



超精密角接触 球轴承：高承载

72 D (E 200) 系列



目录

A 产品信息

SKF 高承载超精密角接触球轴承	3
拓展系列——种类不断增多的产品	4
轴承设计	5
轴承系列	6
轴承变体	6
单个轴承和配组轴承组	7
应用场合	8

B 推荐

轴承配置设计	10
单个轴承	10
轴承组	10
配置类型	11
应用实例	12
润滑	14
开式轴承的润滑脂润滑	14
密封轴承	15
用润滑脂润滑的开式 及密封轴承的跑合	15
开式轴承的油润滑	16

C 产品数据

轴承数据——概述	18
外形尺寸	18
倒角尺寸	18
公差	18
轴承预负荷	18
轴承轴向刚度	22
轴承圈的安装和固定	24
轴承组的承载能力	25
轴承当量负荷	26
可达转速	26
保持架	26
密封件	27
材料	27
热处理	27
轴承和轴承组的标识	28
包装	29
型号系统	29
产品表	32

D 补充信息

树立精密轴承的最高标准	42
超精密角接触球轴承	42
超精密圆柱滚子轴承	43
超精密双向角接触推力球轴承	43
丝杠传动用超精密角接触推力球轴承	43
超精密轴向-径向圆柱滚子轴承	43
SKF——一家知识工程公司	46

SKF高承载超精密角接触球轴承

机床和其它精准应用场合需要轴承具有极好的性能。因为负荷下弹性形变的程度决定着设备的产量和精度，所以在这些应用场合中，最重要的性能挑战就是系统刚度。并联机床(PKM)以高结构刚度和高动态性能而著称。只有机床里面的轴承能满足上述挑战要求，并联机床的这些优良性能才能体现出来。因市场上对轴承的性能要求不断提高，为满足这种需求，SKF开发了新一代超精密轴承。72..D(E 200)¹⁾系列的超精密角接触球轴承的全新设计使得轴承在承受重负荷的同时，还具有很高的刚度，这使得轴承成为了一个绝佳的解决方案，能解决其它类似应用场合面临的各种难题。

72..D(E 200)系列的SKF轴承具有如下特征：

- 承载能力强
- 刚性高
- 轴承使用寿命延长
- 产生的热量少
- 噪音和振动低

轴承在并联车床(PKM)、车床轴、磨床和钻床、高速功率计和涡轮增压器等应用场合中，具有极高的可靠性和卓越的精准度。



¹⁾ 如果适用，括号和斜体中的型号指的就是SNFA中的型号。

产品范围的扩展 —— 种类不断丰富

72..D(E 200)系列轴承的问世，丰富了SKF超精密轴承的种类。该系列扩展产品可适用的轴直径为7至140毫米。我们可以根据客户的需要，提供无需润滑的密封轴承产品。

为满足精密应用场合的各种工作要求，为72..D(E 200)系列的轴承提供了两个公差等级和两种接触角。而且为通用配组或成组安装轴承生产了四种预负荷等级，这基本上能满足所有应用场合对速度和刚度的要求。SKF能按照客户的要求，提供各种预负荷等级的组配轴承组。供应的轴承有很多尺寸，而且都是标准轴承，这些轴承有两种类型的球材料。

最常见尺寸的轴承有一个PEEK保持架，这个保持架使得轴承能在更宽的温度范围下工作。

与所有角接触球轴承一样，72..D(E 200)系列的轴承都能够与另外一个轴承进行调节，从而更好的平衡反作用力。为了满足轴向和径向方向上的负荷，通常使用轴承组，而这个轴承组中通常含有多至四个轴承。



72..D(E 200)系列的SKF超精密角接触球轴承

特征：

- 大尺寸球的数量多
- 倒角设计经过优化
- 符合 ISO 尺寸系列 02 标准
- 不对称的外圈
- 轻质保持架(酚醛树脂或PEEK)
- 高温PEEK 保持架，适用于常见尺寸
- 高速润滑脂，适用于密封变体
- 非接触式密封，适用于密封变体

为客户带来的实惠如下：

- 高承载能力，高刚性
- 有利于安装
- 横截面积大且坚固
- 能承受径向负荷和一个方向上的轴向负荷
- 摩擦低，且能为球/滚道接触区域提供良好的润滑
- 工作温度高达150 °C
- 高速性能，无需重新润滑，良好的热稳定性
- 高速性能，能避免污染物进入轴承内，对轴承造成污染，延长了轴承的使用寿命

轴承设计

72.. D (E 200)系列的SKF-SNFA 超精密单列角接触球轴承能在低至中等工作温度下, 承受重负荷。

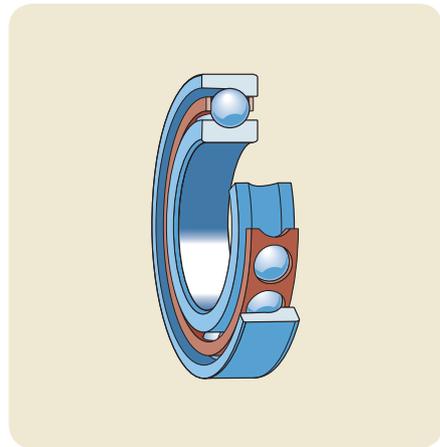
D设计轴承包括如下特征:

- 对称内圈
- 不对称外圈
- 大球数量多
- 轻质保持架, 外圈挡肩引导
- 倒角设计经过优化

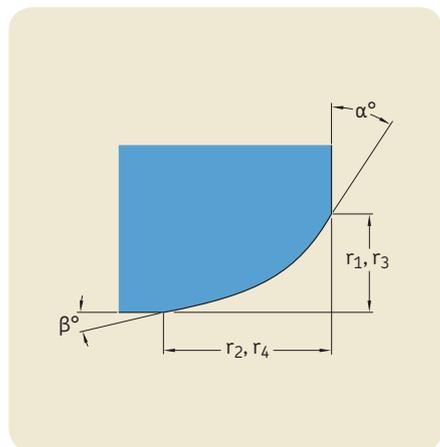
采用的对称内圈和不对称外圈设计有利于轴承承受径向负荷和轴向负荷(仅限于一个方向上的负荷)。与其它精密角接触球

轴承相比, D设计轴承拥有的大球数量更多, 这样有利于提高轴承的承载能力。这个系列的轴承有一个外圈引导的保持架, 是用纤维增强的酚醛树脂或纤维增强的PEEK生产而成的。这两种类型的保持架是为了更好的为球/滚道接触区域提供润滑。

内圈和外圈的倒角形状经过优化后, 其安装精度也得到了提高。因此, 优化提高了安装精度, 而且降低了对相关部件造成损害的风险性。



D设计轴承的大球数量更多, 能承受更重的负荷



轴承圈倒角经过优化后, 有利于安装



轴承系列

72.. D(E 200)系列的轴承符合ISO 直径系列2和宽度系列0的标准。与718、719和70系列的轴承相比，在内径一定的情况下，72系列的轴承最坚固，横截面积也最大。

轴承变体

72.. D(E 200)系列的SKF轴承有很多变体，能满足负荷、速度和刚度等各种工作条件的要求。

接触角度

标准轴承生产了如下几种类型的接触角：

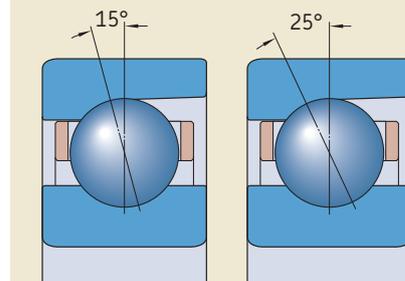
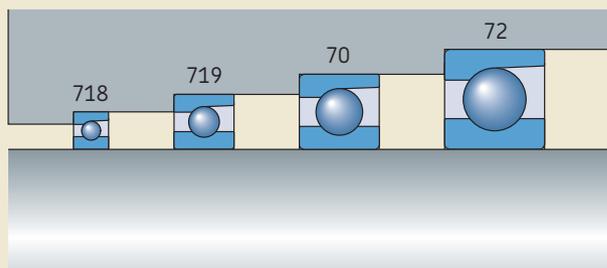
- 15°接触角，型号后缀为CD(1)
- 25°接触角，型号后缀为ACD(3)

由于有两种类型的接触角可供选择，所以设计师能根据轴向负荷、速度性能和刚度要求，对其应用进行优化。接触角越大，轴向刚度越高，轴向承载能力也越强，但会降低速度性能。



与其它系列的轴承相比，在内径一定的情况下，72系列的轴承的横截面积最大。

该系列的轴承有两个接触角，这样能确保轴承满足轴向负荷、速度和刚度三方面的要求。



球材料

内径高达85毫米的标准轴承采用以下滚动体：

- 钢球，无型号后缀
- 陶瓷球(轴承等级氮化硅)，型号后缀 HC (NS)

SKF提供符合标准且带有钢球的大尺寸轴承，SKF也可以按照客户的具体要求，为其量身定制陶瓷球。

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，混合陶瓷轴承的刚性更大，运行速度也更快。陶瓷球的重量轻有助于降低轴承的离心力，以及有助于轴承产生更少的热量。对需要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有助于降低能耗，延长润滑脂的使用寿命。

密封轴承

内径10至80毫米的轴承可采用整体式密封，轴承内填充了优质的润滑脂。因为密封件在内圈挡边的圆柱面形成了一个小缝隙，所有不会影响速度性能。

与开式轴承和匹配外部密封件的轴承相比，密封轴承具有的优势如下：

- 轴承使用寿命延长
- 减少维护需求
- 减少库存
- 减少在安装和操作时，润滑剂受到污染的风险

密封轴承型号用前缀S (后缀 /S)以示区别。

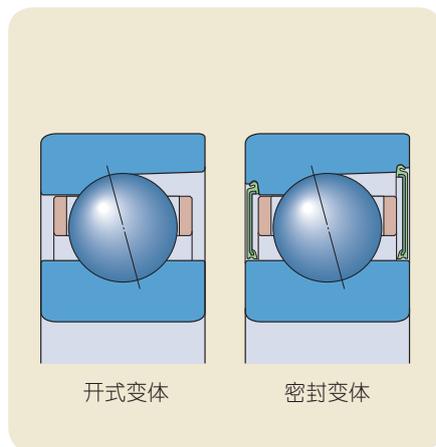
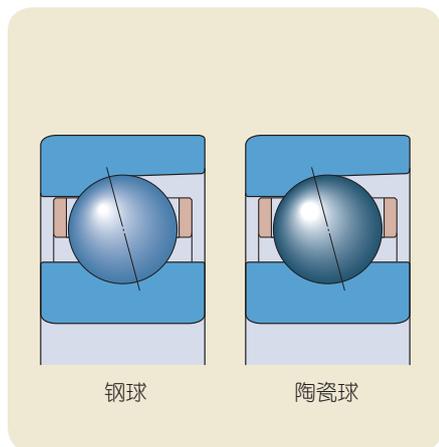
单个轴承和配组轴承组

现提供的72..D (E 200)系列标准轴承的范围包括：

- 单个轴承
- 单个通用配组轴承
- 配组轴承组
- 通用配组轴承组

现提供的混合陶瓷轴承的尺寸范围为85毫米及以下

部分尺寸可提供密封轴承



应用场合

72..D (E 200)系列的SKF超精密角接触球轴承解决了各种轴承配置难题。在所有轴承产品中，这个系列轴承的高刚性，在很高的运行速度下能承受很重的负荷，这种特征能为很多应用场合带来经济效益。车床轴不仅需要很高的负荷能力，而且需要很高的定位精度。切割深度和进给速率通常被提升至极限，这取决于所需表面的光洁度。

其它应用场合包括发动机(引擎)测试用功率计和并联车床(PKM)。功率计需要

很高的刚度和很高的速度性能。低振动、低噪音和低摩擦对限制读取误差至关重要。PKM需要很高的承载能力和很高的刚度才能避免弯曲，而弯曲会降低机床的精度。

对于这些应用场合和其它应用场合而言，72..D (E 200)系列的轴承经过配置

优化后，能在刚度、承载能力和生成的热量、轴承使用寿命之间达到最佳平衡。

应用解决方案

- 机床主轴
- 车床(主轴、尾座)
- 磨床
- 钻机(钻床)
- 并联机床(PKM)
- 发动机(引擎)测试用功率表
- 高速涡轮增压器

要求

- 承载能力强
- 刚度高
- 高速性能
- 定位精度高
- 使用寿命长
- 振动和噪音低
- 摩擦小
- 安装简易
- 能增加机床正常工作时间

解决方案



72..D (E 200)系列的SKF超精密角接触球轴承



轴承配置设计

使用72..D (E 200)系列的SKF超精密角接触球轴承中的单个轴承或轴承组能设计各种轴承配置形式。表格1中举例说明，如何为三个轴承配置订购轴承。

单个轴承

72..D (E 200)系列的轴承现有单个(单独)轴承或单个通用配组轴承两种类型。订购单个轴承时，请说明您所需单个轴承的数量。

单个轴承

只有每个方向上只使用一个轴承时，才能用单个轴承进行配置。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彼此相邻安装。

单个通用配组轴承

通用配组轴承是专门生产的，这样就能按照任何顺序进行安装，但是这些轴承必须一个紧靠着另一个才可以在不使用薄垫片或同等设备的情况下，实现固定预负荷或平均分配载荷。这些轴承能使用任何顺序进行安装，因此能安装成您希望的任何形式。SKF现提供的单个通用配组轴承其型号后缀为G(U)。

轴承组

72..D (E 200)系列的轴承现有配组轴承组或通用配组轴承组两种类型。订购轴承组时，请说明您所需轴承组的数量(型号中规定了每组中单个轴承的数量)。

配组轴承组

SKF提供的全套轴承组通常由两个、三个或四个轴承组成。在生产这些轴承时，会考虑彼此要配套安装，所以这些轴承能按照特定的顺序，一个紧靠着另一个安装，而且可以在不使用薄垫片或同等设备的情况下，实现固定预负荷和/或载荷平均分配。

这些轴承的内径和外径非常吻合，最大公差不得超过直径允许公差的三分之一，所以与单个、通用配组轴承相比，轴承安装时的载荷分配更均匀。

通用配组轴承组

通用配组中的轴承能按照任意顺序进行安装，所以能满足客户的任意配置要求。通用配组轴承组中的轴承的内径和外径非常吻合，最大公差不得超过直径允许公差的三分之一，所以与单个、通用配组轴承相比，轴承安装时的载荷分配更均匀。

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)。

表1

三个轴承配置的订货示例

设计标准	订购内容	型号 ¹⁾	订购示例
轴承配置未知	三个通用配组轴承	72 .. DG../P4A (E 2.. 7CE .. U..)	3 x 7214 CDGA/P4A (3 x E 270 7CE1 UL)
轴承配置未知，客户希望能改善轴承的载荷分配情况。	三个通用配组轴承组成的轴承组	72 .. D/P4ATG.. (E 2.. 7CE .. TU..)	1 x 7214 CD/P4ATGA (1 x E 270 7CE1 TUL)
轴承配置未知	三个轴承组成的轴承组	72 .. D/P4AT.. (E 2.. 7CE .. T..)	1 x 7214 CD/P4ATBTA (1 x E 270 7CE1 TDL)

¹⁾ 欲知型号的更多详情，请参考30页和31页中的表格16。

配置类型

可按照刚度和轴向载荷要求，对通用配组轴承和配组轴承组进行混合搭配。图1中除列举了所有可能的混合配置之外，也包括型号后缀，这些型号后缀适用于配组的轴承组。

背对背轴承配置

在背对背配置中，载荷线沿着轴承轴的方向分散。该配置可承受两个方向上的轴向力，但是具体某一个方向上的力由一颗轴承或其中一组轴承来承受。与面对面配置的轴承相比，背对背配置的轴承的刚度相对要大一些，而且也适合承受倾斜力矩。

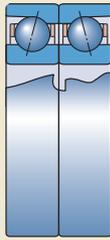
面对面轴承配置

在面对面配置中，载荷线沿着轴承轴的方向汇合在一起。只有每个方向上有一个轴承或轴承组的时候，这两个轴承或轴承组才能承受两个方向上的轴向载荷。与背对背配置的轴承组相比，面对面配置的轴承组不太适合承受倾斜力矩。

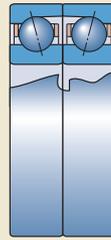
轴承的串联配置

串联增添轴承能增加轴承的轴向承载能力。轴承串联配置时，所有的载荷线都相互平行。这样就能确保将轴向载荷和径向载荷平均分配给所有的轴承。轴承组只能承受一个方向上的轴向载荷，如果在另一个方向添加轴向载荷，或者如果两个方向上都存在载荷，那么就需要调节轴承配置来承受载荷。

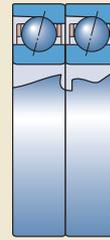
带有两个轴承的轴承组



背对背配置
型号后缀 DB (DD)

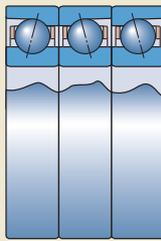


面对面配置
型号后缀 DF (FF)

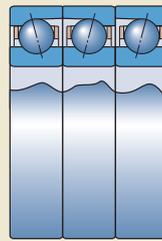


串联配置
型号后缀 DT (T)

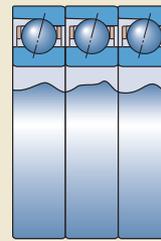
带有三个轴承的轴承组



背对背串联配置
型号后缀 TBT (TD)

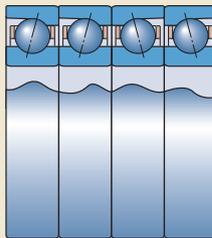


面对面串联配置
型号后缀 TFT (TF)

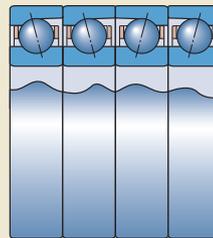


串联配置
型号后缀 TT (3T)

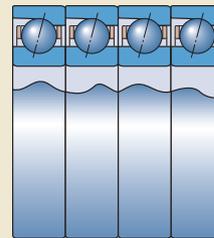
带有四个轴承的轴承组



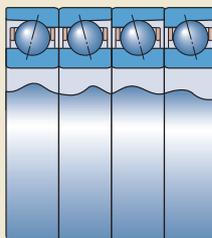
串联背对背配置
型号后缀 QBC (TDT)



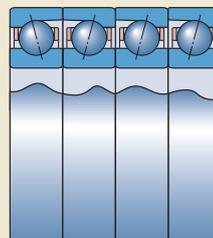
串联面对面配置
型号后缀 QFC (TFT)



串联配置
型号后缀 QT (4T)



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)

应用示例

超精密角接触球轴承的应用场合包括但不限于机床应用。主轴对轴承配置可能有不同的要求，具体视机床及其预期用途而定。

车床轴通常是由电动机进行驱动的，这里的轴指的是电主轴。因此，主轴

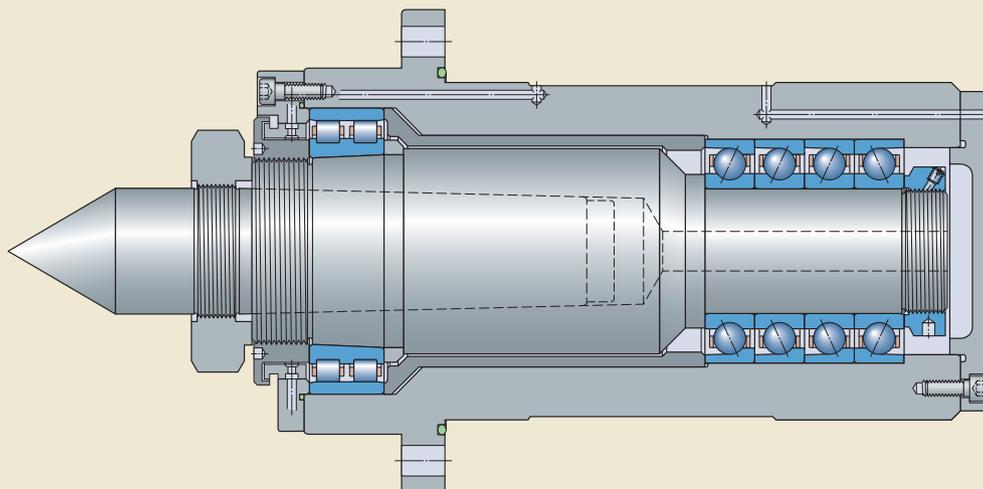
非工具端的轴向载荷通常很轻。主轴工具端有很重的载荷，所以对刚度和承载能力的要求很高。所以，工具端通常有三个或四个72..D (E 200)系列的角接触球轴承，非工具端则有圆柱滚子轴承。对于磨削这种高速应用场合，主轴两端通常有72..D (E 200)系列的角接触球轴承，而且这些轴承采用了特殊的轴承配置。

并联机床(PKM)和用于对发动机(引擎)测试的功率计的刚度至关重要。因此，会经常使用72..D (E 200)系列的角接触球轴承组，这些轴承通常采用了背对背的配置方式。高速功率计的配置中混合陶瓷轴承更受欢迎。

车床尾座

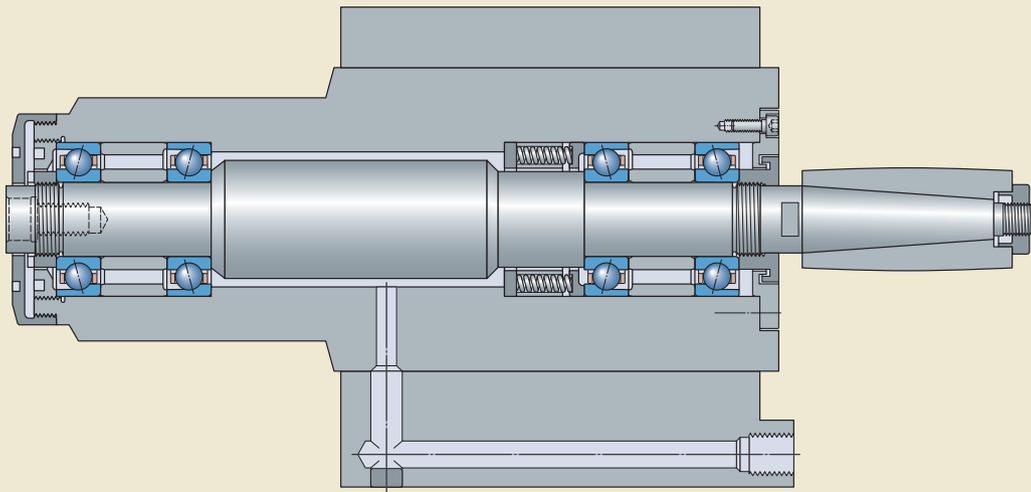
在载荷相对较重的情况下，车床尾座对刚度的要求很高。

尾座的后端使用了7210 ACD/P4AQBTD (E 250 7CE3 3TD85daN)超精密角接触球轴承组，这个轴承组是由四个轴承采用背对背和串联的配置方式配置而成的。尾座的前端使用了高精度双列圆柱滚子轴承(NN 3015 KTN/SP)。



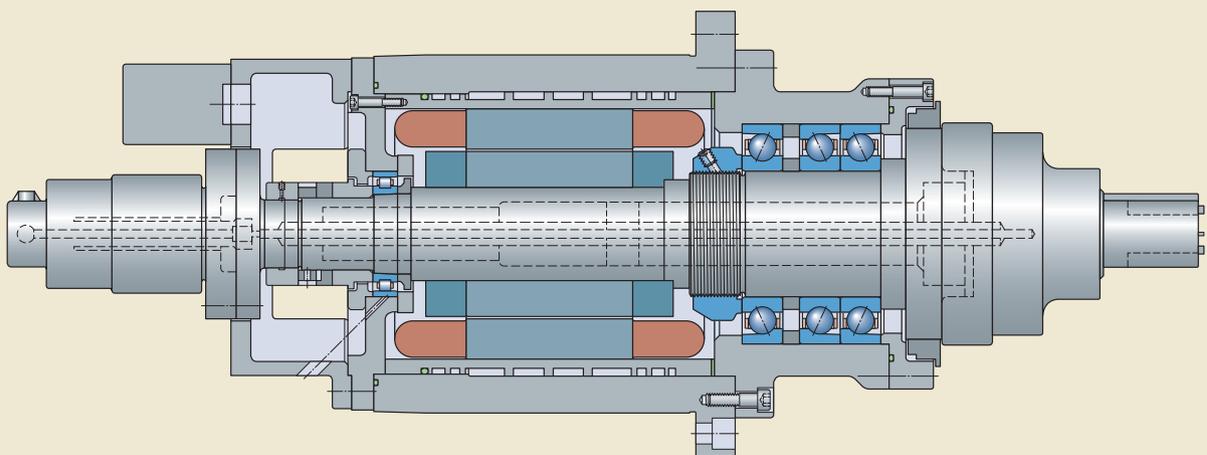
磨轴

磨轴通常在相对较重载荷的条件下高速运转。这种轴使用了两个串联组，这两个串联组是由超精密角接触球轴承(2 x 7205 CD/P4ADT (E 225 7CE1 T)) 采用背对背的方式配置而成的。每组中的轴承都用一组精密配组的隔圈分隔开来。工作过程中，非工具端的弹簧能产生恒定的预负荷。



车床电主轴

这种车床电主轴是专为大直径棒料应用而开发的。工具端有一个超精密角接触球轴承组，这组轴承采用了背对背的串联配置方式，每个轴承间使用了一组精密配组的隔圈(例如7216 ACD/P4ATBTA(E 280 7CE3 TDL))进行分隔，这样就能达到最大刚度。高精单列圆柱滚子轴承(例如：N 1010 KTN/SP)位于非工具端。



润滑

摩擦生热对生产设备会造成不利影响。减少轴承因摩擦生成的热量以及降低轴承磨损最有效的方法就是，确保使用适当且适量的润滑剂对各个运转零件进行润滑。

只需一点点润滑剂就能在滚动体和滚道之间形成一层润滑膜。

使用润滑脂进行润滑，能确保流体动力摩擦损失很小，而且能确保工作温度很低。但是，在高速应用场合(通常速度系数 > 1 400 000 毫米/分)，应使用润滑油进行润滑，因为润滑脂在这些条件下的使用寿命很短，而且润滑油兼有冷却效果。

开式轴承的润滑脂润滑

在使用 72 D.. (E 200) 系列开式轴承的大多数应用场合中，非常适合使用含矿物基油和锂基增稠剂的润滑脂。这些润滑脂可以有效地粘附于轴承表面，并且可以适应从 -30 至 +100 °C 的工作温度。

初次填充润滑脂的数量

在高速应用场合中，填充润滑脂的数量应小于轴承可用空间的 30%。初次填充润滑脂的数量视轴承尺寸和速度系数而定，

$$A = n d_m$$

其中

A = 速度系数 [mm/min]

n = 旋转速度 [r/min]

d_m = 轴承平均直径
= 0,5 (d + D) [mm]

可以根据初次填充润滑脂的计算系数估算初次填充的数量。

$$G = K G_{ref}$$

其中

G = 初次填充润滑脂的数量 [cm³]

K = 计算系数取决于速度系数 A (→ 图表 1)

G_{ref} = 参考润滑脂的数量 (→ 表格 1) [cm³]

表格 1

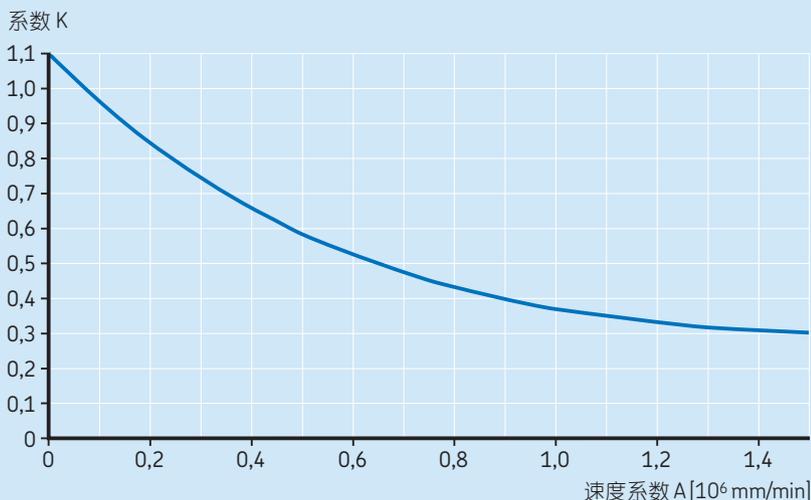
初次填充润滑脂的估算参考值

轴承孔径 d	大小	参考润滑脂数量 ¹⁾ 开式轴承 G_{ref}
mm	-	cm ³
7	7	0,16
8	8	0,23
9	9	0,26
10	00	0,36
12	01	0,51
15	02	0,73
17	03	1
20	04	1,5
25	05	1,9
30	06	2,8
35	07	3,9
40	08	4,7
45	09	5,9
50	10	6,7
55	11	8,6
60	12	10,1
65	13	12,5
70	14	13,7
75	15	14,9
80	16	18,1
85	17	21,8
90	18	27,8
95	19	34,3
100	20	40,9
105	21	48,3
110	22	54,2
120	24	69,1
130	26	72,4
140	28	83,9

¹⁾ 指的是 30% 的填充等级

图表 1

估算初次填充润滑脂数量的系数 K



密封轴承

S 72.. D (E 200 / S)系列的密封轴承填充了高级优质的低粘度润滑脂，填充润滑脂的数量约为轴承可用空间的15%。这款轴承在正常工作条件下，无需重新润滑。润滑脂具有的特征如下：

- 高速性能 (速度系数高达 1 200 000 毫米/分)
- 耐老化能力强
- 能防止生锈

润滑脂的技术规格如表格2中所示。

油脂润滑的开式和密封轴承的跑合

油脂润滑的超精密轴承首次运行时的摩擦力矩很大。如果轴承没有经历过跑合阶段，就开始高速运行，那么温度会急速上升，这样就有可能损坏润滑脂。润滑脂的搅拌会导致力矩很大，所以多余的润滑脂流出接触区就要花一点时间。安装阶段，在开式轴承内部的保持架两侧均匀地涂抹少量的润滑脂能缩短上述所需时间，这对两个相邻轴承间的隔圈也十分有利(→使用隔圈可以对个别轴承的预负荷进行调整，22页)

稳定工作温度所需的时间取决于很多因素，比方说润滑脂的类型、初次填充润滑脂的数量、润滑脂涂抹至轴承的方式、试运行步骤(→请参考16页中的表格2)等。

超精密轴承正常跑合后，所需的润滑剂数量最少，摩擦力矩最小，温度最低。轴承两侧聚拢的润滑脂将发挥储存器的作用，润滑油会流动到滚道中，长久地进行润滑。

B

表格2

密封轴承润滑脂的技术规格

润滑脂的性能	润滑脂的规格
增稠剂	特殊锂皂
基油类型	Ester/PAO
NLGI 稠度等级	2
温度范围 [°C] [°F]	-40至+120 -40至+250
运动粘度 [mm ² /s] 40 °C 100 °C	25 6

可以用多种方法进行试运行。如果可以的话，不论选择什么样的程序，对轴承进行试运行时，应该使轴承沿着顺时针和逆时针方向工作。欲知试运行程序的更多详情，请登陆SKF官网 www.skf.com。

开式轴承的油润滑

在高速(通常速度系数 $A > 140$ 万 毫米/分)无需将润滑脂用作润滑剂的应用场合，建议您为72 .. D (E 200)系列的开式轴承进行油润滑。

油气润滑法

在某些精密应用场合中，只有采用油气润滑系统，才能满足极高运行速度及低工作温度的要求。油气润滑法，亦称油点法的工作原理是，通过压缩空气，将润滑油(数量经过精准测量)直接注入到每个轴承中。轴承组中的每个轴承都是由一个单独的注油器进行供油的。大多数设计包括特殊的隔圈，这个隔圈能与油喷嘴配套使用。

使用如下参考系数，能计算高速工作条件下，应为每个轴承注入的油的数量

$$Q = 1,3 d_m$$

其中

$$Q = \text{润滑油流速 [mm}^3/\text{h]}$$

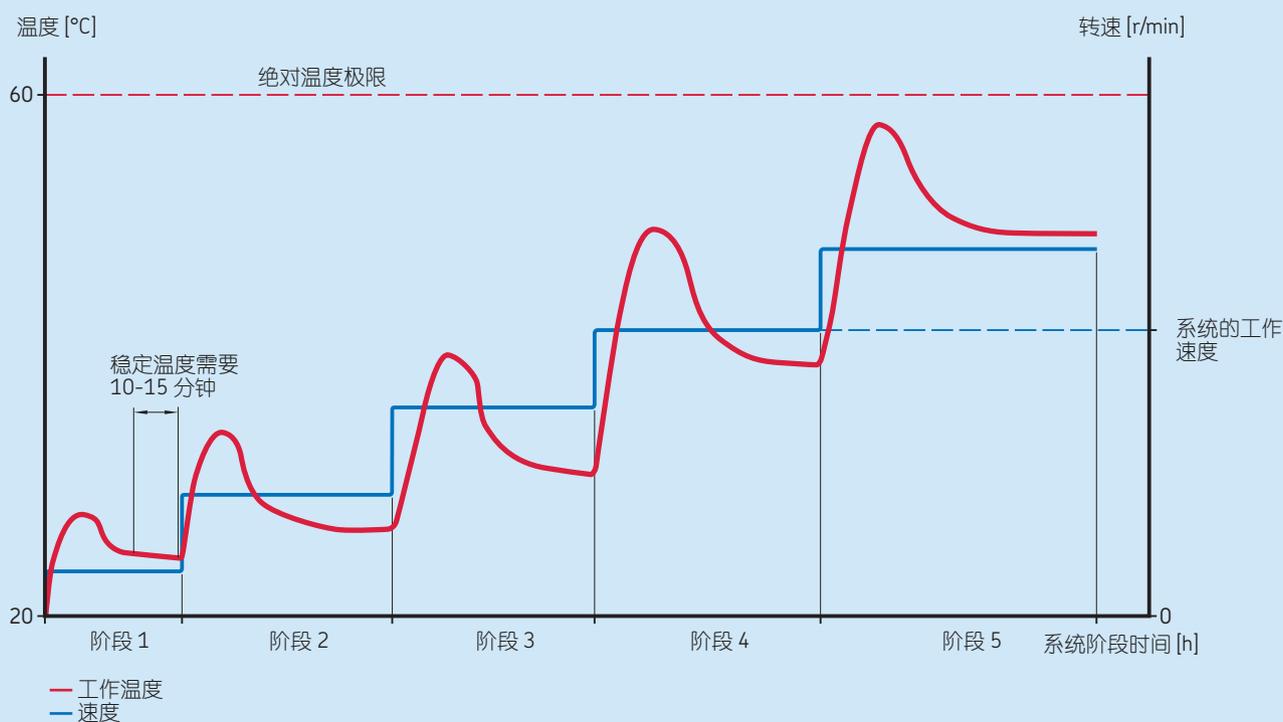
$$d_m = \text{轴承平均直径}$$

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

操作和调整期间，应根据温度上升情况，已计算出的油流率必须得到实际操作情况的验证。

图表 2

试运行程序的图示



测量仪器每隔一段时间，就会将油供应至输送管。输送管的内表面上附上了一层润滑油。润滑油会缓缓地流向喷嘴(→请参考图1)，从喷嘴处流出后，润滑油就能润滑轴承。应正确安装油喷嘴(→表格3)，只有这样，才能确保润滑油进入滚动体和滚道之间的接触区域。而且能避免保持架的影响。

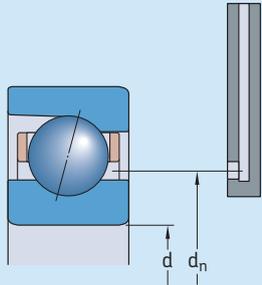
通常为超精密角接触球轴承推荐不含EP添加剂的优质润滑油。通常使用的润滑油的粘度为40至100 mm²/s (40 °C时)。应添加一个过滤器，以免微粒(> 5 μm)进入轴承内。

喷油润滑法

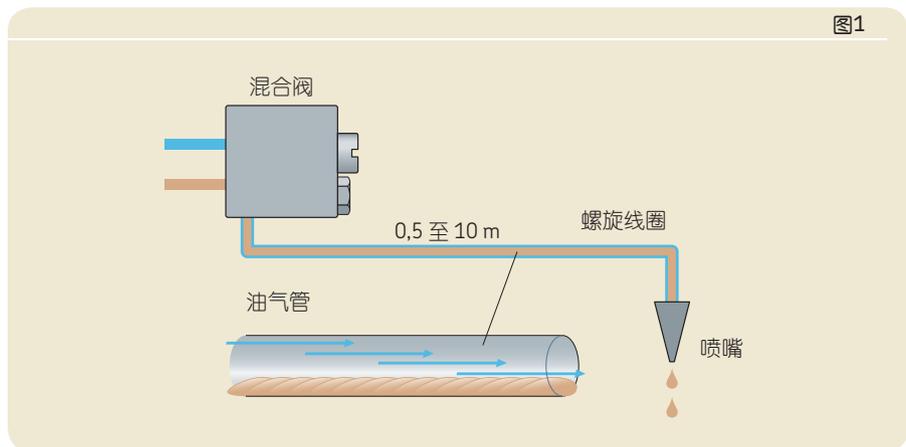
在高速工作场合，应为轴承提供适量的润滑油，这样才能确保充分润滑的同时，不会增加工作温度。实现这种目标最有效的一个方法就是喷油润滑法，这种方法通常运用于高速的涡轮增压器中，高压下直接在轴承的一侧，注入润滑油。注入油的速度必须足够高(至少为 15 米/秒)，这样才能渗透到旋转轴承周围的涡流中。同时，为方便润滑油从轴承内顺利排出，需使用适当尺寸的导管。

表格3

油气润滑的油喷嘴位置



轴承内径直径 d	尺寸	油喷嘴位置 d _n
mm	-	mm
7	7	13,6
8	8	14,3
9	9	16,3
10	00	18,3
12	01	20
15	02	23
17	03	25,9
20	04	31,1
25	05	36,1
30	06	42,7
35	07	49,7
40	08	56,2
45	09	60,6
50	10	65,6
55	11	72,6
60	12	80,1
65	13	86,6
70	14	91,6
75	15	96,6
80	16	103,4
85	17	111,5
90	18	117,5
95	19	124,4
100	20	131,4
105	21	138,4
110	22	145,9
120	24	158,2
130	26	170,7
140	28	184,8



轴承数据

外形尺寸

72..D (E 200)系列轴承的外形尺寸符合ISO 15: 1998中尺寸系列02的标准要求

倒角大小

产品中列举了径向(r_1, r_3)和轴向(r_2, r_4)上倒角尺寸的最小值。内圈和外圈推力侧的倒角值符合ISO 15: 1998的标准要求。

外圈非推力侧的值符合

ISO 12044: 1995的标准要求。倒角最大值符合ISO 582: 1995的标准要求。

公差

72 D(E 200)系列的轴承生产符合标准, 也符合P4A公差等级。SKF可以按照客户要求, 供应PA9A公差等级的轴承。

公差等级如下:

- 表格1中的P4A(比ABEC 7更好)公差等级
- 表格2中的PA9A(比ABEC 9更好)公差等级

表格中使用的公差等级和相关含义请参考第20页中的表格3。

轴承预负荷

单个超精密角接触球轴承没有任何预负荷。只有将两个轴承按照相反的方向放置时, 才会产生预负荷。

表格1

P4A公差

内圈 d		Δ_{dmp}		Δ_{ds}		V_{dp}	V_{dmp}	Δ_{Bs}		Δ_{B1s}		V_{Bs}	K_{ia}	S_d	S_{ia}
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		μm		μm		μm	μm	μm		μm		μm	μm	μm	μm
2,5	10	0	-4	0	-4	1,5	1	0	-40	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
10	18	0	-4	0	-4	1,5	1	0	-80	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
18	30	0	-5	0	-5	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	50	0	-6	0	-6	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-7	0	-7	2	1,5	0	-150	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
80	120	0	-8	0	-8	2,5	1,5	0	-200	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
120	150	0	-10	0	-10	6	3	0	-250	0	-380	4	4	4	4
外圈 D		Δ_{Dmp}		Δ_{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			最大值	最大值	最大值	最大值		
mm		μm		μm		μm	μm			μm	μm	μm	μm		
18	30	0	-5	0	-5	2	1,5	相同轴承的外圈值与内圈值相同 ($\Delta_{Bs}, \Delta_{B1s}$)		1,5	1,5	1,5	1,5		
30	50	0	-6	0	-6	2	1,5			1,5	2,5	1,5	2,5		
50	80	0	-7	0	-7	2	1,5			1,5	4	1,5	4		
80	120	0	-8	0	-8	2,5	1,5			2,5	5	2,5	5		
120	150	0	-9	0	-9	4	1,5			2,5	5	2,5	5		
150	180	0	-10	0	-10	6	3			4	6	4	6		
180	250	0	-11	0	-11	6	4			5	8	5	8		

通用配组轴承和配组轴承组安装前的预负荷。

通用配组轴承和配组轴承组是量身定制的，在轴承安装前，如果将轴承按照相反的方向相互依靠放置，就会产生一定的预负荷。

为满足旋转速度和刚度要求，特意将72 D(E 200)系列的轴承生产出了如下四种预负荷等级：

- A级，极轻型预负荷
- B级，轻型预负荷
- C级，中型预负荷
- D级，重型预负荷

轴承的预负荷级别取决于接触角、轴承的尺寸。背对背或面对面轴承组(由两个轴承组成)的预负荷等级位于21页中的表格4中。

由三个或四个轴承组成的轴承组的预负荷比两个轴承组成的轴承的预负荷要

大。用21页表格4中列举的值乘以如下系数就可计算出这些轴承的预负荷：

- 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

SKF可以根据客户的具体要求，提供具有特殊预负荷的轴承组。这些轴承组的型号后缀G后面有一个数字，您可以根据这一特点，进行辨认。这些数字是轴承组的平均预负荷值，通过daN表示。没有为通用配组轴承组(由三个或三个以上的轴承组成)(后缀TG和QG)提供特殊的预负荷。

已安装轴承组的预负荷

通用配组轴承组和配组轴承组一旦安装，其具有的预负荷就比生产时预先制定的内

置预负荷要重。预负荷的增加取决于轴和轴承座孔上的轴承配合面的实际公差情况。预负荷的增加也可能是因为相关部件的几何形状偏差(如轴承座的圆柱度、垂直度或同轴度)造成的。

工作期间，可能增加预负荷的原因如下：

- 轴(位置恒定不变)的旋转速度
- 内圈、外圈和滚动体之间的温度变化
- 与轴承钢相比，轴和轴承座材料的热膨胀系数不同

如果轴承直接以零过盈配合安装在钢轴和厚壁钢或铸铁轴承座上，那么就能以下列公式很精准地测定轴承的预负荷。

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

表格2

PA9A公差等级

内圈 d		Δ_{dmp}		Δ_{ds}		V_{dp}	V_{dmp}	Δ_{Bs}		Δ_{B1s}		V_{Bs}	K_{ia}	S_d	S_{ia}
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		μm		μm		μm	μm	μm		μm		μm	μm	μm	μm
2,5	10	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-40	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
10	18	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-80	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
18	30	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	50	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-4	0	-4	2	1,5	0	-150	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
80	120	0	-5	0	-5	2,5	1,5	0	-200	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
120	150	0	-7	0	-7	4	3	0	-250	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
外圈 D		Δ_{Dmp}		Δ_{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			最大值	最大值	最大值	最大值		
mm		μm		μm		μm	μm			μm	μm	μm	μm		
18	30	0	-4	0	-4	2	1,5	相同轴承的外圈值与内圈值相同 ($\Delta_{Bs}, \Delta_{B1s}$)		1,5	1,5	1,5	1,5		
30	50	0	-4	0	-4	2	1,5			1,5	2,5	1,5	2,5		
50	80	0	-4	0	-4	2	1,5			1,5	4	1,5	4		
80	120	0	-5	0	-5	2,5	1,5			2,5	5	2,5	5		
120	150	0	-5	0	-5	2,5	1,5			2,5	5	2,5	5		
150	180	0	-7	0	-7	4	3			2,5	5	2,5	5		
180	250	0	-8	0	-8	5	4			4	7	4	7		

其中

- G_m = 已安装轴承组的预负荷 [N]
- $G_{A,B,C,D}$ = 轴承组安装前的内置预负荷(21页中的表格4)[N]
- f = 轴承系数取决于轴承尺寸(21页中的表格5)
- f_1 = 纠正系数取决于接触角(22页中的表格6)
- f_2 = 纠正系数取决于预负荷等级(22页中的表格6)
- f_{HC} = 混合陶瓷轴承的纠正系数(22页中的表格6)

对于高速轴这种装置，需要安装得更牢固，因为离心力会使得内圈从轴上的配合面中脱离。安装时，需要认真评估这些轴承的配置。

恒定的预负荷

在精密高速的应用场合，恒定不变的预负荷非常重要。要维持这种预负荷，可在轴承外圈和轴承座挡边(→图1)间使用一个校准的线性弹簧。在正常工作条件下，使用弹簧之后，轴承运动时不会影响预负

荷。但是，需要注意的是，与使用轴向位移设置预负荷配置而成的轴承相比，使用弹簧配置成的轴承，其刚度比前者要低很多。

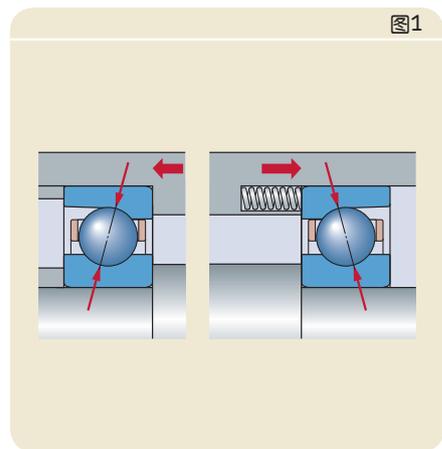


图1

表格3

公差符号

公差符号 定义

内径

d	公称内径
d_s	单个孔径
d_{mp}	平均孔径 单一平面上最大和最小单一内径的算术平均值
Δ_{d_s}	单一内径与公称值的偏差 ($\Delta_{d_s} = d_s - d$)
$\Delta_{d_{mp}}$	平均内径与公称值的偏差 ($\Delta_{d_{mp}} = d_{mp} - d$)
V_{d_p}	内径的变动量，单一平面上最大和最小单一内径的偏差
$V_{d_{mp}}$	平均内径的变动量；最大和最小平均内径的偏差

外径

D	公称外径
D_s	单一外径
D_{mp}	平均外径；单一平面上最大和最小单一外径的算术平均值
Δ_{D_s}	单一外径与公称值的偏差 ($\Delta_{D_s} = D_s - D$)
$\Delta_{D_{mp}}$	平均外径与公称值的偏差 ($\Delta_{D_{mp}} = D_{mp} - D$)
V_{D_p}	外径的变动量，单一平面上最大和最小单一外径的偏差
$V_{D_{mp}}$	平均外径的变动量；最大和最小平均外径的偏差

公差符号 定义

宽度

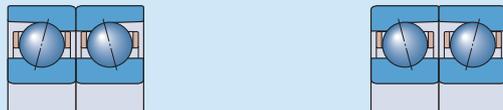
B, C	内圈和外圈的公称宽度
B_s, C_s	内圈和外圈的单一宽度
B_{1s}, C_{1s}	内圈，外圈的单一宽度；配组轴承
$\Delta_{B_s}, \Delta_{C_s}$	单一内圈，外圈宽度与公称值的偏差 ($\Delta_{B_s} = B_s - B$; $\Delta_{C_s} = C_s - C$)
$\Delta_{B_{1s}}, \Delta_{C_{1s}}$	轴承组中轴承的内圈单一宽度或外圈单一宽度与公称宽度的偏差(通用配组轴承不适用) ($\Delta_{B_{1s}} = B_{1s} - B$; $\Delta_{C_{1s}} = C_{1s} - C$)
V_{B_s}, V_{C_s}	套圈宽度偏差；内圈和外圈最大宽度与最小宽度的偏差

运行精度

K_{ia}, K_{ea}	内圈，外圈的径向跳动；对于成套轴承
S_d	内圈基准端面对内孔的径向跳动
S_D	外圆倾斜度的偏差；外圆柱表面母线对外圈基准端面的倾斜度的变动量
S_{ia}, S_{ea}	内圈，外圈的轴向跳动；对于成套轴承

表格4

通用配组轴承和配组轴承组在安装前的轴向预负荷，这些轴承采用了背对背或面对面的配置形式



轴承 孔径	大小	轴向预负荷 系列 ¹⁾ 中轴承 72 CD (E 200 CE1) 72 CD/HC (E 200 /NS CE1) 预负荷等级				72 ACD (E 200 CE3) 72 ACD/HC (E 200 /NS CE3) 预负荷等级			
		A	B	C	D	A	B	C	D
d		N							
mm	-								
7	7	12	24	48	96	18	36	72	144
8	8	14	28	56	112	22	44	88	176
9	9	15	30	60	120	25	50	100	200
10	00	17	34	68	136	27	54	108	216
12	01	22	44	88	176	35	70	140	280
15	02	30	60	120	240	45	90	180	360
17	03	35	70	140	280	60	120	240	480
20	04	45	90	180	360	70	140	280	560
25	05	50	100	200	400	80	160	320	640
30	06	90	180	360	720	150	300	600	1 200
35	07	120	240	480	960	190	380	760	1 520
40	08	125	250	500	1 000	200	400	800	1 600
45	09	160	320	640	1 280	260	520	1 040	2 080
50	10	170	340	680	1 360	265	530	1 060	2 120
55	11	210	420	840	1 680	330	660	1 320	2 640
60	12	215	430	860	1 720	350	700	1 400	2 800
65	13	250	500	1 000	2 000	400	800	1 600	3 200
70	14	260	520	1 040	2 080	420	840	1 680	3 360
75	15	270	540	1 080	2 160	430	860	1 720	3 440
80	16	320	640	1 280	2 560	520	1 040	2 080	4 160
85	17	370	740	1 480	2 960	600	1 200	2 400	4 800
90	18	480	960	1 920	3 840	750	1 500	3 000	6 000
95	19	520	1 040	2 080	4 160	850	1 700	3 400	6 800
100	20	590	1 180	2 360	4 720	950	1 900	3 800	7 600
105	21	650	1 300	2 600	5 200	1 000	2 000	4 000	8 000
110	22	670	1 340	2 680	5 360	1 050	2 100	4 200	8 400
120	24	750	1 500	3 000	6 000	1 200	2 400	4 800	9 600
130	26	810	1 620	3 240	6 480	1 300	2 600	5 200	10 400
140	28	850	1 700	3 400	6 800	1 350	2 700	5 400	10 800

¹⁾ 以上数据也适用于密封轴承

表格5

已安装轴承组的预负荷计算系数K

轴承 内径	尺寸	轴承系数 f ¹⁾
d		
mm	-	-
7	7	1,02
8	8	1,02
9	9	1,02
10	00	1,02
12	01	1,02
15	02	1,03
17	03	1,03
20	04	1,03
25	05	1,03
30	06	1,05
35	07	1,05
40	08	1,05
45	09	1,07
50	10	1,08
55	11	1,08
60	12	1,07
65	13	1,07
70	14	1,08
75	15	1,08
80	16	1,09
85	17	1,08
90	18	1,09
95	19	1,09
100	20	1,09
105	21	1,08
110	22	1,08
120	24	1,08
130	26	1,09
140	28	1,09

¹⁾ 数据也适用于密封轴承。

轴向位移预负荷

刚度和精准轴向指导是轴承配置中的两大关键参数，在轴向力发生改变的时候，这两个值尤其重要。

在这种情况下，通过调整轴向上每个轴承套圈，可以获得轴承的预负荷。这种预负荷法非常有利于系统的刚度。但是，预负荷会随着旋转速度的增加而快速增加，增加情况取决于接触角和滚动体材料。

通用配组轴承和配组轴承的生产规范能确保正确安装轴承时，能获得预先设定的轴向位移以及适当的预负荷。单个标准轴承必须使用精密配组的隔圈。

使用隔圈能调整预负荷

对于某些工作条件而言，必须优化轴承组的预负荷。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用，尤其当：

- 要增加系统刚度
- 在两个轴承间创建一个足够大的润滑脂储存区域
- 为油气润滑喷嘴创建一个空间

磨削隔圈内侧或外侧，可以调整轴承组的预负荷。表格7中介绍了等宽隔圈的哪一侧应该磨削，而且介绍了磨削对轴承造成的影响。表格8中列举了减少隔圈宽度的指导值。

要确保轴承具有最佳性能，就必须确保轴承隔圈在载荷下不变形。因此，这些隔圈应用高级优质钢进行生产，而且能硬化至45和60 HRC之间。尤其要注意侧面处的平面平行度，允许形状偏差不超过1至2 μm 。

旋转速度对预负荷的影响

SKF用应力计测定后发现，轴承高速运转时的预负荷显著增强，这主要是因为，滚动体的离心力改变了滚动体在轴承中的位

置。与全钢轴承相比，混合陶瓷轴承在维持高速运行的同时，不会显著增加预负荷，这主要是因为陶瓷滚动体的重量很轻。

轴承的轴向刚度

轴承的刚度取决于轴承承受负荷时的变形情况，轴承的刚度可以用负荷与轴承的恢复比率表示。但是，轴承恢复与负荷之间不存在直接的线性关系，所以无法引用轴向刚度的恒定值。

在载荷恒定的情况下，使用先进的计算方法，能计算72.. D (E 200)系列的轴承的轴向刚度的准确值，24页的表格9中列举了相关的指导值。这些指导值适用于静态条件下已安装的轴承组，该轴承组是由两个全钢轴承采用背对背或面对面的方式配置而成的，通常承受中型负荷。

由三个或四个轴承组成的组配轴承组的轴向刚度比由两个轴承组成的轴承组的轴向刚度要大。用24页表格9中列举的值乘以某个系数(取决于轴承配置和轴承的预负荷等级)就可以计算出这些轴承组的轴向刚度。对于A、B、C级的轴承组而言，要计算该轴承组的预负荷，可以使用如下系数：

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

混合陶瓷轴承轴向刚度的计算方法与全钢轴承的计算方法一样。但是，计算混合陶瓷轴承的轴向刚度时，必须用计算的值乘以1.11(适用于所有的配置和预负荷等级)。

表格6

计算已安装轴承组预负荷的修正系数

轴承系列 ¹⁾	预负荷的修正系数				f_{HC}	
	f_1	f_2 预负荷等级				
		A	B	C	D	
72 CD (E 200 CE1)	1	1	1,01	1,03	1,05	1
72 ACD (E 200 CE3)	0,99	1	1,01	1,02	1,05	1
72 CD/HC (E 200/NS CE1)	1	1	1,01	1,03	1,06	1,01
72 ACD/HC (E 200/NS CE3)	0,99	1	1,01	1,03	1,06	1,01

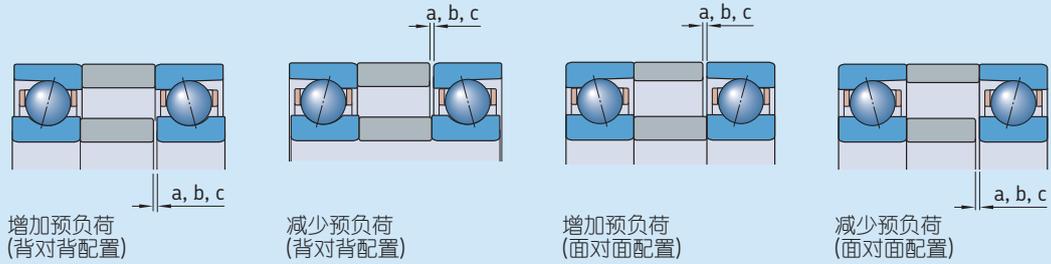
¹⁾ 以上数据也适用于密封轴承

表格7

修改隔圈指南

轴承组预负荷变更	宽度减少值	所需隔圈的宽度	
		轴承配置之间的值	面对面
		背对背	面对面
增加预负荷			
从A至B	a	内	外
从B至C	b	内	外
从C至D	c	内	外
从A至C	a + b	内	外
从A至D	a + b + c	内	外
减少预负荷			
从B至A	a	外	内
从C至B	b	外	内
从D至C	c	外	内
从C至A	a + b	外	内
从D至A	a + b + c	外	内

隔圈宽度减少的指导值



轴承 内径 d	大小	隔圈所需的宽度减少值 系列 ¹⁾ 中轴承 72 CD (E 200 CE1)			72 ACD (E 200 CE3)		
		a	b	c	a	b	c
mm	-	μm					
7	7	4	5	8	2	4	6
8	8	4	6	9	3	4	7
9	9	4	6	9	3	4	7
10	00	4	6	9	3	4	7
12	01	5	7	10	3	5	7
15	02	6	8	12	4	5	8
17	03	6	9	13	4	6	10
20	04	6	10	14	4	6	10
25	05	6	10	14	4	6	10
30	06	8	11	16	5	8	12
35	07	9	13	19	6	9	14
40	08	9	13	19	6	9	14
45	09	10	15	21	7	10	16
50	10	10	15	21	7	10	16
55	11	11	16	24	7	11	18
60	12	11	16	24	7	11	18
65	13	12	18	26	8	13	19
70	14	12	18	26	8	13	19
75	15	12	18	26	8	13	19
80	16	13	19	28	9	14	21
85	17	14	21	30	9	14	22
90	18	16	24	37	11	17	26
95	19	17	26	38	12	18	28
100	20	19	28	40	12	19	30
105	21	19	29	42	13	20	30
110	22	19	29	42	13	20	30
120	24	21	31	45	14	21	33
130	26	21	31	45	14	21	33
140	28	21	31	45	14	21	33

¹⁾ 数据也适用于密封轴承

轴承圈的安装和固定

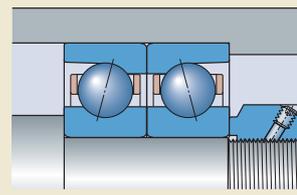
轴承在轴上或者轴承座里的轴向定位通常通过高精密锁紧螺母(→图2)或端盖来完成。这些部件需要很高的几何精度和良好的机械强度，只有这样才能确保提供可靠的锁紧功能。用于拧紧高精密锁紧螺母或端盖上的螺栓的锁紧力矩，必须大到阻

止相邻元件移动，并且同时确保轴承不变形以及最大程度地减少材料的疲劳。

锁紧力矩 M_t 的计算

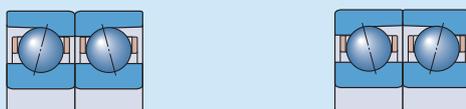
要精准地计算锁紧力矩 M_t 是一件很难的事情。您可以参考如下公式，但是操作过程中，请确认实际情况。

图2



表格9

背对背或面对面轴承组的静态轴向刚度



轴承 内径 d	大小	静态轴向刚度 系列 ¹⁾ 全钢轴承 72 CD (E 200 CE1) 预负荷等级				72 ACD (E 200 CE3) 预负荷等级			
		A	B	C	D	A	B	C	D
mm	-	N/μm							
7	7	11	15	21	30	27	35	46	61
8	8	12	15	21	30	28	36	48	63
9	9	13	17	23	33	32	41	54	71
10	00	14	19	26	37	35	45	59	78
12	01	16	22	30	42	41	52	68	90
15	02	19	26	35	49	46	60	78	102
17	03	21	28	38	53	53	68	89	118
20	04	25	33	45	63	61	79	102	135
25	05	29	38	52	72	71	92	119	158
30	06	43	59	82	118	105	137	181	244
35	07	50	67	94	136	119	154	204	275
40	08	53	71	100	143	127	165	218	294
45	09	61	82	115	166	146	190	252	341
50	10	65	88	124	178	154	201	266	359
55	11	72	98	137	197	172	224	296	399
60	12	75	102	142	205	182	238	315	424
65	13	78	106	148	212	189	245	324	437
70	14	83	112	156	225	201	261	345	464
75	15	87	118	165	237	211	274	361	487
80	16	96	130	181	260	257	303	401	540
85	17	102	139	193	278	250	325	429	578
90	18	114	154	215	314	273	355	469	632
95	19	115	156	217	313	280	365	482	649
100	20	122	165	230	331	296	388	509	685
105	21	129	174	243	349	308	399	527	708
110	22	135	183	254	364	325	423	557	748
120	24	139	188	261	373	338	440	579	777
130	26	155	209	291	416	378	491	630	869
140	28	163	220	305	437	397	516	679	911

¹⁾ 数据也适用于密封轴承

高精锁紧螺母或端盖上的螺栓的轴向锁紧力为

$$P_a = F_s + (N_{cp}F_c) + G_{A,B,C,D}$$

高精锁紧螺母的锁紧力矩为

$$M_t = K P_a \\ = K [F_s + (N_{cp}F_c) + G_{A,B,C,D}]$$

端盖上螺栓的锁紧力矩为

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

$$M_t = \frac{K [F_s + (N_{cp}F_c) + G_{A,B,C,D}]}{N_b}$$

其中

- M_t = 锁紧力矩 [Nmm]
- P_a = 轴向锁紧力 [N]
- F_s = 最小轴向锁紧力(→表格10) [N]
- F_c = 轴向安装力(→表格10)[N]
- $G_{A,B,C,D}$ = 轴承安装前的内置预负荷(21页中的表格4) [N]
- N_{cp} = 预负荷轴承的数量
- N_b = 端盖螺栓的数量
- K = 计算系数取决于螺纹(→表格11)

轴承组的承载能力

产品表中列举的基本额定动载荷C、基本额定静载荷C₀、疲劳载荷极限Pu 适用于单个轴承。使用27页表格12中的计算系数乘以单个轴承的承载能力值，就可以计算出轴承组的承载能力。



表格10

精密锁紧螺母和端盖的最小轴向锁紧力和装配力			
轴承内径 d	尺寸	最小轴向锁紧力	轴向装配力
		F _s	F _c
mm	-	N	
7	7	490	550
8	8	490	600
9	9	650	600
10	00	850	700
12	01	1 000	700
15	02	950	600
17	03	1 300	700
20	04	2 300	850
25	05	2 400	750
30	06	3 400	700
35	07	5 500	1 200
40	08	6 000	1 200
45	09	7 000	1 200
50	10	6 000	1 000
55	11	7 500	1 100
60	12	11 000	1 300
65	13	13 000	1 300
70	14	14 000	1 300
75	15	15 000	1 300
80	16	17 000	1 900
85	17	19 000	2 500
90	18	19 000	2 500
95	19	27 000	3 000
100	20	27 000	3 100
105	21	31 000	3 300
110	22	37 000	3 600
120	24	45 000	4 300
130	26	48 000	4 500
140	28	59 000	5 000

表格11

计算锁紧力矩的系数K		
螺纹公称直径 ¹⁾	系数K	
	对于高精锁紧螺母	端盖螺栓
-	-	-
M 4	-	0,8
M 5	-	1
M 6	-	1,2
M 8	-	1,6
M 10	1,4	2
M 12	1,6	2,4
M 14	1,9	2,7
M 15	2	2,9
M 16	2,1	3,1
M 17	2,2	-
M 20	2,6	-
M 25	3,2	-
M 30	3,9	-
M 35	4,5	-
M 40	5,1	-
M 45	5,8	-
M 50	6,4	-
M 55	7	-
M 60	7,6	-
M 65	8,1	-
M 70	9	-
M 75	9,6	-
M 80	10	-
M 85	11	-
M 90	11	-
M 95	12	-
M 100	12	-
M 105	13	-
M 110	14	-
M 120	15	-
M 130	16	-
M 140	17	-

¹⁾ 仅适用于细牙螺纹

当量轴承载荷

测定预负荷轴承的当量载荷时，应考虑轴承的预负荷。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所需轴向分力 F_a

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，使用弹簧施加预负荷的轴承组

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

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，使用弹簧施加预负荷的轴承组

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

其中

F_a = 载荷的轴向分力 [N]

$G_{A,B,C,D}$ = 轴承组在安装前的内置预负荷 (21页, 表格4) [N]

G_m = 安装轴承组的预负荷(19页) [N]

K_a = 施加在单个轴承的外部轴向力 [N]

当量轴承动载荷

适用于单个轴承和串联轴承组

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

$$P = XF_r + YF_a \quad \text{当 } F_a/F_r > e$$

适用于背对背或面对面配置的轴承组

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

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

其中

P = 轴承组的当量动载荷 [kN]

F_r = 施加在轴承组的载荷的径向分力 [kN]

F_a = 施加在轴承组的载荷的轴向分力 [kN]

X 、 Y 、 Y_1 和 Y_2 等计算系数取决于轴承的接触角，具体数值请参考表格13和14。

对于接触角为 15° 的轴承而言，计算系数则取决于 $f_0 F_a / C_0$ 的关系， f_0 和 C_0 分别是计算系数和基本额定静载荷，具体数值请参考产品表。

当量轴承静载荷

单个轴承和串联配置轴承组

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

背对背或面对面配置的轴承组

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

其中

P_0 = 轴承组的当量静载荷 [kN]

F_r = 施加在轴承组的载荷的径向分力 [kN]

F_a = 施加在轴承组的载荷的轴向分力 [kN]

如果 $P_0 < F_r$ ，则应使用 $P_0 = F_r$ 。

计算系数 Y_0 取决于轴承的接触角，具体数值请参考表格13和14。

可达转速

应将产品表中列举的轴承可达到的转速当作指导值。在使用了弹簧的轻型预负荷($P \leq 0,05 C$)条件下，这个指导值对单个轴承也有效。而且，轴承配置便于散热是前提条件。

因为密封唇口处没有产生摩擦，所以密封轴承能达到的速度，与同等尺寸大小的开式轴承能达到的速度相同。

如果使用了其它的润滑方法，就应该减少用油气润滑法可达到的转速。针对油脂润滑而提出的转速为该润滑方式下所能获得的最高转速，此时开式或密封轴承用到的润滑脂具有较低的稠度和粘度

S 72.. D (E 200/S)系列的密封轴承适用于高速工作场合，速度系数A高达120万 毫米/分。

如果对每个轴承相互调节后能承受更重的预负荷，或者如果使用了轴承组，那么就应该降低产品表中列举的轴承可达到的速度。用减速系数乘以产品表(表格15)中列举的可达到速度值，就可计算出减速后的速度值。

如果旋转速度达不到应用标准，可以在轴承组中增加精准配组隔圈，这样就能大大增加轴承组的速度性能。

保持架

72.. D(E 200/S)系列的轴承以外圈引导的保持架为标配，且保持架由如下材料构成：

标准保持架在轴承型号中无标识。产品表中对轴承带有PEEK保持架进行了脚注。



- 纤维增强酚醛树脂，耐温高达120 °C
- 碳纤维增强PEEK，耐温高达150 °C (图3)

密封件

S72.. D(E 200/S)系列轴承的整块密封件能接受的速度系数A高达120万 毫米/分。密封件可在-25 至 +100 °C 的温度范围内工作。即使在120 °C 的温度下，该密封件也能工作一段时间。

材料

72.. D(E 200)系列的全钢角接触球轴承的套圈和球都是用SKF3级钢生产而成的，符合ISO 683-17:1999标准。混合陶瓷轴承的滚动体是用轴承级别为氮化硅Si₃N₄ 生产而成的。密封轴承的整块密封件是用耐油耐磨损的丁腈橡胶生产而成，使用了薄钢板增强材料。

热处理

SKF超精密角接触推力球轴承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。72.. D(E 200)系列的轴承套圈的硬度和滚动体经过优化后，耐磨性得到了增强，套圈经过热稳定处理后，工作温度高达150 °C。

表格12

轴承组承载能力的计算系数

轴承的数量	计算系数		
	C	C ₀	P _u
2	1,62	2	2
3	2,16	3	3
4	2,64	4	4

表格13

单个轴承和串联轴承组的计算系数

f ₀ F _a /C ₀	计算系数 e	计算系数		
		X	Y	Y ₀
15°接触角 型号后缀CD (1)				
≤ 0,178	0,38	0,44	1,47	0,46
0,357	0,4	0,44	1,4	0,46
0,714	0,43	0,44	1,3	0,46
1,07	0,46	0,44	1,23	0,46
1,43	0,47	0,44	1,19	0,46
2,14	0,5	0,44	1,12	0,46
3,57	0,55	0,44	1,02	0,46
≥ 5,35	0,56	0,44	1	0,46
25°接触角 型号后缀ACD (3)				
-	0,68	0,41	0,87	0,38

表格14

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	计算系数			
		X	Y ₁	Y ₂	Y ₀
15°接触角 型号后缀CD (1)					
≤ 0,178	0,38	0,72	1,65	2,39	0,92
0,357	0,4	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	0,92
1,43	0,47	0,72	1,34	1,93	0,92
2,14	0,5	0,72	1,26	1,82	0,92
3,57	0,55	0,72	1,14	1,66	0,92
≥ 5,35	0,56	0,72	1,12	1,63	0,92
25°接触角 型号后缀ACD (3)					
-	0,68	0,67	0,92	1,41	0,76

表格15

轴承组的减速系数

轴承的数量	配置	型号后缀 配组轴承	减速系数 预负荷等级			
			A	B	C	D
2	背对背 面对面	DB (DD)	0,81	0,75	0,65	0,40
		DF (FF)	0,77	0,72	0,61	0,36
3	背对背串联 面对面串联	TBT (TD)	0,7	0,63	0,49	0,25
		TFT (TF)	0,63	0,56	0,42	0,17
4	串联背对背 串联面对面	QBC (TDT)	0,64	0,6	0,53	0,32
		QFC (TFT)	0,62	0,58	0,48	0,27

备注：对于型号后缀为DT (T)且使用了弹簧支撑的串联轴承组，应使用的减速系数为0.9。

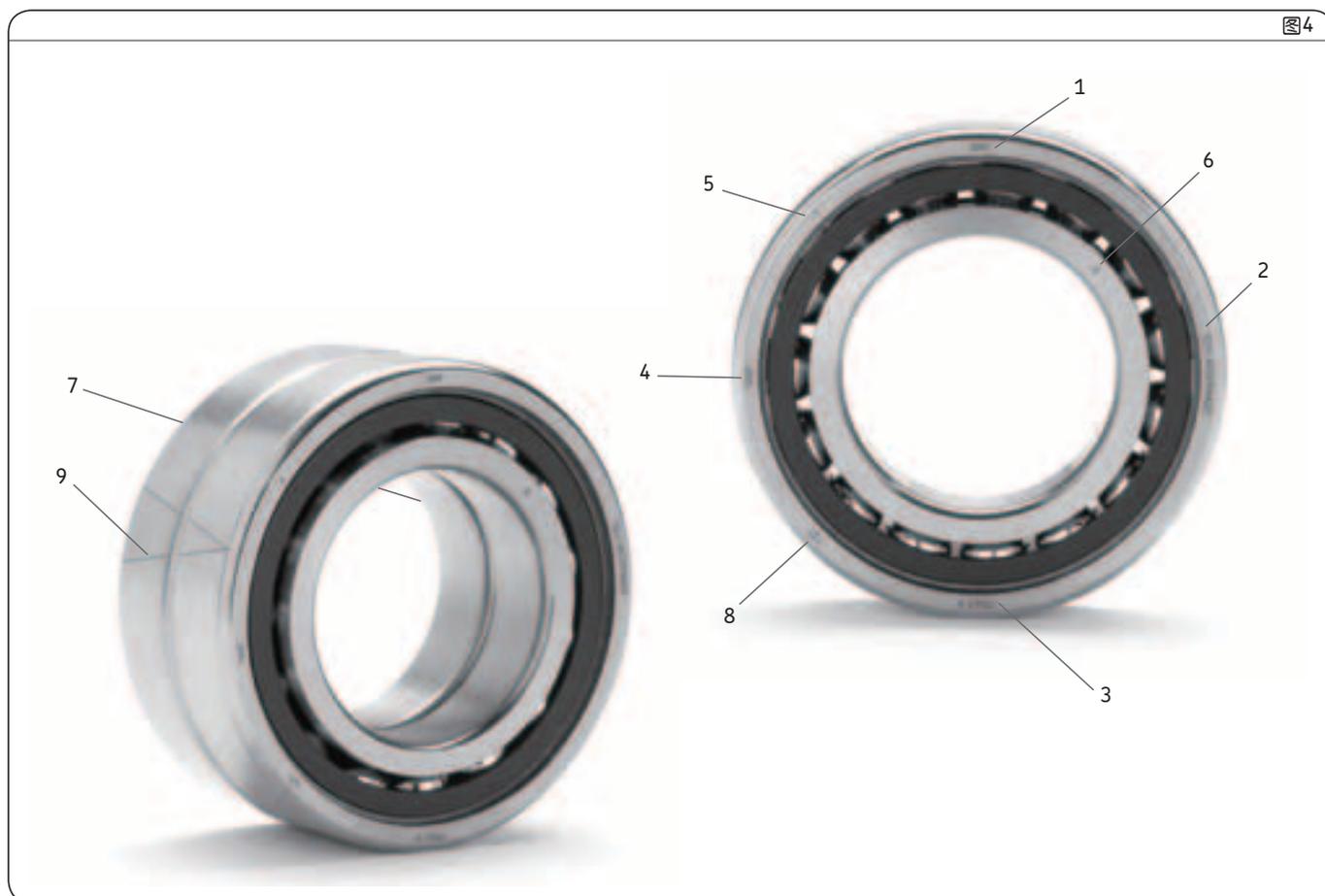
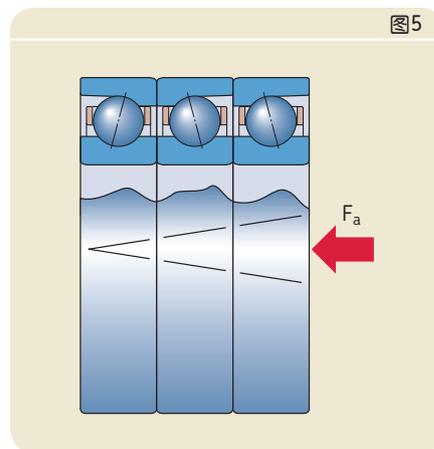
轴承和轴承组的标识

每个72.. D (E 200)系列的轴承的外圈表面上都有不同的识别码，开式轴承和密封轴承上识别码的位置有所不同。开式轴承的标志如下(→图4):

- 1 SKF商标
- 2 轴承标型号
- 3 生产国家
- 4 生产日期和编码
- 5 与平均外径的偏差
 Δ_{Dm} [μm]以及外圈最大偏心点的位置
- 6 与平均孔径的偏差
 Δ_{dm} [μm]以及内圈最大偏心点的位置
- 7 推力面标记(打孔的)
- 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”标志

配组轴承组上有一个识别码，介绍了如何安装轴承才能获得最佳预负荷。这个标志也说明如何安装轴承组，以便其能更好地承受轴向负荷。“V形”标志指着一个方向，在这个方向上，内圈上(→图5)承受了轴向载荷。如果应用场合中，两个方向上都有轴向载荷，那么“V形”标志应指向载荷较重的一方。



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

72..D(E 200)系列的SKF超精密轴承的型号系统及其定义位于第30页的表格16中。



72..D (E 200)系列的SKF超精密角接触球轴承的型号系统

单个轴承: 7214 ACDGA/HCP4A		72	14	ACD	GA	/	HC	P4A		
	变体 前缀	系列	尺寸	接触角和 设计	类型和预负荷 (单个轴承)		滚动体材料	公差等级	配置	预负荷
配组轴承组 S7220 CD/PA9AQB CD	S	72	20	CD		/		PA9A	QBC	D

密封

- 开式轴承(无型号后缀)
S 密封轴承

轴承系列

72 符合ISO尺寸系列02标准

轴承尺寸

7 7 mm 内径
8 8 mm 内径
9 9 mm 内径
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
至
28 (× 5) 140 mm 内径

接触角和内部设计

CD 15° 接触角, 高承载基本设计
ACD 25° 接触角, 高承载基本设计

单个轴承—类型和预负荷¹⁾

- 单个轴承, 无型号后缀
GA 单个通用配组轴承, 适用于超轻预负荷
GB 单个通用配组轴承, 适用于轻型预负荷
GC 单个通用配组轴承, 适用于中型预负荷
GD 单个通用配组轴承, 适用于重型预负荷

保持架

- 纤维增强酚醛树脂或碳纤维增强PEEK, 外圈引导(无型号后缀)

滚动体材料

- 碳铬钢(无型号后缀)
HC 轴承等级氮化硅Si₃N₄ (混合陶瓷轴承)

公差等级

P4A 尺寸精度符合ISO公差等级4的标准, 运行精度超过ISO公差等级4的标准
PA9A 尺寸和运行精度超过ABMA公差等级ABEC 9的标准

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¹⁾

A 超轻预负荷
B 轻型预负荷
C 中型预负荷
D 重型预负荷
G... 编号为daN的特殊预负荷, 例如G240

¹⁾ 要按照轴承大小和配置, 分别评估SKF和SNFA轴承的预负荷等级之间的关联性。欲知更多详情, 请联系SKF应用工程服务部。

72..D (E 200)系列的SNFA超精密角接触球轴承以前的型号

单个轴承: E 270 /NS 7CE3 UL	E 2(00)	70	/NS	7	CE	3	U	L
	系列和设计	尺寸	变体	公差等级	保持架	接触角	配置	预负荷
配组轴承轴 E 200/100 /S 9CE1 TDTM	E 200	/100	/S	9	CE	1	TDT	M

轴承系列和内部设计

E 200 符合ISO尺寸系列02标准, 高承载E200设计

轴承尺寸

7 7 mm 内径
至
95 95 mm 内径
/100 100 mm 内径
至
/140 140 mm 内径

变体

- 开式轴承(无型号后缀)
/S 密封轴承²⁾
- 碳铬钢球(无型号后缀)
/NS 轴承等级氮化硅Si₃N₄滚动体(混合陶瓷轴承)

公差等级

7 尺寸和运转精度符合ABMA公差等级ABEC 7标准
9 尺寸和运转精度符合ABMA公差等级ABEC 9标准

保持架

CE 纤维增强酚醛树脂, 外圈引导³⁾

Contact angle

1 15° 接触角
3 25° 接触角

单个轴承——类型和预负荷¹⁾

- 单个轴承(无型号后缀)
UL 单个通用配组轴承, 适用于轻型预负荷
UM 单个通用配组轴承, 适用于中型预负荷
UF 单个通用配组轴承, 适用于重型预负荷

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

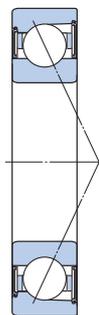
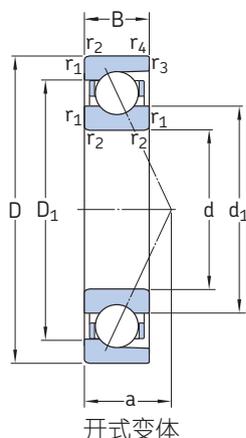
轴承设置—预负荷¹⁾

L 轻型预负荷(仅适用于对称轴承组)
M 中型预负荷(仅适用于对称轴承组)
F 重型预负荷(仅适用于对称轴承组)
..daN 特殊预负荷(适用于不对称轴承组TD、TF、3TD、3TF, 以及特殊预负荷类型)

²⁾ 密封变体不包括在先前的SNFA系列
³⁾ PEEK保持架不包括在先前的SNFA系列

超精密角接触球轴承

d 7 – 15 mm

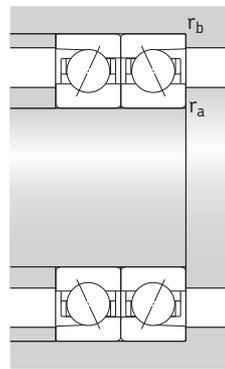
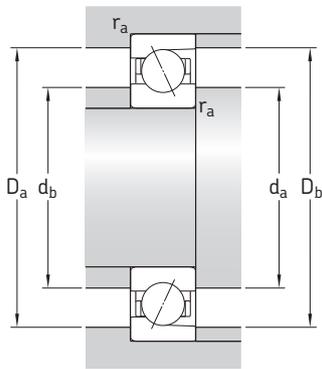


开式变体

密封变体

基本尺寸			基本额定载荷		疲劳 载荷 极限 P_u	计算系数 f_0	可达转速 脂润滑	油气润滑	质量	型号 SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0							
mm			kN		kN	–	r/min		kg	–	
7	22	7	2,96	1,16	0,049	8,4	80 000	120 000	0,013	727 CD/P4A	E 207 7CE1
	22	7	2,96	1,16	0,049	8,4	95 000	150 000	0,012	727 CD/HCP4A	E 207 /NS 7CE1
	22	7	2,91	1,12	0,048	–	70 000	110 000	0,013	727 ACD/P4A	E 207 7CE3
	22	7	2,91	1,12	0,048	–	85 000	130 000	0,012	727 ACD/HCP4A	E 207 /NS 7CE3
8	24	8	3,71	1,37	0,057	7,9	70 000	110 000	0,017	728 CD/P4A	E 208 7CE1
	24	8	3,71	1,37	0,057	7,9	85 000	130 000	0,015	728 CD/HCP4A	E 208 /NS 7CE1
	24	8	3,58	1,34	0,057	–	67 000	100 000	0,017	728 ACD/P4A	E 208 7CE3
	24	8	3,58	1,34	0,057	–	75 000	120 000	0,015	728 ACD/HCP4A	E 208 /NS 7CE3
9	26	8	4,10	1,66	0,071	8,3	67 000	100 000	0,020	729 CD/P4A	E 209 7CE1
	26	8	4,10	1,66	0,071	8,3	80 000	120 000	0,018	729 CD/HCP4A	E 209 /NS 7CE1
	26	8	3,97	1,6	0,067	–	60 000	90 000	0,020	729 ACD/P4A	E 209 7CE3
	26	8	3,97	1,6	0,067	–	70 000	110 000	0,018	729 ACD/HCP4A	E 209 /NS 7CE3
10	30	9	4,49	1,93	0,08	8,8	60 000	90 000	0,032	7200 CD/P4A	E 210 7CE1
	30	9	4,49	1,93	0,08	8,8	60 000	–	0,032	S7200 CD/P4A	E 210 /S 7CE1
	30	9	4,49	1,93	0,08	8,8	70 000	100 000	0,029	7200 CD/HCP4A	E 210 /NS 7CE1
	30	9	4,49	1,93	0,08	8,8	70 000	–	0,029	S7200 CD/HCP4A	E 210 /S/NS 7CE1
	30	9	4,36	1,86	0,078	–	53 000	80 000	0,032	7200 ACD/P4A	E 210 7CE3
	30	9	4,36	1,86	0,078	–	53 000	–	0,032	S7200 ACD/P4A	E 210 /S 7CE3
	30	9	4,36	1,86	0,078	–	63 000	95 000	0,029	7200 ACD/HCP4A	E 210 /NS 7CE3
	30	9	4,36	1,86	0,078	–	63 000	–	0,029	S7200 ACD/HCP4A	E 210 /S/NS 7CE3
12	32	10	5,85	2,55	0,108	8,5	53 000	80 000	0,037	7201 CD/P4A ¹⁾	E 212 7CE1
	32	10	5,85	2,55	0,108	8,5	53 000	–	0,038	S7201 CD/P4A ¹⁾	E 212 /S 7CE1
	32	10	5,85	2,55	0,108	8,5	67 000	95 000	0,033	7201 CD/HCP4A ¹⁾	E 212 /NS 7CE1
	32	10	5,85	2,55	0,108	8,5	67 000	–	0,034	S7201 CD/HCP4A ¹⁾	E 212 /S/NS 7CE1
	32	10	5,72	2,45	0,104	–	48 000	70 000	0,037	7201 ACD/P4A ¹⁾	E 212 7CE3
	32	10	5,72	2,45	0,104	–	48 000	–	0,038	S7201 ACD/P4A ¹⁾	E 212 /S 7CE3
	32	10	5,72	2,45	0,104	–	56 000	85 000	0,033	7201 ACD/HCP4A ¹⁾	E 212 /NS 7CE3
	32	10	5,72	2,45	0,104	–	56 000	–	0,034	S7201 ACD/HCP4A ¹⁾	E 212 /S/NS 7CE3
15	35	11	7,41	3,35	0,14	8,5	48 000	70 000	0,043	7202 CD/P4A ¹⁾	E 215 7CE1
	35	11	7,41	3,35	0,14	8,5	48 000	–	0,044	S7202 CD/P4A ¹⁾	E 215 /S 7CE1
	35	11	7,41	3,35	0,14	8,5	60 000	85 000	0,037	7202 CD/HCP4A ¹⁾	E 215 /NS 7CE1
	35	11	7,41	3,35	0,14	8,5	60 000	–	0,038	S7202 CD/HCP4A ¹⁾	E 215 /S/NS 7CE1
	35	11	7,15	3,2	0,134	–	43 000	63 000	0,043	7202 ACD/P4A ¹⁾	E 215 7CE3
	35	11	7,15	3,2	0,134	–	43 000	–	0,044	S7202 ACD/P4A ¹⁾	E 215 /S 7CE3
	35	11	7,15	3,2	0,134	–	50 000	75 000	0,037	7202 ACD/HCP4A ¹⁾	E 215 /NS 7CE3
	35	11	7,15	3,2	0,134	–	50 000	–	0,038	S7202 ACD/HCP4A ¹⁾	E 215 /S/NS 7CE3

¹⁾ 表明PEEK保持架是标准的，否则保持架是酚醛树脂。



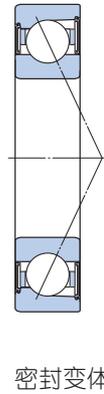
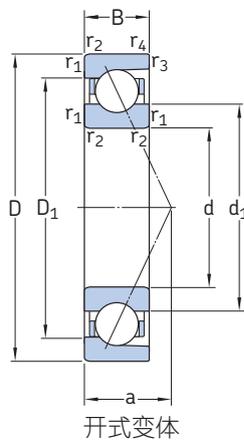
C

基本尺寸

挡肩和倒角尺寸

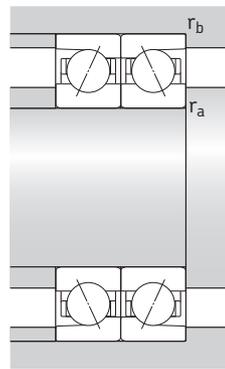
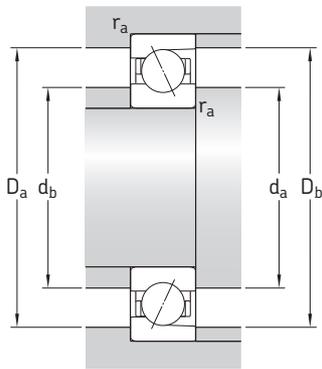
d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} 最小值	r _{3,4} 最小值	a	d _{a,d_b} 最小值	D _a 最大值	D _b 最大值	r _a 最大值	r _b 最大值
mm						mm				
7	12,6	17,4	0,3	0,2	6	9,4	19,6	20,2	0,3	0,2
	12,6	17,4	0,3	0,2	6	9,4	19,6	20,2	0,3	0,2
	12,6	17,4	0,3	0,2	7	9,4	19,6	20,2	0,3	0,2
	12,6	17,4	0,3	0,2	7	9,4	19,6	20,2	0,3	0,2
8	13,1	18,9	0,3	0,2	6	10,4	21,6	22,2	0,3	0,2
	13,1	18,9	0,3	0,2	6	10,4	21,6	22,2	0,3	0,2
	13,1	18,9	0,3	0,2	8	10,4	21,6	22,2	0,3	0,2
	13,1	18,9	0,3	0,2	8	10,4	21,6	22,2	0,3	0,2
9	15,1	20,9	0,3	0,2	6	11,4	23,6	24,2	0,3	0,2
	15,1	20,9	0,3	0,2	6	11,4	23,6	24,2	0,3	0,2
	15,1	20,9	0,3	0,2	8	11,4	23,6	24,2	0,3	0,2
	15,1	20,9	0,3	0,2	8	11,4	23,6	24,2	0,3	0,2
10	17,3	23,1	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	24,3	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	23,1	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	24,3	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	23,1	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	24,3	0,6	0,3	9	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	23,1	0,6	0,3	9	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	24,3	0,6	0,3	9	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
12	18,6	25,4	0,6	0,3	8	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	26,6	0,6	0,3	8	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	25,4	0,6	0,3	8	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	26,6	0,6	0,3	8	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	25,4	0,6	0,3	10	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	26,6	0,6	0,3	10	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	25,4	0,6	0,3	10	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	26,6	0,6	0,3	10	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
15	21,4	29,1	0,6	0,3	9	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	30,7	0,6	0,3	9	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	29,1	0,6	0,3	9	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	30,7	0,6	0,3	9	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	29,1	0,6	0,3	12	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	30,7	0,6	0,3	12	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	29,1	0,6	0,3	12	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	30,7	0,6	0,3	12	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3

超精密角接触球轴承
d 17 – 35 mm



基本尺寸			基本额定载荷		疲劳 载荷 极限 P_u	计算系数 f_0	可达转速 脂润滑	油气润滑	质量	型号 SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0							
mm			kN		kN	-	r/min		kg	-	
17	40	12	9,23	4,15	0,176	8,5	43 000	63 000	0,063	7203 CD/P4A ¹⁾	E 217 7CE1
	40	12	9,23	4,15	0,176	8,5	43 000	-	0,065	S7203 CD/P4A ¹⁾	E 217 /S 7CE1
	40	12	9,23	4,15	0,176	8,5	53 000	75 000	0,054	7203 CD/HCP4A ¹⁾	E 217 /NS 7CE1
	40	12	9,23	4,15	0,176	8,5	53 000	-	0,056	S7203 CD/HCP4A ¹⁾	E 217 /S/NS 7CE1
	40	12	8,84	4	0,17	-	38 000	56 000	0,063	7203 ACD/P4A ¹⁾	E 217 7CE3
	40	12	8,84	4	0,17	-	38 000	-	0,065	S7203 ACD/P4A ¹⁾	E 217 /S 7CE3
	40	12	8,84	4	0,17	-	45 000	67 000	0,054	7203 ACD/HCP4A ¹⁾	E 217 /NS 7CE3
	40	12	8,84	4	0,17	-	45 000	-	0,056	S7203 ACD/HCP4A ¹⁾	E 217 /S/NS 7CE3
20	47	14	11,9	5,85	0,245	8,7	36 000	53 000	0,10	7204 CD/P4A ¹⁾	E 220 7CE1
	47	14	11,9	5,85	0,245	8,7	36 000	-	0,11	S7204 CD/P4A ¹⁾	E 220 /S 7CE1
	47	14	11,9	5,85	0,245	8,7	43 000	60 000	0,090	7204 CD/HCP4A ¹⁾	E 220 /NS 7CE1
	47	14	11,9	5,85	0,245	8,7	43 000	-	0,092	S7204 CD/HCP4A ¹⁾	E 220 /S/NS 7CE1
	47	14	11,4	5,6	0,236	-	32 000	48 000	0,10	7204 ACD/P4A ¹⁾	E 220 7CE3
	47	14	11,4	5,6	0,236	-	32 000	-	0,11	S7204 ACD/P4A ¹⁾	E 220 /S 7CE3
	47	14	11,4	5,6	0,236	-	38 000	56 000	0,090	7204 ACD/HCP4A ¹⁾	E 220 /NS 7CE3
	47	14	11,4	5,6	0,236	-	38 000	-	0,092	S7204 ACD/HCP4A ¹⁾	E 220 /S/NS 7CE3
25	52	15	13,5	7,2	0,305	9,1	30 000	45 000	0,13	7205 CD/P4A ¹⁾	E 225 7CE1
	52	15	13,5	7,2	0,305	9,1	30 000	-	0,13	S7205 CD/P4A ¹⁾	E 225 /S 7CE1
	52	15	13,5	7,2	0,305	9,1	38 000	53 000	0,11	7205 CD/HCP4A ¹⁾	E 225 /NS 7CE1
	52	15	13,5	7,2	0,305	9,1	38 000	-	0,11	S7205 CD/HCP4A ¹⁾	E 225 /S/NS 7CE1
	52	15	13	6,95	0,29	-	26 000	40 000	0,13	7205 ACD/P4A ¹⁾	E 225 7CE3
	52	15	13	6,95	0,29	-	26 000	-	0,13	S7205 ACD/P4A ¹⁾	E 225 /S 7CE3
	52	15	13	6,95	0,29	-	32 000	48 000	0,11	7205 ACD/HCP4A ¹⁾	E 225 /NS 7CE3
	52	15	13	6,95	0,29	-	32 000	-	0,11	S7205 ACD/HCP4A ¹⁾	E 225 /S/NS 7CE3
30	62	16	24,2	16	0,67	14	24 000	38 000	0,20	7206 CD/P4A ¹⁾	E 230 7CE1
	62	16	24,2	16	0,67	14	24 000	-	0,20	S7206 CD/P4A ¹⁾	E 230 /S 7CE1
	62	16	24,2	16	0,67	14	32 000	45 000	0,17	7206 CD/HCP4A ¹⁾	E 230 /NS 7CE1
	62	16	24,2	16	0,67	14	32 000	-	0,17	S7206 CD/HCP4A ¹⁾	E 230 /S/NS 7CE1
	62	16	23,4	15,3	0,64	-	20 000	34 000	0,20	7206 ACD/P4A ¹⁾	E 230 7CE3
	62	16	23,4	15,3	0,64	-	20 000	-	0,20	S7206 ACD/P4A ¹⁾	E 230 /S 7CE3
	62	16	23,4	15,3	0,64	-	26 000	40 000	0,17	7206 ACD/HCP4A ¹⁾	E 230 /NS 7CE3
	62	16	23,4	15,3	0,64	-	26 000	-	0,17	S7206 ACD/HCP4A ¹⁾	E 230 /S/NS 7CE3
35	72	17	31,9	21,6	0,915	13,9	20 000	34 000	0,29	7207 CD/P4A ¹⁾	E 235 7CE1
	72	17	31,9	21,6	0,915	13,9	20 000	-	0,29	S7207 CD/P4A ¹⁾	E 235 /S 7CE1
	72	17	31,9	21,6	0,915	13,9	26 000	38 000	0,24	7207 CD/HCP4A ¹⁾	E 235 /NS 7CE1
	72	17	31,9	21,6	0,915	13,9	26 000	-	0,25	S7207 CD/HCP4A ¹⁾	E 235 /S/NS 7CE1
	72	17	30,7	20,8	0,88	-	18 000	30 000	0,29	7207 ACD/P4A ¹⁾	E 235 7CE3
	72	17	30,7	20,8	0,88	-	18 000	-	0,29	S7207 ACD/P4A ¹⁾	E 235 /S 7CE3
	72	17	30,7	20,8	0,88	-	20 000	34 000	0,24	7207 ACD/HCP4A ¹⁾	E 235 /NS 7CE3
	72	17	30,7	20,8	0,88	-	20 000	-	0,25	S7207 ACD/HCP4A ¹⁾	E 235 /S/NS 7CE3

¹⁾ 表明PEEK保持架是标准的，否则保持架是酚醛树脂。



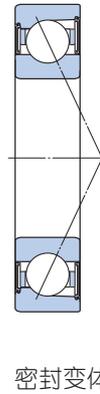
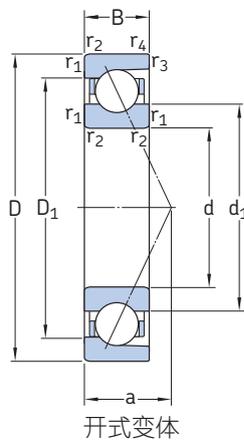
基本尺寸

挡肩和倒角尺寸

d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} 最小值	r _{3,4} 最小值	a	d _{a,d_b} 最小值	D _a 最大值	D _b 最大值	r _a 最大值	r _b 最大值
mm						mm				
17	24,1	32,8	0,6	0,3	10	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	34,4	0,6	0,3	10	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	32,8	0,6	0,3	10	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	34,4	0,6	0,3	10	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	32,8	0,6	0,3	13	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	34,4	0,6	0,3	13	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	32,8	0,6	0,3	13	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	34,4	0,6	0,3	13	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
20	29,1	38,7	1	0,3	12	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	40,9	1	0,3	12	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	38,7	1	0,3	12	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	40,9	1	0,3	12	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	38,7	1	0,3	15	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	40,9	1	0,3	15	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	38,7	1	0,3	15	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	40,9	1	0,3	15	25,6	41,4	44,6	1	0,3
25	34,1	43,7	1	0,3	13	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	45,9	1	0,3	13	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	43,7	1	0,3	13	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	45,9	1	0,3	13	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	43,7	1	0,3	17	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	45,9	1	0,3	17	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	43,7	1	0,3	17	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	45,9	1	0,3	17	30,6	46,4	49,6	1	0,3
30	40,2	51,8	1	0,3	14	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	54	1	0,3	14	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	51,8	1	0,3	14	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	54	1	0,3	14	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	51,8	1	0,3	19	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	54	1	0,3	19	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	51,8	1	0,3	19	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	54	1	0,3	19	35,6	56,4	59,6	1	0,3
35	46,8	60,2	1,1	0,3	16	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	63,2	1,1	0,3	16	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	60,2	1,1	0,3	16	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	63,2	1,1	0,3	16	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	60,2	1,1	0,3	21	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	63,2	1,1	0,3	21	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	60,2	1,1	0,3	21	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	63,2	1,1	0,3	21	42	65	69,6	1	0,3

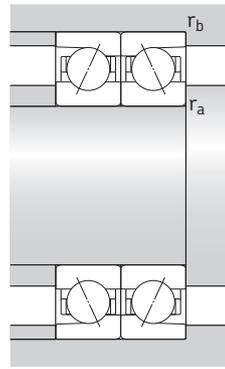
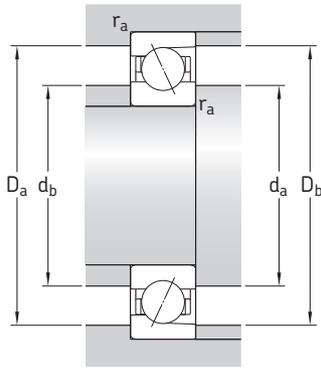
C

超精密角接触球轴承
d 40 – 60 mm



基本尺寸			基本额定载荷		疲劳 载荷 极限 P_u	计算系数 f_0	可达转速 脂润滑	油气润滑	质量	型号 SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0							
mm			kN		kN	–	r/min		kg	–	
40	80	18	33,8	24	1,02	14,4	18 000	30 000	0,37	7208 CD/P4A ¹⁾	E 240 7CE1
	80	18	33,8	24	1,02	14,4	18 000	–	0,38	S7208 CD/P4A ¹⁾	E 240 /S 7CE1
	80	18	33,8	24	1,02	14,4	22 000	34 000	0,33	7208 CD/HCP4A ¹⁾	E 240 /NS 7CE1
	80	18	33,8	24	1,02	14,4	22 000	–	0,33	S7208 CD/HCP4A ¹⁾	E 240 /S/NS 7CE1
	80	18	31,9	22,8	0,98	–	16 000	26 000	0,37	7208 ACD/P4A ¹⁾	E 240 7CE3
	80	18	31,9	22,8	0,98	–	16 000	–	0,38	S7208 ACD/P4A ¹⁾	E 240 /S 7CE3
	80	18	31,9	22,8	0,98	–	19 000	32 000	0,33	7208 ACD/HCP4A ¹⁾	E 240 /NS 7CE3
	80	18	31,9	22,8	0,98	–	19 000	–	0,33	S7208 ACD/HCP4A ¹⁾	E 240 /S/NS 7CE3
45	85	19	42,3	31	1,32	14,2	17 000	28 000	0,41	7209 CD/P4A ¹⁾	E 245 7CE1
	85	19	42,3	31	1,32	14,2	17 000	–	0,42	S7209 CD/P4A ¹⁾	E 245 /S 7CE1
	85	19	42,3	31	1,32	14,2	20 000	32 000	0,34	7209 CD/HCP4A ¹⁾	E 245 /NS 7CE1
	85	19	42,3	31	1,32	14,2	20 000	–	0,35	S7209 CD/HCP4A ¹⁾	E 245 /S/NS 7CE1
	85	19	41	30	1,25	–	15 000	24 000	0,41	7209 ACD/P4A ¹⁾	E 245 7CE3
	85	19	41	30	1,25	–	15 000	–	0,42	S7209 ACD/P4A ¹⁾	E 245 /S 7CE3
	85	19	41	30	1,25	–	17 000	28 000	0,34	7209 ACD/HCP4A ¹⁾	E 245 /NS 7CE3
	85	19	41	30	1,25	–	17 000	–	0,35	S7209 ACD/HCP4A ¹⁾	E 245 /S/NS 7CE3
50	90	20	44,9	34	1,43	14,5	16 000	26 000	0,46	7210 CD/P4A ¹⁾	E 250 7CE1
	90	20	44,9	34	1,43	14,5	16 000	–	0,47	S7210 CD/P4A ¹⁾	E 250 /S 7CE1
	90	20	44,9	34	1,43	14,5	19 000	30 000	0,39	7210 CD/HCP4A ¹⁾	E 250 /NS 7CE1
	90	20	44,9	34	1,43	14,5	19 000	–	0,39	S7210 CD/HCP4A ¹⁾	E 250 /S/NS 7CE1
	90	20	42,3	32,5	1,37	–	14 000	22 000	0,46	7210 ACD/P4A ¹⁾	E 250 7CE3
	90	20	42,3	32,5	1,37	–	14 000	–	0,47	S7210 ACD/P4A ¹⁾	E 250 /S 7CE3
	90	20	42,3	32,5	1,37	–	16 000	26 000	0,39	7210 ACD/HCP4A ¹⁾	E 250 /NS 7CE3
	90	20	42,3	32,5	1,37	–	16 000	–	0,39	S7210 ACD/HCP4A ¹⁾	E 250 /S/NS 7CE3
55	100	21	55,3	43	1,8	14,5	14 000	22 000	0,61	7211 CD/P4A ¹⁾	E 255 7CE1
	100	21	55,3	43	1,8	14,5	14 000	–	0,62	S7211 CD/P4A ¹⁾	E 255 /S 7CE1
	100	21	55,3	43	1,8	14,5	17 000	26 000	0,51	7211 CD/HCP4A ¹⁾	E 255 /NS 7CE1
	100	21	55,3	43	1,8	14,5	17 000	–	0,52	S7211 CD/HCP4A ¹⁾	E 255 /S/NS 7CE1
	100	21	52,7	40,5	1,73	–	13 000	20 000	0,61	7211 ACD/P4A ¹⁾	E 255 7CE3
	100	21	52,7	40,5	1,73	–	13 000	–	0,62	S7211 ACD/P4A ¹⁾	E 255 /S 7CE3
	100	21	52,7	40,5	1,73	–	15 000	24 000	0,51	7211 ACD/HCP4A ¹⁾	E 255 /NS 7CE3
	100	21	52,7	40,5	1,73	–	15 000	–	0,52	S7211 ACD/HCP4A ¹⁾	E 255 /S/NS 7CE3
60	110	22	57,2	46,5	2	14,9	13 000	20 000	0,81	7212 CD/P4A ¹⁾	E 260 7CE1
	110	22	57,2	46,5	2	14,9	13 000	–	0,82	S7212 CD/P4A ¹⁾	E 260 /S 7CE1
	110	22	57,2	46,5	2	14,9	16 000	24 000	0,69	7212 CD/HCP4A ¹⁾	E 260 /NS 7CE1
	110	22	57,2	46,5	2	14,9	16 000	–	0,71	S7212 CD/HCP4A ¹⁾	E 260 /S/NS 7CE1
	110	22	55,3	45	1,9	–	11 000	18 000	0,81	7212 ACD/P4A ¹⁾	E 260 7CE3
	110	22	55,3	45	1,9	–	11 000	–	0,82	S7212 ACD/P4A ¹⁾	E 260 /S 7CE3
	110	22	55,3	45	1,9	–	14 000	22 000	0,69	7212 ACD/HCP4A ¹⁾	E 260 /NS 7CE3
	110	22	55,3	45	1,9	–	14 000	–	0,71	S7212 ACD/HCP4A ¹⁾	E 260 /S/NS 7CE3

¹⁾ 表明PEEK保持架是标准的，否则保持架是酚醛树脂。



C

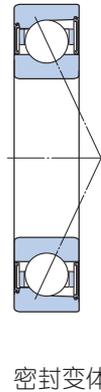
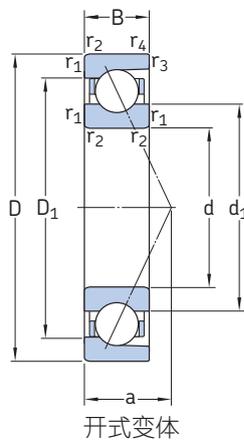
基本尺寸

挡肩和倒角尺寸

d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} 最小值	r _{3,4} 最小值	a	d _{a,d_b} 最小值	D _a 最大值	D _b 最大值	r _a 最大值	r _b 最大值
mm						mm				
40	53,3	66,7	1,1	0,6	17	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	69,7	1,1	0,6	17	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	66,7	1,1	0,6	17	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	69,7	1,1	0,6	17	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	66,7	1,1	0,6	23	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	69,7	1,1	0,6	23	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	66,7	1,1	0,6	23	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	69,7	1,1	0,6	23	47	73	75,8	1	0,6
45	57,3	72,7	1,1	0,6	18	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	75,7	1,1	0,6	18	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	72,7	1,1	0,6	18	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	75,7	1,1	0,6	18	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	72,7	1,1	0,6	25	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	75,7	1,1	0,6	25	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	72,7	1,1	0,6	25	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	75,7	1,1	0,6	25	52	78	80,8	1	0,6
50	62,3	77,7	1,1	0,6	19	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	80,7	1,1	0,6	19	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	77,7	1,1	0,6	19	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	80,7	1,1	0,6	19	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	77,7	1,1	0,6	26	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	80,7	1,1	0,6	26	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	77,7	1,1	0,6	26	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	80,7	1,1	0,6	26	57	83	85,8	1	0,6
55	68,9	86,1	1,5	0,6	21	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	89,1	1,5	0,6	21	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	86,1	1,5	0,6	21	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	89,1	1,5	0,6	21	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	86,1	1,5	0,6	29	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	89,1	1,5	0,6	29	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	86,1	1,5	0,6	29	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	89,1	1,5	0,6	29	64	91	95,8	1,5	0,6
60	76,4	93,6	1,5	0,6	22	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	96,8	1,5	0,6	22	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	93,6	1,5	0,6	22	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	96,8	1,5	0,6	22	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	93,6	1,5	0,6	31	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	96,8	1,5	0,6	31	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	93,6	1,5	0,6	31	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	96,8	1,5	0,6	31	69	101	105,8	1,5	0,6

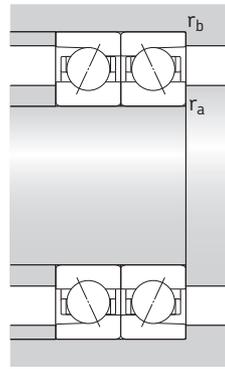
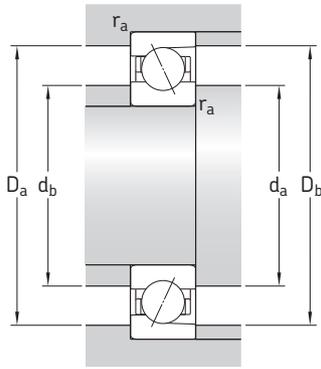
超精密角接触球轴承

d 65 – 90 mm



基本尺寸			基本额定载荷		疲劳 载荷 极限 P_u	计算系数 f_0	可达转速 脂润滑	油气润滑	质量	型号 SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0							
mm			kN		kN	–	r/min		kg	–	
65	120	23	66,3	53	2,28	14,6	12 000	19 000	1,05	7213 CD/P4A ¹⁾	E 265 7CE1
	120	23	66,3	53	2,28	14,6	12 000	–	S7213 CD/P4A ¹⁾	E 265 /S 7CE1	
	120	23	66,3	53	2,28	14,6	15 000	22 000	0,88	7213 CD/HCP4A ¹⁾	E 265 /NS 7CE1
	120	23	66,3	53	2,28	14,6	15 000	–	S7213 CD/HCP4A ¹⁾	E 265 /S/NS 7CE1	
	120	23	63,7	51	2,2	–	10 000	17 000	1,05	7213 ACD/P4A ¹⁾	E 265 7CE3
	120	23	63,7	51	2,2	–	10 000	–	S7213 ACD/P4A ¹⁾	E 265 /S 7CE3	
	120	23	63,7	51	2,2	–	13 000	20 000	0,88	7213 ACD/HCP4A ¹⁾	E 265 /NS 7CE3
	120	23	63,7	51	2,2	–	13 000	–	S7213 ACD/HCP4A ¹⁾	E 265 /S/NS 7CE3	
70	125	24	68,9	58,5	2,45	14,8	11 000	18 000	1,10	7214 CD/P4A	E 270 7CE1
	125	24	68,9	58,5	2,45	14,8	11 000	–	S7214 CD/P4A	E 270 /S 7CE1	
	125	24	68,9	58,5	2,45	14,8	14 000	20 000	0,95	7214 CD/HCP4A	E 270 /NS 7CE1
	125	24	68,9	58,5	2,45	14,8	14 000	–	S7214 CD/HCP4A	E 270 /S/NS 7CE1	
	125	24	66,3	55	2,36	–	9 500	16 000	1,10	7214 ACD/P4A	E 270 7CE3
	125	24	66,3	55	2,36	–	9 500	–	S7214 ACD/P4A	E 270 /S 7CE3	
	125	24	66,3	55	2,36	–	12 000	19 000	0,95	7214 ACD/HCP4A	E 270 /NS 7CE3
	125	24	66,3	55	2,36	–	12 000	–	S7214 ACD/HCP4A	E 270 /S/NS 7CE3	
75	130	25	71,5	62	2,65	15	10 000	17 000	1,20	7215 CD/P4A	E 275 7CE1
	130	25	71,5	62	2,65	15	10 000	–	S7215 CD/P4A	E 275 /S 7CE1	
	130	25	71,5	62	2,65	15	14 000	20 000	1,05	7215 CD/HCP4A	E 275 /NS 7CE1
	130	25	71,5	62	2,65	15	14 000	–	S7215 CD/HCP4A	E 275 /S/NS 7CE1	
	130	25	68,9	58,5	2,5	–	9 000	15 000	1,20	7215 ACD/P4A	E 275 7CE3
	130	25	68,9	58,5	2,5	–	9 000	–	S7215 ACD/P4A	E 275 /S 7CE3	
	130	25	68,9	58,5	2,5	–	11 000	18 000	1,05	7215 ACD/HCP4A	E 275 /NS 7CE3
	130	25	68,9	58,5	2,5	–	11 000	–	S7215 ACD/HCP4A	E 275 /S/NS 7CE3	
80	140	26	85,2	75	3,05	15,1	9 500	16 000	1,45	7216 CD/P4A	E 280 7CE1
	140	26	85,2	75	3,05	15,1	9 500	–	S7216 CD/P4A	E 280 /S 7CE1	
	140	26	85,2	75	3,05	15,1	12 000	18 000	1,25	7216 CD/HCP4A	E 280 /NS 7CE1
	140	26	85,2	75	3,05	15,1	12 000	–	S7216 CD/HCP4A	E 280 /S/NS 7CE1	
	140	26	81,9	72	2,9	–	8 500	14 000	1,45	7216 ACD/P4A	E 280 7CE3
	140	26	81,9	72	2,9	–	8 500	–	S7216 ACD/P4A	E 280 /S 7CE3	
	140	26	81,9	72	2,9	–	10 000	17 000	1,25	7216 ACD/HCP4A	E 280 /NS 7CE3
	140	26	81,9	72	2,9	–	10 000	–	S7216 ACD/HCP4A	E 280 /S/NS 7CE3	
85	150	28	99,5	88	3,45	14,9	9 000	15 000	1,85	7217 CD/P4A	E 285 7CE1
	150	28	99,5	88	3,45	14,9	11 000	17 000	1,55	7217 CD/HCP4A	E 285 /NS 7CE1
	150	28	95,6	85	3,35	–	8 000	13 000	1,85	7217 ACD/P4A	E 285 7CE3
	150	28	95,6	85	3,35	–	9 500	16 000	1,55	7217 ACD/HCP4A	E 285 /NS 7CE3
90	160	30	127	112	4,25	14,6	8 500	14 000	2,25	7218 CD/P4A	E 290 7CE1
	160	30	121	106	4,05	–	7 500	12 000	2,25	7218 ACD/P4A	E 290 7CE3

¹⁾ 表明PEEK保持架是标准的，否则保持架是酚醛树脂。



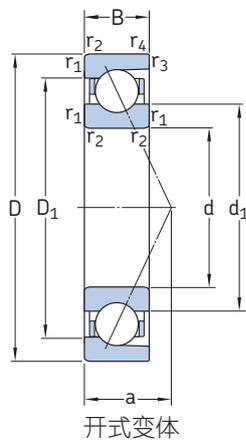
基本尺寸

挡肩和倒角尺寸

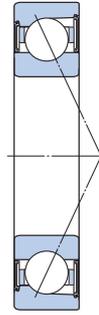
d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} 最小值	r _{3,4} 最小值	a	d _{a,d_b} 最小值	D _a 最大值	D _b 最大值	r _a 最大值	r _b 最大值
mm						mm				
65	82,9	102,1	1,5	0,6	24	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	105,3	1,5	0,6	24	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	102,1	1,5	0,6	24	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	105,3	1,5	0,6	24	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	102,1	1,5	0,6	33	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	105,3	1,5	0,6	33	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	102,1	1,5	0,6	33	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	105,3	1,5	0,6	33	74	111	115,8	1,5	0,6
70	87,9	107,1	1,5	0,6	25	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	110,3	1,5	0,6	25	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	107,1	1,5	0,6	25	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	110,3	1,5	0,6	25	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	107,1	1,5	0,6	35	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	110,3	1,5	0,6	35	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	107,1	1,5	0,6	35	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	110,3	1,5	0,6	35	79	116	120,8	1,5	0,6
75	92,9	112,1	1,5	0,6	26	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	26	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	112,1	1,5	0,6	26	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	26	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	112,1	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	112,1	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
80	99,5	120,5	2	1	28	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	28	91	129	134,4	2	1
	99,5	120,5	2	1	28	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	28	91	129	134,4	2	1
	99,5	120,5	2	1	39	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	39	91	129	134,4	2	1
	99,5	120,5	2	1	39	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	39	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	39	91	129	134,4	2	1
85	106,5	129,5	2	1	30	96	139	144,4	2	1
	106,5	129,5	2	1	30	96	139	144,4	2	1
	106,5	129,5	2	1	42	96	139	144,4	2	1
	106,5	129,5	2	1	42	96	139	144,4	2	1
90	111,6	138,4	2	1	32	101	149	154,4	2	1
	111,6	138,4	2	1	44	101	149	154,4	2	1



超精密角接触球轴承
d 95 – 140 mm

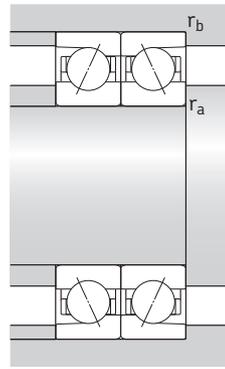
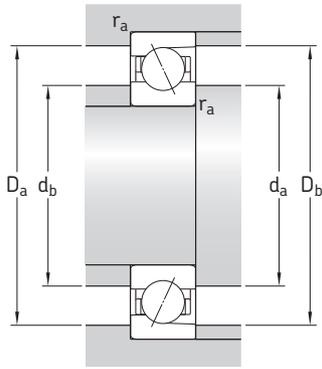


开式变体



密封变体

基本尺寸			基本额定载荷		疲劳 载荷 极限 P_u	计算系数 f_0	可达转速 脂润滑	油气润滑	质量	型号 SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0							
mm			kN		kN	–	r/min		kg	–	
95	170	32	138	120	4,40	14,6	8 000	13 000	2,70	7219 CD/P4A	E 295 7CE1
	170	32	133	114	4,25	–	7 500	12 000	2,70	7219 ACD/P4A	E 295 7CE3
100	180	34	156	137	4,9	14,5	7 500	12 000	3,25	7220 CD/P4A	E 200/100 7CE1
	180	34	148	129	4,65	–	7 000	11 000	3,25	7220 ACD/P4A	E 200/100 7CE3
105	190	36	172	153	5,3	14,5	7 500	12 000	3,85	7221 CD/P4A	E 200/105 7CE1
	190	36	163	146	5,1	–	6 700	10 000	3,85	7221 ACD/P4A	E 200/105 7CE3
110	200	38	178	166	5,6	14,7	7 000	11 000	4,65	7222 CD/P4A	E 200/110 7CE1
	200	38	168	160	5,4	–	6 700	10 000	4,65	7222 ACD/P4A	E 200/110 7CE3
120	215	40	199	193	6,3	14,6	6 700	10 000	5,40	7224 CD/P4A	E 200/120 7CE1
	215	40	190	183	6	–	6 000	9 000	5,40	7224 ACD/P4A	E 200/120 7CE3
130	230	40	216	224	6,95	14,9	6 300	9 500	6,35	7226 CD/P4A	E 200/130 7CE1
	230	40	203	212	6,7	–	5 600	8 500	6,35	7226 ACD/P4A	E 200/130 7CE3
140	250	42	221	240	7,35	15,2	5 600	8 500	8,15	7228 CD/P4A	E 200/140 7CE1
	250	42	212	228	6,95	–	5 000	7 500	8,15	7228 ACD/P4A	E 200/140 7CE3



基本尺寸

挡肩和倒角尺寸

d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} 最小值	r _{3,4} 最小值	a	d _{a,d_b} 最小值	D _a 最大值	D _b 最大值	r _a 最大值	r _b 最大值
mm						mm				
95	118,1	146,9	2,1	1,1	34	107	158	163	2,1	1
	118,1	146,9	2,1	1,1	47	107	158	163	2,1	1
100	124,7	155,3	2,1	1,1	36	112	168	173	2,1	1
	124,7	155,3	2,1	1,1	50	112	168	173	2,1	1
105	131,2	163,8	2,1	1,1	38	117	178	183	2,1	1
	131,2	163,8	2,1	1,1	53	117	178	183	2,1	1
110	138,7	171,3	2,1	1,1	40	122	188	193	2,1	1
	138,7	171,3	2,1	1,1	55	122	188	193	2,1	1
120	150,3	186,7	2,1	1,1	43	132	203	208	2,1	1
	150,3	186,7	2,1	1,1	60	132	203	208	2,1	1
130	162,8	199,2	3	1,1	44	144	216	223	2,5	1
	162,8	199,2	3	1,1	62	144	216	223	2,5	1
140	176,9	213,2	3	1,5	47	154	236	241	2,5	1,5
	176,9	213,2	3	1,5	67	154	236	241	2,5	1,5

C

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。

第44和45页的表1对SKF超精密轴承新产品系列进行了概述。

超精密角接触球轴承

718 (SEA) 系列轴承

718(SEA)系列的SKF超精密角接触球轴承在横截面小，高刚度等应用场合，具有良好的性能。速度和良好的精准度是关键的设计参数。这款轴承尤其适用于机床应用、多轴钻头、机器人手臂、测量设备、赛车车轮和其它精准应用场合。标准系列轴承能适应的轴径范围为10至160毫米。

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。

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陶瓷轴承，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用 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%；即使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。



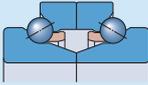
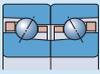
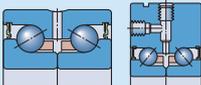
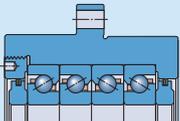
SKF超精密轴承概述

ISO尺寸系列	轴承类型和设计 SKF出版物 ^{1,2)}		变体		轴承分类 SKF轴承系列
18	角接触球轴承: 基本设计 超精密角接触球轴承: 718(SEA)系列(出版编号: 6810)		开式	全钢 混合陶瓷	718 .. D (SEA) 718 .. D/H/C (SEA/NS)
19	角接触球轴承: 高速, B设计 超精密角接触球轴承: 高速, B设计, 以密封轴承为标配(出版编号: 6939)		开式 密封	全钢 混合陶瓷 全钢 混合陶瓷	719 .. B (HB) 719 .. B/H/C (HB/NS) S719 .. B (HB/S) S719 .. B/H/C (HB/S/NS)
	角接触球轴承: 高速, E设计 超精密角接触球轴承: 高速, E设计(出版编号: 10112)		开式 密封	全钢 混合陶瓷 全钢 混合陶瓷	719 .. E (VEB) 719 .. E/H/C (VEB/NS) S719 .. E (VEB/S) S719 .. E/H/C (VEB/S/NS)
	角接触球轴承: 高承载, 基本设计 超精密角接触球轴承: 高承载 719..D (SEB) 和 70..D (EX) 系列 (出版编号: 10527)		开式 密封	全钢 混合陶瓷 全钢 混合陶瓷	719 .. D (SEB) 719 .. D/H/C (SEB/NS) S719 .. D (SEB/S) S719 .. D/H/C (SEB/S/NS)
10	角接触球轴承: 高速, B设计 超精密角接触球轴承: 高速, B设计, 以密封轴承为标配 (出版编号: 6939)		开式 密封	全钢 混合陶瓷 全钢 混合陶瓷	70 .. B (HX) 70 .. B/H/C (HX/NS) S70 .. B (HX/S) S70 .. B/H/C (HX/S/NS)
	角接触球轴承: 高速, E设计 超精密角接触球轴承: 高速, E设计(出版编号: 10112)		开式 密封	全钢 混合陶瓷 全钢 混合陶瓷	70 .. E (VEX) 70 .. E/H/C (VEX/NS) S70 .. E (VEX/S) S70 .. E/H/C (VEX/S/NS)
	超精密角接触球轴承: 高承载, 基本设计 超精密角接触球轴承: 高承载 719..D (SEB) 和 70..D (EX) 系列 (出版编号: 10527)		开式 密封	全钢 混合陶瓷 全钢 混合陶瓷	70 .. D (EX) 70 .. D/H/C (EX/NS) S70 .. D (EX/S) S70 .. D/H/C (EX/S/NS)
02	角接触球轴承: 高承载, 基本设计 超精密角接触球轴承: 高承载(出版编号: 6981)		开式 密封	全钢 混合陶瓷 全钢 混合陶瓷	72 .. D (E 200) 72 .. D/H/C (E 200/NS) S72 .. D (E 200/S) S72 .. D/H/C (E 200/S/NS)
49	双列圆柱滚子轴承: NNU设计		开式	全钢	NNU 49 BK

¹⁾ 如果适用, 您可在出版物高精密轴承(出版编号6002)中了解相关信息。

²⁾ 欲知超精密角接触球轴承(用NitroMax钢生产而成的)的更多信息, 请参考SKF出版物中使用NitroMax延长轴承使用寿命部分(出版编号10126)。

SKF超精密轴承概述

ISO尺寸系列	轴承类型和设计 SKF出版物 ^{1,2)}		变体		轴承分类 SKF轴承系列
10	单列圆柱滚子轴承： 基本设计		开式	全钢 混合陶瓷	N 10 KTN N 10 KTN/HC5
	单列圆柱滚子轴承： 高速设计 超精密圆柱滚子轴承： 高速 (出版编号：7016)		开式	全钢 混合陶瓷	N 10 KPHA N 10 KPHA/HC5
30	双列圆柱滚子轴承： NN设计		开式	全钢 混合陶瓷	NN 30 KTN NN 30 KTN/HC5
- (非标准化)	角接触推力球轴承：双向，基本设计 超精密双向角接触推力球轴承 (出版编号：10097)		开式	全钢 混合陶瓷	BTW BTW /HC
	角接触推力球轴承：双向，高速设计 BTM轴承系列—全新设计、转速更高 (出版编号：12119)		开式	全钢 混合陶瓷	BTM BTM /HC
02	角接触推力球轴承：单向 丝杠传动用超精密角接触推力球 轴承 (出版编号：6570)		开式 密封	全钢 全钢	BSA 2 (BS 200) BSA 2 .. (BS 200 ..)
03	角接触推力球轴承：单向 丝杠传动用超精密角接触推力球 轴承 (出版编号：6570)		开式 密封	全钢 全钢	BSA 3 (BS 3) BSA 3 .. (BS 3 ..)
- (非标准化)	角接触推力球轴承：单向 丝杠传动用超精密角接触推力球 轴承 (出版编号：6570)		开式 密封	全钢 全钢	BSD (BS ..) BSD .. (BS ..)
	角接触推力球轴承：双向		密封	全钢	BEAS (BEAS) BEAM (BEAM)
	带角接触推力球轴承的套简单元		密封	全钢	FBSA (BSDU, BSQU) -

¹⁾ 如果适用，您可在出版物高精度轴承(出版编号6002)中了解相关信息。

²⁾ 欲知超精密角接触球轴承(用NitroMax钢生产而成)的更多信息，请参考SKF出版物中使用NitroMax延长轴承使用寿命部分(出版编号10126)。

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究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者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
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 06981/5 ZH · 2013年3月

本出版物内容取代SKF出版物高精度轴承(出版编号6002)中72D系列SKF轴承信息，以及SNFA综合型录中E200系列SNFA轴承信息。



www.skf.com/superprecisionbearings