

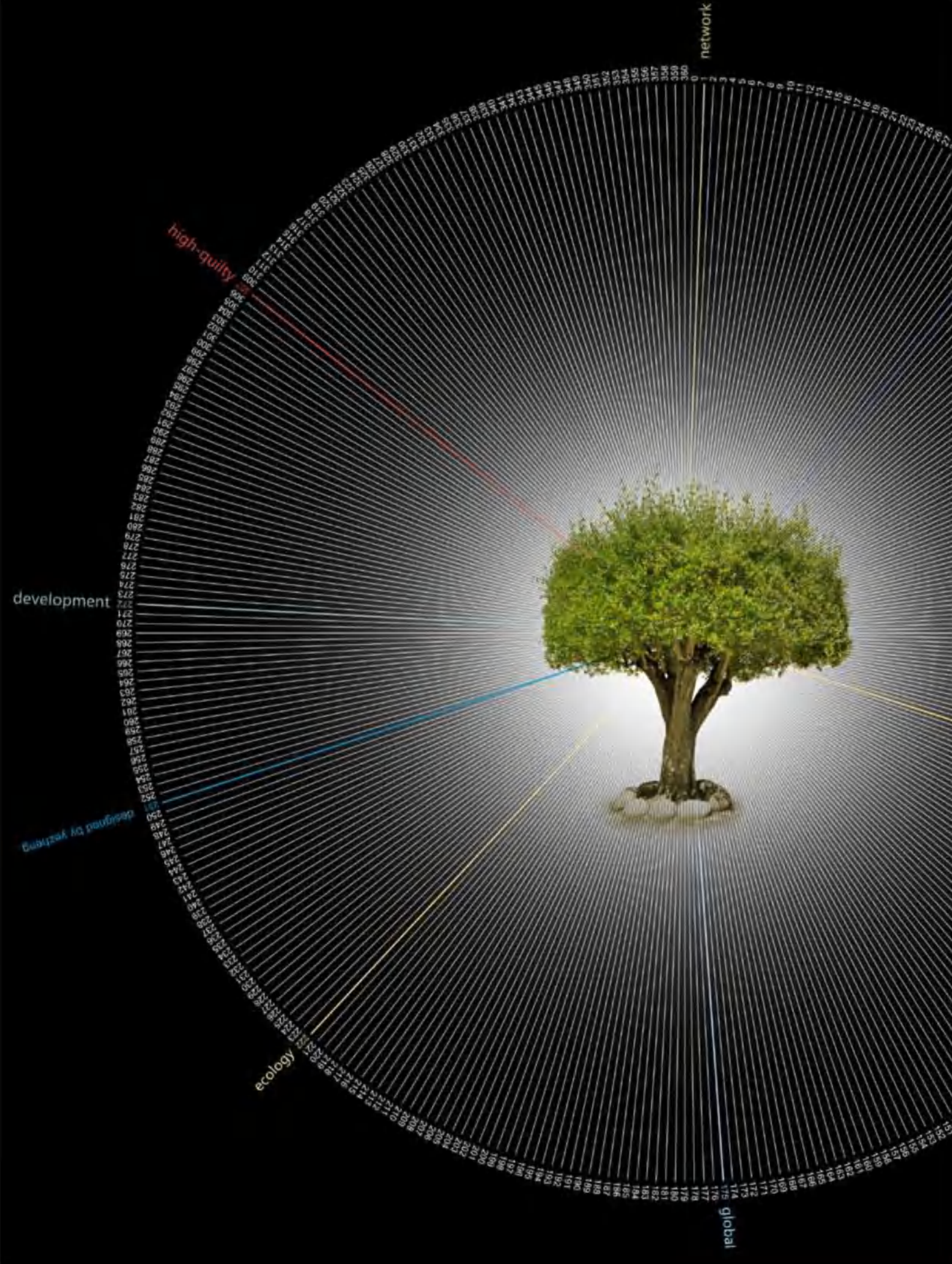
Goto Bearing Group Inc.,
Las Vegas, Nevada, 89103
www.gotobearings.com

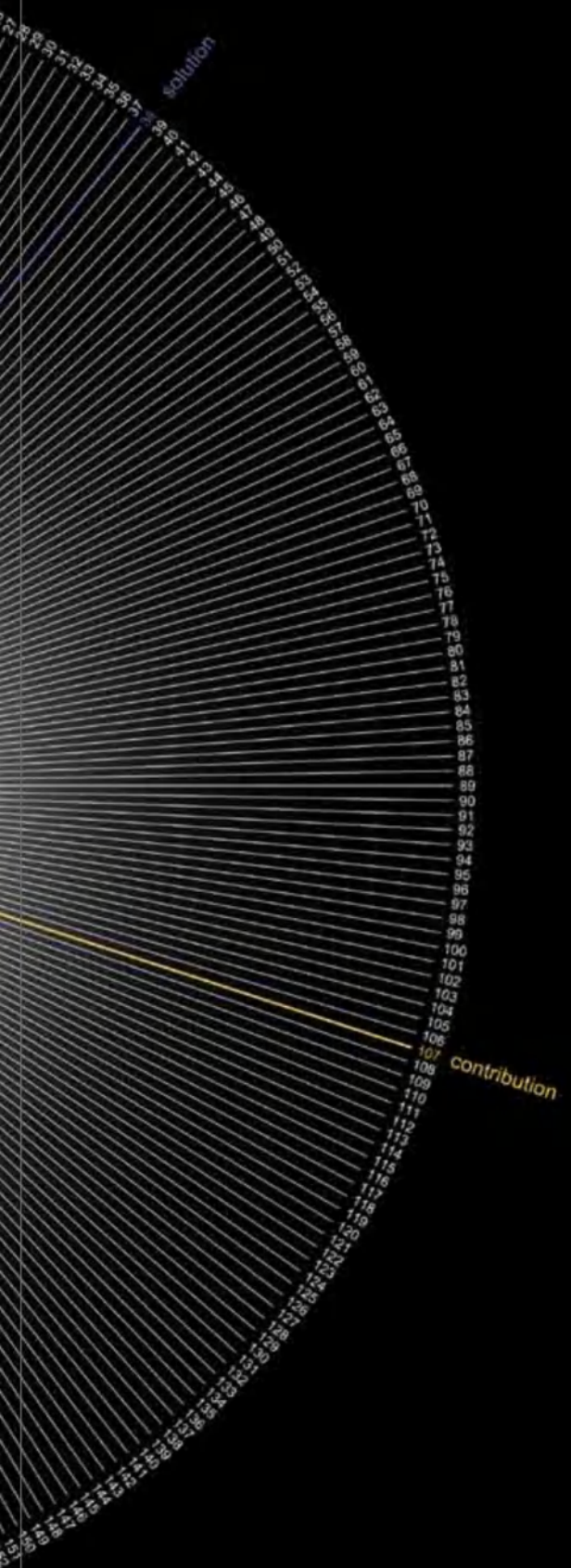
For new Technology Network

GOTO

GOTO corporation







全球网络

公司简介

GOTO是一家提供与全球知名品牌同等高品质的世界著名品牌OEM供应商。一直以来它为机械工业各行各业的发展和成就做出了重要贡献。作为一家综合性的轴承制造企业，GOTO积极响应广泛领域的需求。我们的服务包括技术支持、维修保养和新精尖产品研发。

GOGO包含三块核心业务：工业轴承领域、精密机械轴承领域、汽车轴承及零配件领域，为这些领域提供多样化产品，以满足全球需求。



创造新价值
环保
明日科技

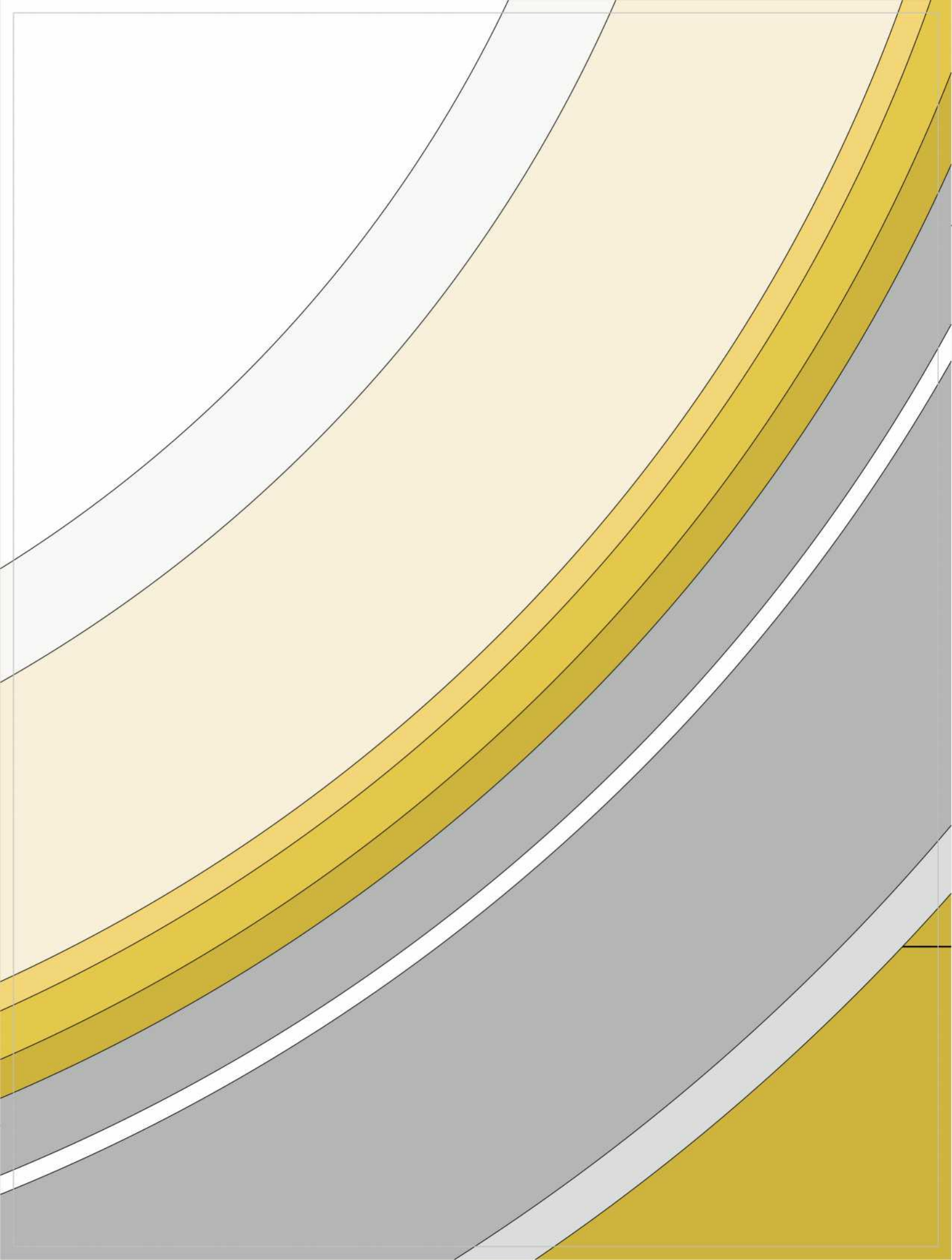
第一部分

1. GOTO牌轴承特点	P6-P9
① 角接触球轴承	
② 超高速角接触球轴承	
③ 高性能圆柱滚子轴承	
④ 高速推力角接触球轴承	
⑤ 超高精角接触球轴承	
⑥ 滚珠丝杠支撑推力角接触球轴承	
⑦ 密封型角接触球轴承	
2. 选择轴承	P12-P21
① 轴承的选择	
② 滚动轴承的精度	
③ 轴承刚度	
④ 允许转速	
3. 预紧和刚度	P22-P29
① 预紧目的	
② 预紧影响刚度	
③ 恒压预紧和轴向刚度	
④ 预紧方式比较	
⑤ 预紧量	
⑥ 高速主轴和预紧	
⑦ 预紧调节	
⑧ 圆柱滚子轴承的内部游隙	
4. 轴承寿命和额定负荷	P30-35
① 滚动疲劳寿命和基本额定负荷	
② 寿命计算	
5. 轴和轴承座的设计	P36-43
① 轴和轴承座的配合	
② 内圆角半径、倒角，轴承转角尺寸	
6. 球轴承的组合和成对双联	P44-53
① 背对背安装	
② 面对面组合, DF或("X")	
③ 串联组合, DT	
④ 其他组合	
⑤ 背对背组合 对比 面对面组合	
⑥ 弹簧支承安装	
⑦ 径向跳动高点	
7. 润滑和密封	P54-61
① 润滑	
② 密封	
8. 安装流程和调节	P62-65
① 清洗和填充润滑脂	
② 安装固定	
9. 轴承损坏/检查/维修	P66-68
① 轴承保养及损坏	
② 轴承失效及对策	
③ 运行痕迹和施加负荷	
④ 附录: 轴承故障诊断图	

第二部分 尺寸表

- | | |
|--------------------------|--------|
| 1. 高精角接触球轴承 (标准系列) | P71-79 |
| 2. 圆柱滚子轴承 | P80-82 |
| 3. 滚珠丝杆支承轴承 | P83-85 |

技术数据





1

GOTO 牌轴承特点

- 1.1 角接触球轴承
- 1.2 超高速角接触球轴承
- 1.3 高性能圆柱滚子轴承
- 1.4 高速推力角接触球轴承
- 1.5 超高精角接触球轴承
- 1.6 滚珠丝杠支撑推力角接触球轴承
- 1.7 密封型角接触球轴承



1.1 角接触球轴承

特点：

单列角接触球轴承在径向绘制有一条接触点的连接线，叫做接触角。接触角使得该轴承适合于容纳径向负荷，单向轴向负荷，以及两者组合负荷。此外，因施加径向负荷时产生轴向分量，所以这些轴承通常以成对，三个，四个或多个重叠组合使用。角接触球轴承具有内、外圈滚道，它们在轴承轴线方向可相可取代。其设计适应于组合负荷，即同时作用的径向和轴向负荷。角接触球轴承的轴向承载力随接触角的增加而增加。接触角的定义是球接触点和径向平面里滚道的连接线与轴承轴线的垂直线之间的夹角。负荷沿径向平面从一个滚道传送到另一滚道。



1.2 超高速角接触球轴承

特点：

- A. 发热低
- B. 抗咬合性高
- C. 较好的温度稳定性“稳健性”
- D. 高速运行稳定

GOTO 品牌的此类型的轴承有以下优势：

- A. 高速性能(定位预紧)： 定位预紧转速，有外筒冷却时dmn值最高达250万 (无外筒冷却dmn值最高达270万)。
- B. 静音运行：比传统油气润滑减少噪音3-5分贝。
- C. 定向：在垂直或水平主轴方向都能保持稳定。
- D. 减少耗气量：耗气量相当于传统油气润滑的1/3



1.3 高性能圆柱滚子轴承

特点：

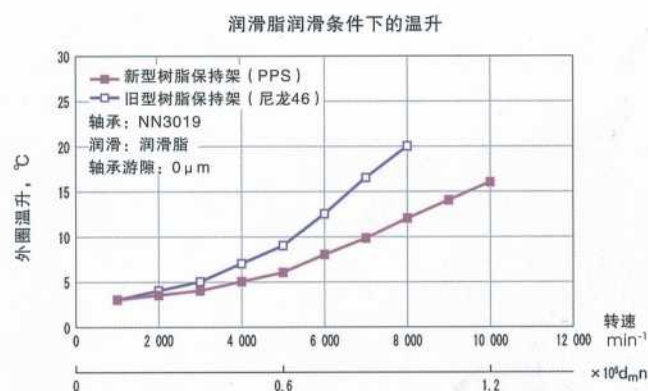
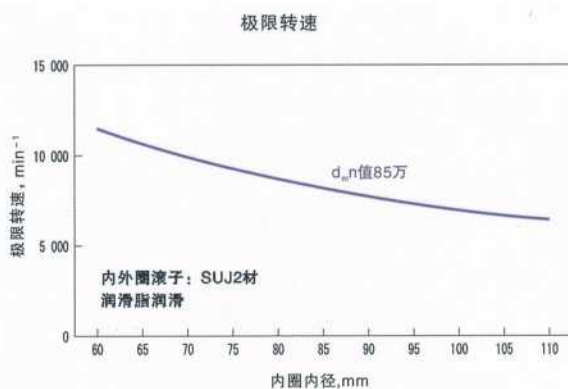
- A. 发热低
- B. 提高抗咬合性
- C. 超高速稳定运行

高刚度双列圆柱滚子轴承

轴承寿命较长

PPS（工程聚合物）保持架耐热性好且刚度高。

相比于黄铜保持架，它消除了任何磨屑，从而延长了润滑脂的寿命。



1.4 高速推力角接触球轴承

高速和高刚度相结合的高性能轴承。

特点：

- A. 高速性能
- B. 发热少
- C. 高精度

角接触推力球轴承的优点：

- A. 高精度度：由于精度高，特别适合于车床主轴的应用。
- B. 互换性：BTR系列和BAR系列可与TAC系列互换，主轴改变最小以适应主轴刚度特性。



1.5 超高精度角接触球轴承

特点：

超高速内圆磨削主轴轴承, 精度高、寿命更长

- A. 最佳内部设计
- B. 不可分离的特点使其容易处理
- C. 自由选择万用组合排列

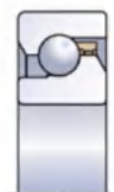
超高精度角接触球轴承系列的优点:

- A. 优化设计：最佳外圈导向保持架设计，润滑更好。解除了内圈台肩，向轴承稳定供油。
- B. 寿命更长：耐热SHX钢寿命更长
- C. 易处理：不可分离结构, 易于处理
- D. 超高精度：ISO 2级 (ABMA ABEC9) 标准。
- E. 万能组合：既可以按DB/ DF / DT通常组合，也可以其他多种组合进行配置。

1.6 滚珠丝杠支撑推力角接触球轴承

特点：

- A. 寿命更长
- B. 扭矩更低
- C. 易处理
- D. 高精度



Cross Section of BS series

横截面



With Seal Cross Section BS series

带密封的横截面

机床滚珠丝杠支撑轴承的优点:

- A. 寿命更长：组件由寿命较长的EP极纯净钢制成。
- B. 高刚度：特殊的内部设计 (60度接触角且球更多)，使轴向刚度更高。
- C. 扭矩更低：起动扭矩比圆锥或圆柱滚子轴承低，即使在低驱动功率下, 亦具有高旋转精度。
- D. 万能组合：既可以按 DB/ DF / DT 通常组合，也可以其他多种组合进行配置。预加润滑脂的亦可供选择 (带有Avania 2号油脂)。
- E. 易处理且可靠性增加：新系列带有接触密封圈和防水润滑脂，可靠性更高且更易处理。
单万向组合 (SU) 是本系列的标准。
- F. 高运转精度：新的聚酰胺保持架，旋转精度高。



1.7 密封型角接触球轴承

适用于主轴维修

密封圈角接触球轴承的特点:

- A. 易处理：主轴装配过程中无需润滑轴承
- B. 环保：密封设计避免润滑脂流失



选择轴承

- 2.1 轴承的选择
- 2.2 滚动轴承的精度
- 2.3 轴承刚度
- 2.4 允许转速

GOTO 2

2.1 选择轴承

选择轴承时，通常是通过考虑其设计寿命、精度、刚度和临界速度等因素，选择适合于机械种类、部位、主轴规格、轴承类型、润滑方式及驱动系统等条件的轴承。下列表格回答了如何选择轴承。

下表显示了应如何选择高速主轴的轴承

步骤	考虑因素	确认项目
确认轴承工作条件并考虑轴承类型。	<ul style="list-style-type: none"> ★轴承箱零部件的功能及结构 ★轴承安装位置 ★尺寸限制 ★轴承负荷大小和方向 ★振动和冲击载荷幅值 ★主轴转速 ★轴承布置（固定侧，浮动端） ★轴承噪音和扭矩 ★轴承工作温度范围 ★轴承的刚性 ★安装/拆卸要求 ★维护和检查 ★成本效益 ★内/外圈的允许偏差 	确定轴承类型及布置形式
选择轴承尺寸	<ul style="list-style-type: none"> ★轴承箱零部件设计寿命 ★当量动/静负荷状况 ★安全系数 S_o ★允许转速 ★允许轴向负荷 	决定轴承尺寸
选择轴承公差	<ul style="list-style-type: none"> ★主轴跳动公差 ★扭矩波动 ★高速运行 	决定轴承等级



选择轴承内部间隙

- ★ 主轴和轴承箱的材质和形状
- ★ 配合
- ★ 内外圈之间的温度差
- ★ 内/外圈的允许偏差
- ★ 负荷大小及性质
- ★ 预紧量

决定轴承内部间隙

选择保持架

- ★ 转速
- ★ 噪音水平
- ★ 振动和冲击负荷
- ★ 润滑

决定保持架类型

选择润滑方式

- ★ 工作温度
- ★ 转速
- ★ 润滑方式
- ★ 密封方式
- ★ 维护和检查

决定润滑方式，润滑剂，密封方式

考虑特殊规格

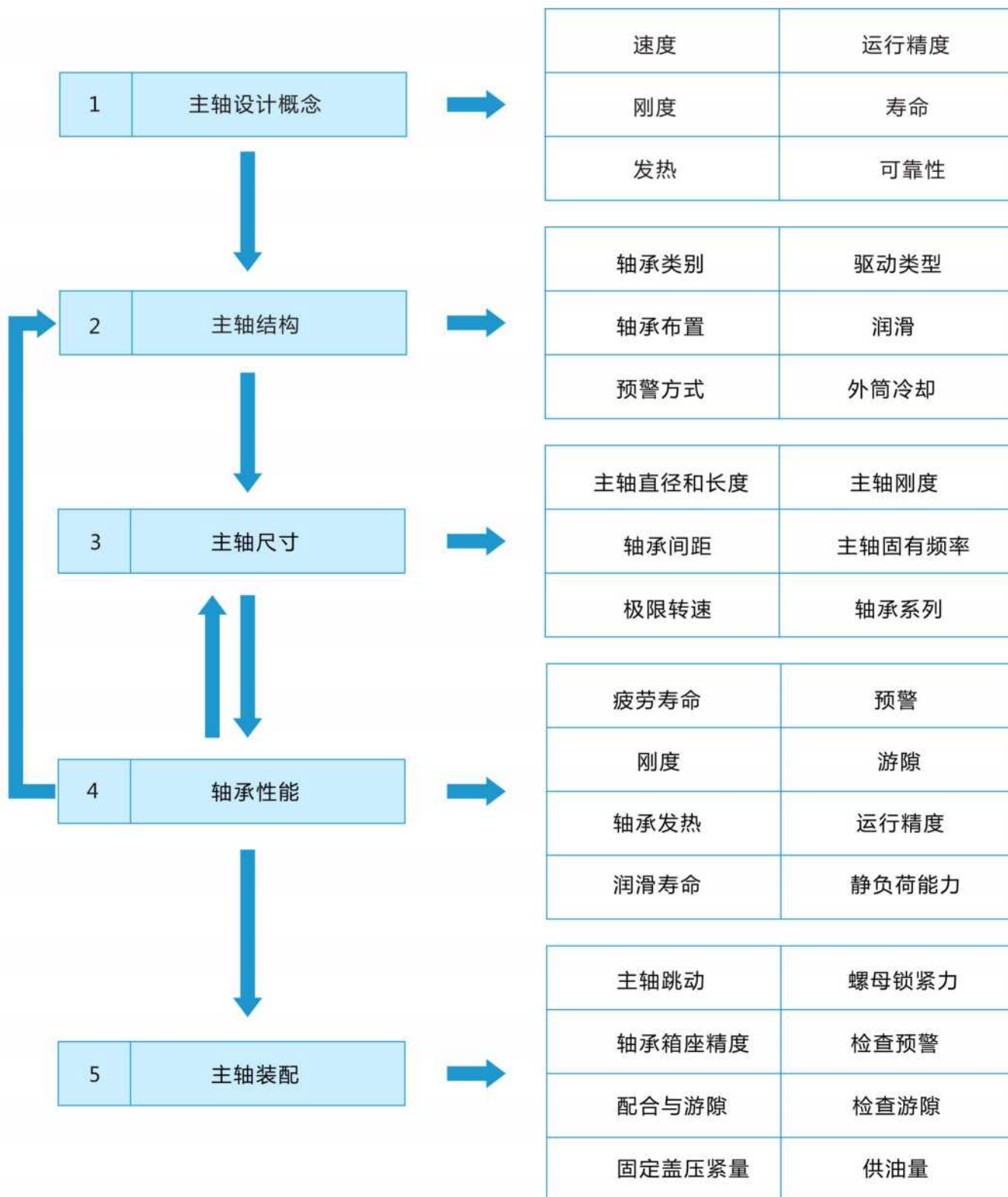
- ★ 工作条件
(特殊环境：高温或低温，化学)
- ★ 高可靠性要求

决定特殊的轴承规格

选择安装和拆卸步骤

- ★ 安装尺寸
- ★ 安装和拆卸步骤

决定安装和拆卸步骤





设计新主轴时，我们建议在选择轴承之前，对所使用主轴性能进行全面分析。设计主轴必需确定哪一个性能参数最重要。例如：决定转速是否比刚度更重要，或是相反。区分好性能因素的优先次序后，就可进行下一步。

完成主轴的性能分析后，下一步便是决定主轴结构。为了确定最佳结构，必须对各部分组件进行考虑：轴承设计（球轴承或滚子轴承）；组合（列数）；驱动类型（皮带，齿轮，电机直联或内置电机）；润滑系统（润滑脂，油气，油雾，或喷射）。注意确保结构符合主轴性能分析所确立的条件和优先次序。

确定结构之后，必须确定主轴尺寸，包括直径、长度、轴承间距等。主轴尺寸将决定轴承限速、主轴刚度、和主轴的固有频率。因为所用轴承的尺寸，类别、组合和润滑方式都会影响限速。

选定了尺寸和轴承类别之后，就应确定轴承规格。为了选择轴承最适当的游隙，或预警，必需考虑疲劳寿命、轴向和径向刚度、发热等因素。必须仔细选择游隙和预警，因为它们对主轴总体性能影响最大，尤其在高速工作期间。如果预警不当，会引起早期失效或烧伤等问题。有时需要重复步骤，甚至重复步骤2和3后，才能达到最精确的主轴设计。

完成主轴规格之后，最后阶段是对装配方法进行规范。主轴和轴承箱座的精度很重要。规定轴承与主轴和轴承箱的游隙配合。用正确的螺母锁紧力来固定轴承。并且在安装轴承之后，复查一次预警或游隙是正确的。

2.2 滚动轴承的精度

滚动轴承的精度，包含尺寸精度和运行精度。

尺寸精度是指安装轴承于主轴或轴承箱座上必须符合的公差。

运行精度是指轴承旋转一周出现的允许的跳动（振摆）。

国标公差等级比较

标准	适用标准	公差等级					轴承类型
		ABEC-1 RBEC-1	ABEC-3 RBEC-3	ABEC-5 RBEC-5	ABEC-7	ABEC-9	
美国国家标准协会 (ANSI) 美国轴承制造协会 (ABMA)	ANSI/ABMA 标准.20 ^①	ABEC-1 RBEC-1	ABEC-3 RBEC-3	ABEC-5 RBEC-5	ABEC-7	ABEC-9	向心轴承 (圆锥滚子轴承除外)
	ANSI/ABMA 标准19.1	K级	N级	C级	B级	A级	圆锥滚子轴承 (公制系列)
	ANSI/ABMA 标准19	4级	2级	3级	0级	00级	圆锥滚子轴承 (英制系列)
日本工业标准(JIS)	JIS B 1514	0, 6X级	6级	5级	4级	2级	所有类型
国际标准化组织 (ISO)	ISO 492	普通级 6X级	6级	5级	4级	2级	向心轴承
	ISO 199	普通级	6级	5级	4级	-	推力球轴承
	SO 578	4级	-	3级	0级	00级	圆锥滚子轴承 (英制系列)
	ISO 1224	-	-	5A级	4A级	-	精密仪器轴承
德国标准化学会(DIN)	DIN 620	P0	P6	P5	P4	P2	所有类型

① “ABEC” 适用于球轴承，“RBEC” 适用于滚子轴承。

注：1. JIS B 1514, ISO 492、199, DIN 620 规格水平相同。

2. JIS B 1514和ABMA标准中的公差和允许值稍有不同。



运行精度测量方法

典型公差	测量方法		
内圈径向跳动 (K_{ia})			当内圈旋转一周时，测量装置读出的最大值和最小值之差为内圈的径向跳动。
外圈径向跳动 (K_{ea})			当外圈旋转一周时，测量装置读出的最大值和最小值之差为外圈的径向跳动。
内圈轴向跳动 (S_{ia})			当外圈旋转一周时，测量装置读出的最大值和最小值之差为外圈的轴向跳动。
外圈轴向跳动 (S_{ea})			当内圈与锥度心轴一同旋转一周时，测量装置读出的最大值和最小值之差为内圈的侧摆。
内圈侧向跳动 (S_d)			当外圈沿加强板旋转一周时，测量装置读出的最大值和最小值之差为外圈外径面倾斜。
外圈外径面倾斜 (S_o)			当内圈旋转一周时，测量装置读出的最大值和最小值之差为内圈的轴向跳动。

2.3 轴承刚度

机床主轴的刚度有2个含义：轴承刚度和主轴刚度。

轴承刚度由负荷作用时的滚动体和滚道表面的弹性形变确定。

通常为了增加刚度，会对轴承施加预压。在相同的负荷下，同样尺寸的滚子轴承刚度比球轴承要大。但因为滚子轴承具有滑动部分，最不利于支撑高速主轴。主轴刚度随着主轴直径增大而增加。但是支撑的轴承尺寸必须足够大，并且 dmn 值（滚动体中心直径 d_m (mm) \times 转速 n (min^{-1})) 必须相应变大，当然，较大轴承不宜应用于高速主轴。所以，必须先考虑主轴安排的刚度要求，然后再确定轴承刚度（轴承类型和预紧量）和主轴刚度。



2.3 轴承刚度

●轴承刚度

主轴内安装的轴承的刚度直接影响主轴的刚度。

特别是机床主轴要求刚度高，以保证足够加工能力并且精加工完成加工件。

轴承刚度由以下因素确定：

- (1) 滚动体类型
- (2) 滚动体尺寸和数量
- (3) 滚动体材质
- (4) 轴承的接触角
- (5) 轴承的预紧

●滚动体类型（滚子或球）

滚子轴承的滚动体和滚道的表面接触模式是线接触，而球轴承是点接触。

所以，相对于规定的负荷，滚子轴承的轴承动态变形量较小。

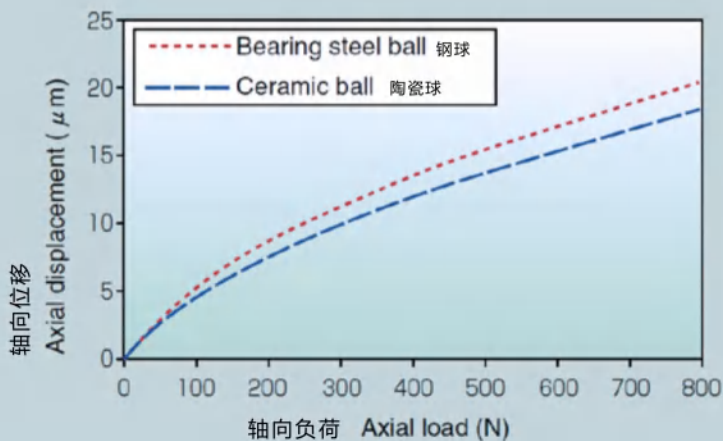
●滚动体尺寸和数量

轴承的滚动体的尺寸和数量是根据轴承的目标性能来确定的。

滚动体较大时，轴承刚度则较高。但是，滚动体较大的轴承易于受旋转滑动的离心力影响，因此其高速性能会降低。另外，虽然大量的滚动体有助于增加轴承刚度，但同时也产生了大量发热源，可能导致升温更大。所以，小尺寸滚动体对于高速用途更好。

●滚动体的材质（陶瓷和钢）

滚动体的主要材质为陶瓷和钢。
两种类型的滚动体比较如右图。

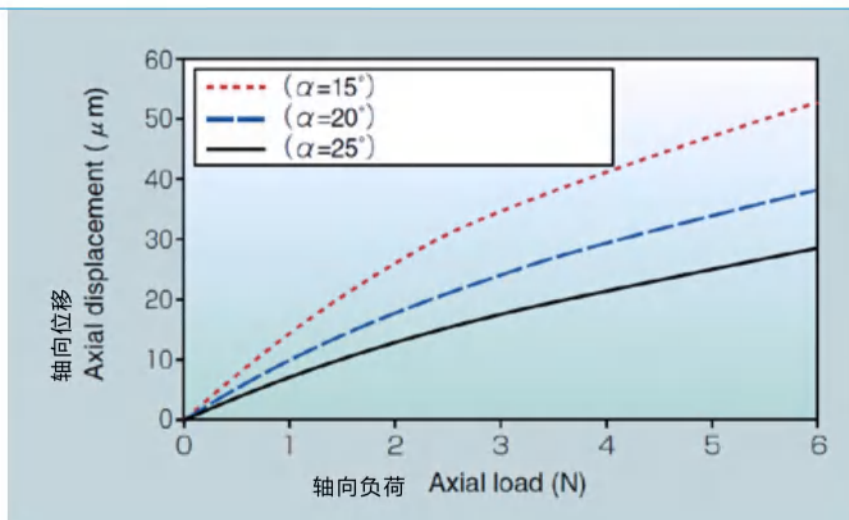




● 轴承的接触角

通常，接触角越小，则径向刚度越大。用作推力轴承时，为保证较大的轴向刚度，其接触角应较大。

右图显示接触角和轴向刚度的关系。



2.4 允许转速

轴承尺寸表里列出的极限转速为推荐值。它们适用于以弹簧轻微预紧且基于散热良好的相对轻负荷的单个轴承。

润滑脂润滑的极限转速是使用适量的优质润滑脂而确定的。而列为油润滑的极限转速则是在油气润滑(或油雾)条件下确定。在使用润滑油去除热量的情况下，可以达到更高转速，但通过轴承压送大量的油，会有显著的能耗。

当单个轴承以二，三，或四列组合使用时，或为提高主轴刚度而增加预紧时，极限速度将小于表列数值。

2.4.1 速度系数

在定位预紧条件下运行的轴承组的极限转速，是通过将轴承组内单个轴承的极限转速乘以适当的速度系数而计算得出预紧是指轴承装在主轴上以后的预紧值。

轴承装在主轴上以后的预紧值，将随着高速运转主轴的配合游隙要求和紧固力导致的隔圈变形而变化。在此情形下，尤其是在高速应用时，为了补偿轴承安装之后预紧的变化，必需调节隔圈彼此间长度。



2.42 影响极限转速的因素

1). 润滑方式

因为通过油气或油雾润滑供油方式产生的润滑油膜厚度，比润滑脂润滑方式产生的厚度大，所以使用油气或油雾润滑方式时，极限转速较高。

至于喷射润滑，进入轴承的润滑油量大，还有效地去除热量，因而能达到更高的运转速度

2). 组合

使用多个轴承组时，轴承组中轴承数量影响极限转速。数量增加，因散热能力较差，极限转速降低

3). 预紧力

如果安装后预紧力大，则滚动体和滚道之间的接触面压力增加，会导致额外热量，这个热量会导致运转时的预紧力进一步增加，增大轴承损坏的风险。

为避免这种类型的轴承损坏，要降低极限转速。同样，对于圆柱滚子轴承，当运转期间径向游隙降低及预紧力增加时，极限转速也降低了。

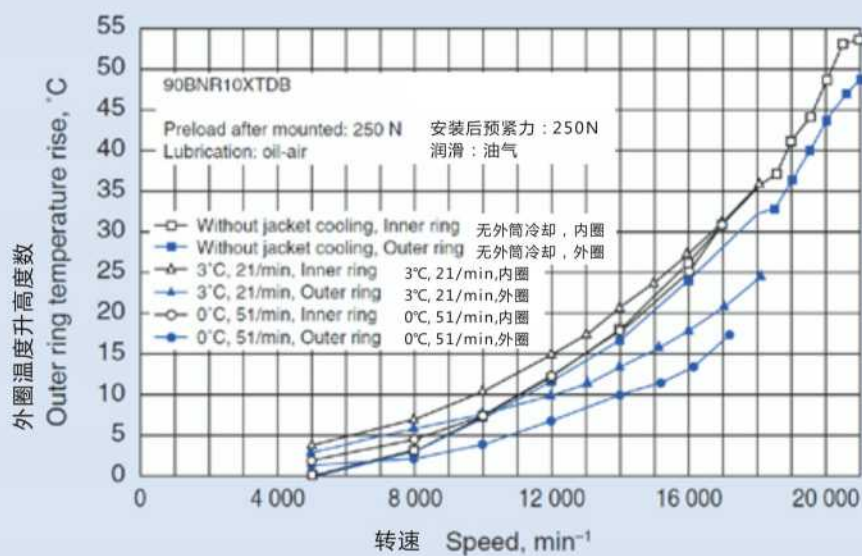
4). 驱动方式

轴承的极限速度也随主轴驱动系统而变化。

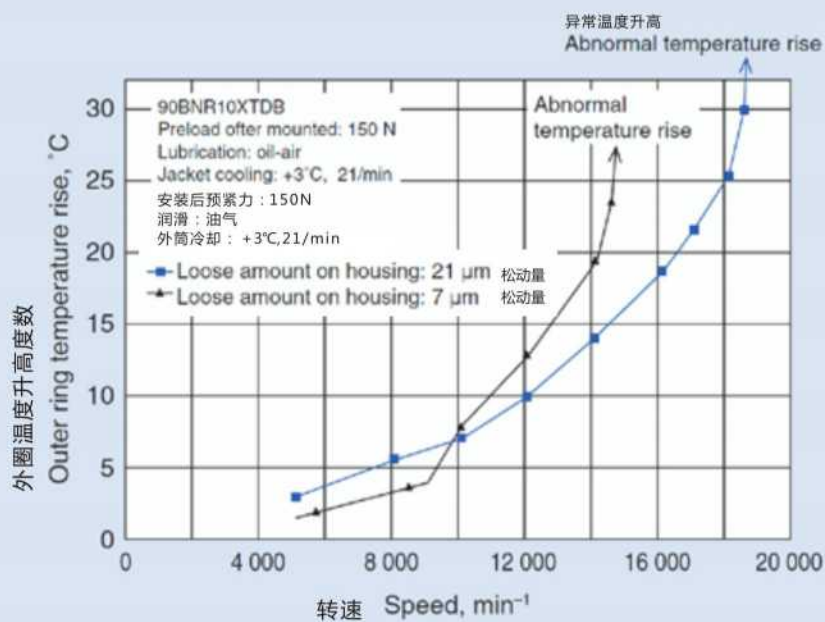
对于内置电机式主轴，主轴内部发热量较大，如果也有外筒冷却系统，则内外圈之间温差变得较大，因而预紧力增加，极限转速降低。外筒冷却也影响轴承和轴承箱座之间的间隙（详细情况请看下图）。因此，轴承和轴承箱座之间的游隙可能变成负数（过盈配合），这种情况下的预紧力会增加。



外筒冷却对极限转速的影响



运转精度测量方法



GOTO

3

预紧和刚度

- 3.1 预紧目的
- 3.2 预紧影响刚度
- 3.3 恒压预紧和轴向刚度
- 3.4 预紧方式比较
- 3.5 预紧量
- 3.6 高速主轴和预紧
- 3.7 预紧调节
- 3.8 圆柱滚子轴承的内部游隙





3.1 预紧目的

- 提高和维持主轴的运行精度
- 提高轴承刚度
- 降低轴向振动和共振产生的噪音
- 防止振蚀
- 防止回转力矩导致的滚动体和滚道之间的滑动
- 维持滚动体固有位置

通常，预警应用于轴承组合，如角接触球轴承组合或圆锥滚子轴承组合。圆柱滚子轴承可以通过将径向内部游隙设定为负值来预紧。

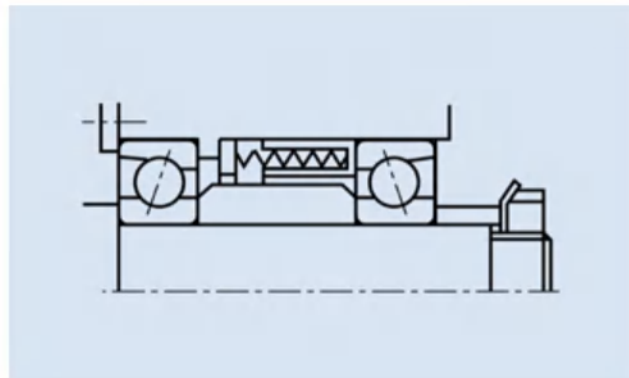
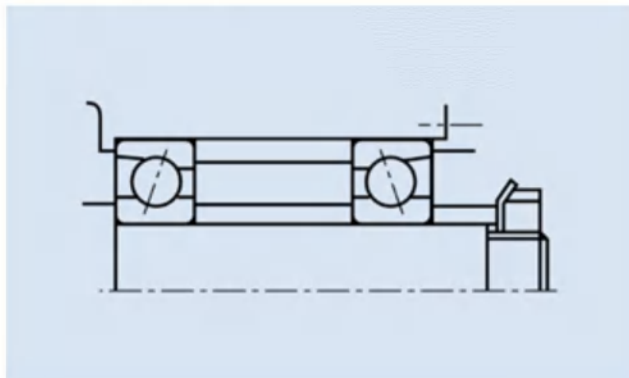
(1) 定位预紧

1. 通过安装已预先调整了标准尺寸和轴向游隙的双轴承组。
2. 通过使用适当尺寸的隔圈或垫片，以获得要求的间距和预紧（见下图）。
3. 通过使用螺栓或螺母，以便可调节轴向预紧。在这种情况下，应测量启动扭矩来验证适当的预紧力。但是对于高精机床主轴来说，不推荐用这种方法，因为难以验证适当的预紧力。

(2) 恒压预紧

恒压预紧是使用线圈或钢板弹簧实现的。即使在操作期间，轴承的相对位置发生变化，预紧量仍然维持相对稳定。下图显示一个高速旋转下的接触球轴承。

定位预紧 恒压预紧

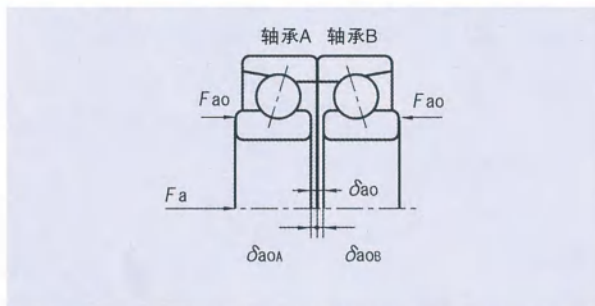




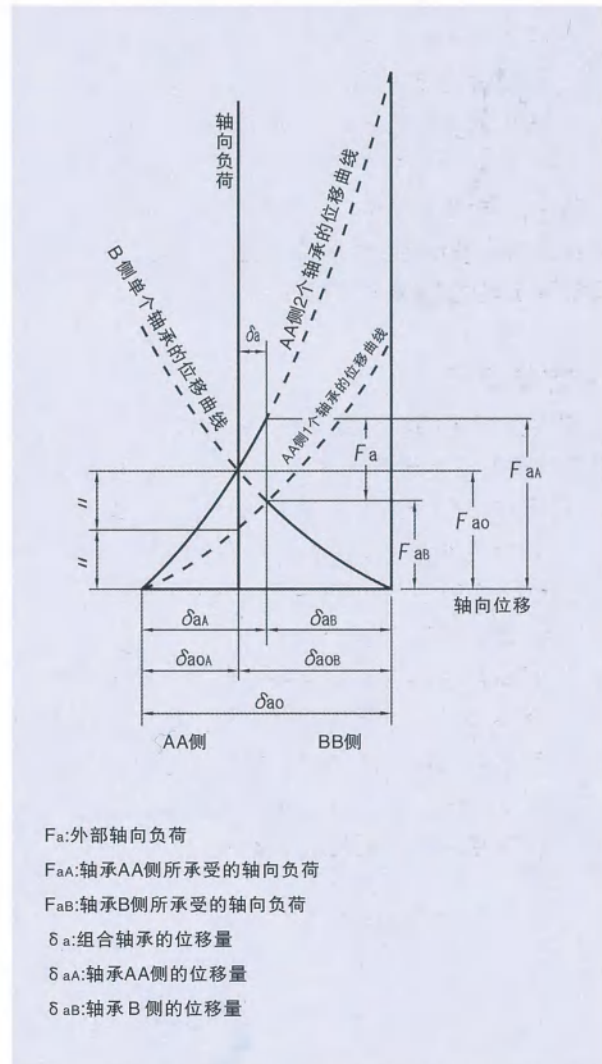
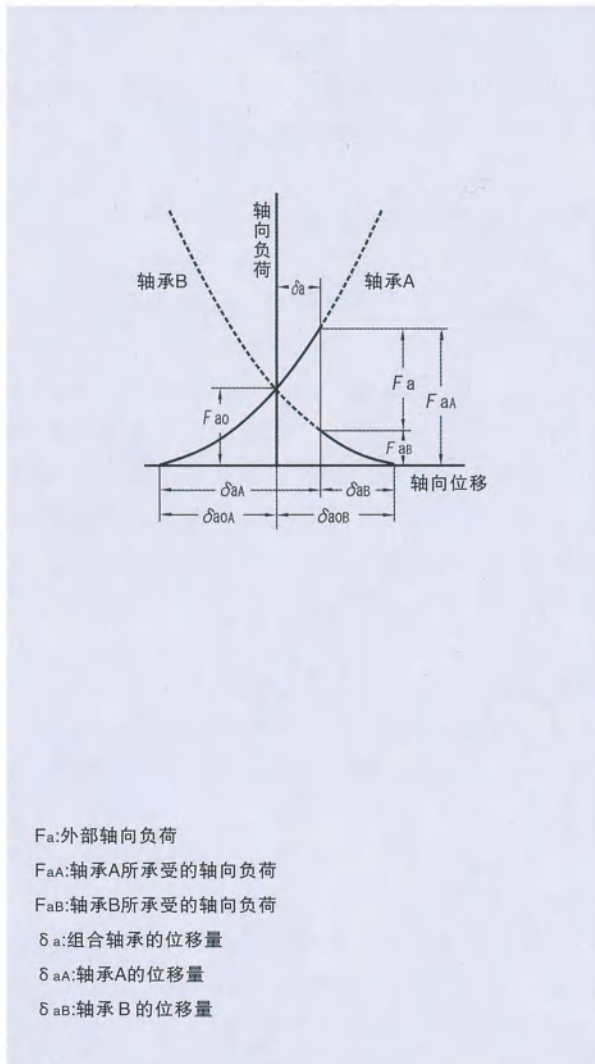
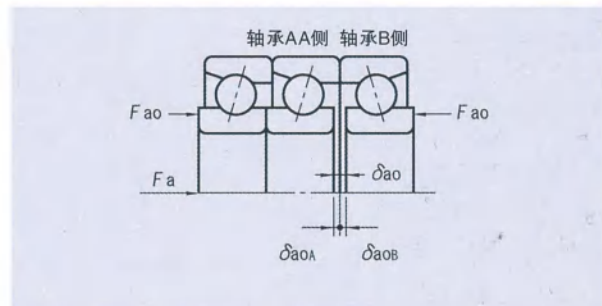
3.2 预紧影响刚度

当下图所示双轴承的内圈被轴向固定时，轴承A和B分别有 δ_{aoA} 和 δ_{aoB} 的位移，消除了内圈之间的轴向间距 δ_{ao} 。在这种状况下，每个轴承都施加了预紧 F_{ao} 。下图显示了双轴承组中轴向载荷 F_a 和位移的关系，也举例说明了DBD组合的同样的概念。

背靠背组合 (DB) Back-to-Back Arrangement (DB)



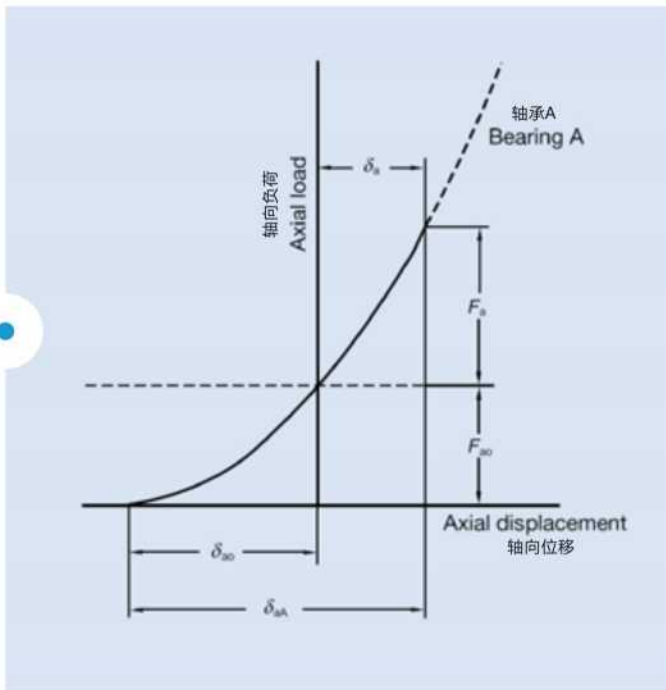
DBD组合 DBD Arrangement





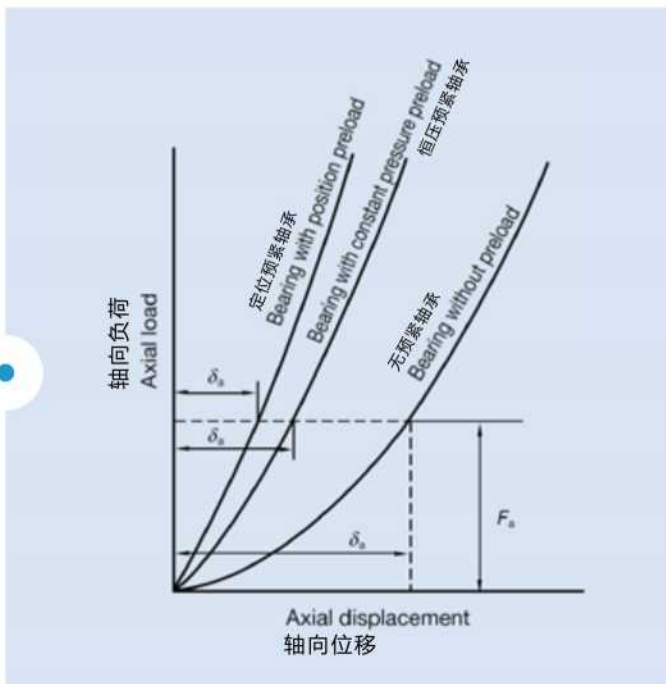
3.3 恒压预紧和轴向刚度

恒压预紧下的轴向位移



左图说明了在恒压预紧下的双轴承。由于弹簧刚度小于轴承刚度，使得弹簧的的挠度曲线几乎与水平轴平行。因此，恒压预紧的刚度与施加了预紧力 F_{a0} 的单个轴承的刚度大致相等。

下图比较了定位预紧轴承刚度与恒压预紧轴承刚度及预紧的比较





3.4 预紧方式比较

可对定位预紧和定压预紧进行如下比较：

(1) 当两者预紧相等时，定位预紧提供了更大的刚度。换句话说，以定位预紧的轴承由外部负荷引起的偏转较少。

(2) 在定位预紧下，由于轴和轴承座因温差导致轴向膨胀量不同，内圈和外圈因温差导致径向膨胀量不同，负荷引起偏转等因素，使得预紧量会随之而变化。在恒压预紧下，因为轴的膨胀与收缩引起的弹簧负荷变化可以忽略不计，所以可以使预紧量变化减少到最小。

从上述可以看出，定位预紧优先用于增加刚度，而恒压预紧更适合于高速应用

3.5 预紧量

预紧量越大，刚度越高。但是，预紧过大，会异常发热，降低疲劳寿命。在极端情况下会导致过度磨损或甚至烧伤。

因此，为避免预紧力过大，应仔细研究和选择预紧量，同时考虑轴承的使用类型和工作条件。



3.6 高速主轴和预紧

当轴承在高速运转时，由离心力引起的内部轴向负荷扩大，由作用于球的离心力产生的内部轴向负荷，和内外圈的温差等，均会使球和内外圈滚道的接触面压力增加。对于有接触角的轴承，如角接触球轴承，作用于球的自转力矩和陀螺回转力矩，使有滑移的纯滚动可能发生。

滑动随着轴承转速的增加而增加。其结果是，接触面产生的热量强度增加及润滑油粘度降低。有时会发生油膜损坏，导致轴承全面烧伤。换句话说，如果低速运行时的接触面压力与高速运转时的接触面压力相等，那么由高速运转导致的发热将更强烈。我们可以PV值来量化说明这个概念，P指接触表面的压力，V是滑移速率。PV值可应用于轴承的滚动接触面。假如PV值不变，则高速运转时滑动比低速运转时大，因为速率增加了，所以必需降低接触面压力。

3.7 预紧调节

当您改变预紧时（例如“EL L”），请用隔片来调节测量的轴向游隙的差异。（增大预紧时，内圈隔片应更短，而减小预紧时，外圈隔片应更短）

轴向游隙的测量负荷

公称外径 (mm)		测量负荷 (N)
大于	以下	
10*	50	24.5
50	120	49
120	200	98
200	—	196

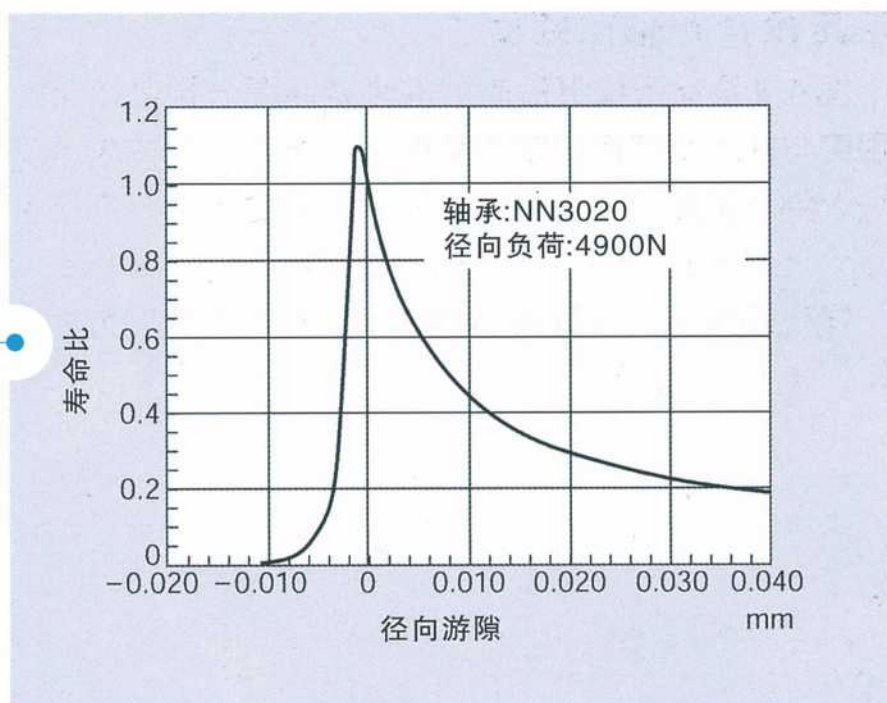
* 适用于公称直径小于10mm的轴承

3.8 圆柱滚子轴承的内部游隙

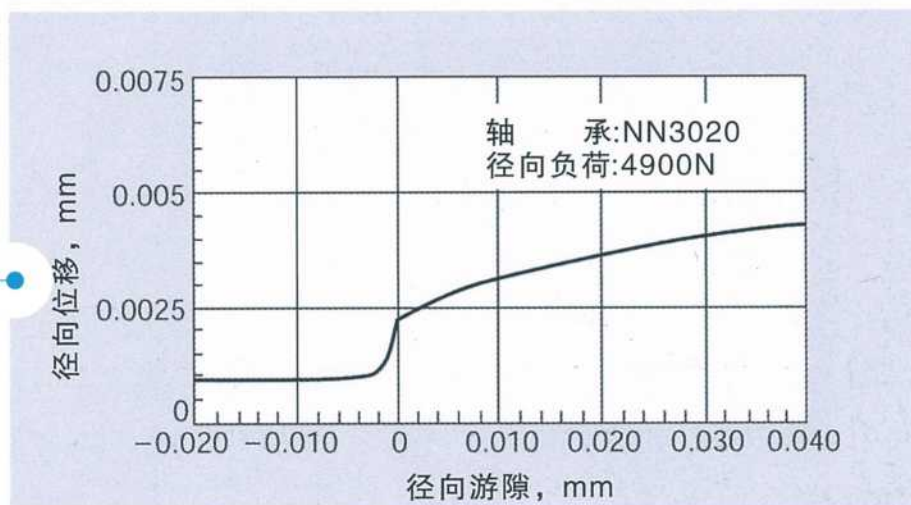
为了使机床主轴具有较高的运行精度和刚度，轴承安装后应使用最小的内部游隙或预紧。通常使用带有圆锥孔的圆柱滚子轴承，以便容易调节内部游隙。一般来说，调整主轴前端（固定端）的圆柱滚子轴承，是施加运行过程的预紧。安装时调整主轴后端（自由端）的轴承是产生运行过程中的微小游隙。安装后的径向内部游隙量是根据几个因素，如速度、负荷、润滑方式、轴承尺寸、要求刚度、寿命等决定。



双列圆柱滚子轴承的径向游隙和滚动疲劳寿命的变化



双列圆柱滚子轴承的径向游隙和刚度的变化





4
GOTO



轴承寿命和额定负荷

4.1 滚动疲劳寿命和基本额定负荷

4.2 寿命计算



4.1 滚动疲劳寿命和基本额定负荷

4.1.1 轴承疲劳寿命

根据用途、不同的功能有不同的滚动轴承，这些功能应该长时间执行。即使轴承安装和运行都正确，也会因噪音和振动增加、运行精度减少、润滑脂老化变质、或滚动面疲劳剥落等原因，最终将未能满意地执行功能。

广义的轴承寿命，是指轴承连续工作且满足所需功能的一段期间。根据哪种原因导致轴承失去服务能力，可将轴承寿命定义为噪音寿命、磨损寿命、润滑脂寿命、或滚动疲劳寿命。

除了因自然退化导致的轴承失效之外，轴承还可能在热烧伤、断裂、套圈卡住、密封圈破损、或其他损坏等情况出现时失效，不应该将这些情况解释为正常的轴承失效，因为它们往往因轴承选择错误、轴承周边的设计或制造不当、安装不正确、或维护保养不足等原因而发生。

4.1.2 滚动疲劳寿命和基本额定负荷

当滚动轴承承受负荷工作时，内外圈滚道和滚动体将承受反复的循环应力。由于滚道和滚动体的滚动接触面金属疲劳，可能从轴承材料上分离出鱼鳞片状颗粒。这种现象被称为“剥落”。

滚动疲劳寿命表述为轴承表面因应力开始剥落时的总旋转次数，称其为疲劳寿命。即使是相同类型、尺寸、材质，接受同样热处理和其他加工等看似相同的轴承，甚至是在相同的操作条件下，滚动疲劳寿命差异很大，这是因为由于疲劳导致材料剥落受许多其他变量支配。因此，将滚动疲劳寿命视为统计现象的“基本额定寿命”，优先用于实际滚动疲劳寿命。

假定同类型的许多轴承在相同条件下单独运转，经过一段时间后，10%的轴承由于滚动疲劳引起剥落而失效，那么将此点的总旋转次数定义为基本额定寿命，或如果速度恒定，常常将基本额定寿命表达为当10%轴承因剥落而终止时，已完成的总工作小时数。

在确定轴承寿命时，往往只考虑基本额定寿命这唯一因素，但也必须考虑其他因素。例如，可以估计油脂预润滑轴承的润滑脂寿命。由于噪音寿命和磨损寿命是根据各不同用途的独立标准确定，所以必须根据经验来确定噪声规定值或磨损寿命。

4.1.3 基本额定动负荷

基本额定动负荷被定义为施加于外圈固定的轴承的恒定负荷，内圈可以忍受额定寿命为一百万转 (10^6 转)。向心轴承的基本额定负荷被定义为方向、大小恒定的中心径向负荷，而推力轴承的基本额定负荷被定义为与中心轴偏转相同的大小恒定的轴向载荷。尺寸表中Cr下所列额定负荷是向心轴承，Ca下是推力轴承。



4.14 基本额定寿命

轴承负荷和基本额定寿命之间存在如下关系：

球轴承：

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad (\text{h})$$

滚子轴承：

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3}$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \quad (\text{h})$$

其中： L_{10} ：基本额定寿命（ 10^6 rev转，或h小时）

P：轴承负荷（当量负荷）（N）

C：轴承额定动负荷（N）

对于向心轴承，C写成Cr

对于推力轴承，C写成Ca

n：旋转速度（ min^{-1} 分钟 $^{-1}$ ）

对于以恒定速度运行的轴承，用小时表示疲劳寿命比较方便。

4.15 当量动负荷

在某些情况下，在轴承上施加的载荷是纯径向或轴向负荷，然而，在大多数情况下，是两者的结合。而且，它的大小和方向通常都会波动。在这种情况下，不能用实际施加于轴承的负荷来计算轴承寿命，因此，应估计一个假设的负荷，这个负荷大小恒定并通过轴承的中心，并使轴承寿命与在实际负荷和旋转情况下获得的寿命一样。将这样一个假设的负荷称为动态当量荷载。

假设当量径向负荷为Pr，径向负荷为Fr，轴向负荷为Fa，接触角为 α ，则当量径向负荷和轴承负荷之间的关系近似表示为：

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

X：径向负荷系数 } 见表1.1
Y：轴向负荷系数 }

下表中可查看X, Y值 系数X和Y的值（表A）

Normal Contact Angle	$i \frac{F_a}{C_{0a}}$	e	Single, DT				DB or DF			
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	0.178	0.38				1.47		1.65		2.39
	0.357	0.40				1.40		1.57		2.28
	0.714	0.43				1.30		1.46		2.11
	1.070	0.46				1.23		1.38		2.00
	1.430	0.47	1	0	0.44	1.19	1	1.34	0.72	1.93
	2.140	0.50				1.12		1.26		1.82
	3.570	0.55				1.02		1.14		1.66
5.350	0.56				1.00		1.12		1.63	
18	-	0.57	1	0	0.43	1.00	1	1.09	0.70	1.63
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	0.67	1.41
30	-	0.80	1	0	0.39	0.76	1	0.78	0.63	1.24
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1
55	-	1.79	-	-	0.81	1	1.60	0.56	0.81	1
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.90	0.55	0.92	1

※ DB背对背组合、DF面对面组合，i为2；
DT 并联安装，i为1。

轴承寿命和额定负荷

P.34



轴向负荷系数随接触角变化而变化。对于滚子轴承，接触角保持不变，而不管轴向载荷的大小。对于单列深沟球轴承和角接触球轴承，当轴向载荷增加时，接触角增大。可以用基本额定静负荷 C_{0r} 和轴向载荷 F_a 的比率来表示接触角的这个变化。表1.1显示对应于此比率的接触角的轴向负荷系数。对于角接触球轴承，正常情况下，即使接触角达到 25° 、 30° 或 40° ，都可以忽略接触角的变化对负荷系数的影响。

对于接触角 $\alpha \neq 90^\circ$ ，同时受径向和轴向负荷的推力轴承，当量轴向负荷 P_a 变为以下： $P_a = XF_r + YF_a$

多列角接触球轴承的基本额定负荷

2列		3列		4列	
基本额定动负荷 (C)	基本额定静负荷 (C_{0r})	基本额定动负荷 (C)	基本额定静负荷 (C_{0r})	基本额定动负荷 (C)	基本额定静负荷 (C_{0r})
相当于单列的 1.62倍	相当于单列的 2倍	相当于单列的 2.15倍	相当于单列的 3倍	相当于单列的 2.64倍	相当于单列的 4倍

4.2 寿命计算

4.2.1 多列轴承组的寿命计算

一台机器上使用多个滚动轴承时，如果知道单个轴承所承受的负荷，就可确定单个轴承的的疲劳寿命。但是，一般来说，如果轴承任何部分失效，机器就不能运转。因此有时必需知道机器所用轴承组的疲劳寿命。

多个轴承的疲劳寿命变化较大，而疲劳寿命计算等式 $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$ ，是指90%的寿命(也称为额定疲劳寿命，它是指许多相似的轴承，在相似条件下运转，其中90%轴承可以达到的总转数或小时数)。即就是说，所计算出的单个轴承的疲劳寿命的概率为90%。

因为某段期间内多轴承组合的耐力概率是同期内单个轴承耐力概率的乘积，所以不能单独以单个轴承中最短额定疲劳寿命确定多列轴承组的额定疲劳寿命。事实上，组合的寿命远远短于疲劳寿命最短的轴承的寿命。假设单个轴承的额定疲劳寿命以 L_1 、 L_2 、 L_3 、……、 L_n 表示，而全部轴承组的额定疲劳寿命为 L ，则得到以下等式：

$$\frac{1}{L^3} = \frac{1}{L_1^3} + \frac{1}{L_2^3} + \frac{1}{L_3^3} + \dots + \frac{1}{L_n^3} \quad (\text{球轴承和滚子轴承} e=1.1)$$

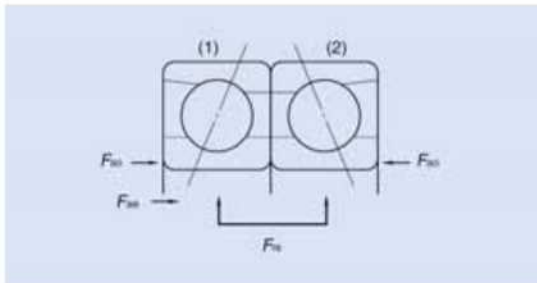
4.2.2 预紧的角接触球轴承背对背组合(DB)、三列组合(DBD)、四列组合(DBB)寿命计算

为了确定多列组合的预紧的角接触球轴承的每个轴承上的总径向负荷 (F_r) 和轴向负荷 (F_a) 分量，必须考虑外部施加的径向载荷 (F_{re}) 和轴向载荷 (F_{ae})、轴向预紧力 (F_{a0}) 和负荷分配。后者是一个滚动体对滚道偏转函数，偏转与 (负载)^{2/3} 成比例。

右边为广泛采用的相同轴承的不同安装形式下的详细计算步骤。



A). 背对背，成对轴承



在承受外部径向负荷(F_{re})时，总预紧(F_{ap})如下：

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{a0}}{2}$$

当 $F_{ap} < F_{a0}$ ，则用 $F_{ap} = F_{a0}$
对每个轴承(1和2)施加了轴向负荷时，
总轴向分量(F_{a1} , F_{a2}):

$$F_{a1} = 2/3 F_{a0} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/3 F_{a0}$$

当 $F_{a2} < 0$ 时，预紧解除，则 $F_{a1} = F_{a0}$ ，且 $F_{a2} = 0$
每个轴承的总径向负荷(F_r)分量，与每个轴承
的轴向负荷与总轴向负荷的比率成比例，每个
分量提高至2/3次方：

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

每个轴承的径向当量动负荷(P_{r1})和(P_{r2})计算为：

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

X, Y 值从可由表A (系数X和Y值) 得到。

每个轴承的基本额定寿命(L_{10})为：

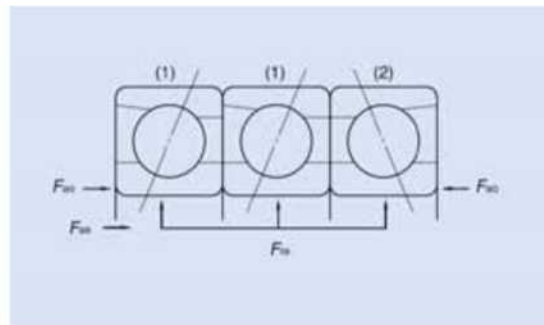
$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \quad (h)$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \quad (h)$$

这两个轴承可以看作是一个单元，根据概率论，
单元寿命或一对轴承寿命，将比单个轴承的最
短额定寿命更短。因此：

$$L_{10} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}} + \frac{1}{L_{10(2)}} \right)^{1/2}} \quad (h)$$

B) 三列轴承组 (DBD)

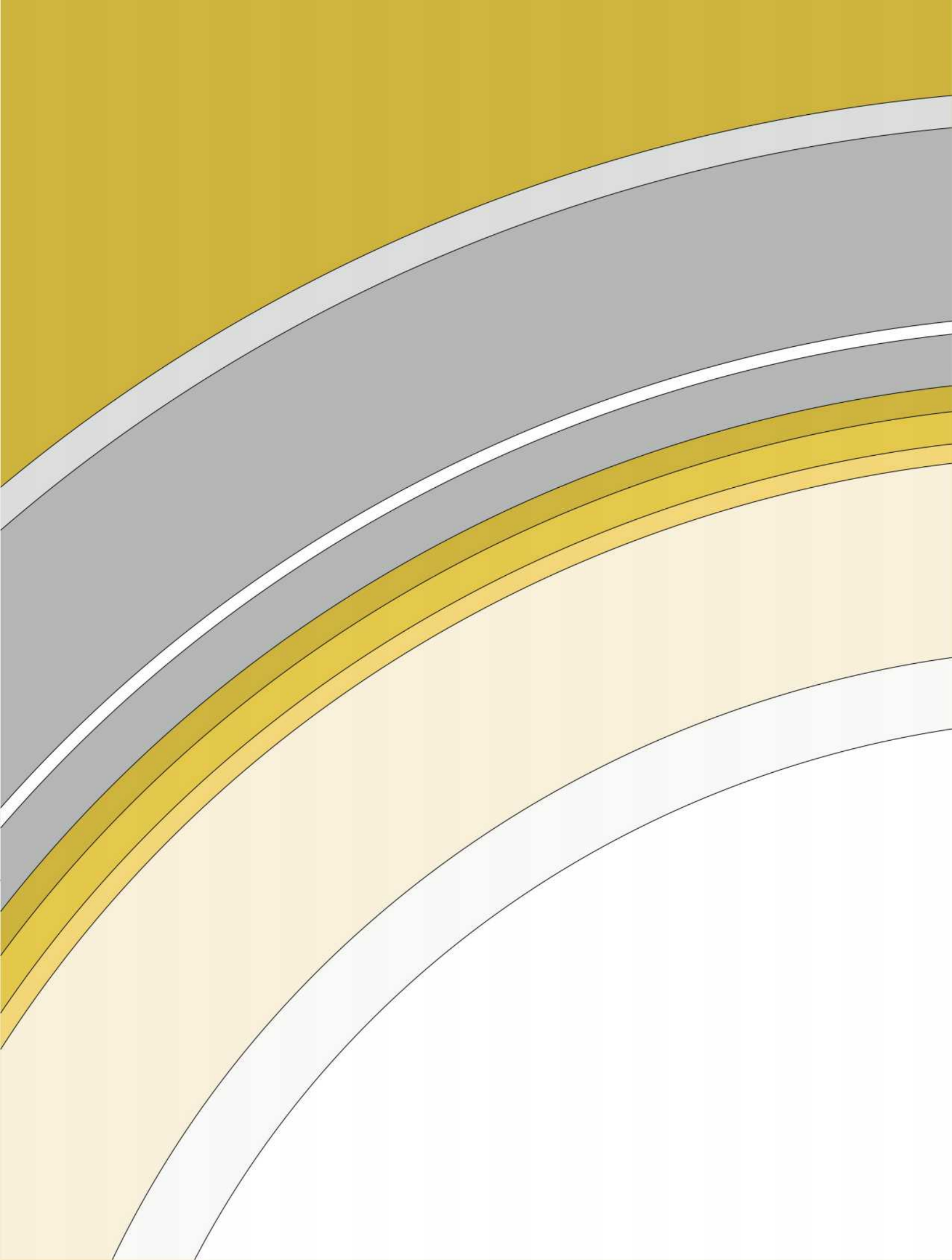


在承受外部径向负荷(F_{re})时，总预紧(F_{ap})如下：

$$F_{ap1} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{a0}}{4}$$

$$F_{ap2} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{a0}}{2}$$

当 $F_{ap1} < F_{a0}/2$ 时，则用 $F_{ap1} = F_{a0}/2$
当 $F_{ap2} < F_{a0}$ 时，则用 $F_{ap2} = F_a$





5

轴和轴承座的设计

5.1 轴和轴承座的配合

5.2 内圆角半径、倒角，轴承转角尺寸



5.1 轴和轴承座的配合

轴和轴承座准确而精确的配合至关重要，以便我们能够充分利用精密轴承的功能，它包括旋转精度，高速性能，低发热性。

当内外圈与轴或轴承座过盈配合时，轴或轴承座的形状（不圆度）传递到轴承滚道表面并影响运行精度。

当多个角接触球轴承使用时，圆柱度影响每个轴承预紧力的分布。因此，配合零件应尽可能准确。

零件误配会导致沿精密机床主轴方向形成影响质量的峰或脊。

与轴的配合和⁽¹⁾

轴承形式	轴外径(mm)		轴外径(²)公差(mm)		目标配合(³)(⁴)(mm)	
	超过	以下	最小	最大	最小	最大
主轴用轴承(⁵)	10	18	-0.003	0	0	0.002T
	18	50	-0.004	0	0	0.0025T
	50	80	-0.005	0	0	0.003T
	80	120	-0.003	0.003	0	0.004T
	120	180	-0.004	0.004	0	0.004T
	180	250	-0.005	0.005	0	0.005T
滚珠丝杠支撑用 推力角接触球轴承	10	18	-0.008	0	-	-
	18	30	-0.009	0	-	-
	30	50	-0.011	0	-	-
	50	80	-0.013	0	-	-
	80	120	-0.015	0	-	-

与轴承座的配合和⁽¹⁾

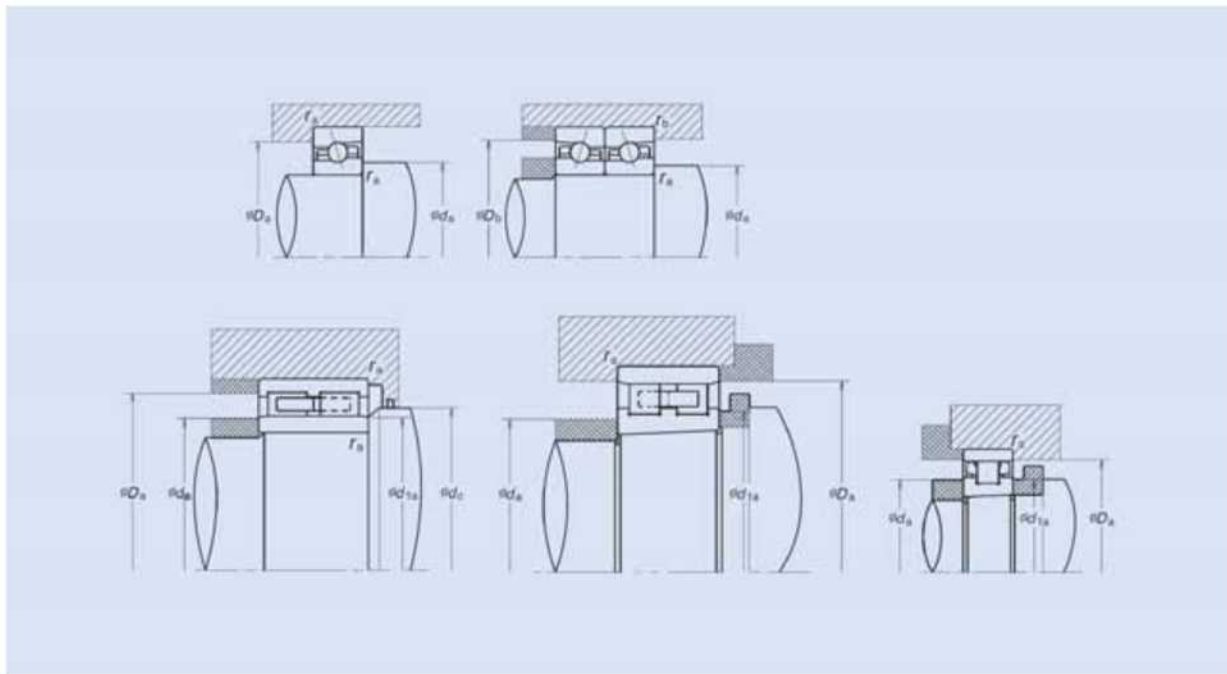
轴承形式	轴承座内径(mm)		轴承座内径(²)公差(mm)		目标配合(³)(⁴)(mm)	
	超过	以下	最小	最大	最小	最大
角接触球轴承(固定侧)	18	50	-0.002	0.002	0.002L	0.006L
	50	80	-0.0025	0.0025	0.002L	0.006L
	80	120	-0.003	0.003	0.003L	0.008L
	120	180	-0.004	0.004	0.003L	0.008L
	180	250	-0.005	0.005	0.005L	0.010L
角接触球轴承(自由侧)	18	50	0	0.004	0.006L	0.011L
	50	80	0	0.005	0.006L	0.011L
	80	120	0	0.006	0.009L	0.015L
	120	180	0	0.008	0.009L	0.015L
	180	250	0	0.010	0.015L	0.022L
圆柱滚子轴承	18	50	-0.006	0	0.002L	0.002T
	50	80	-0.007	0	0.002L	0.002T
	80	120	-0.008	0	0.002L	0.002T
	120	180	-0.009	0	0.002L	0.002T
	180	250	-0.011	0	0.002L	0.002T
滚珠丝杠支撑用 推力角接触球轴承	10	18	-	-	-	-
	18	30	-	-	-	-
	30	50	0	0.016	-	-
	50	80	0	0.019	-	-
	80	120	0	0.022	-	-



- (1). 上述配合数据是提供给运行于正常条件和 dmn 值小于80000的机床主轴。
- (2). 当轴承可与轴或轴承座匹配时，使用目标配合值，否则，使用轴外径和轴承座内径最小值和最大值随机匹配。
- (3). 适用于角接触球轴承，推力角接触球轴承和圆柱滚子轴承。
- (4). T=过盈或紧密配合 L= 游隙或宽松配合

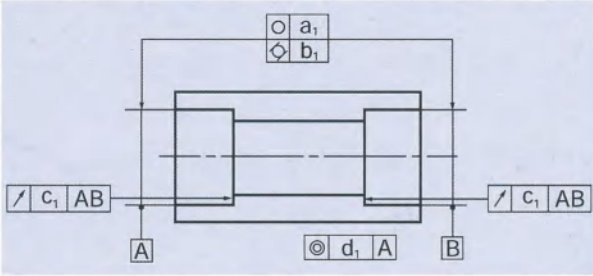
带圆锥孔的双列圆柱滚子轴承，如果内圈锥度与轴锥度不匹配，则2列滚子的剩余游隙将会不同，因此，不会正常地支撑负荷，并将减少刚度，或因内圈沟槽的锥度引起滚子不规则运动。我们建议您测量锥形零件，使其与轴承匹配。接触面应覆盖80%以上的染成蓝色的总表面积。推荐的轴承安装座的精度和表面光洁度，在以下章节中显示：

沟 (肩) 和内圆角尺寸





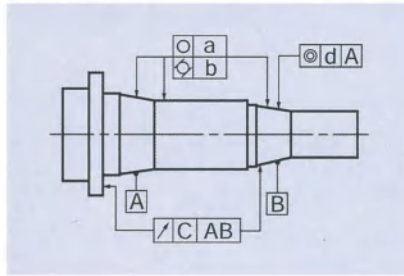
轴的公差和平均粗糙度



轴承座内径 (mm)	公差等级和粗糙度值(μm)										
	圆度(○)		圆柱度(○)		跳动(∧)		同轴度(○)		粗糙度		
	精度等级	a1	精度等级	b1	精度等级	c1	精度等级	d1	精度等级	Ra	
超过	以下	P5,P4	P3,P2	P5,P4	P3,P2	P5,P4	P3,P2	P5,P4	P3,P2	P5,P4	P3,P2
10	18	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.4	0.2
18	30	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.4	0.2
30	50	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.4	0.2
50	80	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.4	0.2
80	120	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.8	0.4
120	180	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.8	0.4
180	250	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.8	0.4
250	315	4	3	4	3	8	6	16	12	1.6	0.8
315	400	4.5	3.5	4.5	3.5	9	6.5	18	13	1.6	0.8

轴承座的精度和平均粗糙度

轴承座的公差和平均粗糙度



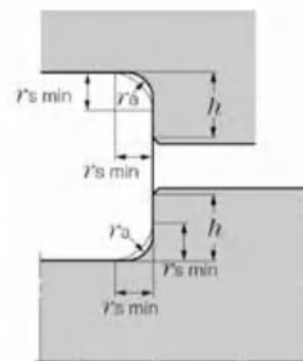
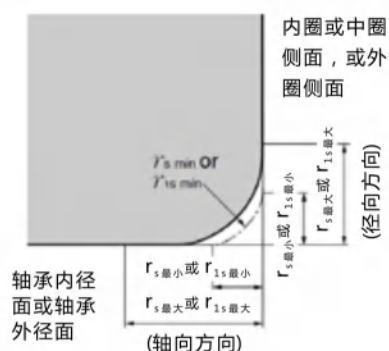
轴承内径 (mm)	公差等级和粗糙度值(μm)										
	圆度(○)		圆柱度(○)		跳动(∧)		同轴度(○)		粗糙度		
	精度等级	a	精度等级	b	精度等级	c	精度等级	d	精度等级	Ra	
超过	以下	P5,P4	P3,P2	P5,P4	P3,P2	P5,P4	P3,P2	P5,P4	P3,P2	P5,P4	P3,P2
-	10	0.7	0.5	0.7	0.5	2	1.2	4	2.5	0.2	0.1
10	18	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.2	0.1
18	30	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.2	0.1
30	50	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.2	0.1
50	80	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.2	0.1
80	120	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.4	0.2
120	180	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.4	0.2
180	250	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.4	0.2
250	315	4	3	4	3	8	6	16	12	0.4	0.2

轴的精度和平均粗糙度



5.2 内圆角半径、倒角，轴承转角尺寸

5.2.1 轴承转角半径尺寸



内圆角半径和台肩高度 (mm)

5.2.2

当我们设计一个轴承及轴承座时，为保持轴承和轴承座精度，及避免与轴承相关的转角半径过盈，提供足够的台肩高度予轴承和轴承座是至关重要的。倒角尺寸和推荐台肩高，以及轴和轴承座的转角半径，显示在45页的图表：

5.2.3 轴承支座台肩高度和内圆角半径

轴和轴承座台肩高度 (h)，应该大于轴承的最大允许倒角尺寸 ($r_{s\text{最大}}$)，而设计台肩是为了直接接触轴承尾端面的平坦部。内圆角半径 (r_a) 必须小于轴承的最小允许倒角尺寸 ($r_{s\text{最小}}$)，从而不会与轴承座过盈。下表给出了台肩高度 (h) 和内圆角半径 (r_a)：对于承受非常大的轴向负荷的轴承，主轴台肩高度 (h) 应大于表中数值。

单位：mm

$r'_s \text{ min}$	$r'_{as} \text{ max}$	$h \text{ (min)}$
		Normal use [®] 通用
0.05	0.05	0.3
0.08	0.08	0.3
0.1	0.1	0.4
0.15	0.15	0.6
0.2	0.2	0.8
0.3	0.3	1.25
0.6	0.6	2.25
1	1	2.75
1.1	1	3.5
1.5	1.5	4.25
2	2	5
2.1	2	6
2.5	2	6
3	2.5	7
4	3	9
5	4	11
6	5	14
7.5	6	18
9.5	8	22
12	10	27
15	12	32
19	15	42

① 如果轴承承受轴向负荷大，则台肩高度必须超过这里给出的数据。

注： $r_{as \text{ max}}$ 为最大允许内圆角半径

轴和轴承座的设计

P.42

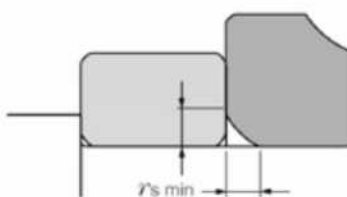


当要求内圆角半径 (r_a 最大) 大于轴承倒角尺寸, 以加强轴或缓解应力集中, 或在轴支座台肩高度太低而不能足够接触轴承表面的地方, 可以有效利用垫圈。轴和轴承箱的配合面图和进行研削精加工时的退刀槽尺寸如下表。

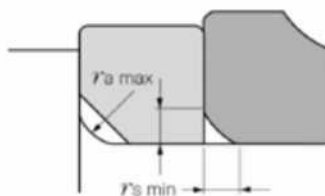
研削退刀槽尺寸

r_a min	Relief dimensions		
	b	t	r_c
1	2	0.2	1.3
1.1	2.4	0.3	1.5
1.5	3.2	0.4	2
2	4	0.5	2.5
2.1	4	0.5	2.5
2.5	4	0.5	2.5
3	4.7	0.5	3
4	5.9	0.5	4
5	7.4	0.6	5
6	8.6	0.6	6
7.5	10	0.6	7

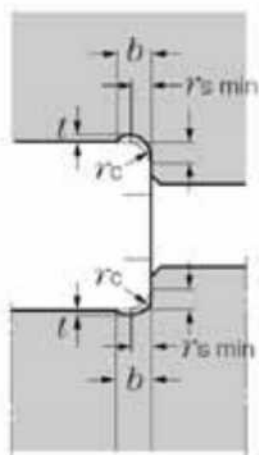
带有垫圈的轴承安装



(b)



(a)





此标准适用的轴承的尺寸系列（参考尺寸表），是ISO 355和JIS B 1512标准所规定的尺寸系列。如果您使用美国标准单位，请联络我们。

Unit mm				
$r_{s\ min}^{①}$ 或 $r_{1s\ min}$	公称内径 ^① d		$r_{s\ max}$ 或 $r_{1s\ max}$	
	大于	包含	径向	轴向
0.05	—	—	0.1	0.2
0.08	—	—	0.16	0.3
0.1	—	—	0.2	0.4
0.15	—	—	0.3	0.6
0.2	—	—	0.5	0.8
0.3	—	40	0.6	1
	40	—	0.8	1
0.6	—	40	1	2
	40	—	1.3	2
1	—	50	1.5	3
	50	—	1.9	3
1.1	—	120	2	3.5
	120	—	2.5	4
1.5	—	120	2.3	4
	120	—	3	5
2	—	80	3	4.5
	80	220	3.5	5
	220	—	3.8	6
2.1	—	280	4	6.5
	280	—	4.5	7
2.5	—	100	3.8	6
	100	280	4.5	6
	280	—	4.5	7
2.5	—	100	3.8	6
	100	280	4.5	6
	280	—	5	7
3	—	280	5	8
	280	—	5.5	8
4	—	—	6.5	9
5	—	—	8	10
6	—	—	10	13
7.5	—	—	12.5	17
9.5	—	—	15	19
12	—	—	18	24
15	—	—	21	30
19	—	—	25	38

①为允许的最小倒角尺寸“r”或“r1”并于尺寸表中描述。

Unit mm				
$r_{1s\ min}^{②}$ or $r_{1s\ min}$	轴承公称内径“d” 或公称外径“D”		$r_{s\ max}$ 或 $r_{1s\ max}$	
	大于	包含	径向	轴向
0.3	—	40	0.7	1.4
	40	—	0.9	1.6
0.6	—	40	1.1	1.7
	40	—	1.3	2
1	—	50	1.6	2.5
	50	—	1.9	3
1.5	—	120	2.3	3
	120	250	2.8	3.5
	250	—	3.5	4
2	—	120	2.8	4
	120	250	3.5	4.5
	250	—	4	5
2.5	—	120	3.5	5
	120	250	4	5.5
	250	—	4.5	6
3	—	120	4	5.5
	120	250	4.5	6.5
	250	400	5	7
	400	—	5.5	7.5
4	—	120	5	7
	120	250	5.5	7.5
	250	400	6	8
	400	—	6.5	8.5
5	—	180	6.5	8
	180	—	7.5	9
6	—	180	7.5	10
	180	—	9	11

②为允许的最小倒角尺寸“r”或“r1”并于尺寸表中描述。

③内圈应符合“d”部分，而外圈应符合“D”部分。

注：此标准所适用的轴承的尺寸系列（参考尺寸表）为ISO 355或JIS B 1512标准所指定。如需这些标准以外的轴承，或使用美国惯用单位的圆锥滚子轴承的有关信息，请与我们工程师联系。

Unit mm	
$r_{1s\ min}^{④}$ or $r_{1s\ min}$	$r_{s\ max}$ 或 $r_{1s\ max}$
径向和轴向	
0.05	0.1
0.08	0.16
0.1	0.2
0.15	0.3
0.2	0.5
0.3	0.8
0.6	1.5
1	2.2
1.1	2.7
1.5	3.5
2	4
2.1	4.5
3	5.5
4	6.5
5	8
6	10
7.5	12.5
9.5	15
12	18
15	21
19	25

④为允许的最小倒角尺寸“r”或“r1”并于尺寸表中描述。



球轴承的组合和成对双联

- 6.1 背对背安装
- 6.2 面对面组合, DF或("X")
- 6.3 串联组合, DT
- 6.4 其他组合
- 6.5 背对背组合 对比 面对面组合
- 6.6 弹簧加载安装
- 6.7 径向跳动高点

6

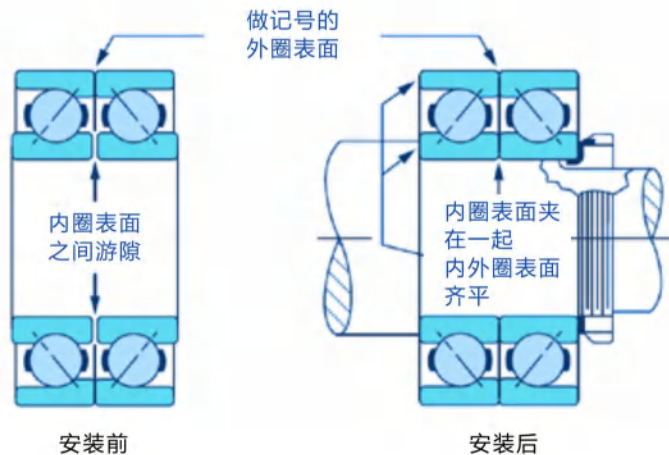




6.1 背对背安装

DB或(“O”) (向轴中心线偏离的接触角)

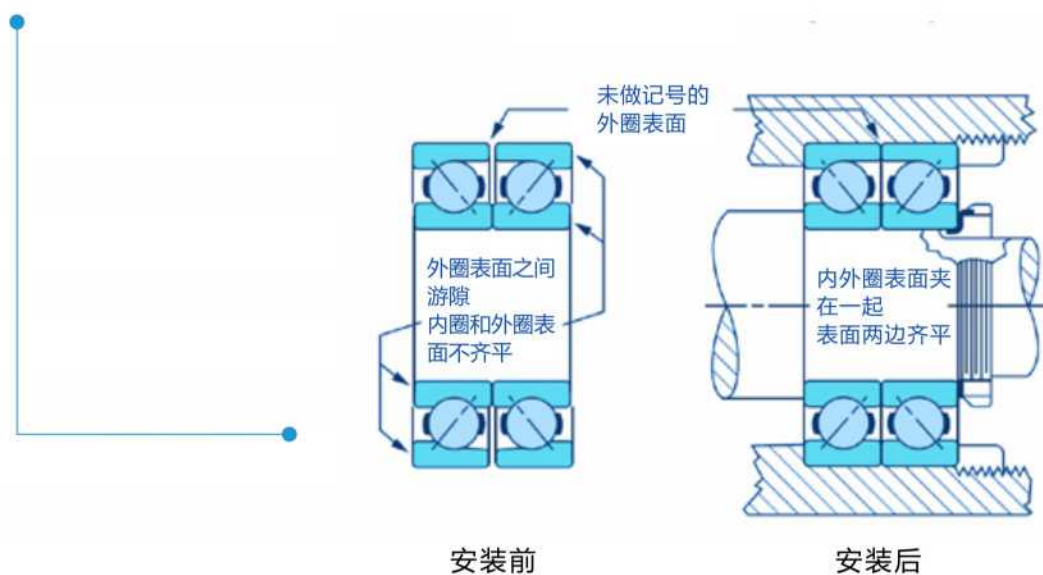
安装前，两个相邻内圈表面之间有游隙。安装后，内圈面被夹紧在一起，而给各个轴承提供了内部预紧。这种布置非常适合皮带轮，滑轮和其他有倾覆负荷的应用，以及所有发生主轴热膨胀的浮动位置。当用于固定的位置时，它还提供轴向和径向刚度，以及两个方向上相等的轴向负荷能力。背对背是所有成对组合里最常用的一种。



背对背轴承装配前和安装后

6.2 面对面安装

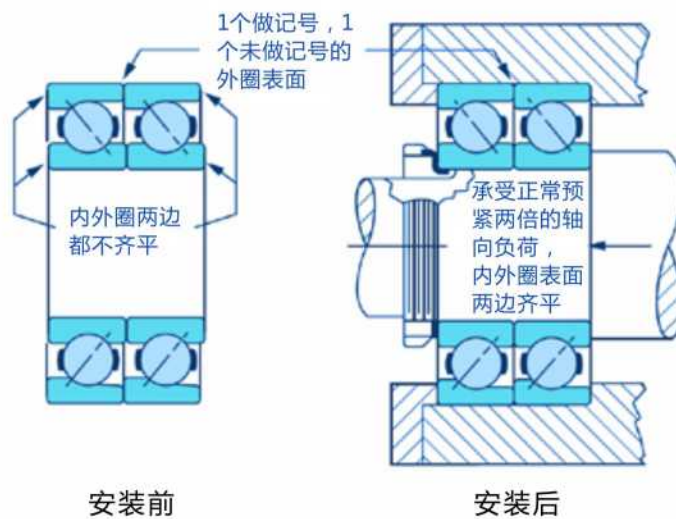
(接触角向轴中心线汇聚) 安装前，两个相邻的外圈表面之间有游隙。安装后，这些表面在轴承座台肩和盖板台肩之间，被夹在一起，为每个轴承提供一个内部预紧。这样的组合在两个方向上具有相同的轴向承载能力以及径向和轴向刚度。由于面对面的安装有其固有缺点，即抵抗力矩负荷能力差和热不稳定性，所以不应考虑使用，除非是使用它会出现更便利的安装和拆卸方法。



面对面轴承装配前和安装后

6.3 串联安装，DT

在安装前，每个轴承的内圈表面与外圈表面偏移。安装后，当施加的轴向负荷等于两倍于正常预紧下的轴向负荷时，则使内外圈表面两边对齐成直线。这个组合仅是在一个方向上提供双倍轴向负荷。如果需要额外的轴向承载能力，可使用两个以上的轴承串联。应将串联组合的成对GOTO轴承指定为DU。

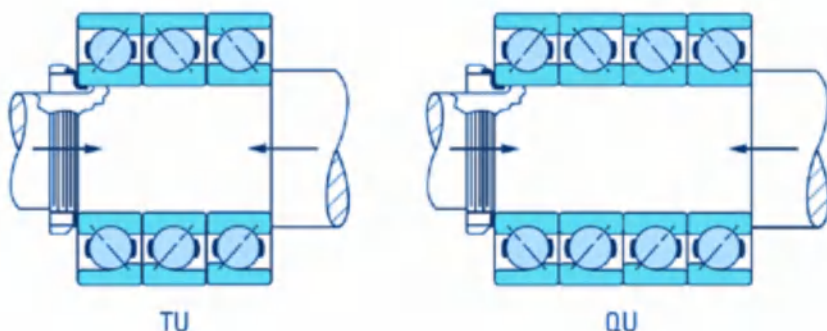


串联轴承装配前和安装后



6.4 其他安装

磨平配对 (DU万能配对) 可以将单个的磨平轴承组合安装成下面所示的“三联” (TU) 组合。下面还显示了一个“四联” (QU) 组合, 由三对串联轴承与单个轴承背对背安装。这种布置提供某一方向的高容量和具有适量的反推力的绝对刚性的固定能力。



典型的三联组和四联组轴承安装

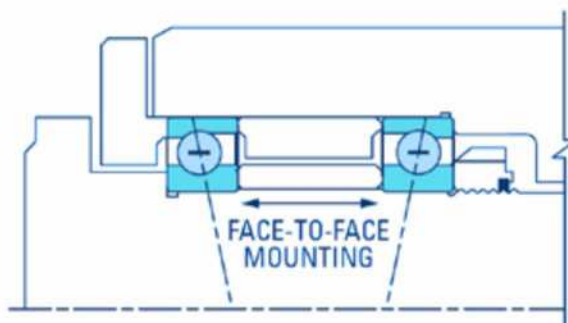
6.5 背对背安装 对比 面对面安装

具有任何面对面 (DF) 布置的轴承的装配件不受欢迎, 是因为提供刚度最小。此外, 当运行速度比较高时, 由于轴承座、轴承和轴之间的温度梯度, 这种安装会过度增强轴承预紧。随着这个梯度的增加, 轴承预紧力增强, 开始有害的循环, 可能导致主轴过早损坏。

主轴安装件中, 轴温通常以比轴承座温度更快的速度发生变化, 两者间产生温差。这是因为它们的质量差和相应散热能力差异。因此, 轴和内圈垫片以比轴承座和外圈垫片更快的速度膨胀。因为轴的纵向膨胀和内圈垫片延长, 所以每个轴承的轴向负荷增强, 并且持续增加直至达到平衡温度。当轴承座温度趋平, 从轴承传递的热量平衡了系统内产生的热量时就会出现这种情况。因此, 如果轴承座达到了过高温, 则初始轴承温度也相当增加了。

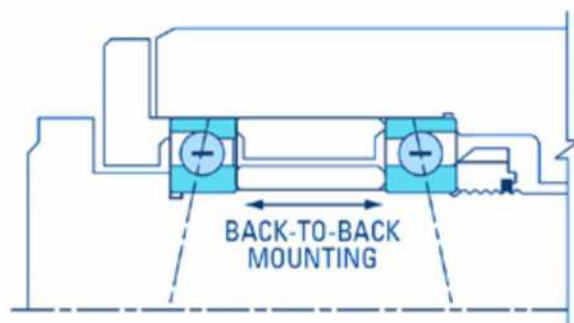


下面A图的面对面安装中，轴快速纵向膨胀，而内圈垫片以比外圈垫片更快的速度延长。



图A: DF安装、固定 (不建议)

这种热膨胀会导致一个额外的轴向载荷施加于两个内圈，增加轴承的预紧力。相反地，在下面图B的背对背安装中，内圈垫片的纵向膨胀趋于缓解轴承预紧力，而不是加强。



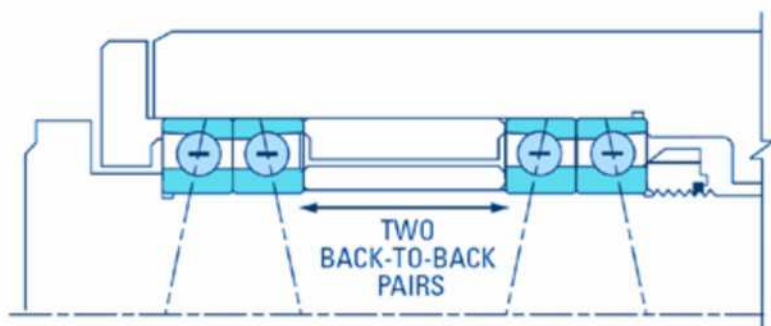
图B: DB安装、固定 (建议)

球轴承的组合和成对双联

P.50

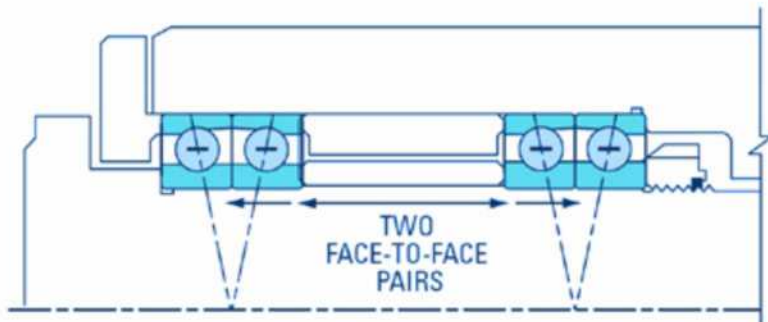


在下面C图中安装了两对背对背组合，是为了中间两个轴承面对面。如前所观察到的，温差导致里面轴承的预紧力在运行时增加。不建议此安装操作。



图C: DF-DF安装、固定 (不建议)

在下面D图中所见系统的轴承装配件中，因为轴温变得比轴承箱温度高，则施加了不适当的轴向载荷于外面两个轴承。里面两个轴承卸载，开始了增加温度和预紧力、润滑油破坏的恶性循环。这也是一个不可接受的安装布置，不建议采用。在下面D图中，同样的轴承以串联正确安装和背对背布置。这种安装中，轴和内圈垫片的横向膨胀，既不会增加轴向负荷，也不会增加轴向预紧。



图D: DT-DB组合、固定 (建议)



6.6 弹簧加载安装

对于高速应用，可以通过弹簧施加预定的轴向负荷予球轴承，而获得径向和轴向刚度，及平稳的主轴性能。

弹簧加载允许主轴在温度变化期间横向浮动，而没有明显增加或减少原有的弹簧轴向载荷。当内圈在运行期间加热时，它将径向膨胀。径向膨胀施加增量负荷，通过球和外圈，并最后到预紧弹簧。预紧弹簧轻微偏转，以补偿由热膨胀导致的负荷，并保持主轴系统负荷恒定。

在一些应用中，在前、后位置使用用单个的、弹簧加载的轴承，以背对背形式安装。其他安装，与弹簧加载一样，在主轴的每端有一对背对背（DT-DB）布置的串联安装的轴承。在任一情况下，弹簧压力是应用于滑轮末端或轴承后位，使轴承承受两个轴承位置之间的拉力。

6.7 径向跳动高点

正确使用蚀刻在轴承组件上的径向跳动高点，可优化主轴精度。组件应安装在在轴承座里和主轴上，使高点彼此对齐。即内圈安装在主轴上，这样后圈高点就与轴头轴承对准。同样，外圈的高点与轴承座对齐。

为了获得最高的精度，当已知主轴和轴承座的径向跳动高点时，相应轴承组件的高点应该与主轴和轴承座的的高点成180度反向。这有益于中和偏心 and 最大限度地减少所有组件高点的影响。图中显示了正确或错误使用轴承径向跳动高点的一些典型例子。

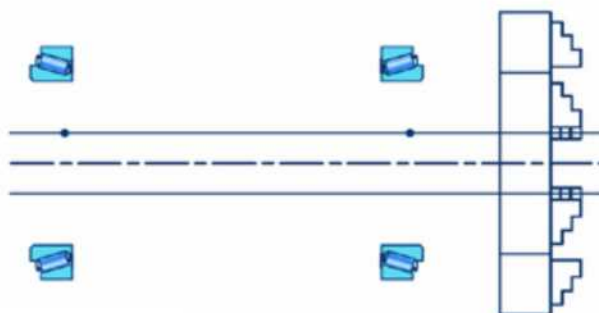
安装轴承后，通过研磨轴头主轴端，可以提供最大精度。这个步骤将使主轴径向跳动和轴承径向跳动相比，非常小。

球轴承的组合和成对双联

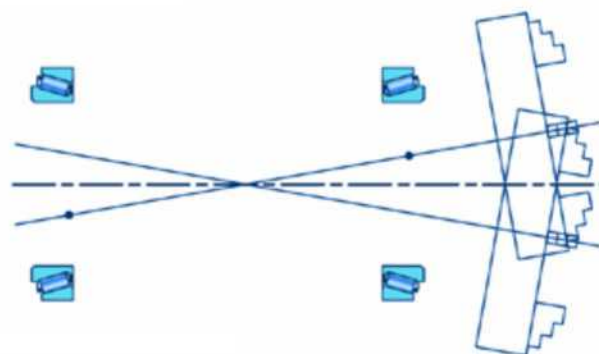
P.52



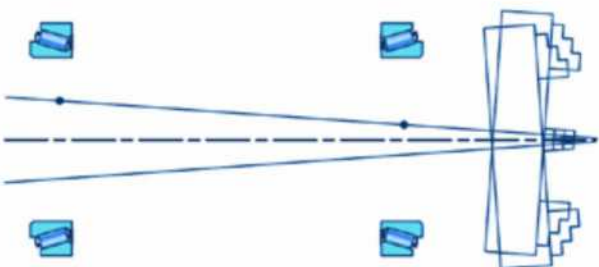
√ 正确：跳动高点一致



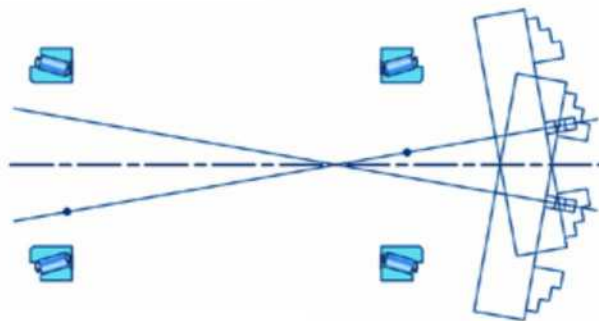
✘ 错误：跳动高点不一致

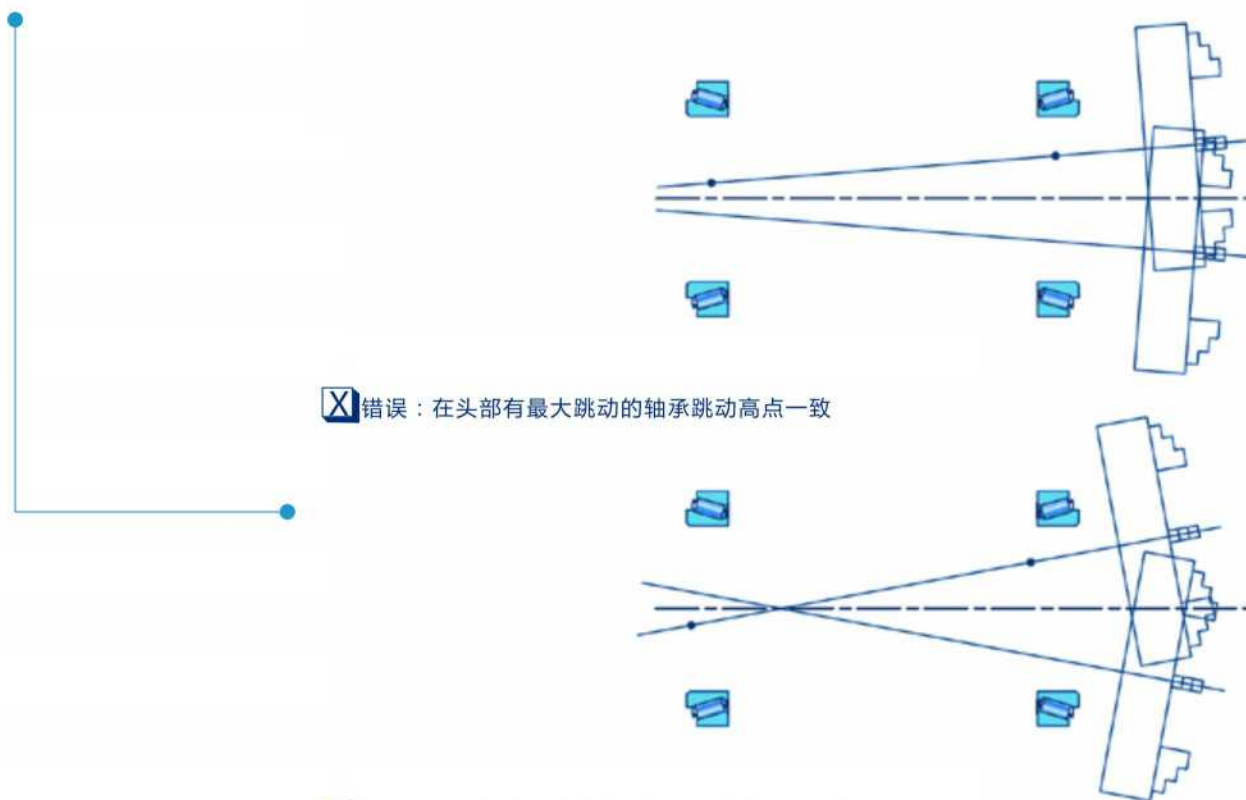


✘ 错误：跳动高点不一致



√ 正确：在尾部有最大跳动的轴承跳动高点一致

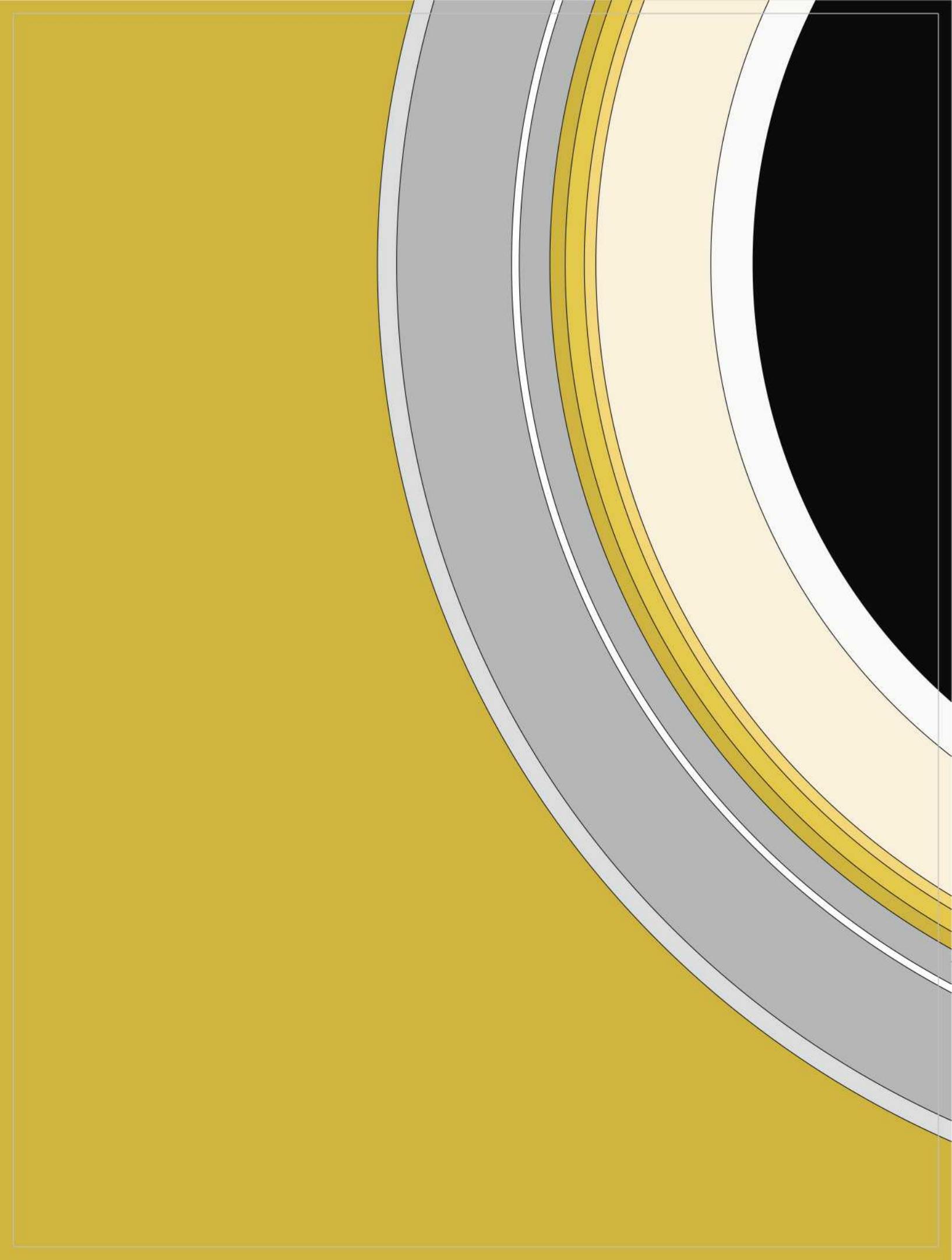




X 错误：在头部有最大跳动的轴承跳动高点一致

X 错误：在头部有最大跳动的轴承跳动高点不一致

图E: 轴承跳动高点位置对主轴精度的影响



7

7.1 润滑
7.2 密封

润滑和密封



7.1 润滑

7.11 润滑原因

我们采用润滑的关键原因是减小轴承内可能导致过早失效的摩擦和磨损。原因列出如下：

(1) 减少摩擦磨损

轴承套圈、滚动体、保持架是轴承的基本零件。用油膜防止它们之间的直接金属接触，可以减少接触区域的摩擦和磨损。

(2) 扩展疲劳寿命

轴承的滚动疲劳寿命很大程度上取决于滚动接触面之间的油膜粘度和厚度。厚重的油膜延长疲劳寿命，但如果润滑油粘度太低会缩短寿命，所以仅有油膜厚度是不够的。

(3) 散热

使用循环润滑可以带走摩擦热量或外部传递的热量，防止轴承过热和润滑油变质。

(4) 其他

充分的润滑也有助于防止外来物体进入轴承，防止腐蚀或生锈。

7.12 润滑类型

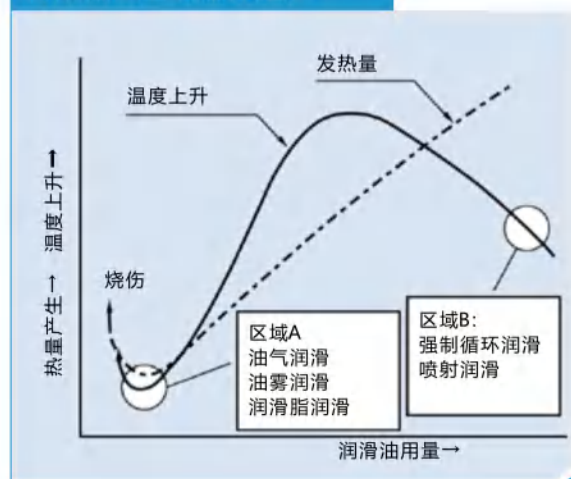
对于高精度机床主轴，避免主轴升温以降低热变形，非常重要。

轴承发热分成负荷发热和速度发热两类。负荷发热由轴承类型和负荷决定，速度发热由润滑方法和速度确定。

一般地，速度发热更大，但是，如果选择了导致速度发热小的润滑方法时，就不能忽略负荷发热的影响。因此，要选择低发热轴承(负荷发热)和润滑方法(速度发热)是非常重要的。

润滑方法和润滑剂用量对发热有重要影响。使用少量的润滑脂的润滑是常见的，因为这种方法经济，免维护，产生热量少。在高速运转时，为了保持恒定低温，研制出了只需最少润滑油量的油-气润滑方法。已知润滑油量、发热(摩擦损耗)和温升之间的关系如下图所示。因此，为避免机床主轴温度过度上升，必需采用针对区域A或区域B的润滑方法。

润滑油用量与温度上升





区域A和区域B的润滑方法总结如下：

轴承动力矩
(热量产生)

$$M = MI + Mv$$

负荷发热(由轴承类型和负荷决定)

$$MI = f_1 F d_m$$

其中： f_1 ：由轴承类型和负荷决定的系数

F ：负荷

d_m ：滚动体节距圆直径

速度发热(由润滑油粘度、用量、速度决定)

$$Mv = f_0 (v_0 n)^{2/3} d_m^3$$

其中： f_0 ：由由润滑油粘度、用量、速度决定的系数

v_0 ：润滑油运动粘度

n ：速度

润滑方法的优缺点

润滑方法	优点	缺点
润滑脂润滑	<ul style="list-style-type: none"> □ 成本低 □ 能够限制温度上升 □ 免维护 	<ul style="list-style-type: none"> □ 如果装入的润滑脂变质，会出现烧伤。 □ 允许尘埃或切削液进入油雾润滑
油雾润滑	<ul style="list-style-type: none"> □ 因为始终供给新润滑油，所以不担心润滑油变质。 □ 尘埃、切削液不易进入。 	<ul style="list-style-type: none"> □ 污染环境。 □ 供油量随润滑油粘度和温度而变化，难以控制小流速。 □ 难以确定是否实际供油。
喷射润滑	<ul style="list-style-type: none"> □ 因为润滑油流速高，所以尘埃和切削液不能进入，烧伤不会出现。 □ 因为润滑油冷却，轴承温度可以控制到某个程度。 	<ul style="list-style-type: none"> □ 摩擦损耗高。 □ 因为漏油，立式主轴使用困难。 □ 成本高。
油-气润滑	<ul style="list-style-type: none"> □ 因为可以控制润滑油量，所以供油量最佳且发热量低。 □ 除了几乎没有发热外，还有空气冷却效果，所以温度低。 □ 因为始终供给新润滑油，所以不担心润滑油变质。 □ 尘埃、切削液不易进入。 □ 环境污染雾霾轻微。 	<ul style="list-style-type: none"> □ 成本相对高。 □ 难以确定是否实际供油到轴承。



7.13 润滑脂

润滑脂润滑是最常见的，因为它比其他润滑系统大大简化了主轴结构。这个系统因为预先填充足量润滑脂，可以使用的速度范围广。允许的最大速度随轴承类型和尺寸变化：对于高速角接触球轴承， d_{mn} 值应为 1.4×10^6 作为指导参考。

■ 润滑脂要求量

通常情况下，机床主轴轴承要求润滑脂量低，所以高速运行期间搅拌润滑脂产生的热量是最小的。主轴轴承所用润滑脂指导量如下：

角接触球轴承

(d_{mn} 值 $\leq 650 \times 10^3$)：轴承自由空间的15%

(d_{mn} 值 $> 650 \times 10^3$)：轴承自由空间的12%

圆柱滚子轴承：轴承自由空间的10%

圆锥滚子轴承：轴承自由空间的15%

尺寸表列出了典型的主轴轴承空间。通过参考相应尺寸表确定填充量。

填充润滑脂前，先用清洗油去除轴承防锈涂层，让轴承完全干燥。然后用注射器，塑料袋等，将适量润滑脂填入并均匀分配于轴承。

机床主轴用润滑脂列

润滑脂品牌	SE-1	MP-1	Isoflex NBU15	Stabllugs NBU8EP	Multemp LRL3	Multemp PS2	Isoflex LDS18
增稠剂	尿素		Ba复合肥皂		Li肥皂		
基油	酯	合成油	酯	矿物油	合成油	二酯+矿物油	合成油
基油粘度 (40°C) mm ² /S	22	40.6	20	105	37.3	15.3	16
滴点 °C	>220	254	>200	220	208	190	>180
使用温度范围 °C	-50~+120	-40~+150	-60~+130	-35~+150	-40~+150	-55~+130	-60~+130
用途	被ULTAGE系列和带润滑脂润滑密封的向心推力球轴承采用。	被ULTAGE系列和带润滑脂润滑密封的向心推力球轴承采用。	广泛应用于主轴用轴承。	适用于负荷大的滚子轴承。	使用温度范围广。	低温、摩擦特性优异。	适用于球轴承。



7.14 油气润滑

为了应对机床更高的速度和精度，并确保更可靠的润滑，主轴轴承广泛采油气润滑（也称为空气-油润滑或油和空气润滑）。

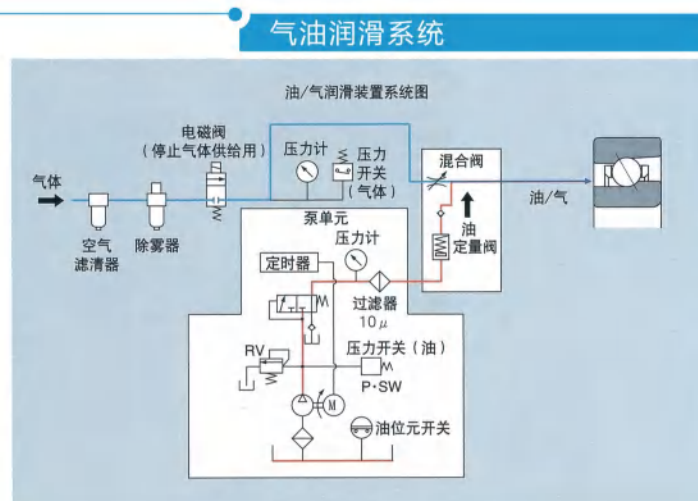
气-油润滑采用的方法是使用压缩空气以精确控制量供给润滑油。通常，空气-油润滑组件是准确地计量润滑油最小需要量的测量体积的活塞型分配器，并通过计时器以最佳时间间隔供油。

7.141 气油润滑特殊性能

气油润滑具有优于常规油雾润滑以下优点：

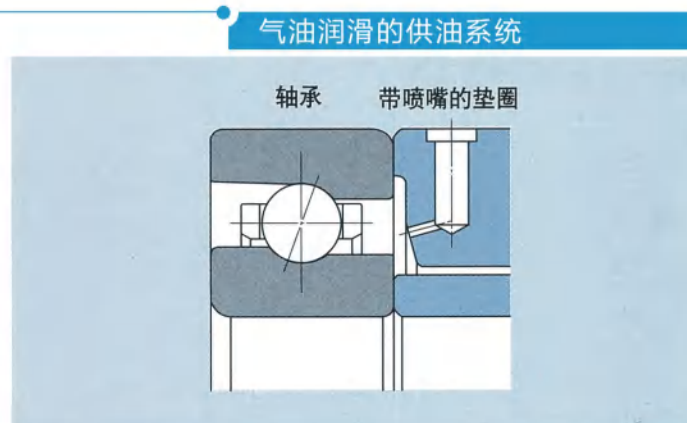
1. 准确供给最小润滑油量。
2. 可以调整为单个轴承提供适量润滑剂。
3. 润滑剂粘度和极压添加剂方面不存在限制。
4. 压缩空气有助于冷却轴承。
5. 润滑点距离和高度的变化不影响润滑效率。
6. 油雾对健康的危害最小化。
7. 低油耗。
8. 使用压缩空气可以防止其他冷却剂污染轴承。
9. 推荐油粘度为 $10 \sim 32$ 毫米²/秒。

右图为气油润滑组件的例子：



7.142 气油润滑喷嘴垫片

气-油润滑需要一个专门的喷嘴，因为它通过压缩空气装置提供润滑油到轴承内部。（见下图）推荐喷嘴孔径为1.0至1.5毫米，长度为4至6倍于孔径。





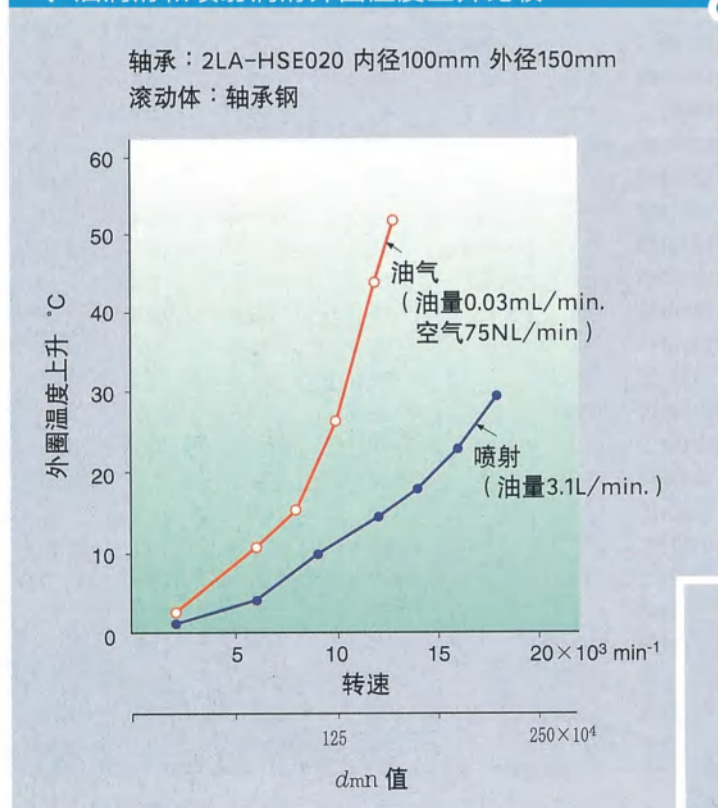
7.15 喷射润滑

在润滑系统中，润滑剂的高速射流从侧面注入到轴承。是可靠性最高的润滑方法，主要用于喷气发动机和燃气轮机的主轴轴承。目前 d_{mn} 值最高可达 4.0×10^6 。

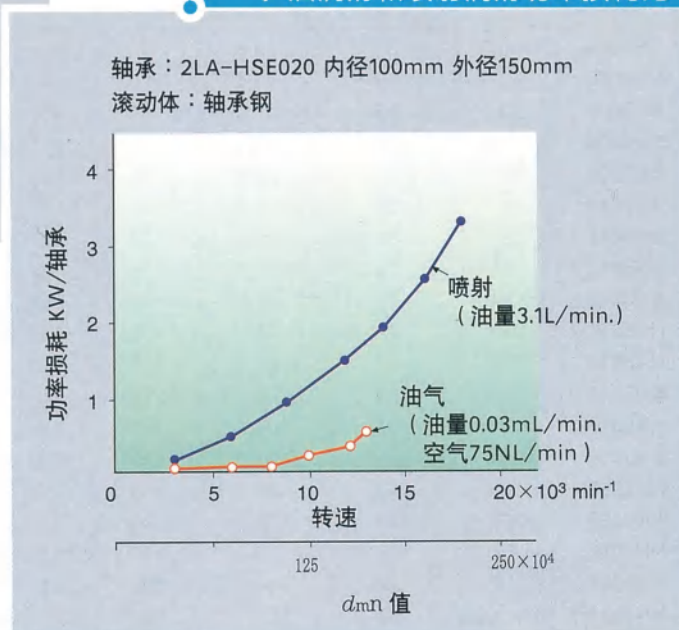
当用作为机床主轴润滑系统时，可使轴承温度上升最小化。然而，因为大量的油供给到各轴承，由此产生的转矩损失是巨大的，因此，这种布置需要大功率马达来驱动主轴。使用低粘度润滑油（2-3毫米²/秒）。

下图显示气-油润滑和喷射润滑温度上升的例子，并以图形绘出功率损耗的测试结果。

气-油润滑和喷射润滑外圈温度上升比较



气-油润滑和喷射润滑功率损耗比





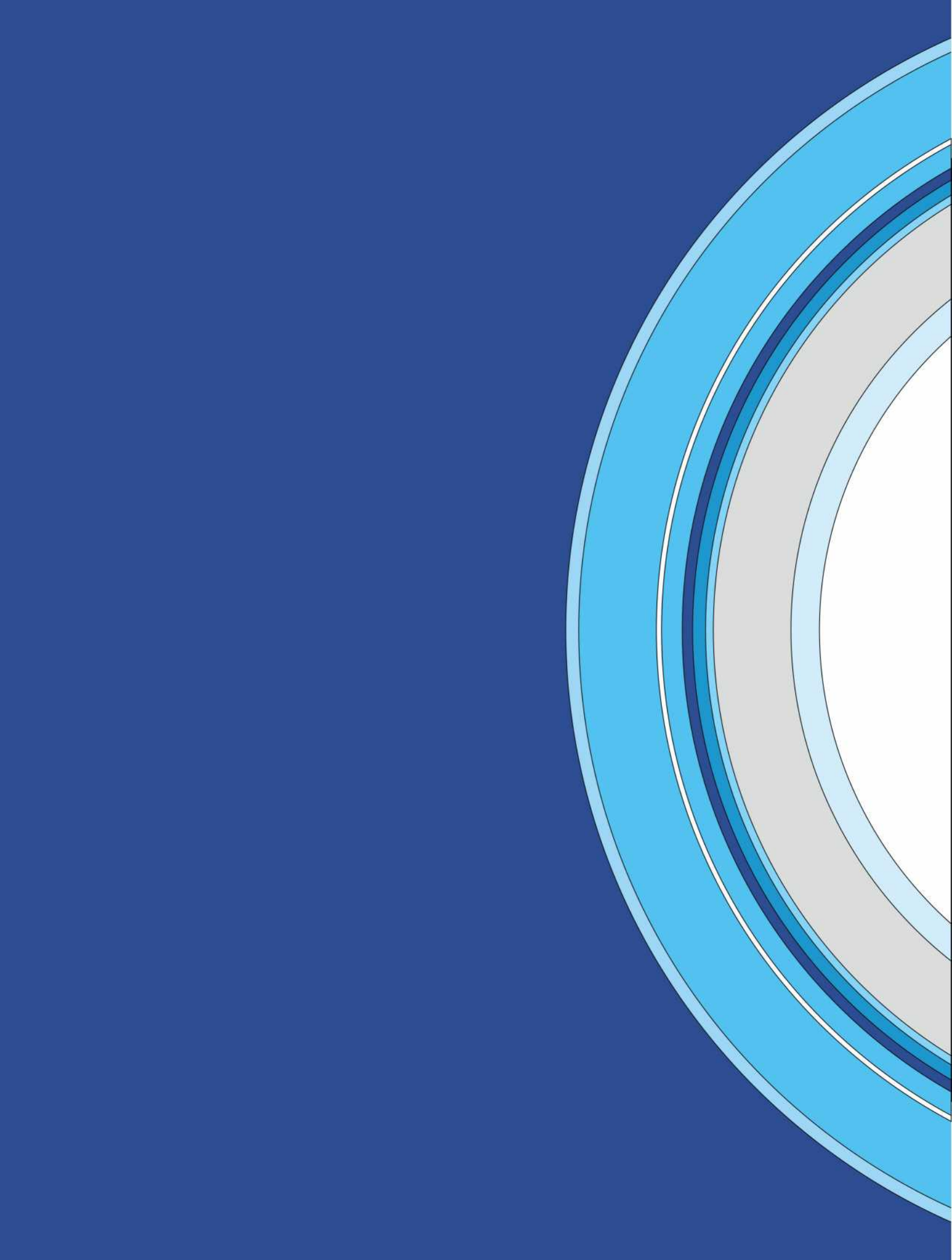
7.2 密封

有2种类型的密封：接触型或非接触型。

润滑和密封是不可分割的，密封的目的是保存好轴承内的润滑油，并防止任何冷却液、切削液、尘埃进入轴承。对于机床主轴轴承，我们通常使用非接触密封型（狭缝型或迷宫型）

我们将根据以下条件选择密封型式：

- 轴的速度
- 润滑方法
- 轴承工作温度
- 环境
- 安装位置（水平或垂直）和轴的顶部



8

安装流程和调节

8.1 清洗及填充润滑脂

8.2 安装固定



8.1 清洗及填充润滑脂

精密滚动轴承要达到高速和限定温度上升，正确处理至关重要。

轴承的处理涉及清洗，干燥，填充润滑脂(如有必要)，以及试运转。

对于每个步骤，需遵循注意事项和说明。

密封型轴承包含了预填充的润滑脂，此类型轴承不要清洗(冲洗)和干燥。

只需要在组装轴承前用清洁布擦去防锈油。

A：清洗(除去防锈油)

将轴承浸入精制煤油或高挥发性溶剂如 naphthesol 里，并用手清洗。然后用苯或酒精除去精制煤油。用干净的压缩空气吹掉清洗液。(虽然轴承可交付给油气润滑使用，但是，我们建议清洗后，要用所使用的润滑剂或更少粘度的润滑油来涂覆，或浸泡在润滑剂或其他低粘度润滑油里。)

B.干燥

如果轴承是用润滑脂润滑，必需彻底干燥以避免润滑脂泄漏。干燥后，一定要马上填充润滑脂。干燥可通过吹热风到轴承，或将轴承放置在恒温容器中的方式进行。用热空气干燥时，一定要考虑空气的洁净度。

C.填充润滑脂

球和滚珠轴承充填润滑脂的程序如下所述。填充润滑脂后，用手转动轴承，使润滑脂均匀地分布到整个滚动表面。通过使用注射器或小塑料袋，对准内圈滚动表面，在球之间充填等量润滑脂。

右图是给圆柱滚子轴承封装润滑脂

- ◎ 使用注射器或小塑料袋，对准内圈滚动表面，在球之间等量充填润滑脂。
- ◎ 对于具有圈导向保持架的轴承，还要用抹刀或类似工具向保持架导向面涂抹润滑脂。
- ◎ 如果因保持架和内圈之间间隙狭小而无法将润滑脂加入内圈滚动表面，则加到外圈滚动表面。在这种情况下，请小心转动轴承，使润滑脂完全分布到内圈侧。
- ◎ 在滚子的外(内)径面侧将涂上润滑脂，用手指转动滚子，使润滑脂分布于内圈(外圈)侧。

D.试运转

1) 气油或油雾润滑

在油润滑时，因为不会出现峰值温度，并且在相对短的时间内，轴承温度稳定，所以试运转相当简单。我们建议，按2000-3000分钟⁻¹的步幅增加轴承速度，直到达到最大速度。每一次速度设定应保持约30分钟。但对于 $d_m n$ 值(滚动体节圆直径X速度)超过1000000的速度范围，为确保稳定运行，按1000-2000分钟⁻¹的步幅提速。

2) 润滑脂润滑

试运转对于润滑脂润滑轴承获得稳定温升很重要。

试运转期间，当轴承速度增加时，温度出现大的上升(峰值)，然后轴承温度最终稳定。而温度稳定之前，需要一定的时间。



球轴承

建议轴承转速按1000-2000分钟⁻¹的步幅提速，而只有在当前速度设定值下温度稳定了以后才提速。但对于 $d_m n$ 值超过400000的速度范围，为确保稳定运行，按500-1000分钟⁻¹的步幅提速。

滚子轴承

与接触球轴承相比，滚子轴承到达峰值温度或试运转饱和的时间趋向更长。此外，因搅打润滑脂导致温度上升，且温升可能不稳定。为了应付这个问题，应使滚子轴承以最大转速运行较长时间。轴承只有在当前速度设定值下温度稳定了以后，才按500-1000分钟⁻¹的步幅提速。对于 $d_m n$ 值超过300000的速度范围，为确保安全，按500分钟⁻¹的步幅提速。

8.2 安装固定

当安装轴承到主轴时，按照下述任一安装技术：

- (1) 用液压机压装
- (2) 加热轴承安装

用任一技术，都要最大限度减少安装过程的不利影响，以保持轴承的精度，非常重要。

(1) 用液压机压装

用液压机或手动压力机压装轴承时，必须计算压装压力，它是由轴和内圈之间过盈产生的。必须使用容量大于所需压装压力的液压机。然后，使用内圈压入夹具，将内圈正确压装到轴肩。注意不要向外圈施加力。压装操作之后，要测量轴承各个部分的精度，以验证该轴承已被正确地安装到轴上，这一步很重要。当使用多列轴承时，必需在装配后测量偏摆（跳动），校正外圈偏差。

(2) 计算压装压力

轴和内圈之间过盈而产生的压装压力，可通过以下公式来确定。根据计算出的压装压力，必须使用容量足够大的液压机来安装轴承。应考虑轴承间的尺寸误差的变化。下面的式(8.2)可以得到内圈压入轴所需之力。

压装内圈到轴的压力 $Kd = \mu \cdot P \cdot \pi \cdot d \cdot B$ (8.2)

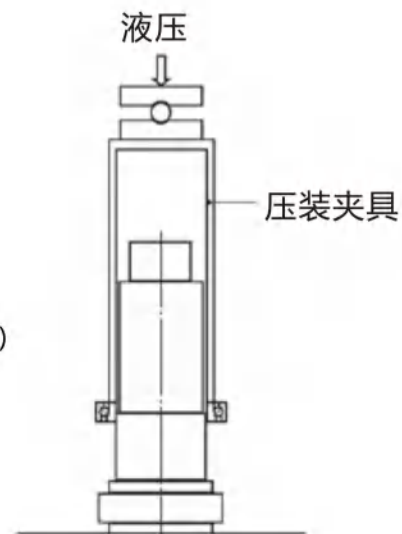
其中： Kd ：内圈压装力或拔出力，N P ：配合面表面压力，MPa兆帕

压装压力

- d ：轴径，内圈孔直径，毫米
- D ：外圈外径，毫米
- B ：内圈宽度，毫米
- μ ：滑动摩擦系数（将内圈压入圆柱轴时为0.12）

检查内圈端面跳动

检查外圈同轴度



9

轴承损坏、检查、维修

9.1 轴保养和损坏

9.2 轴承失效和对策

9.3 运行痕迹和施加负荷

9.4 附录 轴承故障诊断图



9.1 轴承保养和损坏

9.1.1

为了维持轴承使用寿命，可以保持良好的维护和检查如果使用了适当的流程，可避免许多轴承问题，并且可以提高包含轴承在内的设备的可靠性、生产率和操作成本等。建议按照以下规定流程进行定期维护。

定期维护包括监督运行状况，供应或更换润滑油，和有规律的定期检查等。

9.2 轴承失效和对策

一般情况下，如果正确使用的话，滚动轴承将工作至预计的疲劳寿命。然而，因为一些可以避免的错误，常常过早失效。相对于疲劳寿命，过早失效是由安装不当、处理或润滑不当，异物进入，或异常发热引起的。例如，以罗纹伤痕的原因作为例子，是使用不当的润滑剂、有缺陷的润滑系统、异物进入，轴承安装误差，主轴挠度过大，或以上原因组合。因此，难以确定一些过早失效的真正原因。

如果知道发生故障当时和故障发生前的所有状况，包括应用，操作条件和环境；则可通过研究故障性质及其可能的原因，可以减少未来出现类似故障的可能性。最常见的轴承故障，及其原因和纠正措施，列于下面图表中。

失效类型	异常	可能原因	对策
剥落	径向轴承滚道的一边剥落	异常轴向负荷（自由端轴承滑动故障）	安装自由端轴承外圈时，应为宽松配合，以允许主轴轴向膨胀。
	径向球轴承相对滚道斜向剥落，滚子轴承滚道边缘附近和滚动面剥落，	安装不当，轴弯曲，没有充分对中，轴和轴承座公差不够。	小心安装和对中，选择游隙大的轴承，修正轴和轴承座台肩的垂直度。
	滚道在与滚动体同样间距的位置剥落	安装期间冲击负荷大，轴承长时间不工作而生锈，圆柱滚子轴承的安装伤痕。	小心安装，长时间停机时要有防锈措施。
	滚道和滚动体的过早剥落	游隙不足、负荷过大、润滑不当、生锈等。	选择适当配合、轴承游隙和润滑。
	组合轴承过早剥落	预紧过大	调整预紧
擦伤	滚道和滚子表面的擦痕或污渍	原始润滑不充分，润滑脂过硬，起动运行的加速度高	使用较软的润滑脂，避免急剧加速
	滚子尾端面 and 导向挡边之间的擦痕	润滑不够，安装不正确，轴向负荷大	选择适当的润滑剂并改进安装。

轴承损坏、检查、维修

P.68

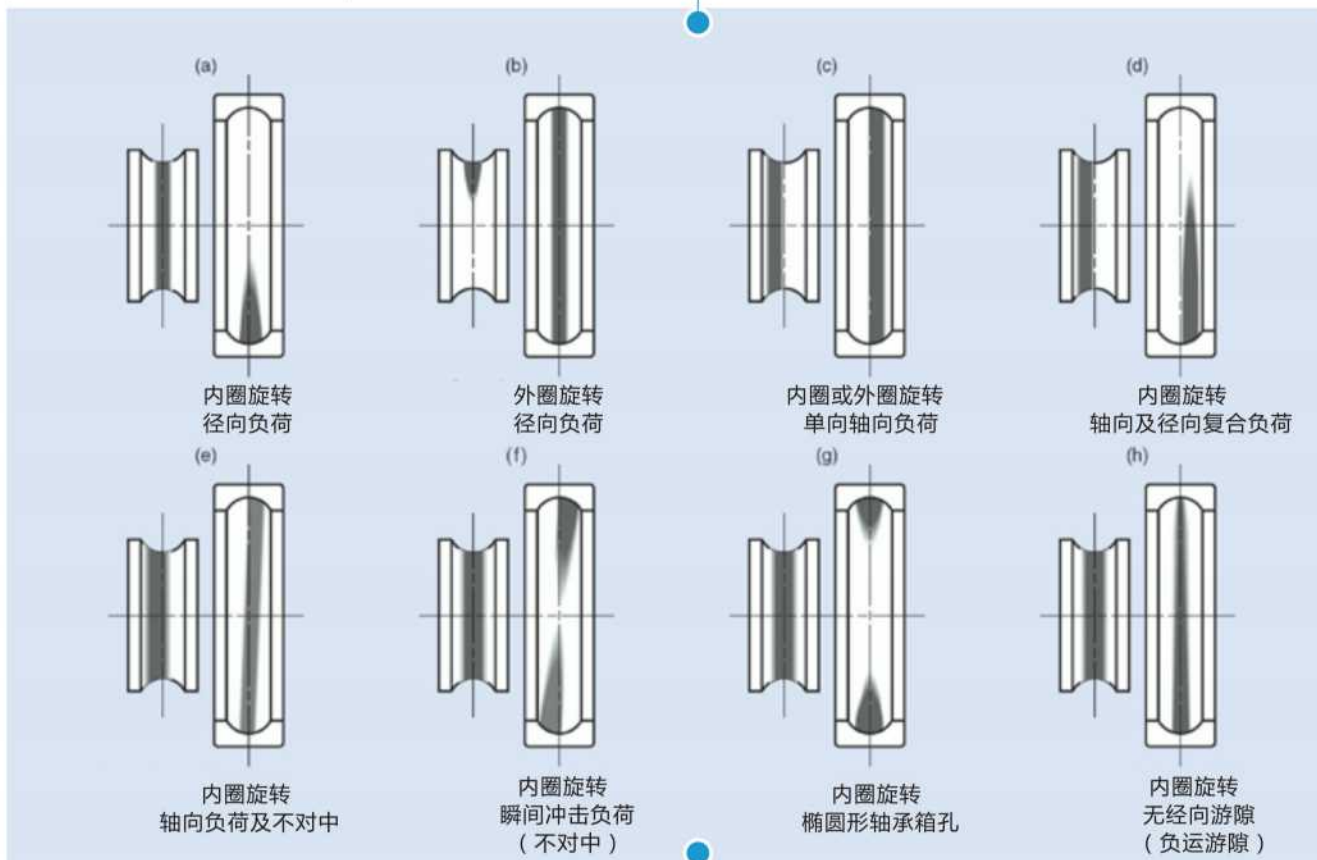


裂缝	内、外圈出现裂缝	冲击负荷过大，过盈配合量过大、轴圆柱度不良、轴套锥度不当、内圆角半径大、热裂纹扩展、剥落增大。	检查负荷条件、改进轴和轴套的配合、提高轴和轴套的机械加工精度、收集内圆角半径（内圆角半径必须小于轴承倒角）
	滚动体裂缝或挡边开裂	剥落增大，安装期间给挡边施加了冲击力或处理期间掉下。	小心安装和处理轴承
	保持架破裂	由于安装错误导致保持架承受异常负荷。润滑不当。	正确安装，检查润滑方法和润滑剂
压痕	滚道面上出现与滚动体同样间距的压痕。（布氏压痕）	安装期间的冲击负荷或不运转时负荷过大。	小心处理轴承
	滚道面和滚动体上的压痕	外来物进入，如金属颗粒和砂砾等。	清洁轴承座，改进密封并使用洁净的润滑剂。
异常磨损	假性布氏压痕（类似布氏压痕现象）	轴承不工作无运转时（如运输期间）的振动，或摇摆运动振动	使轴和轴承座牢固，使用润滑油为润滑剂，通过预紧减少振动
	微振磨损，配合面上有红褐色磨屑的局部磨损	配合面上小间隙的滑动磨损	增加过盈并加油
	滚道、滚动体、挡边和保持架等磨损	外来物进入，润滑不正确或生锈	改进密封性能，清洁轴承座并使用干净的润滑剂
	蠕变，配合面的擦伤磨损	过盈不够，轴套不够牢固	改进配合并适当紧固轴套
烧伤	滚道、滚动体、挡边褪色，熔化	游隙不足，润滑不正确，安装不当	检查轴承配合及内部游隙，供给足量的正确的润滑剂，检查安装方法和相关零件质量。
腐蚀和生锈（锈蚀）	轴承内部或配合面的锈蚀	空气中水分结晶，或微振磨损，腐蚀性物质进入（尤其是清漆气体）	注意湿热气候时的储存，长时间停机前要采取防锈措施并选择适当的清漆和润滑脂。

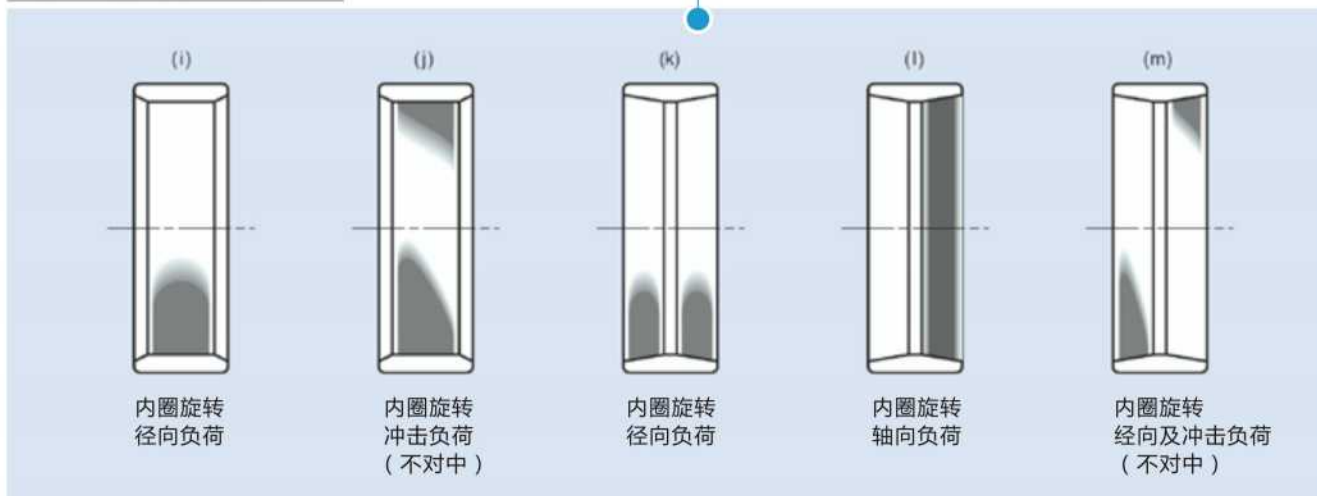


9.3 运行痕迹和施加的负荷

深沟球轴承典型运行痕迹



深沟球轴承典型运行痕迹





9.4 附录 轴承故障诊断图

损伤名称	发生部位 (现象)	原因											备注		
		使用		轴承周边			润滑		负荷			速度			
		保管·运输	安装	轴·轴承座	密封装置·水·异物	温度	润滑剂	润滑方法	过大·冲击	力矩	过小	高速·急加减速		摇动·振动·静止	轴承选型
1、剥落	滚道面·滚动面		○	○	○		○	○	○	○				○	
2、剥皮	滚道面·滚动面				○		○	○				○	○		
	轴承外径面 (滚动接触的情况)			○*	○		○	○							*配对滚动零件
3、卡伤	滚子端面·挡边面		○	○	○		○	○	○	○		○			
	保持架引导面·兜孔面		○		○		○	○							
4、擦伤	滚道面·滚动面				○		○	○				○	○		
5、断裂	套圈挡边·滚子	○	○	○					○	○					
6、裂纹·裂缝	滚道面·滚动体		○	○		○			○	○					
	挡边面·滚子端面·保持架导向面 (热裂)			○				○	○	○					
7、保持架的损伤	(变形·折断)		○	○					○	○					
	(磨损)		○		○		○	○	○	○		○			
8、压痕	滚道面·滚动面 (无数个微小压痕)				○			○							
	滚道面 (按滚动体间距分布)	○	○						○				○		
9、梨皮状点蚀	滚道面·滚动面				○		○	○							
10、磨损	滚道面·滚动面·挡边面·滚子端面		○		○		○	○							
11、微振磨损	滚道面·滚动面	○	○	○			○	○	○			○	○		
	轴承内外径·侧面 (与轴承座·轴的接触部)		○	○					○						
12、假性布氏压痕	滚道面·滚动面	○					○	○					○		
13、蠕变	配合面		○	○		○	○*	○*	○			○			*间隙配合时
14、烧伤	套圈·滚动体·保持架		○	○	○		○	○	○	○		○		○	
15、电蚀	滚道面·滚动面		○*	○*											*通过滚动体通电
16、生锈·腐蚀	套圈·滚动体·保持架	○	○		○	○	○	○							
17、安装伤痕	滚道面·滚动面		○	○											
18、变色	套圈·滚动体·保持架				○	○	○								

此表不全面，仅列出较常发生的损伤、原因和位置。

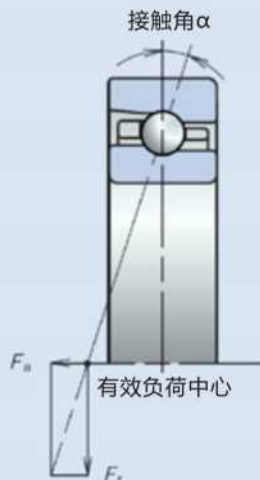


1

尺寸表
高精角接触球轴承 (标准系列)



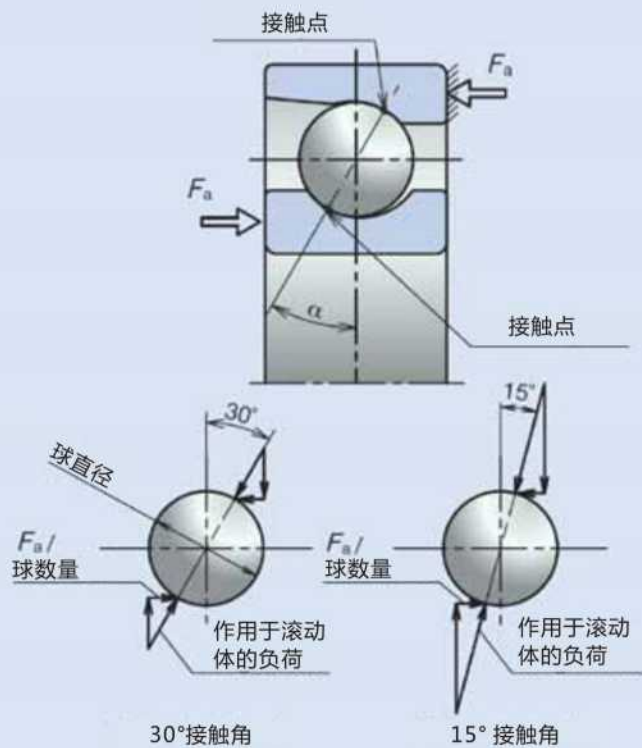
1 高精度角接触球轴承 (标准系列)



当施加负荷于角接触球轴承时，弹性变形和接触点应力，随着球、内圈和外圈负荷条件变动而改变，负荷条件取决于轴承接触角。

下图显示负荷作用在两个滚动体，其接触角分别为 30° 和 15° 。施加于轴承的轴向载荷与由此而作用于滚动体上的载荷之间的关系能用公式表示为： $F_a / (\text{球的数量} \times \sin\alpha)$ 。

因此，接触角越大，作用于滚动体的负荷越小。接触点的负荷及由此产生的变形减小了，因而延长寿命。当施加径向负荷时，接触角越小，则作用于滚动体上的负荷越小，从而导致接触点上负荷减少。





高精密角接触球轴承的编码系统（标准系列）



7 轴承类型 7: 单列角接触球轴承

0 尺寸 9: 19系列 0: 10系列 2: 02系列

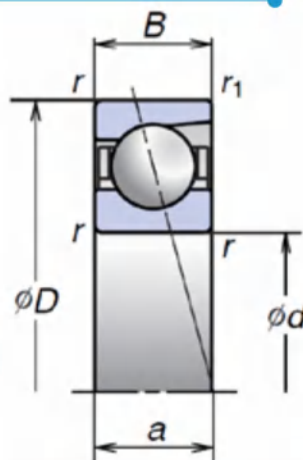
13 内径编码 03以下, 轴承孔00:10mm, 01:12mm, 02:15mm, 03:17mm
04以上, 轴承内径, 内径编码 X 5 (mm)

C 接触角 C: 15°, E: 25°

高精度角接触球轴承（微型系列）

70 系列 72 系列

内径5-8mm



轴承编码	外形尺寸 (mm)					基本额定负荷 (千牛)		允许轴向负荷 (千牛)	有效负荷中心 (毫米) a	质量 (克) (近似值)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	C _r 动负荷	C _{0r} 静负荷				润滑脂	润滑油
725C	5	16	5	0.3	0.15	1.700	0.660	0.545	3.91	4.5	110 000	167 000
706C	6	17	6	0.3	0.15	2.150	0.845	0.765	4.54	5.5	100 000	153 000
726C	6	19	6	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	4.67	7.8	92 000	140 000
707C	7	19	6	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	4.67	7.4	89 000	135 000
708C	8	22	7	0.3	0.15	3.550	1.540	1.300	5.51	12.0	77 000	117 000
728C	8	24	8	0.3	0.15	3.60	1.580	1.330	6.14	16.0	72 000	110 000

尺寸表 高精度角接触球轴承 (标准系列)

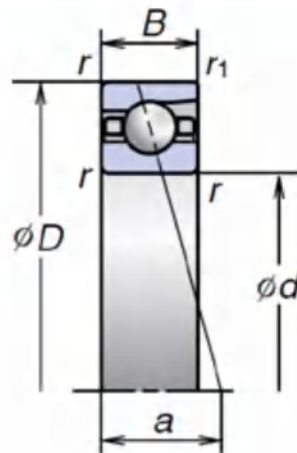
P.74



高精度角接触球轴承 (微型系列)

79 系列

d直径10-55mm



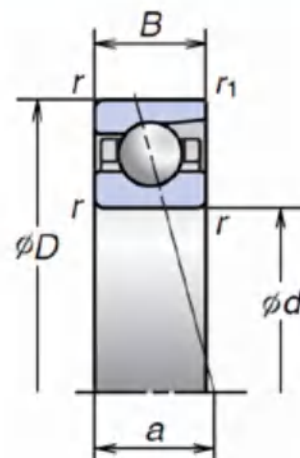
轴承编码	外形尺寸 (mm)					基本额定负荷 (千牛)		允许轴向负荷 (千牛)	有效负荷中心 (毫米) a	质量 (千克) (近似值)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	C _r 动负荷	C _{0r} 静负荷				润滑脂	润滑油
7900C	10	22	6	0.3	0.15	3.10	1.59	1.82	5.1	0.010	72550	113300
7900E	10	22	6	0.3	0.15	2.97	1.52	1.61	6.7	0.009	62950	98150
7901C	12	24	6	0.3	0.15	3.35	1.86	2.03	5.4	0.011	64500	100700
7901E	12	24	6	0.3	0.15	3.20	1.77	1.82	7.2	0.011	56000	87250
7902C	15	28	7	0.3	0.15	4.93	2.77	2.89	6.4	0.016	54000	84300
7902E	15	28	7	0.3	0.15	4.70	2.65	2.52	8.5	0.016	46900	73050
7903C	17	30	7	0.3	0.15	5.18	3.07	3.12	6.6	0.017	49450	77150
7903E	17	30	7	0.3	0.15	4.93	2.93	2.61	9	0.017	42900	66850
7904C	20	37	9	0.3	0.15	7.30	4.58	4.83	8.3	0.036	40750	63650
7904E	20	37	9	0.3	0.15	6.93	4.35	4.13	11.1	0.037	35350	55100
7905C	25	42	9	0.3	0.15	8.00	5.58	5.63	9	0.043	34700	54150
7905E	25	42	9	0.3	0.15	7.60	5.33	4.88	12.3	0.043	30100	46900
7906C	30	47	9	0.3	0.15	8.45	6.43	6.30	9.7	0.049	30150	47100
7906E	30	47	9	0.3	0.15	8.00	6.13	5.48	13.5	0.050	26200	40800
7907C	35	55	10	0.6	0.3	12.90	9.73	10.15	11	0.074	25800	40300
7907E	35	55	10	0.6	0.3	12.20	9.23	8.65	15.5	0.075	22450	34900
7908C	40	62	12	0.6	0.3	14.80	11.75	11.90	12.8	0.109	22800	35600
7908E	40	62	12	0.6	0.3	14.00	11.20	10.10	17.9	0.110	19800	30850
7909C	45	68	12	0.6	0.3	16.95	14.10	13.98	13.6	0.129	20550	32100
7909E	45	68	12	0.6	0.3	16.05	13.40	12.28	19.2	0.130	17850	27800
7910C	50	72	12	0.6	0.3	17.90	15.80	15.43	14.2	0.130	19050	29700
7910E	50	72	12	0.6	0.3	16.90	15.00	13.60	20.2	0.132	16500	25750
7911C	55	80	13	1	0.6	19.40	18.10	17.20	15.5	0.182	17250	26900
7911E	55	80	13	1	0.6	18.35	17.15	15.10	22.2	0.184	14950	23300



高精度角接触球轴承 (微型系列)

70 系列

内径10-75mm



轴承编码	外形尺寸 (mm)					基本额定负荷 (千牛)		允许轴向负荷 (千牛)	有效负荷中心 (毫米) a	质量 (千克) (近似值)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	C _r 动负荷	C _{0r} 静负荷				润滑脂	润滑油
7000C	10	26	8	0.3	0.15	5.30	2.49	7.38	6.4	0.019	64850	101300
7000E	10	26	8	0.3	0.15	5.15	2.41	1.24	8.2	0.019	56300	87750
7001C	12	28	8	0.3	0.15	5.80	2.92	7.90	6.7	0.021	57300	89450
7001E	12	28	8	0.3	0.15	5.60	2.81	1.41	8.7	0.021	49750	77500
7002C	15	32	9	0.3	0.15	6.43	3.55	8.37	7.6	0.030	49450	77150
7002E	15	32	9	0.3	0.15	6.15	3.40	1.53	10	0.030	42900	66850
7003C	17	35	10	0.3	0.15	7.43	4.18	8.33	8.5	0.039	44700	69750
7003E	17	35	10	0.3	0.15	7.10	4.00	1.68	11.1	0.040	38750	60400
7004C	20	42	12	0.6	0.3	11.10	6.58	9.45	10.1	0.067	37150	58000
7004E	20	42	12	0.6	0.3	10.60	6.28	2.73	13.2	0.067	32250	50250
7005C	25	47	12	0.6	0.3	12.00	7.70	2.60	10.8	0.078	32250	50400
7005E	25	47	12	0.6	0.3	11.40	7.38	2.98	14.4	0.077	28000	43650
7006C	30	55	13	1	0.6	15.45	10.65	3.43	12.2	0.114	27150	42400
7006E	30	55	13	1	0.6	14.75	10.15	4.03	16.4	0.114	23600	36700
7007C	35	62	14	1	0.6	19.55	14.15	4.68	13.5	0.151	24000	37400
7007E	35	62	14	1	0.6	18.60	13.45	5.70	18.3	0.151	20800	32400
7008C	40	68	15	1	0.6	21.00	16.35	5.30	14.7	0.189	21500	33600
7008E	40	68	15	1	0.6	19.90	15.55	6.00	20.1	0.188	18700	29100
7009C	45	75	16	1	0.6	24.85	19.85	6.20	16	0.238	19350	30200
7009E	45	75	16	1	0.6	23.55	18.85	7.25	22	0.250	16800	26150
7010C	50	80	16	1	0.6	26.45	22.50	6.95	16.7	0.259	17850	27900
7010E	50	80	16	1	0.6	25.05	21.35	8.10	23.2	0.270	15500	24150
7011C	55	90	18	1.1	0.6	34.75	29.30	9.45	18.7	0.380	16050	25050
7011E	55	90	18	1.1	0.6	33.00	27.95	10.90	25.9	0.383	13900	21650
7012C	60	95	18	1.1	0.6	35.75	31.50	9.95	19.4	0.405	15000	23400
7012E	60	95	18	1.1	0.6	33.75	29.80	11.50	27.1	0.408	13050	20300
7013C	65	100	18	1.1	0.6	37.75	35.25	11.00	20	0.435	14100	22000
7013E	65	100	18	1.1	0.6	35.50	33.25	12.70	28.2	0.455	12250	19050

尺寸表 高精度角接触球轴承 (标准系列)

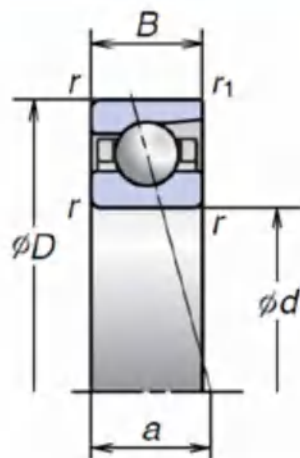
P.74



高精度角接触球轴承 (微型系列)

70 系列

内径10-75mm



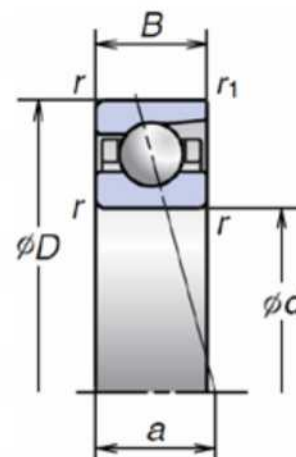
轴承编码	外形尺寸 (mm)					基本额定负荷 (千牛)		允许轴向负荷 (千牛)	有效负荷中心 (毫米) a	质量 (千克) (近似值)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	C _r 动负荷	C _{0r} 静负荷				润滑脂	润滑油
7014C	70	110	20	1.1	0.6	47.75	44.00	13.40	22.1	0.606	12900	20150
7014E	70	110	20	1.1	0.6	45.25	42.00	16.00	31	0.625	11250	17450
7015C	75	115	20	1.1	0.6	48.75	46.75	14.05	22.7	0.643	12250	19100
7015E	75	115	20	1.1	0.6	46.25	44.50	16.75	32.1	0.652	10650	16550
7016C	80	125	22	1.1	0.6	59.50	56.75	17.25	24.7	0.855	11350	17700
7016E	80	125	22	1.1	0.6	56.50	53.75	20.50	34.9	0.880	9850	15350
7017C	85	130	22	1.1	0.6	61.00	60.00	19.00	25.4	0.898	10800	16850
7017E	85	130	22	1.1	0.6	57.75	57.00	21.50	36.1	0.904	9400	14650
7018C	90	140	24	1.5	1	72.75	70.75	22.25	27.4	1.160	10100	15800
7018E	90	140	24	1.5	1	69.00	67.25	26.00	38.8	1.170	8750	13700
7019C	95	145	24	1.5	1	74.75	74.75	23.50	28.1	1.210	9700	15100
7019E	95	145	24	1.5	1	70.50	71.25	26.25	40	1.410	8450	13100
7020C	100	150	24	1.5	1	76.50	79.00	24.50	28.7	1.270	9300	14500
7020E	100	150	24	1.5	1	72.25	75.00	28.75	41.1	1.450	8050	12550
7021C	105	160	26	2	1	89.50	91.50	28.50	30.7	1.580	8750	13700
7021E	105	160	26	2	1	84.75	87.00	33.25	43.9	1.820	7650	11900
7022C	110	170	28	2	1	105.00	105.00	34.25	32.7	1.940	8350	12950
7022E	110	170	28	2	1	99.25	100.00	39.75	46.6	2.260	7250	11250
7024C	120	180	28	2	1	109.00	115.00	37.75	34.1	2.090	7750	12100
7024E	120	180	28	2	1	103.50	109.00	43.75	49	2.430	6750	10450
7026C	130	200	33	2	1	131.00	140.50	43.00	38.6	3.220	7050	11050
7026E	130	200	33	2	1	124.00	133.00	49.75	55	3.660	6150	9500
7028C	140	210	33	2	1	132.00	145.00	90.00	39.9	3.410	6600	10000
7028E	140	210	33	2	1	125.00	138.00	104.00	57.3	3.870	5800	8600
7030C	150	225	35	2.1	1.1	151.00	168.00	105.00	42.6	4.150	6200	9400
7030E	150	225	35	2.1	1.1	143.00	160.00	123.00	61.2	4.690	5400	8000
7032C	160	240	38	2.1	1.1	171.00	193.00	118.00	45.8	5.110	5800	8800



高精度角接触球轴承 (微型系列)

70 系列

内径10-75mm



轴承编码	外形尺寸 (mm)					基本额定负荷 (千牛)		允许轴向负荷 (千牛)	有效负荷中心 (毫米) a	质量 (千克) (近似值)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	C _r 动负荷	C _{0r} 静负荷				润滑脂	润滑油
7032E	160	240	38	2.1	1.1	162.00	183.00	138.00	65.6	5.710	5000	7500
7034C	170	260	42	2.1	1.1	205.00	234.00	149.00	49.8	6.880	5400	8200
7034E	170	260	42	2.1	1.1	193.00	223.00	168.00	71.1	7.830	4700	7000
7036C	180	280	46	2.1	1.1	228.00	276.00	175.00	53.8	10.400	5000	7700
7036E	180	280	46	2.1	1.1	216.00	262.00	195.00	76.6	10.400	4400	6600
7038C	190	290	46	2.1	1.1	247.00	305.00	192.00	55.2	11.200	4800	7300
7038E	190	290	46	2.1	1.1	233.00	291.00	222.00	79	11.200	4200	6300
7040C	200	310	51	2.1	1.1	265.00	340.00	213.00	59.7	13.600	4600	6900
7040E	200	310	51	2.1	1.1	250.00	325.00	245.00	85	13.700	4000	5900

尺寸表 高精度角接触球轴承 (标准系列)

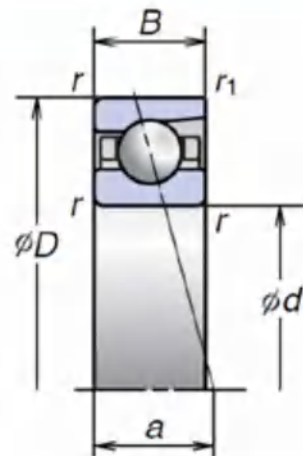
P.78



高精度角接触球轴承 (微型系列)

72 系列

内径10-105mm



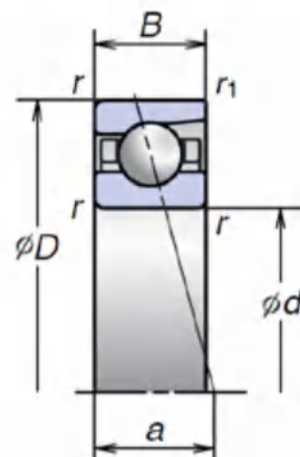
轴承编码	外形尺寸 (mm)					基本额定负荷 (千牛)		允许轴向负荷 (千牛)	有效负荷中心 (毫米) a	质量 (千克) (近似值)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	C _r 动负荷	C _{0r} 静负荷				润滑脂	润滑油
7200C	10	30	9	0.6	0.3	5.40	2.63	1.08	7.2	0.032	50200	71550
7200E	10	30	9	0.6	0.3	2.60	1.26	1.25	9.2	0.031	50000	75000
7201C	12	32	10	0.6	0.3	7.50	3.65	1.73	7.9	0.036	46150	65700
7201E	12	32	10	0.6	0.3	3.83	1.85	1.78	10.1	0.036	45500	68200
7202C	15	35	11	0.6	0.3	8.83	4.53	1.93	8.8	0.045	40600	57800
7202E	15	35	11	0.6	0.3	4.18	2.18	1.98	11.3	0.044	40000	60000
7203C	17	40	12	0.6	0.3	11.05	5.80	2.43	9.8	0.065	35450	50550
7203E	17	40	12	0.6	0.3	5.20	2.80	2.65	12.6	0.064	35100	52700
7204C	20	47	14	1	0.6	14.60	8.10	3.15	11.5	0.103	29950	42650
7204E	20	47	14	1	0.6	7.00	3.88	3.70	14.8	0.102	29900	44800
7205C	25	52	15	1	0.6	16.60	10.20	3.75	12.7	0.127	26250	37350
7205E	25	52	15	1	0.6	7.95	4.90	4.53	16.5	0.130	26000	39000
7206C	30	62	16	1	0.6	23.00	14.70	5.15	14.2	0.194	21950	31300
7206E	30	62	16	1	0.6	11.05	7.05	6.00	18.7	0.194	21800	32700
7207C	35	72	17	1.1	0.6	30.50	19.90	7.20	15.7	0.280	18950	27050
7207E	35	72	17	1.1	0.6	14.55	9.55	8.30	21	0.277	18700	28100
7208C	40	80	18	1.1	0.6	36.50	25.20	8.80	17	0.366	16950	24100
7208E	40	80	18	1.1	0.6	17.25	12.05	10.30	23	0.362	16700	25000
7209C	45	85	19	1.1	0.6	41.00	28.80	9.80	18.2	0.406	15600	22250
7209E	45	85	19	1.1	0.6	19.50	13.80	11.65	24.7	0.402	15400	23100
7210C	50	90	20	1.1	0.6	43.00	31.50	10.55	19.4	0.457	14550	20650
7210E	50	90	20	1.1	0.6	20.50	15.25	12.60	26.3	0.453	14300	21500
7211C	55	100	21	1.5	1	53.00	40.00	13.80	20.9	0.601	13150	18650
7211E	55	100	21	1.5	1	25.25	19.00	16.25	28.6	0.596	13000	19400
7212C	60	110	22	1.5	1	64.00	49.25	17.00	22.4	0.780	11900	16900
7212E	60	110	22	1.5	1	30.50	23.50	20.00	30.8	0.773	11800	17700
7213C	65	120	23	1.5	1	71.50	56.75	20.00	23.9	1.010	11000	15650
7213E	65	120	23	1.5	1	34.75	28.00	23.25	33.1	1.000	10900	16300



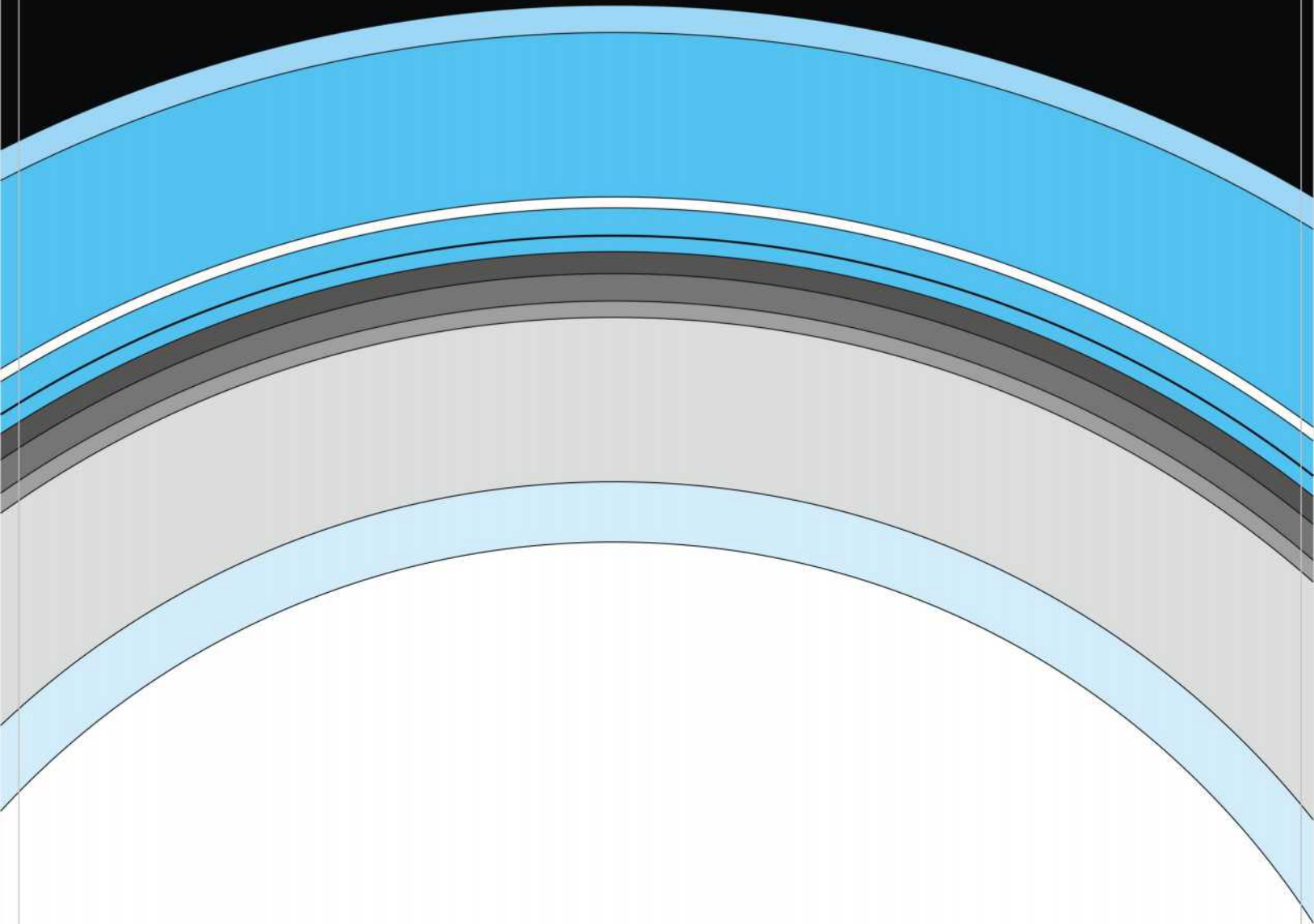
高精度角接触球轴承 (微型系列)

72 系列

内径10-105mm



轴承编码	外形尺寸 (mm)					基本额定负荷 (千牛)		允许轴向负荷 (千牛)	有效负荷中心 (毫米) a	质量 (千克) (近似值)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	C _r 动负荷	C _{0r} 静负荷				润滑脂	润滑油
7214C	70	125	24	1.5	1	77.75	62.25	21.50	25.1	1.090	10400	14850
7214E	70	125	24	1.5	1	38.00	30.75	24.75	34.7	1.080	10300	15400
7215C	75	130	25	1.5	1	81.25	67.75	23.00	26.2	1.190	9900	14050
7215E	75	130	25	1.5	1	39.50	33.25	26.50	36.4	1.180	9800	14700
7216C	80	140	26	2	1	93.00	77.50	27.25	27.7	1.430	9250	13200
7216E	80	140	26	2	1	44.25	37.00	31.00	38.6	1.420	9100	13700
7217C	85	150	28	2	1	105.50	90.50	30.25	29.7	1.790	8650	12300
7217E	85	150	28	2	1	51.00	43.25	35.00	41.4	1.790	8600	12800
7218C	90	160	30	2	1	123.00	105.00	36.00	31.7	2.200	8100	11550
7218E	90	160	30	2	1	58.50	50.00	41.75	44.1	2.310	8000	12000
7219C	95	170	32	2.1	1.1	136.00	116.00	38.00	33.7	2.640	7650	10950
7219E	95	170	32	2.1	1.1	63.50	53.50	43.50	46.9	2.630	7600	11400
7220C	100	180	34	2.1	1.1	149.00	127.00	44.25	35.7	3.180	7300	10300
7220E	100	180	34	2.1	1.1	71.00	60.50	51.50	49.6	3.160	7200	10800
7221C	105	190	36	2.1	1.1	81.00	71.50	48.75	37.7	3.780	7800	11900
7221E	105	190	36	2.1	1.1	77.50	68.50	55.50	52.4	3.770	6800	10200
7222C	110	200	38	2.1	1.1	88.00	80.00	54.00	39.8	4.450	7500	11300
7222E	110	200	38	2.1	1.1	84.00	76.50	63.00	55.1	4.450	6500	9700
7224C	120	215	40	2.1	1.1	99.50	96.00	66.00	42.4	5.420	6900	10500
7224E	120	215	40	2.1	1.1	94.50	92.00	75.00	59.1	5.420	6000	9000
7226C	130	230	40	3	1.1	103.00	104.50	72.00	44.1	6.230	6400	9800
7226E	130	230	40	3	1.1	98.00	99.50	81.50	62	6.220	5600	8400
7228C	140	250	42	3	1.1	119.00	127.00	86.00	47.1	7.910	5900	9000
7228E	140	250	42	3	1.1	113.00	121.00	97.00	66.5	7.910	5200	7700
7230C	150	270	45	3	1.1	135.00	152.50	102.50	50.6	11.100	5500	8400
7230E	150	270	45	3	1.1	129.00	145.00	115.50	71.5	11.100	4800	7200



2

尺寸表
圆柱滚子轴承

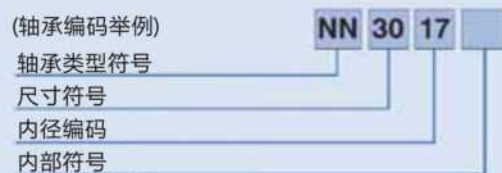


2 圆柱滚子轴承

特点

双列圆柱滚子轴承刚度高，与机床主轴完美匹配使用。通常情况下，单列、双列圆柱滚子轴承有圆柱孔或锥孔。通常带圆锥孔的双列圆柱滚子轴承是作为固定尾端轴承安装到主轴。设计简单和安装后可以继续调整内部径向游隙，使得它很受机床用户欢迎。我们提供多种类型的圆柱滚子轴承。用户可以要求E44配置，它含有润滑孔和和外圈外表面上机械加工的润滑槽。轴承类型包括外圈有双挡边的NN U型和最初磨合期有极佳润滑脂排放特性的NN型，有助于促进润滑油稳定流遍轴承。

双列圆柱滚子轴承（高刚度系列）的编码系统



NN 轴承类型 NN: 内圈有三挡边的双列圆柱滚子轴承；NNJ: 外圈有三挡边的双列圆柱滚子轴承。

30 尺寸 30: 30系列, 39: 39系列, 49: 49系列

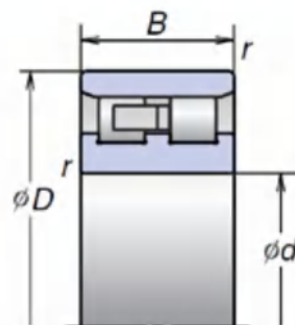
17 内径编码 轴承内径=轴承编码•5 (mm)

接触角 无符号 标准类型 Z: 低发热类型

机床应用

NN 系列

内径25-200mm

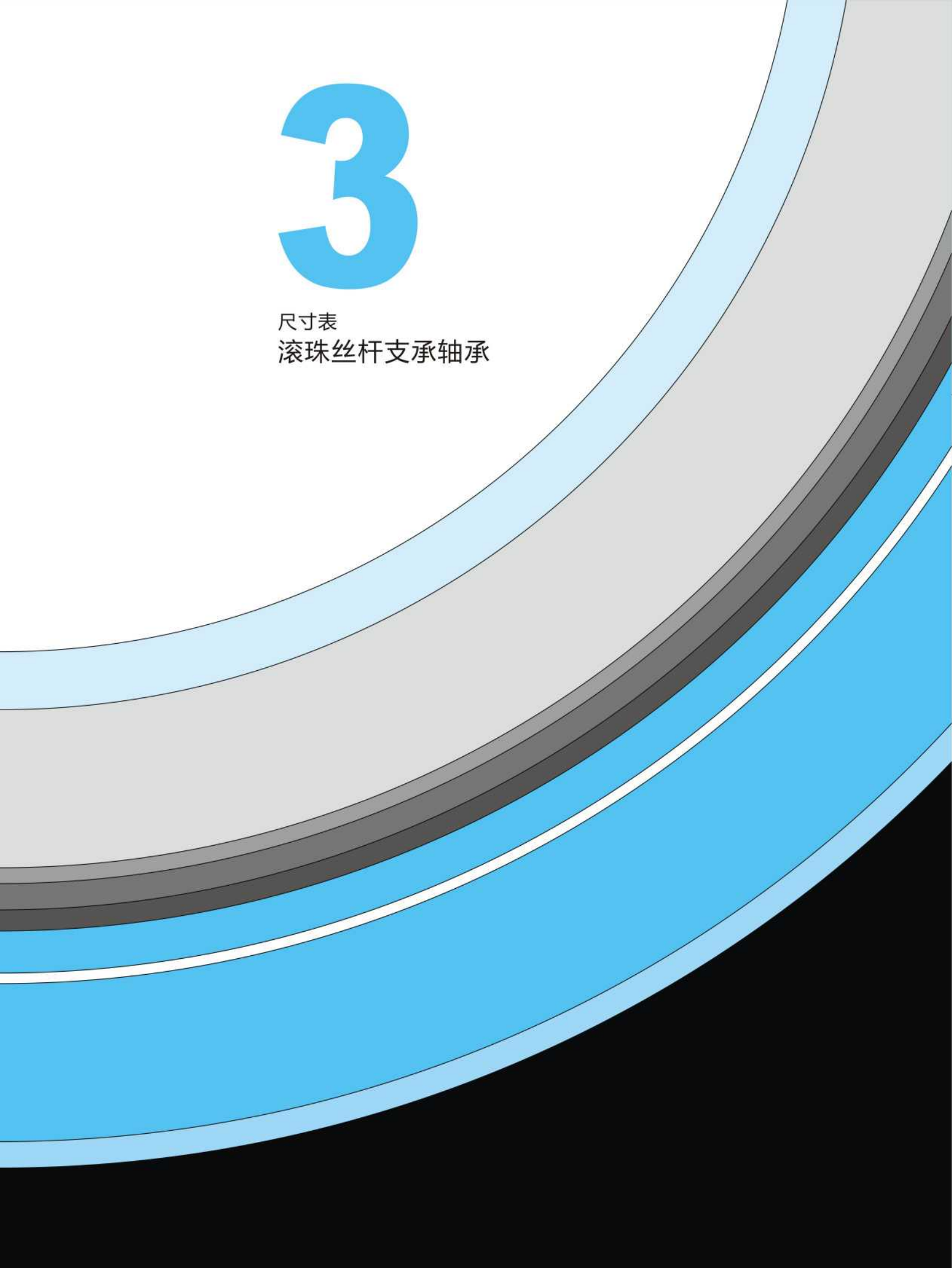


圆柱内径

轴承编码	外形尺寸 (mm)				基本额定负荷 (KN)		滚子外接圆直径 (mm) (参考)	质量 (千克) (近似值)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> 动负荷	<i>C_{0r}</i> 静负荷			润滑脂	润滑油
NN3005	25	47	16	0.6	25.8	30	41.3	0.127	20100	24200
NN3006	30	55	19	1	31	37	48.5	0.198	17000	20500
NN3007	35	62	20	1	39.5	50	55	0.258	14900	17950
NN3008	40	68	21	1	43.5	55.5	61	0.309	13350	16150
NN3009	45	75	23	1	52	68.5	67.5	0.407	12050	14500
NN3010	50	80	23	1	53	72.5	72.5	0.436	11150	13450
NN3011	55	90	26	1.1	69.5	96.5	81	0.647	10000	12050
NN3012	60	95	26	1.1	73.5	106	86.1	0.693	9350	11300
NN3013	65	100	26	1.1	77	116	91	0.741	8750	10600
NN3014	70	110	30	1.1	94.5	143	100	1.06	7850	9650
NN3015	75	115	30	1.1	96.5	149	105	1.11	7600	9200
NN3016	80	125	34	1.1	119	186	113	1.54	7100	8550
NN3017	85	130	34	1.1	122	194	118	1.63	6750	8150
NN3018	90	140	37	1.5	143	228	127	2.09	6300	7600
NN3019	95	145	37	1.5	146	238	132	2.19	6050	7250
NN3020	100	150	37	1.5	149	247	137	2.28	5800	6950
NN3021	105	160	41	2	192	310	146	2.88	5500	6600
NN3022	110	170	45	2	222	360	155	3.71	5200	6250
NN3024	120	180	46	2	233	390	165	4.04	4800	5800
NN3026	130	200	52	2	284	475	182	5.88	4400	5300
NN3028	140	210	53	2	298	515	192	6.34	4150	5000
NN3030	150	225	56	2.1	335	585	206	7.76	3850	4650
NN3032	160	240	60	2.1	375	660	219	9.41	3650	4350
NN3034	170	260	67	2.1	450	805	236	12.8	3350	4050
NN3036	180	280	74	2.1	565	995	255	16.8	3150	3800
NN3038	190	290	75	2.1	595	1080	265	17.8	3200	3800
NN3040	200	310	82	2.1	655	1170	282	22.7	3000	3600

3

尺寸表
滚珠丝杆支承轴承





3. 滚珠丝杠支撑轴承

特点

高精度推力角接触球轴承，支撑精密滚珠丝杠，具有比早期的角接触球轴承组合或使用推力轴承的组合更好的性能。它们特别适用于高精机器-机床进给传动机构和类似应用。

Bs系列（机床应用）

轴向刚度高是因为大量的球和60°的接触角。和圆锥滚子轴承或圆柱滚子轴承相比，此类型具有较低的启动转矩;可以较少的驱动力平滑旋转。

滚珠丝杠支撑用（机床应用）推力角接触球轴承编码系统

（轴承编码举例）

推力角接触球轴承：60° 接触角

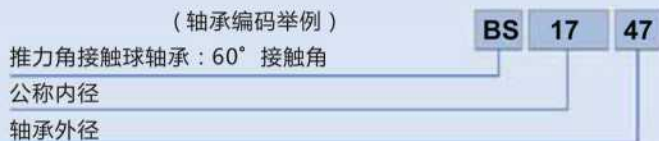
公称内径

轴承外径

BS

17

47

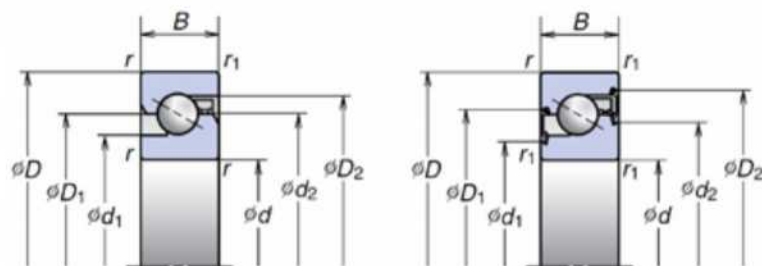




高精角接触球轴承（微型系列）

BS 系列

内径15-60mm



开放型

密封型DDG

轴承编码	外形尺寸 (mm)					参考尺寸 (KN)				推荐润滑脂用量 (立方厘米)	极限转速 (2) (分钟 ⁻¹)	
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	d1	d2	D1	D2		润滑脂	润滑油
BS1547	15	47	15	1	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6000	8000
BS1747	17	47	15	1	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6000	8000
BS2047	20	47	15	1	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6000	8000
BS2562	25	62	15	1	0.6	37	45	45	50.7	3	4500	6000
BS3062	30	62	15	1	0.6	39.5	47	47	53.2	3.2	4300	5600
BS3572	35	72	15	1	0.6	47	55	55	60.7	3.8	3600	5000
BS4072	40	72	15	1	0.6	49	57	57	62.7	3.9	3600	4800
BS4090	40	90	20	1	0.6	57	68	68	77.2	8.8	3000	4000
BS4575	45	75	15	1	0.6	54	62	62	67.7	4.2	3200	4300
BS45100	45	100	20	1	0.6	64	75	75	84.2	9.7	2600	3600
BS50100	50	100	20	1	0.6	67.5	79	79	87.7	10.2	2600	3400
BS55100	55	100	20	1	0.6	67.5	79	79	87.7	10.2	2600	3400
BS55120	55	120	20	1	0.6	82	93	93	102.2	12	2200	3000
BS60120	60	120	20	1	0.6	82	93	93	102.2	12	2200	3000