

## 1. 滚动轴承类型及主要特性

根据滚动体的形状，滚动轴承分为球轴承和滚子轴承；按其承载受负荷的主要方向，则可分为向心轴承和推力轴承。

两者选择原则可概略为：大负荷时选用滚子轴承，高转速时选用球轴承。关于向心轴承和推力轴承的不同是：在大多数场合，向心轴承不仅可以承受径向负荷，还可承受合成负荷；推力轴承则只能承受轴向负荷。

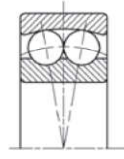
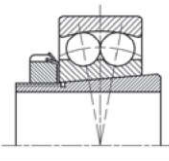
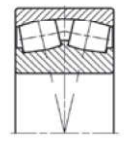
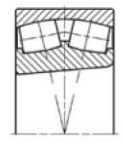
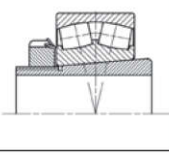
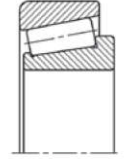
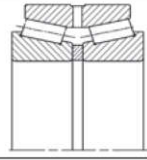
以上述两类为基础，滚动轴承又可分为向心球轴承和向心滚子轴承及推力球轴承和推力滚子轴承四种。再进一步按结构形式及其主要特性划分参见表1-1和表1-2。

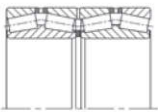
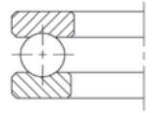
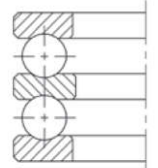
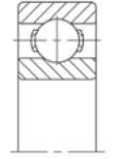
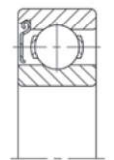
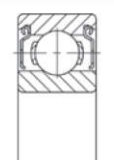
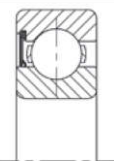
表1-1 轴承类型及主要特性

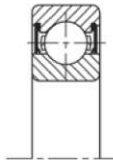
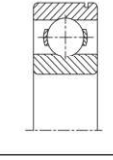
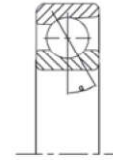
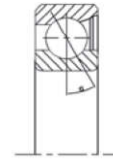

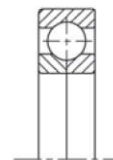
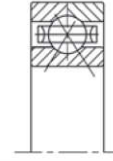
	←	表示单向	√√√	极 佳												
	↔	表示双向	√√	良 好	轴 向 负 荷	径 向 负 荷	高 转 速	高 旋 转 精 度	低 噪 音	高 刚 性	调 心 作 用	可 有 轴 向 位 移	定 位 配 置	非 定 位 配 置		
	×	差	√	尚 可												
	××	不 适 用														
轴 承 类 型																
球 轴 承	深沟球轴承	单 列	↔	√	√√√	√√√	√√√	√√√	√	×	×	×	√√	√		
		双 列	↔	√	√	√	√	√	√	×	×	×	√	√		
		外球面球轴承	↔	√	√	√	√	√√	√	√√	×	×	×	√√	√	
	角接触球轴承	单 列	←	√	√	√√√	√√√	√√	√√	√	×	×	×	√√	×	
		双 列	↔	√	√√	√√	√√	√√	√	√√	×	×	×	√√	√	
	调心球轴承			×	√	√	√√	√√	√√	√	√√√	×	×	√	√	
	四点接触球轴承			↔	√	×	√√	√	√	√	×	×	×	√√	×	
向 心 轴 承	圆柱滚子轴承	单 列	外圈无挡边	×	×	√√	√√	√√	√√	√√	×	×	√√√	×	√√√	
			外圈单挡边	←	√	√√	√√	√√	√√	√√	×	×	√	√	√	
			内圈无挡边	×	×	√√	√√	√√	√√	√√	√√	×	×	√√√	×	√√√
			内圈单挡边	←	√	√√	√√	√√	√√	√√	√√	×	×	√	√	√
		带平挡边	↔	√	√√	√√	√√	√√	√√	√√	×	×	×	√	×	
		双 列	外圈无挡边	×	×	√√√	√√	√√√	√√	√√	√√√	×	×	√√√	×	√√√
			内圈无挡边	×	×	√√√	√√	√√√	√√	√√	√√√	×	×	√√√	×	√√√

滚动轴承	滚子轴承	圆锥滚子轴承	单列	√√ ←	√√	√	√√	√	√√	××	××	√√	××		
			双列	双内圈	√√√ ←→	√√√	√	√	√	√√√	××	××	√√√	××	
				双外圈	√√√ ←→	√√√	√	√	√	√√√	××	××	√√√	××	
			四列	双内圈	√√√ ←→	√√√	√	√	√	√√√	××	××	√√√	××	
		调心滚子轴承		××	√√	√	√	√	√√	√√√	××	√√	√		
		滚针轴承	滚针及保持架组件	××	√	×	×	√	√√	××	√√√	××	√√√		
			有内圈	××	√	×	×	√	√√	××	√√√	××	√√√		
	无内圈		××	√	×	×	√	√√	××	√√√	××	√√√			
			冲压外圈	××	√	×	×	√	√√	××	√√√	××	√√√		
	球轴承	推力球轴承	单列	平底型	√ ←	××	√	√√	√√	√	××	××	√	××	
				球面型	√ ←	××	√	√√	√√	√	××	××	√	××	
			双列	平底型	√√ ←→	××	√	√√	√√	√	××	××	√	××	
				球面型	√√ ←→	××	√	√√	√√	√	××	××	√	××	
		滚子轴承	推力圆柱滚子轴承	单列	平底型	√√ ←	××	×	√√	√	√√	××	××	√	××
			推力圆锥滚子轴承			√√ ←	××	×	√	√	√√	××	××	√	××
推力调心滚子轴承			√√√ ←			××	×	√	√	√√	√√√	××	√√	××	
滚针轴承	推力滚针及保持架组件	√ ←→	××	√	√	√	√√	××	××	√	××				
直线运动滚动支承		××	√	××	×	√	√	××	√√√	√	√√√				
特定专用用途轴承	起重机用滑轮轴承	√ ←→	√√√	√	√	√	√√	××	√	××	√√√				
	转盘轴承	√√	√	×	√	√	√√	××	××	√	××				

表1-2 通用滚动轴承类型、结构形式及主要特性

轴承类型	简图	主要特性
调心球轴承		调心球轴承有圆柱孔、圆锥孔两种，主要承受径向载荷，同时可承受较小轴向载荷。轴（外壳）的轴向位移限制在游隙限度内，具有自动调心性能，允许内、外圈相对倾斜不大于 3° 的条件下正常工作。
		同上 该轴承主要用于无肩的光轴上，装拆方便，用紧定套可调整径向游隙。
调心滚子轴承		主要用于承受径向载荷，同时亦可承受较小轴向载荷，承受径向载荷能力高。
		调心性能良好，允许内圈对外圈相对倾斜不大于 2.5° 的条件下工作。 锥孔轴承内圈沿轴向移动可调整径向游隙。装在紧定套上轴承适用于装在没有轴肩的光轴上，适用需要经常安装拆卸轴承场合。
		外圈有润滑槽和三个润滑油孔的，其后置代号增加“/W33”，有润滑槽孔的轴承润滑冷却好。
圆锥滚子轴承		可承受以径向载荷为主的径向和轴向载荷，大锥角轴承可承受以轴向载荷为主的径向、轴向载荷，在径向载荷作用下，产生附加轴向力，因此，一般成对配置。可承受径向载荷，如单独使用外加轴向力必须大于附加轴向力。313 系列轴承有大接触角 (27° ~ 30°)，可承受较大轴向载荷，其他系列接触角为 10° ~ 18°。
		该轴承有一个外圈两个内圈，两内圈之间有一隔圈，改变隔圈厚度可调整游隙，可同时承受径向载荷与双向轴向载荷，可在轴承游隙范围内限制轴或外壳的双向轴向位移。

轴承类型	简图	主要特性
圆锥滚子轴承		该轴承在内圈和外圈之间均有用于调整游隙的隔圈，性能与双列圆锥滚子轴承基本相同，承载能力大，极限转速低，主要用于重型机械，如轧钢机等
推力球轴承		只能承受单向轴向载荷，限制单向轴向位移，极限转速低
		双向推力球轴承可承受双向轴向载荷，限制双向轴向位移，极限转速低
深沟球轴承		主要用以承受径向载荷，也可承受较小的轴向载荷，轴的轴向位移限制在轴向游隙范围内 允许内圈相对外圈倾斜 $8' \sim 15'$
		密封型深沟球轴承 防尘盖及内圈挡边之间有间隙，极限转速与开式深沟球轴承相同，密封较好 轴承在装配时填入了适量润滑剂，安装使用时不用清洗和添加润滑剂
		密封型深沟球轴承 密封圈与内圈挡边有接触式（后置代号RS, 2RS）和非接触式（RZ, 2RZ），接触式密封效果好，但摩擦阻力大，极限转速低
		密封型深沟球轴承 密封圈与内圈挡边有接触式（后置代号RS, 2RS）和非接触式（RZ, 2RZ），接触式密封效果好，但摩擦阻力大，极限转速低

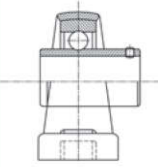
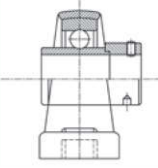
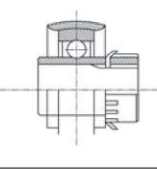
轴承类型	简图	主要特性
深沟球轴承		非接触式密封极限转速与开式深沟球轴承相同 轴承在装配时填入适量润滑剂，安装使用时不用清洗和添加润滑剂
		密封型深沟球轴承 装入止动环可简化轴承在轴承座孔内轴向定位
		单列角接触球轴承（不可分离型） 可同时承受径向载荷和单向轴向载荷，也可承受纯轴向载荷
角接触球轴承		分离型角接触球轴承 轴向载荷能力由接触角 $\alpha$ 决定，随接触增大而增大。极限转速高 将一对轴承相对安装在轴上时，可限制两个方向轴向位移，一般应对使用 分离型其内圈外圈可分别安装，适用于安装条件受限制的部位
		锁口在内圈上的角接触球轴承
		内外圈可分离，接触角为 $35^\circ$ 在无载荷和纯径向载荷作用时钢球与套圈四点接触，在纯轴向载荷作用时，钢球与套圈为两点接触，可承受双向轴向载荷，力矩载荷，兼有单列、双列角接触功能，该种轴承只有形成两点接触时才能保证正常工作
		内外圈可分离，接触角为 $35^\circ$ 在无载荷和纯径向载荷作用时钢球与套圈四点接触，在纯轴向载荷作用时，钢球与套圈为两点接触，可承受双向轴向载荷，力矩载荷，兼有单列、双列角接触功能，该种轴承只有形成两点接触时才能保证正常工作

轴承类型	简图	主要特性
角接触球轴承	成对安装角接触球轴承（面对面）	<p>该种轴承能承受以径向载荷为主的径向、轴向联合载荷。串联配置只承受单一方向轴向载荷，其他两种配置可承受任一方向轴向载荷。该种类型轴承一般由厂商成对提供，用户安装后有预压过盈，提高支承刚度和旋转精度。该种轴承预载荷分轻、中、重载荷，可根据需要选取</p>
	成对安装角接触球轴承（背对背）	
	成对安装角接触球轴承（串联）	
	双列角接触球轴承	
推力滚子轴承	推力调心滚子轴承	<p>用于承受轴向载荷为主的径向、轴向联合载荷，径向载荷不得超过轴向载荷的55% 可以承受单向轴向载荷，限制轴（外壳）一个方向轴向位移</p>
	推力圆柱滚子轴承	<p>能承受较大的单向轴向载荷，限制单向轴向位移，极限转速低</p>
	推力圆锥滚子轴承	<p>适用于低转速场合</p>

轴承类型	简图	主要特性
推力滚子轴承	推力滚针和保持架组件	适用于低转速场合
圆柱滚子轴承	外圈无挡边圆柱滚子轴承	<p>轴承内、外套圈可分离，轴承安装拆卸方便，一般只承受径向载荷，只有内、外圈均带挡边的单列圆柱滚子轴承，可承受较小的轴向载荷或较大的间隙轴向载荷 带单挡边的轴承只能承受一个方向轴向载荷 无内圈或无外圈的圆柱滚子轴承用于径向尺寸受限制的部件中，轴颈或外壳孔的表面直接作为滚动面，基面的硬度、加工精度和表面质量应与套圈的滚道相似</p>
	内圈无挡边圆柱滚子轴承	
	外圈单挡边圆柱滚子轴承	
	内圈单挡边圆柱滚子轴承	
	内圈单挡边带斜挡圈圆柱滚子轴承	
内圈单挡边带平挡圈圆柱滚子轴承		

轴承类型	简图	主要特性
无内圈圆柱滚子轴承		同上
圆柱滚子轴承	 FC	<p>此种轴承内、外圈可分离只承受径向载荷，主要用于重型机械，如轧钢机等，代号表示方法不同于常规轴承的表示方法</p> <p>FC型为双外圈，FCD型为双内外圈，FCDP型双内外圈，外圈带活档圈</p>
	 FCD	
	 FCDP	
单列滚针轴承		<p>承受径向载荷，外径尺寸小，特别适用于径向安装尺寸受限制的结构，极限转速较高</p>
双列滚针轴承		<p>单列滚针轴承内径<math>d &lt; 32\text{mm}</math>，<math>d \leq 7\text{mm}</math>的轴承外圈带双锁圈，<math>d &gt; 7\text{mm}</math>的轴承外圈带双挡边</p> <p>双列滚针轴承<math>d \geq 32\text{mm}</math></p>
无内圈有保持架滚针轴承		<p>适用于径向安装尺寸受限制的结构，轴颈表面直接作为滚动面，滚动面硬度一般为58~64HRC</p> <p>单列轴承FW<math>\leq 10\text{mm}</math>的为外圈双锁圈，FW<math>&gt; 10\text{mm}</math>的外圈带双挡边</p> <p>双列轴承FW<math>\geq 40\text{mm}</math></p> <p>只承受径向载荷，极限转速较高</p>

轴承类型	简图	主要特性
双列无内圈滚针轴承		同上
滚针轴承		<p>此种轴承成本低，承载能力大，适用于安装尺寸受限制的支承结构，轴颈表面经淬硬作为滚动面，轴承用压入配合装入座孔中，无须再对它进行轴向定位。轴承在安装前应注入适量的润滑脂，通常情况下，装配后不再用润滑</p> <p>BR型轴承用于轴颈无伸出端的支承中，端面封闭起密封作用，并能承受小的轴向游动力</p>
滚针和保持架组件		<p>径向尺寸小，承受载荷能力大，适用于径向安装尺寸受限制的结构，轴颈我外壳孔表面直接作滚动面，其表面硬度为58~64HRC，表面淬硬层深度为0.6~1mm，表面粗糙度值Ra为0.32~0.20<math>\mu\text{m}</math></p>
带座外球面球轴承		<p>由两面带密封的外球面球轴承和铸造（或钢板冲压的）轴承座组成。外球面球轴承内部结构与深沟球轴承相同，但此种轴承的外圈具有截球形外表面，与轴承座的凹球面相配能自动调心</p> <p>通常此种轴承用顶丝、偏心套或紧定套将轴承内圈固定在轴上，并随轴一起转动</p> <p>带座轴承结构紧凑、装拆方便，适用于简单支承，常用于采矿、冶金、农业、化工、输送等机械上</p>

轴承类型	简图	主要特性
带座外球面轴承		带顶丝轴承有宽内圈UC型和内圈一端平头UB两种，适用于旋转方向变化的场合 带偏心套轴承有宽内圈UEL型和内圈一端平头UE两种，适用于旋转方向不变的场合
		带紧定套轴承宽内圈，内径为锥孔的UK+H型，适用于旋转方向变化、转速较高且运转比带顶丝和偏心套轴承平稳的场合
		外球面球轴承座结构形式很多，有铸造座的立式、方形、菱形、凸台圆形、环形、滑块座等多种形式，冲压座的立式、圆形、三角形、菱形等形式 同种带座轴承按其座的结构变形或轴承的润滑方式、密封的不同可分成多种结构形式（详见带座外球面球轴承的分类），适用不同的需要

## 2. 轴承的一般资料

### 2.1 轴承代号

滚动轴承的代号主要是用来表示轴承的结构形式、主要外形尺寸、材料、公差、配置等。由前置代号、基本代号和后置代号所构成。

一般采用的轴承外形尺寸，主要以ISO规定的主要尺寸为准，客户如有特殊尺寸要求或使用要求，可与UBC联系。

UBC轴承代号编排规则见表2-1，前置代号见表2-2，基本代号见表2-3，后置代号（内部结构代号见表2-4，密封与防尘、套圈变形代号见表2-5，保持架及其材料代号见表2-6，轴承材料代号见表2-7，公差等级代号见表2-8，游隙代号见表2-9，配置代号见表2-10，其他代号见表2-11）。

表 2-1

轴 承 代 号											
前置代号	基本代号			后置代号							
	类型代号	尺寸系列代号	内径代号	内部结构	密封与防尘、套圈变形	保持架及其材料	轴承材料	公差等级	游隙	配置	其他
成套轴承分部件											

表 2-2

成 套 轴 承 分 部 件	
代 号	含 义
F	外圈带凸缘的向心球轴承
GS	推力圆柱滚子轴承座圈
L	可分离轴承的可分离内圈或外圈
LR	带可分离内圈或外圈与滚动体组件轴承
KOW-	无轴圈推力轴承
KIW-	无座圈推力轴承
R	1、不带可分离内圈或外圈的轴承
	2、无内圈滚针轴承
WS	推力圆柱滚子轴承轴圈
K	滚子和保持架组件

表 2-3

类 型 代 号		尺 寸 系 列 代 号		内 径 代 号	
代 号	含 义	代 号	含 义	代 号	含 义 内径尺寸(mm)
0	双列角接触球轴承	见图2-1与图2-2		1	1
1	调心球轴承			2	2
2	调心滚子轴承			3	3
	推力调心滚子轴承			⋮	⋮
3	圆锥滚子轴承			⋮	⋮

类型代号		尺寸系列代号		内径代号	
代号	含义	代号	含义	代号	含义
					内径尺寸(mm)
4	双列深沟球轴承	同上		9	9
5	推力球轴承		00	10	
6	深沟球轴承		01	12	
7	角接触球轴承		02	15	
8	推力圆柱滚子轴承		03	17	
N	圆柱滚子轴承		04	20	
U	外球面球轴承		/22	22	
QJ	四点接触球轴承		05	25	
			/28	28	
			06	30	
			/32	32	
			07	35	
			08	40	
			09	45	
			∴	∴	
			88	440	
			92	460	
			96	480	
			/500	500	
		/530	530		
		/560	560		

表 2-4

内部结构	
代号	含义
A	1、无装球缺口的双列角接触或深沟球轴承
	2、套圈直滚道的深沟球轴承
	3、滚针轴承外圈带双锁圈(d>9mm, Fw<12mm)
	4、表示内部结构改变
B	1、角接触球轴承，公称接触角为40度
	2、圆锥滚子轴承，接触角加大
C	1、角接触球轴承，公称接触角为15度
	2、调心滚子轴承设计改变，内圈无档边，活动中档圈，冲压保持架，对称型滚子，加强型
D	1、剖分式轴承
	2、接触角45度的双列角接触球轴承、双内圈
E	加强型

内部结构	
代号	含义
AC	角接触球轴承，接触角为25度
CA	C型调心滚子轴承，内圈带档边，活动中档圈，实体保持架
CC	C型调心滚子轴承，滚子引导方式有改进
CAB	CA型调心滚子轴承，滚子中部穿孔，带柱销式保持架
CABC	CAB型调心滚子轴承，滚子引导方式有改进
CAC	CA型调心滚子轴承，滚子引导方式有改进

表 2-5

密封与防尘、套圈变型	
代号	含义
K	圆锥孔轴承 锥度1: 12 (外球面球轴承除外)
K30	圆锥孔轴承 锥度1: 30
R	外圈有止动挡边 (外圈带凸缘，不用内径小于10mm的向心球轴承)
N	外圈有止动槽
NR	外圈有止动槽，并带止动环
RS	轴承一面带骨架式丁腈橡胶密封圈 (接触式)
2RS	轴承两面带骨架式丁腈橡胶密封圈 (接触式)
RL	轴承一面带骨架式丁腈橡胶密封圈 (内圈带密封槽、轻接触式)
2RL	轴承两面带骨架式丁腈橡胶密封圈 (内圈带密封槽、轻接触式)
RZ	轴承一面为骨架式丁腈橡胶低摩擦密封圈 (内圈带密封槽、非接触式)
2RZ	轴承两面为骨架式丁腈橡胶低摩擦密封圈 (内圈带密封槽、非接触式)
	高温氟橡胶 (内圈带密封槽、非接触式)
Z	轴承一面带防尘盖
2Z	轴承两面带防尘盖
RSZ	轴承一面为骨架式橡胶密封圈 (接触式)，一面带防尘盖
ZN	轴承一面带防尘盖，另一面外圈有止动槽
ZNR	轴承一面带防尘盖，另一面外圈有止动槽并带止动环
ZNB	轴承一面带防尘盖，同一面外圈有止动槽
2ZN	轴承两面带防尘盖，外圈有止动槽
PP	轴承两面带软质橡胶密封圈
2K	双圆锥孔轴承，锥度为：1: 12
D	1. 双列角接触球轴承，双内圈
	2. 双列圆锥滚子轴承，无内隔圈，端面不修磨
DC	双列角接触球轴承，双外圈
D1	双列圆锥滚子轴承，无内隔圈，端面修磨
DH	有两个座圈的单向推力轴承
DS	有两个轴圈的单向推力轴承

密封与防尘、套圈变型	
代号	含义
P	双半外圈的调心滚子轴承
PR	同P，两半外圈间有隔圈
S	1. 轴承外圈表面为球面（球面球轴承除外） 2. 游隙可调（滚针轴承）
WB	宽内圈轴承（双面宽）；WB1—单面宽
WC	宽外圈轴承
N1	外圈有一个定位槽口
N2	外圈有两个互成180度的定位槽口
N4	N+N2定位槽口和止动槽不在同一侧
N6	N+N2定位槽口和止动槽在同一侧
X	滚轮滚针轴承外圈表面为圆柱面

表 2-6

保持架及其材料	
代号	含义
一. 保持架材料	
F	钢、球墨铸铁或粉末冶金实体保持架
Q	青铜实体保持架
M	黄铜实体保持架
L	轻合金实体保持架
T	酚醛层压布材实体保持架
TH	玻璃纤维增强酚醛树脂保持架（筐型）
TN	工程塑料模注保持架
J	钢板冲压保持架
Y	铜板冲压保持架
二. 保持架结构形式及表面处理（本条的代号只能与“一”结合使用）	
H	自锁兜孔保持器
W	焊接保持架
R	铆接保持架（用于大型轴承）
E	磷化处理保持架
D	碳氮共渗保持架
D1	渗碳保持架
D2	渗氮保持架
C	有镀层的保持架（C1—镀银）
A	外圈引导
B	内圈引导
三. 无保持架	
V	满装滚动体

表 2-7

代号	含义
/HE	套圈、滚动体和保持架或仅是套圈和滚动体由电渣重熔轴承钢（军甲钢）ZGCr15制造
/HA	套圈、滚动体和保持架或仅是套圈和滚动体由真空冶炼轴承钢制造
/HU	套圈、滚动体和保持架或仅是套圈和滚动体由不可淬硬不锈钢1Cr18Ni9Ti制造
/HV	套圈、滚动体和保持架或仅是套圈和滚动体由可淬硬不锈钢（/HV—9Cr18；/HV1—9Cr18Mo；/HV2—GCr18Mo）制造
/HN	套圈、滚动体由耐热钢（/HN—Cr4Mo4V；/HN1—Cr14Mo4；/HN2—Cr15Mo4V；/HN3—W18Cr4V）制造
/HC	套圈和滚动体或仅是套圈由渗碳钢（/HC—20Cr2Ni4A；/HC1—20Cr2Mn2MoA；/HC2—15Mn）制造
/HP	套圈和滚动体由铍青铜或其他防磁材料制造
/HQ	套圈和滚动体由非金属材料（/HQ—塑料；/HQ1—陶瓷）制造
/HG	套圈和滚动体或仅是套圈由其他轴承钢（/HG—5CrMnMo；/HG1—55SiMoVA）制造
/CS	轴承零件采用碳素结构钢制造

表 2-8

公差等级	
代号	含义
/P0	公差等级符合标准规定的0级，通常省略
/P6	公差等级符合标准规定的6级
/P6X	公差等级符合标准规定的6x级
/P5	公差等级符合标准规定的5级
/P4	公差等级符合标准规定的4级
/P2	公差等级符合标准规定的2级
/SP	尺寸精度相当于P5级，旋转精度相当于P4级
/UP	尺寸精度相当于P4级，旋转精度高于P4级

表 2-9

游隙	
/C1	游隙符合标准规定的1组
/C2	游隙符合标准规定的2组
C0（CN）	游隙符合标准规定的0组
/C3	游隙符合标准规定的3组
/C4	游隙符合标准规定的4组
/C5	游隙符合标准规定的5组
/C9	轴承游隙不同于现标准
/CM	电机深沟球轴承游隙

表 2-10

配置	
代号	含义
/DB	成对背对背安装
/DF	成对面对面安装
/DT	成对串联安装
/TBT	三套配置，两套串联和一套背对背
/TFT	三套配置，两套串联和一套面对面
/TT	三套配置，串联
/QBC	四套配置，成对串联的背对背



配置时的预紧	
/QFC	四套配置, 成对串联的面对面
/QT	四套配置, 串联
/QBT	四套配置, 三套串联和一套背对背
/QFT	四套配置, 三套串联和一套面对面
G	特殊预紧, 附加数字直接表示预紧的大小
GA	轻预紧
GB	中预紧
GC	重预紧

表 2-11

其他		
代号	含义	
/Z	轴承的振动加速度级极值组别, 附加数字表示极值不同: Z1---轴承的振动加速度级极值符合标准规定的Z1组 Z2---轴承的振动加速度级极值符合标准规定的Z2组 Z3---轴承的振动加速度级极值符合标准规定的Z3组 Z4---轴承的振动加速度级极值符合标准规定的Z4组	
	轴承的振动速度级极值组别, 附加数字表示极值不同 V1---轴承的振动速度级极值符合标准规定的V1组 V2---轴承的振动速度级极值符合标准规定的V2组 V3---轴承的振动速度级极值符合标准规定的V3组 V4---轴承的振动速度级极值符合标准规定的V4组	
	EMQ6	轻音要求
	EMQ5	静音要求
	/S0	轴承套圈经过高温回火处理, 工作温度可达150度
/S1	轴承套圈经过高温回火处理, 工作温度可达200度	
/S2	轴承套圈经过高温回火处理, 工作温度可达250度	
/S3	轴承套圈经过高温回火处理, 工作温度可达300度	
/S4	轴承套圈经过高温回火处理, 工作温度可达350度	
/W20	轴承外圈上有3个润滑油孔	
/W33	轴承外圈上有润滑油槽和3个润滑油孔	
/LHT	轴承内充特殊高、低温润滑脂(-40℃~+120℃) LHT1:-40℃~+150℃ LHT2:-40℃~+200℃ LHT3:-40℃~+250℃ LHT4:-40℃~+300℃	
	/Y	Y和另一字母(如YA, YB)或再加数字组合用来识别无法用现有后置代号的非成系列的改变

代号	含义
/Y	YA---结构改变(综合表达)
	YA1---轴承外圈外表面与标准设计有差异
	YA2---轴承内圈内孔与标准设计有差异
	YA3---轴承套圈端面与标准设计有差异
	YA4---轴承套圈滚道与标准设计有差异
	YA5---轴承滚动体与标准设计有差异
	YB---技术条件改变(综合表达)
	YB1---轴承套圈表面有镀层
	YB2---轴承尺寸和公差要求改变
	YB3---轴承套圈表面粗糙度要求改变
	YB4---热处理要求(如硬度)改变

宽度系列

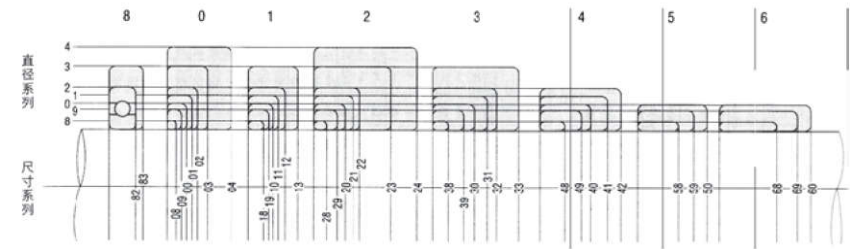


图2-1 向心轴承尺寸系列的图示(圆锥滚子轴承除外)

高度系列

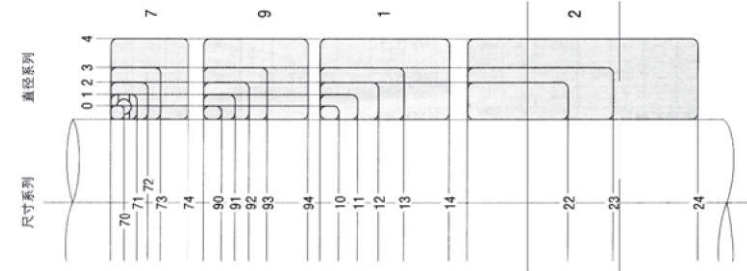


图2-2 推力轴承尺寸系列的图示

2.2 滚动轴承的公差

2.2.1 向心轴公差

2.2.1.1 符号

- $d$  —— 公称内径(圆锥孔理论小端直径)
- $d_s$  —— 单一内径
- $d_l$  —— 圆锥孔理论大端直径
- $d_{mp}$  —— 单一平面内平均内径
- $\Delta d_{mp}$  —— 单一平面平均内径的偏差= $\Delta d_{mp}-d$ (对于圆锥孔仅指内孔的理论小端)
- $\Delta d_s$  —— 单一内孔直径的偏差
- $\Delta d_{lmp}$  —— 圆锥孔在理论大端的平均内径偏差= $d_{lmp}-d_l$
- $V_{dmp}$  —— 平均内径变动量, 即最大和最小单一平面平均内径之差= $d_{mpmax}-d_{mpmin}$
- $V_{dsp}$  —— 单一径向平面内径变动量, 即单一径向平面内最大和最小单一内径之差= $d_{smax}-d_{smin}$ (圆锥滚子轴承用任一径向平面内的内径变动量的最大值表示)
- $D$  —— 公称外径
- $D_l$  —— 外圈凸缘公称外径
- $D_{mp}$  —— 单一平面平均外径
- $\Delta D_s$  —— 单一外径偏差= $D_s-D$
- $\Delta D_{mp}$  —— 单一平面平均外径的偏差= $D_{mp}-D$
- $V_{Dsp}$  —— 单一径向平面内外径变动量; 即单一径向平面内最大和最小单一外径之差
- $V_{Dmp}$  —— 平均外径变动量
- $\Delta D_{ls}$  —— 外圈凸缘单一外径偏差
- $B, (C)$  —— 内(外)圈公称宽度
- $B_s, (C_s)$  —— 内(外)圈单一宽度
- $\Delta B_s(\Delta C_s)$  —— 内(外)圈单一宽度偏差= $B_s-B, (C_s-C)$
- $V_{Bs}, (V_{Cs})$  —— 内(外)圈宽度变动量
- $T$  —— 圆锥滚子轴承公称宽度
- $\Delta T_s$  —— 实测圆锥滚子轴承宽度的偏差= $T_s-T$
- $\triangle T_{is}$  —— 圆锥滚子轴承内组件与标准外圈组成的轴承宽度的实测偏差
- $\triangle T_{2s}$  —— 圆锥滚子轴承外圈与标准内组件组成的轴承宽度的实测偏差
- $K_{ia}$  —— 成套轴承内圈的径向跳动
- $K_{ea}$  —— 成套轴承外圈的径向跳动
- $S_d$  —— 内圈基准端面(背面)对内孔的跳动
- $S_D$  —— 外径表面母线对基准端面(背面)倾斜度的变动量
- $S_{D1}$  —— 外径表面母线对凸缘表面的倾斜度变动量
- $S_{ia}$  —— 成套轴承内圈端面对(背面)滚道的跳动
- $S_{ea}$  —— 成套轴承外圈端面对滚道的跳动

2.2.1.2 向心轴承(圆锥滚子轴承除外)公差

(1)0级公差, 见表2-12和表2-13

表2-12 内 圈

$d/mm$	$\Delta d_{mp}$		$V_{dsp}$			$V_{dmp}$	$K_{ia}$	$\Delta B_s$			$V_{Bs}$
			直径系列					全部	正常	修正 <sup>①</sup>	
			9	0、1	2、3、4						
$> - <$	上偏差	下偏差	max			max	max	上偏差	下偏差	max	
0.6-2.5	0	-8	10	8	6	6	10	0	-40	-	12
2.5-10	0	-8	10	8	6	6	10	0	-120	-250	15
10-18	0	-8	10	8	6	6	10	0	-120	-250	20
18-30	0	-10	13	10	8	8	13	0	-120	-250	20
30-50	0	-12	15	12	9	9	15	0	-120	-250	20
50-80	0	-15	19	19	11	11	20	0	-150	-380	25
80-120	0	-20	25	25	15	15	25	0	-200	-380	25
120-180	0	-25	31	31	19	19	30	0	-250	-500	30
180-250	0	-30	38	38	23	23	40	0	-300	-500	30
250-315	0	-35	44	44	26	26	50	0	-350	-500	35
315-400	0	-40	50	50	30	30	60	0	-400	-630	40
400-500	0	-45	56	56	34	34	65	0	-450	-	50
500-630	0	-50	63	63	38	38	70	0	-500	-	60
630-800	0	-75	-	-	-	-	80	0	-750	-	70
800-1000	0	-100	-	-	-	-	90	0	-1000	-	80
1000-1250	0	-125	-	-	-	-	100	0	-1250	-	100
1250-1600	0	-160	-	-	-	-	120	0	-1600	-	120
1600-2000	0	-200	-	-	-	-	140	0	-2000	-	140

①系指用于成对或成组安装时单个轴承的内圈、外圈。也适用于 $d \geq 50mm$ 锥孔轴承的内圈。

表2-13 外 圈

D/mm	$\Delta_{Dmp}$		$V_{Dsp}$				$V_{Dmp}^{①}$	$K_{ea}$	$\Delta_{cs}$		$V_{cs}$
			开型轴承		闭型轴承						
			直径系列								
			9	0、1	2、3、4	2、3、4					
> - <=	上偏差	下偏差	max				max	max	上偏差	下偏差	max
2.5-6	0	-8	10	8	6	10	6	15			
6-18	0	-8	10	8	6	10	6	15			
18-30	0	-9	12	9	7	12	7	15			
30-50	0	-11	14	11	8	16	8	20			
50-80	0	-13	16	13	10	20	10	25			
80-120	0	-15	19	19	11	26	11	35			
120-150	0	-18	23	23	14	30	14	40			
150-180	0	-25	31	31	19	38	19	45			
180-250	0	-30	38	38	23	-	23	50			
250-315	0	-35	44	44	26	-	26	60			
315-400	0	-40	50	50	30	-	30	70			
400-500	0	-45	56	56	34	-	34	80			
500-630	0	-50	63	63	38	-	38	100			
630-800	0	-75	94	94	55	-	55	120			
800-1000	0	-100	125	125	75	-	75	140			
1000-1250	0	-125	-	-	-	-	-	160			
1250-1600	0	-160	-	-	-	-	-	190			
1600-2000	0	-200	-	-	-	-	-	220			
2000-2500	0	-250	-	-	-	-	-	250			

与同一轴承内圈的  $\Delta_{BS}$  及  $V_{BS}$  相同

①适用于内、外止动环安装前或拆卸后。

(2) 6级公差，见表2-14和表2-15

表2-14 内 圈

d/mm	$\Delta_{dmp}$		$V_{dsp}$			$V_{dmp}$	$K_{ia}$	$\Delta_{BS}$			$V_{BS}$
			直径系列					全部	正常	修正 <sup>①</sup>	
			9	0、1	2、3、4						
			> - <=	上偏差	下偏差			max			
0.6-2.5	0	-7	9	7	5	5	5	0	-40	-	12
2.5-10	0	-7	9	7	5	5	6	0	-120	-250	15
10-18	0	-7	9	7	5	5	7	0	-120	-250	20
18-30	0	-8	10	8	6	6	8	0	-120	-250	20
30-50	0	-10	13	10	8	8	10	0	-120	-250	20
50-80	0	-12	15	15	9	9	10	0	-150	-380	25
80-120	0	-15	19	19	11	11	13	0	-200	-380	25
120-180	0	-18	23	23	14	14	18	0	-250	-500	30
180-250	0	-22	28	28	17	17	20	0	-300	-500	30
250-315	0	-25	31	31	19	19	25	0	-350	-500	35
315-400	0	-30	38	38	23	23	30	0	-400	-630	40
400-500	0	-35	44	44	26	26	35	0	-450	-	45
500-630	0	-40	50	50	30	30	40	0	-500	-	50

①适用于成对或成组安装时单个轴承的内圈、外圈

表2-15 外 圈

D/mm	$\Delta_{Dmp}$		$V_{Dsp}$				$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$\Delta_{cs}$		$V_{cs}$
			开型轴承		闭型轴承						
			直径系列								
			9	0、1	2、3、4	0、1、2、3、4					
> - <=	上偏差	下偏差	max				max	max	上偏差	下偏差	max
2.5-6	0	-7	9	7	5	9	5	8			
6-18	0	-7	9	7	5	9	5	8			
18-30	0	-8	10	8	6	10	6	9			
30-50	0	-9	11	9	7	13	7	10			
50-80	0	-11	14	11	8	16	8	13			
80-120	0	-13	16	16	10	20	10	18			
120-150	0	-15	19	19	11	25	11	20			
150-180	0	-18	23	23	14	30	14	23			
180-250	0	-20	25	25	15	-	15	25			
250-315	0	-25	31	31	19	-	19	30			
315-400	0	-28	35	35	21	-	21	35			
400-500	0	-33	41	41	25	-	25	40			
500-630	0	-38	48	48	29	-	29	50			
630-800	0	-45	56	56	34	-	34	60			
800-1000	0	-60	75	75	45	-	45	75			

与同一轴承内圈的  $\Delta_{BS}$  及  $V_{BS}$  相同

(3) 5级公差, 见表2-16和表2-17

表2-16 内 圈

d/mm	$\Delta_{dmp}$		$V_{dsp}$		$V_{dmp}$	$K_{ia}$	$S_d$	$S_{ia}^{(1)}$	$\Delta_{BS}$			$V_{BS}$
			直径系列						全部	正常	修正 <sup>(2)</sup>	
			9	0、1 2、3、4								
> - <	上偏差	下偏差	max		max	max	max	max	上偏差	下偏差	max	
0.6-2.5	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-40	-	5
2.5-10	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-40	-250	5
10-18	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-80	-250	5
18-30	0	-6	6	5	3	4	8	8	0	-120	-250	5
30-50	0	-8	8	6	4	5	8	8	0	-120	-250	5
50-80	0	-9	9	7	5	5	8	8	0	-150	-380	6
80-120	0	-10	10	8	5	6	9	9	0	-200	-380	7
120-180	0	-13	13	10	7	8	10	10	0	-250	-500	8
180-250	0	-15	15	12	8	10	11	13	0	-300	-500	10
250-315	0	-18	18	14	9	13	13	15	0	-350	-500	13
315-400	0	-23	23	18	12	15	15	20	0	-400	-630	15

① 仅适用于沟形球轴承。

② 适用于成对或成组安装时单个轴承内圈、外圈。

表2-17 外 圈

D/mm	$\Delta_{Dmp}$		$V_{Dsp}$		$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$S_D$	$S_{ea}^{(1)}$	$\Delta_{CS}$		$V_{CS}$
			直径系列						全部	下偏差	
			9	0、1 2、3、4							
> - <	上偏差	下偏差	max		max	max	max	上偏差	下偏差	max	
2.5-6	0	-5	5	4	3	5	8	8	与同一轴承内圈 的 $\Delta_{BS}$ 相同	5	
6-18	0	-5	5	4	3	5	8	8	5		
18-30	0	-6	6	5	3	6	8	8	5		
30-50	0	-7	7	5	4	7	8	8	5		
50-80	0	-9	9	7	5	8	8	10	6		
80-120	0	-10	10	8	5	10	9	11	8		
120-150	0	-11	11	8	6	11	10	13	8		
150-180	0	-13	13	10	7	13	10	14	8		
180-250	0	-15	15	11	8	15	11	15	10		
250-315	0	-18	18	14	9	18	13	18	11		
315-400	0	-20	20	15	10	20	13	20	13		
400-500	0	-23	23	17	12	23	15	23	15		
500-630	0	-28	28	21	14	25	18	25	18		
630-800	0	-35	35	26	18	30	20	30	20		

② 仅适用于沟形球轴承。

(4) 4级公差, 见表2-18和表2-19

表2-18 内 圈

d/mm	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{ds}^{(1)}$		$V_{dsp}$		$V_{dmp}$	$K_{ia}$	$S_d$	$S_{ia}^{(1)}$	$\Delta_{BS}$			$V_{BS}$
					直径系列						全部	正常	修正 <sup>(3)</sup>	
					9	0、1 2、3、4								
> - <	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	max		max	max	max	max	上偏差	下偏差	max	
0.6-2.5	0	-4	0	-4	4	3	2	2.5	3	3	0	-40	-250	2.5
2.5-10	0	-4	0	-4	4	3	2	2.5	3	3	0	-40	-250	2.5
10-18	0	-4	0	-4	4	3	2	2.5	3	3	0	-80	-250	2.5
18-30	0	-5	0	-5	5	4	2.5	3	4	4	0	-120	-250	2.5
30-50	0	-6	0	-6	6	5	3	4	4	4	0	-120	-250	3
50-80	0	-7	0	-7	7	5	3.5	4	5	5	0	-150	-250	4
80-120	0	-8	0	-8	8	6	4	5	5	5	0	-200	-380	4
120-180	0	-10	0	-10	10	8	5	6	6	7	0	-250	-380	5
180-250	0	-12	0	-12	12	9	6	8	7	8	0	-300	-500	6

① 这些偏差仅适用于直径系列0、1、2、3、及4。

② 仅适用于沟形球轴承。

③ 适用于成对或成组安装时单个轴承的内圈、外圈。

表2-19 外 圈

D/mm	$\Delta_{Dmp}$		$\Delta_{Ds}^{(1)}$		$V_{Dsp}$		$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$S_D$	$S_{ea}^{(1)}$	$\Delta_{CS}$		$V_{CS}$
					直径系列						全部	下偏差	
					9	0、1 2、3、4							
> - <	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	max		max	max	max	max	上偏差	下偏差	max
2.5-6	0	-4	0	-4	4	3	2	3	4	5	与同一轴承内圈 的 $\Delta_{BS}$ 相同	2.5	
6-18	0	-4	0	-4	4	3	2	3	4	5	2.5		
18-30	0	-5	0	-5	5	4	2.5	4	4	5	2.5		
30-50	0	-6	0	-6	6	5	3	5	4	5	2.5		
50-80	0	-7	0	-7	7	5	3.5	5	4	5	3		
80-120	0	-8	0	-8	8	6	4	6	5	6	4		
120-150	0	-9	0	-9	9	7	5	7	5	7	5		
150-180	0	-10	0	-10	10	8	5	8	5	8	5		
180-250	0	-11	0	-11	11	8	6	10	7	10	7		
250-315	0	-13	0	-13	13	10	7	11	8	10	7		
315-400	0	-15	0	-15	15	11	8	13	10	13	8		

① 这些偏差仅适用于直径系列0、1、2、3、及4。

② 仅适用于沟形球轴承。

(5) 2级公差, 见表2-20和表2-21

表2-20 内 圈

d/mm > - <	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{ds}$		$V_{dsp}$	$V_{dmp}$	$K_{ia}$	$S_d$	$S_{ia}^{①}$	$\Delta_{BS}$		$V_{BS}$
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	max	max	max	max	max	上偏差	下偏差	max
0.6 <sup>①</sup> -2.5	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-40	1.5
2.5-10	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-40	1.5
10-18	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-80	1.5
18-30	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	1.5
30-50	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	1.5
50-80	0	-4	0	-4	4	2	2.5	1.5	2.5	0	-150	1.5
80-120	0	-5	0	-5	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	-200	2.5
120-150	0	-7	0	-7	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	-250	2.5
150-180	0	-7	0	-7	7	3.5	5	4	5	0	-250	4
180-250	0	-8	0	-8	8	4	5	5	5	0	-300	5

①适用于沟形球轴承。

表2-21 外 圈

D/mm > - <	$\Delta_{Dmp}$		$\Delta_{Ds}$		$V_{Dsp}^{①}$	$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$S_D$	$S_{ea}^{①}$	$\Delta_{CS}$		$V_{CS}$
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	max	max	max	max	max	上偏差	下偏差	max
2.5-6	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	与同一轴承内圈的 $\Delta_{BS}$ 相同		1.5
6-18	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5			1.5
18-30	0	-4	0	-4	4	2	2.5	1.5	2.5			1.5
30-50	0	-4	0	-4	4	2	2.5	1.5	2.5			1.5
50-80	0	-4	0	-4	4	2	4	1.5	4			1.5
80-120	0	-5	0	-5	5	2.5	5	2.5	5			2.5
120-150	0	-5	0	-5	5	2.5	5	2.5	5			2.5
150-180	0	-7	0	-7	7	3.5	5	2.5	5			2.5
180-250	0	-8	0	-8	8	4	7	4	7			4
250-315	0	-8	0	-8	8	4	7	5	7			5
315-400	0	-10	0	-10	10	5	8	7	8			7

①适用于沟形球轴承。

2.2.1.3 圆锥滚子轴承公差

(1)0级公差, 见表2-22、表2-23和表2-24

表2-22 内圈

d/mm > - <	$\Delta_{dmp}$		$V_{dsp}$	$V_{dmp}$	$K_{ia}$
	上偏差	下偏差	max	max	max
0-18	0	-12	12	9	15
18-30	0	-12	12	9	18
30-50	0	-12	12	9	20
50-80	0	-15	15	11	25
80-120	0	-20	20	15	30
120-180	0	-25	25	19	35
180-250	0	-30	30	23	50
250-315	0	-35	35	26	60
315-400	0	-40	40	30	70
400-500	0	-45	45	34	80
500-630	0	-60	60	40	90
630-800	0	-75	75	45	100
800-1000	0	-100	100	55	115
1000-1250	0	-125	125	65	130
1250-1600	0	-160	160	80	150
1600-2000	0	-200	200	100	170

表2-23 外圈

D/mm	$\Delta_{Dmp}$		$V_{Dsp}$	$V_{Dmp}$	$K_{ea}$
	上偏差	下偏差	max	max	max
18-30	0	-12	12	9	18
30-50	0	-14	14	11	20
50-80	0	-16	16	12	25
80-120	0	-18	18	14	35
120-150	0	-20	20	15	40
150-180	0	-25	25	19	45
180-250	0	-30	30	23	50
250-315	0	-35	35	26	60
315-400	0	-40	40	30	70
400-500	0	-45	45	34	80
500-630	0	-50	60	38	100
630-800	0	-75	80	55	120
800-1000	0	-100	100	75	140
1000-1250	0	-125	130	90	160
1250-1600	0	-160	170	100	180
1600-2000	0	-200	210	110	200
2000-2500	0	-250	265	120	220

表2-24 宽度-内圈、外圈、单列轴承及其组件

d/mm > - <	$\Delta_{BS}$		$\Delta_{CS}$		$\Delta_{TS}$		$\Delta_{T1S}$		$\Delta_{T2S}$	
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
0-18	0	-120	0	-120	+200	0	+100	0	+100	0
18-30	0	-120	0	-120	+200	0	+100	0	+100	0
30-50	0	-120	0	-120	+200	0	+100	0	+100	0
50-80	0	-150	0	-150	+200	0	+100	0	+100	0
80-120	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
120-180	0	-250	0	-250	+350	-250	+150	-150	+200	-100
180-250	0	-300	0	-300	+350	-250	+150	-150	+200	-100
250-315	0	-350	0	-350	+350	-250	+150	-150	+200	-100
315-400	0	-400	0	-400	+400	-400	+200	-200	+200	-200
400-500	0	-450	0	-450	+450	-450	+225	-225	+225	-225
500-630	0	-500	0	-500	+500	-500	-	-	-	-
630-800	0	-750	0	-750	+600	-600	-	-	-	-
800-1000	0	-1000	0	-1000	+750	-750	-	-	-	-
1000-1250	0	-1250	0	-1250	+900	-900	-	-	-	-
1250-1600	0	-1600	0	-1600	+1050	-1050	-	-	-	-
1600-2000	0	-2000	0	-2000	+1200	-1200	-	-	-	-

(2)6x级公差。6x公差级内圈和外圈的直径和径向跳动公差与表2-22表2-23中规定的0级数值相同，宽度公差规定在表2-25中。

表2-25 宽度-内圈、外圈、单列轴承及其组件  $\mu\text{m}$

d/mm > - <	$\Delta_{BS}$		$\Delta_{CS}$		$\Delta_{TS}$		$\Delta_{T1S}$		$\Delta_{T2S}$	
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
0-18	0	-50	0	-100	+100	0	+50	0	+50	0
18-30	0	-50	0	-100	+100	0	+50	0	+50	0
30-50	0	-50	0	-100	+100	0	+50	0	+50	0
50-80	0	-50	0	-100	+100	0	+50	0	+50	0
80-120	0	-50	0	-100	+100	0	+50	0	+50	0
120-180	0	-50	0	-100	+150	0	+50	0	+100	0
180-250	0	-50	0	-100	+150	0	+50	0	+100	0
250-315	0	-50	0	-100	+200	0	+100	0	+100	0
315-400	0	-50	0	-100	+200	0	+100	0	+100	0
400-500	0	-50	0	-100	+200	0	+100	0	+100	0

(3)5级公差。见表2-26、表2-27和表2-28。

表2-26 内圈  $\mu\text{m}$

d/mm > - <	$\Delta_{dmp}$		$V_{dsp}$	$V_{dmp}$	$K_{ia}$	$S_d$
	上偏差	下偏差	max	max	max	max
0-18	0	-7	5	5	5	7
18-30	0	-8	6	5	5	8
30-50	0	-10	8	5	6	8
50-80	0	-12	9	6	7	8
80-120	0	-15	11	8	8	9
120-180	0	-18	14	9	11	10
180-250	0	-22	17	11	13	11
250-315	0	-25	19	13	13	13
315-400	0	-30	23	15	15	15
400-500	0	-35	28	17	20	17
500-630	0	-40	35	20	25	20
630-800	0	-50	45	25	30	25
800-1000	0	-60	60	30	37	30
1000-1250	0	-75	75	37	45	40
1250-1600	0	-90	90	45	55	50

表2-27 外圈  $\mu\text{m}$

D/mm > - <	$\Delta_{Dmp}$		$V_{dsp}$	$V_{Dmp}$	$K_{ea}$	$S_d$
	上偏差	下偏差	max	max	max	max
18-30	0	-8	6	5	6	8
30-50	0	-9	7	5	7	8
50-80	0	-11	8	6	8	8
80-120	0	-13	10	7	10	9
120-150	0	-15	11	8	11	10
150-180	0	-18	14	9	13	10
180-250	0	-20	15	10	15	11
250-315	0	-25	19	13	18	13
315-400	0	-28	22	14	20	13
400-500	0	-33	26	17	24	17
500-630	0	-38	30	20	30	20
630-800	0	-45	38	25	36	25
800-1000	0	-60	50	30	43	30
1000-1250	0	-80	65	38	52	38
1250-1600	0	-100	90	50	62	50
1600-2000	0	-125	120	65	73	65

表2-28 宽度-内、外圈、单列轴承及其组件  $\mu\text{m}$

d/mm > - <	$\Delta_{BS}$		$\Delta_{CS}$		$\Delta_{TS}$		$\Delta_{T1S}$		$\Delta_{T2S}$	
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
0-10	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
10-18	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
18-30	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
30-50	0	-240	0	-240	+200	-200	+100	-100	+100	-100
50-80	0	-300	0	-300	+200	-200	+100	-100	+100	-100
80-120	0	-400	0	-400	+200	-200	+100	-100	+100	-100
120-180	0	-500	0	-500	+350	-250	+150	-150	+200	-100
180-250	0	-600	0	-600	+350	-250	+150	-150	+200	-100
250-315	0	-700	0	-700	+350	-250	+150	-150	+200	-100
315-400	0	-800	0	-800	+400	-400	+200	-200	+200	-200
400-500	0	-900	0	-900	+450	-450	+225	-225	+225	-225
500-630	0	-1100	0	-1100	+500	-500	-	-	-	-
630-800	0	-1600	0	-1600	+600	-600	-	-	-	-
800-1000	0	-2000	0	-2000	+750	-750	-	-	-	-
1000-1250	0	-2000	0	-2000	+750	-750	-	-	-	-
1250-1600	0	-2000	0	-2000	+900	-900	-	-	-	-

(4)4级公差。见表2-29、表2-30和表2-31

表2-29 内圈

d/mm > - <	V <sub>dmp</sub>		Δ <sub>dS</sub>		V <sub>dsp</sub>	Δ <sub>dmp</sub>	K <sub>ia</sub>	S <sub>d</sub>	S <sub>ia</sub>
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	max	max	max	max	max
0-18	0	-5	0	-5	4	4	3	3	3
18-30	0	-6	0	-6	5	4	3	4	4
30-50	0	-8	0	-8	6	5	4	4	4
50-80	0	-9	0	-9	7	5	4	5	4
80-120	0	-10	0	-10	8	5	5	5	5
120-180	0	-13	0	-13	10	7	6	6	7
180-250	0	-15	0	-15	11	8	8	7	8
250-315	0	-18	0	-18	12	9	9	8	9

表2-30 外圈

D/mm > - <	Δ <sub>Dmp</sub>		Δ <sub>DS</sub>		V <sub>Dsp</sub>	V <sub>Dmp</sub>	K <sub>ea</sub>	S <sub>D</sub>	S <sub>ea</sub>
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	max	max	max	max	max
0-30	0	-6	0	-6	5	4	4	4	5
30-50	0	-7	0	-7	5	5	5	4	5
50-80	0	-9	0	-9	7	5	5	4	5
80-120	0	-10	0	-10	8	5	6	5	6
120-150	0	-11	0	-11	8	6	7	5	7
150-180	0	-13	0	-13	10	7	8	5	8
180-250	0	-15	0	-15	11	8	10	7	10
250-315	0	-18	0	-18	14	9	11	8	10
315-400	0	-20	0	-20	15	10	13	10	13

表2-31 宽度-内、外圈、单列轴承及组件

d/mm > - <	Δ <sub>BS</sub>		Δ <sub>CS</sub>		Δ <sub>TS</sub>		Δ <sub>T1S</sub>		Δ <sub>T2S</sub>	
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
--10	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
10-18	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
18-30	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
30-50	0	-240	0	-240	+200	-200	+100	-100	+100	-100
50-80	0	-300	0	-300	+200	-200	+100	-100	+100	-100
80-120	0	-400	0	-400	+200	-200	+100	-100	+100	-100
120-180	0	-500	0	-500	+350	-250	+150	-150	+200	-100
180-250	0	-600	0	-600	+350	-250	+150	-150	+200	-100
250-315	0	-700	0	-700	+350	-250	+150	-150	+200	-100

(5)2级公差。见表2-32、表2-33和表2-34

表2-32 内圈

d/mm > - <	Δ <sub>dmp</sub>	Δ <sub>ds</sub>	V <sub>dsp</sub>	V <sub>dmp</sub>	K <sub>ia</sub>	S <sub>d</sub>	S <sub>ia</sub>
	上偏差	下偏差	max	max	max	max	max
--10	0	-4	2.5	1.5	2	1.5	2
10-18	0	-4	2.5	1.5	2	1.5	2
18-30	0	-4	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5
30-50	0	-5	3	2	2.5	2	2.5
50-80	0	-5	4	2	3	2	3
80-120	0	-6	5	2.5	3	2.5	3
120-180	0	-7	7	3.5	4	3.5	4
180-250	0	-8	7	4	5	5	5
250-315	0	-8	8	5	6	5.5	6

表2-33 外圈

D/mm > - <	Δ <sub>Dmp</sub>	Δ <sub>DS</sub>	V <sub>Dsp</sub>	V <sub>Dmp</sub>	K <sub>ea</sub>	S <sub>D</sub> <sup>a</sup> S <sub>D1</sub>	S <sub>ea</sub> <sup>a</sup>	S <sub>ea1</sub>
	上偏差	下偏差	max	max	max	max	max	max
--18	0	-5	4	2.5	2.5	1.5	2.5	4
18-30	0	-5	4	2.5	2.5	1.5	2.5	4
30-50	0	-5	4	2.5	2.5	2	2.5	4
50-80	0	-6	4	2.5	4	2.5	4	6
80-120	0	-6	5	3	5	3	5	7
120-150	0	-7	5	3.5	5	3.5	5	7
150-180	0	-7	7	4	5	4	5	7
180-250	0	-8	8	5	7	5	7	10
250-315	0	-9	8	5	7	6	7	10
315-400	0	-10	10	6	8	7	8	11

<sup>a</sup> 不适用于凸缘外圈轴承

表2-34 宽度-内、外圈、单列轴承及组件

d/mm > - <	Δ <sub>BS</sub>		Δ <sub>CS</sub>		Δ <sub>TS</sub>		Δ <sub>T1S</sub>		Δ <sub>T2S</sub>	
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
--10	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
10-18	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
18-30	0	-200	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
30-50	0	-240	0	-240	+200	-200	+100	-100	+100	-100
50-80	0	-300	0	-300	+200	-200	+100	-100	+100	-100
80-120	0	-400	0	-400	+200	-200	+100	-100	+100	-100
120-180	0	-500	0	-500	+200	-250	+100	-100	+100	-150
180-250	0	-600	0	-600	+200	-300	+100	-150	+100	-150
250-315	0	-700	0	-700	+200	-300	+100	-150	+100	-150

2.2.1.4 向心轴承外圈凸缘

(1)向心球轴承和圆锥滚子轴承的凸缘外径公差见表2-35

表2-35 凸缘外径公差  $\mu\text{m}$

D/mm > - <	$\Delta_{D1S}$			
	定位凸缘		非定位凸缘	
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
-6	0	-36	+220	-36
6-10	0	-36	+220	-36
10-18	0	-43	+270	-43
18-30	0	-52	+330	-52
30-50	0	-62	+390	-62
50-80	0	-74	+460	-74
80-120	0	-87	+540	-87
120-180	0	-100	+630	-100
180-250	0	-115	+720	-115
250-315	0	-130	+810	-130
315-400	0	-140	+890	-140
400-500	0	-155	+970	-155
500-630	0	-175	+1100	-175
630-800	0	-200	+1250	-200
800-1000	0	-230	+1400	-230
1000-1250	0	-260	+1650	-260
1250-1600	0	-310	+1950	-310
1600-2000	0	-370	+2300	-370
2000-2500	0	-440	+2800	-440

2.2.1.5 圆锥孔的0级公差见表2-36和表2-37

表2-36 圆锥孔(锥度1: 12)  $\mu\text{m}$

d/mm > - <	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		$V_{dsp}^{a,b}$ max
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	
--10	+22	0	+15	0	9
10-18	+27	0	+18	0	11
18-30	+33	0	+21	0	13
30-50	+39	0	+25	0	16
50-80	+46	0	+30	0	19
80-120	+54	0	+35	0	22
120-180	+63	0	+40	0	40
180-250	+72	0	+46	0	46
250-315	+81	0	+52	0	52
315-400	+89	0	+57	0	57
400-500	+97	0	+63	0	63
500-630	+110	0	+70	0	70
630-800	+125	0	+80	0	-
800-1000	+140	0	+90	0	-
1000-1250	+165	0	+105	0	-
1250-1600	+195	0	+125	0	-

<sup>a</sup> 适用于内孔的任一单一径向平面 <sup>b</sup> 不适用于直径系列7和8

表2-37 圆锥孔(锥度1: 30)  $\mu\text{m}$

d/mm > - <	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		$V_{dsp}^{a,b}$ max
	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差	
-50	+15	0	+30	0	19
50-80	+15	0	+30	0	19
80-120	+20	0	+35	0	22
120-180	+25	0	+40	0	40
180-250	+30	0	+46	0	46
250-315	+35	0	+52	0	52
315-400	+40	0	+57	0	57
400-500	+45	0	+63	0	63
500-630	+50	0	+70	0	70

<sup>a</sup> 适用于内孔的任一单一径向平面

<sup>b</sup> 不适用于直径系列7和8

2.2.2 推力球轴承公差

2.2.2.1 符号

$d$  —— 单向轴承轴圈公称内径

$d_2$  —— 双向轴承轴圈公称内径

$\Delta d_{mp}$  —— 单向轴承轴圈单一平面平均内径的偏差

$\Delta d_{2mp}$  —— 双向轴承轴圈单一平面平均内径的偏差

$D$  —— 座圈公称外径

$\Delta D_{mp}$  —— 座圈在单一径向平面内平均外径的差

$S_e$  —— 座圈滚道对底面厚度的变动量

注 —— 只适用于接触角为90度的推力球轴承和推力圆柱滚子轴承。

$S_i$  —— 轴圈滚道对底面厚度的变动量

注 —— 只适用于接触角为90度的推力球轴承和推力圆柱滚子轴承。

$T$  —— 单向轴承高度

$T_1$  —— 双向轴承高度

$\Delta T_s$  —— 单向轴承实际高度偏差

$\Delta T_{1s}$  —— 双向轴承实际高度偏差

$V_{dp}$  —— 单向轴承轴圈在单一径向平面内径变动量

$V_{d2p}$  —— 双向轴承轴圈在单一径向平面内径变动量

$V_{Dp}$  —— 座圈在单一径向平面内的外径变动量



2.2.2.2 单向和双向推力轴承公差

(1)0级公差。见表2-38和表2-39

表2-38 轴圈和轴承高度  $\mu\text{m}$

$d$ 和 $d_2/\text{mm}$ > - <	$\Delta_{dmp}$	$\Delta_{d2mp}$	$V_{dp}$ $V_{d2p}$	$S_i$	$\Delta_{TS}$		$\Delta_{T1S}$	
	上偏差	下偏差	max	max	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
--18	0	-8	6	10	+20	-250	+150	-400
18-30	0	-10	8	10	+20	-250	+150	-400
30-50	0	-12	9	10	+20	-250	+150	-400
50-80	0	-15	11	10	+20	-300	+150	-500
80-120	0	-20	15	15	+25	-300	+200	-500
120-180	0	-25	19	15	+25	-400	+200	-600
180-250	0	-30	23	20	+30	-400	+250	-600
250-315	0	-35	26	25	+40	-400	-	-
315-400	0	-40	30	30	+40	-500	-	-
400-500	0	-45	34	30	+50	-500	-	-
500-630	0	-50	38	35	+60	-600	-	-
630-800	0	-75	55	40	+70	-750	-	-
800-1000	0	-100	75	45	+80	-1000	-	-
1000-1250	0	-125	95	50	+100	-1400	-	-
1250-1600	0	-160	120	60	+120	-1600	-	-
1600-2000	0	-200	150	75	+140	-1900	-	-
2000-2500	0	-250	190	90	+160	-2300	-	-

注：对于双向轴承，公差值只适用于 $d_2 < 190\text{mm}$ 的轴承

表2-39 座圈  $\mu\text{m}$

$D/\text{mm}$ > - <	$\Delta_{Dmp}$		$V_{Dp}$	$S_e$
	上偏差	下偏差	max	max
10-18	0	-11	8	与同一轴承轴圈的 $S_i$ 值相同
18-30	0	-13	10	
30-50	0	-16	12	
50-80	0	-19	14	
80-120	0	-22	17	
120-180	0	-25	19	
180-250	0	-30	23	
250-315	0	-35	26	
315-400	0	-40	30	
400-500	0	-45	34	
500-630	0	-50	38	
630-800	0	-75	55	
800-1000	0	-100	75	
1000-1250	0	-125	95	
1250-1600	0	-160	120	
1600-2000	0	-200	150	
2000-2500	0	-250	190	
2500-2850	0	-300	225	

注：对于双向轴承，公差值只适用于 $D < 360\text{mm}$ 的轴承

(2)6级公差。见表2-40和表2-41

表2-40 轴圈和轴承高度  $\mu\text{m}$

$d$ 和 $d_2/\text{mm}$ > - <	$\Delta_{dmp}$	$\Delta_{d2mp}$	$V_{dp}$ $V_{d2p}$	$S_i$	$\Delta_{TS}$		$\Delta_{T1S}$	
	上偏差	下偏差	max	max	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
--18	0	-8	6	5	+20	-250	+150	-400
18-30	0	-10	8	5	+20	-250	+150	-400
30-50	0	-12	9	6	+20	-250	+150	-400
50-80	0	-15	11	7	+20	-300	+150	-500
80-120	0	-20	15	8	+25	-300	+200	-500
120-180	0	-25	19	9	+25	-400	+200	-600
180-250	0	-30	23	10	+30	-400	+250	-600
250-315	0	-35	26	13	+40	-400	-	-
315-400	0	-40	30	15	+40	-500	-	-
400-500	0	-45	34	18	+50	-500	-	-
500-630	0	-50	38	21	+60	-600	-	-
630-800	0	-75	55	25	+70	-750	-	-
800-1000	0	-100	75	30	+80	-1000	-	-
1000-1250	0	-125	95	35	+100	-1400	-	-
1250-1600	0	-160	120	40	+120	-1600	-	-
1600-2000	0	-200	150	45	+140	-1900	-	-
2000-2500	0	-250	190	50	+160	-2300	-	-

注：对于双向轴承，公差值只适用于 $d_2 < 190\text{mm}$ 的轴承

表2-41 座圈  $\mu\text{m}$

$D/\text{mm}$ > - <	$\Delta_{Dmp}$		$V_{Dp}$	$S_e$
	上偏差	下偏差	max	max
10-18	0	-11	8	与同一轴承轴圈的 $S_i$ 值相同
18-30	0	-13	10	
30-50	0	-16	12	
50-80	0	-19	14	
80-120	0	-22	17	
120-180	0	-25	19	
180-250	0	-30	23	
250-315	0	-35	26	
315-400	0	-40	30	
400-500	0	-45	34	
500-630	0	-50	38	
630-800	0	-75	55	
800-1000	0	-100	75	
1000-1250	0	-125	95	
1250-1600	0	-160	120	
1600-2000	0	-200	150	
2000-2500	0	-250	190	
2500-2850	0	-300	225	

注：对于双向轴承，公差值只适用于 $D < 360\text{mm}$ 的轴承

(3)5级公差。见表2-42和表2-43

表2-42 轴圈和轴承高度  $\mu\text{m}$

d 和 d <sub>2</sub> /mm > - <	$\Delta d_{mp}$		$\Delta d_{2mp}$		$V_{dp}$ $V_{d2p}$	$S_i$	$\Delta T_s$		$\Delta T_{1s}$	
	上偏差	下偏差	max	max	max	max	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
--18	0	-8	6	3		3	+20	-250	+150	-400
18-30	0	-10	8	3		3	+20	-250	+150	-400
30-50	0	-12	9	3		3	+20	-250	+150	-400
50-80	0	-15	11	4		4	+20	-300	+150	-500
80-120	0	-20	15	4		4	+25	-300	+200	-500
120-180	0	-25	19	5		5	+25	-400	+200	-600
180-250	0	-30	23	5		5	+30	-400	+250	-600
250-315	0	-35	26	7		7	+40	-400	-	-
315-400	0	-40	30	7		7	+40	-500	-	-
400-500	0	-45	34	9		9	+50	-500	-	-
500-630	0	-50	38	11		11	+60	-600	-	-
630-800	0	-75	55	13		13	+70	-750	-	-
800-1000	0	-100	75	15		15	+80	-1000	-	-
1000-1250	0	-125	95	18		18	+100	-1400	-	-
1250-1600	0	-160	120	25		25	+120	-1600	-	-
1600-2000	0	-200	150	30		30	+140	-1900	-	-
2000-2500	0	-250	190	40		40	+160	-2300	-	-

注：对于双向轴承，公差值只适用于d<sub>2</sub><190mm的轴承

表2-43 座圈  $\mu\text{m}$

D/mm > - <	$\Delta D_{mp}$		$V_{Dp}$	$S_e$
	上偏差	下偏差	max	max
10-18	0	-11	8	
18-30	0	-13	10	
30-50	0	-16	12	
50-80	0	-19	14	
80-120	0	-22	17	
120-180	0	-25	19	
180-250	0	-30	23	
250-315	0	-35	26	
315-400	0	-40	30	
400-500	0	-45	34	
500-630	0	-50	38	
630-800	0	-75	55	
800-1000	0	-100	75	
1000-1250	0	-125	95	
1250-1600	0	-160	120	
1600-2000	0	-200	150	
2000-2500	0	-250	190	
2500-2850	0	-300	225	

与同一轴承轴圈的S<sub>i</sub>值相同

注：对于双向轴承，公差值只适用于D<360mm的轴承

(4)4级公差。见表2-44和表2-45

表2-44 轴圈和轴承高度  $\mu\text{m}$

d 和 d <sub>2</sub> /mm > - <	$\Delta d_{mp}$ $\Delta d_{2mp}$		$V_{dp}$ $V_{d2p}$		$S_i$	$\Delta T_s$		$\Delta T_{1s}$	
	上偏差	下偏差	max	max	max	上偏差	下偏差	上偏差	下偏差
--18	0	-7	5	2	2	+20	-250	+150	-400
18-30	0	-8	6	2	2	+20	-250	+150	-400
30-50	0	-10	8	2	2	+20	-250	+150	-400
50-80	0	-12	9	3	3	+20	-300	+150	-500
80-120	0	-15	11	3	3	+25	-300	+200	-500
120-180	0	-18	14	4	4	+25	-400	+200	-600
180-250	0	-22	17	4	4	+30	-400	+250	-600
250-315	0	-25	19	5	5	+40	-400	-	-
315-400	0	-30	23	5	5	+40	-500	-	-
400-500	0	-35	26	6	6	+50	-500	-	-
500-630	0	-40	30	7	7	+60	-600	-	-
630-800	0	-50	40	8	8	+70	-750	-	-

注：对于双向轴承，公差值只适用于d<sub>2</sub><190mm的轴承

表2-45 座圈  $\mu\text{m}$

D/mm > - <	$\Delta D_{mp}$		$V_{Dp}$	$S_e$
	上偏差	下偏差	max	max
10-18	0	-7	5	
18-30	0	-8	6	
30-50	0	-9	7	
50-80	0	-11	8	
80-120	0	-13	10	
120-180	0	-15	11	
180-250	0	-20	15	
250-315	0	-25	19	
315-400	0	-28	21	
400-500	0	-33	25	
500-630	0	-38	29	
630-800	0	-45	34	
800-1000	0	-60	45	

与同一轴承轴圈的S<sub>i</sub>值相同

注：对于双向轴承，公差值只适用于D<360mm的轴承

2.3 滚动轴承的游隙

轴承的游隙是指在无载荷时，当一个套圈固定不动，另一个套圈相对于固定套圈由一个极端位置。径向移动量称为径向游隙，轴向移动量为轴向游隙，如图2-3所示。按移动量大小轴承游隙分为若干组，1、2、0（基本组）、3、4、5、等组，游隙值1组最小，5组最大，各类轴承游隙组数和数值不等。各类轴承的游隙组数及其游隙值如下：

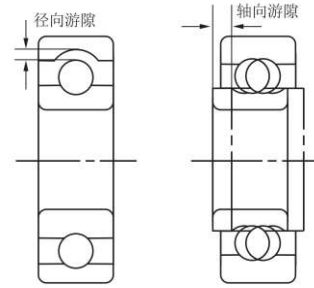


图2-3 游隙示意图

2.3.1 深沟球轴承径向游隙见表2-46

表2-46 深沟球轴承径向游隙

公称内径 d/mm		2组		0组		3组		4组		5组	
>	<	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
2.5	6	0	7	2	13	8	23	-	-	-	-
6	10	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230
200	225	2	35	25	85	75	140	125	195	175	265
225	250	2	40	30	95	85	160	145	225	205	300
250	280	2	45	35	105	90	170	155	245	225	340
280	315	2	55	40	115	100	190	175	270	245	370
315	355	3	60	45	125	110	210	195	300	275	410
355	400	3	70	55	145	130	240	225	340	315	460
400	450	3	80	60	170	150	270	250	380	350	510
450	500	3	90	70	190	170	300	280	420	390	570
500	560	10	100	80	210	190	330	310	470	440	630
560	630	10	110	90	230	210	360	340	520	490	690
630	710	20	130	110	260	240	400	380	570	540	760
710	800	20	140	120	290	270	450	430	630	600	840
800	900	20	160	140	320	300	500	480	700	670	940
900	1000	20	170	150	350	330	550	530	770	740	1040
1000	1120	20	180	160	380	360	600	580	850	820	1150
1120	1250	20	190	170	410	390	650	630	920	890	1260

2.3.2 调心球轴承径向游隙见表2-47和表2-48

表2-47 圆柱孔调心球轴承径向游隙

公称内径 d/mm		2组		0组		3组		4组		5组	
>	<	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
2.5	6	1	8	5	15	10	20	15	25	21	33
6	10	2	9	6	17	12	25	19	33	27	42
10	14	2	10	6	19	13	26	21	35	30	48
14	18	3	12	8	21	15	28	23	37	32	50
18	24	4	14	10	23	17	30	25	39	34	52
24	30	5	16	11	24	19	35	29	46	40	58
30	40	6	18	13	29	23	40	34	53	46	66
40	50	6	19	14	31	25	44	37	57	50	71
50	65	7	21	16	36	30	50	45	69	62	88
65	80	8	24	18	40	35	60	54	83	76	108
80	100	9	27	22	48	42	70	64	96	89	124
100	120	10	31	25	56	50	83	75	114	105	145
120	140	10	38	30	68	60	100	90	135	125	175
140	160	15	44	35	80	70	120	110	161	150	210

表2-48 圆锥孔调心球轴承径向游隙

公称内径 d/mm		2组		0组		3组		4组		5组	
>	≤	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
18	24	7	17	13	26	20	33	28	42	37	55
24	30	9	20	15	28	23	39	33	50	44	62
30	40	12	24	19	35	29	46	40	59	52	72
40	50	14	27	22	39	33	52	45	65	58	79
50	65	18	32	27	47	41	61	56	80	73	99
65	80	23	39	35	57	50	75	69	98	91	123
80	100	29	47	42	68	62	90	84	116	109	144
100	120	35	56	50	81	75	108	100	139	130	170
120	140	40	68	60	98	90	130	120	165	155	205
140	160	45	74	65	110	100	150	140	191	180	240

2.3.3 调心滚子轴承径向游隙见表2-49和表2-50

表2-49 圆柱孔调心滚子轴承径向游隙

μm

公称内径 d/mm		2组		0组		3组		4组		5组	
>	≤	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
14	18	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
18	24	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
24	30	15	25	25	40	40	55	55	75	75	95
30	40	15	30	30	45	45	60	60	80	80	100
40	50	20	35	35	55	55	75	75	100	100	125
50	65	20	40	40	65	65	90	90	120	120	150
65	80	30	50	50	80	80	110	110	145	145	180
80	100	35	60	60	100	100	135	135	180	180	225
100	120	40	75	75	120	120	160	160	210	210	260
120	140	50	95	95	145	145	190	190	240	240	300
140	160	60	110	110	170	170	220	220	280	280	350
160	180	65	120	120	180	180	240	240	310	310	390
180	200	70	130	130	200	200	260	260	340	340	430
200	225	80	140	140	220	220	290	290	380	380	470
225	250	90	150	150	240	240	320	320	420	420	520
250	280	100	170	170	260	260	350	350	460	460	570
280	315	110	190	190	280	280	370	370	500	500	630
315	355	120	200	200	310	310	410	410	550	550	690
355	400	130	220	220	340	340	450	450	600	600	750
400	450	140	240	240	370	370	500	500	660	660	820
450	500	140	260	260	410	410	550	550	720	720	900
500	560	150	280	280	440	440	600	600	780	780	1000
560	630	170	310	310	480	480	650	650	850	850	1100
630	710	190	350	350	530	530	700	700	920	920	1190
710	800	210	390	390	580	580	770	770	1010	1010	1300
800	900	230	430	430	650	650	860	860	1120	1120	1440
900	1000	260	480	480	710	710	930	930	1220	1220	1570

表2-50 圆锥孔调心滚子轴承径向游隙

μm

公称内径 d/mm		2组		0组		3组		4组		5组	
>	≤	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
18	24	15	25	25	35	35	45	45	60	60	75
24	30	20	30	30	40	40	55	55	75	75	95
30	40	25	35	35	50	50	65	65	85	85	105
40	50	30	45	45	60	60	80	80	100	100	130
50	65	40	55	55	75	75	95	95	120	120	160
65	80	50	70	70	95	95	120	120	150	150	200
80	100	55	80	80	110	110	140	140	180	180	230
100	120	65	100	100	135	135	170	170	220	220	280
120	140	80	120	120	160	160	200	200	260	260	330
140	160	90	130	130	180	180	230	230	300	300	380
160	180	100	140	140	200	200	260	260	340	340	430
180	200	110	160	160	220	220	290	290	370	370	470
200	225	120	180	180	250	250	320	320	410	410	520
225	250	140	200	200	270	270	350	350	450	450	570
250	280	150	220	220	300	300	390	390	490	490	620
280	315	170	240	240	330	330	430	430	540	540	680
315	355	190	270	270	360	360	470	470	590	590	740
355	400	210	300	300	400	400	520	520	650	650	820
400	450	230	330	330	440	440	570	570	720	720	910
450	500	260	370	370	490	490	630	630	790	790	1000
500	560	290	410	410	540	540	680	680	870	870	1100
560	630	320	460	460	600	600	760	760	980	980	1230
630	710	350	510	510	670	670	850	850	1090	1090	1360
710	800	390	570	570	750	750	960	960	1220	1220	1500
800	900	440	640	640	840	840	1070	1070	1370	1370	1690
900	1000	490	710	710	930	930	1190	1190	1520	1520	1860

2.3.4 圆柱滚子轴承径向游隙

圆柱孔圆柱滚子轴承径向游隙值见表2-51，圆柱孔双列圆柱滚子轴承游隙见表2-52，圆锥孔双列圆柱滚子轴承游隙见表2-53。

表2-51 圆柱孔圆柱滚子轴承径向游隙

公称内径 d/mm		2组		0组		3组		4组		5组	
>	<	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
-	10	0	25	20	45	35	60	50	75	-	-
10	24	0	25	20	45	35	60	50	75	65	90
24	30	0	25	20	45	35	60	50	75	70	95
30	40	5	30	25	50	45	70	60	85	80	105
40	50	5	35	30	60	50	80	70	100	95	125
50	65	10	40	40	70	60	90	80	110	110	140
65	80	10	45	40	75	65	100	90	125	130	165
80	100	15	50	50	85	75	110	105	140	155	190
100	120	15	55	50	90	85	125	125	165	180	220
120	140	15	60	60	105	100	145	145	190	200	245
140	160	20	70	70	120	115	165	165	215	225	275
160	180	25	75	75	125	120	170	170	220	250	300
180	200	35	90	90	145	140	195	195	250	275	330
200	225	45	105	105	165	160	220	220	280	305	365
225	250	45	110	110	175	170	235	235	300	330	395
250	280	55	125	125	195	190	260	260	330	370	440
280	315	55	130	130	205	200	275	275	350	410	485
315	355	65	145	145	225	225	305	305	385	455	535
355	400	100	190	190	280	280	370	370	460	510	600
400	450	110	210	210	310	310	410	410	510	565	665
450	500	110	220	220	330	330	440	440	550	625	735

表2-52 圆柱孔双列圆柱滚子轴承径向游隙

公称内径 d/mm		1组		2组		3组	
>	<	min	max	min	max	min	max
-	24	-	15	10	20	20	30
24	30	5	15	10	25	25	35
30	40	5	15	12	25	25	40
40	50	5	18	15	30	30	45
50	65	5	20	15	35	35	50
65	80	10	25	20	40	40	60
80	100	10	30	25	45	45	70
100	120	10	30	25	50	50	80
120	140	10	35	30	60	60	90
140	160	10	35	35	65	65	100
160	180	10	40	35	75	75	110
180	200	15	45	40	80	80	120
200	225	15	50	45	90	90	135
225	250	15	50	50	100	100	150
250	280	20	55	55	110	110	165
280	315	20	60	60	120	120	180
315	355	20	65	65	135	135	200
355	400	25	75	75	150	150	225
400	450	25	85	85	170	170	255
450	500	25	95	95	190	190	285

表2-53 圆锥孔双列圆柱滚子轴承径向游隙

公称内径 d/mm		1组		2组		公称内径 d/mm		1组		2组	
>	<	min	max	min	max	>	<	min	max	min	max
-	24	10	20	20	30	160	180	55	85	75	110
24	30	15	25	25	35	180	200	60	90	80	120
30	40	15	25	25	40	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	200	225	60	95	90	135
40	50	17	30	30	45	225	25	65	100	100	150
50	65	20	35	35	50	250	280	75	110	110	165
65	80	25	40	40	60	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	280	315	80	120	120	180
80	100	35	55	45	70	315	355	90	135	135	200
100	120	40	60	50	80	355	400	100	150	150	225
120	140	45	70	60	90	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	400	450	110	170	170	255
140	160	50	75	65	100	450	500	120	190	190	285

2.3.5 滚针轴承游隙

有内、外圈和保持架的滚针轴承（只有冲压外圈和重系列轴承除外），采用圆柱滚子轴承的径向游隙值。有内、外圈的重系列轴承和内圈作为一个分离零件交货的有保持架滚针轴承，其径向游隙，根据内圈滚道直径或滚针组件内切圆直径查用，圆柱滚子轴承径向游隙值。

2.3.6 角接触球轴承轴向游隙

单列角接触球轴承的游隙取决于接触要求，由制造来保证。双列角接触球轴承的轴向游隙，见表2-54。

表2-54 双列角接触球轴承的轴向游隙

公称内径 d/mm		2组		0组		3组	
>	<	min	max	min	max	min	max
-	10	1	11	5	21	12	28
10	18	1	12	6	23	13	31
18	24	2	14	7	25	16	34
24	30	2	15	8	27	18	37
30	40	2	16	9	29	21	40
40	50	2	18	11	33	23	44
50	65	3	22	13	36	26	48
65	80	3	24	15	40	30	54
80	100	3	26	18	46	35	63
100	110	4	30	22	53	42	73

2.3.7 圆锥滚子轴承的游隙

单列圆锥滚子轴承的游隙，可根据不同使用要求，安装时调整。双列和四列圆锥滚子轴承的径向游隙值见表2-55。

表2-55 双列和四列圆锥滚子轴承的径向游隙  $\mu\text{m}$

公称内径 d/mm		1组		2组		0组		3组		4组		5组	
>	≤	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
-	30	0	10	10	20	20	30	40	50	50	60	70	80
30	40	0	12	12	25	25	40	45	60	60	75	80	95
40	50	0	15	15	30	30	45	50	65	65	80	90	110
50	65	0	15	15	30	30	50	50	70	70	90	90	120
65	80	0	20	20	40	40	60	60	80	80	110	110	150
60	100	0	20	20	45	45	70	70	100	100	130	130	170
100	120	0	25	25	50	50	80	80	110	110	150	150	200
120	140	0	30	30	60	60	90	90	120	120	170	170	230
140	160	0	30	30	65	65	100	100	140	140	190	190	260
160	180	0	35	35	70	70	110	110	150	150	210	210	280
180	200	0	40	40	80	80	120	120	170	170	230	230	310
200	225	0	40	40	90	90	140	140	190	190	260	260	340
225	250	0	50	50	100	100	150	150	210	210	290	290	380
250	280	0	50	50	110	110	170	170	230	230	320	320	420
280	315	0	60	60	120	120	180	180	250	250	350	350	460
315	355	0	70	70	140	140	210	210	280	280	390	390	510
355	400	0	70	70	150	150	230	230	310	310	440	440	580
400	450	0	80	80	170	170	260	260	350	350	490	490	650
450	500	0	90	90	190	190	290	290	390	390	540	540	720
500	560	0	100	100	210	210	320	320	430	430	590	590	790
560	630	0	110	110	230	230	350	350	480	480	660	660	880
630	710	0	130	130	260	260	400	400	540	540	740	740	910
710	800	0	140	140	290	290	450	450	610	610	830	830	1100
800	900	0	160	160	330	330	500	500	670	670	920	920	1240
900	1000	0	180	180	360	360	540	540	720	720	980	980	1300
1000	1120	0	200	200	400	400	600	600	820				
1120	1250	0	220	220	450	450	670	670	900				
1250	1400	0	250	250	500	500	750	750	980				

2.3.8 外球面球轴承径向游隙见表2-56和表2-57

表2-56 圆柱孔外球面球轴承径向游隙  $\mu\text{m}$

公称内径 d/mm		2、3系列					
>	≤	2组		0组		3组	
		min	max	min	max	min	max
10	18	3	18	10	25	18	33
18	24	5	20	12	28	20	36
24	30	5	20	12	28	23	41
30	40	6	20	13	33	28	46
40	50	6	23	14	36	30	51
50	65	8	28	18	43	38	61
65	80	10	30	20	51	46	71
80	100	12	36	24	58	53	84
100	120	15	41	28	66	61	97
120	140	18	48	33	81	71	114

表2-57 圆锥孔外球面球轴承径向游隙  $\mu\text{m}$

公称内径 d/mm		2、3系列					
>	≤	2组		0组		3组	
		min	max	min	max	min	max
10	18	10	25	18	33	25	45
18	24	12	28	20	36	28	48
24	30	12	28	23	41	30	53
30	40	13	33	28	46	40	64
40	50	14	36	30	51	45	73
50	65	18	43	38	61	55	90
65	80	20	51	46	71	65	105
80	100	24	58	53	84	75	120
100	120	28	66	61	97	90	140
120	140	33	81	71	114	105	160

### 2.4 轴承的振动

轴承在旋转过程中，除轴承零件间的一些固有的、由功能所要求的运动以外的其他一切具有周期变化特性的运动称为轴承振动。

以下各类轴承振动限值，客户在选用轴承时，如对轴承的振动有特别的要求时，可直接与UBC公司联系。

#### 2.4.1 深沟球轴承振动限值见表2-58、表2-59、表2-60 和表2-61

表2-58 单个轴承振动(速度)限值

轴承公称内径 d/mm	μm/s														
	V			V1			V2			V3			V4		
	低频	中频	高频	低频	中频	高频	低频	中频	高频	低频	中频	高频	低频	中频	高频
3	80	44	44	60	35	32	48	26	22	31	16	15	28	10	10
4	80	44	44	60	35	32	48	26	22	31	16	15	28	10	10
5	110	72	60	74	48	40	58	36	30	35	21	18	32	11	11
6	110	72	60	74	48	40	58	36	30	35	21	180	32	11	11
7	130	96	80	92	66	54	72	48	40	44	28	24	38	12	12
8	130	96	80	92	66	54	72	48	40	44	28	24	38	12	12
9	130	96	80	92	66	54	72	48	40	44	28	24	38	12	12
10	160	120	100	120	80	70	90	60	50	55	35	30	45	14	15
12	160	120	100	120	80	70	90	60	50	55	35	30	45	14	15
15	210	150	120	150	100	85	110	78	60	65	46	35	52	18	18
17	210	150	120	150	100	85	110	78	60	65	46	35	52	25	25
20	260	190	150	160	125	100	130	100	75	80	60	45	60	25	25
22	260	190	150	180	125	100	130	100	75	80	60	45	60	30	32
25	260	190	150	180	125	100	130	100	75	80	60	45	60	30	32
28	260	190	150	180	125	100	130	100	75	90	60	45	60	35	40
30	300	240	190	200	150	130	150	120	100	90	75	60	70	35	40
32	300	240	190	200	150	130	150	120	100	90	75	60	70	35	40
35	300	240	190	200	150	130	150	120	100	90	75	60	70	42	45
40	360	300	260	240	180	160	180	150	130	110	90	80	82	50	50
45	360	300	260	240	180	160	180	150	130	110	90	80	82	60	60
50	420	320	320	280	200	200	210	160	160	125	100	100	95	70	70
55	420	360	360	280	220	200	210	180	180	125	110	110	95	70	70
60	480	360	440	320	220	240	240	180	200	145	110	130	100	80	80

表2-59 单个轴承振动(速度)限值

轴承公称内径 d/mm	μm/s														
	V			V1			V2			V3			V4		
	低频	中频	高频	低频	中频	高频	低频	中频	高频	低频	中频	高频	低频	中频	高频
65	300	260	420	180	160	240	130	100	150	105	80	105	50	50	75
70	360	310	460	200	180	280	150	120	200	110	90	135	58	58	88
75	360	310	460	200	180	280	150	120	200	110	90	135	58	58	88
80	420	360	540	240	210	320	180	120	240	130	110	160	65	65	100
85	420	360	540	240	210	320	180	150	240	130	110	160	65	65	100
90	480	420	600	290	250	370	210	180	270	145	125	180	75	75	115
95	480	420	600	290	250	370	210	180	270	145	125	180	75	75	115
100	560	490	670	340	300	420	250	215	310	170	145	200	88	88	135
105	560	490	670	340	300	420	250	215	310	170	145	200	88	88	135
110	640	570	750	400	350	480	290	260	350	190	175	225	100	100	160
120	640	570	750	400	350	480	290	260	350	190	175	225	100	100	160

表2-61 单个轴承振动加速度级(dB)不超过

轴承公称内径 d/mm	直径系列(0)				直径系列(2)				直径系列(3)			
	Z	Z1	Z2	Z3	Z	Z1	Z2	Z3	Z	Z1	Z2	Z3
	65	49	48	46	41	50	49	47	47	51	50	48
70	50	49	47	42	51	50	48	43	52	51	49	44
75	51	50	48	43	52	51	49	44	53	52	50	45
80	52	51	49	44	53	52	50	45	54	53	51	46
85	53	52	50	45	54	53	51	46	56	55	52	47
90	54	53	52	47	56	55	53	48	58	57	54	49
95	56	55	54	49	58	57	55	50	60	59	56	51
100	58	57	56	51	60	59	57	52	62	61	58	53
105	60	59	58	53	62	61	59	54	64	63	60	55
110	62	61	60	55	64	63	61	56	66	65	62	57
120	64	63	62	57	66	65	63	58	68	67	64	59

表2-60 振动加速度级限值 and 振动加速度级峰值限值  
单位为分贝

轴承公称内径 d/mm	直径系列 (0)						直径系列 (2)						直径系列 (3)								
	Z	Z1	Z2	Z3	Z4	ZP3	ZP4	Z	Z1	Z2	Z3	Z4	ZP3	ZP4	Z	Z1	Z2	Z3	Z4	ZP3	ZP4
3	35	34	32	28	24	44	40	36	35	32	30	26	46	42	37	36	33	31	27	47	43
4	35	34	32	28	24	44	40	36	35	32	30	26	46	42	37	36	33	31	27	47	43
5	37	36	34	30	26	46	42	38	37	34	32	28	48	44	39	37	35	33	29	49	45
6	37	36	34	30	26	46	42	38	37	34	32	28	48	44	39	37	35	33	29	49	45
7	39	38	35	31	27	47	43	40	38	36	34	29	50	45	41	39	37	35	30	51	46
8	39	38	35	31	27	47	43	40	38	36	34	29	50	45	41	39	37	35	30	51	46
9	41	40	36	32	28	48	44	42	40	37	35	30	51	46	43	41	39	37	32	53	48
10	43	42	38	33	28	49	44	44	42	39	35	30	51	46	46	44	40	37	32	53	48
12	44	43	39	34	29	50	45	45	43	39	35	30	51	46	47	45	40	37	32	53	48
15	45	44	40	35	30	51	46	46	44	41	36	31	52	47	48	46	42	38	33	54	49
17	46	44	40	35	30	51	46	47	45	41	36	31	52	47	49	47	42	38	33	54	49
20	47	45	41	36	31	52	47	48	46	42	38	33	54	49	50	48	43	39	34	55	50
22	47	45	41	36	31	52	47	48	46	42	38	33	54	49	50	48	43	39	34	55	50
25	48	46	42	38	34	54	50	49	47	43	40	36	56	52	51	49	44	41	37	57	53
28	49	47	43	39	35	55	51	50	48	44	41	37	57	53	52	50	45	42	38	58	54
30	49	47	43	39	35	55	51	50	48	44	41	37	57	53	52	50	45	42	38	58	54
32	50	48	44	40	36	56	52	51	49	45	42	38	58	54	53	51	46	43	39	59	55
35	51	49	45	41	37	57	53	52	50	46	43	39	59	55	54	52	47	44	40	60	56
40	53	51	46	42	38	58	54	54	52	47	44	40	60	56	56	54	49	45	41	61	57
45	55	53	48	45	42	61	58	56	54	49	46	43	62	59	58	56	51	47	44	63	60
50	57	54	50	47	44	63	60	58	55	51	48	45	64	61	60	57	53	49	46	65	62
55	59	56	52	49	46	65	62	60	57	53	50	47	66	63	62	59	54	51	48	67	64
60	61	58	54	51	48	67	64	62	59	54	51	48	67	64	64	61	56	53	50	69	66

2.4.2 圆锥滚子轴承振动限值见表2-62和表2-63

表2-62 单个轴承振动(速度)限值  
μm/s

轴承公称内径 d/mm	V			V1			V2			V3		
	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带
15	310	500	500	220	360	360	150	220	220	100	100	100
17	330	550	550	240	400	400	170	240	240	110	110	110
20	330	550	550	240	400	400	170	240	240	110	110	110
25	360	590	600	280	440	450	210	280	280	120	140	130
30	360	590	600	280	440	450	210	280	280	120	140	130
35	400	640	670	320	480	500	250	320	300	150	180	160
40	440	690	740	360	530	560	280	350	320	170	210	190
45	440	690	740	360	530	560	280	350	320	170	210	190
50	480	750	810	400	600	620	320	400	360	220	260	240
55	480	750	840	400	600	680	320	400	360	220	260	240
60	530	850	1000	450	680	760	370	460	420	300	330	300



表2-63 单个轴承振动(加速度)限值

dB

轴承公称内径 d/mm	30200、32200系列			30300、32300系列		
	Z	Z1	Z2	Z	Z1	Z2
15	-	-	-	56	54	50
17	56	54	50	58	56	52
20	57	55	51	61	58	53
25	58	56	52	64	61	56
30	59	56	52	67	64	59
35	61	58	53	68	65	60
40	63	60	55	69	66	61
45	65	62	57	69	66	61
50	67	64	59	71	68	63
55	69	66	61	74	71	66
60	71	68	63	77	74	69

2.4.4 圆柱滚子轴承振动限值见表2-64和表2-65

表2-64 单个轴承振动(速度)限值

μm/s

轴承公称内径 d/mm	V			V1			V2			V3		
	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带
15	340	420	420	260	310	310	200	190	190	140	100	100
17	370	460	460	290	350	350	230	220	220	160	110	110
20	370	460	460	290	350	350	230	220	220	160	110	110
25	420	530	530	330	400	400	260	260	260	180	130	130
30	420	530	530	330	400	400	260	260	260	180	130	130
35	490	610	610	380	470	470	300	300	300	210	150	150
40	490	610	610	380	470	470	300	300	300	210	150	150
45	570	690	690	430	540	540	340	340	340	240	170	170
50	570	690	690	430	540	540	340	340	340	240	170	170
55	650	780	780	500	610	610	380	380	380	280	190	190
60	650	780	780	500	610	610	380	380	380	280	190	190

表2-65 单个轴承振动(速度)限值

μm/s

轴承公称内径 d/mm	V			V1			V2			V3		
	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带	低频带	中频带	高频带
65	420	500	500	310	360	380	240	230	230	170	120	120
70	470	560	560	350	430	430	290	270	270	200	140	140
75	470	560	560	350	430	430	290	270	270	200	140	140
80	530	630	630	410	500	500	330	300	300	230	160	160
85	530	630	630	410	500	500	330	300	300	230	160	160
90	610	710	710	460	570	570	370	350	350	260	180	180
95	610	710	710	460	570	570	370	350	350	260	180	180
100	690	800	800	540	650	650	430	400	400	300	210	210
105	690	800	800	540	650	650	430	400	400	300	210	210
110	780	920	920	630	740	740	500	470	470	350	240	240
120	780	920	920	630	740	740	500	470	470	350	240	240

## 3 滚动轴承的选用

### 3.1 滚动轴承的选择流程表

随着工业的发展，轴承的用途越来越广泛，并仍在不断发展，已成为极其重要的机械元件之一，轴承的品种繁多，不同的使用要求对轴承的选择也不同，轴承选择的正确与否决定了轴承的工作能力的高低，如何在各式各样的轴承中选择最适合的轴承往往是很困难的。图3-1是一般轴承选择的参考例子。请客户在特殊情况下使用UBC轴承时与本公司联系。

图3-1 轴承选择流程表



### 3.2 滚动轴承的类型、公差等级和游隙的选择

#### 3.2.1 滚动轴承类型的选择

选择滚动轴承类型时，一方面要考虑各类型轴承的特性，另一方面还要考虑具体工作情况，如载荷、转速、调心性能、允许空间、精度、刚性、噪音与振动、轴向移动等，同时还要考虑经济性和采购便利性。具体选择时可参考以下几个主要因素综合考虑。

##### 3.2.1.1 轴承载荷

轴承载荷是选用轴承类型的最主要因素，通常应该根据载荷的大小、方向和性质选用轴承。

(1) 载荷大小与性质。通常，在基本尺寸相同的情况下，大多数球轴承适用于承受轻、中及较平稳载荷；滚子轴承适用于承受重载荷及较大的冲击载荷。

(2) 载荷方向。包括以下几种：

1) 径向载荷。各类向心轴承都能承受径向载荷。而滚柱轴承及内圈或外圈无挡边的圆柱滚子轴承（NU型和N型）只能承受纯径向载荷。

2) 轴向载荷。推力球轴承及四点接触球轴承最宜于承受轻或中等的纯轴向载荷；推力圆柱滚子轴承及推力滚针轴承一般用于承受较重的纯轴向载荷。单向推力轴承仅能承受单一方向的轴向载荷，双向推力轴承可承受不同方向的轴向载荷。承受交替方向的重轴向载荷，则必须采用成对配置的推力圆柱滚子轴承或推力调心滚子轴承。

3) 联合载荷。在轴承上同时作用有径向载荷和轴向载荷（称为联合载荷）时，一般选用角接触球轴承或圆锥滚子轴承。若径向载荷较大而轴向载荷较小，还可选用深沟球轴承和内外圈都有挡边的圆柱滚子轴承。单列角接触球轴承、圆锥滚子轴承、NJ型圆柱滚子轴承及推力调心滚子轴承仅能承受单一方向的轴向载荷。如有交替方向载荷时，这些轴承需与另一轴承组合才能工作。

若轴承载荷较大而径向载荷较小时，可采用推力角接触球轴承、四点接触球轴承、推力调心滚子轴承、交叉滚子轴承等。

4) 力矩载荷。当载荷作用偏离轴承中心时，将会产生倾覆力矩，这时可选用配对使用的角接触球轴承或配对的圆锥滚子轴承，也可选用交叉滚子轴承或双列深沟球轴承及双列角接触球轴承。

##### 3.2.1.2 转速

在一定载荷和润滑条件下，滚动轴承允许的最高转速称之为轴承极限转速。它与轴承的类型、尺寸、精度、游隙、保持架的材料与结构、润滑方式、润滑剂的性质与用量、载荷的大小与方向以及散热条件等多种因素有关。

各种轴承的极限转速见各类轴承规格的参数表，表中的数值是在脂润滑和油润滑条件下确定的。适用于当量动载荷 $P \leq 0.1C$ ；润滑冷却条件正常；向心轴承仅承受径向载荷；推力轴承仅承受轴向载荷；刚性轴承座和轴的条件下的0级公差轴承。

当实际的工作条件与上述不同时，例如，当轴承承受重载荷（ $P > 0.1C$ ）或联合载荷时，所允许的最高工作转速可按下列公式计算：

$$n_{max} \leq f_1 f_2 n_{lim}$$

式中 $n_{max}$ —轴承实际工作条件下的许用转速，r/min；

$f_1$ —载荷系数（图1）。为考虑当轴承在当量动载荷 $P > 0.1C$ 条件下工作时，因接触应力增大，发热量增多，润滑条件恶化，导致表列极限转速低的修正系数；

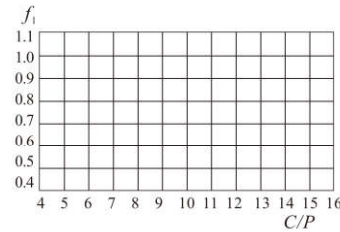


图3-2 载荷系数  $f_1$

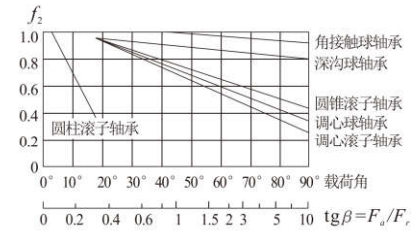


图3-3 载荷分布系数  $f_2$

$f_2$ —载荷分布系数（图2）。为考虑当轴承在联合载荷下，使受载滚动体数目增加，滚动体与滚道间的摩擦面增大，摩擦状况和润滑状况相对恶化，所导致的表列极限转速降低的修正系数；

$n_{lim}$ —轴承的极限转速（样本中给出的数值），r/min

如果轴承的实际工作转速超过允许的最高工作转速时，就需要采取某些改进措施，如改善润滑方式，设置有效的冷却系统，提高轴承精度，适当增大轴承游隙，改用特殊轴承材料和特殊结构的保持架等。

根据轴承转速选择轴承类型时，可参考以下几点：

- 球轴承比滚子轴承具有较高的极限转速和旋转精度，高速时应优先选用球轴承。
- 轴承的接触角越小，其套圈承受滚动体的惯性离心力的条件越好，故推力轴承的极限转速都低于向心轴承，且单列向心轴承优于双列调心轴承。当工作转速高时，若轴向载荷不十分大，可采用角接触球轴承承受纯轴向载荷。
- 高速时，宜选用内径相同、外径较小的轴承。当其承载能力不够时，可采用宽系列轴承或将两个轴承并装在一起使用。
- 实体保持架比冲压保持架允许更高一些的转速。

##### 3.2.1.3 调心性能

当由于制造和安装误差不能保证轴承座和轴中心线良好重合，以及轴和座孔变形较大时，应采用调心性能好的轴承，如调心球轴承或调心滚子轴承。带座外球面轴承适用于补偿因安装不良引起的初始对中性误差。应尽量避免在有轴线倾斜条件下使用滚针轴承和滚子轴承。

##### 3.2.1.4 轴承的刚性

一般工作条件下，可不必考虑轴承的刚性。但在某些机械中，如机床的主轴系统，轴承的刚性对主轴精度的影响不可忽视。通常，滚子轴承比球轴承具有高的刚度。各类轴承还可通过适当地“预紧”以提高其刚度。

##### 3.2.1.5 轴向移动

当需要轴承能沿轴向游动和位移时，可选用内圈或外圈无挡边的圆柱滚子轴承（UN型或N型）或滚针轴承，此时，内圈与轴或外圈与壳体间可采用过盈配合来安装。如果采用深沟球轴承、调心滚子轴承等非分离型轴承时，内圈或外圈与其配合件间必须采用间隙配合，以允许有足够的轴向窜动的自由。对于微小的轴向移动，各类轴承均可由本身的游隙来保证。

3.2.1.6 允许的空间

当轴承安装部位的径向尺寸受限制时，可选用径向截面高度较小的轴承。（如滚针轴承）某些直径系列较小的深沟球轴承、角接触球轴承、圆柱滚子轴承以及薄壁轴承。

当轴向尺寸受到限制时可选择宽度尺寸较小的轴承。如宽度系列为0系列或1系列的球轴承或滚子轴承。

3.2.1.7 安装与拆卸

在需要经常装拆或装拆困难的场合，可选用内、外圈可分离的轴承，如圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承等。轴承安装在长轴上，可选用带内锥孔的紧定套的轴承。

3.2.1.8 其他

在选择轴承类型时，还就根据需要，决定是否采用带止动槽、带密封圈、防尘盖的轴承，是否采用低噪声轴承等，并考虑轴承的价格和市场供应情况。

3.2.2 滚动轴承公差等级的选择

滚动轴承公差等级选择要与所用的机器精度相适应，不应单纯依靠提高轴承公差等级来提高机器的旋转精度，减少振动和噪声等，必须注意相配零件的制造精度、制造质量和装配质量等。

各类轴承都有0级公差轴承，应用最广，对于大多数机械，选用0级公差等级的轴承，可以满足使用要求。当旋转精度要求高时，则应选择较高的公差等级的轴承或特殊公差等级的轴承，如机床主轴、精密机械和仪表等所用轴承。对于高速旋转的轴，也应选用高公差等级的轴承。

3.2.3 滚动轴承游隙的选择

轴承游隙大小对承载能力、寿命、温升和噪声等有重要影响。径向游隙又分为原始游隙（制造出厂时）、安装游隙和工作游隙。原始游隙大于工作游隙。产品样本中列的是无负荷游隙值。

合理地选择轴承游隙，必须考虑因配合、内圈与外圈温度以及载荷等因素所引起的游隙变化，以使工作游隙接近于最佳状态。

过盈配合会使游隙值减少。一般情况下，考虑温差及配合的影响，应优先选用0组（基本组）；当温差较大或有外部热源造成游隙减少，或配合的过盈量较大时，以及改善调心性能，需要降低摩擦转矩，深沟球轴承承受较大轴向载荷时，宜采用较大游隙组（值）。当运转精度要求较高或需严格限制轴向位移时，宜选用较小游隙组（值）。

转速很低或在回转中产生振荡的轴承，则采用无游隙或预紧安装。

角接触球轴承、圆锥滚子轴承和内孔为锥孔的轴承的工作游隙在安装或使用中调整。

在正常工作状态下，如果轴承内、外圈的配合公差等级如表3-1所示，可采用0组游隙的轴承。

表3-1 基本游隙组的配合

轴承类型	轴	外壳
球轴承	jk···k5	J6
滚子轴承和滚针轴承	k5···m5	K6

4 滚动轴承的负荷、轴承的寿命及轴承的极限转速

4.1 滚动轴承的基本额定负荷

4.1.1 轴承的基本额定动负荷的温度修正

轴承在高温下使用时，材料组织会发生变化，硬度降低，从而基本额定动负荷将比常温下使用时减小。

材料组织一旦发生变化，即使温度恢复到常温也不会复原。

因此，在高温下使用时，必须对轴承尺寸表中的基本额定动负荷做温度修正，即乘以表4-1的温度系数。

表4-1 温度系数

轴承温度 °C	125	150	175	200	250
温度系数	1	1	0.95	0.90	0.75

对于长时间在120°C以上温度下使用的轴承，只做一般热处理时尺寸变化会很大，因此必须进行尺寸稳定处理。

尺寸稳定处理代号与使用温度范围如表4-2所示。

表4-2 尺寸稳定处理

尺寸稳定处理代号	使用温度范围
S0	超过100°C 到150°C
S1	150°C 200°C
S2	200°C 250°C

但经尺寸稳定处理的轴承硬度降低，有时基本额定动负荷会减小。

4.1.2 基本额定静负荷

轴承承受过大的静负荷或在极低转速下承受冲击负荷时，滚动体与滚道的接触面会产生局部永久变形。其变形量随负荷增大而增大，超过一定限度的话，将会影响正常旋转。

基本额定静负荷是指使承受最大负荷的滚动体与滚道的接触面中央产生以下计算接触应力的静负荷。

- 球轴承····· 4 200MPa (除调心球轴承之处)
- 滚子轴承····· 4 000MPa

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \dots\dots\dots (式4-1)$$

式中：f<sub>s</sub>：安全系数  
C<sub>0</sub>：基本额定静负荷，N  
P<sub>0</sub>：当量静负荷，N

轴承的允许当量静负荷取决于轴承的基本额定静负荷。但随着对轴承性能要求以及轴承的使用条件有所不同，由上述永久变形量（局部凹陷量）决定的轴承使用极限会发生变化。

因此，为了分析基本额定静负荷的安全度，根据经验制定了安全系数。计算方法(见式4-1)，不同工作环境安全系数见表4-3

表4-3 安全系数 f<sub>s</sub>

使用条件	f <sub>s</sub> (最小)		
	球轴承	滚子轴承	
一般旋转	一般使用条件	1	1.5
	有冲击负荷	1.5	3
不常旋转 (有时摆动)	一般使用条件	0.5	1
	冲击负荷或非均布负荷	1	2

[备注] 对于推力调心滚子轴承 取 f<sub>s</sub> ≥ 4

4.2 滚动轴承的当量负荷

4.2.1 当量动负荷

轴承大多承受径向负荷与轴向负荷的合成负荷,而且负荷条件多种多样,如大小发生变化等。因此,不可能将轴承的实际负荷直接与基本额定动负荷进行比较。于是,则采用将实际负荷换算成通过轴承中心且大小和方向一定的假想负荷来进行分析比较,在该假想负荷下,轴承具有与实际负荷和转速下相同的寿命。这样换算的假想负荷称做当量动负荷,用P表示。

4.2.2 当量静负荷

当量静负荷是指一种假想负荷,当轴承静止或转速极低时,该假想负荷下承受最大负荷的滚动体与滚道的接触面中央产生与实际负荷条件下相同的接触应力。向心轴承与推力轴承的当量静负荷分别采用通过轴承中心的径向负荷与通过轴承中心线的轴向负荷。  
[备注]用于求出等价负荷的公式,按轴承型式分别在各自尺寸表的前言中记载。

4.2.3 轴承负荷的计算

作用于轴承的负荷有轴承支承物的重力,齿轮或皮带等的传递动力以及机械运转时产生的负荷等。由于轴承负荷大多变化不定,而且变化的程度或大小难以确定,所以通过简单的计算确定轴承负荷几乎不可能。因此,轴承负荷的计算一般采用理论计算值乘以经验系数的方法。

(1) 负荷系数

作用于轴承的径向负荷或轴向负荷虽然可以按照一般的力学方法计算,但由于机械振动或冲击等原因,作用于轴承的实际负荷往往比计算值大,因此,计算时一般将理论计算值再乘以一个与机械振动或冲击有关的负荷系数,如式4-3所示,负荷系数如表4-4所示。

$$F = f_w \cdot F_c \dots\dots\dots(式4-2)$$

式中: F: 实际负荷, N  
F<sub>c</sub>: 理论负荷, N  
f<sub>w</sub>: 负荷系数

(2) 皮带或链传动时的负荷

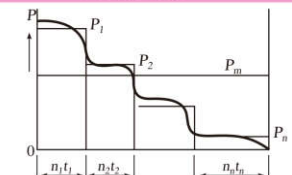
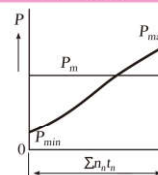
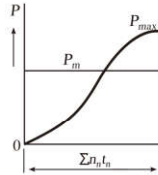
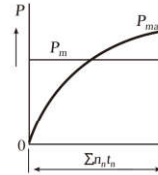
皮带传动时作用于皮带轮轴的理论负荷可通过计算皮带有效传动力求得。但在计算实际负荷时,还需要将理论负荷乘以上述负荷系数以及一个与皮带张力有关的皮带系数。

表4-4 负荷系数 f<sub>w</sub>

使用条件	用 列	f <sub>w</sub>
几乎无振动或冲击	电动机、机床、仪表	1.0-1.2
一般运转(有轻微冲击)	铁路车辆、汽车、造纸机械、鼓风机、压缩机、农业机械	1.2-2.0
有强烈振动或冲击	轧机、粉碎机、建筑机械、振动筛	2.0-3.0

4.2.4 负荷变化时的当量动负荷

轴承承受大小或方向变化的负荷时,需要计算使轴承具有与实际变化条件下相同寿命的平均当量动负荷。各种变化条件下的平均当量动负荷P<sub>m</sub>的计算方法如(1)~(4)所示。

(1) 阶梯变化	(2) 单调变化
	
$P_m = \sqrt{\frac{P_1^n n_1 t_1 + P_2^n n_2 t_2 + \dots + P_n^n n_n t_n}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}} \dots\dots (5.2)$	$P_m = \frac{P_{min} + 2P_{max}}{3} \dots\dots (5.3)$
(3) 正弦变化	(4) 正弦变化(正弦曲线的1/4周期)
	
$P_m = 0.68 P_{max} \dots\dots (5.4)$	$P_m = 0.75 P_{max} \dots\dots (5.5)$

在(1)~(4)中,

- P<sub>m</sub>: 平均当量动负荷 N
- P<sub>1</sub>: 转速n<sub>1</sub>下,作用时间为t<sub>1</sub>的当量动负荷 N
- P<sub>2</sub>: 转速n<sub>2</sub>下,作用时间为t<sub>2</sub>的当量动负荷 N
- ⋮
- P<sub>n</sub>: 转速为n<sub>n</sub>、作用时间为t<sub>n</sub>的当量动负荷 N
- P<sub>min</sub>: 最小当量动负荷 N
- P<sub>max</sub>: 最大当量动负荷 N
- Σ<sub>ni ti</sub>: t<sub>1</sub>+t<sub>2</sub>+⋯+t<sub>n</sub>时间内的总转数
- P: 指数
- 球轴承⋯⋯⋯P=3
- 滚子轴承⋯⋯⋯P=10/3

(参考) 平均转速n<sub>m</sub>可由下式计算

$$n_m = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

### 4.3 滚动轴承的寿命

滚动轴承在理想状态下旋转时，其“（疲劳）寿命一般是指内圈、外圈或滚动体因反复受到应力而其中任何一个出现第一次疲劳之前的轴承的总转数（或在某一转速时的总旋转时间）。

即使轴承的尺寸、结构、材料、加工方法完全相同并在同样条件下旋转时，轴承的（疲劳）寿命仍会出现较大的差异。这是因为材料疲劳本身具有离散性，应从统计的角度来考虑轴承的寿命。所以轴承的寿命，是可用一批相同的轴承各在同样条件下旋转时，其中90%的轴承不出现滚动疲劳损伤的总转数（或按一定转速的总旋转时间）来表示。

但在实际用于机械时，还会出现滚动疲劳失效以外的失效现象（如磨损、烧伤、蠕变、磨蚀、压痕、断裂等），因此无法继续使用。这些失效可以通过做好轴承的安装和润滑等来避免。

#### 4.3.1 轴承的寿命的计算

##### 基本额定动负荷

基本额定动负荷体现轴承耐滚动疲劳的能力（即负荷能力），是指某大小和方向一定的纯径向负荷（对于向心轴承）或中心轴向负荷（对于推力轴承），在内圈旋转外圈固定或内圈固定外圈旋转的条件下，该负荷下的基本额定寿命可达到100万转。

向心轴承与推力轴承的基本额定动负荷分别称做径向基本额定动负荷与轴向基本额定动负荷，用Cr与Ca表示，其数值载于轴承尺寸表。

##### 基本额定寿命

式（4-3）表示轴承的基本额定寿命与基本额定动负荷及当量动负荷之间的关系。轴承以固定转速旋转时，用时间表示寿命更为方便，如式（4-4所示）。

$$\text{(总转数)} L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad \text{式(4-3)} \quad \text{(时间)} L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad \text{式(4-4)}$$

式中：L<sub>10</sub>：基本额定寿命，10<sup>6</sup>转  
 L<sub>10h</sub>：基本额定寿命，h  
 P：当量动负荷，N  
 C：基本额定动负荷，N  
 n：转速，r/min  
 p：指数 球轴承——p=3 滚子轴承 p=10/3

#### 4.3.2 修正额定寿命

式（4.1）表示的是可靠性为90%的基本额定寿命（L<sub>10</sub>），但根据用途的不同，有时还需要可靠性高于90%的高可靠性寿命。

此外，采用特殊材料有时可以使轴承寿命延长，甚至使用条件（如润滑油等）的不同也会影响轴承寿命。

考虑了以上因素的基本额定寿命称做修正额定寿命，可由式（4-5）计算

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10} \quad \text{式(4-5)}$$

这里，L<sub>na</sub>：修正额定寿命，10<sup>6</sup>转  
 L<sub>10</sub> 基本额定寿命，10<sup>6</sup>转（可靠性为90%）  
 a<sub>1</sub>：可靠性系数…参数（1）项  
 a<sub>2</sub>：轴承特性系数…参数（2）项  
 a<sub>3</sub>：使用条件系数…参数（3）项

考虑了轴承特性和使用条件等因素后可靠性100-n%（即失效率n%）的寿命

[备注] 按可靠性高于90%的 L<sub>na</sub>选择轴承尺寸时，应特别注意轴与外壳的强度。

#### (1) 可靠性系数 a<sub>1</sub>

计算可靠性不低于90%（即失效率不高于10%）的修正额定寿命时，按表4-5选择可靠性系数a<sub>1</sub>。

表4-5 可靠性系数 a<sub>1</sub>

可靠性 %	L <sub>na</sub>	a <sub>1</sub>
90	L <sub>10a</sub>	1
95	L <sub>5a</sub>	0.62
96	L <sub>4a</sub>	0.53
97	L <sub>3a</sub>	0.44
98	L <sub>2a</sub>	0.33
99	L <sub>1a</sub>	0.21

#### (2) 轴承特性系数 a<sub>2</sub>

根据轴承材料（钢种、材质）、设计和制造工艺的不同，与寿命有关的轴承特性可能发生变化，这时用系数a<sub>2</sub>进行修正。

采用高质量的真空脱氧轴承钢作为标准轴承材料，试验结果表明其具有相当的寿命延长效果。轴承尺寸表中的基本额定动负荷都取自这种材料的轴承，这时可取a<sub>2</sub>=1。

此外，采用延长疲劳寿命专用的特殊材料时，可取a<sub>2</sub>>1。

#### (3) 使用条件系数 a<sub>3</sub>

轴承的使用条件（尤其是润滑）对寿命有直接影响时，用系数a<sub>3</sub>进行修正。润滑条件正常时，可取a<sub>3</sub>=1，润滑条件特别好时，可取a<sub>3</sub>>1。

但对以下条件，取a<sub>3</sub><1。

- 运转时润滑剂运动粘度降低时
  - 润滑剂中混入杂质时
  - 内圈与外圈的相对倾斜大时
  - 转速特别低时
  - 轴承在高温下使用硬度降低时，必须对基本额定动负荷进行温度修正（参照表4-1）。
- [球轴承……小于13mm<sup>2</sup>/s]  
 [滚子轴承…小于20mm<sup>2</sup>/s]
- [滚动体节圆直径与转速的乘积小于10000]

[备注]即使采用特殊材料a<sub>2</sub>>1时，如果润滑条件不合适，也达不到 a<sub>2</sub>×a<sub>3</sub>>1。因此，在这种a<sub>3</sub><1的场合，一般认为a<sub>2</sub><1。

由于难以使a<sub>2</sub>与a<sub>3</sub>相互独立，因此也有主张用一个系数a<sub>23</sub>的。

#### 4.4 滚动轴承的极限转速

轴承的转速主要受到轴承内部的摩擦发热引起的温升的限制，当转速超过某一界限后，轴承会因烧伤等而不能继续旋转。

轴承的极限转速是指不产生导致烧伤的摩擦发热并可连续旋转的转速的界限值。

因此，轴承的极限转速取决于轴承的类型、尺寸和精度以及润滑方式、润滑剂的质和量、保持架的材料和型式、载荷条件等各种因素。

各类轴承采用脂润滑及油润滑（油浴润滑）时的极限转速分别载于各轴承尺寸表，其数值表示标准设计的轴承一般载荷条件（ $C/P \geq 13$ ， $F_a/F_r \leq 0.25$ 左右）下旋转时转速的界限值。

另外，润滑剂根据其种类和牌号的不同，也可能优于其他性能，但不适用于高速旋转。

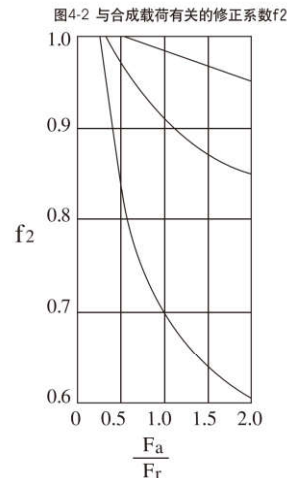
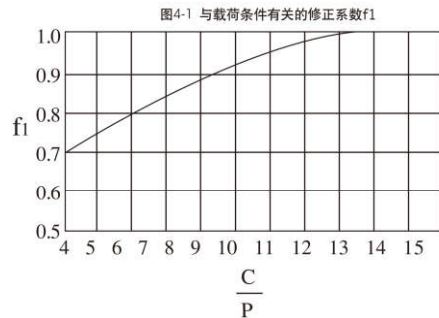
##### 4.4.1 极限转速的修正

载荷条件  $c/p < 13$ （即当量动载荷  $P$  超过基本额定动载荷  $C$  的 8% 左右），或承受的合成载荷中的轴向载荷超过径向载荷的 25% 时，要用式（4-6）对极限转速进行修正。

$$n_a = f_1 \cdot f_2 \cdot n \dots (4-6)$$

式中： $n_a$ ：修正后的极限转速，R/min  
 $f_1$ ：与载荷条件有关的修正系数（见图 4-1）  
 $f_2$ ：与合成载荷有关的修正系数（见图 4-2）  
 $n$ ：一般载荷条件下的极限转速，R/min  
 （参照轴承尺寸表）

$C$ ：基本额定动载荷，N {kgf}  
 $P$ ：当量动载荷，N {kgf}  
 $F_r$ ：径向载荷，N {kgf}  
 $F_a$ ：轴向载荷，N {kgf}



#### 4.4.2 带密封圈球轴承的极限转速

带接触式密封圈（RS型）球轴承的极限转速受到密封圈接触面线速度的限制，允许线速度取决于密封圈的橡胶材质。

#### 4.4.3 高速旋转注意事项

轴承在高速旋转、尤其是转速接近或超过尺寸表中的极限转速时，主要应注意如下事项：

- (1) 使用精密轴承
- (2) 分析轴承内部游隙（考虑温升产生的轴承内部游隙减少量）
- (3) 分析保持架的材料和型式（对于高速旋转，适合采用铜合金或酚醛树脂车制保持架。另外也有适用于高速旋转的合成树脂成型保持架）
- (4) 分析润滑方式（采用适用于高速旋转的循环润滑、喷射润滑、油雾润滑和油气润滑等润滑方式）

#### 4.4.4 轴承的摩擦系数（参考）

为便于与滑动轴承比较，滚动轴承的摩擦力矩可按轴承内径由下式计算：

$$M = \mu P \frac{d}{2}$$

式中： $M$ ：摩擦力矩，mN·M {kgf·mm}       $P$ ：轴承载荷，N {kgf}  
 $\mu$ ：摩擦系数，表(4-6)       $d$ ：轴承公称内径，mm

摩擦系数  $\mu$  受轴承型式、轴承载荷、转速、润滑方式等的影响较大，一般条件下稳定旋转时的摩擦系数参考值如表 7.1 所示。

对于滑动轴承，一般  $\mu = 0.01 \sim 0.02$ ，有时也达  $0.1 \sim 0.2$ 。

表 4-6 各类轴承的摩擦系数  $\mu$

轴承型式	摩擦系数 $\mu$
深沟球轴承	0.0010-0.0015
角接触球轴承	0.0012-0.0020
调心球轴承	0.0008-0.0012
圆柱滚子轴承	0.0025-0.0035
满装型滚针轴承	0.0020-0.0030
带保持架滚针轴承	0.0017-0.0025
调心滚子轴承	0.0020-0.0025
推力球轴承	0.0010-0.0015
推力调心滚子轴承	0.0020-0.0025

## 5 滚动轴承的应用

### 5.1 滚动轴承配置及常见支承结构形式

#### 5.1.1 轴承配置

机械传动轴、机床主轴、滚珠丝杠副，一般采用双支承结构，每个支承由1至数个轴承组成。轴承仅承受纯径向载荷，两支承可用深沟球轴承等径向轴承，为拆装方便的采用圆锥滚子轴承；承受径向轴向载荷联合作用时，两支承通常选用圆锥滚子轴承、角接触球轴承，这种轴承不能在一个支承上单个使用和多个轴承单方向（串联）使用，而只能成对使用。布置形式如表5-1所示。

表5-1 轴承配置基本方式

布置形式	简图	特点
背对背 (外圈宽边相对)		载荷作用中心在轴承中心线之外，支承跨距大，悬臂长度小，刚度大。受热伸长游隙增加、不易卡死
面对面 (外圈窄边相对)		载荷作用中心在轴承中心线之内，支承跨距小，结构简单、拆装方便，轴承拉伸容易造成卡死，一般应用于短支承，注意间隙调整
串联		载荷作用中心在轴承同一侧，这种布置适用于轴向载荷大，需多个轴承联合承担的情况，必须左右支承对称使用如面对面或背对背布置

#### 5.1.2 轴承支承结构基本方式

一般滚动轴承支承由两个支承限定径向位置，而轴向位置限定基本有三种形式，两端固定支承、固定游动支承和游动支承。

(1) 两端固定支承。两端固定支承是指轴两端轴承与轴及外壳孔的位置相对固定（见表5-3中序号1图）。在轴向力的作用下，一端轴承端面紧靠端盖，另一端轴承端面与端盖间留有间隙 $\Delta$ ，用以补偿热膨胀。若 $\Delta$ 过大，当轴向力作用时，轴的窜动与冲击太大；若 $\Delta$ 过小，则不能达到完全的补偿作用。对于钢轴， $\Delta$ 数值可用下式计算

$$\Delta = 12 \times 10^{-6} L \Delta t + 0.15, \text{ mm}$$

式中  $L$ —轴的长度，mm；

$\Delta t$ —轴的温升， $^{\circ}\text{C}$ 。

一般可取 $\Delta = 0.5 \sim 1 \text{ mm}$ ，装配时通过端盖处的垫片加以调整。

这种结构适用于受纯径向载荷或有较小的轴向载荷的场合。

受径向和轴向载荷联合作用的轴，多采用角接触球轴承和圆锥滚子轴承面对面或背对背配置

组成两端固定支承（见表5-3中序号4、5、6图）。它可以通过端盖调整轴承套圈的轴向位置达到要求的游隙或预紧量。这种结构特别适用于旋转精度要求高的机械。

(2) 固定游动支承。固定游动支承是指在轴的一端使轴承与轴及外壳孔的位置相对固定（称固定端），以实现轴的轴向定位，见表5-3中序号8图。而在轴的另一支承端，使轴承与轴或外壳孔间可以相对移动（称游动端），以补偿轴的热伸长及制造安装误差。

在这种支承中，轴的轴向定位精度取决于固定端轴承轴向游隙，因此，用一对角接触球轴承或圆锥滚子轴承或向心轴承与推力轴承组合等组成固定端要比用一套深沟球轴承的精度高。

固定游动支承对各种工作适应性强，因此在各种机床主轴、工作温度较高的轴以及跨距较大的长轴中得到了广泛应用。

(3) 两端游动支承。两端游动支承是指两轴承不需要精确限定轴的轴向位置，如人字齿轮传动中的小齿轮轴通常采用这种结构。

轴本身通过左右浮动处于人字齿轮的正确啮合位置，轴承两端应留有足够的间隙。

几乎所有不需要调整的轴承都可作游动支承，但角接触球轴承不宜作游动支承。

常见支承结构形式及特点见表5-2；典型轴承支承结构见表5-3。

表5-2 常见支承结构形式及特点

支承形式	简图	轴承配置	承受轴向载荷情况	轴热伸长补偿方式	其它特点
两端固定		一对深沟球轴承	能承受单向轴向载荷（应指不留间隙的一端）	外圈端面与端盖间的间隙	转速高、结构简单、调整方便
		一对外球面深沟球轴承	能承受双向轴向载荷	轴承游隙	
		一对角接触球轴承面对面排列			
		一对角接触球轴承背对背排列			
固定游动		一对外圈单挡边圆柱滚子轴承	能承受较小的双向轴向载荷	外圈端面与端盖间隙	结构简单、调整方便 用于转速较低的立轴
		一对圆锥滚子轴承面对面排列	能承受双向轴向载荷	轴热伸长后轴承游隙增大，靠预紧弹簧保持预紧量	
		一对圆锥滚子轴承背对背排列			
		二套深沟球轴承与推力球轴承组合			
		角接触球轴承串联构成背对背排列	深沟球轴承，推力球轴承与带锥孔双列圆柱滚子轴承组合	轴承游隙	
	深沟球轴承，推力球轴承与带锥孔双列圆柱滚子轴承组合	通过径向预紧可提高支承提高支承刚性			

注：简图中“|”为限定轴承座圈移动的限位符号



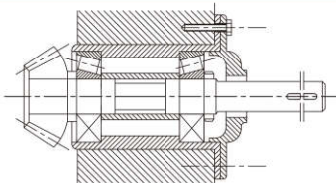
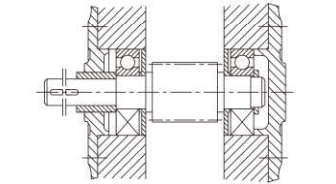
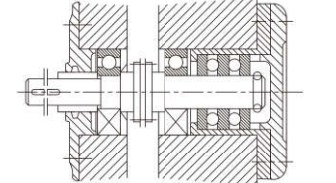
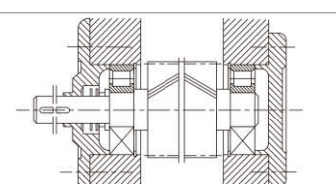
续表

支承形式	简图	轴承配置		承受轴向载荷情况	轴热伸长补偿方式	其它特点
		固定端	游动端			
固定·游动		左端深沟球轴承	深沟球轴承	能承受双向轴向载荷	右端向心球轴承外圈与轴承座孔为松配合	允许转速高, 结构简单调整方便
		左端深沟球轴承	外圈无挡边圆柱滚子轴承		滚子相对外圈滚道轴向移动	结构简单调整方便
		右端成对安装角接触球轴承(背对背)	同上		通过轴向预紧提高支承刚性	
		右端成对安装角接触球轴承(面对面)	同上			
		右端三点接触球轴承与外圈无挡边圆柱滚子轴承	同上		允许转速较高, 能承受较大的径向载荷, 结构紧凑	
		右端圆锥孔双列圆柱滚子轴承与双向推力球轴承	圆锥孔双列圆柱滚子轴承		可承受较大的径、轴向载荷、支承刚性好	
		右端成对安装圆锥滚子轴承(背对背)	外圈外挡挡边圆柱滚子轴承		可承受较大的径、轴向载荷, 结构简单、调整方便	
		右端成对安装圆锥滚子轴承(面对面)	同上			
		右端成对安装角接触球轴承(背对背)	成对安装角接触球轴承(串联)		左端轴承外圈与轴承座孔为动配合	允许高速较高
		右端双向推力角接触球轴承与圆锥孔双列圆柱滚子轴承	内圈无挡边圆柱滚子轴承		左端轴承滚子相对内圈滚动轴向移动	旋转精度较高能承受较大的径、轴向载荷, 刚性好
	一对调心滚子轴承		能承受较小的双向轴向载荷	右端轴承外圈与轴承座为动配合, 具有调心性能		
两端游动		一对外圈无挡边圆柱滚子轴承		不能承受轴向载荷	两端轴承的滚子相对外圈滚道移动	用于要求轴能轴向游动的场合
		一对无内圈滚针轴承			两端支承处滚针相对轴移动	

表5-3 滚动轴承支承的典型结构

序号	结构形式	特点与应用
1		深沟球轴承, 轴承靠端盖轴向固定。在右端轴承外圈与端盖间留有不大的间隙(0.5-1mm)以便游动; 毡封式密封, 润滑油润滑, 适用于轻载, 毡封处滑动速度 $v \leq 4.5\text{m/s}$ , 环境清洁
2		基本与前方案相同, 不同点: 嵌入式端盖: 靠右端轴承外圈与端盖间调整垫来保证轴承有必要的轴向间隙, 以便游动; 沟槽式密封
3		圆柱滚子轴承, 其内圈外侧无挡边, 轴承外圈(图中右端)与调整垫间留有间隙, 以便游动; 复合式密封。适用于: 较大的纯径向载荷, 工作环境较差, 轴承跨距小于600mm时
4		角接触球轴承、迷宫式密封; 靠端盖与箱壳间的调整垫片, 安装时保证轴承具有合适的轴向间隙, 以便游动; 可同时受径向力及较大的双向轴向力, 适用于轻载高速, 轴承跨距较小时(一般跨距小于300mm)
5		适用于小圆锥齿轮的支承, 与下一方案比较有下列优点: 1) 轴向力由受径向力小的轴承承受 2) 调整轴承的轴向间隙借调整端盖与套杯间的垫片即可 3) 结构简单, 如不需要轴向紧固的圆螺母等

续表

序号	结构形式	特点与应用
6		<p>与上比较有以下优点：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 允许轴热胀量大</li> <li>2) 结构刚性较大；如当轴承跨距L相等时，这两轴承反力作用点的距离<math>l_2 &gt; l_1</math>（见上图）</li> </ol>
7		<p>基本与前方案相同，不同点：右端轴承将轴双向轴向固定；可承受径向力及不大的双向轴向力。轴承的内侧加挡油板，防止轴承孔中润滑油被稀释而流失。可用于轴承跨距较大的支承</p>
8		<p>右端装双向的推力球轴承和深沟球轴承，左端装可游动的深沟球轴承；可承受很大的双向轴向力同时受径向力；可允许很大的游动量；靠端盖与箱壳间调整垫片来得到推力轴承中合适的轴向间隙</p>
9		<p>外圈无挡边的圆柱滚子轴承。在人字齿轮传动中，需要一根轴（往往高速轴）采用这种轴双向可游动的方案，以便能自动调节，使两边的齿受力均匀。采用甩油盘式密封</p>

## 5.2 滚动轴承的轴向紧固

滚动轴承轴向紧固包括轴向定位和轴向固定。

### 5.2.1 轴向定位

轴承内外圈一般靠轴或外壳孔的挡肩定位。为了保证轴承端面与挡肩接触，防止轴承倒角与过渡角相碰（见图5-1），轴和外壳孔的单向最大圆角半径符合表5-4的规定。

挡肩高度 $h$ 不仅应保证与轴承端面充分接触，而且要便于安装和拆卸轴承工具的使用。一般情况下，挡肩最小高度应符合表5-5的规定。

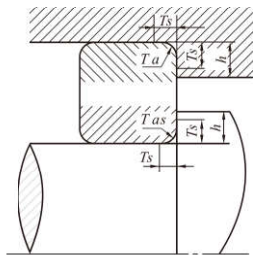


图5-1 轴承倒角半径 $r_s$ 与挡肩高度 $h$ 的关系

表5-4 轴和外壳孔单向最大圆角半径mm

轴承最小单向倒角 $r_s$	$r_{as}$	轴承最小单向倒角 $r_s$	$r_{as}$
0.05	0.05	2.0	2.0
0.08	0.08	2.1	2.1
0.10	0.10	3.0	2.5
0.15	0.15	4.0	3.1
0.20	0.20	5.0	4.0
0.30	0.30	6.0	5.0
0.60	0.60	7.5	6.0
1.00	1.00	9.5	8.0
1.10	1.10	12.0	10.0
1.50	1.50	15.0	12.0

表5-5 挡肩最小高度mm

轴承最小单向倒角 $r_s$	$h$ 最小		轴承最小单向倒角 $r_s$	$h$ 最小	
	一般情况	特殊情况 <sup>①</sup>		一般情况	特殊情况 <sup>①</sup>
0.05	0.2	-	2.0	5	4.5
0.08	0.3	-	2.0	6	5.5
0.10	0.4	-	3.0	7	6.5
0.15	0.6	-	4.0	9	8.0
0.20	0.8	-	5.0	11	10.0
0.30	1.2	1.0	6.0	14	12.0
0.60	2.5	2.0	7.5	18	-
1.00	3.0	2.5	9.5	22	-
1.10	3.3	3.5	12.0	27	-
1.50	4.5	4.0	15.0	32	-

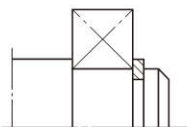
①特殊情况指推力载荷极小，或要求挡肩小的情况。

### 5.2.2 轴向固定

轴承的轴向固定包括内圈在轴上固定和外圈在壳孔内固定。尽管轴承内外圈都要求轴向固定，但并不一定要同时进行轴向固定。两端固定的支承结构中，每个轴承只承受单向轴向载荷时，只需从一个方向加以固定。固定-游动支承结构中，固定端承受双向轴向载荷，故需双向固定。游动端根据轴承类型和游动方式采用不同的固定的结构。

轴向固定装置种类很多，选用时应考虑轴向载荷大小、转速高低、轴承类型、在轴上安装位置和拆装条件等。载荷愈大、转速愈高，轴向固定应愈可靠。这时轴承内圈多用锁紧螺母、止动垫圈；外圈多采用端盖等。轴向载荷较小、转速不高、内外圈多采用弹性挡圈、止动环等。常见轴承内外圈紧固方式见表5-6和表5-7。

表5-6 常见轴承内圈紧固方式

简图	紧固方式	特点与应用
	用弹性挡圈紧固	结构简单、拆装方便、占用空间小，多用于向心轴承的紧固

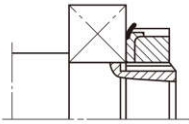
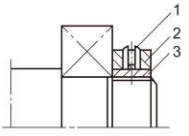
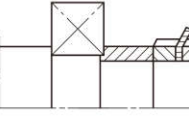
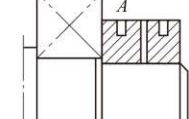
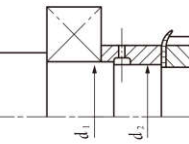
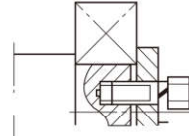
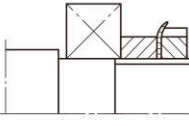
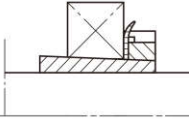
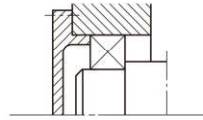
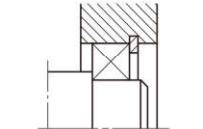
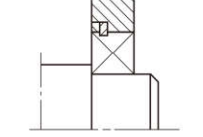
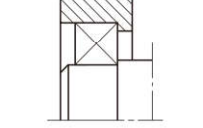
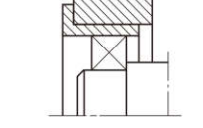
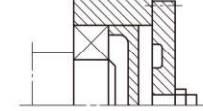
简图	紧固方式	特点与应用
	内圈用螺母与止动垫圈紧固	结构简单、装拆方便、紧固可靠
	用螺母2紧固内圈，锁定螺钉1防松，垫片3用软金属制造以增强防松效果并防止螺纹压坏	常用于机床主轴的端部支承或中间支承
	用两个螺母和一个套筒紧固内圈	双螺母防松可靠，套筒防止螺母将轴承压斜
	用双沟槽螺母紧固内圈、螺钉，防松	可保证螺母端面与轴中心线垂直，适用于机床立轴
	用阶梯套筒紧固内圈，套筒与轴颈 $d_1$ 及 $d_2$ 为过盈配合	可克服螺母端面与中心线不垂直引起的变化，适用于高速精密机床主轴。装配时先将套筒加热装在轴上，冷却后，在套筒和主轴间通入压力油，使套筒胀大，再用螺母调整套筒位置
	在轴承用压板和螺钉紧固，用弹簧垫片防松	不能调整轴承游隙，多用于轴颈较大 ( $d > 70\text{mm}$ ) 的场合，不在轴上车螺纹，允许转速较高
	带锥度的轴承内孔和锥度轴承颈配合，由垫圈螺母紧固	可调整轴承的径向游隙，适用于带锥孔的轴承
	用紧定套（或退卸套）螺母，止动垫圈紧固内圈	可调整轴承的轴向位置和径向游隙。装拆方便，多用于调心球轴承的内圈紧固。适用于不便加工轴肩的多支点轴的支承

表5-7 常见轴承外圈紧固方式

简图	紧固方式	特点
	外圈用端盖紧固	结构简单、紧固可靠、装拆方便
	外圈用弹性挡圈紧固	结构简单、装拆方便，占用空间小，多用于向心轴承
	外圈用止动环紧固	用于轴向尺寸受限制的部件，结构简单
	外圈由挡肩定位，支承靠螺母或端盖紧固	结构简单，工作可靠
	外圈由套筒上的挡肩定位，再用端盖紧固	结构简单，外壳孔可为通孔，利用垫片可调整轴系的轴向位置，装配工艺性好
	外圈用螺钉和顶盘紧固	便于调整轴承游隙，多用于角接触轴承和圆锥滚子轴承的紧固

### 5.3 滚动轴承的预紧

#### 5.3.1 轴承预紧的特点、原理及方式

滚动轴承预紧是指在安装时使滚动体与滚道保持一定的初始压力和弹性变形，以减少工作载荷下轴承实际变形量。适当的预紧可以提高轴承的支承刚度、旋转精度、寿命、阻尼和降低噪声。研究表明，预紧对精度、寿命、阻尼和噪声的影响是有正面和负面两种效应的。开始时预紧力对提高旋转精度、刚度、寿命阻尼和降低噪声的影响比较明显，但当预紧力达到一定时，再进一步加大预紧，效果就不明显了，并且随着预紧力加大，温升将越来越大，反而会大大降低轴承的使用寿命，因此，对轴承的预紧力应有一个最佳值。

对于各级精度机床主轴的轴承，其温升是有限制的，如表5-8所示为各精度等级机床主轴轴承在高速空载连续运转下的允许温度。环境温度为20℃。润滑良好。如果环境温度不是20℃，而是t℃，则由于润滑剂粘度的变化，其允许温度可按下式计算

$$T = T_{20} + K_T(t - 20)$$

式中， $K_T$ 为润滑修正系数，根据采用的润滑剂而定。采用L-HM-L-HV.HS 662号和32号液化油时 $K_T=0.6\sim 0.5$ ；采用3~6号主轴油时， $K_T=0.85\sim 0.8$ ；采用润滑脂时， $K_T=0.9$ 。

表5-8 机床主轴轴承的允许温度

机床精度等级	
普通级	小型机床 45-50 大型机床 50-55
精密级	35-40
高精度级	28-30

轴承预紧是靠轴承内外圈（推力轴承为轴圈座圈）的相对移动，消除间隙并产生过盈。轴承预紧按预紧力的方向分径向预紧和轴向预紧，轴向预紧又分为定位预紧和定压预紧。实际应用中，球轴承多采用轴向预紧，圆柱滚子轴承多采用径向预紧。

#### 5.3.2 径向预紧

轴承径向预紧是利用轴承与轴颈的过盈配合，使轴承内圈膨胀（或外圈收缩）以消除径向游隙或产生一定预变形的的方法。

这种预紧方式，利用轴承内孔为锥孔，根据轴承内圈在轴颈圆锥表面上的不同位置得到不同的膨胀量。预紧结构见本章支承结构设计实例。

#### 5.3.3 轴向预紧

(1) 定位预紧，定位预紧是指轴承的轴向位置在使用过程中保持不变的一种预紧方式，如图5-2所示，可以通过两个轴承之间隔套的宽度差获得一定的预紧量，或通过磨薄套圈利用内外套圈的宽度获得一定的预紧量。

(2) 定压预紧。定压预紧是指轴向预紧力在轴承使用中保持不变的一种预紧方式。如图5-3所示，可以通过调整弹簧的压缩量获得一定的预紧量。

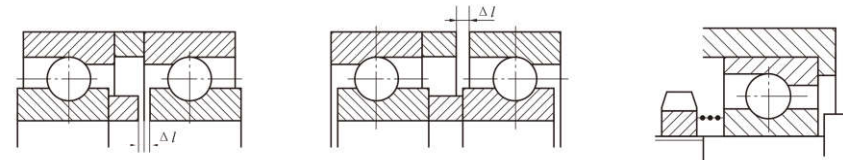


图5-2 定位预紧

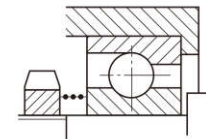


图5-3 定压预紧

(3) 定位、定压预紧的选用。在相同预紧变形量时，定压预紧对支承系统轴向刚度的增加不明显，预紧变形量不受温度变化的影响。而定位预紧时，轴和轴承座温度差引起的轴向伸长，轴承内外圈温度引起的径向膨胀量等均会影响到预紧变形量。因此，必须根据具体技术要求选择预紧方式，一般要求高刚度时选用定位预紧；在高速运转时，选用定压预紧。

#### 5.3.4 预紧载荷(量)的确定

预紧量主要在安装时予以调节与控制。这是轴承安装工艺中一项十分细致的工作。

适宜的预紧载荷系根据轴承载荷大小和使用要求，一般应通过计算并结合实践实验、实际运转考验加以确定的。一般分下列几种情况：

- (1) 在高速轻载荷条件下或是为了减少支承系统的振动和噪声，提高旋转精度，采用较轻的预紧。
- (2) 在中速中载或低速重载条件下，为了提高支承刚度，选用中预紧和重预紧。
- (3) 成对安装的相同型号的角接触球轴承（图5-4），外加轴向载荷 $F_a$ 应小于 $2.83F_{a0}$ （ $F_{a0}$ 为预载荷）。否则，使其中一个轴承承受全部轴向载荷，这种情况应避免。
- (4) 成对安装相同型号的圆锥滚子轴承，外加轴向载荷 $F_a$ 应小于 $2F_{a0}$ （ $F_{a0}$ 为预载荷）。否则，也会使轴向载荷完全由一个轴承承受。

(5) 面对面、背对背成对安装角接触球轴承的预紧，为设计使用方便起见，本公司规定3种预载荷（轻预紧、中预紧及重预紧）作用下的轴向变形量，在成对配置的两个轴承内圈或外圈端面上，磨去一定的预紧变形量，使单个轴承一套圈端面凸出另一套圈，凸出量为 $\delta$ ，当成对轴承安装到轴和轴承座时，用紧固装置压紧相应端面，两轴承即处于预紧状态，如图5-4所示。这种轴承预载荷和凸出量见表5-9及表5-10。

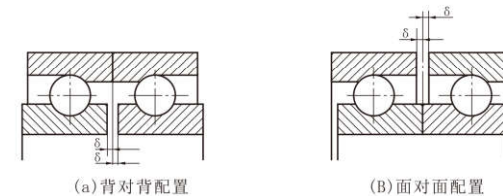


图5-4 成对角接触球轴承的预紧安装

(6) 最小轴向预紧载荷。角接触球轴承、圆锥滚子轴承、推力球轴承和推力滚子轴承，在运转中滚动体受离心力的作用，滚动体与滚道之间产生相对滑动，为保证轴承正常工作，必需施加一定的轴向载荷，其最小轴向载荷 $F_{amin}$ 见表5-11。

表5-9 成对安装角接触球轴承的预载荷

预载荷数值 d/mm	7000C			7200C			7000AC			7200AC			7200B			7300B		
	轻	中	重	轻	中	重	轻	中	重	轻	中	重	轻	中	重	轻	中	重
10																		
12	25	50	100	200	40	80	160	75	150	300								
15	30	60	120	240	45	90	180	105	210	420								
17	35	70	140	280	55	110	220	140	280	560								
20	50	100	200	400	80	160	320	175	350	700	175	350	700					
25	60	120	240	480	90	180	360	200	400	800	195	390	780	320	640	1280		
30	80	160	320	640	120	240	480	270	540	1080	250	500	1000	400	800	1600		
35	150	300	600	1200	210	420	840	380	760	1520	335	670	1340	470	940	1880		
40	155	310	620	1240	220	440	880	435	870	1740	400	800	1600	580	1160	2320		
45	190	380	760	1520	240	480	960	560	1120	2240	445	890	1780	735	1470	2940		
50	200	400	800	1600	290	580	1160	600	1200	2400	480	960	1920	840	1680	3360		
55	270	540	1080	2160	405	810	1620	860	1720	3440	570	1140	2280	970	1940	3880		
60	280	560	1120	2240	430	860	1720	900	1800	3600	600	1200	2400	1010	2020	4040		
65	280	560	1120	2240	440	880	1760	950	1900	3800	630	1260	2520	1050	2100	4200		
70	350	700	1400	2800	530	1060	2120	850	1700	3400	865	1730	3460	1410	2820	5640		
75	360	720	1440	2880	540	1080	2160	860	1720	3440	880	1760	3520	1440	2880	5760		
80	450	900	1800	3600	655	1310	2620	1045	2090	4180	990	1980	3960	1660	3320	6640		
85	460	920	1840	3680	660	1320	2640	1050	2100	4200	1000	2000	4000	1680	3360	6720		
90	550	1100	2200	4400	850	1700	3400	1440	2880	5760	1310	2620	5240	1950	3900	7800		
95	570	1140	2280	4560	875	1750	3500	1480	2960	5920	1340	2680	5360	1980	3960	7920		
100	580	1160	2320	4640	880	1760	3520	1490	2980	5960	1350	2700	5400	1990	3980	7960		
105	650	1300	2600	5200	945	1890	3780	1620	3240	6480	1485	2970	5940	2120	4240	8480		
110	780	1560	3120	6240	1100	2200	4400	1830	3660	7320	1600	3200	6400	2340	4680	9360		
120	790	1580	3160	6320	1120	2240	4480	1860	3720	7440	1620	3240	6480	2360	4720	9440		
130	940	1880	3760	7520	1310	2620	5240	2160	4320	8640	1895	3790	7580	2660	5320	10640		

注：内径d>100mm表中未列轴承的预载荷：  
7000C系列：轻、中、重预载荷分别取其额定动载荷的0.009、0.018、0.036。  
7200C系列：轻、中、重预载荷分别取其额定动载荷的0.010、0.020、0.040。  
7000AC系列：轻、中、重预载荷分别取其额定动载荷的0.015、0.030、0.060。  
7200AC、7200B、7300B系列：轻、中、重预载荷分别取其额定动载荷的0.016、0.032、0.064。

表5-10 预载荷所对应的凸出量

预载荷数值 d/mm		轴系列																	
		7000C				7200C				7000AC 7200B				7200AC 7300B					
>	< 到	轻、中		重		轻、中		重		轻、中		重		轻		中		重	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
-	18	-0.5	+0.5	-1	+1	-0.5	+0.5	-1	+1	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5
18	30	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-0.5	+0.5	-1	+1	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-1	+1
30	50	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1.5	+1.5	-0.5	+0.5	-1	+1	-0.5	+0.5	-1	+1	-1	+1
50	80	-1	+1	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5	-2	+2	-1	+1	-1.5	+1.5	-1	+1	-1	+1	-1	+1
30	120	-2	+2	-2	+2	-2	+2	-2.5	+2.5	-1	+1	-1.5	+1.5	-1	+1	-2	+2	-2	+2
120	150	-2	+2	-2	+2	-2.5	+2.5	-3	+3	-1	+1	-2	+2	-1	+1	-2	+2	-3	+3

注：对于内径d>150mm的各系列成对轴承的两个轴承的凸出量的偏差 $\Delta\delta_1 + \Delta\delta_2$ ，允许比d=120-150mm栏内所列对应的数值加大1 $\mu\text{m}$

表5-11 成对安装角接触球轴承的预载荷

轴承类型	载荷条件下Famin		说明
	纯轴向	径向、轴向联合	
角接触球轴承	$\geq 0.35F_a$	$\geq 1.7F_{rI} + \tan\alpha I - \frac{F_a}{2}$ $\geq 1.7F_{rII} \tan\alpha II - \frac{F_a}{2}$ 取其中大的	$F_{rI}$ —轴承I所受径向载荷, KN $F_{rII}$ —轴承II所受径向载荷, KN $\alpha I$ 、 $\alpha II$ —分别为轴承I、II接触角
圆锥滚子轴承	$\geq 0.5F_a$	$\geq 1.9F_{rI} \tan\alpha I - \frac{F_a}{2}$ $\geq 1.9F_{rII} \tan\alpha II - \frac{F_a}{2}$ 取其中大的	$F_a$ —轴承所受轴向载荷, KN $F_{rI}$ —轴承所受径向载荷, KN
推力球轴承	$= A \left( \frac{n}{1000} \right)^2$		$C_{oa}$ —轴承基本额定静载荷, KN (列于轴承尺寸性能表, 第2章)
推力圆柱、圆锥滚子轴承	$\frac{C_{oa}}{1000} \leq F_{amin} < A \left( \frac{n}{1000} \right)^2$		A—最小载荷常数 (列于轴承尺寸性能表见第2章)
推力调心滚子轴承		$\frac{C_{oa}}{1000} \leq F_{amin} > 1.8F_r + A \left( \frac{n}{1000} \right)^2$	n—轴承转速, r/min
推力滚针轴承		$\frac{C_{oa}}{2000} \leq F_{amin} > 1.8F_r + A \left( \frac{n}{1000} \right)^2$	

## 5.3.5 预紧载荷的控制方法和预紧结构设计

轴承在实际应用中，要准确地计算和测定预载荷和预紧量，达到最佳游隙值是比较困难的。对于角接触球轴承、圆锥滚子轴承、锥孔双列圆柱滚子轴承等安装的最后阶段，就是要较精确地调整游隙，即控制预紧量（载荷）。尤其对机床主轴等对旋转精度、噪声、温升等有严格要求的轴承，不仅在初次安装时要控制预紧量（载荷）调整游隙，而且在使用中也需要调整。预紧量控制方法较多，结构各异，下面介绍几种控制预紧量（载荷）调整游隙的方法和预紧结构设计应注意的几个问题。

(1) 控制预紧载荷的几种方法。

① 测量轴承的起动摩擦力矩。预先测量轴承的起动摩擦力矩与轴向载荷的关系，以控制起动摩擦力矩来调整预紧量，常用于成对安装的圆锥滚子轴承的轴向预紧。

② 测量轴承的轴向位移量。对于锥孔轴承预先测量轴承的轴向载荷与轴向位移量的关系，以控制轴向位移量来调整预紧量。

③ 测量预紧弹簧的变形量。预先测量弹簧的载荷与变形的关系，以控制变形量来调整定压预紧的载荷。

④ 测量螺母紧固转矩。在用螺母预紧轴承时，以控制螺母的紧固转矩来调整预紧量。

⑤ 采用轴承端盖加垫（表5-3序号4图）。将一端轴承端拧紧，另一端轴承先不放入垫片，拧紧螺钉，当感到轴不能自由转动时，说明轴承内已无游隙，用厚薄规等量出端盖与轴承座端面间隙，将这个数值加上所需的游隙值是垫片的厚度。

⑥ 采用中间隔套（表5-3序号6图）。内圈隔套长度可由轴承外圈隔套长度及轴承尺寸计算出，也可进行实测确定。

(2) 预紧载荷的检测与控制。我国目前轴承工作预紧载荷的检测是比较困难的，除少数用专用仪器检测外，多数用千分表测轴的轴向、径向位移或测量起动摩擦力矩来检测。国外某些轴承公司为使预紧载荷始终处于最佳值，采用专用仪器和某些结构对预紧载荷进行检测和调整，实现预紧载荷可控。

(3) 预紧结构设计应注意的几个问题。

① 采用压缩弹簧定压预紧，根据计算确定弹簧尺寸和参数，要采用便于调整预紧载荷的结构。

② 定位预紧虽然安装时可以达到预紧的要求，但轴承工作时由于磨损等原因初始预紧载荷可能有变化，影响精度，因此，预紧结构设计要便于调整。

③ 为使结构简单且便于调整预紧载荷，可在两个内圈或外圈之间安放一个隔套，用螺母调整预紧载荷。

④ 采用螺母调整预紧时，调整螺母结构形式的选择及其加工精度对预紧量的控制及调整精度影响很大。

## 5.4 滚动轴承的配合

### 5.4.1 配合的目的

配合的目的在于使轴承内圈或外圈牢固地与轴或外壳固定，以免在相互配合面上出现不利的轴向滑动。

这种不利的轴向滑动（变）会引起异常发热、配合面磨损（进而使磨损铁粉侵入轴承内部）以及振动等各种问题，使轴承不能充分发挥作用。

因此对于轴承来说，由于承受载荷旋转，一般应过盈配合使之牢固地与轴或外壳固定。

### 5.4.2 轴及外壳的尺寸公差与配合

公制系列的轴及外壳孔的尺寸公差已由 GB/T275-93 《滚动轴承与轴和外壳的配合》标准化，从中选定尺寸公差即可确定轴承与轴或外壳的配合。

轴及外壳孔的尺寸公差与 0 级精度轴承的配合关系如图 5-5 所示。

### 5.4.3 配合的选择

一般按下述原则进行。

根据作用于轴承的载荷方向、性质及内外圈的哪一方旋转，则各套圈所承受的载荷可分为旋转载荷、静止载荷或不定向载荷。承受旋转载荷及不定向载荷的套圈应取过盈配合，承受静止载荷的套圈，可取过渡配合或间隙配合。

轴承载荷大或承受振动、冲击载荷时，其过盈量须增大。采用空心轴、薄壁轴承箱或轻合金、塑料轴承箱时，也须增大过盈量。

要求保持高旋转精度时，须采用高精度轴承，并提高轴及轴承箱的尺寸精度，避免过盈量过大。如果过盈量太大，可能使轴或轴承箱的几何形状精度影响轴承套圈的几何形状，从而损害轴承的旋转精度。

非分离型轴承内外圈都采用过盈配合，则轴承安装、拆卸极为不便，最好将两个圈的某一方采用间隙配合。

#### 5.4.3.1 载荷性质的影响

轴承载荷根据其性质可分为内圈旋转载荷、外圈旋转载荷及不定向载荷，其与配合的关系如表 5-12 所示。

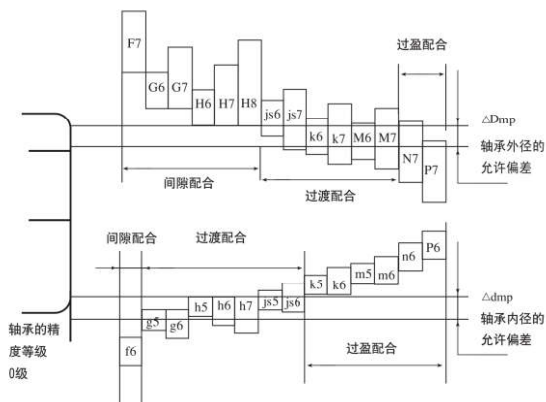






图 5-5 轴及外壳孔的尺寸公差与配合的关系 (0级精度的轴承)



表5-12 载荷的性质与配合的关系

轴承旋转条件	图 例	载荷性质	配合方式
内圈: 旋转 外圈: 静止 载荷方向: 固定		内圈旋转载荷 外圈静止载荷	内圈: 采用过盈配合 外圈: 可用间隙配合
内圈: 静止 外圈: 旋转 载荷方向 与外圈同时旋转		不平衡载荷	
内圈: 静止 外圈: 旋转 载荷方向: 固定		内圈静止载荷 外圈旋转载荷	内圈: 可用间隙配合 外圈: 采用过盈配合
内圈: 旋转 外圈: 静止 载荷方向 与内圈同时旋转		不平衡载荷	

5.4.3.2 载荷大小的影响

内圈在径向载荷作用下，半径方向即被压缩又有所伸展，周长趋于微小增加，因此初始过盈将减少。

过盈减少量可由下式计算：

$$\begin{aligned}
 & [F_r \leq 0.2 5C_0 \text{时}] & [F_r > 0.2 5C_0 \text{时}] \\
 \Delta d_F &= 0.0 8 \sqrt{\frac{d}{B}} \cdot F_r \times 10^{-3} \dots\dots (5-1) & \Delta d_F = 0.0 2 \frac{F_r}{B} \times 10^{-3} \dots\dots (5-2)
 \end{aligned}$$

式中：

- $\Delta d_F$ : 内圈的过盈减少量, mm
- d: 轴承公称内径, mm
- B: 内圈公称宽度, mm
- $F_r$ : 径向载荷, N {kgf}
- $C_0$ : 基本额定静载荷, N {kgf}

因此，当径向载荷为重载荷（超过  $C_0$  值的 25%）时，配合必须比轻载荷时紧。

若是冲击载荷，配合必须更紧。

5.4.3.3 配合面粗糙度的影响

若考虑配合面的塑性变形，则配合后的有效过盈受配合面加工质量的影响，近似地可用下式表示：

$$\begin{aligned}
 & \text{[磨削轴]} \quad \Delta d_{\text{eff}} = \frac{d}{d+2} \Delta d \dots\dots\dots (5-3) & \text{[车削轴]} \quad \Delta d_{\text{eff}} = \frac{d}{d+3} \Delta d \dots\dots\dots (5-4)
 \end{aligned}$$

式中： $\Delta d_{\text{eff}}$ : 有效过盈量, mm  
 $\Delta d$ : 名义过盈量，即测量过盈量, mm  
 d: 轴承公称内径, mm

5.4.3.4 温度的影响

一般来说，运转时的轴承温度高于周边温度，而且轴承带载荷旋转时，内圈温度高于轴温，因此热膨胀将使有效过盈减少。现设轴承内部与外壳周边的温差为  $\Delta t$ ，则不妨可假定内圈与轴在配合面的温差近似地为  $(0.10-0.15) \Delta t$ 。

因此温差产生的过盈减少量  $\Delta d_t$  可由下式计算：

$$\Delta d_t = (0.10-0.15) \Delta t \cdot a \cdot d \quad \Delta d_t = 0.0015 \Delta t \cdot d \times 10^{-3} \dots\dots (5-5)$$

式中： $\Delta d_t$ : 温差产生的过盈减少量, mm      a: 轴承钢的线膨胀系数,  $(12.5 \times 10^{-6}) / ^\circ\text{C}$   
 $\Delta t$ : 轴承内部与外壳周边的温差,  $^\circ\text{C}$       d: 轴承公称内径, mm

因此，当轴承温度高于轴温时，配合必须紧。

另外，在外圈与外壳之间，由于温差或线膨胀系数的不同，反过来有时过盈也会增加。因此在考虑和用外圈与外壳配合面之间的滑动避让轴的热膨胀时，需要加以注意。

5.4.3.5 配合产生的轴承内部最大应力

轴承采用过盈配合安装时，套圈会膨胀或收缩从而产生应力。应力过大时，有时套圈会破裂，需要加以注意。

配合产生的轴承内部最大应力可由表 5-13 中的公式计算。作为参考值，取最大过盈不超过轴径的 1/1000 或由表 5-13 的计算式得到的最大应力  $\sigma$  不大于 120MPa {12Kgf/mm<sup>2</sup>} 为安全。

5.4.3.6 其它

精确性要求特别高时，应提高轴与外壳的精度，与轴相比，一般外壳难加工、精度低，因此放松外圈与外壳的配合为宜。

采用空心轴及薄壁外壳时，配合必须比普通紧。

采用双半型外壳时，应放松与外圈的配合。对于铸铝或轻合金外壳，配合必须比普通紧一些。

表 5-13 配合产生的轴承内部最大应力

轴与内圈		外壳孔与外圈	
(空心轴)	$\sigma = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d_{\text{eff}}}{d} \cdot \frac{\left[1 - \frac{d_o^2}{d^2}\right] \left[1 + \frac{d^2}{d_i^2}\right]}{\left[1 - \frac{d_o^2}{d_i^2}\right]}$	( $D_h \neq \infty$ )	$\sigma = E \cdot \frac{\Delta D_{\text{eff}}}{D} \cdot \frac{\left[1 - \frac{D^2}{D_h^2}\right]}{\left[1 - \frac{D_e^2}{D_h^2}\right]}$
(实心轴)	$\sigma = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d_{\text{eff}}}{d} \cdot \left[1 + \frac{d^2}{d_i^2}\right]$	( $D_h = \infty$ )	$\sigma = E \cdot \frac{\Delta D_{\text{eff}}}{D}$

式中：  
 $\sigma$ : 最大应力, MPa {kgf/mm<sup>2</sup>}  
 $d$ : 轴承公称内径, mm  
 $d_i$ : 内圈滚道直径, mm  
 球轴承 ...  $d_i = 0.2 (D + 4d)$   
 滚子轴承 ...  $d_i = 0.25 (D + 3d)$   
 $\Delta d_{\text{eff}}$ : 内圈的有效过盈, mm  
 $d_o$ : 空心轴半径, mm  
 $D_e$ : 外滚道直径, mm  
 球轴承 ...  $D_e = 0.2 (4D + d)$   
 滚子轴承 ...  $D_e = 0.25 (3D + d)$   
 $D$ : 轴承公称外径, mm  
 $\Delta D_{\text{eff}}$ : 外圈的有效过盈, mm  
 $D_h$ : 外壳外径, mm  
 $E$ : 弹性模量,  $2.08 \times 10^5$  Mpa { $21200$  kgf/mm<sup>2</sup>}

### 5.5 滚动轴承的润滑

滚动轴承在运转过程中, 零件间会产生摩擦, 润滑的作用是利用润滑剂在摩擦面间形成润滑油膜, 以减少摩擦, 同时防止轴承锈蚀, 降低轴承振动噪声以及用于轴承冷却等。因此, 为使轴承正常运转, 减少轴承摩擦及磨损, 提高轴承工作性能, 延长其使用寿命, 必须对轴承进行合理的润滑。选择合适的润滑剂、润滑方式及润滑剂用量十分重要。

滚动轴承用的润滑剂主要有润滑脂、润滑油和固体润滑剂。

#### 5.5.1 脂润滑

##### 5.5.1.1 润滑脂的种类、性质和用途

润滑脂是用基础油、稠化剂和添加剂 (有的不含添加剂) 在高温下制成的半固体状润滑剂, 其中基础油约占70%~95%, 稠化剂约占5%~30%, 添加剂微量。

润滑脂的基础油为矿物油或硅酮油、二酯油等合成油, 基础油的粘度对润滑脂的润滑性能起主要作用。

稠化剂的成分对脂的性能特别是温度特性、抗水性、析油性等有重要影响。稠化剂分为金属皂基和非皂基两类。

添加剂主要用于增强润滑脂的抗氧化、防锈、极压等性能。在承受重载荷、冲击载荷条件下, 应使用含有极压添加剂的润滑脂。要求润滑脂能长时间工作而不补充新脂的场合, 则应选用含有抗氧化剂润滑脂。

润滑脂按稠化剂的种类不同可分为钙基、钠基、钙钠基、铝基、锂基、钡基、烃基等多种。常用润滑脂的种类和一般特性、用途见表5-14。同是一个种类的润滑脂, 也会因牌号不同而性能相差很大, 所以在选用时应注意。

不同种类的润滑脂不能混合使用, 两种不同稠化剂的润滑脂混合后, 成分互相影响, 使脂的性能下降。

钙基润滑脂: 其特点是不溶于水, 滴点低, 适用于温度较低, 环境潮湿的轴承部件中。

钠基润滑脂: 其特点是有较好的抗水性, 滴点较高, 可以用于潮湿和与水接触的机械部件。

铝基润滑脂: 其特点是有较好的抗水性, 可以用于水接触的部位, 适用于集中润滑系统和航运机械部位的润滑及防锈。

钡基润滑脂: 其特点是有良好的抗水性, 滴点较高, 不溶于汽油和醇等有机溶剂, 适用于油泵水泵等摩擦部位的润滑。

润滑脂按其流动性即针入度分为若干等级。针入度数值越大表示润滑脂越软。不同针入度润滑脂的使用场合见表5-15, 特殊润滑脂的使用温度范围见表5-16。

表5-14 常用润滑脂的性质和用途

润滑脂		针入度 /10 <sup>-1</sup> mm	滴点 /°C ≥	组成	特性与用途
名称	牌号				
钙	钙基润滑脂	ZG-1	310-340	75	具有良好的抗水性, 用于工业、农业和交通动输等机械设备。使用温度: 1和2号脂不高于55°C; 3和4号脂不高于60°C; 5号脂不高于65°C。
		ZG-2	265-295	80	
		ZG-3	220-250	85	
		ZG-4	170-205	90	
		ZG-5	130-160	95	
基	合成钙基润滑脂	ZG-2H	270-330	75	用途同上, 使用温度: 1号脂不高于55°C; 2号脂不高于60°C。
		ZG-3H	220-270	85	
		ZFG-1H	310-340	180	
基	合成复合钙基润滑脂	ZFG-1H	310-340	180	
		ZFG-2H	265-295	200	

续表

润滑脂		针入度 /10 <sup>-1</sup> mm	滴点 /°C ≥	组成	特性与用途	
名称	牌号					
钙基	合成复合钙基润滑脂	ZFG-3H ZFG-4H	220-250 175-205	220 240	机械安定性有胶体安定性较好, 适用于较高使用温度	
	复合钙基润滑脂	ZFG-1	310-340	180	醋酸钙复合的脂肪酸皂稠化润滑油	
		ZFG-2	265-295	200		
		ZFG-3 ZFG-4	210-250 175-205	224 240		
钠基	钠基润滑脂	ZN-1 ZN-2 ZN-3	265-295 220-250 175-205	140 140 150	天然脂肪酸钠皂稠化润滑油 适用于各种机械, 耐热不耐水。 使用温度: 2、3号不超过120°C; 4号不超过135°C	
	合成钠基润滑脂	ZN-1H ZN-2H	225-275 175-225	130 150	合成脂肪酸钠皂稠化润滑油 适用于温度小于100°C、不与湿气、水分接触的汽车, 拖拉机及其他设备的润滑	
		钙钠基	ZGN40-1 ZGN40-2	310-355 250-295	80 85	硬化油和硫化棉子油的钙钠皂稠化汽缸油 具有良好的泵送性、极压性。适用于集中供脂的压延机使用, 1号脂冬天用, 2号脂夏季用
钙钠基	滚动轴承润滑脂		250-290	120	蓖麻油钙钠皂稠化6号合成汽油机油 有良好的机械和胶体安定性。适用于温度小于90°C的球轴承, 如机车导杆、汽车和电机轴承	
铝基	铝基润滑脂	ZU	230-280	75	脂肪酸铝皂稠化润滑油 具有极好的耐水性, 适用于航运机械润滑及金属表面防锈	
	合成复合铝基润滑脂	ZFU-1H ZFU-2H ZFU-3H ZFU-4H	310-350 260-300	180 200 220 240	低分子有机酸或苯甲酸和合成脂肪酸复合铝皂稠化润滑油 滴点高, 机械和胶体安定性好, 适用于铁路机车、汽车、水泵、电机等各种轴承润滑, 分别用于150°C-180°C的工作温度	
		通用锂基润滑脂	ZL-1 ZL-2 ZL-3	310-340 265-295 265-295	170 175 180	天然脂肪酸锂皂稠化剂中等粘度润滑油加抗氧化剂 良好的抗水性、机械安定性, 防锈性和气相安定性, 适用于-20°C-120°C宽温度范围内各种机械设备的滚动轴承和滑动轴承及其他摩擦部位
			极压锂基润滑脂	0 1 2	355-385 310-340 265-295	170
基	合成锂基润滑脂			ZL-1H ZL-2H ZL-3H ZL-4H	310-340 265-295 220-250 175-205	170 180 190 200
	精密机床主轴润滑脂	2号 3号	265-295 220-250	180 180	锂皂稠化低粘度、低凝点润滑油 具有抗氧化安定性、胶体安定性和机械安全性, 适用于各种精密机床	
		精密仪表脂	ZT 53-7 ZT 53-75	35 45	160 140	硬脂酸锂皂地蜡稠化仪表油 适用于精密仪器、仪表轴承。使用范围: 特7号为-70°C-120°C, 特75号为-70°C-80°C

续表

润滑脂		针入度 /10 <sup>-1</sup> mm	滴点 /°C ≥	组成	特性与用途
名称	牌号				
钡基	钡基润滑脂	ZB-3	200-260	150	脂肪酸钡皂稠化中粘度润滑油 耐水、耐高温、极压性好。适用于抽水机、船舶推进器及高温、高压、潮湿条件下工作的重型机械
	多效密封润滑脂	ZB 10-2	260-330	110	硬脂酸钡皂稠化低凝点合成变压器油 用于密封酒精、机油、水和空气导管系统的结合处, 也用于转速急剧变化之滚动轴承
烃基	仪表润滑脂	ZT 53-3	230-265	60	地蜡稠化仪表油 适用于-60°C-55°C温度范围工作的仪器
	精密仪表脂	ZT 53	30	70	
	润滑脂	ZT-11	160	70	适用于-45°C-160°C温度范围的高速机械的精密滚动轴承
高速轴承润滑脂	7018	64-78	260		

表5-15 针入度与使用条件

针入度代号	0	1	2	3	4
针入度值/10 <sup>-1</sup> mm	385-355	340-310	295-265	250-220	205-175
使用场合	用于易发生微动磨损的场合	用于低温及易发生微动磨损的场合	一般密封球轴承	一般高温用密封球轴承	高温用, 脂密封场合

表5-16 特殊润滑脂的使用温度范围

润滑脂牌号	7001	7007	7008	7011	7012	7013	7014	7014-1
使用温度范围/°C	-60-+120	-60-+120	-60-+120	-60-+120	-60-+120	-70-+120	-60-+200	-40-+200
润滑脂牌号	7014-2	7015	7016	7017	7018	7019	7020	221
使用温度范围/°C	-50-+200	-70-+180	-60-+230	-60-+250	-45-+160	-20-+150	-20-+300	-60-+150

### 5.5.1.2 润滑脂填充量

润滑脂的填充量对轴承的工作性能有重要的影响, 理论和实践证明, 以填充轴承和轴承壳体空间的1/3-1/2为宜。若加脂过多, 轴承工作中将大量的脂挤出造成浪费, 且由于搅拌作用使轴承摩擦阻力加大, 温度升高, 脂软化变质, 结果反而使润滑恶化。

一般润滑脂填充量随轴承转速升高而减少, 高速时(>3000r/min)应仅填充1/3或更少。当转速很低时, 为防止外部异物进入轴承内, 可以填满轴承空间。

### 5.5.1.3 润滑脂的补充与更换

润滑脂的使用寿命是有限的, 由于剪切作用和老化, 其润滑性能在工作过程中逐渐降低, 在使用中磨屑也逐渐增多。因此, 在多数支承中必须每间隔一定时间补充或更换一次润滑脂。润滑脂的补充周期与轴承结构、尺寸、转速、温度和环境条件有关。

图5-6为深沟球轴承、圆柱滚子轴承和圆锥滚子轴承与调心滚子轴承的润滑脂补充周期曲线图。可根据轴承内径和转速, 查出润滑脂更换的大致时间。

此图是在轴承外径表面温度为70°C的情况下绘出的，因此适用于轴承温度70°C以下，若超过70°C，每上升15°C，补充周期应减半。如轴承用于尘埃很多，且密封不可靠的场合，补充周期可缩短到图示值的1/2-1/10。

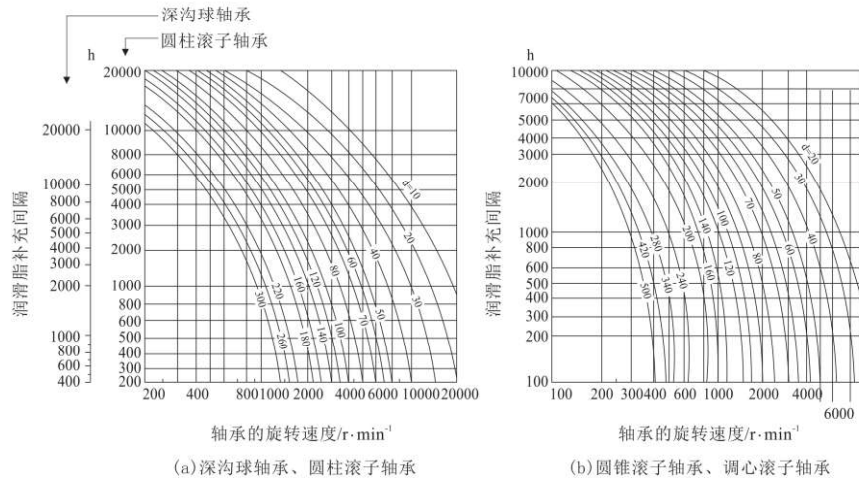


图5-6 润滑脂补充间隔

### 5.5.2 油润滑

#### 5.5.2.1 润滑方法

(1) 油浴润滑。油浴润滑多用于低、中速轴承的润滑。轴承的一部分浸在油槽中，润滑由旋转的轴承零件带起然后又回到油槽中。当轴承静止时，油面一般应保持在最低滚动体的中心处。

(2) 滴油润滑。多用于较高转速的小型轴承，通过可视的油杯给轴承滴油，油量一般为每分钟数滴。应通过试验找出温升最低的滴油量。

(3) 飞溅给油润滑。利用装在轴上的齿轮或简单叶片回转产生的飞溅来使轴承润滑的方法。这种方法广泛用于汽车变速箱和差动齿轮装置以及机床齿轮箱等。结构简单，要求用油轮的圆周速度不超过12m/s，浸入油面深度10-20mm。

(4) 循环油润滑。用油泵将经过过滤的润滑油输送到轴承部件中。通过轴承后的润滑油再经过过滤，冷却后循环使用。由于油循环可带走一定的热量，使轴承温度降低，故此方法适用于转速高的轴承部件。循环供油系统的过滤装置可以排除磨粒和外界杂质，还可装置恒温控制阀以保持油的粘度处于最优范围。

循环润滑的油量Q可参考图5-7选取。若采用循环油润滑不是为了散热，而只是给轴承润滑，只需很少量的油就够了。若要散热，则需要较大的油量，为防止油流过轴承时由于产生阻力而使油积聚在轴承前面，可按图中的b和c确定油流量的上限。具体在单位时间内需要供给多大的油量，以达到满意的工作温度，取决于发热与散热的比率，通常需要进行试运转。

(5) 喷射润滑。用油泵将高压油经喷嘴直接喷射到轴承中，贯穿轴承内部流入油槽。在高速轴承中，当轴承旋转时，滚动体、保持架也以相当高的速度旋转，使其周围空气成气流，造成较大阻力。一般润滑方法很难将润滑油输入轴承中，这时必须采用此种方法。喷嘴的位置应指向内圈和保持架之间的间隙处。

喷射润滑所需要的油量主要取决于油应排出的热量。表5-17给出了与轴承大小对应的喷射润滑所需油量的大概值。根据油量确定喷嘴直径和压力大小，当喷嘴前的油压不大于10MPa，喷嘴直径一般可取0.7-2.0mm之间。在喷射润滑系统中，一般安装一个滤油器，以避免喷嘴堵塞。

(6) 油雾润滑。用经过过滤的极干燥、洁净的压缩空气与润滑油混合形成雾状，喷射到轴承中。轴承座内的气流可冷却轴承，而轴承座内产生的压力又可有效地防止杂质进入，润滑油量可精确调节，因而搅拌阻力小，适用于高速高温轴承部件的润滑。

(7) 油气润滑。采用活塞式定量分配器，每隔一定时间将微量油送到管内的压缩空气流中，在管壁上形成连续流动的油流，提供给轴承。由于经常送进的新的润滑油，因而油不会老化。压缩空气使得外部杂质不易侵入轴承内部。与油雾润滑相比，油的微量供给大大减少了对周围环境的污染。油气润滑比油雾润滑油量少且稳定，摩擦力矩小，温升高，特别适用于高速轴承。

注意角接触轴承的泵油效应，设计时应将进口口置于轴承的保持架与内圈之间，朝向内圈滚道与滚动体的接触点。

#### 5.5.2.2 润滑油的选择

滚动轴承的油润滑，一般采用不含添加剂的矿物油。仅在特殊场合才使用带添加剂的润滑油，以提高某种润滑性能，如耐极压、防老化等。合成油一般仅用于特殊场合的轴承润滑，如温度或转速极高或极低时。

粘度是润滑油的重要性能指标之一，是选择合适润滑油的主要依据。润滑油粘度与温度有关，它随温度上升而下降，为了保证滚动体与滚道接触表面间形成足够的润滑油膜，润滑油在工作温度下必须保持一定的粘度。粘度过低，不能充分形成油膜，造成轴承异常磨损和寿命下降；粘度过高，由于粘性阻力而造成发热，增加了动力损失。

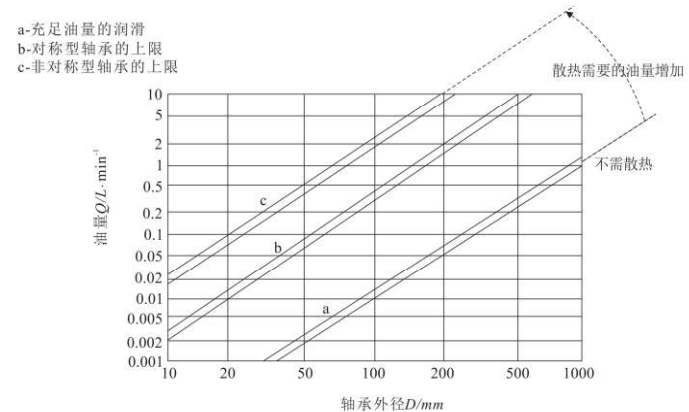


图5-7 循环润滑的油量

表5-17 喷射润滑的用量

轴承内径 /mm	>		50	120
	≤		50	120
需油量<	L/min	0.5-1.5	1.1-4.2	2.5

一般而言，转速高应选用低粘度的油；载荷越大轴承越大，刚应选择高粘度的润滑油。通常在轴承工作温度下，润滑剂的粘度对球轴承不应低于 $13\text{mm}^2/\text{s}$ ，滚子轴承不应低于 $20\text{mm}^2/\text{s}$ ，推力调心滚子轴承不应低于 $32\text{mm}^2/\text{s}$ 。

在运行温度下轴承润滑所需的动力粘度见图5-8。如果运行温度已知，则在国际标准参考温度 $40^\circ\text{C}$ （或其他温度）时润滑油粘度的对应值的对应值可由图5-9查出，图5-9是在粘度指数VI为85时绘出的。

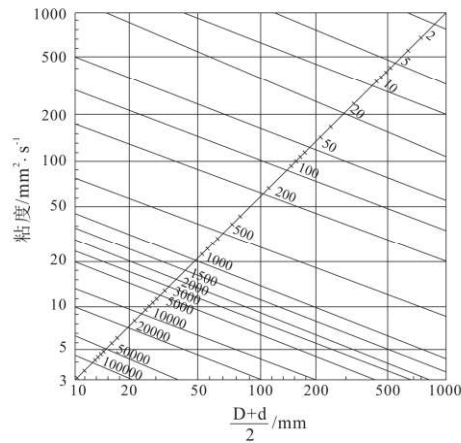


图5-8 润滑油合适粘度的选取

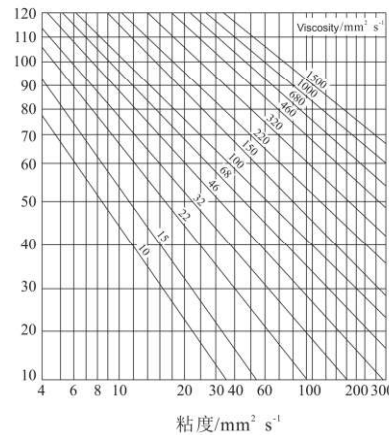


图5-9 粘度-温度关系

### 5.5.2.3 润滑油

润滑油系主轴、轴承和有关离合器用油，L-FC为抗氧化、防锈型；L-FD为抗氧化、防锈、抗磨型。标准见表5-18

表5-18 轴承油

项目	质量指标										
品种	L-FC										
质量等级	一级品										
运动等级(GB3141)	2	3	5	7	10	15	22	32	46	68	100
运动粘度(40°C)/mm <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup>	1.98	2.88	4.14	6.12	9.00	13.5	19.8	28.8	41.4	61.2	90
倾点/°C 不高于	-18			-12			-6				
闪点(开口)/°C 不低于	-			115		114		160		180	
(闭点) 不低于	70	80	90								

质量等级	一级品							合格品						
运动等级(GB3141)	2	3	5	7	10	15	22	2	3	5	7	10	15	22
运动粘度(40°C) /mm <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup>	1.98	2.88	4.14	6.12	9.00	13.5	19.8	1.98	2.88	4.14	6.12	9.00	13.5	19.8
倾点/°C 不高于	-12							-						
闪点(开口)/°C 不低于	-			115		140								
(闭点) 不低于	70	80	90					60	70	80	90	100	110	120

### 5.5.2.4 润滑油的更换周期

润滑油的更换周期主要取决于运转条件和油量。油浴润滑时，在运转温度不超过 $50^\circ\text{C}$ ，尘埃少的良好环境下可以一年更换一次，温度越高，换油的次数应越多。例如，当运转温度达到 $100^\circ\text{C}$ 时必须每三个月换油一次。运转条件恶劣时，也应增加换油次数。

循环油润滑和喷射润滑时，换油周期长短与油的循环快慢及润滑油是否经过冷却有关，一般通过试验运转及定期检查油的状况而定。油雾润滑和油气润滑中的润滑油仅通过轴承一次而不循环使用。

### 5.5.3 固体润滑剂

在一些特殊情况下，润滑脂和润滑油使用受到限制时，可采用固体润滑方法，此种方法可分为五类：

- (1) 将固体润滑剂加入润滑脂中。一般是在润滑脂中加入3%或5%的二硫化钼。
- (2) 用粘接剂将润滑剂粘接在滚道、保持架和滚动体上，形成固体润滑膜。
- (3) 把固体润滑剂加入工程塑料和粉末冶金材料中，制成有自润滑性能的轴承零件。
- (4) 在轴承滑动部位刻制小槽或小沟，嵌入相应形状的固体润滑剂组合材料，也可在保持架穿孔引导面或滚道上直接镶嵌固体润滑剂组合材料。
- (5) 用电镀、高频溅射、离子镀层、化学沉积、溶射等技术使固体润滑剂或软金属（金、银、铅等）在轴承零件摩擦面上形成一层均匀致密的薄膜。

5.6 滚动轴承的密封

5.6.1 密封的类型及特性

密封的作用是防止润滑剂的泄漏和外界水、气、灰尘、切屑或其他杂物等进入轴承内，充分发挥轴承工作效能和延长其寿命。

密封分动密封和静密封，动密封又分为旋转式密封和移动式密封两类，轴承旋转式密封又按被密封的两接合面是否有间隙，分为接触式和非接触式旋转密封。密封结构形式很多，表5-19、表5-20、表5-21为常用的密封类型及特性。

此外还有带防尘盖或密封圈轴承，在装配时已填入适量的润滑脂，无需保养，在一般工作条件下该种轴承能防止润滑脂泄漏和外部杂质进入轴承内部，一般不须再加外部密封装置。这样既简化结构，又节省空间。详见滚动轴承结构型式表及滚动特征。

表5-19 非接触旋转密封类型及特性

密封形式	简图	特性与应用
间隙式		轴与端盖配合面之间，间隙越小，轴向宽度越长，密封效果越好。适用于环境比较干净的脂润滑的工作条件，通常间隙值取0.1-0.3mm
		在端盖配合端面上，开有2-4个油沟，充填润滑脂，提高密封效果，多用于润滑油密封，其尺寸参考表6-40，径向间隙为0.1-0.3mm
		用于油润滑。在轴上或套上开有锯齿形槽，借以甩回漏出来的润滑油。端盖孔壁上相应开有回油槽，将甩到孔壁上的油回收流入轴承内(或箱内)
		锯齿形沟密封油沟的垂直面与油流方向垂直。车床主轴轴承密封用此结构效果较好
迷宫式		轴向迷宫曲路由是套和端盖的轴向间隙组成。但迷宫曲路沿径向展开，曲路折回次数不宜过多。由于拆装方便，端盖不须剖分，因此轴向迷宫比径向迷宫应用广泛
		径向迷宫曲路由是套和端盖的径向间隙组成。端盖应剖分 迷宫曲路沿轴向展开，故径向尺寸比较紧凑。曲路折回次数越多，密封越可靠。适用于比较脏的工作环境，如金属切削机床的工作端多采用此种密封形式 密封尺寸见表6-41
		用薄钢板冲制的迷宫密封件，可叠成任意数量的曲路密封。结构简单，成本低，占用空间小 这种密封安装要特别仔细，要注意径向曲路密封与轴承轴向窜动量之间是否有干涉，采用调心轴承时，轴的偏转与密封间隙是否发生干涉

密封形式	简图	特性与应用
挡油盘		挡油盘随轴一起转动，转速越高密封效果越好，既可防止油泄出，又可阻挡杂质侵入或油流冲击，主要用于脂润滑轴承密封
密封环		用薄金属板冲成，与轴一起旋的动密封环，主要用于油润滑轴承密封，依靠离心力将油、杂质甩出，防止外界污染；与外圈一起固定的静密封环，主要用于脂润滑轴承密封
		采用与轴车成一体密封环同样起密封作用
		用薄弹簧钢片冲成，紧固于轴承内圈或外圈端面上，并在本身弹簧力的作用下靠于另一套圈端面。用在脂润滑轴承中，结构紧凑，效果很好
磁流体密封		为正在发展中的新型密封，其原理为铁磁性微粒 $[(0.2-1) \times 10^2 \mu\text{m}]$ 在低挥发液体中构成稳定的胶状溶剂(磁流体)，它在密封间隙中受磁场作用形成强韧的液体膜，阻止泄露，优点是寿命几乎无限长，在压差大 $(10\text{N/mm}^2)$ 下也不泄露，且对轴的表面粗糙度和振幅要求不严

表5-20 接触式旋转密封类型及特性

密封形式	简图	特性与应用
毛毡式		用羊毛毡圈填充槽中，使毡圈与轴表接触实现密封，适用于脂润滑，轴颈圆周速度小于5m/s毡圈及相应构槽尺寸见表6-31
		毛毡圈可调整间隙，密封效果更好，而且毛毡圈更换方便
橡胶圈		利用安装结构沟槽使密封面受到顶压缩面密封，在质压力作用下产生自紧作用而增强密封效果，O形圈具有双向密封能力，有单圈密封和双圈密封，双圈密封效果更好，密封圈、槽尺寸见表6-38、表6-39和表6-40

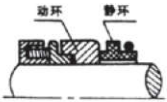
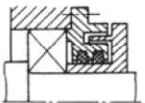
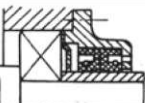
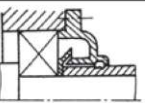
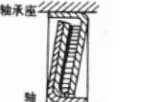
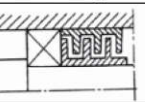
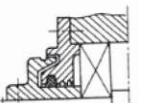
密封形式	简图	特性与应用
旋转轴唇形	单唇形	主要用于油润滑密封, 轴转速不大于7m/s, 温度不高100℃条件下正常工作, 也可用于脂润滑密封 旋转轴唇形密封有六种基本形式(密封圈的基本结构尺寸见表6-43), 当外部灰尘、水及杂质多时, 应采用双唇形, 装配密封圈适用于大型、精密设备中
	双唇形(带副唇)	
机械密封		依靠同石墨或塑料制成与轴一起旋转的动环和一个由金属或陶瓷制成的静环在弹簧、磁铁或流体压力的轴向力下, 使动、静环摩擦面紧紧贴合实现密封, 其结构形式和材质因使用条件和结构不同而有所不同 机械密封的泄露量极少, 密封性能可靠, 能在苛刻条件下工作, 轴的旋转速度不大于150/s, 压力不大于35MPa, 工作温度-250℃-1000℃

表5-21 组合式密封

密封形式	简图	特性与应用
迷宫组合毛毡		密封效果更好, 适用于油或脂的密封, 接触圆周速度不大于7m/s
挡油圈组合		密封效果更好, 适用于油或脂的密封, 接触处的圆周速度可大于7-15m/s
缝隙组合W形		无摩擦阻力损失, 密封效果可靠, 适用于油、脂润滑的密封, 不受圆周速度限制, 圆周速度越大效果越好
迷宫密封组合		用薄金属板冲制而成, 中间夹有接触式密封层, 密封效果很好, 结构较复杂, 转速不易高, 适用于成批生产
组合式迷宫密封		由两组“U”形垫圈组成密封曲路, 占用空间小, 成本低。适用于成批生产条件。垫圈成组安装, 数量越多密封效果越好
迷宫、毛毡、油沟组合密封		集中了迷宫、毛毡、油沟密封的优点, 密封效果好, 属接触密封, 轴转速不宜太高, 结构较复杂

### 5.7 滚动轴承安装与拆卸

滚动轴承安装与拆卸质量, 直接影响轴承的精度、寿命和工作性能。因此, 轴承的安装和拆卸, 应严格地按照规程, 采用正确安装与拆卸方法和适当的工具进行。

#### 5.7.1 滚动轴承安装前的准备工作

(1) 熟悉装配图纸与技术文件, 确定装配工艺及工具。通过对图纸及技术文件的分析, 明确所装配的轴承特点及要求, 拟定出装配方案, 确定装配方法、装配程序和准备好所有工具。当轴承装配有特殊要求时, 更应仔细研究选择最佳装配工艺, 确保装配质量。

(2) 轴承型号核对。装配前应将轴承包装上或套圈上标明的代号与装配图纸上指明的型号进行认真核对。有些轴承外形差异较小, 要绝对防止出错。

对于具有特殊要求的轴承, 如高温轴承, 非基本组游隙轴承或非普通级公差轴承, 由于其外表与普通轴承一样, 更必须认真仔细核对代号, 最好将其分开存放。

(3) 轴承的清洁与清洗。轴承装配要在干燥、清洁的环境下进行, 进行装配工作应与机加或铆、锻、焊等工作分开。

在没有做好各项准备工作之前, 不要拆开轴承的包装, 以免污染。拆开包装的轴承应在装配前进行清洗, 除去防锈油及杂物, 对于机器维修过程中拆下的轴承重新装配前更应仔细清洗。

对于大多数用防锈油防锈的轴承, 可用汽油或煤油清洗, 而用防锈脂或厚油防锈的轴承, 应先放在95℃-100℃轻质矿物油(如变压器油等)中热熔溶解清洗, 待防锈脂熔化后, 即从中取出, 冷却后再用汽油或煤油洗净。

当清洗个别或少量轴承, 可直接将轴承放入油槽中清洗。当清洗大量中小型轴承时, 应将轴承放入铁丝网筐浸入油槽中往复晃动。当清洗轴承尺寸较大, 数量较多, 最好采用清洗机, 以减轻劳动强度, 提高洗净效果。

(4) 与轴承配合的表面清洁检查。除轴承清洗外, 与轴承相配的轴颈、座孔、衬套、隔圈、端盖等零件, 应仔细检查配合表面有无凹陷, 毛刺、锈蚀斑点或其他杂物, 必须用干净汽油或煤油将配合表面清擦干净, 以防止异物侵入轴承, 然后抹上一层薄薄的润滑油以便安装。

(5) 轴承与相配零件的测量与选配。轴承与轴颈、座孔以及相关零件必须保持严格的配合精度。在大量生产时, 这种配合精度由各零部件的加工精度来保证, 具有互换性, 轴承可直接装配。

在一些重要的场合, 例如轧钢机轧辊轴承、铁路机车车轴轴承、高速柴油机曲轴轴承、精密数控机床主轴轴承等等, 在装配前必须对各配合零件按图纸规定的技术要求做严格的全面检查。

对于旋转精度要求高的轴, 例如精密机床主轴, 为了提高主轴组件的旋转精度, 除应选用较高精度的轴承、提高主轴轴颈和支承座孔的制造精度, 合理选择轴承配合之外, 还可对轴承进行选配。

装配前先对滚动轴承的内圈和轴颈分别进行测量, 并在各自的高处打字标记, 然后按实际径向跳动量分组, 取其跳动量相近的进行装配, 使二者高点异向, 旋转精度可显著提高。

#### 5.7.2 滚动轴承的安装方法

滚动轴承装到轴上的方法很多, 常用的方法可归纳为以下几种: ①利用手锤和套筒。②利用压力。③利用温差。④配合表面间注入压力油。

##### 5.7.2.1 圆柱孔轴承的安装方法

(1) 压力法。这种方法使用工具简单, 操作方便。根据轴承的尺寸、配合性质和安装位置, 可采用手锤和套筒或机械或液力驱动的通用或专用压力装置配合一定的装卸工具将轴承装到轴和壳体中。

用压力法安装轴承及注意事项:

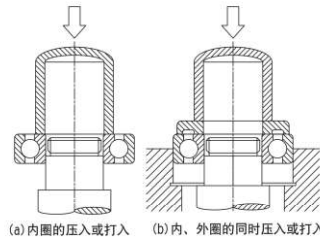
1) 务必保证安装压力作用于轴承与配合件过盈配合的套圈上,如图6-14所示。绝不允许轴承的其他零件受到有害的装卸力而导致零件损坏和变形。

2) 轴向压力不能直接施加在轴承套圈上,而应通过软金属套筒或垫块均匀地施加在套圈上,防止套圈单边受力而发生倾斜,导致装卸过程卡死,严重时造成轴承损坏。

3) 装卸轴承的加力方法和采用的工具,必须根据轴承的结构形式、尺寸大小、精度要求、配合性质和安装位置等综合考虑来选择。中小型轴承配合不太紧的利用手锤和套筒安装较简便。

4) 轴承安装前应认真清洗,安装后经过一定时间使用,在配合面间滴入一些润滑油,以减少拆卸压力。

5) 可分离型的圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承、推力球轴承等,可以将内(轴)圈,外(座)圈分别安装到轴和壳体上,将已安装内圈的轴放入已安装好外圈的轴承壳体中时应特别小心,必须保证对中。



### 5.7.2.2 圆锥孔轴承的安装与调整

圆锥孔轴承主要是过盈配合安装,过盈配合不是由轴颈公差决定的,而是取决于轴承内圈在锥形轴颈上或锥形紧定套退卸套上推进的距离,通常可由3种方法保证轴承的配合。

(1) 安装圆锥孔轴承保证配合性质的方法:

1) 控制轴承径向游隙减少量。轴承的初始游隙在推入过程中由于内圈膨胀逐渐减小,不断测量径向游隙,直至达到要求的径向游隙减小量及理想的过盈配合为止。

2) 直接控制轴向行程。如图5-10所示,将轴承紧推入锥形轴颈上,测量内圈端面与轴间距离A,根据要求的配合可求得所需的行程,则可得轴承推至过盈配合要求的位置后的与轴间的间隙Δ。

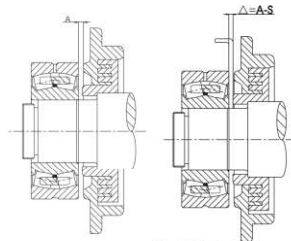


图5-10 控制轴向行程

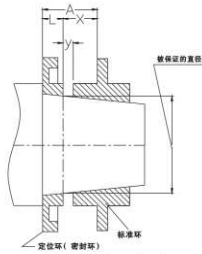


图5-11 控制定位环长度

3) 控制定位环长度。如图5-11所示,轴承靠密封环(有时定位环)定位。安装前应仔细检查测量,选配和控制定位环的长度,保持定位环外端A-A处的轴颈在一定误差范围内,以保证肯有相同的配合过盈量。图中采用标准环来测量和决定定位环的长度,即L=A-x式中:

L-定位环长度;

A-标准环测量面至轴肩的距离;

x-测量面至定位环端面的距;

y-测量用的间隙,为保证轴颈有一个正差,y的数值应不小于锥颈公差值。

(2) 安装圆锥孔轴承注意事项:

1) 圆锥孔轴承与轴颈配合性质靠轴承在轴颈上推进距离,由于制造误差、测量和计算误差等多种因素的影响,用上述3种方法很难保证达到配合的最理想情况以及高精度的要求。

2) 比较理想的方法是装配位置可调,如图5-12所示,用紧定螺母安装调整间隙;机床主轴轴承常用此种结构。

(3) 安装行程的计算。过盈量与行程间的关系式中

$$s = \frac{\delta}{c} \times 10^{-3}$$

s-安装行程, mm;  
 δ-配合过盈量, μm;  
 c-内孔锥度,c=1:12

行程与轴承径向游隙减少量间近似关系式中

$$\Delta u = \frac{d}{d_e} \times 10^3$$

Δu-轴承径向游隙减少量, μm;  
 d-轴承内径, mm;  
 d<sub>e</sub>-轴承内圈的当量外径、

计算方法见表5-22

对调心滚子轴承有:  $\Delta u = \frac{s}{15} \times 10^3$

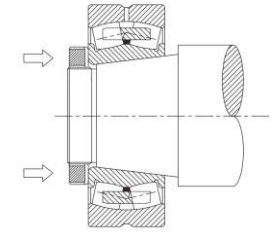


图5-12 用紧定螺母安装

调隙

表5-22 d<sub>e</sub>及D<sub>E</sub>的计算公式

轴承类型	d <sub>e</sub>	D <sub>E</sub>
深沟球轴承、角接触球轴承、圆柱滚子轴承(无挡边)	0.25D+0.75d	0.75D+0.25d
调心球轴承	0.25D+0.75d	0.73D+0.27d
圆柱滚子轴承(带挡边)、圆锥滚子轴承	0.30D+0.70d	0.70D+0.30d
圆柱滚子轴承(带挡边)、圆锥滚子轴承	0.30D+0.70d	0.70D+0.30d
调心滚子轴承	0.30D+0.70d	0.73D+0.27d

考虑到采用紧定套或退卸套时,外套与轴和轴承之间存在一定间隙,需要预紧,因此在同样过盈量情况下,行程s需要增加0.1~0.2mm。但在计算径向游隙头减小至Δu时,仍取实际有效行程s。

控制径向游隙减小量或控制行程,是保证锥面配合质量的重要方法,一般应在图样的技术条件中给出。表5-23和表5-24为两种常用轴承轴向行程与径向游隙减少量的关系。

表5-23 带1:12锥度内孔的圆柱滚子轴承Δu与s关系

孔径/mm	径向游隙减小量 Δu/μm	轴向行程s/mm	
		无锥套	带锥套
45-50	25-30	0.40-0.50	0.55-0.60
50-65	30-35	0.50-0.55	0.60-0.70
65-80	30-40	0.50-0.65	0.60-0.75
80-100	35-45	0.55-0.70	0.70-0.85
100-120	40-50	0.65-0.80	0.75-0.90
120-140	45-55	0.70-0.85	0.85-1.00
140-160	45-60	0.70-0.95	0.85-1.05
160-180	50-65	0.80-1.00	0.90-1.15
180-200	55-70	0.85-1.10	1.00-0.20
200-225	65-80	1.00-1.25	1.15-1.35



续表

孔径/mm	径向游隙减小量 $\Delta u/\mu\text{m}$	轴向行程s/mm	
		无锥套	带锥套
225-250	70-85	1.10-1.30	1.20-1.45
250-280	75-95	1.15-1.45	1.30-1.60
280-315	80-100	1.25-1.55	1.35-1.65
315-355	95-115	1.45-1.75	1.60-1.90
355-400	100-125	1.55-1.90	1.65-2.05
400-450	115-140	1.80-2.20	1.90-2.30
450-500	130-160	2.00-2.50	2.10-2.60
500-560	140-180	2.20-2.80	2.30-2.90
560-630	150-200	2.40-3.10	2.50-3.20
630-710	180-230	2.80-3.50	2.90-3.60
710-800	210-270	3.20-4.10	3.30-4.20
800-900	230-300	3.60-4.60	3.70-4.70
900-1000	260-340	4.00-5.20	4.10-5.20
1000-1120	280-370	4.30-5.60	4.40-6.70
1120-1250	300-400	4.60-6.10	4.70-6.20

表5-24 带1: 12锥度内孔的调心滚子轴承  $\Delta u$ 与s关系

孔径/mm	径向游隙减小量 $\Delta u/\mu\text{m}$	轴向行程s/mm	
		无锥套	带锥套
45-50	30-35	0.50-0.55	0.60-0.70
50-65	35-40	0.55-0.65	0.70-0.75
65-80	40-50	0.65-0.80	0.75-0.90
80-100	50-60	0.80-0.95	0.90-1.05
100-120	55-65	0.85-1.00	1.00-1.15
120-140	60-70	0.95-1.10	1.05-1.20
140-160	70-85	1.10-1.30	1.20-1.45
160-180	75-90	1.15-1.40	1.30-1.50
180-200	85-100	1.30-1.55	1.45-1.65
200-225	100-115	1.55-1.75	1.65-1.90
225-250	105-125	1.60-1.90	1.75-2.05
250-280	120-140	1.80-2.15	1.95-2.25
280-315	130-150	2.00-2.30	2.10-2.50
315-355	150-170	2.20-2.60	2.50-2.70
355-400	160-190	2.40-2.90	2.55-3.00
400-450	180-210	2.60-3.20	2.85-3.30
450-500	200-240	3.05-3.65	3.15-3.75
500-560	220-270	3.30-4.10	3.50-4.20
560-630	250-300	3.80-4.50	3.90-4.70
630-710	290-350	4.40-5.30	4.50-5.40
710-800	330-400	5.00-6.00	5.10-6.20
800-900	360-450	5.40-6.80	5.60-6.90
900-1000	400-500	6.00-7.50	6.20-7.70
1000-1120	440-550	6.60-8.30	6.80-8.40
1120-1250	480-600	7.20-9.00	7.40-9.20

5.7.2.3 装卸力的计算

轴承的装卸力是选择正确装卸方法和工具的重要依据之一。对于一些重要轴承，应根据配合过盈量计算装卸力。

实心轴或厚壁外壳装卸力为

$$F=f_i f_r \delta_e B, \text{ N}$$

式中  $f_i$ -装卸阻力系数，数值见表8-4；

$f_r$ -轴承几何尺寸系数，可用下式计算： $f_r=1-\frac{d^2}{d_e^2}$ ，当装拆内圈时， $d_e$ 计算见表6-50；

$f_r=1-\frac{D^2}{D_e^2}$  当装拆外圈时， $D_e$ 计算见表5-25；

$\delta_e$ -轴承安装结束时的有效过盈量， $\mu\text{m}$ ；其数值为名义过盈量减去因表面微观不平度在安装过程中压平面引起的过盈减小值 $\delta_v$ 。对于圆锥孔轴承，因安装行程s很小，可以认为 $\delta_v=\delta$ ；  
B-轴承宽度，mm。

对于空心轴或薄壁外壳，装拆力计算公式为

$$F=f_i f_r f_f \delta_e B$$

式中  $f_i, f_r, \delta_e, B$ 的意义同前；

$f_f$ -对于空心轴为空心系数 $f_i$ ，根据 $\frac{d_0}{d}$ 和 $\frac{D}{d}$ 由图5-13确定；对于薄壁钢外壳 $f_f$ 壁厚 $F_{EG}$ ，可根据 $D_0/D$ 和 $D/d$ 由图5-14查得，对于铸铁薄壁外壳 $f_{ET}$ 可根据 $D_0/D$ 和 $D/d$ ，由图5-15确定。

当 $d_0/d < 0.5$ 时，空心轴可近似地看成为实心轴，即 $f_i=1$ 。当 $D_0/D > 2$ 时，外壳刚度远大于轴承外圈刚度， $f_{EG}=f_{ET}=1$ 。

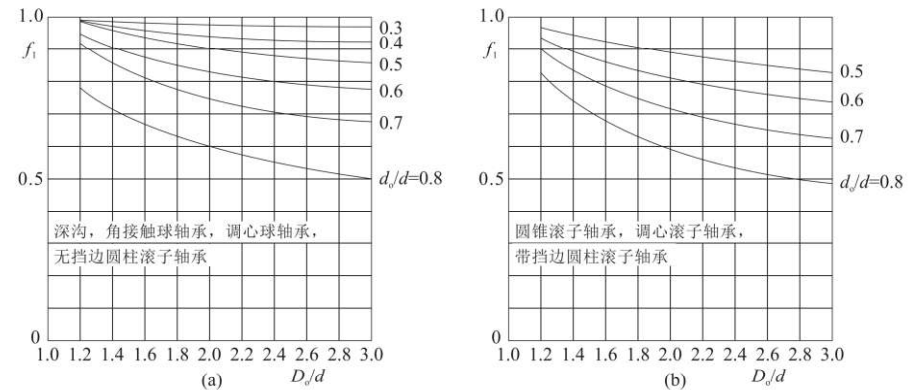


图5-13 系数  $f_i$

表5-25 带1: 12锥度内孔的调心滚子轴承  $\Delta u$ 与 $s$ 关系

配合表面结构形式	工 序	$f_k$
圆柱孔轴承	安装	40-50
	拆卸	60-80
圆锥形轴颈、带紧定套的圆锥孔轴承	安装	55-65
	拆卸	45-70
带退卸套的圆锥孔轴承	安装	100-120
	拆卸	110-150

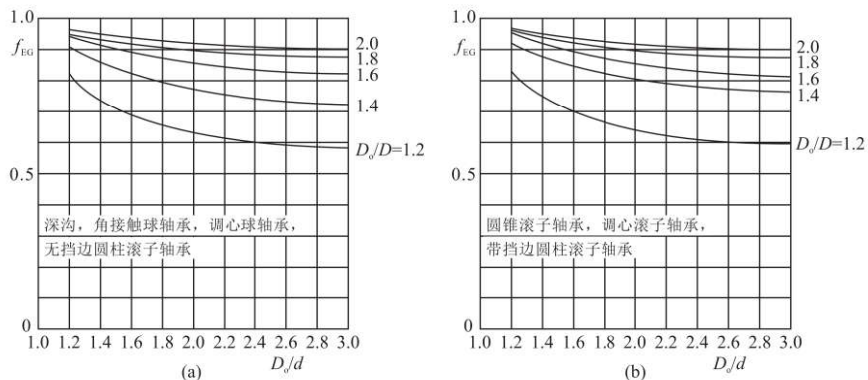


图5-14 系数  $f_{EG}$

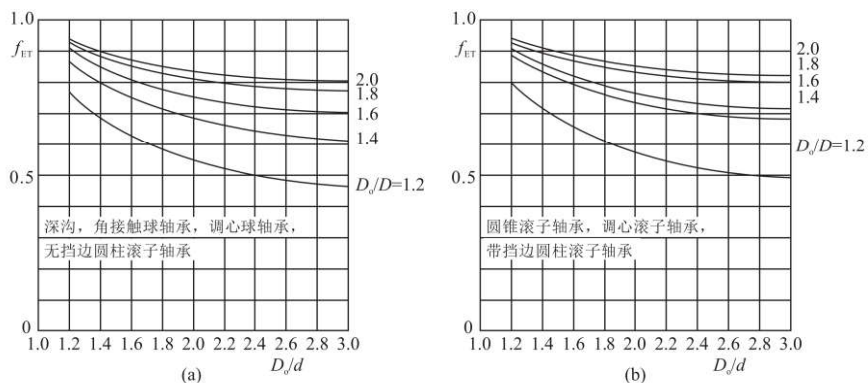


图5-15 系数  $f_{ET}$

## 5.7.2.4 温差法安装

当轴承尺寸较大或过盈量较大时，所需安装压力会显著增大，有些需要多次装拆或更换轴承，尤其是轴承与轻金属座孔的过盈配合，压力法容易导致配合表面损伤。在这些场合下，采用温差法轴承更为合适。

温差法是利用热胀冷缩原理使轴承套圈与轴或孔之间产生温度差进行安装。把轴承装到轴上时，把轴承加热，使内径胀大，套在轴颈上，等轴承冷却后，内径缩小，过盈量恢复，轴承即紧配于轴上。

当轴承需要装入座孔时，可把轴承座加热。如果座孔是机体等大件，不便于加热也可将轴承冷却装入，等轴承恢复到室温，便得到预定的过盈配合。

轴承套圈与轴或座孔之间安装所需的温差取决于过盈量和轴承尺寸。

在对轴承加热时，应严格控制轴承温度，一般应低于其回火温度 $60^{\circ}\text{C}$ – $70^{\circ}\text{C}$ 左右，否则轴承可能发生变形和降低硬度。对于普通轴承，适宜的加热温度为 $80^{\circ}\text{C}$ – $100^{\circ}\text{C}$ ，不允许超过 $120^{\circ}\text{C}$ 。

轴承冷却时，为防止轴承出现冷脆现象，温度一般不低于 $-50^{\circ}\text{C}$ ，有时也可用到 $-80^{\circ}\text{C}$ 。

加热和冷却方法。对轴承加热或冷却可采用多种不同的方法，应根据实际情况作出适当的选择，见表5-26

**表5-26 轴承加热或冷却方法**

加热冷却方法	特 点 及 应 用
烘箱干燥加热法	各种温度可调并可较严格控制的烘箱和干燥箱都可用于加热轴承。烘箱和干燥箱加热轴承安全清洁，温度控制较准确。作为通用设备还可用于其他场合，但加热时间长，工作室空间的限制，无法进行大批量轴承，大型或特大型轴承的加热
加热板加热	轴承放在电热丝加热的加热板上，温度可精确地调节和控制，加热均匀，这种加热设备灵巧方便，使用安全，无人照顾也不会发生过热现象。主要适用于小型轴承
油浴加热法	轴承加入加热的油箱中加热，油最好是变压器油，油温一般控制 $80^{\circ}\text{C}$ – $100^{\circ}\text{C}$ 左右。油浴法加热轴承时，轴承受热均匀，加热速度快，可以加热大型或特大型轴承，不受体积限制，应用广泛。但它不能用于加热内部填充润滑脂的带密封圈或防尘罩的轴承
感应加热法	感应加热法是利用电磁感应的原理在轴承的套圈内产生感应电流，达到对轴承迅速加热的目的。加热速度快，一般只需几十秒，能量损失小，轴承受热均匀，整个装置清洁无污染，结构简单。在我国铁路、冶金等部门得到广泛应用 感应加热法轴承加热即被磁化。加热后必须对其进行退磁。通常在感应加热器上设有自动退磁装置，加热后自动退磁
冷却法	各类能制冷达到要求的低温箱都可用于对轴承进行冷却，也可以用干冰对轴承进行冷却，将轴承放入干冰和酒精（或丙酮或汽油）的混合液中

## 5.7.2.5 压入油注入法安装

轴与轴承间有过盈配合时，配合面间摩擦很大。当过盈较大时还可能损伤配合表面，为减少配合面间的摩擦，安装轻便，保护配合表面，可采用在配合面间注入压力油的方法。图5-16是用这种方法安装锥孔轴承的例子。安装轴承时首先将轴承推入圆锥面上，使其配合面靠紧，拧上圆螺母，用手动油泵或注油器往配合面间注入压油，与此同时，用圆螺母搬手拧动螺母，推动轴承前移，直到适当位置。

用这种方法安装轴承，必须在轴上设置油沟，进油管路及联接管接头的螺纹孔。还要有供压力油装置，结构比较复杂。主要用于配合尺寸较大，且精度要求较高，装拆力很大的轴承。可用于圆锥孔和圆柱孔轴承装拆。

在一些较大型锥孔轴承用的紧定套或退卸套中有的已加工有油沟和油孔，使用压力油注入法装拆轴承比较方便。

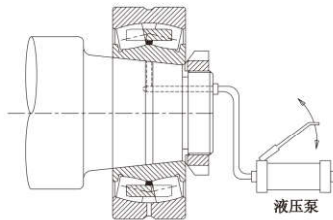


图5-16 用压力油注入法安装轴承

### 5.7.3 滚动轴承的拆卸

轴承拆卸根据轴承类型、精度要求、安装结构、位置、配合性质、尺寸大小、拆下后是否再次使用等选择适宜的拆卸方法和工具。

拆卸轴承时，由于零件生锈、变形等因素的影响，有时比安装轴承更加困难，拆卸轴承同样应十分认真。若轴承拆下后还再次使用，则决不允许通过滚动体传递拆卸力，否则滚道和滚动体都会被压伤，轴承不能再次使用。即使拆卸已经报废的轴承，也不可精心大意，绝不能损坏轴和轴承座。拆卸报废轴承一般应与前者轴承拆卸方法相同。

用压力法拆卸轴承时，中小型轴承使用最多的是拉杆拆卸器，俗称拉马。它的种类很多，其中有些已经商品化，成为通用工具。图5-17为各种拉杆拆卸器和拉杆。

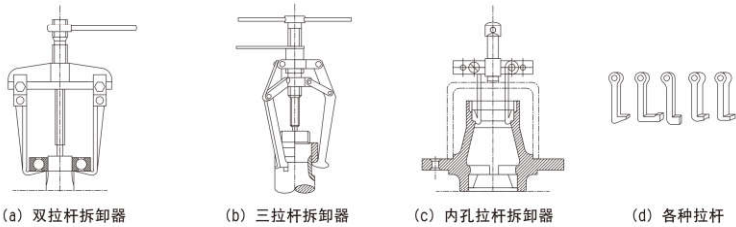


图5-17 拉杆拆卸器应用和拉杆

对于尺寸较大或配合较紧的轴承，可采用图5-18所示拆卸垫块。它由两个半圆垫块和一个外环组成。这种方法使作用轴承套圈端面上压力比较均匀。

使用拉杆拆卸器拆卸轴承必须将拉杆卡住套圈，这就要求结构设计必须留有足够的空间，保证拉杆能够卡住轴承套圈，图5-19所示为轴上或座孔中预先加工出沟槽。

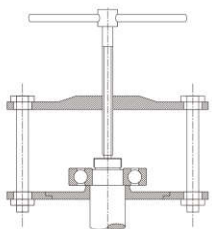


图5-18 利用对分垫块拉杆拆卸轴承

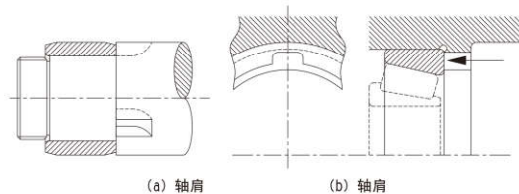


图5-19 轴肩和孔肩处沟槽

拆卸外圈如孔肩高度不够，可用孔肩圆周上等分加工几个螺钉孔(外圈配合较紧)或光孔(配合较松)，以便用螺钉或光杆顶出外圈，如图5-19(b)和图5-20所示。

对于过盈较大的轴承，可以使用各种专用、通用压力机进行拆卸，对于各种不同的结构必须选用不同形状的垫块和压板，如图5-21所示。

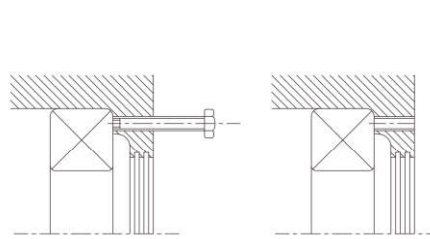


图5-20 螺钉孔光孔顶出套圈

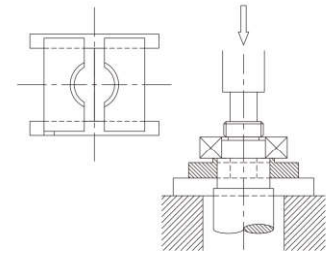


图5-21 用压力机将内圈压出

对于内圈可分离轴承，即轴承外圈与保持架、滚动体组成外圈组件，内圈可与之分离，轴承内圈与轴配合一般较紧，因此拆卸力较大且容易损坏轴或轴承内孔表面。采用轴承感应加热器加热轴承内圈，则拆卸较为方便，如图5-22所示。

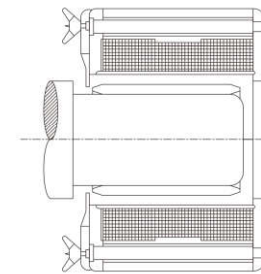


图5-22 感应加热装置

5.8 轴承的损伤与对策

运转中无法直接观察轴承，但通过噪声、振动、温度、润滑剂等的状况可查出轴承异常。下表为轴承损伤的代表例。

项目	现象	原因	措施
剥离	运转面剥离 剥离后呈明 显凸凹状	负荷过大，使用不当 安装不良 轴或轴承箱精度不良 游隙过小 异物侵入 发生生锈 异常高温造成的硬度下降	重新研究使用条件 重新选择轴承 重新考虑游隙 检查轴和轴承箱加工精度 研究轴承周围设计 检查安装时的方法 检查润滑剂及润滑方法
烧伤	轴承发热变色， 进而烧伤不能 旋转	游隙过小（包括变形部分 游隙过小） 润滑不足或润滑剂不当 负荷过大（预压过大） 滚子偏斜	设定适当游隙（增大游隙） 检查润滑剂种类确保注入量 检查使用条件 防止定位误差 检查轴承周围设计（包括轴承受热） 改善轴承组装方法
裂纹缺陷	部分缺口且有裂纹	冲击负荷过大 过盈过大 有较大剥离摩擦裂纹 安装侧精度不良（拐角圆度 过大） 摩擦裂纹 使用不良（用铜锤，卡入大 异物）	检查使用条件 设定适当过盈及检查材质 改善安装及使用的方法 防止摩擦裂纹（检查润滑剂） 检查轴承周围设计
保持架破损	铆钉松动或断裂 保持架破裂	力矩负荷过大 高速旋转或转速变动频繁 润滑不良 卡入异物 振动大 安装不良（倾斜状态下安装） 异常温升（树脂保持架）	检查使用条件 检查润滑条件 重新研究保持架的选择 注意轴承使用 研究轴和轴承箱刚性
擦伤	表面粗糙、伴有 微小溶敷套圈	润滑不良 异物侵入	再研究润滑剂、润滑方法 检查使用条件
卡伤	挡边与滚子端面 的擦伤称作卡伤	轴承倾斜造成的滚子偏斜 轴向负荷大造成的挡边面 断油 表面粗糙度大 滚动物体滑动大	设定适宜的预压 强化密封性能 正确使用轴承
生锈腐蚀	表面局部或全部 生锈，呈滚动物 齿状生锈	保管状态不良 包装不当 防锈剂不足 水分、酸溶液等侵入 直接用手拿轴承	防止保管中生锈 强化密封性能 定期检查润滑油 注意轴承使用
磨蚀	配合面产生红锈 色磨损粉粒	过盈量不够 轴承摇动角小 润滑不足（或处于无润 滑状态） 非稳定性负荷 运输中振动	检查过盈及润滑剂涂布状态 运输时内外圈分开包装 不可分开时则施加预压 重新选择润滑剂 重新选择轴承

项目	现象	原因	措施
剥离	运转面剥离 剥离后呈明 显凸凹状	负荷过大，使用不当 安装不良 轴或轴承箱精度不良 游隙过小 异物侵入 发生生锈 异常高温造成的硬度下降	重新研究使用条件 重新选择轴承 重新考虑游隙 检查轴和轴承箱加工精度 研究轴承周围设计 检查安装时的方法 检查润滑剂及润滑方法
磨损	表面磨损、造成 尺寸变化，多件 有磨损、磨	润滑剂中混入异物 润滑不良 滚子偏斜	检查润滑剂及润滑方法 强化密封性能 防止定位误差
电蚀	滚动面有喷火状 凹坑，进一步发 展则呈波板状	滚动面通电	制作电流旁通阀 采取绝缘措施，避免电流通过 轴承内部
蠕变	内径面或外径面打 滑，造成镜面或 变色，有时卡住	配合处过盈不足 套筒紧固不够 异常温升 负荷过大	重新研究过盈量 研究使用条件 检查轴和轴承箱精度
压痕 碰伤	卡入固体异物， 或冲击造成的表 面凹凸，安装时的 擦伤	固体异物侵入 卡入剥离片 安装不良造成的金属 脱落，在倾斜状态下安装	改善安装、使用方法 防止异物混入 若因金属片引起，则需检查 其他部位

