

# 超精密角接触球轴承： 718(SEA)系列



# 内容

## A 产品信息

718(SEA)系列的 SKF超精密角接触球轴承 .....	3
系列范围 .....	4
设计 .....	4
轴承变体 .....	4
单个轴承和配组轴承组 .....	5
应用场合 .....	6
<b>B 推荐</b>	
轴承选型 .....	8
轴承配置设计 .....	9
单个轴承 .....	9
轴承组 .....	9
配置类型 .....	10
应用实例 .....	12
润滑 .....	14
脂润滑 .....	14
油润滑 .....	16

## C 产品数据

轴承数据—概述 .....	17
外形尺寸 .....	17
倒角尺寸 .....	17
公差 .....	17
轴承预负荷 .....	18
轴承轴向刚度 .....	22
轴承圈的装配和锁紧 .....	23
轴承组的承载能力 .....	24
轴承当量载荷 .....	24
可达转速 .....	25
保持架 .....	25
材料 .....	25
热处理 .....	25
轴承和轴承组的标识 .....	26
包装 .....	27
型号系统 .....	27
产品表 .....	30

## D 补充信息

树立精密轴承的最高标准 .....	36
超精密角接触球轴承 .....	36
超精密圆柱滚子轴承 .....	37
超精密双向角接触推力球轴承 .....	37
丝杠传动用超精密角接触推力球轴承 .....	37
超精密轴向-径向圆柱滚子轴承 .....	37
SKF—一家知识工程公司 .....	38

# 718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承

机床和其它精密应用场合需要轴承具有卓越的性能。提高速度性能、增强运转精度、提高系统刚度、降低热量生成、降低噪音和振动是轴承行业面临的几大难题。

为了满足精密应用场合对性能的高标准要求，SKF开发出了新系列的718(SEA)超精密角接触球轴承。新系列的718(SEA)<sup>1)</sup>超精密角接触球轴承具有的特征包括：

- 高速性能
- 高刚度
- 延长疲劳寿命
- 方便安装
- 紧凑型横截面

718(SEA)系列的超精密角接触球轴承在要求高可靠性和高精度的应用场合提供最优的性能，其主要应用于机床，多轴钻头，机器人手臂以及测量设备。



<sup>1)</sup> 如果适用，括号和斜体中的型号指的就是SNFA中的型号。

# 系列范围

718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承中的全钢轴承和混合陶瓷球轴承都为标准供应产品。这两种轴承适用的轴径范围都为10至160毫米，而且这两种轴承都有两个接触角可选。718(SEA)系列的超精密角接触球轴承，像所有的角接触球轴承一样，在承受轴向载荷的时候，基本上都是与第二颗轴承相互调节或者配组使用。适合于成组安装的轴承现有各种预负荷等级。SKF能按照客户的要求，提供各种预负荷等级的配组轴承组。

## 设计

718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承(→图1)具有的特点是，有一个对称内圈和一个不对称外圈，这种配置使得轴承能承受径向载荷和一个方向的轴向载荷。

718(SEA)系列的轴承具有的特征包括：

- 15° 和 25°的接触角
- 最大化的球数量
- 轻质的酚醛树脂保持架
- 经过优化的倒角设计

由于有两种类型的接触角可供选择，所以设计人员可以根据轴向载荷、速度性能和刚性要求，对轴承的选型进行优化。每个轴承拥有最多的球的数量，从而能确保轴承具有最大的承载能力。

外圈引导保持架的设计旨在确保为球/滚道接触区域提供足够的润滑。内圈和外圈(→图2)的倒角形状经过优化后，不仅使安装简单，而且降低了损伤相关部件造成的风险。

## 轴承变体

不同的精密应用工作条件，对轴承的要求也有所不同。为此，我们提供了四种不同的SKF超精密角接触球轴承718(SEA)系列供您挑选。



## 接触角度

718(SEA)系列的轴承采用(→图3)中的标准接触角:

- 15°接触角, 型号后缀为CD(1)
- 25°接触角, 型号后缀为ACD(3)

接触角为25°的轴承主要应用在高轴向刚性或高轴向承载能力的应用场合。

## 滚动体材料

718 (SEA)系列的轴承采用(→图4)中的标准滚动体材料:

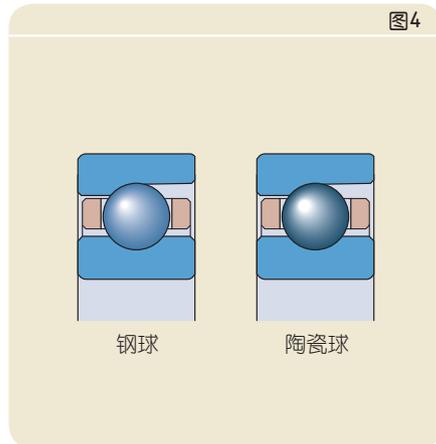
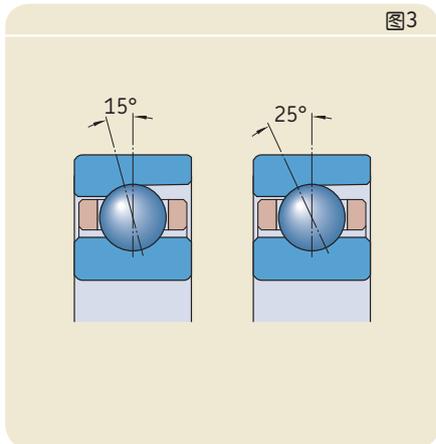
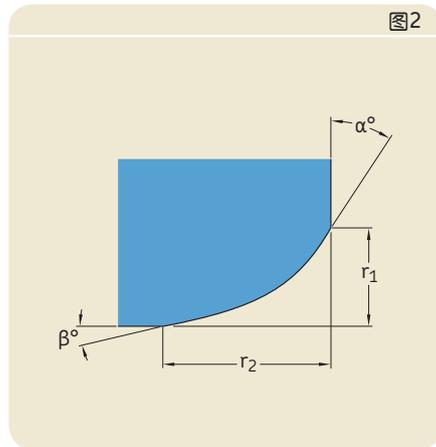
- 钢球, 无型号后缀
- 陶瓷球(氮化硅), 型号后缀HC (NS)

因为陶瓷球比钢球更轻, 更硬, 所以与同等大小的全钢轴承相比, 混合陶瓷球轴承的刚性更好, 转速能力也更高。陶瓷球的重量轻有助于降低轴承的离心力, 有助于轴承产生更少的热量。对需要频繁快速启动和停止的机床应用场合来说, 低离心力尤其重要。减少轴承产生的热量意味着降低能耗和延长润滑剂的使用寿命。

## 单个轴承和配组轴承组

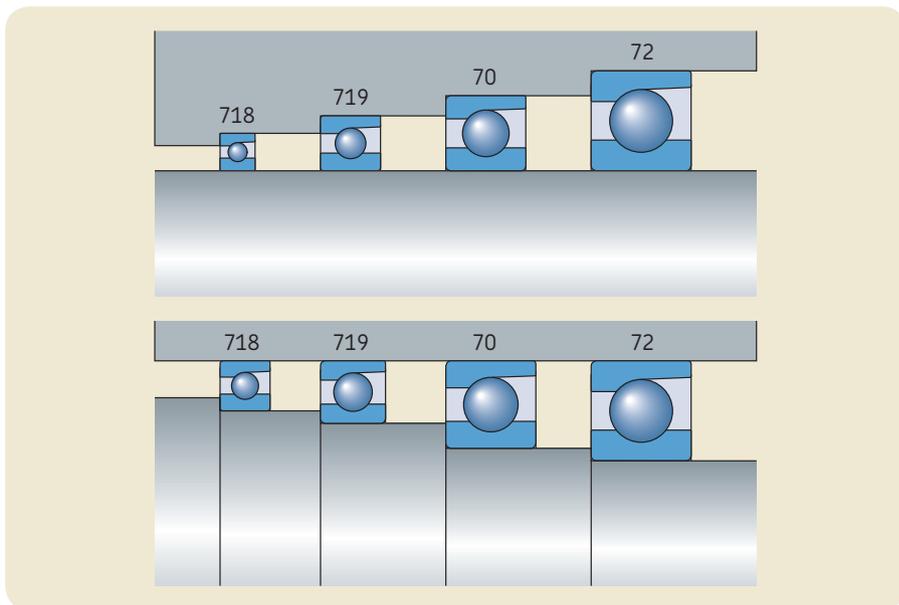
718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承以如下的形式存在:

- 单个标准轴承
- 单个通用配组轴承
- 配组轴承组
- 通用配组轴承组



### 系列比较

与其他系列的超精密角接触球轴承相比, 718(SEA)系列的轴承的横截面更小。如果外径固定, 718(SEA)系列的轴承能适用于最大的轴径, 而且因为小球数量的更多, 所以刚性也相应增加了。



# 应用场合

718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承为各种应用场合提供了一系列的解决方案。这款轴承具有高刚性，在高转速下跳动极小，能为各种应用场合带来各种优势。SKF的物流系统遍布全球，为全球各地的客户供应轴承。

## 应用场合

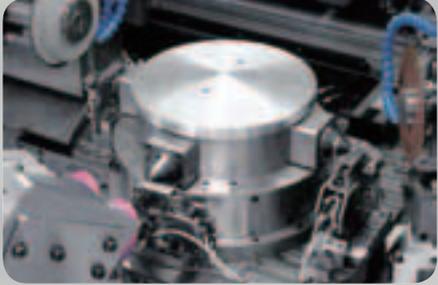
- 机床
- 机器人
- 印刷
- 测量设备
- 赛车车轮

## 要求

- 高定位精度
- 可靠的重复性定位
- 耗能少
- 使用寿命长
- 安装简易
- 增加设备正常工作时间
- 紧凑设计、高功率密度

## 解决方案





# 轴承选型

对于有高速高精度要求的应用，轴承的选型至关重要。718(SEA)系列的四种SKF超精密角接触球轴承变体非常适合这些应用场合。

选择718(SEA)系列轴承的主要标准是：

- 精度
- 刚性
- 转速
- 载荷

## 精度

对于滚动轴承，精度由旋转精度和尺寸精度的公差等级来描述。选择718(SEA)系列的轴承时，应考虑如下因素：

- 所有轴承变体都是按照P4(ABEC 7)公差等级标准进行生产。
- 所有轴承变体都能根据客户的要求按照P2(ABEC 9)公差等级标准进行生产。

## 刚性

在精密应用领域，轴承配置的刚性极其重要，因为在载荷作用下的弹性变形的大小决定了设备的生产率和加工精度。除了轴承的刚性影响着系统的刚性外，轴承数量和位置等其他因素也能影响系统的刚性。

选择718(SEA)系列的轴承(SEA)时，应考虑如下因素：

- 与钢球相比，陶瓷球的刚性更好
- 大接触角度能提供大的轴向刚性
- 背对背配置的轴承能提供最大的刚性

- 对于不对称配组轴承组来说，优先选择等级为A、B、或C的预负荷。

## 转速

高速应用场合需要运行温度较低，摩擦很小的类似718(SEA)系列的角接触球轴承。

选择该系列的轴承时，应考虑如下因素：

- 一般情况下，轴承在使用润滑油润滑条件下比使用润滑脂条件下能运行更高的转速。
- 润滑油润滑能达到的转速会根据油润滑的方式不同而变化；
- 与同等尺寸的全钢轴承相比，混合陶瓷球轴承的转速能力更高。
- 增大接触角度会降低转速能力。
- 对不对称的配组轴承组来说，优先选择等级为L、M、或F的预负荷。

## 载荷

在高速精密的应用场合，轴承的承载能力不像一般工程应用那样重要。角接触球轴承能同时承受轴向和径向载荷。如果联合载荷存在，载荷的方向在轴承的选型过程中也是一个很重要的因素。

选择718(SEA)系列的轴承时，应考虑如下因素：

- 接触角越大，轴向承载能力越大
- 增加串联轴承时，能增加轴向承载能力。



# 轴承配置设计

可以使用单个轴承或轴承组来设计轴承配置。第10页上的表格1中，列举了三轴承配置的多重订货方式。

## 单个轴承

718(SEA)系列的单个SKF超精密角接触球轴承有标准轴承和通用配组轴承两款。订购单个轴承时，请说明您所需单个轴承的数量。

## 标准轴承

只有每个轴承位置上只用一个轴承时，才能用标准轴承进行配置。

尽管标准轴承的轴承套圈的宽度公差非常小，但是这些轴承也不适合在没有选配的条件下彼此相邻安装。

## 通用配组轴承

通用配组轴承为专门制造，以便直接相邻的任意顺序安装，不用垫片或类似装置，就可以得到给定的预负荷和/或均匀的载荷分布。这些轴承能够任意顺序安装成期望的轴承配置。SKF现提供的单个通用配组轴承有三个预负荷等级，其型号后缀为G(U)。

## 轴承组

718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承现有配组轴承组或通用配组轴承组两种类型。对于不对称的轴承配置，配组轴承组可以根据刚性和转速要求提供多种选择。

订购轴承组时，请说明您所需轴承组的数量(型号中定义了每组中单个轴承的数量)。

## 配组轴承组

SKF可以提供主要由两个，三个或四个精密角接触球轴承组成一个完整的轴承组。配组的轴承组在生产时就相互配对好，这样轴承直接相邻安装后，不用垫片或类似装置，就可以获得预定的预负荷和均匀的载荷分布。

配组轴承组轴承的内径和外径进行过了选配，同组内相差不容许超出直径公差的1/3。所以，相对于单个通用配组轴承的组合，配组轴承组能获得安装后更均匀的载荷分布。

对称配置的配组轴承组能提供三种不同的预负荷等级，不对称配置的配组轴承组能提供六种不同的预负荷等级。

## 通用配组轴承组

通用配组轴承组中的轴承能按照客户期望的配置要求任意顺序进行安装。通用配组轴承组轴承的内径和外径进行过了选配，同组内相差不容许超出直径公差的1/3。所以，相对于单个通用配组轴承的组合，通用配组轴承组能获得安装后更均匀的载荷分布。

通用配组轴承组能提供三个不同的预负荷等级。与单个通用配组轴承一样，这些轴承的型号后缀也为G(U)，但是后者型号的所在位置与前者型号的所在位置有所不同(→表格1，第10页)。

## 配置类型

通用配组轴承和配组轴承组能按照刚性和轴向载荷要求进行不同配置。图1中除列举了所有可能的配置之外，也包括型号后缀，这些型号后缀适用于配组轴承组。

### 背对背轴承配置

背对背配置中，轴承的载荷线沿着轴承轴线分散。背对背配置的轴承可以在两个方向承受轴向载荷，但在每个方向上仅由一个轴承或轴承组承载。背对背配置的轴承相对刚性好，而且可以承受倾覆力矩。

### 面对面轴承配置

面对面配置中，轴承的载荷线沿着轴承轴线聚合。面对面配置的轴承可以在两个方向承受轴向载荷，但在每个方向上仅由一个轴承或轴承组承载。面对面配置的轴承的刚性不如背对背配置的轴承，而且不太适合承受倾覆力矩。

### 串联轴承配置

串联配置中，轴承的载荷线是平行的。因此，轴向和径向载荷平均分配在轴承上。但轴承组仅能承受一个方向上的轴向载荷。如果轴向载荷作用于反方向，或存在联合载荷，应该增加一个用于调整串联配置的能承受相反方向载荷的轴承(组)。

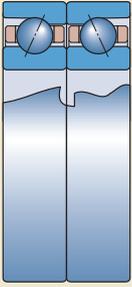
表格1

#### 三轴承配置(轻预负荷)的订货示例

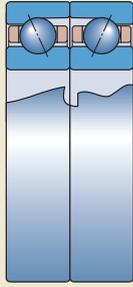
设计准则	订货内容	型号 <sup>1)</sup>	订货示例
轴承配置未知，	三个单个通用配组轴承。	718 ..DG../P4.. (SEA ..7 CE..U..)	3 × 71810 CDGA/P4 (3×SEA50 7CE1 UL)
轴承配置未知，客户希望能改善轴承的载荷分配情况。	三个轴承组成的通用配组轴承组。	718 ..D/P4TG.. (SEA ..7 CE..TU..)	1 × 71810 CD/P4TGA (1×SEA50 7CE1 TUL)
轴承配置未知，需要轴承具有很高的刚度。	三个轴承组成的配组轴承组	718 ..D/P4T.. (SEA ..7 CE..T..)	1 × 71810 CD/P4TBTA (1×SEA50 7CE1 TD14,4DaN)
轴承配置未知，需要具有很高的速度	三个轴承组成的配组轴承组	718 ..D/P4T.. (SEA ..7 CE..T..)	1 × 71810 CD/P4TBTL (1×SEA50 7CE1 TDL)

<sup>1)</sup> 欲知型号的更多详情，请参考28页和29页中的表格15。

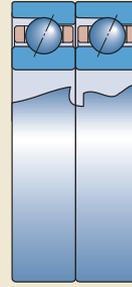
两个轴承组成的配组轴承组



背对背配置  
型号后缀 DB (DD)

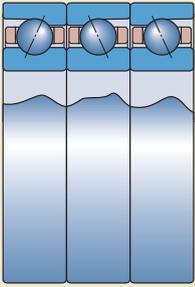


面对面配置  
型号后缀 DF (FF)

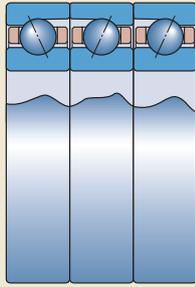


串联配置  
型号后缀 DT (T)

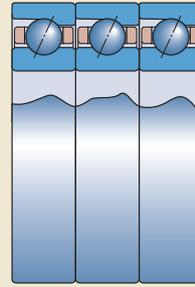
三个轴承组成的配组轴承组



背对背串联配置  
型号后缀 TBT (TD)

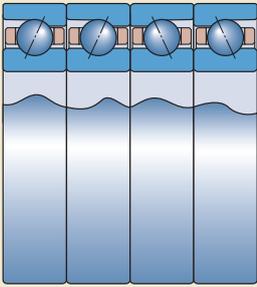


面对面串联配置  
型号后缀 TFT (TF)

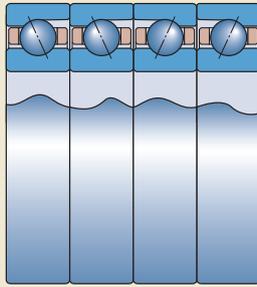


串联配置  
型号后缀 TT (3T)

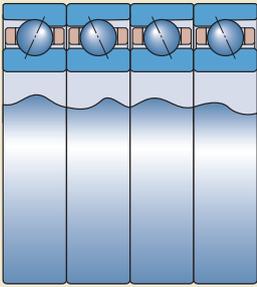
四个轴承组成的配组轴承组



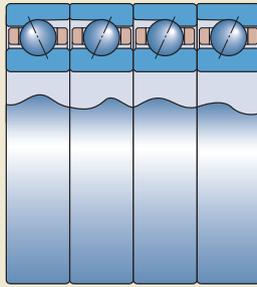
串联背对背配置  
型号后缀 QBC (TDT)



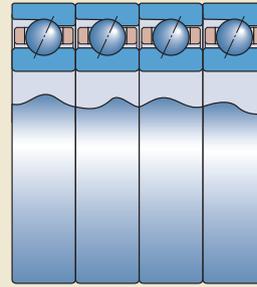
串联面对面配置  
型号后缀 QFC (TFT)



背对背串联配置  
型号后缀 QBT (3TD)



面对面串联配置  
型号后缀 QFT (3TF)



串联配置  
型号后缀 QT (4T)

## 应用实例

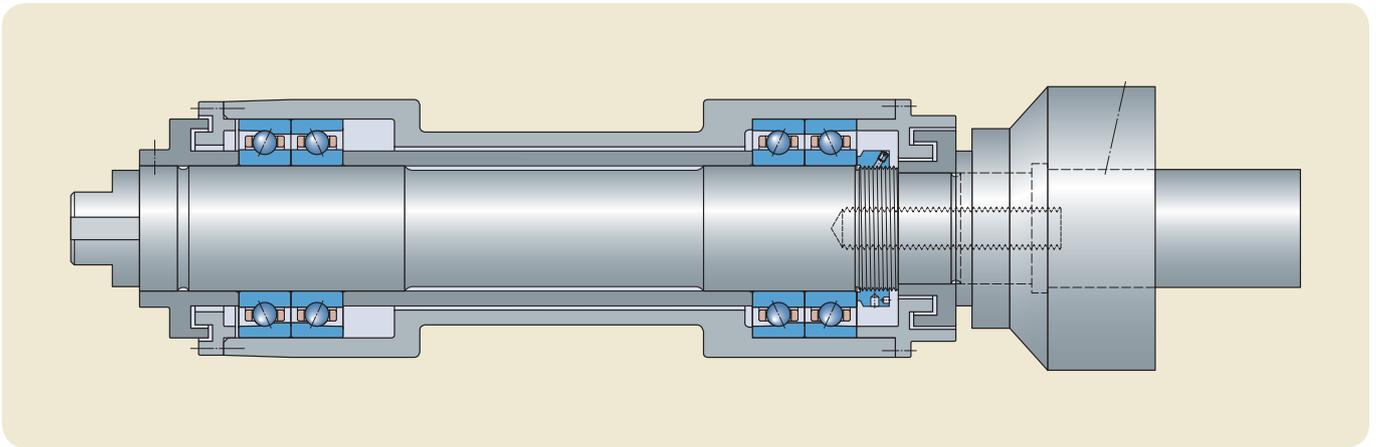
超精密角接触球轴承通常应用于机床行业，但不局限于机床应用。根据机床类型及其用途，机床主轴对轴承配置也有不同的需求。例如车床主轴通常以相对较低的转速切削金属。切削深度和进给速度经常需要达到极限。因此，高刚性和高承载能力是其重要的运行要求。

但需要更高转速时，例如高速加工中心，铣削加工和磨削加工，通常需与刚性和承载能力进行折衷选择。在高速应用中，另外一个挑战是控制轴承的发热。

对于任意精密应用场合来说，总会找到一个优化配置，能使刚性、承载能力、轴承发热和轴承使用寿命四者间达到最佳平衡。

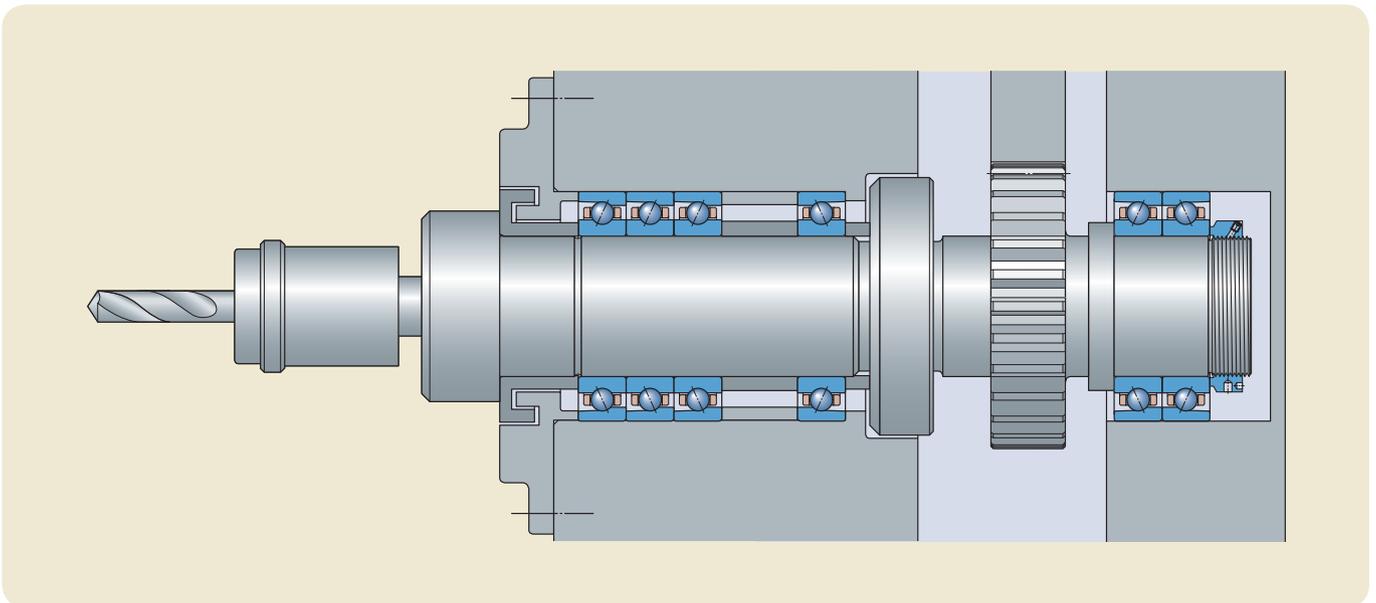
### 工具架套筒

当空间有限，载荷相对较轻时，适合选用两组超精密角接触球轴承组(例如：71801 ACD/P4DBB (SEA12 7CE3 DDM))。

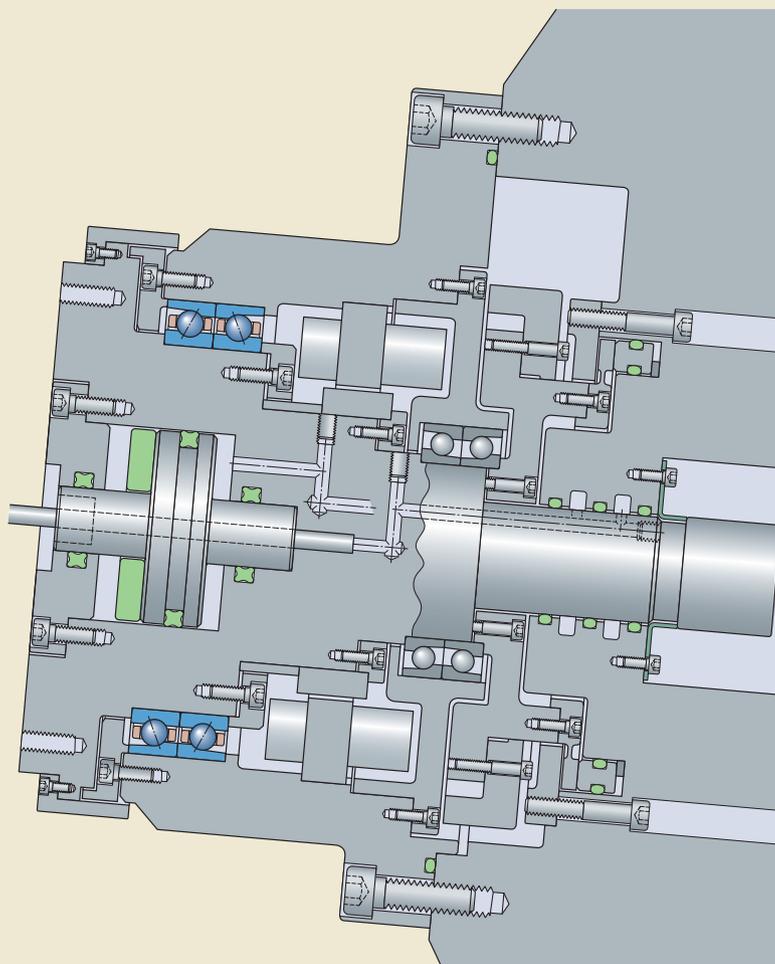


### 多头钻

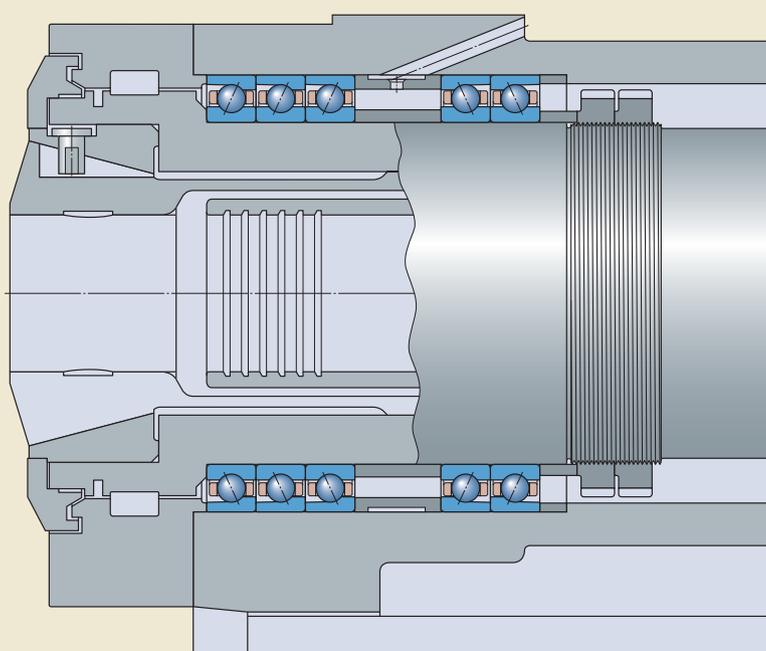
多头钻的应用中径向空间有限，而且轴向刚性非常重要，适合选用四个一组的背对背串联配置的超精密角接触球轴承组(例如：71802 ACD/P4QBTA (SEA15 7CE3 3TD27, 2DaN))并且与精密配组的隔圈一起使用。



**砂轮头架**  
 在砂轮头架的应用中，刚性非常重要，但可用空间有限，适合选用两个一组的超精密角接触球轴承组(例如：71824 ACD/P4DBB (SEA120 7CE3 DDM))。



**车床主轴**  
 车床主轴需要夹持更大直径的工件，适合选用五个一组的超精密角接触球轴承组(例如：71818 ACD/P4PCB (SEA90 7CES 3TDT 45DaN))并且与精密配组的隔圈一起使用。



# 润滑

对于某一应用的润滑剂和润滑方式的选择，主要取决于工作条件(如许用温度或转速)，但也可能由相邻零部件(如齿轮)的润滑所决定。

要在滚动体和滚道间形成足够的油膜，只需要极少量的润滑剂。因此，超精密轴承使用润滑脂润滑变得越来越普遍。使用润滑脂润滑时，流体动力摩擦损失小，能保持很低的工作温度。然而，当转速非常高时，轴承应该使用润滑油润滑，因为在该条件下润滑脂的使用寿命太短，且润滑油能提供额外的冷却效果。

## 润滑脂润滑

在大多数超精密角接触球轴承的应用中，采用矿物基油和锂基增稠剂的润滑脂比较合适。这种润滑脂能充分粘附在轴承表面，并且能在-30至+100 °C的温度范围内使用。对于轴承在高速和高温条件下，又

要求较长的使用寿命时，以合成油为基油的润滑脂(例如以脂油为基油的SKF LGLT 2)就已被证明非常有效。

## 初始填脂

在高速应用中，初始润滑脂的填充量应小于轴承可用空间的30%。初始填充量取决于轴承尺寸和速度系数，

$$A = n d_m$$

其中

A = 速度系数 [mm/最小值]

n = 转速 [r/最小值]

$d_m = \text{轴承平均直径}$   
 $= 0,5 (d + D) [\text{mm}]$

初始润滑脂填充量能够根据如下公式估算

$$G = K G_{\text{ref}}$$

其中

G = 初始润滑脂填充量 [cm<sup>3</sup>]

K = 计算系数取决于速度系数 A  
 (→图表1)

G<sub>ref</sub> = 参考润滑脂填充量  
 (→表格2) [cm<sup>3</sup>]

表格 1

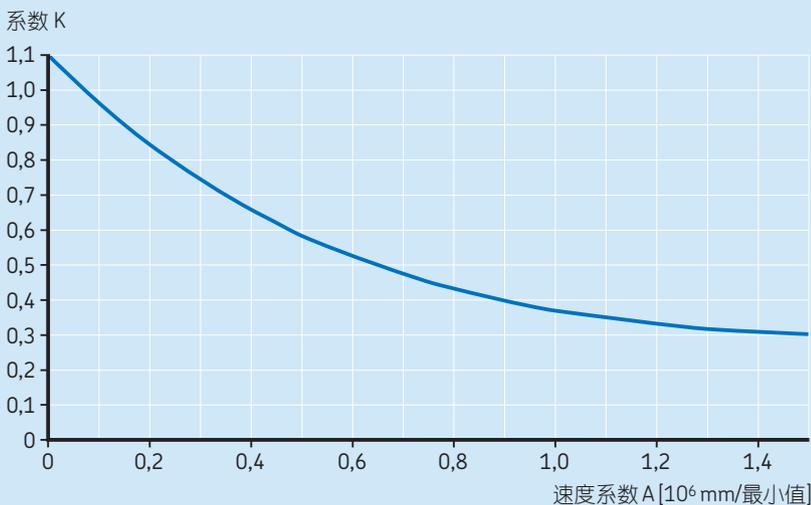
### 初始润滑脂填充量的参考值

轴承内径	尺寸	参考润滑脂量 <sup>1)</sup>
d		G <sub>ref</sub>
mm	-	cm <sup>3</sup>
10	00	0,06
12	01	0,07
15	02	0,08
17	03	0,09
20	04	0,18
25	05	0,21
30	06	0,24
35	07	0,28
40	08	0,31
45	09	0,36
50	10	0,5
55	11	0,88
60	12	1,2
65	13	1,3
70	14	1,4
75	15	1,5
80	16	1,6
85	17	2,7
90	18	2,9
95	19	3,1
100	20	3,2
105	21	4
110	22	5,1
120	24	5,5
130	26	9,3
140	28	9,9
150	30	13
160	32	14

<sup>1)</sup> 对应30%的填充量

图表 1

### 首次填充润滑脂(估算)的系数K



## 润滑脂润滑轴承的跑合

润滑脂润滑的超精密轴承(718(SEA)系列)在开始运转阶段具有较高的摩擦力矩,如果轴承不经过跑合期就在高速下运转,温升会过高。高的摩擦力矩是由于润滑脂的搅拌所造成的,需要花费一段时间把多余的润滑脂从接触区域排出。跑合期可以通过在装配阶段把少量的油脂均匀地分布在轴承的两侧来缩短。相邻轴承间的隔圈应用也是有益的。(→使用隔圈可以对单个轴承的预负荷进行调整, 20页)

使工作温度稳定所需要的时间取决于许多因数-润滑脂的类型, 填脂量, 将润滑脂填入轴承的方法, 轴承类型和内部结构以及跑合程序(→ 表格2)等。

在正确的跑合运转后, 轴承可以在只需要极少量润滑剂的条件下工作, 从而实现最低的摩擦力矩和温度。留在轴承两

侧的润滑脂作为储备, 其中的润滑油能够流入滚道为长期运行提供充足的润滑剂。

有几种方式来完成跑合, 在一切可能的地方, 不管选择什么样的跑合程序, 跑合都应该包括轴承的顺时针和逆时针工作。

标准的跑合程序总结如下:

- 1 选择低的初始速度及相对小的速度增量间隔。
- 2 确定绝对温度上限, 通常为60-65 °C。建议在机床上安装温度限制开关, 如果温度超过上限, 立即停止主轴运转。
- 3 在选定的初始速度下开始运行。
- 4 采取措施, 监测轴承外圈位置的温度, 避免温度超过上限, 等待温度稳定。如果温度达到上限, 停止运转, 让轴承冷却。待轴承冷却之后, 以同样的速度重新启动, 等待温度稳定。

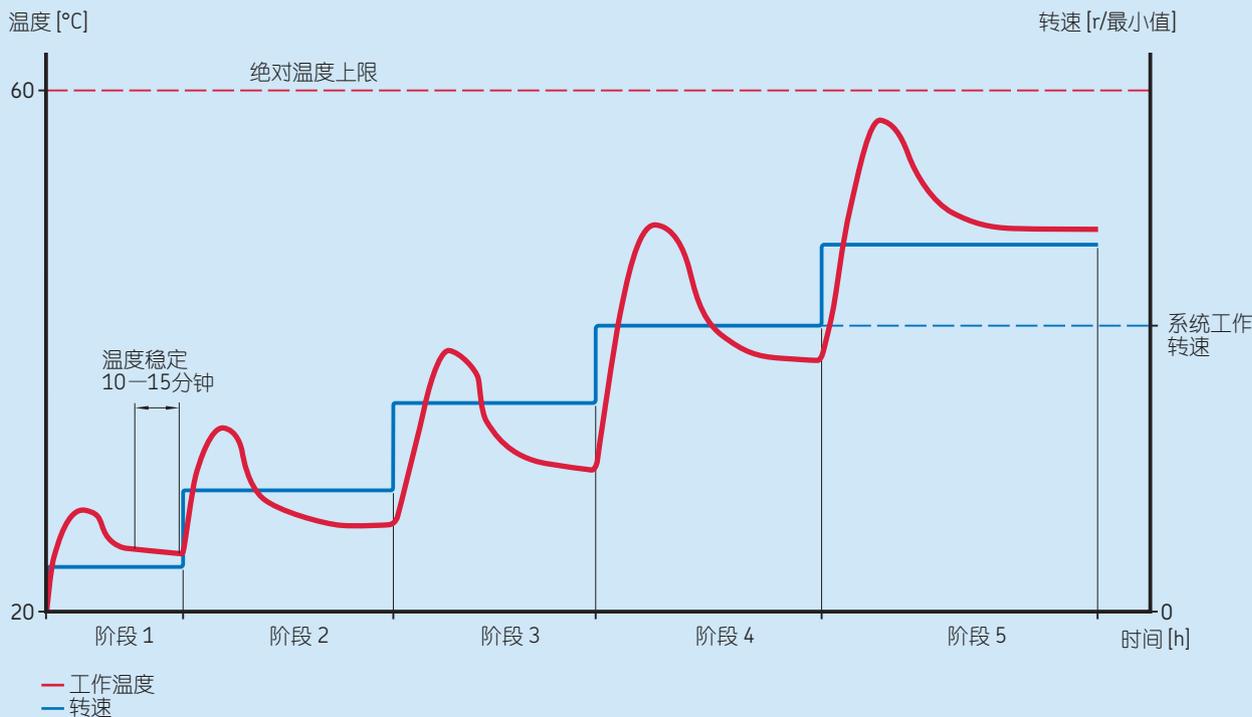
- 5 按照某一间隔提高转速, 重复步骤4。
- 6 按照每个间隔增加转速, 在每个阶段, 让温度稳定在上限以下。当某一间隔速度大于系统工作速度时, 这个步骤才算完成。这样做可使轴承在正常工作时保持较低温升。这才是正确的跑合。

这种标准的跑合程序比较费时, 总的跑合时间可能需要8-10小时。

快速跑合程序减少阶段数, 尽管每个阶段必须重复循环多次, 但每个循环仅几分钟的时间。总的跑合时间要远少于标准跑合时间。

图表2

跑合程序的图形表示



快速跑合程序的主要步骤总结如下：

- 1 将初始速度设定为最大许用转速的20-25%左右并且选择较大的速度增量间隔。
- 2 确定绝对温度上限，通常为60-65 °C。建议在机床上安装温度限制开关，如果温度超过上限，立即停止主轴运转。
- 3 在选定的初始速度下开始运行。
- 4 监测轴承外圈位置温度，直到温度达到极限值。监测过程中要时刻注意，因为温度上升可能非常快。
- 5 停止运行，让轴承外圈降温5至10 °C。
- 6 以同样的速度重新启动，监测温度，直到温度再次达到极限值。
- 7 重复步骤5和6，直到温度稳定在极限值以下。当温度峰值低于报警极限值时，轴承就在该特定速度下进行跑合。
- 8 按照某一增量间隔增加转速，重复步骤4-7。
- 9 当按照某一增量间隔增加转速后的速度大于系统工作速度时，这个步骤才算完成。这样就可使轴承在正常工作期间保持低温，这才是正确的跑合。

## 油润滑

在许多应用场合推荐用油润滑，因为可采用适当的供油方式以适应工作条件和机器设计。

## 油气润滑方式

对于典型的使用718(SEA)系列的轴承布置，高的工作转速和必要的低工作温度通常需要使用油气润滑系统。油气润滑方式又称油点法，通过压缩空气直接将精确定量的润滑油注入到每个轴承。

对于配组轴承组，每个轴承都是通过单独的喷油嘴供油的。大多数设计中包括与喷油嘴成套使用的隔圈。高速运行的每个轴承的供油量推荐值可由如下公式得出：

$$Q = 1,3 d_m$$

式中

$$Q = \text{润滑油的流量 [mm}^3/\text{h]}$$

$$d_m = \text{轴承平均直径}$$

$$= 0,5 (d + D) [\text{mm}]$$

计算的润滑油流量必须在运行中验证，并且根据温升情况进行调整。

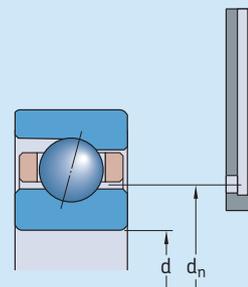
通过计量单元，每隔设定的时间间隔，润滑油供应至输油管，在压缩空气的作用下，沿着输油管内壁“爬向”油嘴，在那里注入轴承。

喷油嘴应当放置在正确的位置(→表格2)，以确保润滑油能进入滚动体和滚道的接触区域，且避免与保持架的干涉。

对于超精密角接触球轴承的润滑，通常建议使用不含极压添加剂的高品质润滑油。一般使用40 °C时的粘度为40至100 mm<sup>2</sup>/s的润滑油。过滤等级为(<5 μm)的过滤器必须要配合使用。

表格2

油气润滑的油喷嘴位置



轴承内径	尺寸	油喷嘴位置
d		d <sub>n</sub>
mm	-	mm
10	00	13,4
12	01	15,4
15	02	18,4
17	03	20,4
20	04	24,5
25	05	29,5
30	06	34,5
35	07	39,5
40	08	44,5
45	09	50,0
50	10	55,6
55	11	61,3
60	12	66,4
65	13	72,4
70	14	77,4
75	15	82,4
80	16	87,4
85	17	94,1
90	18	99,1
95	19	104,1
100	20	109,1
105	21	114,6
110	22	120,9
120	24	130,9
130	26	144,0
140	28	153,2
150	30	165,6
160	32	175,6

# 轴承数据 —— 概述

## 尺寸

718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承的外形尺寸符合ISO 15:2011的标准。

## 倒角尺寸

产品表中列举了倒角尺寸在轴向( $r_1$ ,  $r_3$ )和径向( $r_2$ ,  $r_4$ )上的最小值。内圈和外圈推力侧的倒角值符合ISO 15:2011标准,外圈非推力侧的倒角值没有标准化。

最大倒角极限值符合ISO 582:1995标准。

## 公差

标准718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承按P4公差等级制造,符合ISO 492:2002的标准。有需要时,可以提供更高精度公差等级P2的轴承。

公差值列举如下:

- P 4(ABEC 7)公差等级见表1
- P 2(ABEC 9)公差等级见18页表2

表格1

### P4(ABEC 7)公差等级

内圈 d		$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{ds}$		$V_{dp}$	$V_{dmp}$	$\Delta_{Bs}$		$\Delta_{B1s}$		$V_{Bs}$	$K_{ja}$	$S_d$	$S_{ja}$
超过	包括	高	低	高	低	最大值	最大值	高	低	高	低	最大值	最大值	最大值	最大值
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
2,5	10	0	-4	0	-4	4	2	0	-40	0	-250	2,5	2,5	3	3
10	18	0	-4	0	-4	4	2	0	-80	0	-250	2,5	2,5	3	3
18	30	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-120	0	-250	2,5	3	4	4
30	50	0	-6	0	-6	6	3	0	-120	0	-250	3	4	4	4
50	80	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-150	0	-250	4	4	5	5
80	120	0	-8	0	-8	8	4	0	-200	0	-380	4	5	5	5
120	150	0	-10	0	-10	10	5	0	-250	0	-380	5	6	6	7
150	180	0	-10	0	-10	10	5	0	-250	0	-380	5	6	6	7

外圈 D		$\Delta_{Dmp}$		$\Delta_{Ds}$		$V_{Dp}$	$V_{Dmp}$	$\Delta_{Cs}$		$\Delta_{C1s}$		$V_{Cs}$	$K_{ea}$	$S_D$	$S_{ea}$
超过	包括	高	低	高	低	最大值	最大值	高	低	高	低	最大值	最大值	最大值	最大值
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
18	30	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-120	0	-250	2,5	4	4	5
30	50	0	-6	0	-6	6	3	0	-120	0	-250	2,5	5	4	5
50	80	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-150	0	-250	3	5	4	5
80	120	0	-8	0	-8	8	4	0	-200	0	-380	4	6	5	6
120	150	0	-9	0	-9	9	5	0	-250	0	-380	5	7	5	7
150	180	0	-10	0	-10	10	5	0	-250	0	-380	5	8	5	8
180	250	0	-11	0	-11	11	6	0	-300	0	-500	7	10	7	10

# 轴承预负荷

## 装配前轴承的预负荷

为了满足转速和刚性不同的需求，718(SEA)系列的轴承可以提供各种预负荷等级。对于高刚性比高转速更重要的应用场合，提供如下预负荷等级：

- A级，轻型预负荷
- B级，中型预负荷
- C级，重型预负荷

这些预负荷等级也适用于：

- 单个通用配组轴承
- 通用配组轴承组
- 所有配组轴承组

轴承的预负荷等级取决于接触角、轴承内部几何形状、轴承的尺寸。这些预负荷等级适用于两个轴承背对背或面对面配置而成的轴承组(见表格3)。

由三个或四个轴承组成的轴承组(属于A、B、C三种预负荷等级)的预负荷比两个轴承组成的轴承组的预负荷要重。用表格3中列举的值乘以如下系数就可计算出这些轴承组的预负荷：

- 对于TBT(TD)和TFT(TF)的配置，乘以1.35
- 对于QBT(3TD)和QFT(3TF)的配置，乘以1.6
- 对于QBC(TDT)和QFC(TFT)的配置，乘以2

对于高转速比高刚性更重要的应用场合，提供如下预负荷等级：

- L级，降低不对称轴承组的轻型预负荷
- M级，降低不对称轴承组的中型预负荷
- F级，降低不对称轴承组的重型预负荷

这些预负荷等级仅适用于TBT(TD)、TFT(TF)、QBT(3TD)和QFT(3TF)配置的不对称的配组轴承组。在这些情况下，由于高转速能力和低刚性，在预负荷等级相同的情况下，三个或四个轴承组成的轴承组的预负荷与两个轴承组成的轴承组的预负荷相同。TBT(TD)、TFT(TF)、QBT(3TD)和QFT(3TF)不对称轴承组的预负荷可从表格3中查到。

根据需要，可以提供特殊预负荷的轴承组。这种轴承组用型号后缀G后面附加一个数字标识。数字表示轴承组的平均预负荷值(daN)。特殊预负荷不适用于由三个或三个以上轴承组成的通用配组轴承组(后缀TG和QG)。

表格2

### P2(ABEC 9)公差等级

内圈 d		$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{ds}$		$V_{dp}$	$V_{dmp}$	$\Delta_{Bs}$		$\Delta_{B1s}$		$V_{Bs}$	$K_{ja}$	$S_d$	$S_{ja}$
超过	包括	高	低	高	低	最大值	最大值	高	低	高	低	最大值	最大值	最大值	最大值
mm		$\mu m$		$\mu m$		$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$		$\mu m$		$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$
2,5	10	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	0	-40	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
10	18	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	0	-80	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
18	30	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	50	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-4	0	-4	4	2	0	-150	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
80	120	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-200	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
120	150	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-250	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
150	180	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-250	0	-380	4	5	4	5
外圈 D		$\Delta_{Dmp}$		$\Delta_{Ds}$		$V_{Dp}$	$V_{Dmp}$	$\Delta_{Cs}$		$\Delta_{C1s}$		$V_{Cs}$	$K_{ea}$	$S_D$	$S_{ea}$
超过	包括	高	低	高	低	最大值	最大值	高	低	高	低	最大值	最大值	最大值	最大值
mm		$\mu m$		$\mu m$		$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$		$\mu m$		$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$
18	30	0	-4	0	-4	4	2	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	50	0	-4	0	-4	4	2	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-4	0	-4	4	2	0	-150	0	-250	1,5	4	1,5	4
80	120	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-200	0	-380	2,5	5	2,5	5
120	150	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-250	0	-380	2,5	5	2,5	5
150	180	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-250	0	-380	2,5	5	2,5	5
180	250	0	-8	0	-8	8	4	0	-350	0	-500	4	7	4	7

## 安装后轴承组的预负荷

通用配组轴承和配组轴承组安装后的预负荷比安装前的预负荷要大。预负荷的增加主要取决于如下因素：

- 与轴承配合的轴和轴承座内孔的实际公差
- 轴的转速，如果轴和轴承相互紧贴

预负荷的增加还有其它原因：

- 内圈、外圈和球之间的温差
- 轴和轴承箱材料的热膨胀系数不同
- 相关部件几何形状的偏差，例如：轴承座的圆柱度、垂直度、同轴度。

如果使用常见配合(js4轴公差和JS5轴承座孔公差以及符合P4公差等级生产的轴承)将轴承安装在钢轴和厚壁钢或铸铁轴承座上，就能很精准地测定轴承的预负荷，

$$G_m = f f_1 f_2 f_{HC} G_{A,B,C}$$

式中：

$G_m$  = 安装后轴承组的预负荷 [N]

$G_{A,B,C}$  = 安装前轴承组的预负荷  
(→表格3) [N]

$f$  = 取决于轴承尺寸的轴承系数  
(→表格4, 20页)

$f_1$  = 取决于接触角的修正系数  
(→表格5, 20页)

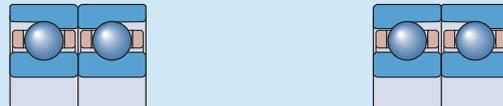
$f_2$  = 取决于预负荷等级的修正系数  
(→表格5, 20页)

$f_{HC}$  = 混合陶瓷球轴承的修正系数  
(→表格5, 20页)

有时可能需要非常紧的配合，例如非常高转速的主轴应用，离心力会使轴承与轴的配合变松。这些轴承的配置需要认真评估。

表格3

单个轴承，通用配组轴承和配组轴承组在安装前的轴向预负荷，背对背或面对面配置



轴承 内径	尺寸	轴向预负荷 轴承系列			718 CD (SEA CE1) 718 CD/HC (SEA/NS CE1) 预负荷等级		
		718 ACD (SEA CE3) 718 ACD/HC (SEA/NS CE3) 预负荷等级	A	B	C	A	B
d		A	B	C	A	B	C
mm	-	N					
10	00	16	48	100	10	30	60
12	01	17	53	105	11	33	66
15	02	19	58	115	12	36	72
17	03	20	60	120	12	37	75
20	04	32	100	200	20	60	120
25	05	35	105	210	22	66	132
30	06	37	110	220	23	70	140
35	07	39	115	230	25	75	150
40	08	40	120	240	26	78	155
45	09	41	125	250	27	80	160
50	10	60	180	360	40	120	240
55	11	87	260	520	55	165	330
60	12	114	340	680	70	210	420
65	13	115	345	690	71	215	430
70	14	117	350	700	73	220	440
75	15	120	360	720	76	225	450
80	16	123	370	740	78	235	470
85	17	183	550	1 100	115	345	690
90	18	184	555	1 110	116	350	700
95	19	186	560	1 120	117	355	710
100	20	190	570	1 140	120	360	720
105	21	200	600	1 200	130	390	780
110	22	260	800	1 600	160	500	1 000
120	24	280	850	1 700	180	550	1 100
130	26	325	980	1 960	210	620	1 230
140	28	380	1 140	2 280	240	720	1 440
150	30	430	1 300	2 590	270	820	1 630
160	32	450	1 350	2 690	280	850	1 700

## 恒定预负荷

对于精密和高速应用，恒定不变的预负荷非常重要。为了保持适当的预负荷，在轴承外圈和轴承座肩之间采用了校准的线性弹簧组(→图1)。采用弹簧，轴承在正常工作下的运动不会影响预负荷。但要注意的是，用弹簧预紧施加预负荷的轴承配置比采用轴向移位设置预负荷的轴承配置刚性等级要低。

## 通过轴向位移预紧

刚性和精确的轴向引导是轴承配置中的关键参数，尤其是当可变轴向力存在时更是

如此。在这种情况下，轴承组的预负荷通过调整轴承内外圈间的轴向相对位置获得。这种预紧方法非常有利于系统的刚性。然而，受轴承类型和滚动体材料的影响，预负荷随着转速的增加而显著增加。

通用配组轴承和配组轴承组按严格的技术条件生产，因此，如果安装适当，其可达到预定轴向位移，从而获得适当的预负荷。对于单个标准轴承，必须使用精密配组隔圈。

## 使用隔圈调整预负荷

在某些特定的情况下，可能必须优化轴承组的预负荷。通过在轴承间使用隔圈，能

增加或减少预负荷。在角接触球轴承中使用隔圈非常有优势，尤其当：

- 系统刚性需要增加；
- 油气润滑喷嘴必须尽可能接近轴承轴承滚道。
- 需要足够大的空间容纳多余的润滑油以减少轴承产生的热量。

通过磨削内隔圈或外隔圈能改变轴承组的预负荷。

表格6中提供了等高隔圈的那一侧面应该磨削的信息，并介绍了起到的效果。

表格7中列举了需要的隔圈高度减小的指导值。

为了获得最佳的轴承性能，隔圈在承载下不能变形。因此，轴承隔圈应该使用高级优质钢材制造以获得45-60 HRC的硬度。特别重要的是，表面平行度的形状误差不能超过1-2 μm。

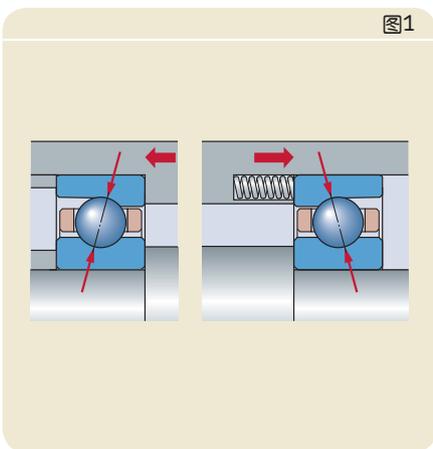
表格4

### 计算安装后轴承组预负荷的轴承系数

轴承内径 尺寸 轴承系数f

d		
mm	-	-
10	00	1,05
12	01	1,06
15	02	1,08
17	03	1,10
20	04	1,08
25	05	1,11
30	06	1,14
35	07	1,18
40	08	1,23
45	09	1,24
50	10	1,30
55	11	1,27
60	12	1,30
65	13	1,28
70	14	1,32
75	15	1,36
80	16	1,41
85	17	1,31
90	18	1,33
95	19	1,36
100	20	1,40
105	21	1,44
110	22	1,34
120	24	1,41
130	26	1,34
140	28	1,43
150	30	1,37
160	32	1,42

图1



表格5

### 计算安装后轴承组预负荷的修正系数

轴承系列	修正系数			$f_{HC}$
	$f_1$	$f_2$ 预负荷等级 A B C		
718 CD (SEA CE1)	1	1	1,09 1,16	1
718 ACD (SEA CE3)	0,97	1	1,08 1,15	1
718 CD/HC (SEA/NS CE1)	1	1	1,10 1,18	1,02
718 ACD/HC (SEA/NS CE3)	0,97	1	1,09 1,17	1,02

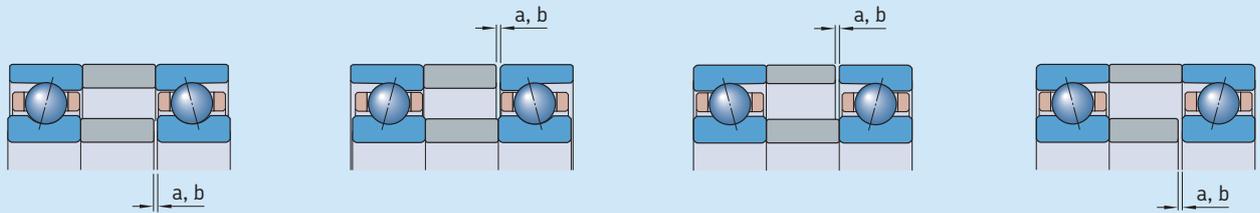
表格6

磨削隔圈的指导值

轴承组 预负荷改变	高度减少 值	需要调整的隔圈 轴承配组方式	
		背对背	面对面
<b>增加预负荷</b>			
从A至B	a	内隔圈	外隔圈
从B至C	b	内隔圈	外隔圈
从A至C	a + b	内隔圈	外隔圈
<b>减少预负荷</b>			
从B至A	a	外隔圈	内隔圈
从C至B	b	外隔圈	内隔圈
从C至A	a + b	外隔圈	内隔圈

表格7

隔圈高度减少的指导值



轴承 内径 直径 d	尺寸	需要减少的隔圈高度 适用于轴承系列			
		718 ACD (SEA CE3)		718 CD (SEA CE1)	
		a	b	a	b
mm	-	μm			
10	00	4	4	5	5
12	01	4	4	5	5
15	02	4	4	5	5
17	03	4	4	5	5
20	04	4	5	6	6
25	05	4	5	6	6
30	06	4	5	6	6
35	07	4	5	6	6
40	08	4	5	6	6
45	09	4	5	6	6
50	10	5	6	8	8
55	11	6	7	9	9
60	12	7	8	10	11
65	13	7	8	10	11
70	14	7	8	10	11
75	15	7	8	10	11
80	16	7	8	10	11
85	17	9	10	13	13
90	18	9	10	13	14
95	19	9	10	13	14
100	20	9	10	13	14
105	21	9	10	14	14
110	22	10	12	16	16
120	24	11	12	16	17
130	26	11	12	16	17
140	28	12	14	18	20
150	30	13	14	19	20
160	32	13	15	19	20

# 轴承轴向刚性

轴承的轴向刚性取决于轴承承受轴向载荷时的轴向变形，轴向刚性可以用承受的轴向载荷与轴承的轴向弹性变形的比率表示。但是，由于滚动轴承的弹性变形与载荷不是线性关系，所以轴向刚性也与载荷的大小相关。在给定载荷条件下，718(SEA)系列轴承的轴向刚性的精确值可以通过高级的计算机软件计算出，表格8中列举了相关的指导值。指导值适用于静态条件下安装后的，由两个全钢轴承采用背对背或面对面的方式配置，承受中型载荷轴承组。

由三个或四个轴承组成的轴承组的轴向刚性比由两个轴承组成的轴承组的轴向刚性要大。轴承组的轴向刚性可以用表格8中列举的值乘以由不同轴承配置和预负荷等级决定的系数计算得到。对于预负荷等级为A、B、C的轴承组而言，使用如下系数：

- 对于TBT (TD) 和TFT(TF)的配置，系数为1.45
- 对于QBT (3TD) 和QFT(3TF)的配置，系数为1.8
- 对于QBC (TDT) 和QFC(TFT)的配置，系数为2

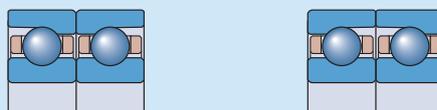
对于非对称的配组轴承组也可提供额外的预负荷等级L、M或F(→安装前轴承的预负荷，第18页)，这些非对称轴承组的轴向刚性可以用表格8中列举的值乘以如下系数计算得到。

- 对于TBT (TD) 和TFT(TF)的配置，系数为1.25
- 对于QBT (3TD) 和QFT(3TF)的配置，系数为1.45

混合陶瓷球轴承的轴向刚性的计算方法与全钢轴承的计算方法一样。但是，计算混合陶瓷球轴承的轴向刚性时，必须用计算的值乘以系数1.11(适用于所有的配置和预负荷等级)。

表格8

由两个轴承采用背对背或面对面的方式配置的轴承组的静态轴向刚性



轴承内径 d	尺寸	轴向刚性 适用于轴承系列 718 ACD (SEA CE3) 预负荷等级			718 CD (SEA CE1) 预负荷等级		
		A	B	C	A	B	C
mm	-	N/μm					
10	00	30	47	65	13	22	32
12	01	34	54	72	15	25	37
15	02	40	63	85	17	30	43
17	03	43	67	90	18	31	45
20	04	52	83	112	22	38	55
25	05	60	95	128	26	44	64
30	06	69	106	144	29	49	72
35	07	76	119	161	32	56	82
40	08	83	130	178	36	61	90
45	09	87	139	189	38	65	95
50	10	107	168	231	47	81	119
55	11	124	195	268	53	91	135
60	12	141	222	306	59	103	152
65	13	144	227	312	61	105	155
70	14	152	241	332	65	112	166
75	15	162	257	355	69	119	177
80	16	171	274	379	74	128	191
85	17	189	296	406	79	137	202
90	18	194	307	420	82	142	210
95	19	200	316	436	85	147	218
100	20	211	335	462	90	156	231
105	21	220	353	488	96	167	250
110	22	236	377	518	99	173	256
120	24	262	417	576	112	196	291
130	26	278	439	603	119	202	296
140	28	306	489	675	130	226	336
150	30	323	512	702	136	236	346
160	32	352	556	764	147	256	379

# 轴承套圈的安装和锁紧

轴承通常由端盖或是精密锁紧螺母(→图2)轴向固定在轴或轴承座上。为确保锁紧可靠, 这些部件都需要很高的几何精度和良好的机械强度。

用于拧紧高精锁紧螺母或端盖螺栓的锁紧力矩 $M_t$ , 必须大到阻止相邻元件相对运动, 提供正确的轴承位置, 并且同时确保轴承不变形以及减小材料疲劳失效。

## 锁紧力矩 $M_t$ 的计算

要精准地计算锁紧力矩 $M_t$ 是一件很难的事情。您可以参考如下公式, 但是操作过程中, 请以实际情况为准。精密锁紧螺母或端盖螺栓的轴向夹紧力为

$$P_a = F_s + (N_{cp}F_c) + G$$

精密锁紧螺母的锁紧力矩为

$$M_t = K P_a \\ = K [F_s + (N_{cp}F_c) + G]$$

端盖螺栓的锁紧力矩为

$$M_t = \frac{K P_a}{N_b}$$

$$M_t = \frac{K [F_s + (N_{cp}F_c) + G]}{N_b}$$

式中

$M_t$  = 锁紧力矩 [Nmm]

$P_a$  = 轴向夹紧力 [N]

$F_s$  = 最小轴向夹紧力 (→表格9) [N]

$F_c$  = 轴向安装力 (→表格9) [N]

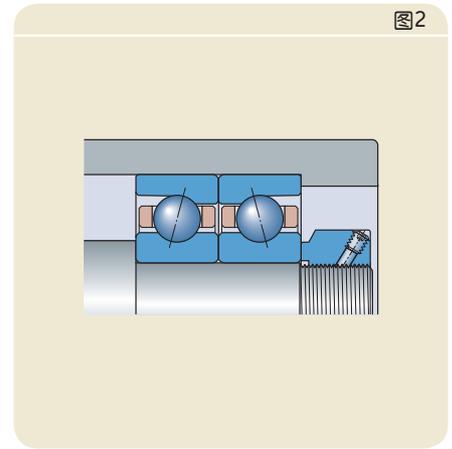
$G$  = 安装前轴承的预负荷

(→表格3, 19页) [N]

$N_{cp}$  = 预负荷轴承的数量

$N_b$  = 端盖螺栓的数量

$K$  = 取决于螺纹的计算系数(→表格10)



表格9

精密锁紧螺母和端盖的最小轴向夹紧力和轴向安装力

轴承内径	尺寸	最小轴向夹紧力	轴向安装力
d		$F_s$	$F_c$
mm	-	N	
10	00	370	240
12	01	430	210
15	02	550	180
17	03	600	160
20	04	950	250
25	05	1 200	210
30	06	1 400	180
35	07	1 600	210
40	08	1 800	180
45	09	2 400	190
50	10	2 900	180
55	11	3 300	230
60	12	3 300	240
65	13	4 700	260
70	14	5 000	240
75	15	5 500	230
80	16	5 500	300
85	17	7 500	550
90	18	8 000	500
95	19	8 000	480
100	20	8 500	460
105	21	9 000	450
110	22	11 000	600
120	24	12 000	600
130	26	17 000	900
140	28	16 000	800
150	30	21 000	1 000
160	32	23 000	1 000

表格10

锁紧力矩的计算系数 K

公称螺纹直径 <sup>1)</sup>	系数 K	
	精密锁紧螺母	端盖螺栓
mm	-	-
4	-	0.8
5	-	1.0
6	-	1.2
8	-	1.6
10	1.4	2.0
12	1.6	2.4
14	1.9	2.7
15	2.0	2.9
16	2.1	3.1
17	2.2	-
20	2.6	-
25	3.2	-
30	3.9	-
35	4.5	-
40	5.1	-
45	5.8	-
50	6.4	-
55	7.0	-
60	7.6	-
65	8.1	-
70	9.0	-
75	9.6	-
80	10.0	-
85	11.0	-
90	11.0	-
95	12.0	-
100	12.0	-
105	13.0	-
110	14.0	-
120	15.0	-
130	16.0	-
140	17.0	-
150	18.0	-
160	19.0	-

<sup>1)</sup> 仅适用于细牙螺纹

## 轴承组的承载能力

产品表中列出了适用于单列轴承的基本额定动载荷(C)、基本额定静载荷(C<sub>0</sub>)、疲劳载荷极限值(P<sub>u</sub>)。对于轴承组的承载能力, 应使用单列轴承的值乘以表格11中列举的相应计算系数。

## 当量轴承载荷

当计算718(SEA)系列预负荷轴承的当量载荷时, 必须将轴承的预负荷考虑在内。根据工作条件, 使用如下公式能计算背对背或面对面轴承组的轴向载荷分力F<sub>a</sub>。

径向载荷条件下, 使用过盈配合进行安装的轴承组

$$F_a = G_m$$

径向载荷条件下, 使用弹簧预紧的轴承组

$$F_a = G_{A,B,C}$$

轴向载荷条件下, 使用过盈配合进行安装的轴承组

$$F_a = G_m + 0,67 K_a \quad \text{当 } K_a \leq 3 G_m$$

$$F_a = K_a \quad \text{当 } K_a > 3 G_m$$

轴向载荷条件下, 使用弹簧预紧的轴承组

$$F_a = G_{A,B,C} + K_a$$

式中

F<sub>a</sub> = 轴向载荷分力 [N]

G<sub>A,B,C</sub> = 安装前轴承组的预负荷(→第19页, 表格3) [N]

G<sub>m</sub> = 安装后轴承组的预负荷(→第19页, 安装后轴承组的预负荷) [N]

K<sub>a</sub> = 施加在单个轴承的外部轴向力 [N]

## 当量轴承动载荷

适用于单列轴承和串联配置的轴承组

$$P = F_r \quad \text{当 } F_a/F_r \leq e$$

$$P = X F_r + Y F_a \quad \text{当 } F_a/F_r > e$$

适用于背对背或面对面配置的轴承组

$$P = F_r + Y_1 F_a \quad \text{当 } F_a/F_r \leq e$$

$$P = X F_r + Y_2 F_a \quad \text{当 } F_a/F_r > e$$

式中

P = 轴承组的当量动载荷 [kN]

F<sub>r</sub> = 施加在轴承组的径向载荷分力 [kN]

F<sub>a</sub> = 施加在轴承组的轴向载荷分力 [kN]

系数e、X、Y、Y<sub>1</sub>和Y<sub>2</sub>的值取决于轴承的接触角, 如表格12和13所示。接触角为15°时, 系数取决于f<sub>0</sub>F<sub>a</sub>/C<sub>0</sub>, 式中, f<sub>0</sub>和C<sub>0</sub>分别为计算系数和基本额定静态载荷, 具体数值请参考产品表。

## 当量轴承静载荷

适用于单列轴承和串联配置的轴承组

$$P_0 = 0,5 F_r + Y_0 F_a$$

适用于背对背或面对面配置的轴承组

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

式中

P<sub>0</sub> = 轴承组的当量静载荷 [kN]

F<sub>r</sub> = 施加在轴承组的径向载荷分力 [kN]

F<sub>a</sub> = 施加在轴承组的轴向载荷分力 [kN]

如果P<sub>0</sub> < F<sub>r</sub>, 则应使用P<sub>0</sub> = F<sub>r</sub>

系数Y<sub>0</sub>取决于轴承的接触角, 如表格12和13所示。

表格11

轴承组承载能力的计算系数

轴承数量	计算系数		
	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>
2	1,62	2	2
3	2,16	3	3
4	2,64	4	4

表格12

单列轴承和串联配置轴承组的计算系数

f <sub>0</sub> F <sub>a</sub> /C <sub>0</sub>	计算系数			
	e	X	Y	Y <sub>0</sub>
适用于15°接触角 型号后缀 CD (1)				
≤ 0,178	0,38	0,44	1,47	0,46
0,357	0,40	0,44	1,40	0,46
0,714	0,43	0,44	1,30	0,46
1,07	0,46	0,44	1,23	0,46
1,43	0,47	0,44	1,19	0,46
2,14	0,50	0,44	1,12	0,46
3,57	0,55	0,44	1,02	0,46
≥ 5,35	0,56	0,44	1,00	0,46
适用于25°接触角 型号后缀 ACD (3)				
-	0,68	0,41	0,87	0,38

## 可达转速

产品表中列出的轴承可达转速是指导值。适用于单个轴承在轻载荷( $P \leq 0,05 C$ )且采用较轻的弹簧预紧的条件下。此外,轴承组散热良好也是前提条件。

产品表中油润滑的可达转速值对应的是油气润滑,如果采用其它的油润滑方法,必须考虑转速能力减小。

产品表中脂润滑的可达到的转速值是指采用低稠度和低黏度的高效润滑脂能达到的最高转速。

如果单列轴承互相调节后能承受更重的预负荷,或者使用了轴承组,产品表中所列的可达转速将减小,为产品表中列

出的可达转速值乘以减速系数。减速系数取决于轴承配置和预负荷等级,如表格14所示。

如果转速能力不能达到应用要求,可以在轴承组中增加隔圈,这样就能显著提高轴承组的转速能力。

## 保持架

718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承采用了整体式的外圈引导的保持架(→图3),保持架的材料为纤维增强酚醛树脂,能经受120 °C的工作温度。

## 材料

718(SEA)系列的全钢角接触球轴承的圈和球都采用了SKF3级钢制造,符合ISO 683-17:1999标准。混合陶瓷球轴承的陶瓷球采用了轴承级别的氮化硅 $Si_3N_4$ 生产而成。

## 热处理

718(SEA)系列的SKF超精密角接触推力球轴承都经过了一种特殊的热处理,这种热处理能优化轴承的硬度和尺寸稳定性,使两者达到最佳平衡。轴承套圈和滚动体的硬度经过优化后降低了磨损。

表格13

采用背对背或面对面配置的轴承组的计算系数

$2 f_0 F_a / C_0$	计算系数				
	e	X	$Y_1$	$Y_2$	$Y_0$
适用于15°接触角 型号后缀 CD (1)					
$\leq 0,178$	0,38	0,72	1,65	2,39	0,92
0,357	0,40	0,72	1,57	2,28	0,92
0,714	0,43	0,72	1,46	2,11	0,92
1,07	0,46	0,72	1,38	2,00	0,92
1,43	0,47	0,72	1,34	1,93	0,92
2,14	0,50	0,72	1,26	1,82	0,92
3,57	0,55	0,72	1,14	1,66	0,92
$\geq 5,35$	0,56	0,72	1,12	1,63	0,92
适用于25°接触角 型号后缀 ACD (3)					
—	0,68	0,67	0,92	1,41	0,76



图3

表格14

轴承组的减速系数

轴承数量	轴承配置	型号后缀	减速系数 预负荷等级					
			A	L	B	M	C	F
2	背对背 面对面	DB (DD)	0,80	—	0,65	—	0,40	—
		DF (FF)	0,77	—	0,61	—	0,36	—
3	背对背串联 面对面串联	TBT (TD)	0,69	0,72	0,49	0,58	0,25	0,36
		TFT (TF)	0,63	0,66	0,42	0,49	0,17	0,24
4	串联背对背 串联面对面	QBC (TDT)	0,64	—	0,53	—	0,32	—
		QFC (TFT)	0,62	—	0,48	—	0,27	—

备注: 对于型号后缀为DT (T)且使用了弹簧预紧的串联轴承组, 减速系数为0.9。

## 轴承和轴承组的标识

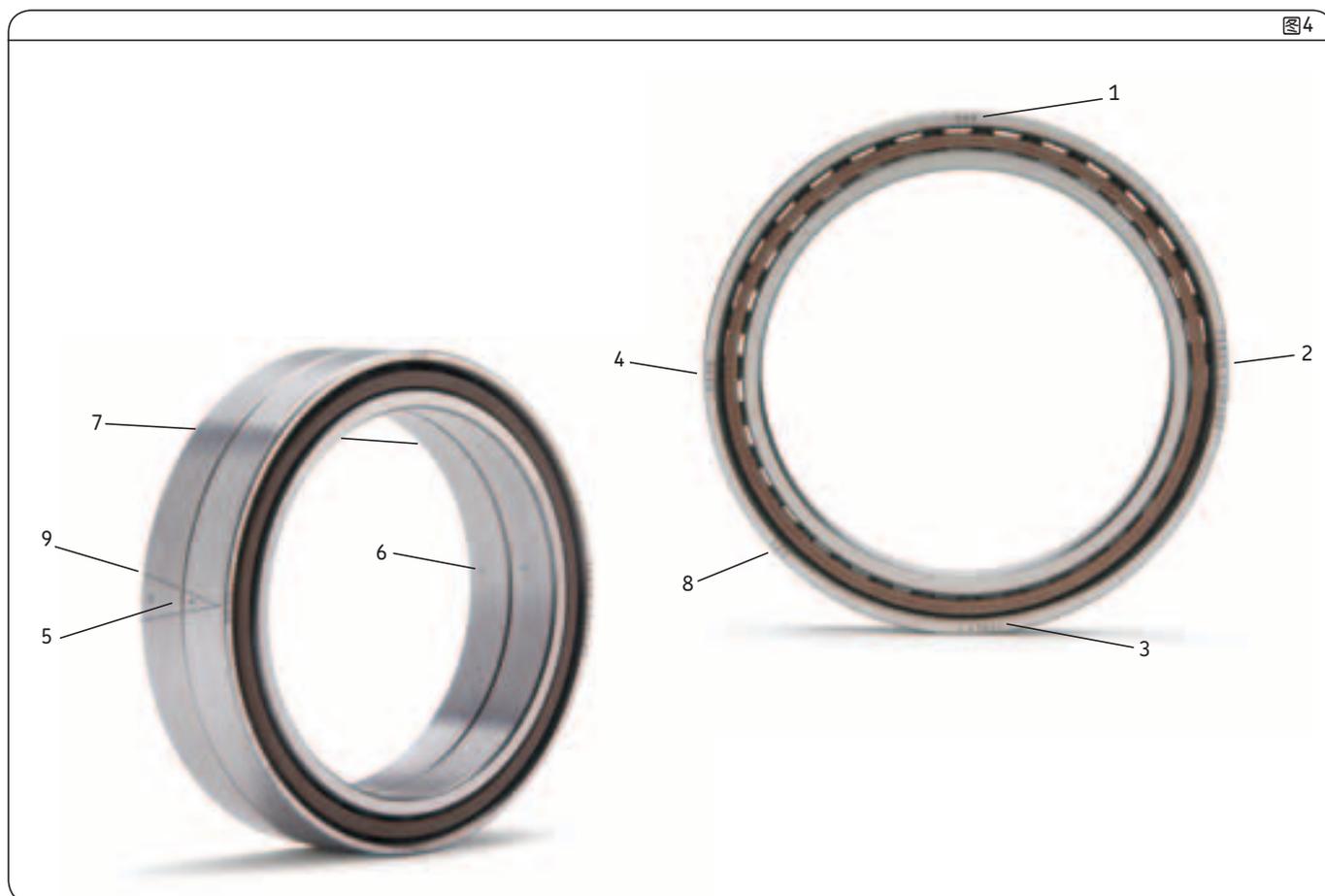
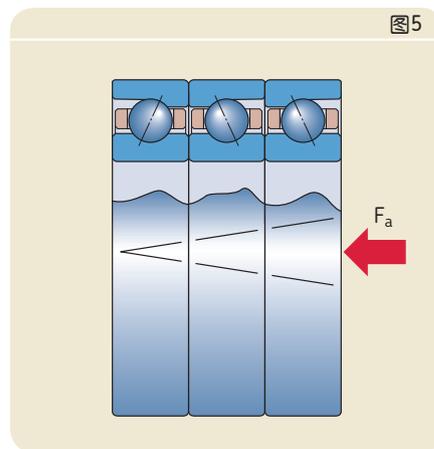
718(SEA)系列SKF超精密角接触球轴承的外圈表面(→图4)上都有不同的识别码:

- 1 SKF商标
- 2 轴承型号
- 3 生产国家
- 4 生产日期和编码
- 5 平均外径的偏差  
 $\Delta_{Dm}$  [ $\mu\text{m}$ ], 外圈最大偏心点的位置
- 6 平均内径的偏差  
 $\Delta_{dm}$  [ $\mu\text{m}$ ], 内圈最大偏心点的位置
- 7 推力面标志(打孔点)
- 8 序列号(仅限于轴承组)
- 9 “V”形标记(仅限于配组轴承组)

## “V”形标记

配组轴承组上额外的识别码标识了安装顺序和载荷方向的重要信息。外圈外表面的“V”形标记非常显眼,而且配组轴承组中的每个轴承上都有这种标记(→图5)。

“V”形标记正好位于套圈厚度最大处。标记位置能指导轴承安装以获取适当的预紧力,标记的开口方向为轴向部件作用在轴承内圈的作用力 $F_a$ 的方向。



## 包装

超精密轴承现已采用全新包装盒(→见图6)。  
每个包装盒内均附说明书, 以及安装信息。

## 型号系统

718(SEA)系列的SKF超精密轴承的型号系统  
及其定义如表格15所示(第28页和29页)。

图6



C

## 718(SEA)系列SKF超精密角接触球轴承的型号系统

单个轴承: 71830 CDGB/P2	718	30	CD	GB	/		P2		
	系列	尺寸	接触角	类型(单个轴承)		球材料	公差等级	配置	预负荷
配组轴承组: 71810 ACD/HCP4QBCA	718	10	ACD		/	HC	P4	QBC	A

轴承系列  
718 符合ISO尺寸系列18的标准

轴承尺寸  
00 10 mm 内径  
01 12 mm 内径  
02 15 mm 内径  
03 17 mm 内径  
04 (× 5) 20 mm 内径  
to  
32 (× 5) 160 mm 内径

接触角和内部设计  
CD 15° 接触角度, 基本设计  
ACD 25° 接触角度, 基本设计

单个轴承—类型和预负荷  
— 单个轴承(无型号后缀)  
GA 单个通用配组轴承, 适用于轻型预负荷  
GB 单个通用配组轴承, 适用于中型预负荷  
GC 单个通用配组轴承, 适用于重型预负荷

保持架  
— 纤维增强酚醛树脂, 外圈引导的(无型号后缀)

球材料  
— 碳铬钢(无型号后缀)  
HC 轴承等级氮化硅Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>(混合陶瓷球轴承)

公差等级  
P4 尺寸和运行精度符合ISO公差等级4  
P2 尺寸和运行精度符合ISO公差等级4

轴承组配置  
DB 两个轴承背对背配置 <>  
DF 两个轴承面对面配置 >>  
DT 两个轴承串联配置 <<  
DG 两个轴承通用配组  
TBT 三个轴承组合, 两个背对背, 另一个在一侧同向串联 <>>  
TFT 三个轴承组合, 两个面对面, 另一个在一侧同向串联 >><  
TT 三个轴承串联 <<<  
TG 三个通用匹配轴承  
QBC 四个轴承串联背对背配置 <>>>  
QFC 四个轴承串联面对面配置 >>><  
QBT 四个轴承背对背串联配置 <>>>  
QFT 四个轴承面对面串联配置 >>><  
QT 四个轴承串联配置 <<<<  
QG 四个轴承通用配组

轴承组—预负荷  
A 轻型预负荷  
L 轻型预负荷(仅适用于TBT、TFT、QBT和QFT配组轴承组)  
B 中型预负荷  
M 中型预负荷(仅适用于TBT、TFT、QBT和QFT配组轴承组)  
C 重型预负荷  
F 重型预负荷(仅适用于TBT、TFT、QBT和QFT配组轴承组)  
G... 编号为daN的特殊预负荷(例如G240)

718(SEA)系列SKF超精密角接触球轴承的原SNFA型号系统

单个轴承: SEA150 9CE1 UM	SEA	150		9	CE	1	U	M
	系列	尺寸	球材料	公差等级	保持架	接触角	配置	预负荷
配组轴承组 SEA50 /NS 7CE3 TDTL	SEA	50	/NS	7	CE	3	TDT	L

轴承系列  
SEA 符合ISO尺寸系列18的标准

轴承尺寸  
10 至 160 10 mm 内径 160 mm 内径

接触角和内部设计  
1 15° 接触角度, 基本设计  
3 25°接触角度, 基本设计

单个轴承  
- 标准轴承(无型号后缀)  
U\_ 通用配组轴承, 预负荷

保持架  
CE 纤维增强酚醛树脂, 外圈引导

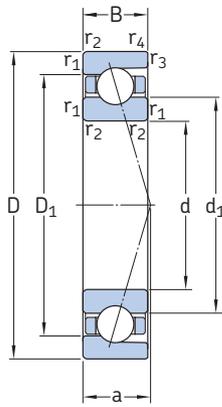
球材料  
- 碳铬钢(无型号后缀)  
/NS 轴承等级氮化硅Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>(混合陶瓷球轴承)

公差等级  
7 尺寸和运行精度符合ABMA 公差等级ABEC 7  
9 尺寸和运行精度符合ABMA 公差等级ABEC 9

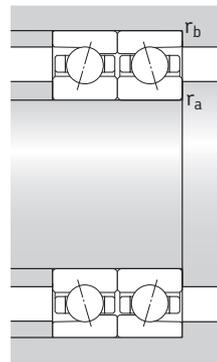
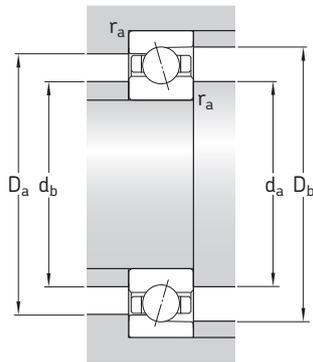
轴承组配置  
DD 两个轴承背对背配置<>  
FF 两个轴承面对面配置>>  
T 两个轴承串联配置<<  
DU 两个轴承通用配组  
TD 三个轴承组合, 两个背对背, 另一个在一侧同向串联 <>>  
TF 三个轴承组合, 两个面对面, 另一个在一侧同向串联><<  
3T 三个轴承串联 <<<  
TU 三个通用匹配轴承  
TDT 四个轴承串联背对背配置<<>>  
TFT 四个轴承串联面对面配置>><<  
3TD 四个轴承背对背串联配置<>>>  
3TF 四个轴承面对面串联配置><<<  
4T 四个轴承串联配置<<<<  
4U 四个轴承通用配组

轴承组——预负荷  
L 轻型预负荷  
M 中型预负荷  
F 重型预负荷  
..daN 特殊预负荷

718 (SEA)系列的超精密角接触球轴承  
d 10 – 45 mm



主要尺寸			基本额定载荷		疲劳 载荷极限 $P_u$	可达转速		质量	型号 SKF	SNFA
d	D	B	动态	静态		脂润滑	油气润滑			
mm			C	$C_0$	kN	kN	r/最小值	kg	-	
10	19	5	1,9	0,98	0,043	80 000	120 000	0,005	71800 CD/P4	SEA10 7CE1
	19	5	1,78	0,93	0,04	70 000	110 000	0,005	71800 ACD/P4	SEA10 7CE3
	19	5	1,9	0,98	0,043	95 000	150 000	0,005	71800 CD/HCP4	SEA10 /NS 7CE1
	19	5	1,78	0,93	0,04	85 000	130 000	0,005	71800 ACD/HCP4	SEA10 /NS 7CE3
12	21	5	2,08	1,18	0,05	70 000	110 000	0,006	71801 CD/P4	SEA12 7CE1
	21	5	1,95	1,12	0,048	63 000	95 000	0,006	71801 ACD/P4	SEA12 7CE3
	21	5	2,08	1,18	0,05	85 000	130 000	0,006	71801 CD/HCP4	SEA12 /NS 7CE1
	21	5	1,95	1,12	0,048	75 000	110 000	0,006	71801 ACD/HCP4	SEA12 /NS 7CE3
15	24	5	2,29	1,5	0,063	60 000	90 000	0,007	71802 CD/P4	SEA15 7CE1
	24	5	2,16	1,4	0,06	53 000	80 000	0,007	71802 ACD/P4	SEA15 7CE3
	24	5	2,29	1,5	0,063	70 000	110 000	0,006	71802 CD/HCP4	SEA15 /NS 7CE1
	24	5	2,16	1,4	0,06	63 000	100 000	0,006	71802 ACD/HCP4	SEA15 /NS 7CE3
17	26	5	2,34	1,6	0,068	53 000	85 000	0,01	71803 CD/P4	SEA17 7CE1
	26	5	2,21	1,53	0,064	48 000	75 000	0,01	71803 ACD/P4	SEA17 7CE3
	26	5	2,34	1,6	0,068	63 000	100 000	0,009	71803 CD/HCP4	SEA17 /NS 7CE1
	26	5	2,21	1,53	0,064	60 000	90 000	0,009	71803 ACD/HCP4	SEA17 /NS 7CE3
20	32	7	3,9	2,65	0,112	45 000	70 000	0,018	71804 CD/P4	SEA20 7CE1
	32	7	3,64	2,5	0,106	40 000	63 000	0,018	71804 ACD/P4	SEA20 7CE3
	32	7	3,9	2,65	0,112	53 000	80 000	0,017	71804 CD/HCP4	SEA20 /NS 7CE1
	32	7	3,64	2,5	0,106	48 000	75 000	0,017	71804 ACD/HCP4	SEA20 /NS 7CE3
25	37	7	4,16	3,2	0,137	38 000	56 000	0,021	71805 CD/P4	SEA25 7CE1
	37	7	3,9	3,05	0,129	34 000	53 000	0,021	71805 ACD/P4	SEA25 7CE3
	37	7	4,16	3,2	0,137	45 000	70 000	0,019	71805 CD/HCP4	SEA25 /NS 7CE1
	37	7	3,9	3,05	0,129	40 000	63 000	0,019	71805 ACD/HCP4	SEA25 /NS 7CE3
30	42	7	4,42	3,75	0,16	32 000	50 000	0,026	71806 CD/P4	SEA30 7CE1
	42	7	4,16	3,55	0,15	28 000	45 000	0,026	71806 ACD/P4	SEA30 7CE3
	42	7	4,42	3,75	0,16	38 000	60 000	0,024	71806 CD/HCP4	SEA30 /NS 7CE1
	42	7	4,16	3,55	0,15	34 000	53 000	0,024	71806 ACD/HCP4	SEA30 /NS 7CE3
35	47	7	4,62	4,3	0,183	28 000	43 000	0,028	71807 CD/P4	SEA35 7CE1
	47	7	4,36	4,05	0,173	26 000	40 000	0,028	71807 ACD/P4	SEA35 7CE3
	47	7	4,62	4,3	0,183	34 000	53 000	0,026	71807 CD/HCP4	SEA35 /NS 7CE1
	47	7	4,36	4,05	0,173	30 000	48 000	0,026	71807 ACD/HCP4	SEA35 /NS 7CE3
40	52	7	4,88	4,9	0,208	26 000	38 000	0,031	71808 CD/P4	SEA40 7CE1
	52	7	4,49	4,55	0,196	22 000	34 000	0,031	71808 ACD/P4	SEA40 7CE3
	52	7	4,88	4,9	0,208	30 000	45 000	0,029	71808 CD/HCP4	SEA40 /NS 7CE1
	52	7	4,49	4,55	0,196	28 000	43 000	0,029	71808 ACD/HCP4	SEA40 /NS 7CE3
45	58	7	4,88	5,3	0,224	22 000	34 000	0,039	71809 CD/P4	SEA45 7CE1
	58	7	4,62	5	0,212	20 000	30 000	0,039	71809 ACD/P4	SEA45 7CE3
	58	7	4,88	5,3	0,224	26 000	40 000	0,037	71809 CD/HCP4	SEA45 /NS 7CE1
	58	7	4,62	5	0,212	24 000	38 000	0,037	71809 ACD/HCP4	SEA45 /NS 7CE3



尺寸

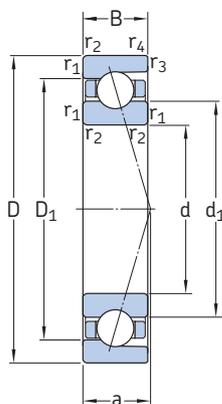
挡肩和倒角尺寸

计算系数

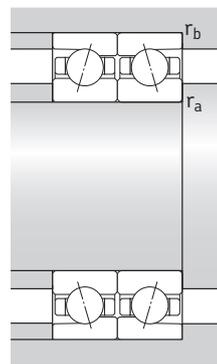
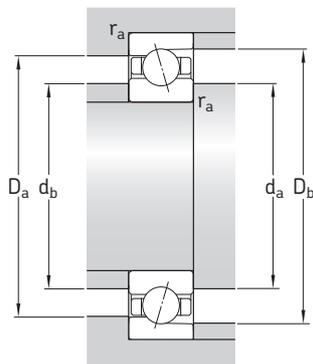
d	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	r <sub>1,2</sub> 最小值	r <sub>3,4</sub> 最小值	a	d <sub>a, d<sub>b</sub></sub> 最小值	D <sub>a</sub> 最大值	D <sub>b</sub> 最大值	r <sub>a</sub> 最大值	r <sub>b</sub> 最大值	f <sub>0</sub>
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
10	13,1	16,1	0,3	0,15	4,5	12	17	18,2	0,3	0,15	15
	13,1	16,1	0,3	0,15	5,9	12	17	18,2	0,3	0,15	-
	13,1	16,1	0,3	0,15	4,5	12	17	18,2	0,3	0,15	15
	13,1	16,1	0,3	0,15	5,9	12	17	18,2	0,3	0,15	-
12	15,1	18,1	0,3	0,15	4,7	14	19	20,2	0,3	0,15	15
	15,1	18,1	0,3	0,15	6,4	14	19	20,2	0,3	0,15	-
	15,1	18,1	0,3	0,15	4,7	14	19	20,2	0,3	0,15	15
	15,1	18,1	0,3	0,15	6,4	14	19	20,2	0,3	0,15	-
15	18,1	21,1	0,3	0,15	5,1	17	22	23,2	0,3	0,15	16
	18,1	21,1	0,3	0,15	7,1	17	22	23,2	0,3	0,15	-
	18,1	21,1	0,3	0,15	5,1	17	22	23,2	0,3	0,15	16
	18,1	21,1	0,3	0,15	7,1	17	22	23,2	0,3	0,15	-
17	20,1	23	0,3	0,15	5,4	19	24	25,2	0,3	0,15	16
	20,1	23	0,3	0,15	7,5	19	24	25,2	0,3	0,15	-
	20,1	23	0,3	0,15	5,4	19	24	25,2	0,3	0,15	16
	20,1	23	0,3	0,15	7,5	19	24	25,2	0,3	0,15	-
20	24,1	28,1	0,3	0,15	7	22	30	31,2	0,3	0,15	16
	24,1	28,1	0,3	0,15	9,6	22	30	31,2	0,3	0,15	-
	24,1	28,1	0,3	0,15	7	22	30	31,2	0,3	0,15	16
	24,1	28,1	0,3	0,15	9,6	22	30	31,2	0,3	0,15	-
25	29,1	33,1	0,3	0,15	7,7	27	35	36,2	0,3	0,15	16
	29,1	33,1	0,3	0,15	10,8	27	35	36,2	0,3	0,15	-
	29,1	33,1	0,3	0,15	7,7	27	35	36,2	0,3	0,15	16
	29,1	33,1	0,3	0,15	10,8	27	35	36,2	0,3	0,15	-
30	34,1	38,1	0,3	0,15	8,3	32	40	41,2	0,3	0,15	17
	34,1	38,1	0,3	0,15	11,9	32	40	41,2	0,3	0,15	-
	34,1	38,1	0,3	0,15	8,3	32	40	41,2	0,3	0,15	17
	34,1	38,1	0,3	0,15	11,9	32	40	41,2	0,3	0,15	-
35	39,1	43,1	0,3	0,15	9	37	45	46,2	0,3	0,15	17
	39,1	43,1	0,3	0,15	13,1	37	45	46,2	0,3	0,15	-
	39,1	43,1	0,3	0,15	9	37	45	46,2	0,3	0,15	17
	39,1	43,1	0,3	0,15	13,1	37	45	46,2	0,3	0,15	-
40	44,1	48,1	0,3	0,15	9,7	42	50	51,2	0,3	0,15	17
	44,1	48,1	0,3	0,15	14,3	42	50	51,2	0,3	0,15	-
	44,1	48,1	0,3	0,15	9,7	42	50	51,2	0,3	0,15	17
	44,1	48,1	0,3	0,15	14,3	42	50	51,2	0,3	0,15	-
45	49,6	53,6	0,3	0,15	10,4	47	56	57,2	0,3	0,15	17
	49,6	53,6	0,3	0,15	15,5	47	56	57,2	0,3	0,15	-
	49,6	53,6	0,3	0,15	10,4	47	56	57,2	0,3	0,15	17
	49,6	53,6	0,3	0,15	15,5	47	56	57,2	0,3	0,15	-



718 (SEA)系列的超精密角接触球轴承  
d 50 – 95 mm



主要尺寸			基本额定载荷		疲劳 载荷极限 $P_u$	可达转速		质量	型号 SKF	SNFA
d	D	B	动态	静态		脂润滑	油气润滑			
mm			kN		kN	r/最小值		kg	–	
50	65	7	7,41	7,8	0,335	20 000	30 000	0,051	71810 CD/P4	SEA50 7CE1
	65	7	6,89	7,35	0,315	18 000	28 000	0,051	71810 ACD/P4	SEA50 7CE3
	65	7	7,41	7,8	0,335	24 000	36 000	0,046	71810 CD/HCP4	SEA50 /NS 7CE1
	65	7	6,89	7,35	0,315	22 000	34 000	0,046	71810 ACD/HCP4	SEA50 /NS 7CE3
55	72	9	10,1	10,8	0,455	18 000	28 000	0,081	71811 CD/P4	SEA55 7CE1
	72	9	9,56	10,2	0,43	16 000	24 000	0,081	71811 ACD/P4	SEA55 7CE3
	72	9	10,1	10,8	0,455	22 000	32 000	0,073	71811 CD/HCP4	SEA55 /NS 7CE1
	72	9	9,56	10,2	0,43	19 000	30 000	0,073	71811 ACD/HCP4	SEA55 /NS 7CE3
60	78	10	13,5	14,3	0,6	16 000	24 000	0,1	71812 CD/P4	SEA60 7CE1
	78	10	12,7	13,4	0,57	15 000	22 000	0,1	71812 ACD/P4	SEA60 7CE3
	78	10	13,5	14,3	0,6	19 000	30 000	0,088	71812 CD/HCP4	SEA60 /NS 7CE1
	78	10	12,7	13,4	0,57	18 000	26 000	0,088	71812 ACD/HCP4	SEA60 /NS 7CE3
65	85	10	13,5	14,6	0,63	15 000	22 000	0,126	71813 CD/P4	SEA65 7CE1
	85	10	12,7	14	0,585	13 000	20 000	0,126	71813 ACD/P4	SEA65 7CE3
	85	10	13,5	14,6	0,63	18 000	28 000	0,114	71813 CD/HCP4	SEA65 /NS 7CE1
	85	10	12,7	14	0,585	16 000	24 000	0,114	71813 ACD/HCP4	SEA65 /NS 7CE3
70	90	10	13,8	16	0,67	14 000	22 000	0,134	71814 CD/P4	SEA70 7CE1
	90	10	13	15	0,64	13 000	19 000	0,134	71814 ACD/P4	SEA70 7CE3
	90	10	13,8	16	0,67	17 000	26 000	0,121	71814 CD/HCP4	SEA70 /NS 7CE1
	90	10	13	15	0,64	15 000	24 000	0,121	71814 ACD/HCP4	SEA70 /NS 7CE3
75	95	10	14,3	17	0,72	13 000	20 000	0,142	71815 CD/P4	SEA75 7CE1
	95	10	13,3	16	0,68	12 000	18 000	0,142	71815 ACD/P4	SEA75 7CE3
	95	10	14,3	17	0,72	16 000	24 000	0,128	71815 CD/HCP4	SEA75 /NS 7CE1
	95	10	13,3	16	0,68	14 000	22 000	0,128	71815 ACD/HCP4	SEA75 /NS 7CE3
80	100	10	14,6	18,3	0,765	12 000	19 000	0,151	71816 CD/P4	SEA80 7CE1
	100	10	13,8	17	0,72	11 000	17 000	0,151	71816 ACD/P4	SEA80 7CE3
	100	10	14,6	18,3	0,765	15 000	22 000	0,136	71816 CD/HCP4	SEA80 /NS 7CE1
	100	10	13,8	17	0,72	13 000	20 000	0,136	71816 ACD/HCP4	SEA80 /NS 7CE3
85	110	13	21,6	25,5	1,08	11 000	17 000	0,266	71817 CD/P4	SEA85 7CE1
	110	13	20,3	24	1,02	10 000	16 000	0,266	71817 ACD/P4	SEA85 7CE3
	110	13	21,6	25,5	1,08	14 000	20 000	0,239	71817 CD/HCP4	SEA85 /NS 7CE1
	110	13	20,3	24	1,02	12 000	19 000	0,239	71817 ACD/HCP4	SEA85 /NS 7CE3
90	115	13	21,6	26,5	1,1	11 000	17 000	0,279	71818 CD/P4	SEA90 7CE1
	115	13	20,3	25	1,04	10 000	15 000	0,279	71818 ACD/P4	SEA90 7CE3
	115	13	21,6	26,5	1,1	13 000	20 000	0,251	71818 CD/HCP4	SEA90 /NS 7CE1
	115	13	20,3	25	1,04	12 000	18 000	0,251	71818 ACD/HCP4	SEA90 /NS 7CE3
95	120	13	22,1	27,5	1,12	10 000	16 000	0,292	71819 CD/P4	SEA95 7CE1
	120	13	20,8	25,5	1,06	9 500	14 000	0,292	71819 ACD/P4	SEA95 7CE3
	120	13	22,1	27,5	1,12	12 000	19 000	0,263	71819 CD/HCP4	SEA95 /NS 7CE1
	120	13	20,8	25,5	1,06	11 000	17 000	0,263	71819 ACD/HCP4	SEA95 /NS 7CE3



尺寸

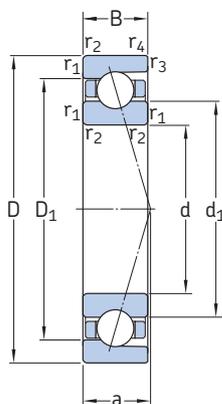
挡肩和倒角尺寸

计算系数

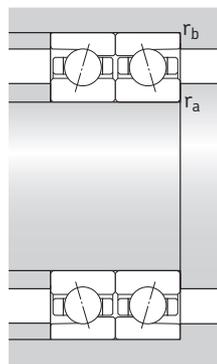
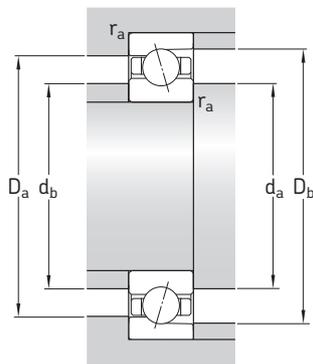
d	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	r <sub>1,2</sub> 最小值	r <sub>3,4</sub> 最小值	a	d <sub>a, d<sub>b</sub></sub> 最小值	D <sub>a</sub> 最大值	D <sub>b</sub> 最大值	r <sub>a</sub> 最大值	r <sub>b</sub> 最大值	f <sub>0</sub>
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
50	55,1	60	0,3	0,15	11,2	52	63	64,2	0,3	0,15	17
	55,1	60	0,3	0,15	16,9	52	63	64,2	0,3	0,15	-
	55,1	60	0,3	0,15	11,2	52	63	64,2	0,3	0,15	17
	55,1	60	0,3	0,15	16,9	52	63	64,2	0,3	0,15	-
55	60,7	66,5	0,3	0,15	13	57	70	71,2	0,3	0,15	17
	60,7	66,5	0,3	0,15	19,3	57	70	71,2	0,3	0,15	-
	60,7	66,5	0,3	0,15	13	57	70	71,2	0,3	0,15	17
	60,7	66,5	0,3	0,15	19,3	57	70	71,2	0,3	0,15	-
60	65,7	72,5	0,3	0,15	14,3	62	76	77,2	0,3	0,15	17
	65,7	72,5	0,3	0,15	21,1	62	76	77,2	0,3	0,15	-
	65,7	72,5	0,3	0,15	14,3	62	76	77,2	0,3	0,15	17
	65,7	72,5	0,3	0,15	21,1	62	76	77,2	0,3	0,15	-
65	71,7	78,5	0,6	0,3	15,1	68,2	81,8	83	0,6	0,3	17
	71,7	78,5	0,6	0,3	22,5	68,2	81,8	83	0,6	0,3	-
	71,7	78,5	0,6	0,3	15,1	68,2	81,8	83	0,6	0,3	17
	71,7	78,5	0,6	0,3	22,5	68,2	81,8	83	0,6	0,3	-
70	76,7	83,5	0,6	0,3	15,7	73,2	86,8	88	0,6	0,3	17
	76,7	83,5	0,6	0,3	23,7	73,2	86,8	88	0,6	0,3	-
	76,7	83,5	0,6	0,3	15,7	73,2	86,8	88	0,6	0,3	17
	76,7	83,5	0,6	0,3	23,7	73,2	86,8	88	0,6	0,3	-
75	81,7	88,5	0,6	0,3	16,4	78,2	91,8	93	0,6	0,3	17
	81,7	88,5	0,6	0,3	24,9	78,2	91,8	93	0,6	0,3	-
	81,7	88,5	0,6	0,3	16,4	78,2	91,8	93	0,6	0,3	17
	81,7	88,5	0,6	0,3	24,9	78,2	91,8	93	0,6	0,3	-
80	86,7	93,5	0,6	0,3	17,1	83,2	96,8	98	0,6	0,3	17
	86,7	93,5	0,6	0,3	26	83,2	96,8	98	0,6	0,3	-
	86,7	93,5	0,6	0,3	17,1	83,2	96,8	98	0,6	0,3	17
	86,7	93,5	0,6	0,3	26	83,2	96,8	98	0,6	0,3	-
85	93,2	102,1	1	0,3	19,6	89,6	105,4	108	1	0,3	17
	93,2	102,1	1	0,3	29,3	89,6	105,4	108	1	0,3	-
	93,2	102,1	1	0,3	19,6	89,6	105,4	108	1	0,3	17
	93,2	102,1	1	0,3	29,3	89,6	105,4	108	1	0,3	-
90	98,2	107,1	1	0,3	20,3	94,6	110,4	113	1	0,3	17
	98,2	107,1	1	0,3	30,5	94,6	110,4	113	1	0,3	-
	98,2	107,1	1	0,3	20,3	94,6	110,4	113	1	0,3	17
	98,2	107,1	1	0,3	30,5	94,6	110,4	113	1	0,3	-
95	103,2	112,1	1	0,3	20,9	99,6	115,4	118	1	0,3	17
	103,2	112,1	1	0,3	31,6	99,6	115,4	118	1	0,3	-
	103,2	112,1	1	0,3	20,9	99,6	115,4	118	1	0,3	17
	103,2	112,1	1	0,3	31,6	99,6	115,4	118	1	0,3	-



718 (SEA)系列的超精密角接触球轴承  
d 100 – 160 mm



主要尺寸			基本额定载荷		疲劳 载荷极限 $P_u$	可达转速		质量	型号 SKF	SNFA
d	D	B	动态	静态		脂润滑	油气润滑			
mm			C	$C_0$	kN	kN	r/最小值	kg	-	
<b>100</b>	125	13	22,5	29	1,16	9 000	14 000	0,31	<b>71820 CD/P4</b>	SEA100 7CE1
	125	13	21,2	27,5	1,1	8 500	13 000	0,31	<b>71820 ACD/P4</b>	SEA100 7CE3
	125	13	22,5	29	1,16	11 000	17 000	0,279	<b>71820 CD/HCP4</b>	SEA100 /NS 7CE1
	125	13	21,2	27,5	1,1	10 000	15 000	0,279	<b>71820 ACD/HCP4</b>	SEA100 /NS 7CE3
<b>105</b>	130	13	22,9	30	1,18	9 000	14 000	0,32	<b>71821 CD/P4</b>	SEA105 7CE1
	130	13	21,6	28,5	1,1	8 000	12 000	0,32	<b>71821 ACD/P4</b>	SEA105 7CE3
	130	13	22,9	30	1,18	11 000	16 000	0,289	<b>71821 CD/HCP4</b>	SEA105 /NS 7CE1
	130	13	21,6	28,5	1,1	9 500	15 000	0,289	<b>71821 ACD/HCP4</b>	SEA105 /NS 7CE3
<b>110</b>	140	16	31,9	40,5	1,53	8 000	13 000	0,505	<b>71822 CD/P4</b>	SEA110 7CE1
	140	16	30,2	38	1,46	7 500	12 000	0,505	<b>71822 ACD/P4</b>	SEA110 7CE3
	140	16	31,9	40,5	1,53	10 000	15 000	0,453	<b>71822 CD/HCP4</b>	SEA110 /NS 7CE1
	140	16	30,2	38	1,46	9 000	14 000	0,453	<b>71822 ACD/HCP4</b>	SEA110 /NS 7CE3
<b>120</b>	150	16	33,2	45	1,63	7 500	12 000	0,55	<b>71824 CD/P4</b>	SEA120 7CE1
	150	16	31,2	42,5	1,53	6 700	11 000	0,55	<b>71824 ACD/P4</b>	SEA120 7CE3
	150	16	33,2	45	1,63	9 000	14 000	0,493	<b>71824 CD/HCP4</b>	SEA120 /NS 7CE1
	150	16	31,2	42,5	1,53	8 000	13 000	0,493	<b>71824 ACD/HCP4</b>	SEA120 /NS 7CE3
<b>130</b>	165	18	39	53	1,86	7 000	11 000	0,77	<b>71826 CD/P4</b>	SEA130 7CE1
	165	18	36,4	50	1,76	6 300	9 500	0,77	<b>71826 ACD/P4</b>	SEA130 7CE3
	165	18	39	53	1,86	8 500	13 000	0,696	<b>71826 CD/HCP4</b>	SEA130 /NS 7CE1
	165	18	36,4	50	1,76	7 500	12 000	0,696	<b>71826 ACD/HCP4</b>	SEA130 /NS 7CE3
<b>140</b>	175	18	44,9	62	2,12	6 300	10 000	0,8	<b>71828 CD/P4</b>	SEA140 7CE1
	175	18	42,3	58,5	2	6 000	9 000	0,8	<b>71828 ACD/P4</b>	SEA140 7CE3
	175	18	44,9	62	2,12	8 000	12 000	0,705	<b>71828 CD/HCP4</b>	SEA140 /NS 7CE1
	175	18	42,3	58,5	2	7 000	11 000	0,705	<b>71828 ACD/HCP4</b>	SEA140 /NS 7CE3
<b>150</b>	190	20	52	72	2,36	6 000	9 000	1,1	<b>71830 CD/P4</b>	SEA150 7CE1
	190	20	48,8	68	2,2	5 300	8 500	1,1	<b>71830 ACD/P4</b>	SEA150 7CE3
	190	20	52	72	2,36	7 000	11 000	0,982	<b>71830 CD/HCP4</b>	SEA150 /NS 7CE1
	190	20	48,8	68	2,2	6 300	10 000	0,982	<b>71830 ACD/HCP4</b>	SEA150 /NS 7CE3
<b>160</b>	200	20	54	78	2,5	5 600	8 500	1,233	<b>71832 CD/P4</b>	SEA160 7CE1
	200	20	50,7	75	2,36	5 000	8 000	1,233	<b>71832 ACD/P4</b>	SEA160 7CE3
	200	20	54	78	2,5	6 700	10 000	1,105	<b>71832 CD/HCP4</b>	SEA160 /NS 7CE1
	200	20	50,7	75	2,36	6 000	9 500	1,105	<b>71832 ACD/HCP4</b>	SEA160 /NS 7CE3



尺寸

挡肩和倒角尺寸

计算系数

d	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	r <sub>1,2</sub> 最小值	r <sub>3,4</sub> 最小值	a	d <sub>a, d<sub>b</sub></sub> 最小值	D <sub>a</sub> 最大值	D <sub>b</sub> 最大值	r <sub>a</sub> 最大值	r <sub>b</sub> 最大值	f <sub>0</sub>
mm	-	-				mm					-
100	108,2	117	1	0,3	21,6	104,6	120,4	123	1	0,3	17
	108,2	117	1	0,3	32,8	104,6	120,4	123	1	0,3	-
	108,2	117	1	0,3	21,6	104,6	120,4	123	1	0,3	17
	108,2	117	1	0,3	32,8	104,6	120,4	123	1	0,3	-
105	113,2	122	1	0,3	22,3	109,6	125,4	128	1	0,3	17
	113,2	122	1	0,3	34	109,6	125,4	128	1	0,3	-
	113,2	122	1	0,3	22,3	109,6	125,4	128	1	0,3	17
	113,2	122	1	0,3	34	109,6	125,4	128	1	0,3	-
110	119,8	130,6	1	0,3	24,8	114,6	135,4	138	1	0,3	17
	119,8	130,6	1	0,3	37,2	114,6	135,4	138	1	0,3	-
	119,8	130,6	1	0,3	24,8	114,6	135,4	138	1	0,3	17
	119,8	130,6	1	0,3	37,2	114,6	135,4	138	1	0,3	-
120	129,8	140,6	1	0,3	26,1	124,6	145,4	148	1	0,3	17
	129,8	140,6	1	0,3	39,5	124,6	145,4	148	1	0,3	-
	129,8	140,6	1	0,3	26,1	124,6	145,4	148	1	0,3	17
	129,8	140,6	1	0,3	39,5	124,6	145,4	148	1	0,3	-
130	141,8	153,21	1,1	0,6	28,8	136	159	161,8	1,1	0,6	17
	141,8	153,21	1,1	0,6	43,5	136	159	161,8	1,1	0,6	-
	141,8	153,21	1,1	0,6	28,8	136	159	161,8	1,1	0,6	17
	141,8	153,21	1,1	0,6	43,5	136	159	161,8	1,1	0,6	-
140	151,3	163,71	1,1	0,6	30,2	146	169	171,8	1,1	0,6	17
	151,3	163,71	1,1	0,6	45,8	146	169	171,8	1,1	0,6	-
	151,3	163,71	1,1	0,6	30,2	146	169	171,8	1,1	0,6	17
	151,3	163,71	1,1	0,6	45,8	146	169	171,8	1,1	0,6	-
150	163,4	176,7	1,1	0,6	32,8	156	184	186,8	1,1	0,6	17
	163,4	176,7	1,1	0,6	49,7	156	184	186,8	1,1	0,6	-
	163,4	176,7	1,1	0,6	32,8	156	184	186,8	1,1	0,6	17
	163,4	176,7	1,1	0,6	49,7	156	184	186,8	1,1	0,6	-
160	173,4	186,7	1,1	0,6	34,2	166	194	196,8	1,1	0,6	17
	173,4	186,7	1,1	0,6	52,1	166	194	196,8	1,1	0,6	-
	173,4	186,7	1,1	0,6	34,2	166	194	196,8	1,1	0,6	17
	173,4	186,7	1,1	0,6	52,1	166	194	196,8	1,1	0,6	-



# 树立精密轴承的最高标准

SKF开发了全新的超精密轴承，与前一代产品相比，其运转精度得到了显著提高，轴承的使用寿命也得到了延长。

## 超精密角接触球轴承 719 .. D (SEB) 和 70 .. D (EX) 系列轴承

对于需要高承载能力的应用场合，SKF 提供了719 .. D (SEB) 和 70 .. D (EX)系列高承载轴承。这两大系列中的全新设计超精密轴承，在径向空间有限的应用场合中，能承受重载，成为了苛刻应用场合中的极佳选择。719 .. D (SEB)系列开式轴承，适用于10至360毫米的轴径；密封轴承适用于10至150毫米的轴径。

70 .. D (EX)系列开式轴承适用于6至240毫米的轴径；密封轴承适用于10至150毫米的轴径。

## 72..D (E 200)系列的轴承

72..D (E 200)系列的高承载轴承解决了很多轴承配置难题。在所有轴承中，这个系列轴承的刚度最高，高速运行下承受的载荷最重，能为很多应用场合带来经济效益。

产品范围拓展后，可适用的轴径范围为7至140毫米。SKF也能根据客户的特殊需要，为其提供无需重新润滑的密封轴承变体。

## S 719..B (HB../S)和 S 70.. B(HX../S)系列的轴承

S 719..B (HB../S)和S 70.. B(HX../S)系列的高速密封轴承基本上能解决轴承因污染导致的轴承提前失效问题。标准系列包括全钢和混合轴承，能适应的轴径范围为30至120毫米。这些不需要重新润滑的轴承非常适合金属切割和木材加工机床。这个系统的轴承也有开式变体。



## 719 .. E (VEB) 和 70 .. E (VEX) 系列轴承

与高速B设计轴承相比，高速E设计轴承719..E(VEB)和70.. E(VEX)系列轴承的速度性能更高，承载能力更强。这使其成为高要求应用场合的最佳选择。

719..E (VEB)系列的开式轴承，适应的轴径范围为8至120毫米；密封轴承的轴径范围为20至120毫米。

70.. E (VEX)系列的开式轴承，适应的轴径范围为6至120毫米；密封轴承的轴径范围为10至120毫米。



## NitroMax 钢生产而成的轴承

在高速加工中心和铣床等高要求的应用场合中，轴承通常要遭受高速、薄膜润滑、污染和腐蚀等苛刻工作条件。为了延长轴承的使用寿命，降低停机造成的成本，SKF开发出了一种优质的高氮钢。

SKF超精密角接触球轴承是以NitroMax钢生产而成的，按照标准，这个系列的轴承采用陶瓷滚动体(轴承等级碳化硅)。

## 超精密圆柱滚子轴承

SKF生产超精密单列及双列圆柱滚子轴承，这些轴承具有截面高度低，承载能力强，刚性强，转速高的特征，因而尤其适用于机床主轴。在机床主轴应用中，轴承配置必须承受径向重载，高转速，同时还需具备高刚性。

单列圆柱滚子轴承以N10系列作为标准轴承和高速轴承。N10系列高速单列圆柱滚子轴承仅具有一个圆锥孔，适用于40至80毫米的轴径范围。与原先的高速轴承相比，N10系列高速轴承，在脂润滑应用中可提高多达30%的转速，在油气润滑应用中则能提高多达15%的转速。

双列圆柱滚子轴承以NN设计和NNU设计作为标准设计。

## 超精密双向角接触推力球轴承

双向角接触轴承，顾名思义，是指用来对机床主轴进行双向轴向定位的轴承。

BTW系列新型超精密轴承，经优化设计，

包括两个背对背配置的单列角接触推力球轴承，既能承受双向轴向载荷，同时具有高度的系统刚性。与原2344(00)系列相比，BTW系列能承受较高的转速。此类轴承适用于35至200 mm的轴径范围。

重新设计的高速BTM系列能承受更高的转速，根据轴承尺寸大小，转速能提高6至12%；即便在更高转速的情况下，也能最大程度减少生热；具有较高的承载能力，同时保持较高的系统刚性。BTM轴承系列适用的轴径范围已扩大到60至180毫米。

## 丝杠传动用超精密角接触推力球轴承

BSA和BSD(BS)系列的单向角接触推力球轴承的轴径范围为12至75毫米。这些轴承具有的特点是，具有良好的轴向刚度及较高的轴向承载能力。

BEAS系列的双向角接触推力球轴承是专为机床应用场合而开发的，这些应用场合的空间很小，需要便捷安装轴承。现提供轴径范围为8至30毫米的轴承。BEAM系列的轴承(轴径范围为12至60毫米)可以用螺栓安装在相关部件上。

套筒单元是另外一个解决方案，能满足快速简捷安装的要求。FBSA(BSDU)和BSQU系列的产品，加入到了SKF单向角接触推力球轴承的行列，成为轴承家族的一员。能适应的轴径范围为20至60毫米。

## 超精密轴向-径向圆柱滚子轴承

SKF轴向-径向圆柱滚子轴承适用于同时承担径向和轴向载荷以及力矩载荷的应用。

内部设计结合紧公差生产工艺，这些轴承可获得优于P4的运行精度。

轴向-径向圆柱滚子轴承适用于转台、分度工作台和铣头。



# SKF – 一家知识工程公司

1907 年，SKF 发端于一个简单但具有创意的摩擦问题解决方案，当时只是拥有少数几个工程师的瑞典工厂，现已发展成为全球工业知识领导者。多年来，我们已经



在轴承方面建立了自己的专长，进而扩展到密封件、机电一体化、服务和润滑系统。我们拥有 46000 名员工、15000 个经销商合作伙伴、遍及 130 多个国家的组织机构，以及在全球不断发展的 SKF 解决方案工厂。

## 研发

基于 SKF 员工所掌握的实践知识，我们拥有在 40 多个行业的丰富实践经验。另外，我们拥有在摩擦学、状况监测、资产管理 and 轴承生命理论等领域进行先进理论研发的世界一流专家和大学合作伙伴。我们持续开展的研发帮助我们使我们的客户始终处于行业的最前沿。



## 迎接最艰难的挑战

我们的知识和经验，加上对如何整合核心技术的深刻理解，帮助我们开发能够满足最艰难挑战的创新解决方案。我们在整个资产生命周期与我们的客户密切合作，帮助他们负责任地发展他们的业务，并实现盈利。

## 努力创建可持续发展的未来

自 2005 年以来，SKF 一直在努力减少我们自身运营和我们供应商的运营产生的对环境的负面影响。我们持续开展技术研发，开发了 SKF BeyondZero 产品和服务组合系列，该系列可提高效率，减少能耗，以及使得利用风能、太阳能和海洋能发电的新技术成为现实。该系列产品有助于减少对环境的影响，无论是在我们自己的运营还是在客户的运营中。

SKF 解决方案工厂利用当地 SKF 的知识和在制造方面的专长，为我们的客户提供独特的解决方案和服务。



SKF 授权经销商与 SKF IT 和物流系统和应用专家协力，为全球客户提供有价值的产品和应用知识组合。



## 我们的知识——您的成功

SKF 生命周期管理是我们将技术平台和先进服务结合起来，并将其应用在资产生命周期的每个阶段，以帮助我们的客户取得更大成功、可持续发展和盈利的方法。



### 与您紧密合作

我们的目标是帮助我们的客户提高生产效率，最大程度地减少维护，实现更高的能源和资源利用效率，优化设计，延长使用寿命和提高可靠性。



### 轴承

SKF 是设计、开发和制造高性能滚动轴承、滑动轴承、轴承单元和轴承座的全球领导者。

### 创新的解决方案

无论是线性应用还是旋转应用，或两者的结合，SKF 的工程师都可以在资产生命周期的每个阶段与您合作，通过了解整个应用提高设备的性能。这种方法并不只是侧重于轴承或密封件等个别部件。它着眼于整个应用，关注部件之间的交互作用。



### 设备维修

来自 SKF 的状态监测技术及维修服务，可以帮助最大程度地减少计划外停机时间，提高运营效率，降低维护成本。

### 设计优化与验证

SKF 可与客户紧密合作，采取专利3-D 建模软件优化现有的或新的设计，该软件还可以作为一个虚拟测试台来测试设计的完整性。



### 密封解决方案

SKF 提供标准密封件和定制设计密封解决方案，增加正常运行时间，提高机器的可靠性，减少摩擦和功率损耗，并延长润滑剂的使用寿命。



### 机电一体化

SKF 线控飞行系统和用于非道路车辆、农业和叉车应用的线控驱动系统可取代既笨重又耗油的机械和液压系统。



### 润滑解决方案

从专业的润滑油到最先进的润滑系统和润滑管理服务，SKF 润滑解决方案可以帮助降低与润滑相关的停机时间和润滑剂的消耗。



### 驱动和运动控制

通过各式各样的产品——从驱动器和滚珠丝杠到直线导轨——SKF 与您一起应对最紧迫的线性系统挑战。



## 知识工程的力量

通过运用五大领域的的能力以及一百多年以来积累的专门知识，SKF为全球主要行业的原始设备制造商和生产厂商提供创新解决方案。这五大领域包括轴承及轴承单元、密封件、润滑系统、机电一体化（将机械和电子技术相结合的智能系统）、以及包括从三维计算机建模到先进的状态监测、可靠性应用和资产管理等一系列的服务。SKF为客户提供统一质量标准的产品，业务遍及全球，在全世界范围内均有供货。

[www.skf.com](http://www.skf.com)  
[skfchina.machinetool@skf.com](mailto:skfchina.machinetool@skf.com)

© SKF和SNFA是SKF集团的注册商标。

© SKF集团2013

本出版物内容的著作权归出版者所有且未经事先书面许可不得被复制（甚至引用）。我们已采取了一切注意措施以确定本出版物包含的信息准确无误，但我们不对因使用此等信息而产生的任何损失或损害承担任何责任，不论此等责任是直接、间接或附随性的。任何本出版物提及的成本节约及利润增长均来源于斯凯孚客户的经历且不构成对未来的任何结果将保持一致的担保。

PUB BU/P2 06810/6 ZH · 2013年3月

本刊物取代 6002 ZH.

本出版物在中国印刷



[www.skf.com/superprecisionbearings](http://www.skf.com/superprecisionbearings)