进行再润滑时，润滑油脂量会暂时增加，直到润滑油脂分配完毕，多余的润滑油脂离开轴承。
- 轴承预载荷取决于安装配合情况、相邻零件的几何精度、内圈和外圈之间的温差、螺钉的拧紧扭矩和安装情况。

在初始运行期间和再润滑后，轴承摩擦力会增加，直到润滑油脂已分布在轴承内。

YRTA

推力/向心轴承摩擦力的参考值是在测量转速 $n = 5 \text{ min}^{-1}$ 下确定的。

YRT、YRTC

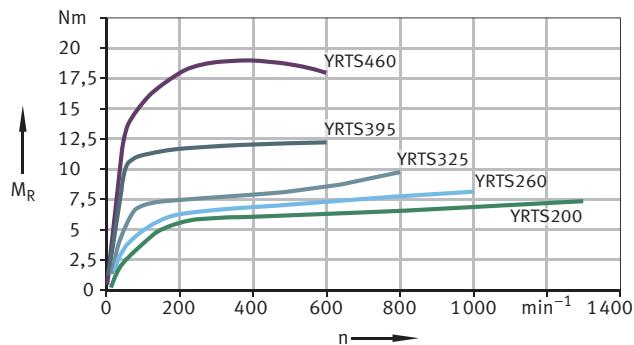
推力/向心轴承摩擦力的参考值是在测量转速 $n = 5 \text{ min}^{-1}$ 下确定的。

! 固定螺钉拧紧扭矩的变化将对预载荷和摩擦扭矩产生不利影响。对于 YRT 系列轴承，必须考虑：随着转速的增加，摩擦扭矩会增加 2 至 2.5 倍。

YRTS

规定的摩擦扭矩 M_R 是润滑油脂润滑轴承的统计确定参考值，是在完成润滑油脂分布循环后在工作温度 $\vartheta = +50^\circ\text{C}$ 下测得的。

② 28 作为 YRTS 系列参考值的摩擦扭矩，是由一系列测量值以统计方式确定的值



00018405

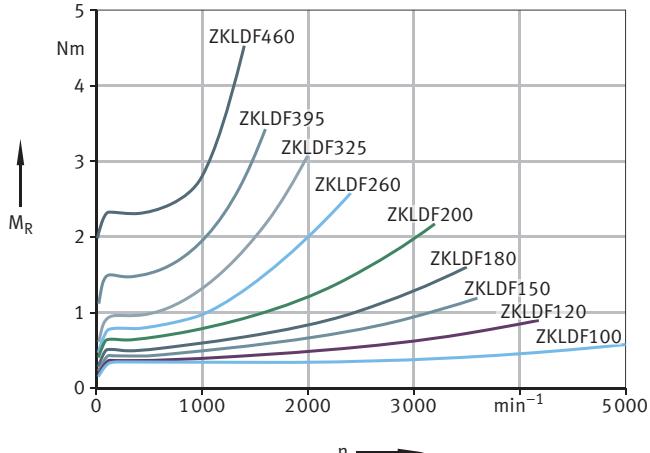
M_R	Nm	摩擦扭矩
n	min^{-1}	转速

YRTS580-XL (21 Nm) 和 YRTS650-XL (42 Nm) 推力/向心轴承摩擦力的参考值是在测量转速 $n = 5 \text{ min}^{-1}$ 下确定的。

ZKLDF

规定的摩擦扭矩 M_R 是润滑油脂润滑轴承的统计确定参考值，是在完成润滑油脂分布循环后在工作温度 $\vartheta = +50^\circ\text{C}$ 下测得的。

图 29 作为 ZKLDF 系列参考值的摩擦扭矩，是由一系列测量值以统计方式确定的值



000183B0

M _R	Nm	摩擦扭矩
n	min ⁻¹	转速

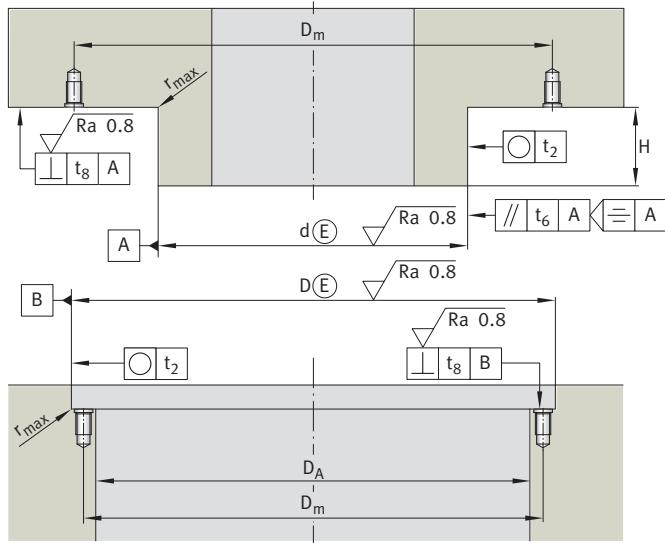
1.12 相邻结构的设计



螺钉安装表面和配合的几何缺陷将影响轴承布置的运行精度、预载荷和运行特性。因此，相邻表面的精度必须与整个总成的精度要求相匹配。

请根据相邻结构的要求设计相邻结构 ▶ 30 | 图 30。

图 30 相邻结构的要求



001B6AE0

请保持符合所需形位精度的公差 ▶ 33 | 1.12.6。与规定公差的任何偏差都将影响轴承摩擦扭矩、运行精度和运行特性。

请根据所需的形位精度选择配合表面的最大圆角半径值 ▶ 33 | 图 13。

1.12.1 配合

配合的选择会导致过渡配合，这意味着，根据轴承直径实际尺寸与安装尺寸的不同，可能会出现间隙配合或过盈配合。

! 例如，配合会影响轴承的运行精度及其动态特性。为便于将相邻结构与实际尺寸匹配起来，每个轴承都随附有测量记录。

过紧配合以及因此导致向心轴承预载荷的增加会导致以下缺点：

- 增加了轴承摩擦力、轴承温度及滚道系统上的应力，从而导致磨损增加。
- 降低可实现的转速和使用寿命。

1.12.2 轴承布置的轴向和径向跳动精度

轴向和径向跳动精度受以下因素影响：

- 轴承的运行精度
- 相邻表面的几何精度
- 旋转轴承套圈和相邻部件之间的配合

! 为了获得极高的运行精度，旋转轴承套圈的配合间隙最好为 0，并且应确保轴承在运行时具有预载荷。

1.12.3 轴配合建议

如有特殊要求，必须在规定的公差区域内进一步限制配合间隙。

运行精度要求

如果需要最大运行精度且内圈旋转，则配合间隙应尽可能接近 0。否则，配合间隙会增加径向跳动。

动态特性要求

- 对于回转式运行 ($n \cdot d_M < 35000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$, 占空比 $ED < 10\%$)，轴应达到公差等级 h5 ⑩。
- YRTC、ZKLD: 对于转速更高且占空比更长的情形，配合过盈量不得超过 0.01 mm。
- YRTS: 对于转速更高且占空比更长的情形，配合过盈量不得超过 0.005 mm。
- ZKLD: 根据随附的测量记录，配合尺寸应基于孔径尺寸最小的内圈。

YRTA

轴应达到公差等级 h5 ⑩。

YRT、YRTC

轴应达到公差等级 h5 ⑩。

YRTS

■ 11 YRTS 系列轴配合建议

名称	d mm	tΔdmp	
		U mm	L mm
YRTS200	200	-0.01	-0.024
YRTS260	260	-0.013	-0.029
YRTS325	325	-0.018	-0.036
YRTS395	395	-0.018	-0.036
YRTS460	460	-0.018	-0.038
YRTS580-XL	580	-0.02	-0.042
YRTS650-XL	650	-0.033	-0.058

d	mm	内径
$t_{\Delta Dmp}$	mm	孔径平均值与标称尺寸的偏差，符合 ISO 492
U	mm	上偏差
L	mm	下偏差

ZKDF

轴应达到公差等级 h5 ⑩。

1.12.4 轴承座配合建议

运行精度要求

如果需要最大运行精度且外圈旋转，则配合间隙应尽可能接近 0。对于固定轴承外圈，应选择间隙配合或不带径向对中特性的设计。

动态特性要求

- 如果回转为主要运行方式 ($n \cdot d_M < 35000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$, 占空比 $ED < 10\%$) 且轴承外圈旋转，则轴承座配合应达到公差等级 J6 ⑩。
- YRTS：对于转速更高且占空比更长的情形，必须对总成执行热 FE 计算。

YRTA

轴承座应达到公差等级 J6 ⑩。

YRT、YRTC

轴承座应达到公差等级 J6 ⑩。

YRTS

■ 12 YRTS 系列轴承座孔配合建议

名称	D mm	t _{ΔDmp}	
		U mm	L mm
YRTS200	300	+0.011	-0.005
YRTS260	385	+0.013	-0.005
YRTS325	450	+0.015	-0.005
YRTS395	525	+0.017	-0.005
YRTS460	600	+0.017	-0.005
YRTS580-XL	750	+0.02	-0.005
YRTS650-XL	870	+0.024	-0.005

D	mm	外径
$t_{\Delta Dmp}$	mm	外径平均值与标称尺寸的偏差，符合 ISO 492
U	mm	上偏差
L	mm	下偏差



如果总成的热 FE 计算显示轴和轴承内圈处的温度高于轴承外圈处的温度，则最好不要使轴承外圈径向对中，或使轴承座配合成为间隙至少为 0.02 mm 的间隙配合。这将减少轴承内圈与外圈之间存在温差时出现的预载荷增加现象。不过，如果温差过大，这可能会导致外圈螺钉连接过载，并且螺钉连接将开始打滑。当机器处于冷态时，这可能会导致轴承布置出现径向间隙。

如果轴承外圈处总成的热 FE 计算显示温度等于或高于内圈的温度，则轴承座应根据 YRTS 系列轴和轴承座孔的配合建议予以设计。

ZKLDF

轴承座应达到公差等级 J6 ⑩。

1.12.5 根据轴承套圈的螺钉连接选择配合方式

如果轴承外圈通过螺钉安装在固定部件上，则不需要配合座，或者可以按说明对其进行生产。如果使用表中的值，这会导致过渡配合，并趋向于间隙配合。这通常会便于安装。

不过，如果轴承内圈通过螺钉安装在固定部件上，则出于功能原因，应通过轴在整个轴承高度上对轴承内圈进行支撑。然后应相应地选择安装尺寸。如果使用表中的这些值，这会导致过渡配合，并趋向于间隙配合。

1.12.6 相邻结构的形位精度

相邻结构的形位精度规定值在实践中已证明是行之有效的，并且适用于大多数应用。

! 几何公差会影响总成的轴向和径向跳动精度，以及轴承摩擦扭矩和运行特性。

■ 13 YRTA、YRTC、YRTS 和 ZKLDF 系列的配合面最大底切半径

d	r _a
自	最高
mm	mm
50	200
200	580
460	1030
	1

d mm 内径
r_a mm 底切半径

YRTA

■ 14 YRTA 系列的轴形位精度

名称	t ₂ μm	t ₆ μm	t ₈ μm
YRTA50 ... YRTA120	6	3	6
YRTA150 ... YRTA200	9	5	9
YRTA260 ... YRTA460	12	7	12
YRTA580	13	7	13
YRTA650	15	8	15

t₂ μm 圆度公差
t₆ μm 平行度公差
t₈ μm 垂直度公差

■ 15 YRTA 系列的轴承座形位精度

名称	t ₂ μm	t ₈ μm
YRTA50 ... YRTA120	6	6
YRTA150 ... YRTA200	9	9
YRTA260 ... YRTA460	12	12
YRTA580	13	13
YRTA650	15	15

t₂ μm 圆度公差
t₈ μm 垂直度公差

YRT、YRTC

图 16 YRTC 系列的轴直径公差和几何公差，公差等级为 h5 (E)

d 自 mm	最高 mm	U μm	L μm	t ₂ μm	t ₆ μm	t ₈ μm
50	80	0	-13	3	1.5	3
80	120	0	-15	4	2	4
120	180	0	-18	5	2.5	5
180	250	0	-20	7	3.5	7
250	315	0	-23	8	4	8
315	400	0	-25	9	4.5	9
400	500	0	-27	10	5	10
500	630	0	-32	11	5.5	11
630	800	0	-36	13	6.5	13
800	1000	0	-40	15	7.5	15
1000	1250	0	-47	18	9	18

d	mm	内径
U	mm	上偏差
L	mm	下偏差
t ₂	μm	圆度公差
t ₆	μm	平行度公差
t ₈	μm	垂直度公差

图 17 YRTC 系列的轴承座直径公差和几何公差，公差等级为 J6 (E)

D 自 mm	最高 mm	U μm	L μm	t ₂ μm	t ₈ μm
120	180	+18	-7	5	5
180	250	+22	-7	7	7
250	315	+25	-7	8	8
315	400	+29	-7	9	9
400	500	+33	-7	10	10
500	630	+34	-10	11	11
630	800	+38	-12	13	13
800	1000	+44	-12	15	15
1000	1250	+52	-14	18	18

D	mm	外径
U	mm	上偏差
L	mm	下偏差
t ₂	μm	圆度公差
t ₈	μm	垂直度公差

YRTS

图 18 YRTS 系列的轴形位精度

名称	t ₂ μm	t ₆ μm	t ₈ μm
YRTS200	6	2.5	5
YRTS260 ... YRTS460	8	2.5	7
YRTS580-XL ... YRTS650-XL	10	4	10

t ₂	μm	圆度公差
t ₆	μm	平行度公差
t ₈	μm	垂直度公差

■ 19 YRTS 系列的轴承座形位精度

名称	t ₂ μm	t ₈ μm
YRTS200 ... YRTS460	6	8
YRTS580-XL ... YRTS650-XL	10	12

t₂ μm 圆度公差
t₈ μm 垂直度公差

ZKLD

■ 20 ZKLD 系列的轴直径公差和几何公差，公差等级为 h5 ⑤

d	t ₂	t ₆	t ₈
自	最高	U	L
mm	mm	μm	μm
50	80	0	-13
80	120	0	-15
120	180	0	-18
180	250	0	-20
250	315	0	-23
315	400	0	-25
400	500	0	-27
500	630	0	-32
630	800	0	-36
800	1000	0	-40
1000	1250	0	-47
t ₂	μm	圆度公差	
t ₆	μm	平行度公差	
t ₈	μm	垂直度公差	

d mm 内径
U mm 上偏差
L mm 下偏差
t₂ μm 圆度公差
t₆ μm 平行度公差
t₈ μm 垂直度公差

■ 21 ZKLD 系列的轴承座直径公差和几何公差，公差等级为 J6 ⑤

D	t ₂	t ₈	
自	最高	U	L
mm	mm	μm	μm
120	180	+18	-7
180	250	+22	-7
250	315	+25	-7
315	400	+29	-7
400	500	+33	-7
500	630	+34	-10
630	800	+38	-12
800	1000	+44	-12
1000	1250	+52	-14
t ₂	μm	圆度公差	
t ₈	μm	垂直度公差	

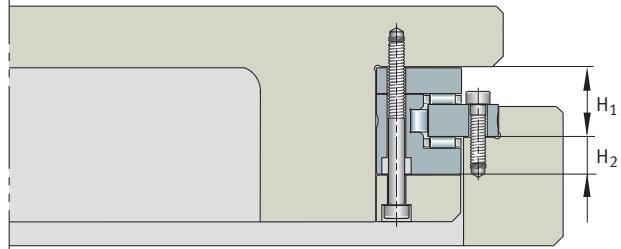
D mm 外径
U mm 上偏差
L mm 下偏差
t₂ μm 圆度公差
t₈ μm 垂直度公差

1.12.7 安装尺寸 H_1 、 H_2



如果要求高度变化最小，则必须遵循 H_1 尺寸公差。安装尺寸 H_2 定义了所用的任何蜗轮的位置。

31 安装尺寸 H_1 、 H_2



00006FD0

H_1	mm	接触面高度，外圈
H_2	mm	接触面高度，外圈

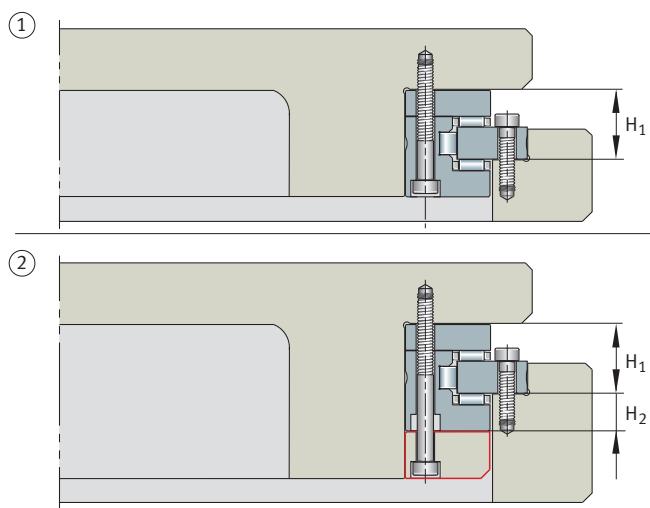
1.12.8 非支撑型或支撑型 L 形截面套圈

安装轴装型轴承套圈的外向轴向表面时，可在一侧或两侧使用全表面支承。支承套圈必须单独订购。

对于安装时 L 形截面套圈在整个表面上受到轴向支撑的轴承系列，支承套圈方向的轴向刚度会随着支承套圈刚度和轴承位置倾斜刚度的增加而增加。

轴定位垫圈必须在其整个表面上由相邻结构轴向支撑。

32 安装类型



00006FD1

1	非支撑型 L 形截面套圈 YRTC	2	支撑型 L 形截面套圈 YRTC..-VSP
H_1	mm	接触面高度，外圈	
H_2	mm	接触面高度，外圈	

与建议的安装类型存在偏差的任何安装类型都可能会影响轴承的功能和性能特性。如果偏离设计，请联系 Schaeffler。

YRTA

该系列仅存在一个预载荷匹配项。

如果使用支撑型 L 形截面套圈安装该系列的标准型号，则轴承的摩擦扭矩将增加。

YRT、YRTC

使用支撑型 L 形截面套圈安装轴承时，需要工厂定义的预载荷匹配项。在此类情况下，必须指定后缀 VSP。

如果使用支撑型 L 形截面套圈安装该系列的标准型号，则轴承的摩擦扭矩将增加。

此外，为了达到规定的刚度值，支撑型 L 形截面套圈还必须在其整个表面上受到轴向支撑。

! 对于 YRTC 系列，支承套圈的高度应至少等于轴承的尺寸 H_2 。

YRTS

该系列仅存在一个预载荷匹配项。

使用支撑型 L 形截面套圈安装轴承时，刚度和摩擦扭矩的增加较小，通常可以忽略不计。

ZKLDF

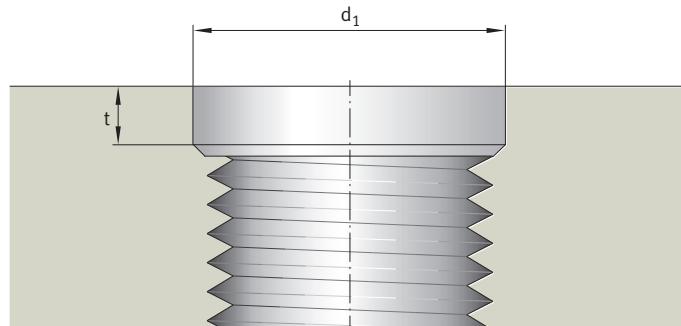
该系列仅存在一个预载荷匹配项。

使用支撑型 L 形截面套圈安装轴承时，刚度和摩擦扭矩的增加较小，通常可以忽略不计。

1.12.9 相邻结构中固定螺纹的设计

相邻结构中的螺纹必须采用圆柱沉头孔设计，以确保轴承的运行精度。如果未采用圆柱沉头孔，则在拧紧固定螺钉时，表面可能会发生变形。

图 33 相邻结构中固定螺纹的设计



0009B0CE

d ₁	mm	沉孔直径
t	mm	沉孔深度

图 22 沉孔设计

G	d ₁	t
	mm	mm
M4	4.4	1
M5	5.5	1
M6	6.6	1
M8	8.8	1

G	d ₁ mm	t mm
M10	11	1
M12	13.2	1
M16	17.6	1

G - 螺纹
d₁ mm 沉孔直径
t mm 沉孔深度

1.13 安装和拆卸

轴承环中配有固定孔，因此安装起来非常轻松。

1.13.1 改善安装便捷性

为确保轻松无误地确定轴承润滑孔相对于机器轴承座润滑孔的位置，以下轴承系列配备了导销孔：

- YRTC580-XL 至 YRTC1030-XL
- YRTS
- ZKLD

图 34 通过轴向润滑孔改善了安装便捷性

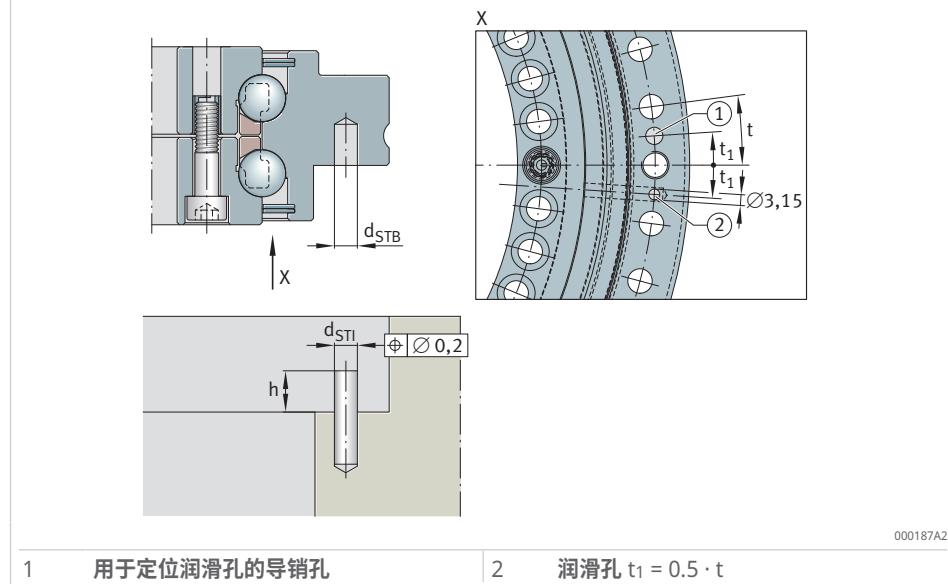


图 23 导销孔

d	h	d _{STI}	d _{STB}
自	最高	最大	最小
mm	mm	mm	mm
-	460	4	4
460	580	6	6
580	-	8	8

d mm 内径
h mm 销高度
d_{STI} mm 销直径
d_{STB} mm 销孔

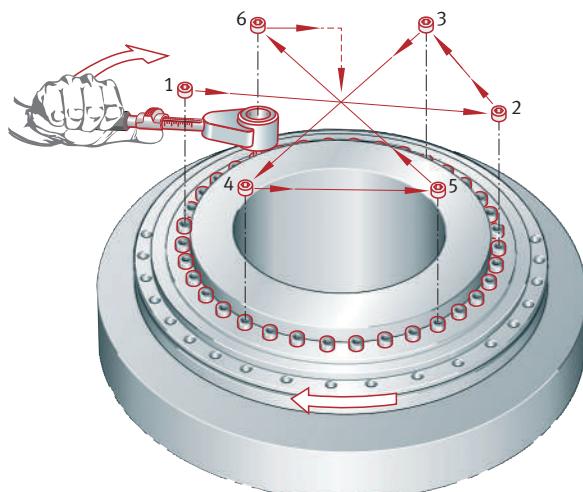
1.13.2 安装

固定螺钉用于固定轴承零件，以便运输。

✓ 请注意固定螺钉的强度等级。

1. 在安装前先拧松固定螺钉，以便使轴承对中。
2. 使用扭矩扳手将固定螺钉交叉拧紧至规定的拧紧扭矩 M_A 的 40 %。对于 ZKLD 系列，在此步骤中旋转轴承套圈。
3. 使用扭矩扳手将固定螺钉交叉拧紧至规定的拧紧扭矩 M_A 的 70 %。对于 ZKLD 系列，在此步骤中旋转轴承套圈。
4. 使用扭矩扳手将固定螺钉交叉拧紧至规定的拧紧扭矩 M_A 的 100 %。对于 ZKLD 系列，在此步骤中旋转轴承套圈。
5. 安装后，紧固或拆下固定螺钉。

35 拧紧固定螺钉



0008857D

! 安装力只能施加到待安装的轴承套圈上，切勿通过滚动体。

! 如果轴承异常难以移动，请拧松固定螺钉，然后分步将其交叉重新拧紧，以消除任何应力。

! 在安装和拆卸过程中，不得分离或交换轴承部件。

其它信息

MON 100 | 用于复合载荷的高精度轴承 |

<https://www.schaeffler.de/std/2013>

1.14 其它信息

更多信息可在以下出版物中找到：

HR 1 | 滚动轴承 |

<https://www.schaeffler.de/std/1D3D>

MON 100 | 用于复合载荷的高精度轴承 |

<https://www.schaeffler.de/std/2013>

1.15 产品尺寸表

1

1.15.1 产品表说明

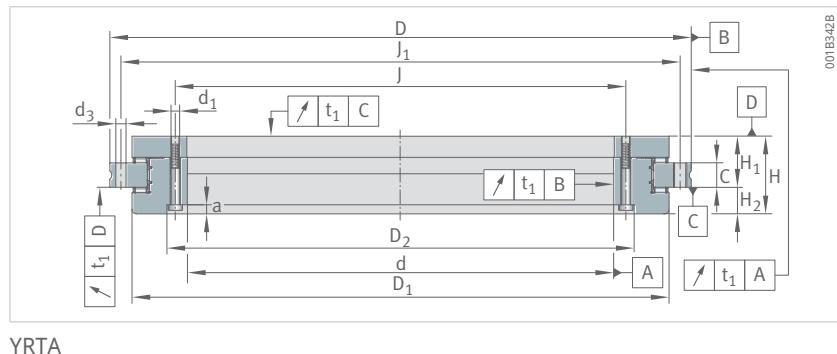
1	-	两颗固定螺钉
2	-	L形截面套圈中开向轴承孔的螺钉沉头孔
3	-	支撑表面, 定心直径
a	mm	沉孔深度
C	mm	外圈宽度
C_{0a}	N	基本额定静载荷, 轴向
C_{0r}	N	基本额定静载荷, 径向
C_a	N	基本额定动载荷, 轴向
C_{aL}	$N/\mu m$	轴承位置的轴向刚度
C_{aW}	$N/\mu m$	滚动体组的轴向刚度
C_{kL}	$Nm/mrad$	轴承位置的倾斜刚度
C_{kW}	$Nm/mrad$	滚动体组的倾斜刚度
C_r	N	基本额定动载荷, 径向
C_{rL}	$N/\mu m$	轴承位置的径向刚度
C_{rW}	$N/\mu m$	滚动体组的径向刚度
d	mm	内径
D	mm	外径
d_1	mm	紧固孔直径, 内圈
D_1	mm	内圈直径
d_2	mm	沉孔直径, 固定孔
D_2	mm	底切直径
d_3	mm	固定孔的直径, 外圈
D_3	mm	外径
G	-	拆卸螺纹
H	mm	高度
H_1	mm	接触面高度, 外圈
H_2	mm	接触面高度, 外圈
J	mm	固定孔的节圆直径, 内圈
J_1	mm	固定孔的节圆直径, 外圈
m	kg	质量
M_A	Nm	紧固螺钉的拧紧扭矩, 符合 DIN EN ISO 4762, 强度等级 10.9
M_I	Nm	内圈螺钉的拧紧扭矩, 符合 DIN EN ISO 4762, 强度等级 10.9
M_R	Nm	摩擦扭矩
n	-	螺钉安装孔的数目
n_A	-	固定螺钉的数目, 外圈
n_G	min^{-1}	极限转速
n_{GA}	-	拆卸螺纹的数目
n_I	-	固定螺钉的数目, 内圈
t	°	固定孔的节锥角

1.15.2 YRTA 系列，主要尺寸，

性能数据

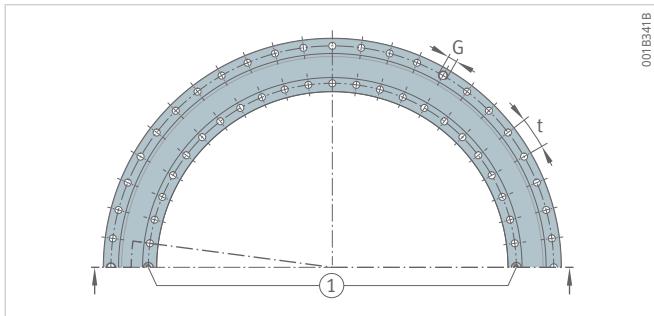
双向

适合自动化应用



YRTA

名称	d	D	H	H ₁	H ₂	C	D ₁ 最大	J	J ₁
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTA50	50	126	30	20	10	10	105	63	116
YRTA80	80	146	35	23.35	11.7	12	130	92	138
YRTA100	100	185	38	25	13	12	161	112	170
YRTA120	120	210	40	26	14	12	185	135	195
YRTA150	150	240	40	26	14	12	214	165	225
YRTA180	180	280	43	29	14	15	244	194	260
YRTA200	200	300	45	30	15	15	274	215	285
YRTA260	260	385	55	36.5	18.5	18	345	280	365
YRTA325	325	450	60	40	20	20	415	342	430
YRTA395	395	525	65	42.5	22.5	20	486	415	505
YRTA460	460	600	70	46	24	22	560	482	580
YRTA580	580	750	90	60	30	30	700	610	720
YRTA650	650	870	122	76	44	34	800	680	830



孔型

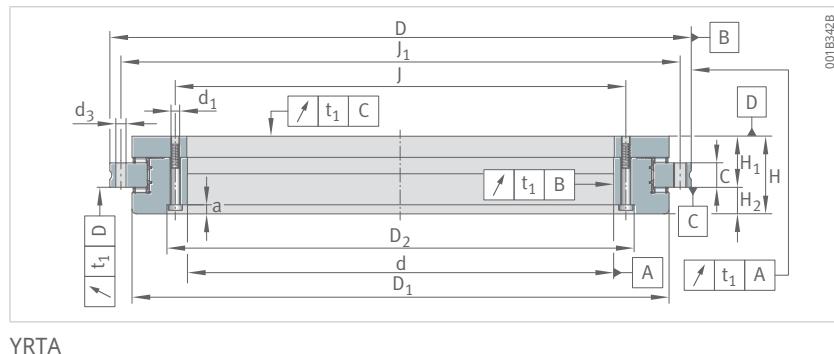
C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_G	M_R
N	N	N	N	min^{-1}	Nm
56000	280000	9500	24300	440	3.5
38000	158000	11400	34000	350	4.5
93000	455000	21500	68000	280	4.5
99000	520000	21700	73000	230	6
113000	650000	23300	83000	210	8
119000	730000	24500	94000	190	9
130000	850000	28000	115000	170	11
149000	1090000	31500	147000	130	17
219000	1900000	46000	255000	110	24
234000	2190000	51000	305000	90	35
255000	2550000	55000	355000	80	45
510000	4450000	116000	720000	60	90
810000	6800000	119000	780000	55	105

1.15.3 YRTA 系列，安装尺寸，

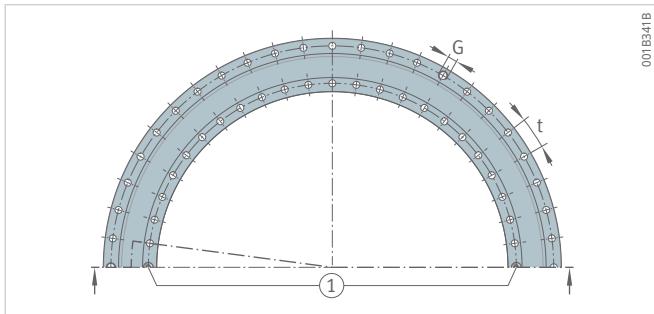
刚度值

双向

适合自动化应用



名称	d ₁	D ₂	a	n _r	d ₃	n _A	M _A
-	mm	mm	mm	-	mm	-	Nm
YRTA50	5.6	-	-	10	5.6	12	8.5
YRTA80	5.6	102	4	10	4.6	12	8.5
YRTA100	5.6	122	5.4	16	5.6	15	8.5
YRTA120	7	146	6.2	22	7	21	14
YRTA150	7	176.6	6.2	34	7	33	14
YRTA180	7	205.6	6.2	46	7	45	14
YRTA200	7	226.6	6.2	46	7	45	14
YRTA260	9.3	295.8	8.2	34	9.3	33	34
YRTA325	9.3	357.8	8.2	34	9.3	33	34
YRTA395	9.3	430.8	8.2	46	9.3	45	34
YRTA460	9.3	497.8	8.2	46	9.3	45	34
YRTA580	11.4	628	11	46	11.4	42	68
YRTA650	14	700	13	46	14	42	116

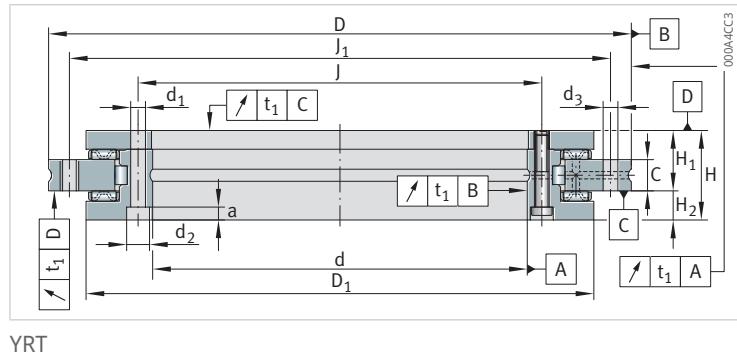


孔型

n	t	G	n _{GA}	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}	C _{aW}	C _{rW}	C _{kW}
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
12	30	-	-	2600	1540	2037.5	6200	2100	5400
12	30	-	-	3200	2520	4075	4000	3600	5800
18	20	M5	3	5300	3150	12200	8700	5200	23500
24	15	M8	3	5800	3640	18200	9800	5600	35500
36	10	M8	3	7600	4480	30300	12000	6500	61000
48	7.5	M8	3	9400	5000	46000	13500	7700	88500
48	7.5	M8	3	9800	5700	64000	15500	10000	128000
36	10	M12	3	13800	7400	166000	19000	12000	265000
36	10	M12	3	14200	8800	254000	33000	20000	633000
48	7.5	M12	3	19800	8100	448000	37000	25000	1002000
48	7.5	M12	3	24000	9100	686000	43000	30000	1543000
48	7.5	M12	6	23800	4100	1176000	41800	37500	2570000
48	7.5	M12	6	41200	10200	1909000	52000	38500	3879000

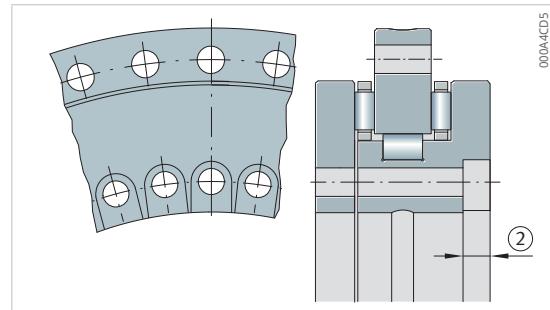
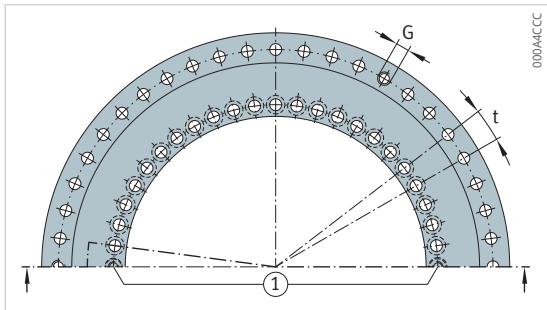
1.15.4 YRT 系列，主要尺寸，性能数据

双向



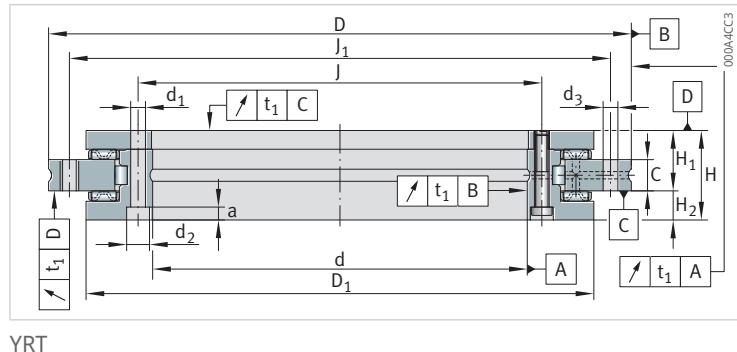
YRT

名称	d	D	H	H1	H2	C	D1 最大	J	J1
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRT50	50	126	30	20	10	10	105	63	116
YRT80-TV	80	146	35	23.35	11.65	12	130	92	138



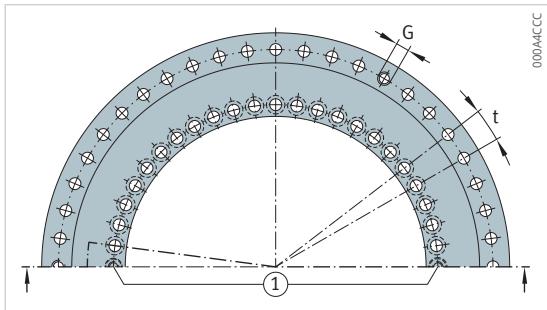
C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_G	M_R	m
N	N	N	N	min^{-1}	Nm	kg
56000	280000	28500	49500	440	2.5	1.6
38000	158000	44000	98000	350	3	2.4

1.15.5 YRT 系列, 安装尺寸, 刚度值 双向

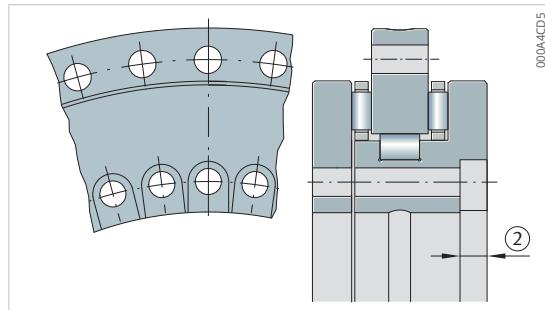


YRT

名称	d ₁	d ₂	a	n _I	M _I	d ₃	n _A	M _A
-	mm	mm	mm	-	Nm	mm	-	Nm
YRT50	5.6	-	-	10	-	5.6	12	8.5
YRT80-TV	5.6	10	4	10	4.5	4.6	12	8.5



孔型



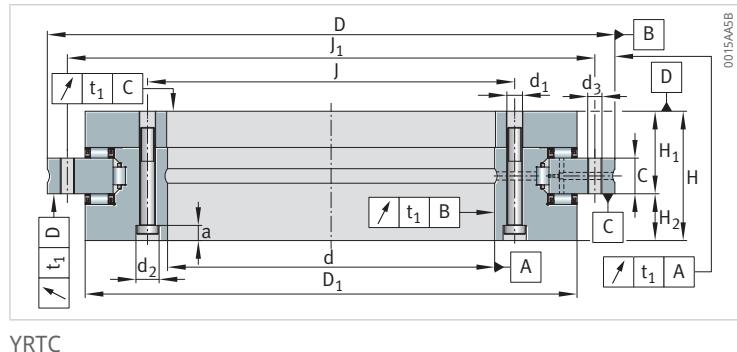
YRT80-TV

n	t	G	n _{GA}	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}	C _{aW}	C _{rW}	C _{kW}
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
12	30	-	-	1300	1100	1250	6200	1500	5900
12	30	-	-	1600	1800	2500	4000	2600	6300

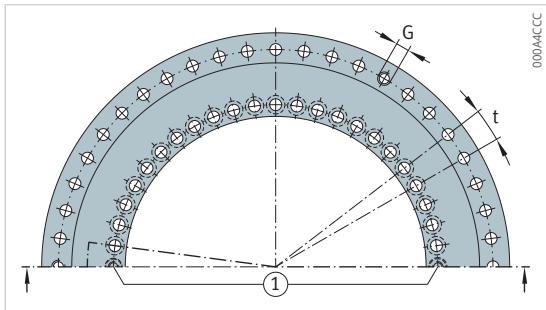
1.15.6 YRTC 系列，主要尺寸，

性能数据

双向



名称	d	D	H	H1	H2	C	D1 最大	J	J1
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTC100-XL	100	185	38	25	13	12	161	112	170
YRTC120-XL	120	210	40	26	14	12	185	135	195
YRTC150-XL	150	240	40	26	14	12	214.5	165	225
YRTC180-XL	180	280	43	29	14	15	245.1	194	260
YRTC200-XL	200	300	45	30	15	15	274.4	215	285
YRTC260-XL	260	385	55	36.5	18.5	18	347	280	365
YRTC325-XL	325	450	60	40	20	20	415.1	342	430
YRTC395-XL	395	525	65	42.5	22.5	20	487.7	415	505
YRTC460-XL	460	600	70	46	24	22	560.9	482	580
YRTC580-XL	580	750	90	60	30	30	700	610	720
YRTC650-XL	650	870	122	78	44	34	800	680	830
YRTC850-XL	850	1095	124	80.5	43.5	37	1018	890	1055
YRTC950-XL	950	1200	132	86	46	40	1130	990	1160
YRTC1030-XL	1030	1300	145	92.5	52.5	40	1215	1075	1255



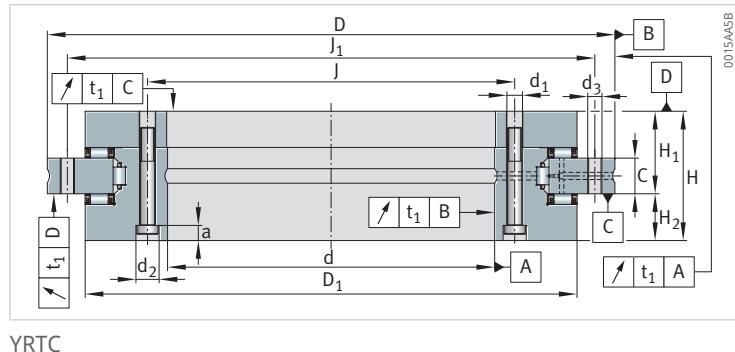
孔型

C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_G 连续运行 min^{-1}	n_G 回转运行 min^{-1}	M_R	m
N	N	N	N	min^{-1}	min^{-1}	Nm	kg
105000	455000	49500	88000	1200	-	2.5	3.65
112000	520000	69000	124000	900	-	4	4.61
128000	650000	74000	146000	800	-	4	5.4
134000	730000	100000	200000	600	-	5	7.2
147000	850000	123000	275000	450	-	6	9.2
168000	1090000	140000	355000	300	-	9	17.8
247000	1900000	183000	530000	200	-	13	24.7
265000	2190000	200000	640000	200	-	19	32.5
290000	2550000	265000	880000	150	-	25	45.2
580000	4450000	235000	730000	80	200	60	89
910000	6800000	455000	1300000	70	170	70	170
1020000	8500000	520000	1690000	50	125	130	253
1080000	9500000	550000	1890000	45	110	170	312
1140000	10300000	580000	2050000	40	100	250	375

1.15.7 YRTC 系列，安装尺寸，

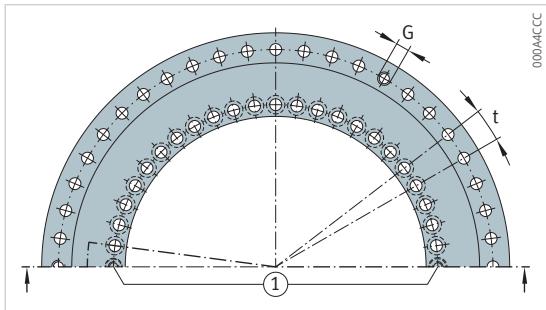
刚度值

双向



YRTC

名称	d ₁ mm	d ₂ mm	a mm	n _I	d ₃ mm	n _A	M _A Nm
-						-	
YRTC100-XL	5.6	10	5.4	16	5.6	15	8.5
YRTC120-XL	7	11	6.2	22	7	21	14
YRTC150-XL	7	11	6.2	34	7	33	14
YRTC180-XL	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTC200-XL	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTC260-XL	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTC325-XL	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTC395-XL	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTC460-XL	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTC580-XL	11.4	18	11	46	11.4	42	68
YRTC650-XL	14	20	13	46	14	42	116
YRTC850-XL	18	26	17	58	18	54	284
YRTC950-XL	18	26	17	58	18	54	284
YRTC1030-XL	18	26	17	70	18	66	284



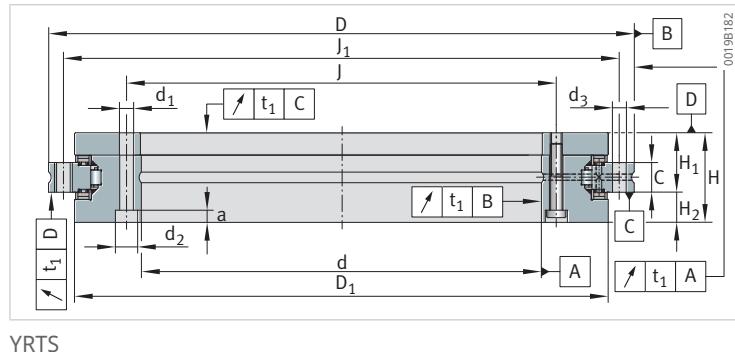
孔型

n	t	G	n _{GA}	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}	C _{aW}	C _{rW}	C _{kW}
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
18	20	M5	3	5300	3150	12200	8700	5200	23500
24	15	M8	3	5800	3640	18200	9800	5600	35500
36	10	M8	3	7600	4480	30300	12000	6500	61000
48	7.5	M8	3	9400	5000	46000	13500	5300	88500
48	7.5	M8	3	9800	5700	64000	15500	6200	128000
36	10	M12	3	13800	7400	166000	19000	8100	265000
36	10	M12	3	14200	8800	254000	33000	9900	633000
48	7.5	M12	3	19800	8100	448000	37000	13000	1002000
48	7.5	M12	3	24000	9100	686000	43000	17000	1543000
48	7.5	M12	6	23800	4100	1176000	41800	11200	1960000
48	7.5	M12	6	41200	10200	1909000	51400	8200	3554000
60	6	M12	6	53000	16700	3762000	61900	12000	6772000
60	6	M12	6	61400	19000	4893000	72700	17900	11494000
72	5	M16	6	72800	21300	8640000	74900	14200	11165000

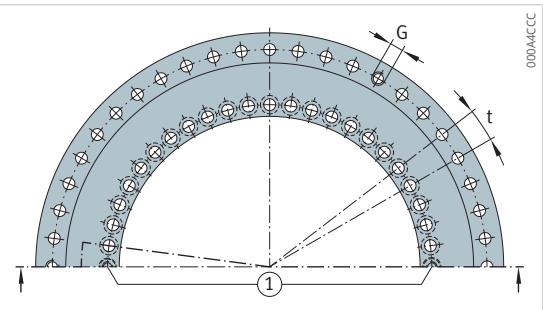
1.15.8 YRTS 系列，主要尺寸， 性能数据

双向

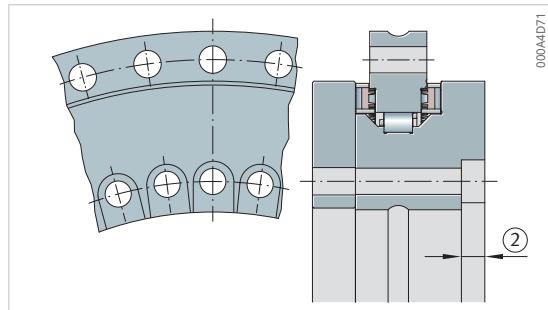
适用于更高转速的应用



名称	d	D	H	H₁	H₂	C	D₁ 最大	J	J₁
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTS200	200	300	45	30	15	15	274.4	215	285
YRTS260	260	385	55	36.5	18.5	18	347	280	365
YRTS325	325	450	60	40	20	20	415.1	342	430
YRTS395	395	525	65	42.5	22.5	20	487.7	415	505
YRTS460	460	600	70	46	24	22	560.9	482	580
YRTS580-XL	580	750	90	60	30	30	700	610	720
YRTS650-XL	650	870	122	78	44	34	800	680	830



孔型



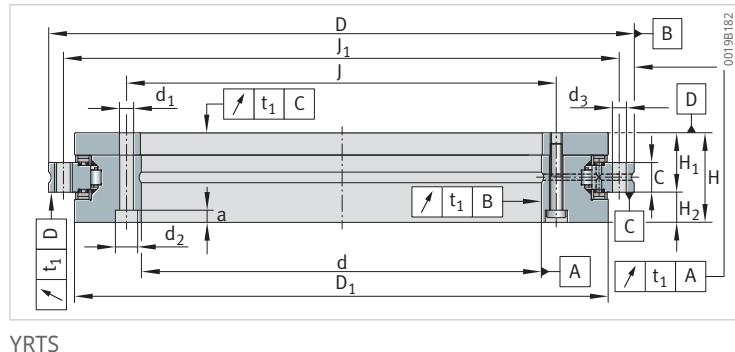
YRTS325 的沉孔螺钉孔

C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_g	m
N	N	N	N	min^{-1}	kg
155000	840000	94000	226000	1160	9.7
173000	1050000	110000	305000	910	18.3
191000	1260000	109000	320000	760	25
214000	1540000	121000	390000	650	33
221000	1690000	168000	570000	560	45
590000	4050000	255000	820000	350	84
980000	6500000	480000	1390000	300	161

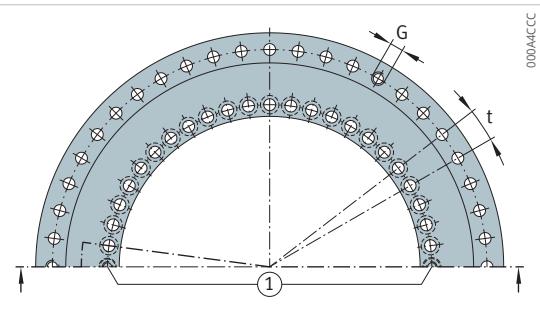
1.15.9 YRTS 系列，安装尺寸，刚度值

双向

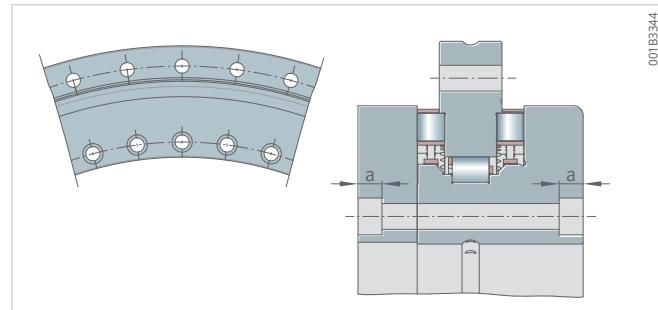
适用于更高转速的应用



名称	d ₁	d ₂	a	n _I	d ₃	n _A	M _A
-	mm	mm	mm	-	mm	-	Nm
YRTS200	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTS260	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTS325	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTS395	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTS460	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTS580-XL	11.4	18	11	46	11.4	42	68
YRTS650-XL	14	20	13	46	14	42	116



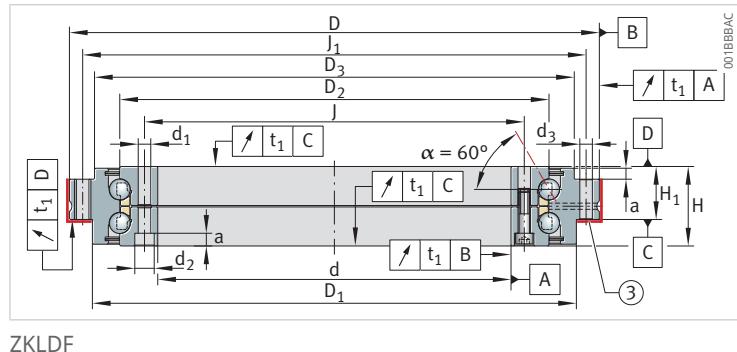
孔型



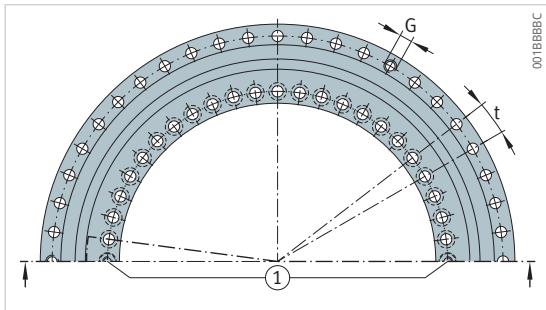
YRTS580-XL、YRTS650-XL 的沉孔螺钉孔

n	t	G	NGA	CaL	CrL	CkL	CaW	CrW	CkW
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
48	7.5	M8	3	8800	6100	65600	13600	3900	101000
36	10	M12	3	11800	8200	151500	16800	5800	201000
36	10	M12	3	14480	9200	260000	19900	7100	350000
48	7.5	M12	3	17100	10200	440900	23400	8700	582000
48	7.5	M12	3	19500	9200	633000	25400	9500	843000
48	7.5	M12	6	26100	14800	1661700	34300	12500	2000000
48	7.5	M12	6	45200	37300	2697200	42850	12500	3333000

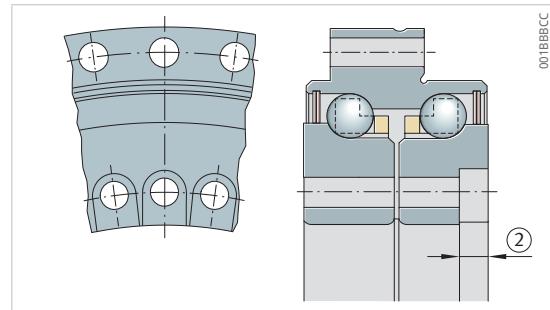
1.15.10 ZKLDF 系列，主要尺寸，性能数据 双向



名称	d	D	H	H1	D1	D2	D3	J	J1
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
ZKLDF100	100	185	38	25	161	136	158	112	170
ZKLDF120	120	210	40	26	185	159	181	135	195
ZKLDF150	150	240	40	26	214	188	211	165	225
ZKLDF180	180	280	43	29	244	219	246	194	260
ZKLDF200	200	300	45	30	274	243	271	215	285
ZKLDF260	260	385	55	36.5	345	313	348	280	365
ZKLDF325	325	450	60	40	415	380	413	342	430
ZKLDF395	395	525	65	42.5	486	450	488	415	505
ZKLDF460	460	600	70	46	560	520	563	482	580



孔型

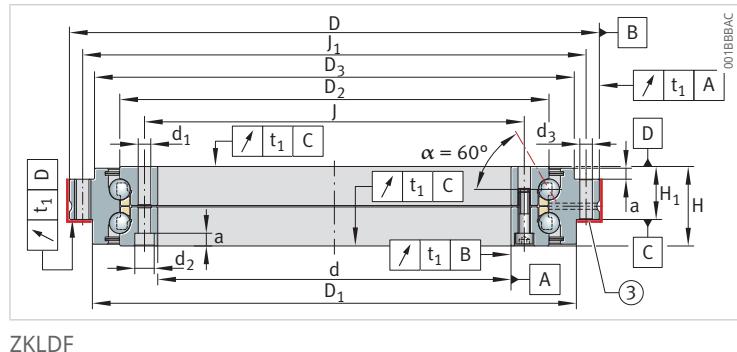


ZKLD100、ZKLD325

C_a	C_{0a}	C_{ua}	n_g	M_R	m
N	N	N	min^{-1}	Nm	kg
71000	265000	10300	5000	-	3.8
76000	315000	11500	4300	-	4.8
81000	380000	12600	3600	-	5.6
85000	440000	13500	3500	-	7.7
121000	610000	17900	3200	-	10
162000	920000	23800	2400	-	19
172000	1110000	26000	2000	-	25
241000	1580000	34000	1600	-	33
255000	1860000	37000	1400	-	47

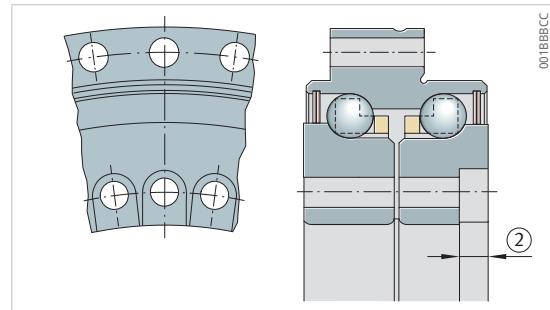
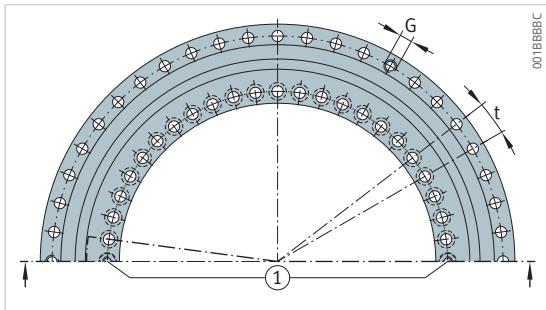
1.15.11 ZKLDF 系列, 安装尺寸, 刚度值

双向



ZKLDF

名称	d ₁	d ₂	a	n _I	d ₃	n _A	M _A
-	mm	mm	mm	-	mm	-	Nm
ZKLDF100	5.6	10	5.4	16	5.6	15	8.5
ZKLDF120	7	11	6.2	22	7	21	14
ZKLDF150	7	11	6.2	34	7	33	14
ZKLDF180	7	11	6.2	46	7	45	14
ZKLDF200	7	11	6.2	46	7	45	14
ZKLDF260	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
ZKLDF325	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
ZKLDF395	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
ZKLDF460	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34



n	t	G	ηGA	CaL	CrL	CkL	CaW	CrW	CkW
-	°	-	-	N/μm	N/μm	Nm/mrad	N/μm	N/μm	Nm/mrad
18	20	M5	3	1200	350	3600	2200	350	5000
24	15	M8	3	1500	400	5500	2500	400	8000
36	10	M8	3	1700	400	7800	2900	400	12000
48	7.5	M8	3	1900	500	10700	2800	500	16000
48	7.5	M8	3	2500	600	17500	3700	600	26000
36	10	M12	3	3200	700	40000	4700	700	54000
36	10	M12	3	4000	800	60000	5400	800	90000
48	7.5	M12	3	4500	900	100000	6300	900	148000
48	7.5	M12	3	5300	1100	175000	7100	1100	223000

2 带增量角度测量系统的推力/向心轴承

轴承集成式角度测量系统设计用于在位置控制型电动机床轴中记录实际角度值。它由测量系统轴承和测量头组成。

集成角度测量系统的优点

- 由于与相邻结构进行刚性机械连接，具有非常出色的控制特性（较高的控制稳定性和较高的动态性能）
- 由于使用了精密部件，使用单个测量头就可获得极高的系统准确度
- 采用空心轴设计；轴的中心可自由用于其他部件
- 实现非接触无磨损运行
- 测量不受倾斜或位置影响
- 不受油、润滑脂、冷却润滑油脂和磁铁的影响
- 无需调整测量间隙，因而易于安装
- 无需对齐轴承和单独的测量系统
- 无需额外的安装零件；节省出来的空间可用于机床工作区
- 由于紧凑、集成的设计需要更少的部件，因此节省了部件、整体设计外形尺寸和成本
- 与所有标准测量系统接口兼容
- 借助绝对测量系统，无需参考搜索运行
- 增量测量系统与所有常用机床控制器电子兼容

测量系统轴承的优点

- 倾斜刚度非常高
- 摩擦扭矩非常低
- 可以获得较高的机械极限转速
- 连续运行时产生的热量较低
- 可实现最大定位精度

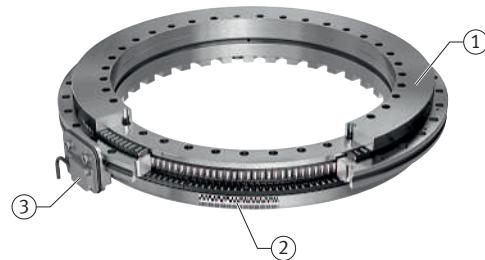
2.1 轴承设计

YRTCMA、YRTSMA

YRTCMA 和 YRTSMA 系列推力/向心轴承在机械结构方面与 YRTC 和 YRTS 系列相当，但额外配备了绝对角度测量系统。

轴承集成式角度测量系统由测量系统轴承及测量套圈和测量头 MHA 组成，测量套圈安装在内圈上，测量头直接通过螺钉安装在相应测量系统轴承的轴承外圈上。

④36 轴承集成感应式绝对测量系统



00192B61

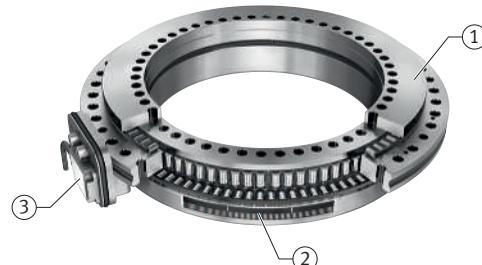
1 YRTCMA	2 测量套圈
3 测量头 MHA-0	

YRTCMI

YRTCMI 系列推力/向心轴承在机械结构方面与 YRTC 系列相当，但额外配备了增量角度测量系统。

轴承集成式角度测量系统由测量系统轴承及测量套圈和测量头 MHI 组成，测量套圈安装在内圈上，测量头直接通过螺钉安装在相应测量系统轴承的轴承外圈上。

④37 轴承集成感应式增量测量系统



00192C71

1 YRTCMI	2 测量套圈
3 测量头 MHI-0	

2.2 集成角度测量系统

轴承集成式角度测量系统设计用于在位置控制型电动机床轴中记录实际角度值。它由测量系统轴承和测量头组成。

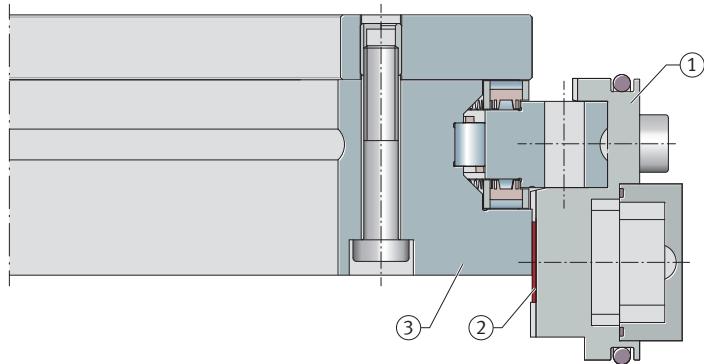
2.2.1 测量头

测量头根据 AMOSIN® 测量原理工作。测量头包含初级线圈和次级线圈（用于对测量套圈进行感应式扫描）、电子测量头系统、接口、线路驱动器和带插头连接器的电缆。AMOSIN® 是 AMO GmbH 的商标。

测量头可以直接通过螺钉固定到测量系统轴承的相应外圈上。

对于 YRTCMA、YRTSMA 和 YRTCMI 系列，同时提供有径向螺钉安装类型和轴向螺钉安装类型的测量头。

38 绝对值角度测量系统



0015AA0E

1 测量头	2 测量套圈
3 推力/向心轴承的内圈	

电子评估系统集成在测量头中，使系统能够直接连接到控制器。测量头采用独特构造，不需要调节测量间隙，并可防止润滑油脂和其他介质流入和流出滚动轴承腔。其他测量头设计可按协议提供。

径向测量头 MHA-0、MHI-0

在适合通过径向螺钉安装到外圈上的类型中，无需调整测量间隙，并且可检修性非常出色。因此，可缩短安装工作所花的时间。

39 径向测量头 MHA-0



00194971

轴向测量头 MHA-2、MHI-2

在适合通过螺钉轴向安装到轴承外圈上的类型中，需要调整测量间隙。轴向测量头比向心轴承测量头小。

④ 40 轴向测量头 MHA-2



00194991

2.2.2 工作原理

AMOSIN[®] 扫描角节距的工作原理基于感应式非接触技术。内置于测量头中的平面线圈结构比较独特，由多个在测量方向排成一列的线圈装置组成，而这些线圈又由相互堆叠的初级线圈和次级线圈组成。

由于采用多层技术在柔性基板上制造传感器装置，线圈结构的曲率专门设计为与测量套圈的曲率相匹配。

为了对测量套圈执行感应式扫描，初级线圈通过高频交流电压进行激励，在初级绕组周围产生交变电磁场。这些交变电磁场会被测量套圈中的腹板衰减，而不会被间隙衰减。

对于与旋转设备一起连接到内圈的测量套圈，以下情况适用：初级线圈与次级线圈之间的电感耦合因子受测量套圈相对于测量头的移动影响，并可通过这种移动进行调制。次级绕组中会产生或低或高的交流电，具体取决于腹板或间隙是否朝向次级线圈。测量头中的位置值由这些不同的调制电压确定。

使用绝对角度测量系统 MHA 确定位置

在绝对测量系统中，测量套圈上按圆周方向布置了带绝对编码的角节距和带增量编码的角节距。两个角节距都通过专用的初级线圈和次级线圈进行扫描。

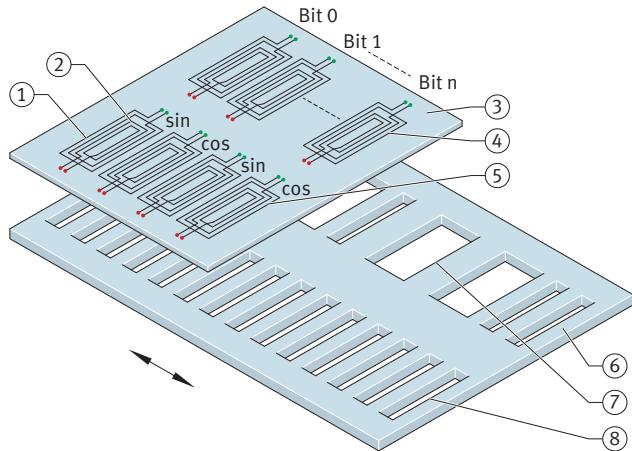
接通工作电压后，所有初级线圈都将立即由交流电压激励。这会在绝对次级线圈中产生独特的位模式，每个节距周期的绝对角度位置由测量头根据位模式确定。

此外，在增量次级线圈中还会产生 SIN-COS 调制电压，据此可在每一个节距周期内确定精确位置，并实现更精细的分辨率。

绝对实际角度位置是根据每个绝对节距周期的角度位置及增量节距周期内的高分辨率角度位置计算得出的。

此实际角度位置通过串行数据接口传输到控制器。

41 感应式绝对 AMOSIN® 角度测量系统的工作原理



00192232

1 初级绕组	2 次级绕组
3 传感器基板、微线圈	4 绝对扫描
5 增量扫描	6 测量套圈
7 带绝对编码的角节距	8 带增量编码的角节距

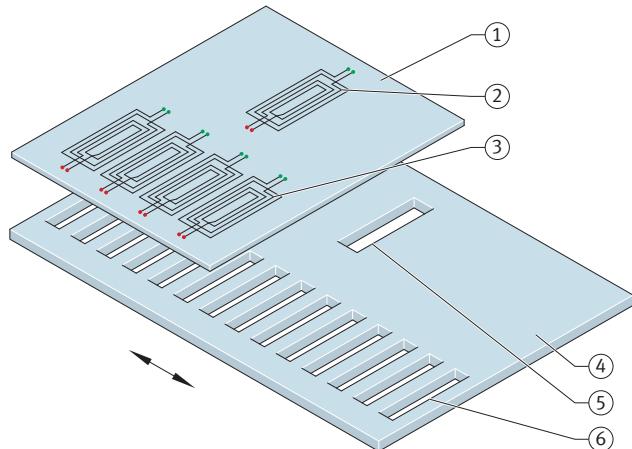
通过增量角度测量系统 MHI 确定位置

在增量测量系统中，测量套圈上按圆周方向布置了带增量编码的角节距和若干个节距编码参考标记。这两种结构使用专用的初级线圈和次级线圈进行扫描。

接通工作电压后，所有初级线圈都将立即由交流电压激励。因此，增量次级线圈中会生成 SIN-COS 调制电压，该调制电压将作为模拟 SIN-COS 电压信号传输到控制器中。在控制器中，模拟电压信号会进行 A/D 转换及更高阶的插值操作，以生成当前的增量实际角度位置。

通过参考标记扫描移动对节距编码参考标记进行扫描。这需要执行搜索，在搜索期间，控制器将越过至少两个参考标记来确定绝对实际角度位置。

42 AMOSIN® 感应式增量角度测量系统的工作原理



0019222E

1 传感器基板、微线圈	2 参考标记扫描
3 增量扫描	4 测量套圈
5 参考标记	6 增量角节距

2.2.3 电子接口



如果对此电子接口有任何疑问,请联系 Schaeffler。

绝对接口 EnDat 2.2

EnDat 2.2 接口是一个测量设备用数字双向接口。它能够输出位置值,读取和更新存储在测量设备中的信息,或存储新信息。由于对数据进行串行传输,四条信号线就足够了。

数据 DATA 与电子后处理器提供的 CLOCK 信号同步进行传输。

除了 EnDat 2.2 命令集之外,没有输出模拟 1 Vpp 信号。

可实现的时钟频率由电缆长度决定。通过在电子后处理器中进行运行时间补偿,可实现最高 16 MHz 的时钟频率和最长 100 m 的电缆长度。

然而,最高 16 MHz 的传输频率与较长的电缆长度相结合对电缆提出了较高的技术要求。

借助 1 m 长测量头及延长电缆可获得更长的电缆长度。一般而言,整个传输路径必须针对相应的时钟频率进行专门设计。出于此原因,建议仅使用获得认可的测量系统专用延长电缆。例如,还应避免因套圈打滑而导致信号线路中断。

此数字接口与以下控制器及其后续系列兼容:

- Heidenhain 控制器,自 TNC640 版本起 TNC 640
- Siemens Sinumerik,自 840D sl 版本起(通过自固件版本 4.5 和 4.6 起的 Siemens 传感器模块 SMC40 实现)

测量系统是自配置的。无需将特定于测量系统的参数输入到控制器中。

绝对接口 DRIVE-CLiQ®

DRIVE-CLiQ® 接口是一个测量设备用数字双向接口。它能够输出位置值,读取和更新存储在测量设备中的信息,或存储新信息。由于对数据进行串行传输,四条信号线就足够了。

数据 DATA 与电子后处理器提供的 CLOCK 信号同步进行传输。

借助 1 m 长测量头及延长电缆可获得更长的电缆长度。一般而言,整个传输路径必须针对相应的时钟频率进行专门设计。出于此原因,建议仅使用获得认可的测量系统专用延长电缆。例如,还应避免因套圈打滑而导致信号线路中断。

此数字接口可与以下控制器及其后续系列兼容:

- Siemens Sinumerik,自 840D sl 版本起 840D sl

测量系统是自配置的。无需将特定于测量系统的参数输入到控制器中。

绝对接口 FANUC ai

Fanuc05 接口(高分辨率 B 型接口型号)是一个串行数字接口,用于输出绝对位置值。

数据 DATA 与电子后处理器提供的 CLOCK 信号同步进行传输。

测量系统不是自配置的,因此必须将特定于测量系统的参数输入到控制器中。

绝对接口 SSI+1Vss

SSI 接口是一个串行数字接口,用于输出绝对位置值。

测量系统通过增量 1 Vpp 接口输出两个模拟电压信号 SIN 和 COS,这些信号可在电子后处理器中进行高阶插值处理。

正弦增量信号 SIN 和 COS 的电相位偏移为 90°,标称振幅为 1 V_{pp}。

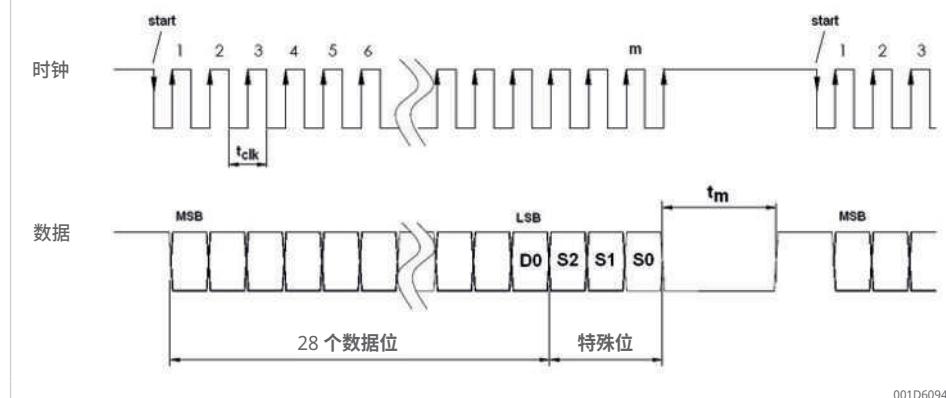
数据 DATA 与电子后处理器提供的 CLOCK 信号同步进行传输。

此外，还为特殊位（Error、Warning、Parity）提供了 3 个位置，其中 Warning 位处于非活动状态且始终处于 0 位置。如果在测量头中检测到内部错误，则错误位设置为 1。

图 24 时序接口 SSI

时钟频率	自至	200 kHz 1 MHz
单稳态时间	t_m	30 μ s
位数 m	MHA...-0-0 MHA...-2-0	31 31
数据位的位数 N	MHA...-0-0 MHA...-2-0	28 28
特殊位的类型	S0 S1 S2	奇偶校验 [偶] 警告 错误
特殊位的逻辑状态		高电平有效

图 43 时序图 SSI



SSI+1Vss 接口可与以下控制器及其后续系列兼容（通过自固件版本 2.4 起的传感器模块 SMC20、SMC30、SME25 和 SME125）：

- Siemens Sinumerik，自 840D sl 版本起 840D sl
- Siemens Sinamics S120

增量接口 SIN COS 1Vss + REF

测量系统通过增量 1Vpp 接口输出两个模拟电压信号 SIN 和 COS（这些信号可在电子后处理器中进行高阶插值处理），以及输出节距编码参考信号 REF。

正弦增量信号 SIN 和 COS 的电相位偏移为 90°，标称振幅为 1V_{pp}。

SIN COS 接口可与以下控制器及其后续系列兼容（通过传感器模块 SMC20、SME20 和 SME120）：

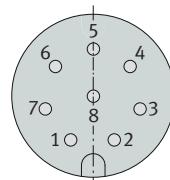
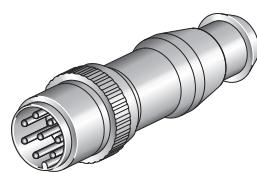
- Siemens Sinumerik，自 840D sl 版本起 840D sl
- Siemens Sinamics S120

增量测量系统 SIN COS 1Vss 不具备自配置功能，因此必须将测量系统特定参数输入到控制器中，并根据要求提供给用户。

2.2.4 接口的连接器分配

EnDat 2.2、DRIVE-CLiQ®、FANUC ai

□44 插头连接接口



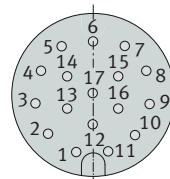
00192860

■25 连接器分配

参数	信号名称	针脚	电缆颜色
电源	Up	8	绿色/棕色
	传感器 Up	2	蓝色
	0 V	5	绿色/白色
	传感器 0 V	1	白色
绝对位置值的信号	DATA+	3	灰色
	DATA-	4	粉色
	CLOCK+	7	紫色
	CLOCK-	6	黄色

SSI+1Vss

□45 插头连接接口



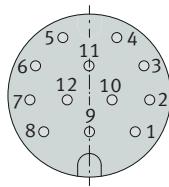
00192850

■26 连接器分配

参数	信号名称	针脚	电缆颜色
电源	Up	7	绿色/棕色
	传感器 Up	1	蓝色
	0 V	10	绿色/白色
	传感器 0 V	4	白色
增量信号	A+	15	棕色
	A-	16	绿色
	B+	12	灰色
	B-	13	粉色
绝对位置值的信号	DATA+	14	红色
	DATA-	17	黑色
	CLOCK+	8	紫色
	CLOCK-	9	黄色

SIN COS 1Vss + REF

图 46 插头连接接口 SIN COS 1Vss + REF



00192B5B

图 27 连接器分配

参数	信号名称	针脚	电缆颜色
电源	Up	12	绿色/棕色
	传感器 Up	2	蓝色
	0 V	10	绿色/白色
	传感器 0 V	11	白色
输出信号	A+	5	棕色
	A-	6	绿色
	B+	8	灰色
	B-	1	粉色
	REF+	3	红色
	REF-	4	黑色
其他信号	Diag+	7	紫色
	Diag-	9s	黄色

2.2.5 功能安全

配有数字电子接口 EnDat 2.2、DRIVE-CLiQ® 和模拟接口 SIN COS 1Vss 的角度测量系统用于在安全导向型应用中确定旋转轴的位置。这些角度测量系统可在正常条件下使用，以及在安全导向型应用中，用于与安全相关的定位控制回路的授权运行，而且符合 IEC 61508 标准和 DIN EN ISO 13849-1 标准。

除了电子接口外，测量设备与驱动器的机械连接也对安全有影响。在许多情况下，必须对机械连接松动情况进行错误排除论证，因为控制器不一定能检测到此类错误。

根据 DIN EN 61800-5-2:2017 标准的表 D.8“可调转速电力驱动系统”，测量系统和驱动器之间的机械连接松动已列为必须予以考虑的错误情况。

为了能够在安全导向型应用中使用角度测量系统，用户必须使用合适的控制器。控制器的基本任务是与测量系统通信，并可靠地评估测量系统数据。为了对整个系统进行安全相关分析，可根据要求提供角度测量系统的安全参数，以及针对运动传感器和位置反馈传感器的错误列表和错误排除，如 DIN EN 61800-5-2:2017 标准的表 D.8 所示。

角度测量系统用户的职责

- 在机床端，根据安全完整性正确实施数字接口和 SIN COS 1Vss 模拟接口的信号监测，例如，规范和实施评估电路和评估逻辑。
- 根据所提供的技术参数（例如 MTTFd）评估测量系统在其应用环境中的安全完整性。
- 在应用端，按照设计规范正确设计测量系统轴承的相邻结构。
- 按照安装手册正确安装和装配测量系统轴承。
- 按照安装手册正确安装和装配测量头。

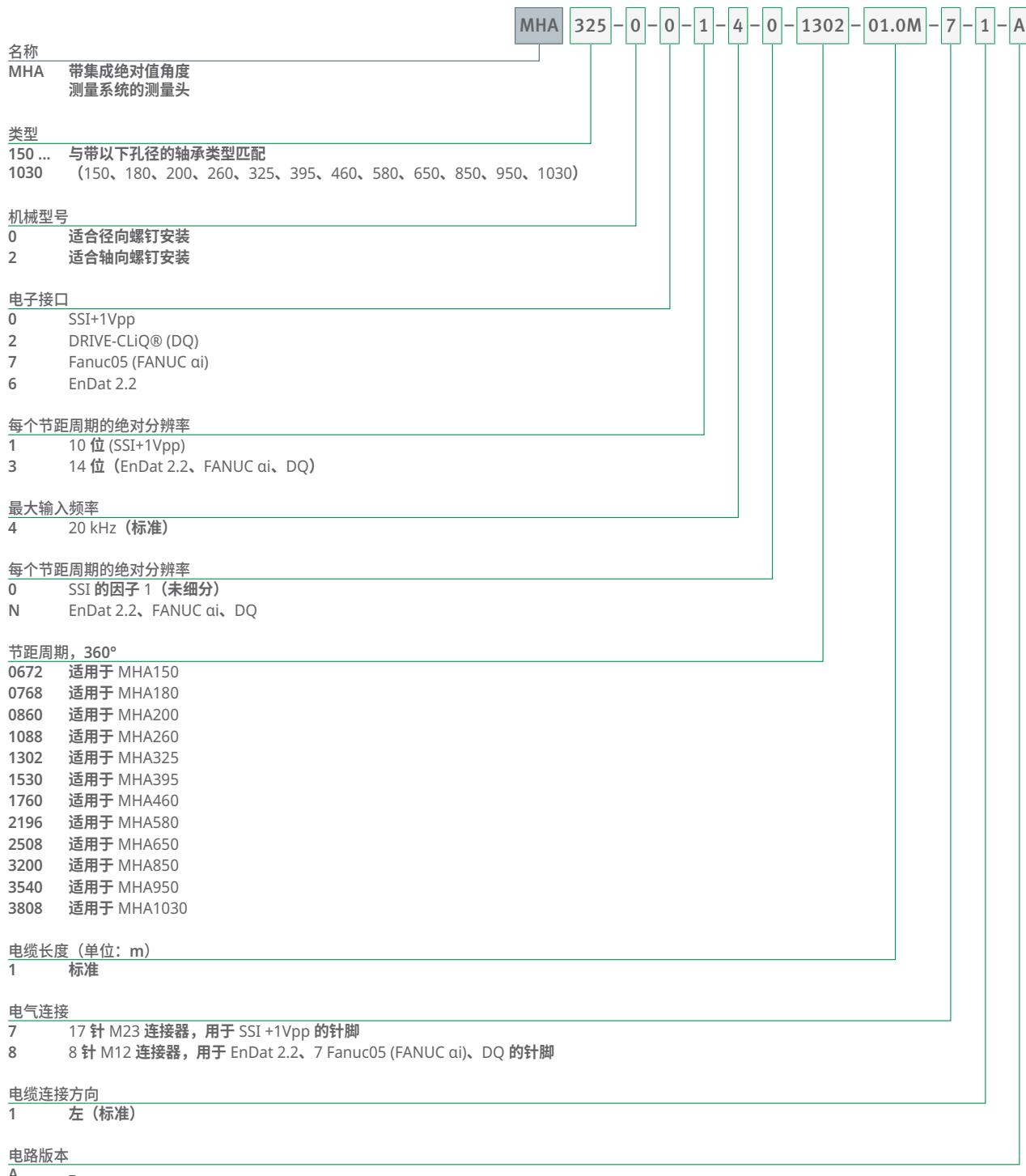
角度测量系统预期用途文档

- 产品信息
- 设计规范
- 安装说明
- 角度测量系统的安全参数
- 针对运动传感器和位置反馈传感器的错误列表和错误排除
- CE 符合性声明（按协议）
- 相应控制器制造商提供的可靠控制器规格
- 编码器系统与传感器模块的连接数据表

2.2.6 订货型号的组成

MHA

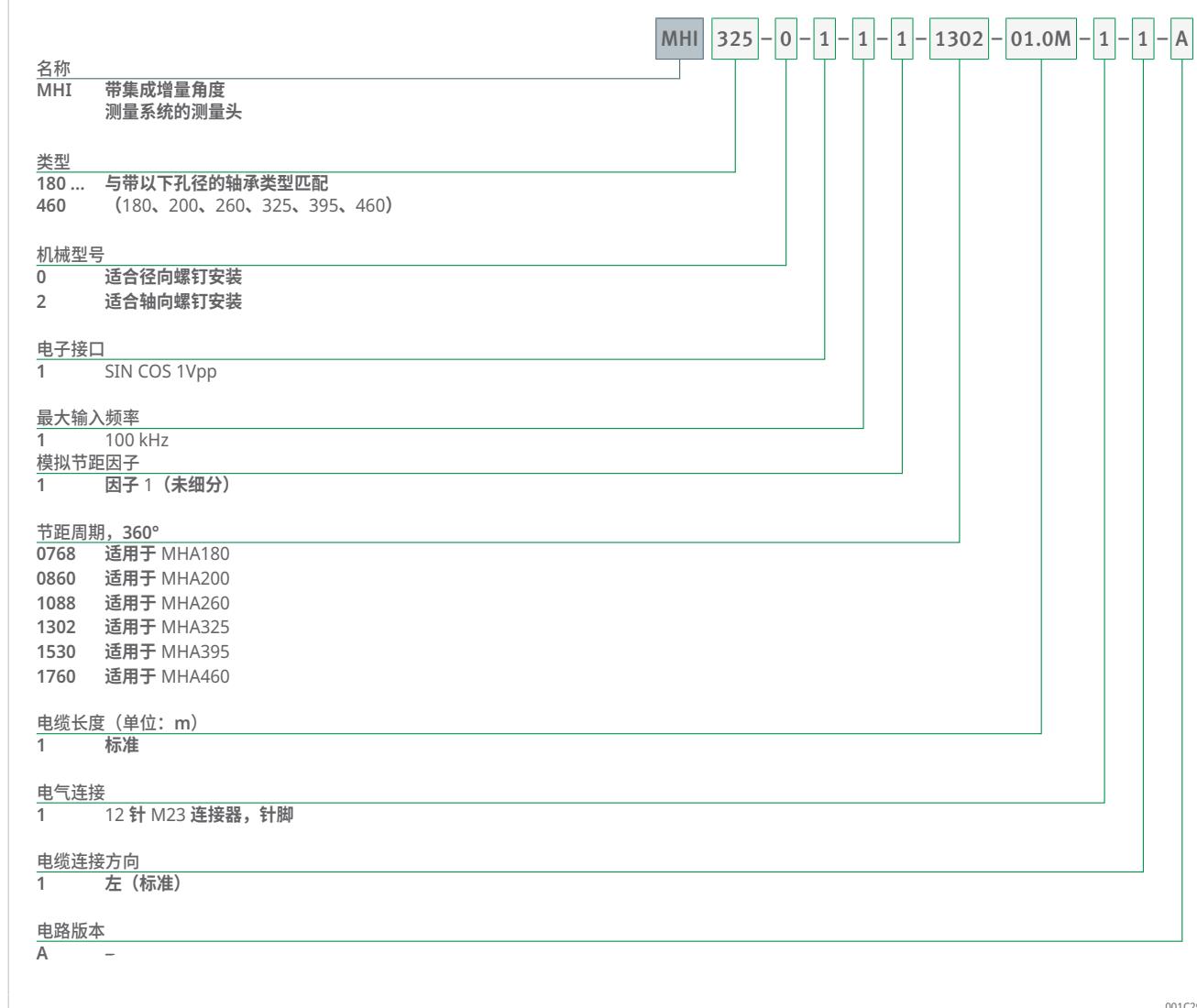
47 绝对测量头 MHA 订货型号的组成结构



001C278E

MHI

48 增量测量头 MHI 订货型号的组成结构



001C2991

2.2.7 技术参数

2.2.7.1 角度分辨率

可实现的角度分辨率，即增量测量系统的模拟输出信号周期（节距周期）数目或配有多数字接口的绝对测量系统的最小可分辨角度步长，取决于测量系统轴承的直径。系统精度还取决于测量系统轴承的直径。

角度分辨率的其他影响因素包括：

- 测量套圈的节距精度。
- 信号周期内的位置偏差。
- 测量头的扫描质量。
- 测量头中电子信号处理系统的质量。
- 轴承外圈和测量套圈相对于理论旋转轴的偏心度。
- 轴承外圈的圆度。

图 28 YRTCMA、YRTSMA 系列角度分辨率

名称	节距周期	角度分辨率	
		SSI+1Vss	EnDat 2.2、Fanuc05、DQ
n/U	1/U	bit/U	
YRTCMA150-XL	672	672×1024	23
YRTCMA180-XL	768	768×1024	23
YRTCMA200-XL、YRTSMA200	860	860×1024	23
YRTCMA260-XL、YRTSMA260	1088	1088×1024	24
YRTCMA325-XL、YRTSMA325	1302	1302×1024	24
YRTCMA395-XL、YRTSMA395	1530	1530×1024	24
YRTCMA460-XL、YRTSMA460	1760	1760×1024	24
YRTCMA580-XL	2196	2196×1024	25
YRTCMA650-XL	2508	2508×1024	25
YRTCMA850-XL	3200	3200×1024	25
YRTCMA950-XL	3540	3540×1024	25
YRTCMA1030-XL	3808	3808×1024	25

n - 数量
U - 转

对于 YRTCMI 系列增量测量系统轴承，还指定了参考标记的基准节距。

图 29 YRTCMI 系列角度分辨率

名称	节距周期	参考标记的基准节距	
		n/U	节距周期
YRTCMI180-XL	768	48	
YRTCMI200-XL	860	86	
YRTCMI260-XL	1088	64	
YRTCMI260-XL	1302	62	
YRTCMI395-XL	1530	90	
YRTCMI460-XL	1760	80	

n - 数量
U - 转

2.2.7.2 系统精度

列出的不含补偿的系统精度值为最大批准值，不会超出该值。有些影响变量会导致可重现的误差配额，而有些则会导致不可重现的误差配额。可重现的误差配额可借助参考标记通过计量方式确定，并作为校正表存储在控制器中，随后通过数学方式进行补偿。“含补偿的系统精度”列中列出的值可通过此补偿方法实现。

以下影响变量不包括在系统精度规范中：

- 安装导致的机械偏差
- 外部电子影响
- 位置调节器或控制器的分辨率

图 30 YRTCMA、YRTSMA 系列系统精度

名称	节距周期	系统精度	
		不含补偿	含补偿
		n/U	arcmin
YRTCMA150-XL	672	±9.7	±3
YRTCMA180-XL	768	±9.3	±2.6
YRTCMA200-XL、YRTSMA200	860	±8.3	±2.3
YRTCMA260-XL、YRTSMA260	1088	±6.6	±1.8
YRTCMA325-XL、YRTSMA325	1302	±6	±1.5

名称	节距周期	系统精度	
		不含补偿	含补偿
n/U	arcmin	arcmin	arcmin
YRTCMA395-XL、YRTSMA395	1530	±5.1	±1.3
YRTCMA460-XL、YRTSMA460	1760	±4.4	±1.1
YRTCMA580-XL	2196	±6.2	±1.3
YRTCMA650-XL	2508	±5.4	±1.1
YRTCMA850-XL	3200	±4.3	±0.9
YRTCMA950-XL	3540	±3.9	±0.8
YRTCMA1030-XL	3808	±3.6	±0.7

n - 数量
U - 转

■ 31 YRTCMI 系列系统精度

名称	节距周期	系统精度	
		不含补偿	含补偿
n/U	arcmin	arcmin	arcmin
YRTCMI180-XL	768	±11.9	±5.1
YRTCMI200-XL	860	±10.6	±4.6
YRTCMI260-XL	1088	±8.4	±3.6
YRTCMI260-XL	1302	±7.5	±3
YRTCMI395-XL	1530	±6.4	±2.6
YRTCMI460-XL	1760	±5.5	±2.2

n - 数量
U - 转

2.2.7.3 绝对测量头 MHA 的技术参数

■ 32 MHA 的技术参数

特性	单位	EnDat 2.2	FANUC ai	DRIVE-CLiQ®	SSI+1Vss
名称	-	EnDat 2.2	Fanuc05	DQ	SSI+1Vss
接口	-	数字	数字	数字	数字和模拟
光栅周期	µm	1000	1000	1000	1000
最大输入频率	kHz	20	20	20	20
时钟频率	-	≤ 16 MHz	-	100 Mbit/s	≤ 1 MHz
安全参数	-	按协议	不适用	按协议	按协议
电源电压范围 DC	V	3.6 ... 14	3.6 ... 14	10 ... 36	3.6 ... 14
功耗	W	1.5	1.5	2.1	1.5
电流消耗	mA	300 (DC 5 V 时)	300 (DC 5 V 时)	85 (DC 24 V 时)	300 (DC 5 V 时)
电缆	护套材料	-	PUR	PUR	PUR
	末端	-	4×0.09 mm ² 4×0.14 mm ²	4×0.09 mm ² 4×0.14 mm ²	6×2×0.09 mm ²
测量头处的长度	m	1+0.03	1+0.03	1+0.03	1+0.03
直径	mm	4.5±0.1	4.5±0.1	4.5±0.1	4.5±0.1
弯曲半径 (单弯)	mm	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
弯曲半径 (连续弯曲)	mm	≥ 50	≥ 50	≥ 50	≥ 50
插头连接	-	M12, 针脚, 8 针	M12, 针脚, 8 针	M12, 针脚, 8 针	M23, 针脚, 17 针
工作温度范围	°C	-10 ... +85	-10 ... +85	-10 ... +85	-10 ... +85
存放温度范围	°C	-20 ... +85	-20 ... +85	-20 ... +85	-20 ... +85
电气防护等级	MHA-0	-	IP68	IP68	IP68
	MHA-2	-	IP67	IP67	IP67
推力/向心轴承	-	YRTCMA、YRTSMA	YRTCMA、YRTSMA	YRTCMA、YRTSMA	YRTCMA、YRTSMA

2.2.7.4 增量测量头 MHI 的技术参数

图 33 MHI 的技术参数

特性	单位	SIN COS 1Vss
名称	-	SIN COS 1Vss
接口	-	模拟
光栅周期	µm	1000
最大输入频率	kHz	100
安全参数	-	按协议
电源电压范围 DC	V	4 ... 7
功耗	W	1.3
电流消耗	mA	260 (DC 5 V 时)
电缆	护套材料	PUR
	末端	6×2×0.09 mm ²
	测量头处的长度	m
	直径	mm
	弯曲半径 (单弯)	mm
	弯曲半径 (连续弯曲)	mm
插头连接	-	M23, 针脚, 12 针
工作温度范围	°C	-10 ... +85
存放温度范围	°C	-20 ... +85
电气防护等级	MHI-0	IP68
	MHI-2	IP67
推力/向心轴承	-	YRTCMI

2.3 润滑

润滑信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 11 | 1.2。

2.4 密封

轴承密封信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 12 | 1.3。

2.5 转速

转速相关信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 13 | 1.4。

2.6 刚度

轴承刚度信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 13 | 1.5。

2.7 温度范围

温度范围信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 13 | 1.6。

2.8 内部游隙

安装轴承并用螺钉完全拧紧后，可确保其在径向和轴向上无间隙且获得预载荷。

2.9 尺寸, 公差

尺寸和公差信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 15 | 1.9。

所有轴承和测量头系列均提供 CAD 文件，可根据要求获取这些文件，也可从 Schaeffler 网站下载。

2.10 订货型号的组成

49 YRTCMA 系列绝对测量系统轴承订货型号的组成结构

名称
YRTC 推力/向心滚子轴承，双向，用于螺钉安装

测量系统
MA 绝对值角度测量系统

孔径
150 ... 可选孔径
1030 (150、180、200、260、325、395、460、580、650、850、950、1030)

节距精度
03 YRTCMA150 至 YRTCMA460 为 $\pm 3\mu\text{m}$
05 YRTCMA580 至 YRTCMA1030 为 $\pm 5\mu\text{m}$

节距周期, 360°
0672 适用于 YRTCMA150
0768 适用于 YRTCMA180
0860 适用于 YRTCMA200
1088 适用于 YRTCMA260
1302 适用于 YRTCMA325
1530 适用于 YRTCMA395
1760 适用于 YRTCMA460
2196 适用于 YRTCMA580
2508 适用于 YRTCMA650
3200 适用于 YRTCMA850
3540 适用于 YRTCMA950
3808 适用于 YRTCMA1030

高端品牌
XL X-life



001C29F1

50 YRTSMA 系列绝对测量系统轴承订货型号的组成结构

名称
YRTS 推力/向心滚子轴承，双向，用于螺钉安装，适用于更高转速的应用

测量系统
MA 绝对值角度测量系统

孔径
200 ... 可选孔径
460 (200、260、325、395、460)

节距精度
03 $\pm 3\mu\text{m}$

节距周期, 360°
0860 适用于 YRTSMA200
1088 适用于 YRTSMA260
1302 适用于 YRTSMA325
1530 适用于 YRTSMA395
1760 适用于 YRTSMA460



001C2A51

51 YRTCMI 系列增量测量系统轴承订货型号的组成结构



2.11 相邻结构的设计

有关相邻结构设计的信息, 请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 30 | 1.12。

2.11.1 相邻结构

测量头 MHA-0 适用于径向螺钉安装, 其法兰具有周向槽, 内置 O 形圈。此 O 形圈的作用是保护滚动轴承内部, 使其免受外部环境影响, 并保留滚动轴承润滑脂。

52 适合径向螺钉安装的测量头 MHA-0



00194971

轴用轴承座中可铣削一个合适的开口, 确保尺寸与此密封件相匹配。

图 53 适合径向螺钉安装的测量头 MHA-0 的开口尺寸

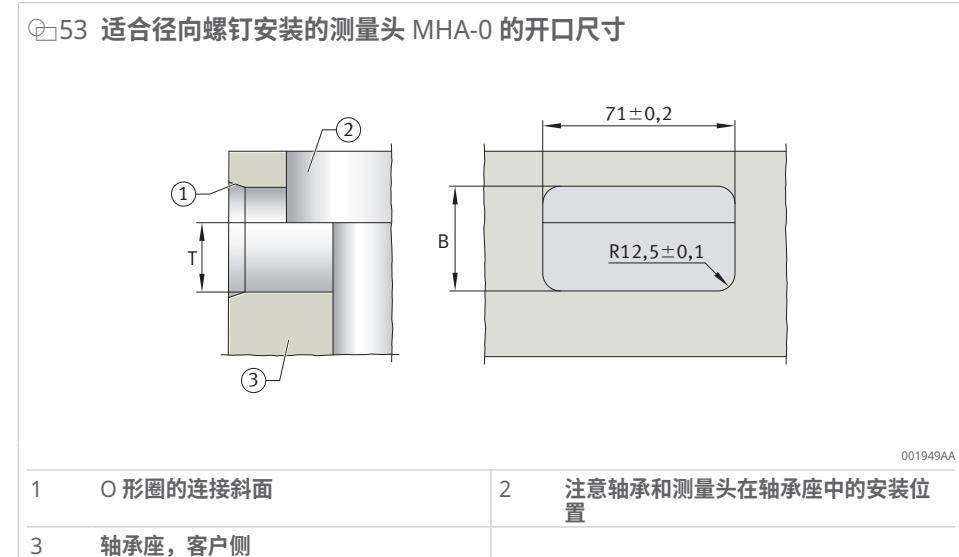


图 34 适合径向螺钉安装的测量头 MHA-0 的开口尺寸

名称	T			B		
	-	U	L	-	U	L
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTCMA180-XL、YRTCM180-XL	30.5	+0.1	-0.1	50	+0.1	-0.1
YRTCMA200-XL、YRTSMA200、YRTCM1200-XL	30.5	+0.1	-0.1	50	+0.1	-0.1
YRTCMA260-XL、YRTSMA260、YRTCM1260-XL	30.5	+0.1	-0.1	53	+0.1	-0.1
YRTCMA325-XL、YRTSMA325、YRTCM1325-XL	30.5	+0.1	-0.1	55	+0.1	-0.1
YRTCMA395-XL、YRTSMA395、YRTCM1395-XL	30.5	+0.1	-0.1	55	+0.1	-0.1
YRTCMA460-XL、YRTSMA460、YRTCM1460-XL	30.5	+0.1	-0.1	57	+0.1	-0.1
YRTCMA580-XL	34.5	+0.1	-0.1	69	+0.1	-0.1
YRTCMA650-XL	39.5	+0.1	-0.1	78	+0.1	-0.1

B	mm	宽度
T	mm	深度
U	mm	上偏差
L	mm	下偏差

2.12 安装和拆卸

安装信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 38 | 1.13。

2.13 产品尺寸表

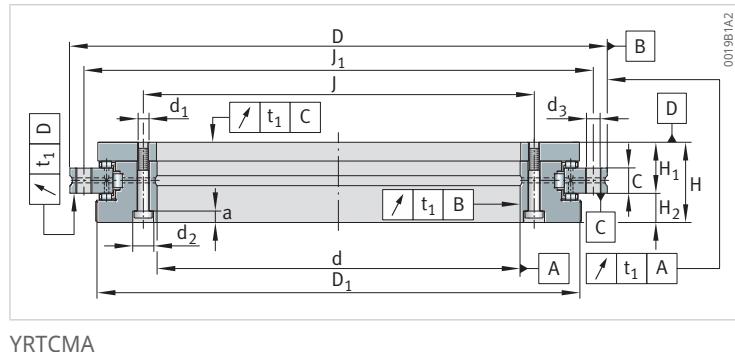
2.13.1 产品表说明

1	-	两颗固定螺钉
2	-	L形截面套圈中开向轴承孔的螺钉沉头孔
a	mm	沉孔深度
C	mm	外圈宽度
C_{0a}	N	基本额定静载荷，轴向
C_{0r}	N	基本额定静载荷，径向
C_a	N	基本额定动载荷，轴向
C_{aL}	$N/\mu m$	轴承位置的轴向刚度
C_{aW}	$N/\mu m$	滚动体组的轴向刚度
C_{kL}	$Nm/mrad$	轴承位置的倾斜刚度
C_{kW}	$Nm/mrad$	滚动体组的倾斜刚度
C_r	N	基本额定动载荷，径向
C_{rL}	$N/\mu m$	轴承位置的径向刚度
C_{rW}	$N/\mu m$	滚动体组的径向刚度
d	mm	内径
D	mm	外径
d_1	mm	紧固孔直径，内圈
D_1	mm	内圈直径
d_2	mm	沉孔直径，固定孔
d_3	mm	固定孔的直径，外圈
G	-	拆卸螺纹
H	mm	高度
H_1	mm	接触面高度，外圈
H_2	mm	接触面高度，内圈
J	mm	固定孔的节圆直径，内圈
J_1	mm	固定孔的节圆直径，外圈
m	kg	质量
M_A	Nm	紧固螺钉的拧紧扭矩，符合 DIN EN ISO 4762，强度等级 10.9
M_R	Nm	摩擦扭矩
n	-	螺钉安装孔的数目
n_A	-	固定螺钉的数目，外圈
n_G	min^{-1}	极限转速
n_{GA}	-	拆卸螺纹的数目
n_I	-	固定螺钉的数目，内圈
t	°	固定孔的节锥角

2.13.2 YRTCMA 系列，主要尺寸，性能数据

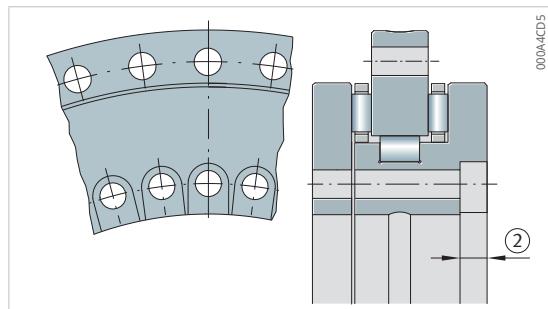
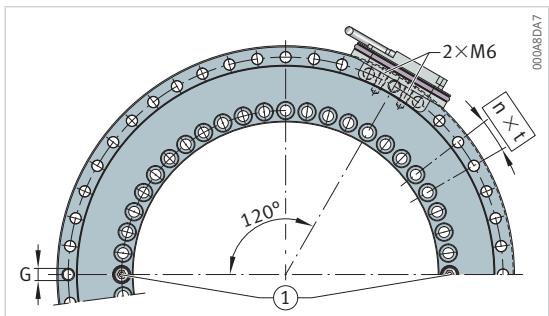
双向

带绝对值角度测量系统



YRTCMA

名称	d	D	H	H1	H2	C	D1 最大	J	J1
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTCMA150-XL	150	240	47	26	21	12	214.5	165	225
YRTCMA180-XL	180	280	50	29	21	15	245.1	194	260
YRTCMA200-XL	200	300	51	30	21	15	274.4	215	285
YRTCMA260-XL	260	385	57.5	36.5	21	18	347	280	365
YRTCMA325-XL	325	450	61	40	21	20	415.1	342	430
YRTCMA395-XL	395	525	65	42.5	22.5	20	487.7	415	505
YRTCMA460-XL	460	600	70	46	24	22	560.9	482	580

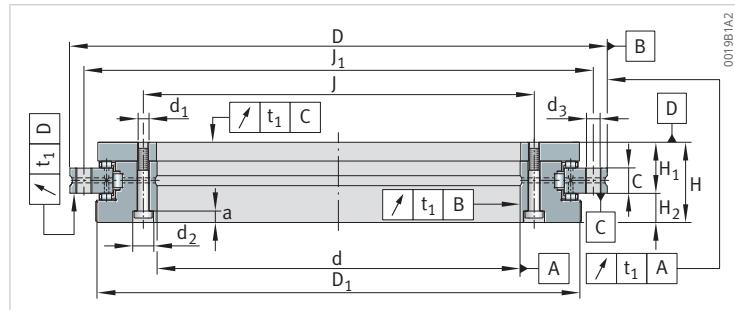


C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_G	M_R	m
N	N	N	N	min^{-1}	Nm	kg
128000	650000	74000	146000	800	4	6.7
134000	730000	100000	200000	600	5	8.5
147000	850000	123000	275000	450	6	10.7
168000	1090000	140000	355000	300	9	18.7
247000	1900000	183000	530000	200	13	25
265000	2190000	200000	640000	200	19	33
290000	2550000	265000	880000	150	25	45

2.13.3 YRTCMA 系列, 安装尺寸, 刚度值

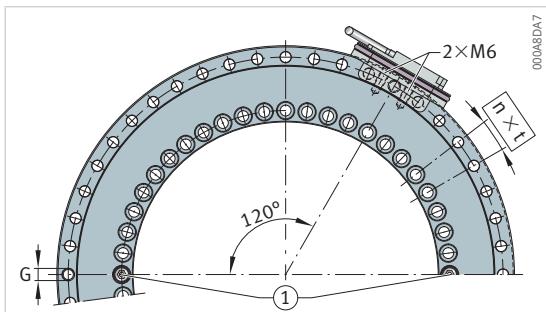
双向

带绝对值角度测量系统

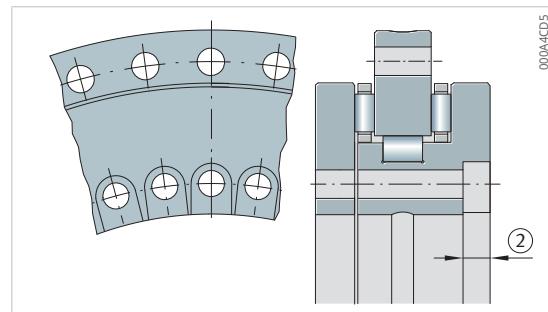


YRTCMA

名称	d_1	d_2	a	n_I	d_3	n_A	M_A
-	mm	mm	mm	-	mm	-	Nm
YRTCMA150-XL	7	11	6.2	34	7	33	14
YRTCMA180-XL	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTCMA200-XL	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTCMA260-XL	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTCMA325-XL	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTCMA395-XL	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTCMA460-XL	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34



孔型, 适合径向螺钉安装的测量头



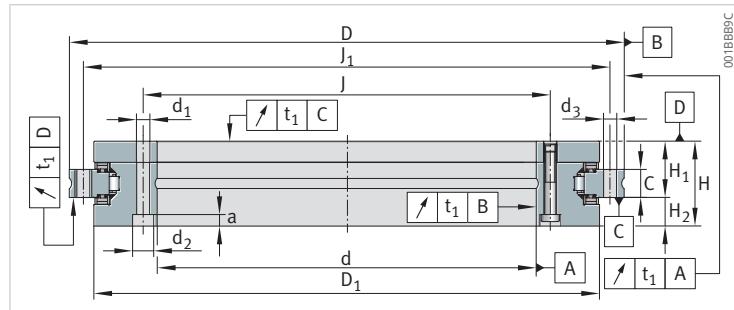
YRTCMA325-XL

n	t	G	n _{GA}	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}	C _{aW}	C _{rW}	C _{kW}
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
36	10	M8	3	7600	4480	30300	12000	4800	61000
48	7.5	M8	3	9400	5000	46000	13500	5300	88500
48	7.5	M8	3	9800	5700	64000	15500	6200	128000
36	10	M12	3	13800	7400	166000	19000	8100	265000
36	10	M12	3	14200	8800	254000	33000	9900	633000
48	7.5	M12	3	19800	8100	448000	37000	13000	1002000
48	7.5	M12	3	24000	9100	686000	43000	17000	1543000

2.13.4 YRTSMA 系列，主要尺寸，性能数据

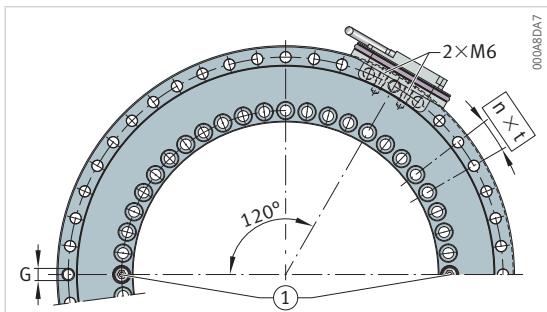
双向

带绝对值角度测量系统

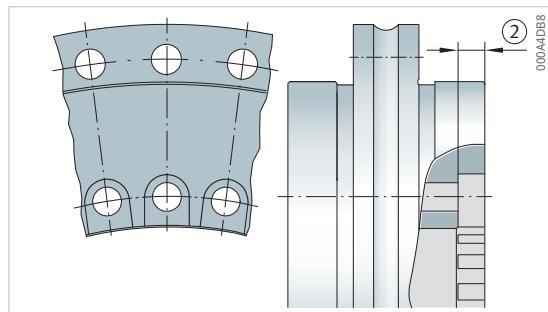


YRTSMA

名称	d	D	H	H1	H2	C	D1 最大	J	J1
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTSMA200	200	300	51	30	21	15	274.4	215	285
YRTSMA260	260	385	57.5	36.5	21	18	347	280	365
YRTSMA325	325	450	61	40	21	20	415.1	342	430
YRTSMA395	395	525	65	42.5	22.5	20	487.7	415	505
YRTSMA460	460	600	70	46	24	22	560.9	482	580



孔型, 适合径向螺钉安装的测量头



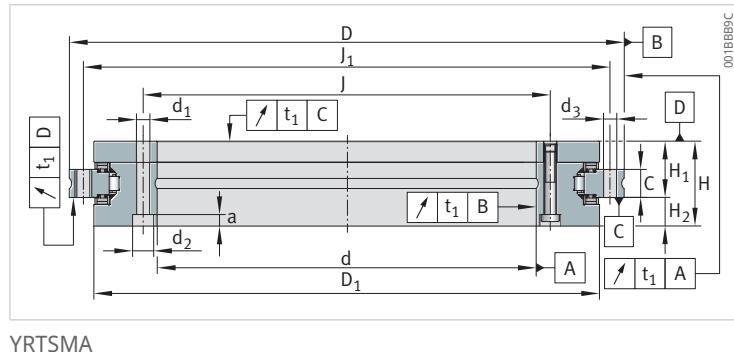
YRTSMA325

C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_G	M_R	m
N	N	N	N	min^{-1}	Nm	kg
155000	840000	94000	226000	1160	-	10.7
173000	1050000	110000	305000	910	-	18.7
191000	1260000	109000	320000	760	-	25
214000	1540000	121000	390000	650	-	33
221000	1690000	168000	570000	560	-	45

2.13.5 YRTSMA 系列, 安装尺寸, 刚度值

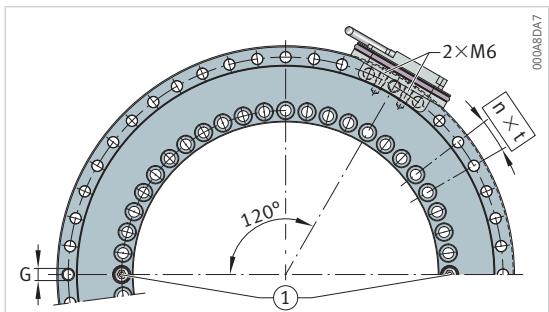
双向

带绝对值角度测量系统

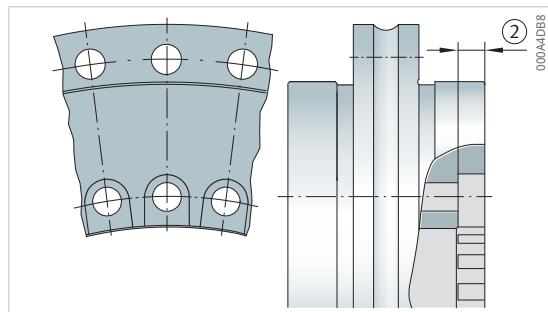


YRTSMA

名称	d ₁	d ₂	a	n _I	d ₃	n _A	M _A
-	mm	mm	mm	-	mm	-	Nm
YRTSMA200	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTSMA260	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTSMA325	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTSMA395	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTSMA460	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34



孔型, 适合径向螺钉安装的测量头



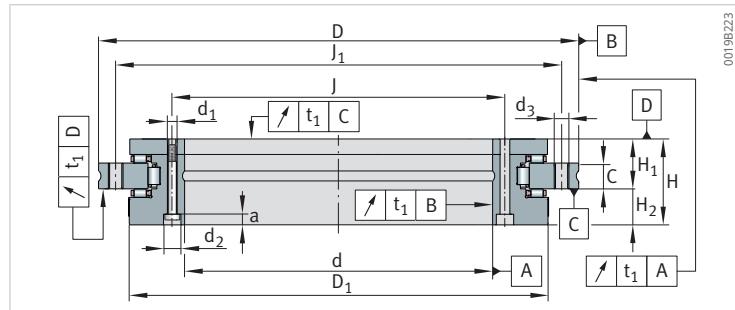
YRTSMA325

n	t	G	n _{GA}	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}	C _{aW}	C _{rW}	C _{kW}
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
48	7.5	M8	3	8800	17900	65600	13600	3900	101000
36	10	M12	3	11800	23500	151500	16800	5800	201000
36	10	M12	3	14480	9200	260000	19900	7100	350000
48	7.5	M12	3	17100	10200	440900	23400	8700	582000
48	7.5	M12	3	19500	9200	633000	25400	9500	843000

2.13.6 YRTCMI 系列，主要尺寸，性能数据

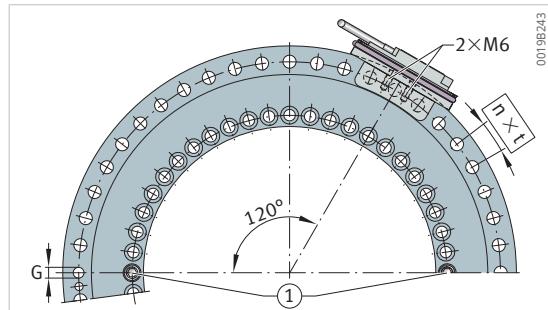
双向

带增量角度测量系统



YRTCMI

名称	d	D	H	H1	H2	C	D1 最大	J	J1
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTCMI180-03-0768-XL	180	280	50	29	21	15	245.1	194	260
YRTCMI200-03-0860-XL	200	300	51	30	21	15	274.4	215	285
YRTCMI260-03-1088-XL	260	385	57.5	36.5	21	18	347	280	365
YRTCMI325-03-1302-XL	325	450	61	40	21	20	415.1	342	430
YRTCMI395-03-1530-XL	395	525	65	42.5	22.5	20	487.7	415	505
YRTCMI460-03-1760-XL	460	600	70	46	24	22	560.9	482	580



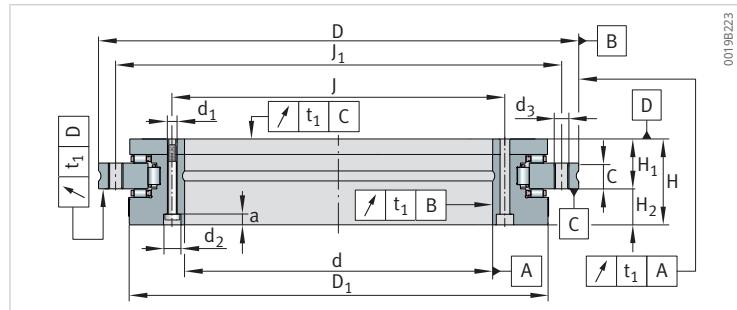
孔型

C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_G	M_R	m
N	N	N	N	min^{-1}	Nm	kg
134000	730000	100000	200000	600	5	8.5
147000	850000	123000	275000	450	6	10.7
168000	1090000	140000	355000	300	9	18.7
247000	1900000	183000	530000	200	13	25
265000	2190000	200000	640000	200	19	33
290000	2550000	265000	880000	150	25	45

2.13.7 YRTCMI 系列, 安装尺寸, 刚度值

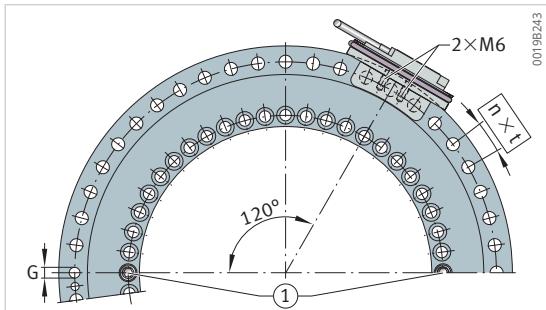
双向

带增量角度测量系统



YRTCMI

名称	d ₁	d ₂	a	n _I	d ₃	n _A	M _A
-	mm	mm	mm	-	mm	-	Nm
YRTCMI180-03-0768-XL	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTCMI200-03-0860-XL	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTCMI260-03-1088-XL	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTCMI325-03-1302-XL	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTCMI395-03-1530-XL	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTCMI460-03-1760-XL	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34



孔型

n	t	G	n _{GA}	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}	C _{aW}	C _{rW}	C _{kW}
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
48	7.5	M8	3	9400	5000	46000	13500	5300	88500
48	7.5	M8	3	9800	5700	64000	15500	6200	128000
36	10	M12	3	13800	7400	166000	19000	8100	265000
36	10	M12	3	14200	8800	254000	33000	9900	633000
48	7.5	M12	3	19800	8100	448000	37000	13000	1002000
48	7.5	M12	3	24000	9100	686000	43000	17000	1543000

3 带绝对值角度测量系统的推力/向心轴承

带角度测量系统的推力/向心轴承包括 YRTCM 或 YRTSM 系列推力/向心轴承，每个系列都配有一个尺寸标尺、一个 SRM 电子测量系统和若干信号导线 SRMC。

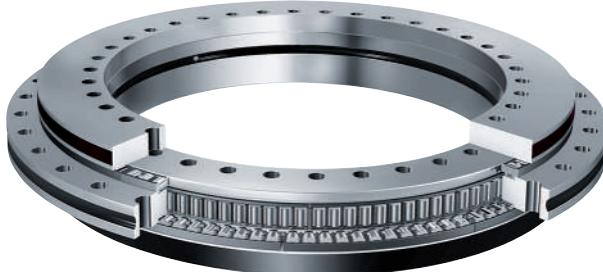
角度测量系统的优势

- 通过与相邻结构的刚性连接，确保获得出色的控制特性，例如控制刚度和动态响应。这些特性使角度测量系统特别适用于带扭矩电机驱动的轴。
- 最大测量速度高达 16.5 m/s
- 采用非接触方式操作，因此不会磨损
- 无论倾斜度和位置如何，都可执行测量
- 自动自调节电子设备
- 具有自定心功能
- 不受润滑油脂影响
- 测量头易于安装、易于调节，无需对齐轴承和单独的测量系统。
- 无需额外的安装零件
 - 尺寸标尺和测量头集成在轴承设计或相邻结构中。
 - 节省出来的空间可用于机床工作区。
- 不存在供电线路的问题。电缆可以直接穿过相邻结构中的大轴承孔。
- 由于采用紧凑的一体化设计，减少了所需的部件数量，因此在部件、整体设计外形尺寸和成本方面实现了节省。

3.1 轴承设计

YRTCM 或 YRTSM 系列轴承在机械结构方面与 YRTC 或 YRTS 系列推力/向心轴承相当，但额外配备了磁性尺寸标尺。该测量系统可以通过非接触磁阻方式测量角度，精度可达几角秒。

□54 带磁性尺寸标尺的 YRTCM、YRTSM 系列推力/向心轴承



0001A63F

对于 YRTCM 或 YRTSM 系列推力/向心轴承的机械部分，为推力/向心轴承和推力角接触球轴承提供的信息同样适用 ▶10 | 1.1。

3.2 角度测量系统

55 带增量角度测量系统的推力/向心轴承



000A8DF9

1	带校准垫片的测量头
3	电子评估系统

2 连接电缆 SRMC

电子测量系统 SRM 包括两个测量头、两叠校准垫片和一个电子评估系统。信号导线 SRMC 用于将测量头连接到电子评估系统，可按不同设计单独订购。

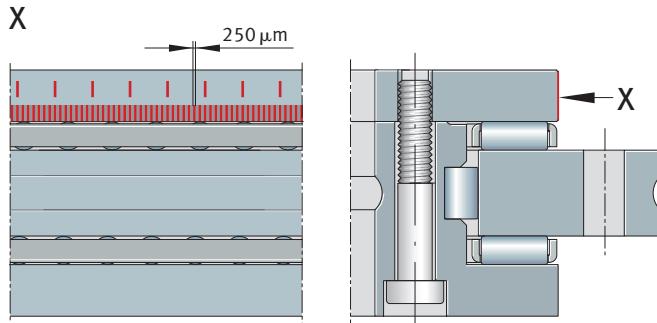
电子测量系统 MEKO/U 继续可用，但不应再用于新设计。

3.2.1 尺寸标尺

尺寸标尺以无接缝或接头方式应用到轴定位垫圈的外径上。硬磁涂层具有节距为 250 µm 的磁极，磁极可用作角度参考。

角度位置是以增量方式（即通过计数单个增量）测量的。要在机器开启后为角度位置建立一个固定基准点，需要一条参考标记轨迹。

56 尺寸标尺



0019B192

参考标记

系统具有节距编码参考标记，以便快速创建绝对基准点。为实现此目的，参考标记的应用间隔为 15° ，以便在越过两个相邻参考标记后确定绝对基准点（最大 30° ）。

3.2.2 测量头

57 带校准垫片的测量头 SRM



0001A640

35 磁阻测量头

颜色	测量头	功能
白色, 银色	SRMH01-WH	扫描尺寸标尺
黄色, 金色	SRMH01-YE	扫描尺寸标尺和参考标记

测量头经过精心设计，以优化空间利用。它们通过两颗固定螺钉固定在相邻结构的槽中。

MR 效应

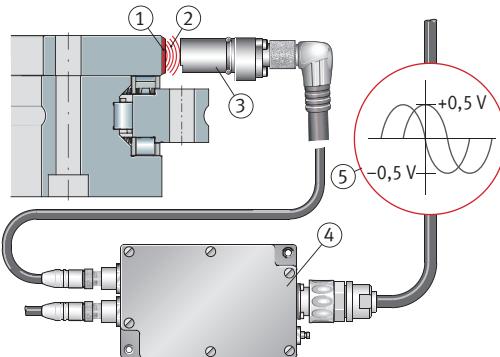
由于磁阻效应 (MR 效应)，可检测到较小的磁场。与磁头不同，MR 传感器允许对磁场进行静态测量，即与磁头相比，在无移动的情况下也可得到电信号。

MR 传感器的电阻层设计为在应用与电流垂直的磁场时，电阻会发生变化。

当磁节距通过 MR 传感器时，会以 $500 \mu\text{m}$ 的周期长度生成相位偏移为 90° 的两个正弦信号。

工作原理

58 测量原理



00015CE9

1 磁性刻度	2 磁场线
3 带磁阻传感器的测量头	4 电子评估系统
5 输出处的模拟信号	

3.2.3 测量精度

角度测量越精确，旋转轴的定位就越精确。角度测量的精度受各种因素的影响。

36 角度测量精度的影响因素

影响因素	相关性
尺寸标尺、扫描过程和电子评估系统的质量	与轴承集成测量系统相关
尺寸标尺相对于轴承滚道系统的偏心度	可通过 MR 传感器的直径布置进行消除
轴承布置的跳动偏差	相关性较小
测量系统轴及其与待测轴的连杆的弹性	相关性较小
定子轴和轴联轴器的弹性	相关性较小

位置偏差

一次旋转中的位置偏差是指系统在完成一次旋转过程中所产生的绝对测量误差。

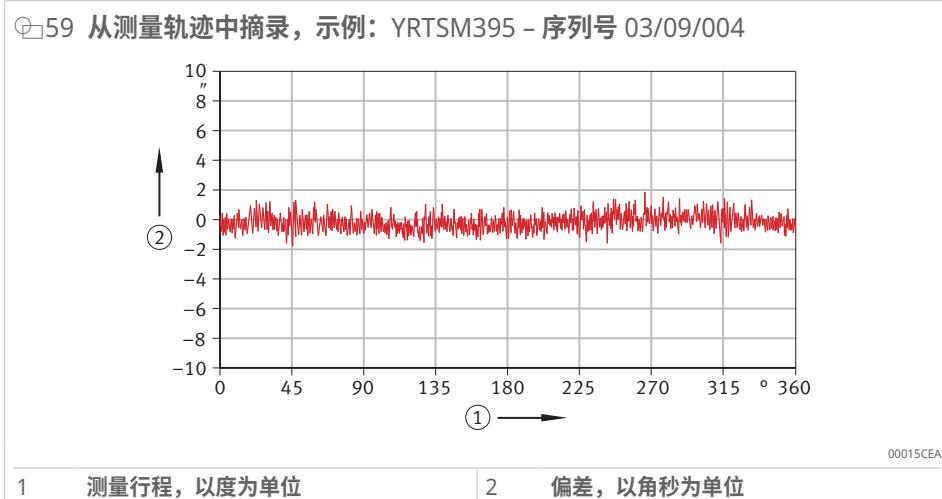
37 系统完成一次旋转过程中的位置偏差

推力/向心轴承	+20 °C 时的位置偏差 arcsec
YRTCM150-XL	±6
YRTCM180-XL	±5
YRTCM200-XL、YRTSM200	±3
YRTCM260-XL、YRTSM260	±3
YRTCM325-XL、YRTSM325	±3
YRTCM395-XL、YRTSM395	±3
YRTCM460-XL、YRTSM460	±3

由于尺寸标尺直接连接到滚动轴承（即没有任何补偿元件），因此加工力所导致的轴承滚道系统偏转可能会影响测量结果。电子评估系统中测量头的布置径向相对，从而消除了这种影响。

测量记录

每个带角度测量系统的轴承都随附有测量记录。在应用编码时，会测量轴承编码垫圈上的精度，并将其记录在案。测量轨迹显示了编码的节距误差。



3.2.4 设置和诊断软件 MEKOEDS

测量头与轴定位垫圈外径之间的距离使用设置和诊断软件 MEKOEDS 进行设置。此外，该软件还用于检查已安装测量系统的功能，并检测测量系统中的缺陷。

38 设置和诊断软件版本

描述	订货型号
设置和诊断软件	MEKOEDS

交货范围

- 带 5 m 接口电缆的 U 盘
- MEKOEDS
- 安装手册 MON 18, 带集成角度测量系统的推力/向心轴承
- 安装手册 MON 100, 用于复合载荷的高精度轴承

3.2.5 信号传输电缆

信号电缆用于将测量头连接至电子评估系统，提供 1 m、2 m 和 3 m 三种长度规格。

电子评估系统的连接侧有一个直式插头。测量头的连接侧适用于直式插头或 90° 角插头。

对于 90° 角插头，电缆出口方向是相对于测量头的安装位置定义的。

优势

电缆适合用于切屑成型加工机械和工厂：

- 电缆和插头均已屏蔽。
- 电缆护套由聚氨酯 (PUR) 制成，不含卤素，并且阻燃。
- 信号电缆不含卤素、硅酮和 PVC，并且耐微生物和水解。
- 电缆耐油、耐润滑脂和耐冷却润滑油脂。
- 电缆适合在拖链中动态使用。确保正确敷设电缆。

弯曲循环

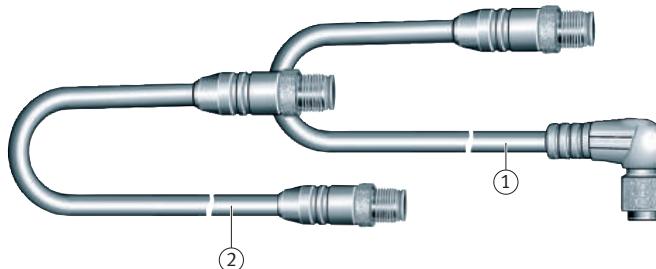
■39 拖链应用中弯曲循环的测试条件

测试条件	单位	值
弯曲循环	-	$\geq 2 \cdot 10^6$
弯曲半径	mm	65
加速度	m/s^2	5
行驶速度	m/min	200
水平行驶距离	m	5

连接电缆

测量头使用带 90° 角插头或直式插头的电缆进行连接。

■60 连接电缆



000162F4

1 SRMC..-A, 直式插头, 90° 角插头	2 SRMC..-S, 两端均为直式插头
---------------------------	----------------------

■40 连接电缆型号

插头		长度	订货型号
输入	输出	m	
直式插头	直式插头	1	SRMC1-S
		2	SRMC2-S
		3	SRMC3-S
直式插头	90° 角插头	1	SRMC1-A
		2	SRMC2-A
		3	SRMC3-A

可按协议提供其他型号。

! 使用长度相等的电缆连接测量系统中的两个测量头。

插头连接器

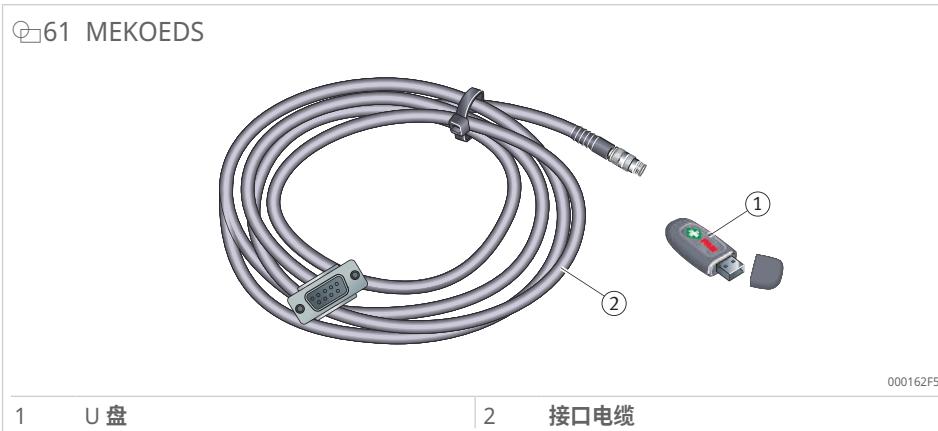
插头连接器坚固耐用，专为在工业环境中使用而设计。连接后达到防护等级 IP65，且符合 DIN EN 60529 标准。

插头内有大面积屏蔽连接，可确保有效屏蔽。

接口电缆

测量系统通过接口电缆和串行接口连接到 PC。接口电缆包含在 MEKOEDS 的供货范围内，长度为 5 m。如果 PC 没有串行接口，Schaeffler 建议使用市售串行/USB 转换器。此转换器不包括在供货范围内。

测量数据可以记录、以图表形式显示、打印并通过电子邮件发送至 Schaeffler 进行评估。



000162F5

1 U 盘

2 接口电缆

3.2.6 无错误信号传输

按照规定安装和操作时，测量系统符合 2014/30/EU 电磁兼容性 (EMC) 指令的要求。

■ 41 已证明符合 EMC 指令

EMC 指令	标准	
EN 61000-6-2 抗扰性	静电放电	EN 61000-4-2
	辐射电磁场	EN 61000-4-3
	快速瞬态电干扰	EN 61000-4-4
	浪涌电压	EN 61000-4-5
	传导抗扰度	EN 61000-4-6
	工频磁场	EN 61000-4-8
EN 55011-B 发射	干扰电压	EN 55011-B
	扰动辐射	EN 55011-B

测量信号传输中的电气干扰源

干扰电压主要通过电容或电感耦合产生和传输。干扰可能通过线路和设备输入和输出发生。

测量信号传输中可能存在的干扰源：

- 变压器和电机中的强磁场。
- 继电器、接触器和电磁阀。
- 高频设备、脉冲设备，以及由于开关模式电源设备导致的杂散磁场。
- 电力电缆和电源线。



初始操作中的干扰通常可归因于测量导线没有屏蔽或屏蔽不足，或者信号电缆和电力电缆之间的间距不足。

总体设计应确保测量系统的功能不受电气或机械干扰源的影响。

3.2.7 防干扰措施



必须小心处理高精度轴承和测量系统。

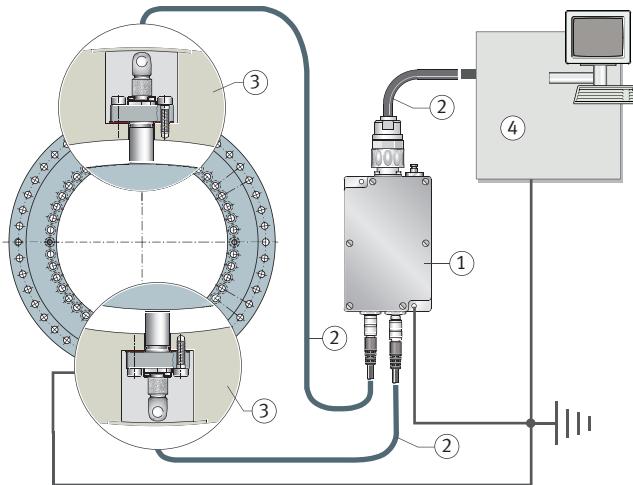
取下保护盖后，测量头的尺寸标尺和传感器表面将不受保护。

请将电子评估系统牢固地旋入到接地的机器框架中。如果螺钉安装表面为非导电材质，则应使用导电部件将其中一颗固定螺钉以尽可能大的截面积和最短路径与机器框架连接；所有部件必须具有相同电位。

轴承部件必须通过电位均衡 (PE) 的导电部件连接。

只有屏蔽插头连接器和电缆才可用于信号传输。

□ 62 屏蔽和电子后处理系统



0000737A

1 电子评估系统	2 屏蔽插头连接器和电缆
3 相邻结构	4 电子后处理系统

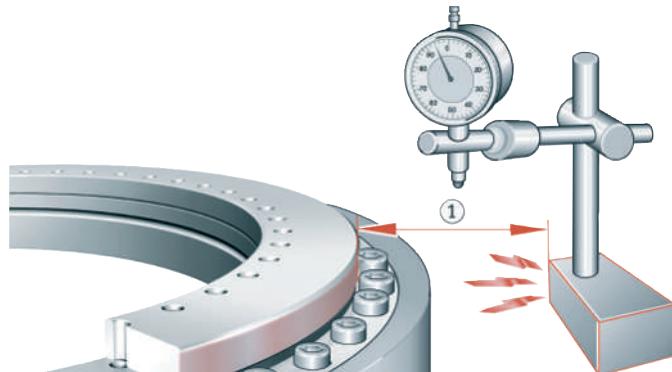
磁场防护

磁场会损坏或擦除磁性尺寸标尺，导致系统中出现局部测量误差。

! 磁力源必须远离轴定位垫圈外径上的磁性刻度。当磁性尺寸标尺处的场强达到 70 mT 左右或更高时，会有损坏磁极的风险。

! 请勿将磁性千分表支架直接放在编码垫圈上。参考值：最小气隙为 100 mm 或 10 mm 的非合金钢。

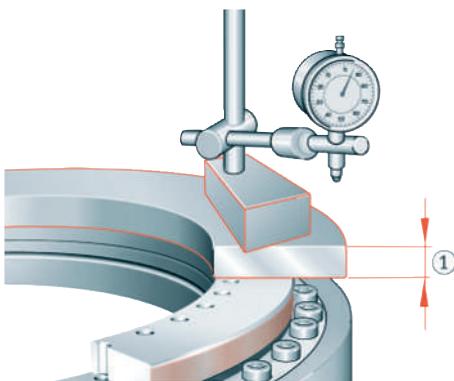
□ 63 磁性千分表支架与轴定位垫圈之间的最小距离



0000C04C

1 最小距离 > 100 mm

64 由非合金钢进行屏蔽



0000C04E

1 屏蔽 > 10 mm

**切勿用磁性物体接触编码。**

防止接触可磁化污染物。否则，这些可能会沉积在磁性编码上，并导致测量精度下降。

磁性污染物的可能原因：

- 润滑油脂中的污染物，例如油浴。
- 通过冷凝水冲洗的污染物（例如，与冷却设备配合使用）。
- 齿轮上的磁性磨损碎屑。

用手按下测量头

为了保护传感器芯片免受损坏，只能用手将测量头按压到尺寸标尺上。大于 50 N 的力可能导致传感器损坏。

3.2.8 铺设信号电缆

请勿将电缆并行或彼此靠近放置。建议气隙 > 100 mm。如果无法达到足够的间距，则应在电缆之间配备额外的屏蔽装置或接地的金属隔断。

电缆的空间分隔要求也适用于典型的干扰源，例如伺服驱动器、变频器、接触器、电磁阀和存储限流器。

42 敷设信号电缆时要考虑的方面

要考虑的方面	描述
电缆交叉	避免电缆交叉。 如果必须交叉电缆，则应以 90° 角进行。
电缆长度过长	避免使用较长的信号电缆。 如果过长的长度结成圈，其特性与天线类似，会造成干扰。请将电缆剪裁到所需长度。
屏蔽分离	屏蔽分离存在功能风险，应予以避免。 如果屏蔽分离不可避免，应将其重新连接到尽可能大的区域。请使至连接器端子的敞开电线端较短。
未分配的电线端	在信号电缆中避免出现未分配的电线端。 未分配端应在两侧均连接到参考电位或接地电位。
电机连接器	请勿在屏蔽电机电缆或电机接线盒内敷设任何额外的数据电缆线路。 建议采取空间分隔措施。
干扰抑制滤波器	干扰抑制滤波器与发射源之间的连接应尽可能短，并应加以屏蔽。

3.2.9 电子评估系统

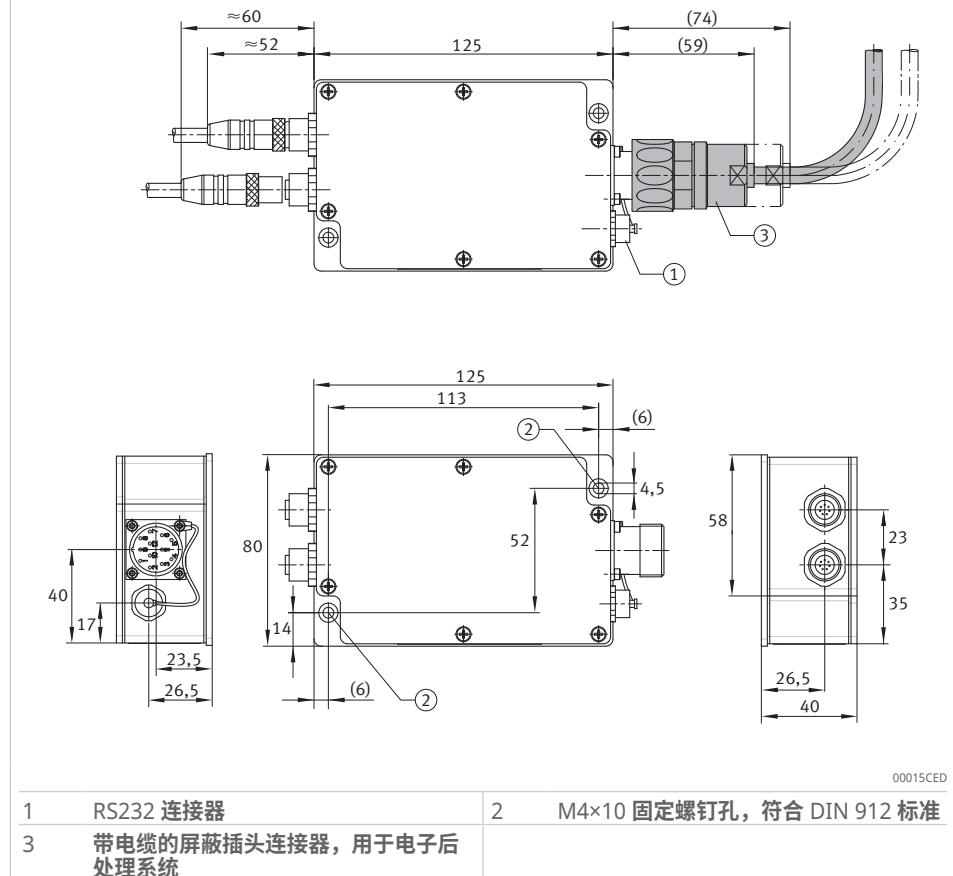
电子评估系统借助数字信号处理器 (DSP) 运行。

输入信号通过模拟/数字转换器进行数字化处理。DSP 会自动调整传感器信号，并用向量加法根据传感器信号计算有效角度值。例如，对模拟信号的偏移量进行校正。数字/模拟转换器生成 1 V_{pp} 值的合成模拟信号。

电子评估系统可位于任何位置处或相邻结构内。它通过传统的 12 针延长电缆连接到控制器。

用于将电压信号从电子评估系统传输到电子后处理器的电缆最长可达 100 m。

65 电子评估系统的连接和尺寸



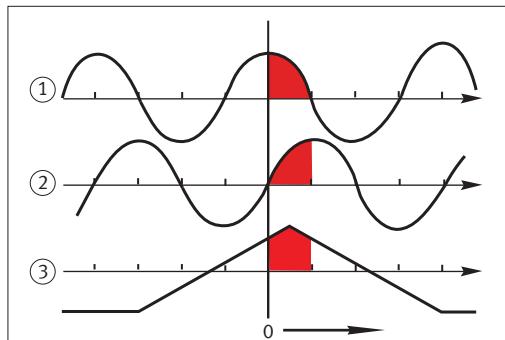
3.2.10 检测零位置的功能原理

连接的 CNC 控制器检查输出信号 A、输出信号 B 和参考信号 Z 是否为正。

当输出信号 $A = \text{MAX} (90^\circ)$ 且输出信号 $B = \text{ZERO} (0^\circ)$ 时，表示达到零位置。

参考信号形状没有影响。重要的是高亮显示略微多于一个象限，但不能超过一个信号周期。

66 参考信号位置



000072C6

1	输出信号 A	2	输出信号 B, 与 A 相位偏移 90°
3	参考信号 Z		

3.2.11 兼容性

大多数传统 CNC 控制器可以处理尺寸标尺的模拟 1 V_{pp} 输出信号。

对于新应用，必须检查 CNC 控制器是否可以根据 YRTCM 系列或 YRTSM 系列的技术参数进行参数化。

对于大多数控制器，可以根据要求提供输入参数。

输入行计数

对于许多控制器，可以直接输入行计数 $> 106 | 48$ 。

但在极少数情况下，这是使用整数乘法和除法值进行的。对于以下尺寸规格，就无法准确输入行计数，必须使用其他参数对其进行校正：

- YRTCM200-XL
- YRTSM200
- YRTCM395-XL
- YRTSM395

节距编码参考标记

某些控制器无法记录来自节距编码测量系统的信号。在此类情况下，电子测量系统可作为单参考标记测量系统提供。

两个相邻参考标记之间的节距差为 2 个信号周期。在零转换区域，编码器的系统设计会带来更大的差异。控制器必须能够处理此方面的问题。

在旋转轴中，测量系统的零点（用钻头标记在轴承上）可能位于黄色测量头扫描范围之外的地方。

连续监测刻度标尺时，参考运行期间不得超过极限转速 n_G 。

3.2.12 根据标准进行功能测试

已在不断变化的气候条件下、机械载荷下以及与水、机油和冷却润滑油脂接触的情况下，对其功能能力进行了测试。



如果工作条件不同，请联系 Schaeffler。

测量系统设计已根据以下标准进行了测试。

■ 43 气候测试

测试	标准	测试参数
冷	IEC 60068-2-1	存放温度
		驻留时间
干热	IEC 60068-2-2	存放温度
		驻留时间
热循环	IEC 60068-2-14	存放温度下限
		存放温度上限
		变化梯度
		每个极限温度下的驻留时间
		循环数
热冲击	IEC 60068-2-14	-20±3 °C
		+60±3 °C
		1 °C/min
		3 h
		5
湿热, 循环	IEC 60068-2-30	-5±3 °C
		+55±3 °C
		≤ 8 s
		20 min
		10

■ 44 机械测试

测试	标准	测试参数
常规	DIN EN 60086-2-6	条件 B
	MIL-STD-202、MIL-STD-204 C	-
振动 (测量头)	IEC 60068-2-6	振动类型
		频率范围
		振幅 (10 Hz ... 60 Hz)
		振幅 (60 Hz ... 2 kHz)
		速率
		载荷持续时间
		每个主轴的频率周期数
		载荷方向
		正弦
冲击 (测量头)	IEC 60068-2-27	10 Hz ... 2 kHz
		±0.76 mm
		100 m/s ²
		1 oct/min
		每轴 240 min
		16
		3 个主轴
		加速度
		冲击持续时间
		冲击类型
		半正弦波
		每个主轴的冲击周期数
		6
		3 个主轴

■ 45 IP 防护等级

测试	标准	测试参数
防水	DIN EN 60529	防护等级 (SRM)
		防护等级 (MEKO/U)

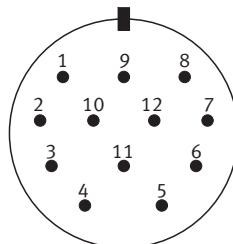
!
防水测试是在有限的时间段内以水作为介质执行的。测试期间会安装所有推入配合连接。因此，测量系统应配备防冷却润滑油脂装置。

图 46 耐化学性 (测量头)

测试	测试介质	测试参数	
耐油性	Aral Degol BG 150、Mobilgear SHC XMP 150、Shell Omala EPB 150、Klübersynth GH 6-150	存放温度	+60 °C
		存放持续时间	168 h
耐冷却润滑油脂	Hosmac SL 145、Zubora 92F MR、Hycut ET 46、Hosmac S 558	存放温度	+35 °C
		存放持续时间	168 h
		水中的浓度	5 %

3.2.13 插头配置

图 67 插头配置, 12 针法兰插头



00007073

传感器线路与电源电缆内部相连 (2 与 12, 11 与 10)。它们由电机控制器用作测量线, 以补偿电源电缆 (四线系统) 上的压降。如果使用的控制器不支持此功能, 则可以并行连接 5 V 和 0 V 线路, 以降低电源导线上的压降。外壳已做屏蔽处理。

图 47 插头配置, 12 针法兰插头

针脚	信号	电压	标准
5	输出信号	A	-
6		-	
8		B	
1		-	
3	参考信号	Z	DIN EN 50178
4		-	
12	U _P	5 V	
10	U _N	0 V	
2	传感器	5 V	
11		0 V	
9	-	空闲	-
7	-	/	-
/	-	空闲	-

3.2.14 技术参数

图 48 SRM 电子测量系统的技术参数

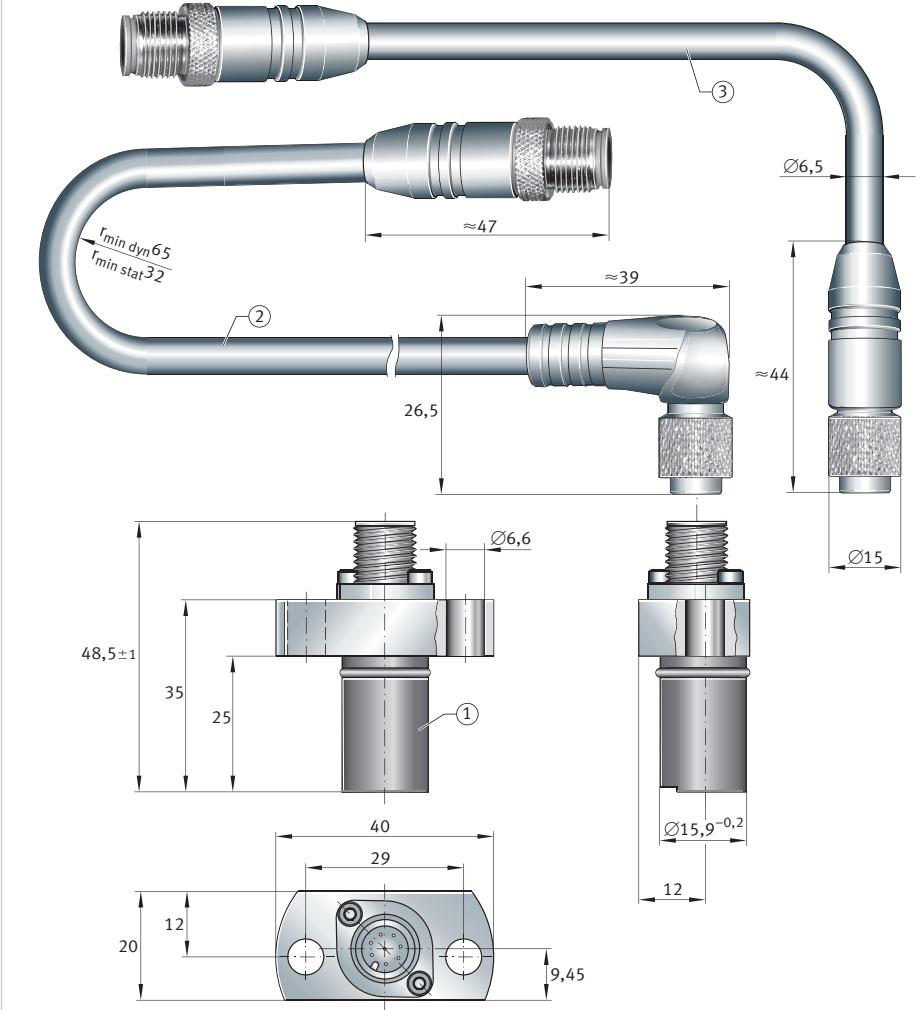
参数	规格	备注
电源	DC +5 V±10 %	-
电流消耗, 带测量头的电子评估系统	280 mA	SRMH01-YE、SRMH01-WH
刻度	硬磁涂层	周期性南北极节距
增量信号	1 V _{pp}	-

参数	规格	备注
行计数/精度	YRTCM150-XL	2688/ ± 6 arcsec +20 °C 时
	YRTCM180-XL	3072/ ± 3 arcsec
	YRTCM200-XL、YRTSM200	3408/ ± 5 arcsec
	YRTCM260-XL、YRTSM260	4320/ ± 3 arcsec
	YRTCM325-XL、YRTSM325	5184/ ± 3 arcsec
	YRTCM395-XL、YRTSM395	6096/ ± 3 arcsec
	YRTCM460-XL、YRTSM460	7008/ ± 3 arcsec
参考标记	24 标记, 间距 15°	节距编码
固定参考标记节距	30°	-
两个参考标记之间的节距差	2 个信号周期	-
数据接口	RS232C	-
建议的测量步长	0.0001°	-
工作温度	0 °C ... +70 °C	-
防护等级, 符合 DIN EN 60529 标准	IP67	当所有连接器均已插入时
重量	测量头	38 g
	电子评估系统	450 g
电气连接	测量头	PUR 电缆 Ø6.5 mm
	电子后处理系统	插头, Ø15 mm 12 针法兰插头, Ø28 mm
		不包括在供货范围内
电子后处理器的允许电缆长度	最大值	100 m
水分	最大值	70 % 相对湿度, 无冷凝

图 49 SRM 信号电子测量系统

参数	规格	备注
输出信号载荷	100 Ω ... 120 Ω	建议的 CNC 输入阻抗
输出信号 A、B	典型	载荷阻抗 120 Ω
	最大值	f = 100 Hz
信号差	典型	< 1 % 信号 A 和 B 之间的输出信号振幅差异 f = 100 Hz
输出信号直流电压	2.4 V ± 10 %	输出信号 A+、A-、B+、B-
输出信号电压偏移	典型	A+ 和 A-、B+ 和 B- 之间的直流电流偏移
	最大值	±10 mV ±50 mV
输出信号频率	最大值	DC 8 kHz
参考信号 Z 的宽度	典型	230°
	最大值	180° ... 270°
参考信号中点电压	2.4 V ± 10 %	-
参考信号电平	典型	在建议的参考移动速度下, 从输出信号周期 A、B 的中心开始
	最大值	0.8 V _{pp}
	非活动	0.6 V ... 1 V
	活动	-0.4 V +0.4 V
系统分辨率	最大值	每个正弦波 2500 步
		-

68 连接电缆和测量头尺寸



0009B805

1	测量头
3	连接电缆 SRMC..-S

2 连接电缆 SRMC..-A

3.3 润滑

润滑信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 11 | 1.2。

3.4 密封

轴承密封信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 12 | 1.3。

O形圈用于密封测量头，以防漏油和液体进入。

3.5 转速

转速相关信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 13 | 1.4。

3.6 刚度

轴承刚度信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶ 13 | 1.5。

3.7 温度范围

温度范围信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ►13 | 1.6。

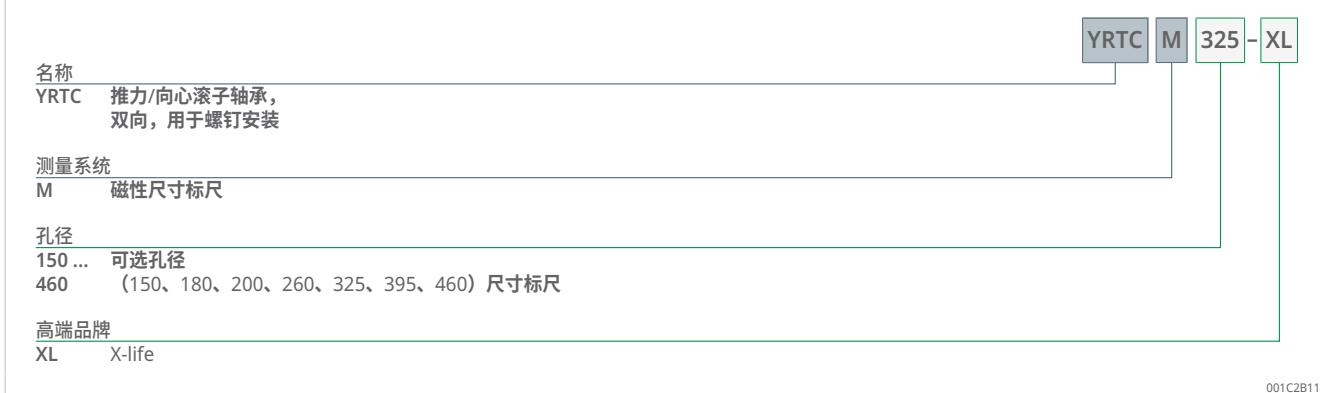
3.8 尺寸, 公差

尺寸和公差信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ►15 | 1.9。

所有轴承和测量头系列均提供 CAD 文件, 可根据要求获取这些文件, 也可从 Schaeffler 网站下载。

3.9 订货型号的组成

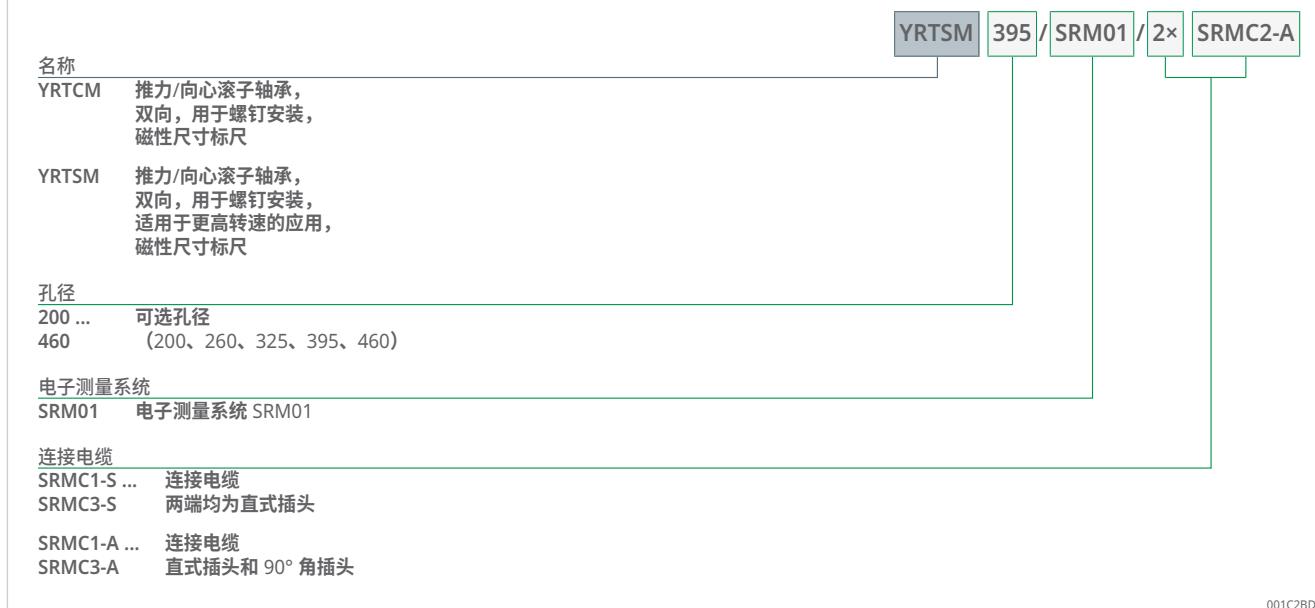
□69 YRTCM 系列订货型号的组成结构



□70 YRTSM 系列订货型号的组成结构



71 测量系统订购型号的组成结构



3.10 设计指南

轴承的尺寸计算信息请参阅 YRTC 和 YRTS 系列向心/推力轴承的相关章节 ▶ 22 | 1.11。

3.11 相邻结构的设计

测量头上的 O 形圈定位孔中必须加工出 $1 \times 30^\circ$ 的导角。

测量头应在相对于轴定位垫圈的所有平面中居中，并通过定位面固定以防旋转。

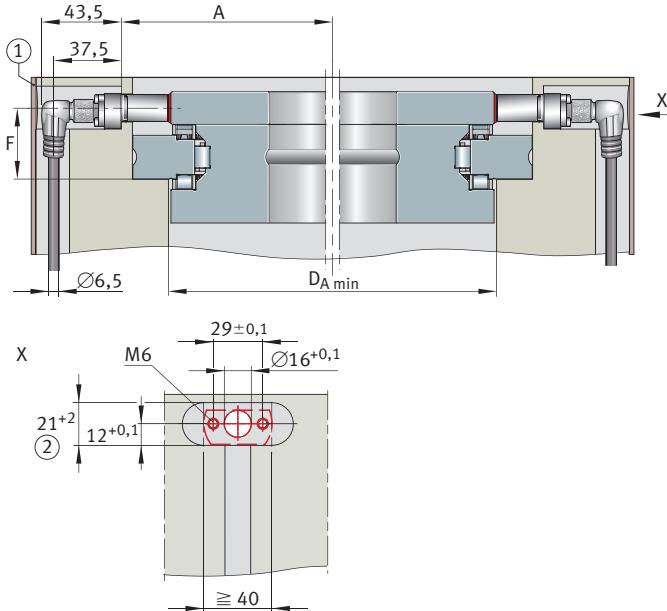


要对中编码轴定位垫圈，必须通过轴的相邻结构在轴承的整个高度上支撑轴承。

必须检查以下几点：

- 测量头槽的深度必须符合尺寸 A。
- 测量头的螺钉安装面必须无毛刺且平坦。
- 测量头的布置角度必须为 $180 \pm 1^\circ$ 。
- 为确保能够正确安装轴承，并确保测量系统能够可靠运行，必须在相邻结构中集成最小的凹槽直径 D_A 。
- 安装测量头后，必须保持距离 F。
- 当使用带 90° 角插头的电缆时，电缆出口方向必须与图纸相对应。
- 在测量头高度处为电缆提供张力释放装置。这在使用 90° 角插头时尤为重要，因为作用于电缆上的拉力可能会使插头过载。

72 相邻结构的设计和测量头的径向对置布置



00018402

1 端盖

2 无法安装旋转 180° 的测量头。

50 凹槽直径和距离

推力/向心轴承	A mm	D _A 最小 mm	F mm
YRTCM150-XL	-0.4	215	22
YRTCM180-XL	132	245.5	25
YRTCM200-XL、YRTSM200	147.2	274.5	25
YRTCM260-XL、YRTSM260	160.6	345.5	29.75
YRTCM325-XL、YRTSM325	196.9	415.5	32.5
YRTCM395-XL、YRTSM395	231.3	486.5	33.75
YRTCM460-XL、YRTSM460	267.5	560.5	36.5

A mm

传感器螺钉安装表面与轴承中心之间的距离

D_A mm

凹槽直径

F mm

距离



如果测量头位于轴承座中较深的位置，则它们必须具备足够的检修便利性，以便设置测量间隙。

测量头和电缆必须使用合适的盖子进行保护，以防机械损坏和长时间接触液体。

- 测量头的位置方向由定位面决定。仅靠固定螺钉不能确定位置方向。
- 遵守信号电缆的最小弯曲半径
- 不得让液体积聚在测量头槽中 (IP67)

3.12 安装和拆卸

安装信息请参阅推力/向心轴承和推力角接触球轴承的相关章节 ▶38 | 1.13。

由于采用了集成式尺寸标尺及小型测量头（专为优化可用空间使用而设计），因此测量系统非常易于安装。

3.12.1 依据机械指令条款的测量设备安全相关信息

角度测量系统在正确使用情况下符合所述的产品特性。该测量系统不适用于安全相关的控制回路，并且不应用于此目的。对于安全导向型系统，更高级别的系统必须在开机后检查测量设备的位置值。该测量设备未按照 IEC 61508 标准进行开发，且不存在 SIL 分类。

与危险分析相关的测量设备的特性：

- 系统没有冗余功能元件。
- 软件参与生成输出信号。
- 初始操作程序完成后，如果发生以下事件（可被合适的电子后处理系统检测为故障），电子评估系统将输出零电压信号：
 - 电源故障。
 - 通过象限比较对两个测量头信号进行合理性测试时出错（检测到测量头故障或连接松动，例如电缆断裂）。
 - 未达到允许的最小振幅（检测到测量头故障，检测到测量间隙出现不可接受的大幅增加现象，例如在机器碰撞后）。

3.12.2 推力/向心轴承的安装准则

编码轴定位垫圈在通过轴颈进行安装时精确对中，在整个轴承高度上轴颈制造相当精确。

安装前先拧松内圈上的固定螺钉，以便无需用力即可使轴承内圈与带尺寸标尺的轴定位垫圈对齐并居中。



请勿使用可磁化的工具。磁性尺寸标尺有一个运输和安装保护条。在轴承安装完成前严禁撕下该保护条。

其它信息

MON 100 | 用于复合载荷的高精度轴承 |

<https://www.schaeffler.de/std/2013>

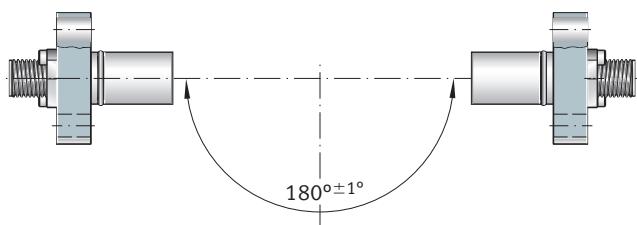
3.12.3 测量头的安装准则

测量头的安装位置由定位槽的设计确定。

3.12.4 测量头的径向对置布置

测量头的径向布置角度必须为 $180^{\circ} \pm 1^{\circ}$ ，否则轴定位垫圈的任何偏心都会影响测量精度。

73 测量头的径向对置布置



0000737D

3.12.5 安装测量头

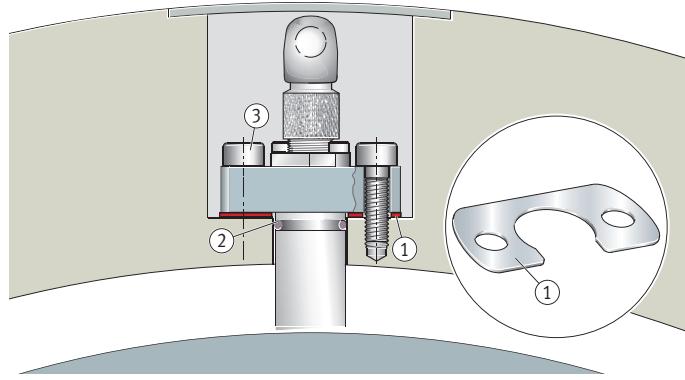
首先，使用 MEKOEDS 软件和随附的校准垫片设置测量头到轴定位垫圈外径的正确距离。

然后使用 MEKOEDS 软件执行示教过程，使测量头与电子评估系统相匹配。

! 小心拧紧固定螺钉。在设置过程中，请勿超过 MEKOEDS 软件所示振幅的 80 %。测量头的传感器表面只能承受通过手压施加的载荷。超过 50 N 的力就会损坏传感器表面。

1. 目视检查轴承座中角测量头的螺钉安装表面，去除任何异物、污染、润滑脂和油。
2. 用合适的方法去除螺钉安装表面的油脂，不要留下任何残留物，并确保没有脱脂剂或异物渗入测量系统轴承中。
3. 将角度测量头与校准垫片一起安装在正确的位置。

74 安装测量头



000071E9

1	校准垫片
3	固定螺钉

2	密封圈
---	-----

4. 将角度测量头固定在轴承座中，确保测量头正确定位。
5. 将两颗新的符合 ISO 4762:2004 要求的圆柱头螺钉 M6-8.8 插入安装孔中，然后拧入到准备好的螺纹孔中，直至用手指拧紧。
6. 使用调试和诊断软件设置测量间隙距离。
7. 使用经过校准的扭矩扳手将两颗圆柱头螺钉拧紧至 10 Nm 的拧紧扭矩。
8. 使用合适的油漆固定螺钉头，以防意外松动。
9. 使用合适的电缆夹固定测量头电缆，以减轻应力。

3.12.6 用于信号传输的电缆和插头

电子评估系统的输入信号接口采用 8 针插头。

在初始调试期间，系统会自动检测哪个测量头连接到哪个输入。

! 必须保护测量头、插头和电缆，使其免受机械损坏。

3.13 备件

■51 角度测量系统的备件

备件	d mm	描述
WSM YRT200	200	轴定位垫圈，带编码的轴承
WSM YRT260	260	
WSM YRT325	325	
WSM YRT395	395	
WSM YRT460	460	
SRMH01-YE	-	带参考传感器的测量头，黄色
SRMH01-WH	-	带参考传感器的测量头，白色
SS.SRM01-0010	-	测量头的校准垫片
SRMB01	-	电子评估系统

d

mm

内径

3.14 其它信息

更多信息可在以下出版物中找到：

HR 1 | 滚动轴承 |

<https://www.schaeffler.de/std/1D3D> ↗

MON 100 | 用于复合载荷的高精度轴承 |

<https://www.schaeffler.de/std/2013> ↗

3.15 产品尺寸表

3.15.1 解释

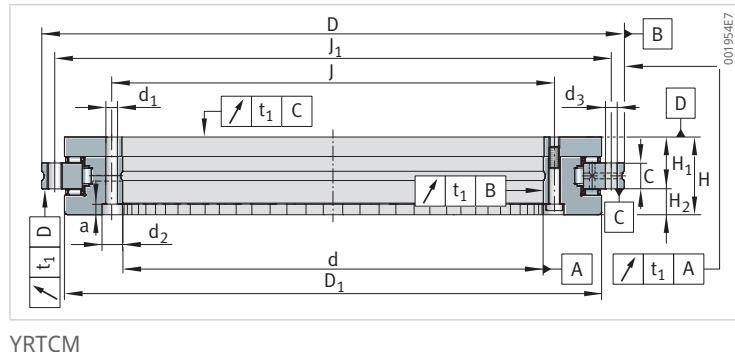
1	-	两颗固定螺钉
2	-	L形截面套圈中开向轴承孔的螺钉沉头孔
a	mm	沉孔深度
C	mm	外圈宽度
C_{0a}	N	基本额定静载荷，轴向
C_{0r}	N	基本额定静载荷，径向
C_a	N	基本额定动载荷，轴向
C_{aL}	$N/\mu m$	轴承位置的轴向刚度
C_{aW}	$N/\mu m$	滚动体组的轴向刚度
C_{kL}	$Nm/mrad$	轴承位置的倾斜刚度
C_{kW}	$Nm/mrad$	滚动体组的倾斜刚度
C_r	N	基本额定动载荷，径向
C_{rL}	$N/\mu m$	轴承位置的径向刚度
C_{rW}	$N/\mu m$	滚动体组的径向刚度
d	mm	内径
D	mm	外径
d_1	mm	紧固孔直径，内圈
D_1	mm	内圈直径
d_2	mm	沉孔直径，固定孔
d_3	mm	固定孔的直径，外圈
G	-	拆卸螺纹
H	mm	高度
H_1	mm	接触面高度，外圈
H_2	mm	接触面高度，内圈
J	mm	固定孔的节圆直径，内圈
J_1	mm	固定孔的节圆直径，外圈
m	kg	质量
MA	Nm	紧固螺钉的拧紧扭矩，符合 DIN EN ISO 4762，强度等级 10.9
M_R	Nm	摩擦扭矩
n	-	螺钉安装孔的数目
n_A	-	固定螺钉的数目，外圈
n_G	min^{-1}	极限转速
n_{GA}	-	拆卸螺纹的数目
n_I	-	固定螺钉的数目，内圈
t	°	固定孔的节锥角

3.15.2 YRTCM 系列，主要尺

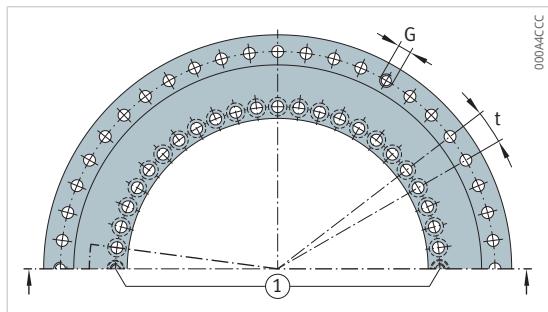
寸，性能数据

双向

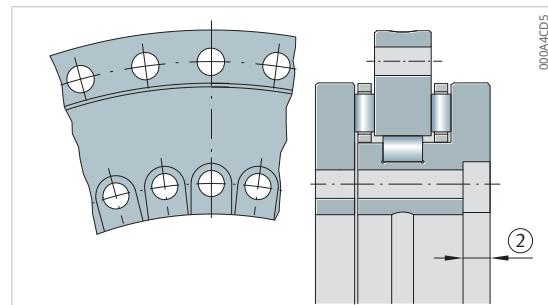
带增量角度测量系统



名称	d	D	H	H1	H2	C	D1 最大	J	J1
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTCM150-XL	150	240	41	27	14	12	214.5	165	225
YRTCM180-XL	180	280	44	30	14	15	245.1	194	260
YRTCM200-XL	200	300	45	30	15	15	274.4	215	285
YRTCM260-XL	260	385	55	36.5	18.5	18	347	280	365
YRTCM325-XL	325	450	60	40	20	20	415.1	342	430
YRTCM395-XL	395	525	65	42.5	22.5	20	487.7	415	505
YRTCM460-XL	460	600	70	46	24	22	560.9	482	580



孔型



YRTCM325-XL

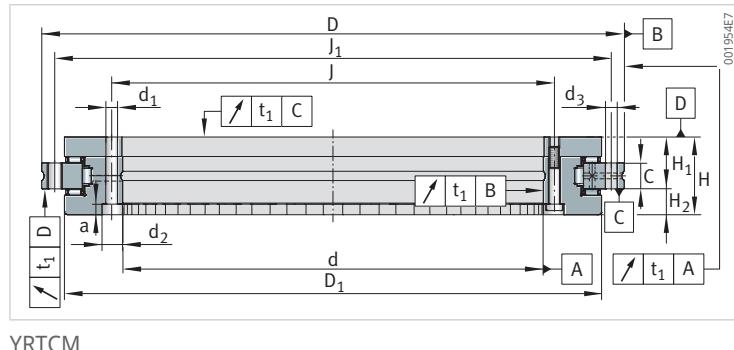
C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_g	n_{Ref}	M_R	m
N	N	N	N	min^{-1}	min^{-1}	Nm	kg
128000	650000	74000	146000	800	-	4	6.4
134000	730000	100000	200000	600	-	5	7.7
147000	850000	123000	275000	450	-	6	9.7
168000	1090000	140000	355000	300	-	9	18.3
247000	1900000	183000	530000	200	-	13	25
265000	2190000	200000	640000	200	-	19	33
290000	2550000	265000	880000	150	-	25	45

3.15.3 YRTCM 系列，安装尺寸，刚度值

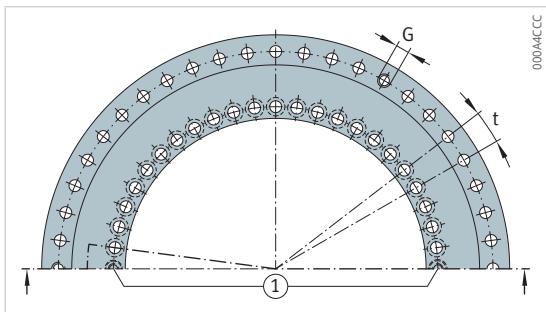
双向

带增量角度测量系统

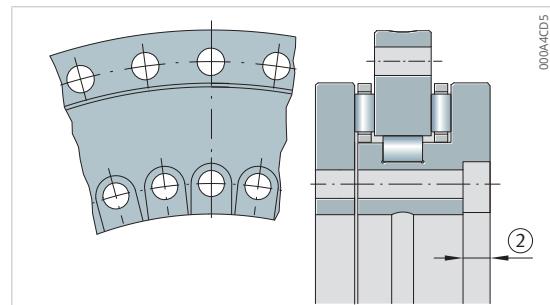
3



名称	d ₁	d ₂	a	n _I	d ₃	n _A	M _A
-	mm	mm	mm	-	mm	-	Nm
YRTCM150-XL	7	11	6.2	34	7	33	14
YRTCM180-XL	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTCM200-XL	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTCM260-XL	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTCM325-XL	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTCM395-XL	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTCM460-XL	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34



孔型



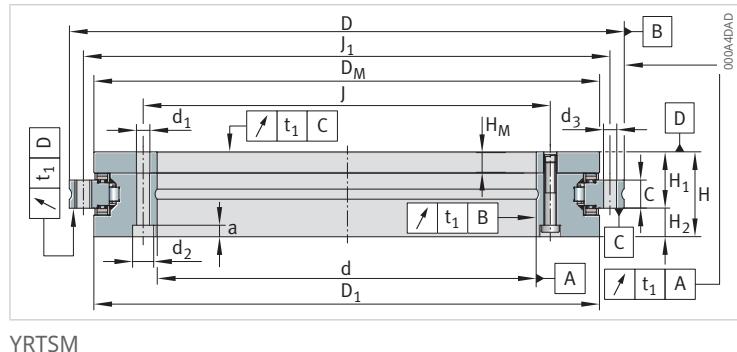
YRTCM325-XL

n	t	G	ngA	CaL	CrL	CkL	CaW	CrW	CkW
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
36	10	M8	3	7600	4480	30300	12000	6500	61000
48	7.5	M8	3	9400	5000	46000	13500	5300	88500
48	7.5	M8	3	9800	5700	64000	15500	6200	128000
36	10	M12	3	13800	7400	166000	19000	8100	265000
36	10	M12	3	14200	8800	254000	33000	9900	633000
48	7.5	M12	3	19800	8100	448000	37000	13000	1002000
48	7.5	M12	3	24000	9100	686000	43000	17000	1543000

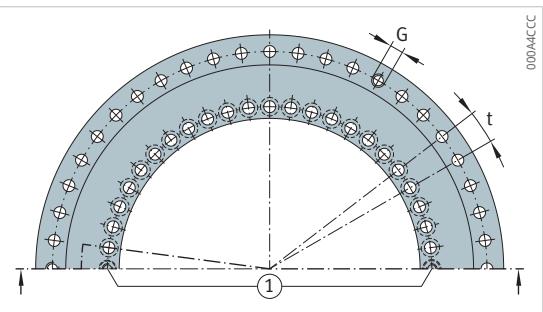
3.15.4 YRTSM 系列，主要尺寸，性能数据

双向
带增量角度测量系统

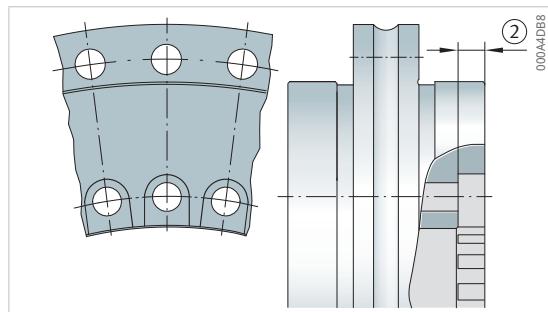
3



名称	d	D	H	H1	H2	C	D1 最大	J	J1
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
YRTSM200	200	300	45	30	15	15	274.4	215	285
YRTSM260	260	385	55	36.5	18.5	18	347	280	365
YRTSM325	325	450	60	40	20	20	415.1	342	430
YRTSM395	395	525	65	42.5	22.5	20	487.7	415	505
YRTSM460	460	600	70	46	24	22	560.9	482	580



孔型



YRTSM325

3

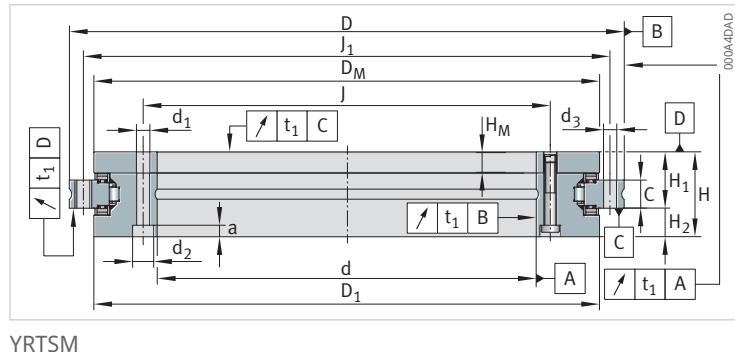
C_a	C_{0a}	C_r	C_{0r}	n_g	n_{Ref}	M_R	m
N	N	N	N	min^{-1}	min^{-1}	Nm	kg
155000	840000	94000	226000	1160	30	-	9.7
173000	1050000	110000	305000	910	25	-	18.3
191000	1260000	109000	320000	760	25	-	25
214000	1540000	121000	390000	650	15	-	33
221000	1690000	168000	570000	560	15	-	45

3.15.5 YRTSM 系列, 安装尺寸, 刚度值

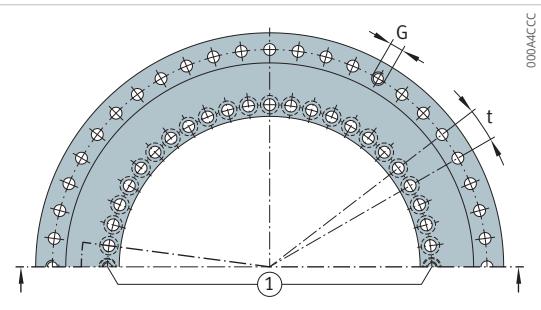
双向

带增量角度测量系统

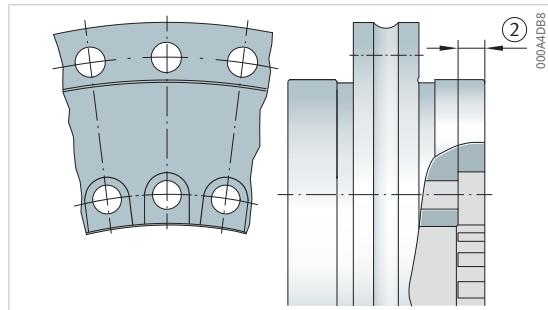
3



名称	d ₁	d ₂	a	n _I	d ₃	n _A	M _A
-	mm	mm	mm	-	mm	-	Nm
YRTSM200	7	11	6.2	46	7	45	14
YRTSM260	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTSM325	9.3	15	8.2	34	9.3	33	34
YRTSM395	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34
YRTSM460	9.3	15	8.2	46	9.3	45	34



孔型



YRTSM325

3

n	t	G	n _{GA}	C _{aL}	C _{rL}	C _{kL}	C _{aW}	C _{rW}	C _{kW}
-	°	-	-	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad	N/ μ m	N/ μ m	Nm/mrad
48	7.5	M8	3	8800	17900	65600	13600	3900	101000
36	10	M12	3	11800	23500	151500	16800	5800	201000
36	10	M12	3	14480	9200	260000	19900	7100	350000
48	7.5	M12	3	17100	10200	440900	23400	8700	582000
48	7.5	M12	3	19500	9200	633000	25400	9500	843000

4 推力/向心轴承，具有螺旋齿轮齿轴定位垫圈

YRTCG 系列推力/向心轴承，具有螺旋齿轮齿轴定位垫圈

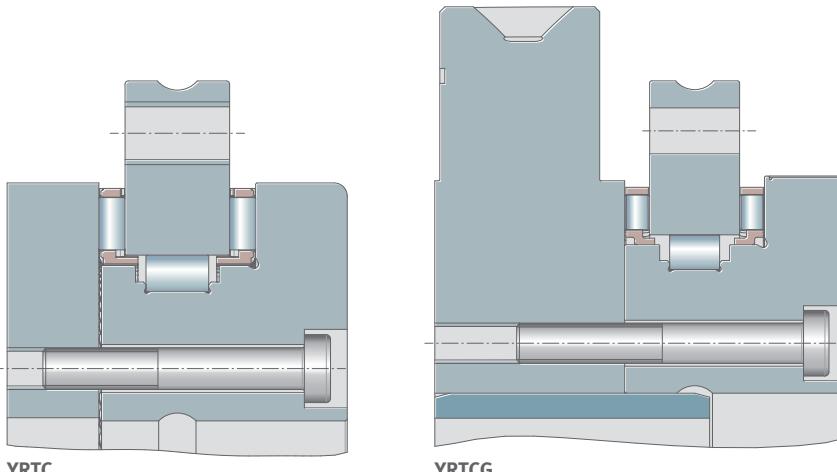
□ 75 YRTCG 系列推力/向心轴承，具有螺旋齿轮齿轴定位垫圈



001B2763

YRTCG 系列推力/向心轴承基于 YRTC 系列轴承设计。这款久经考验的旋转轴轴承解决方案可作为新型号供货，孔径范围为 150 mm 至 580 mm，具有螺旋齿轮齿轴定位垫圈。

□ 76 对 YRTC 系列轴承结构进行进一步开发，创造了 YRTCG 系列



001B345D

优势

- 兼具高倾斜刚度与低轴承摩擦扭矩特性
- 采用新的设计配置，以提高性能并节省成本
- 为电缆和软管提供了较大的通道
- 通过省略齿轮，减少了部件数量、安装空间和重量
- 由于部件数量较少，提高了整个系统的精度，并改善了动态特性
- 由于简化了装配过程，降低了成本
- 应用包括带齿轮齿的回转工作台及铣头

YRTCGMA 系列推力/向心轴承，具有螺旋齿轮齿轴定位垫圈及感应式测量系统

通过 YRTCGMA 系列型号实现了 YRTCG 系列与绝对角度测量系统 MHA 的结合。



4.1 其它信息

更多信息可在以下出版物中找到：

PDB 77 | 配有带齿轴定位垫圈的推力/向心轴承 |
<https://www.schaeffler.de/std/201D>

舍弗勒贸易（上海）有限公司
上海市嘉定区安亭镇安拓路 1 号
邮编 201804
中国
www.schaeffler.cn
info_china@schaeffler.com
电话： +86 21 3957 6666

我们已对所有信息进行了仔细的汇编和检查，
但我们无法保证完全准确。我们保留进行更改的
权利。因此，请始终检查是否有更新或修订的
信息。本出版物在旧出版物的基础上进行了更新。
只有在我们许可的情况下，才允许打印本出版物
(包括摘录)。
© Schaeffler Technologies AG & Co. KG
TPI 120 / 06 / zh-CN / 2026-01