

JTEKT

VALUE & TECHNOLOGY



—將價值倍增的技術奉獻給您—

總代理:

培林貿易股份有限公司

台北市長安東路一段25號

電話:02-25715221 傳真:02-25239558

<http://www.peilinbrg.com>

E-mail:service@peilinbrg.com

上海分公司:

祥功(上海)國際貿易有限公司

上海市浦東新區川沙建業路315弄3號B區

電話:021-51088330 傳真:021-60753066

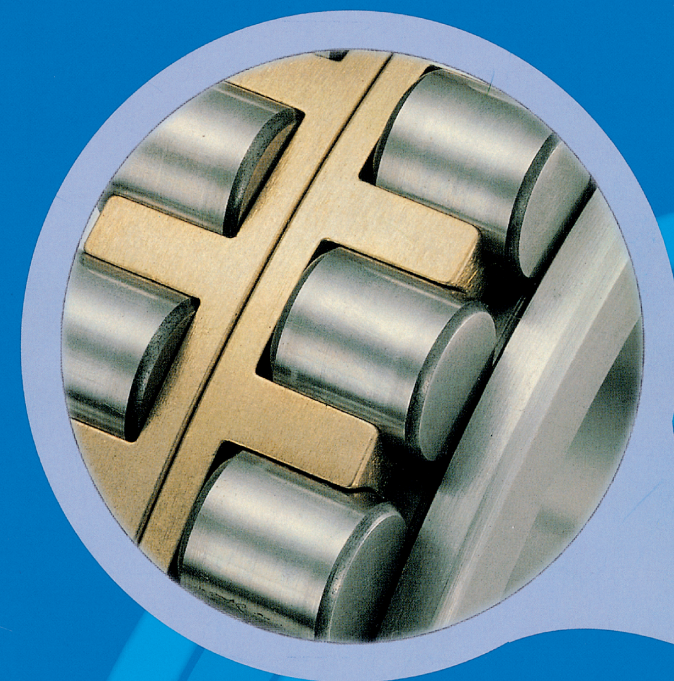
E-mail:sh_peilin@peilinbrg.com

sh_peilin@yahoo.com.cn



Koyo®

滾動軸承技術手冊



总 目 录

技术解说

- 1 滚动轴承的结构与型式**
 - 1.1 结构……………A 1
 - 1.2 型式……………A 1
- 2 轴承选择的概要**……………A 14
- 3 轴承型式的选择**……………A 16
- 4 轴承配置的选择**……………A 20
- 5 轴承尺寸的选择**
 - 5.1 轴承的寿命……………A 24
 - 5.2 轴承寿命的计算……………A 24
 - 5.3 轴承负荷的计算……………A 29
 - 5.4 当量动负荷……………A 34
 - 5.5 基本额定静负荷与当量静负荷……………A 38
 - 5.6 圆柱滚子轴承的允许轴向负荷……………A 40
 - 5.7 应用计算示例……………A 41
- 6 轴承的主要尺寸与公称型号**
 - 6.1 主要尺寸……………A 46
 - 6.2 止动槽与止动环尺寸……………A 47
 - 6.3 公称型号……………A 48
- 7 轴承的精度**
 - 7.1 轴承的精度与等级……………A 52
 - 7.2 精度的测量方法(参考)……………A 74
- 8 轴承的极限转速**
 - 8.1 极限转速的修正……………A 78
 - 8.2 带密封圈球轴承的极限转速……………A 79
 - 8.3 高速旋转注意事项……………A 79
 - 8.4 轴承的摩擦系数(参考)……………A 79
- 9 轴承的配合**
 - 9.1 配合的目的……………A 80
 - 9.2 轴及外壳的尺寸公差与配合……………A 80
 - 9.3 配合的选择……………A 81
 - 9.4 推荐配合……………A 84
- 10 轴承的内部游隙**
 - 10.1 内部游隙的选择……………A 93
 - 10.2 工作游隙……………A 94
- 11 轴承的预紧**
 - 11.1 预紧的目的……………A 106
 - 11.2 预紧的方法……………A 106
 - 11.3 预紧与刚性……………A 107
 - 11.4 预紧力……………A 108
- 12 轴承的润滑**
 - 12.1 润滑的目的与方式……………A 111
 - 12.2 润滑剂……………A 118
- 13 轴承的材料**
 - 13.1 套圈与滚动体材料……………A 122
 - 13.2 保持架材料……………A 124
- 14 轴与外壳的设计**
 - 14.1 轴与外壳的精度与表面粗糙度……………A 125
 - 14.2 轴承安装的相关尺寸……………A 126
 - 14.3 轴的设计示例(轴承的轴向定位)……………A 128
 - 14.4 密封装置……………A 129
- 15 轴承的使用**
 - 15.1 使用注意事项……………A 133
 - 15.2 轴承的保管……………A 133
 - 15.3 轴承的安装……………A 133
 - 15.4 试运转检查……………A 138
 - 15.5 轴承的拆卸……………A 140
 - 15.6 轴承的维护保养……………A 142
 - 15.7 轴承的故障识别方法……………A 142
- 16 轴承损伤示例**……………A 144

1. 滚动轴承的结构与型式

1.1 结构

滚动轴承(以下简称轴承)一般由套圈(内圈、外圈)或滚道圈与滚动体、保持架所构成(图 1.1)。

内圈与外圈之间装有若干个滚动体,由保持架使其保持一定的间隔以免互相接触,从而进行圆滑的滚动。

轴承按滚动体的列数,可以分为单列、双列和多列(三列、四列等)。

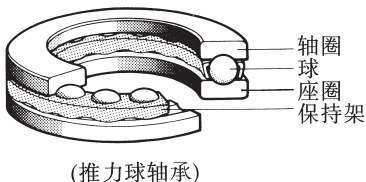
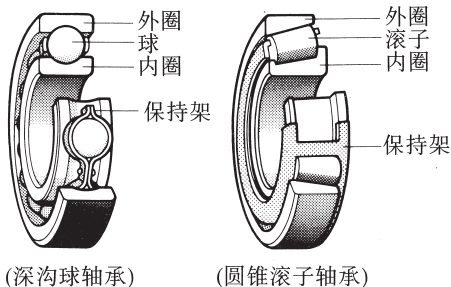


图 1.1 结构示例

1) 套圈(内圈、外圈)与滚道圈

套圈上滚动体滚动的部分称做滚道,其表面称做滚道面。球轴承套圈的滚道又称做沟道。

一般来说,套圈中的内圈和外圈分别与轴和外壳配合。

推力轴承的套圈称做滚道圈,内圈和外圈分别称做轴圈和座圈。

2) 滚动体

滚动体分为球和滚子两大类,滚子根据其形状又有各种型式。

- 球
 - 圆柱滚子 ($L_w < 3D_w$)※
 - ▭ 长圆柱滚子 ($3D_w < L_w < 10D_w$, $D_w > 5\text{mm}$)※
 - ▭ 滚针 ($3D_w < L_w < 10D_w$, $D_w \leq 5\text{mm}$)※
 - ▭ 圆锥滚子(圆台形)
 - ▭ 球面滚子(樽形)
- ※ $\left\{ \begin{array}{l} L_w: \text{滚子长度 (mm)} \\ D_w: \text{滚子直径 (mm)} \end{array} \right\}$

3) 保持架

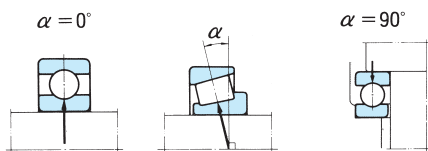
保持架将滚动体部分包围,使其在圆周方向保持一定的间隔。

保持架有冲压保持架、切制保持架、成形保持架和销式保持架等。

与无保持架的满装型球(滚子)轴承相比,带保持架轴承的摩擦阻力较小,适用于高速旋转。

1.2 型式

轴承承受负荷时作用于套圈(滚道圈)与滚动体之间的负荷方向与垂直于轴承中心线的平面所形成的角度称做接触角,用 α 表示。



轴承按接触角 (α) 的不同,主要分为以下两大类:

- 向心轴承 ($0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$)
 - 主要承受径向负荷
- 推力轴承 ($45^\circ < \alpha \leq 90^\circ$)
 - 主要承受轴向负荷

滚动轴承的分类参照图 1.2,各种型式的特点如表 1.1 ~ 表 1.13 所示。

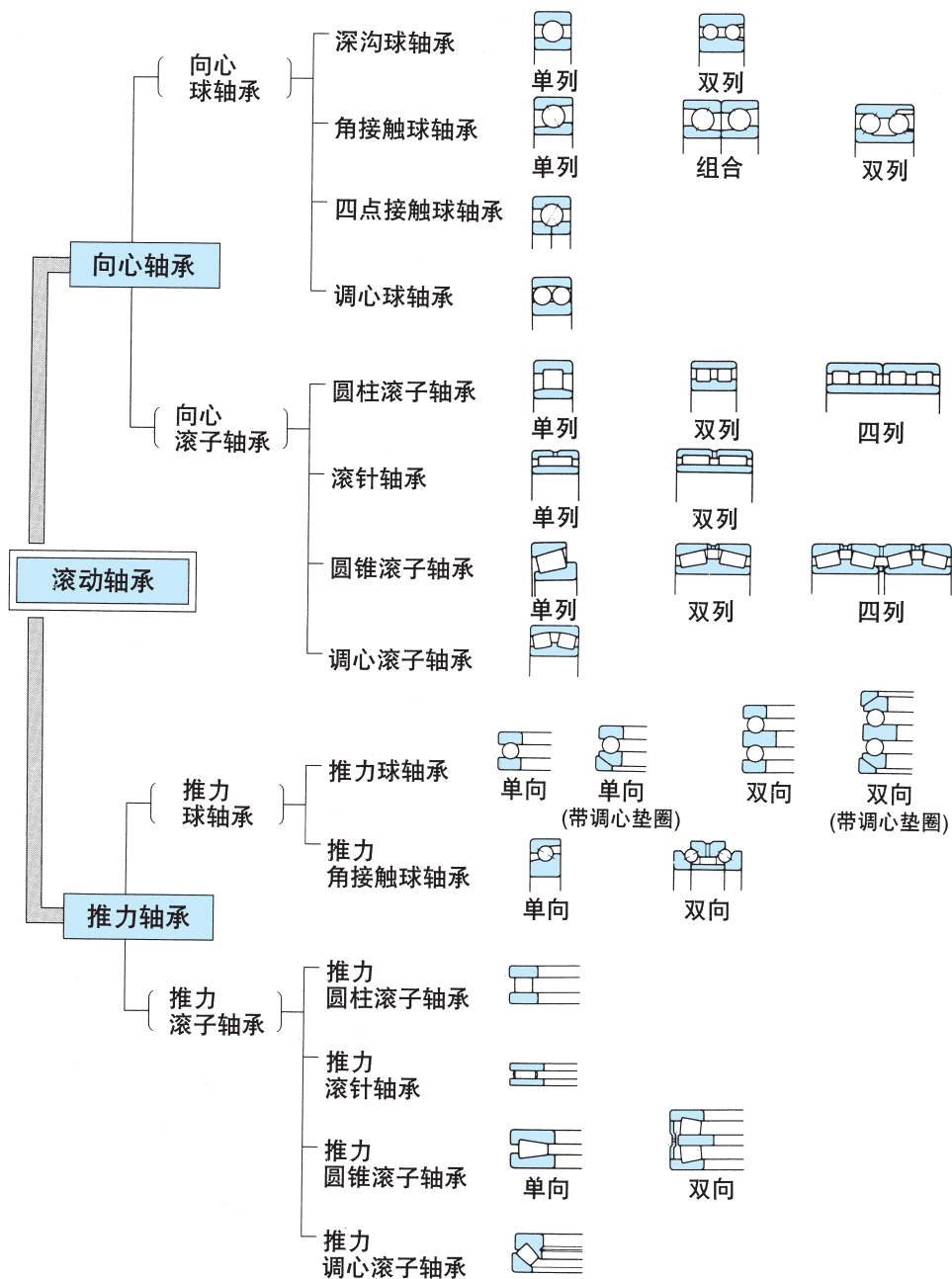
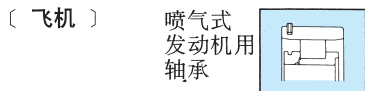
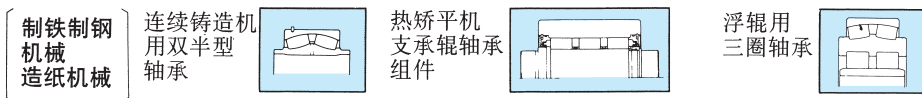
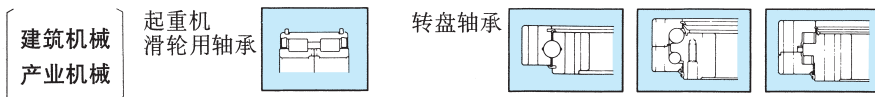
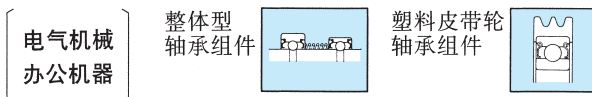
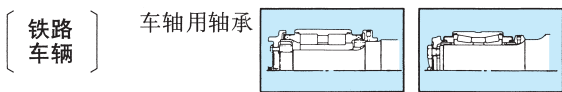
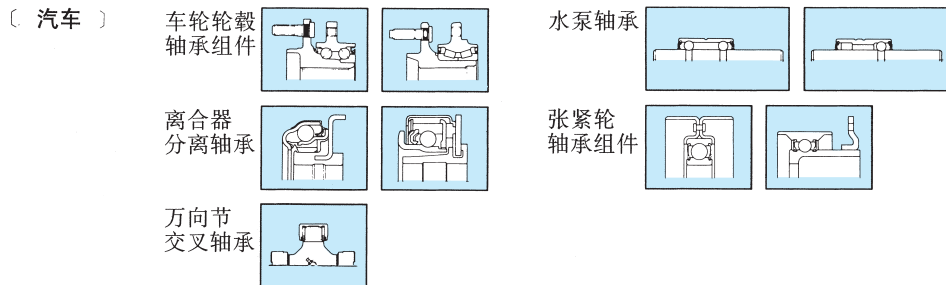


图 1.2(1) 滚动轴承的分类

各种用途的轴承



其他

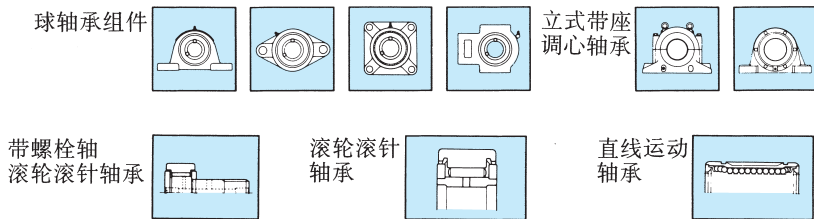


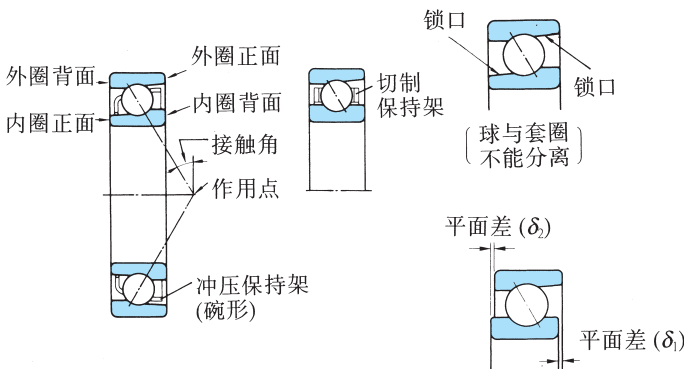
图 1.2(2) 滚动轴承的分类

表 1.2 角接触球轴承

单 列			组 合			双 列	
			背面组合	正面组合	串联组合		
高速用 ACH (带冲压保持架) (带切制保持架)			DB	DF	DT		
7000, 7200, 7300, 7400 接触角 30° 7000B, 7200B, 7300B, 7400B 40° 7900C, 7000C, 7200C, 7300C } 15° ACH900C, ACH000C						3200 3300	5200 5300
■ 套圈与球之间有接触角，标准的接触角为 15°、30° 和 40° [接触角越大轴向负荷能力也越大] [接触角越小则越有利于高速旋转]			■ 单列轴承可承受径向负荷与单向轴向负荷 ■ DB 组合、DF 组合及双列轴承可承受径向负荷与双向轴向负荷。 DT 组合适用于单向轴向负荷较大，单个轴承的额定负荷不足的情况 ■ 高速用 ACH 型轴承球径小、球数多，大多用于机床主轴 ■ 角接触球轴承适用于高速及高精度旋转			■ 结构上为背面组合的两个单列角接触球轴承共用内圈与外圈，可承受径向负荷与双向轴向负荷 ■ 无装填槽轴承也有密封型	
[主要适用的保持架] 钢板冲压保持架(碗形…单列；S 形、冠形…双列) 铜合金或酚醛树脂切制保持架、合成树脂成形保持架			[主要用途] 单列：机床主轴、高频马达、燃气轮机、离心分离机、小型汽车前轮、差速器小齿轮轴 双列：油泵、罗茨鼓风机、空气压缩机、各类变速器、燃料喷射泵、印刷机械			ZZ (带防尘盖) 2RS (带密封圈)	

[主要适用的保持架] 钢板冲压保持架(碗形…单列；S 形、冠形…双列)
铜合金或酚醛树脂切制保持架、合成树脂成形保持架

[主要用途] 单列：机床主轴、高频马达、燃气轮机、离心分离机、小型汽车前轮、差速器小齿轮轴
双列：油泵、罗茨鼓风机、空气压缩机、各类变速器、燃料喷射泵、印刷机械



(参考) KOYO 轴承的接触角

接触角	辅助代号
15°	C
20°	CA
25°	AC
30°	A (省略)
35°	E
40°	B

{ 加工成 $\delta_1 = \delta_2$ (内底加工) 的轴承称做“G 型轴承”，除 DB、DF 和 DT 组合外，还可用于三个一组等自由组合 }

表 1.3 四点接触球轴承

整体型	双半内圈型	双半外圈型
—	6200BI 6300BI	(6200BO) (6300BO)

- 可承受径向负荷与双向轴向负荷
- 单个轴承可代替正面组合或背面组合的角接触球轴承
- 适用于承受纯轴向负荷或轴向负荷成份较大的合成负荷
- 该类轴承承受任何方向的轴向负荷时都能形成其中的一个接触角(α)，因此套圈与球总在任一接触线上的两点接触

〔主要适用的保持架〕 铜合金切制保持架

〔主要用途〕 飞机喷气式发动机、燃汽轮机

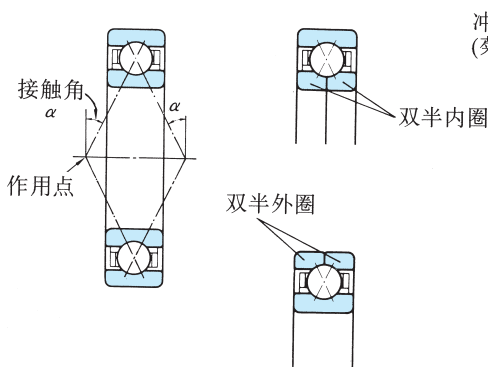


表 1.4 调心球轴承

圆柱孔	圆锥孔	带密封圈
120, 130 1200, 1300 2200, 2300	(11200, 11300) … 宽内圈型	2200 2RS 2300 2RS

- 由于外圈滚道面呈球面，具有调心性能，因此可自动调整因轴或外壳的挠曲或不同心引起的轴心不正
- 圆锥孔轴承通过使用紧固件可方便地安装在轴上

钢板冲压保持架 { 菊形…12、13、22…2RS、23…2RS }
葵形…22、23

木工机械、纺织机械传动轴、立式带座调心轴承

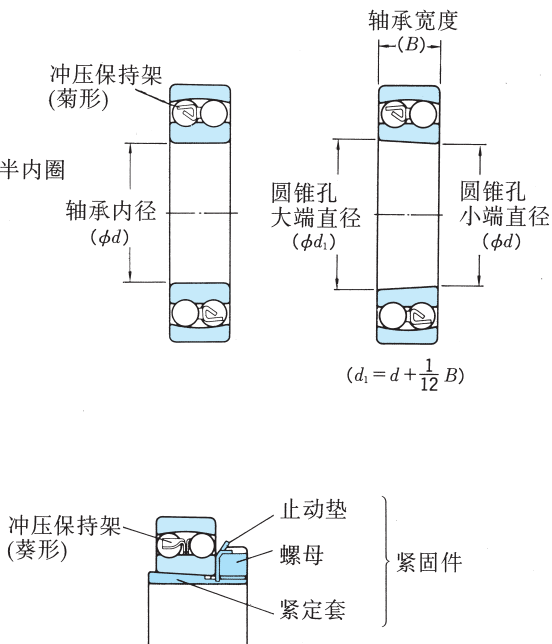


表 1.5 圆柱滚子轴承

单 列						双 列		四 列
NU	NJ	NUP	N	NF	NH	NNU	NN	{ 主要用于 轧钢机辊颈 }
NU1000, NU200 (R), NU300 (R), NU400 NU2200 (R), NU2300 (R) NU3200, NU3300						(圆柱孔) NNU4900 NN3000	(圆锥孔) NNU4900K NN3000K	(FC), (4CR)

- 圆柱滚子与滚道呈线接触，径向负荷能力大，即适用于承受重负荷与冲击负荷，也适用于高速旋转
- N型及NU型可轴向移动，能适应因热膨胀或安装误差引起的轴与外壳相对位置的变化，最适合作为自由端轴承

- NJ型及NF型可承受一定程度的单向轴向负荷，NH型及NUP型可承受一定程度的双向轴向负荷
- 内圈或外圈可分离，便于装拆
- NNU型及NN型抗径向负荷的刚性强，大多用于机床主轴

〔主要适用的保持架〕 钢板冲压保持架(Z形)、铜合金切制保持架、销式保持架、合成树脂成形保持架

〔主要用途〕 中型及大型电动机、发电机、内燃机、燃气轮机、机床主轴、减速装置、装卸搬运机械、各类产业机械

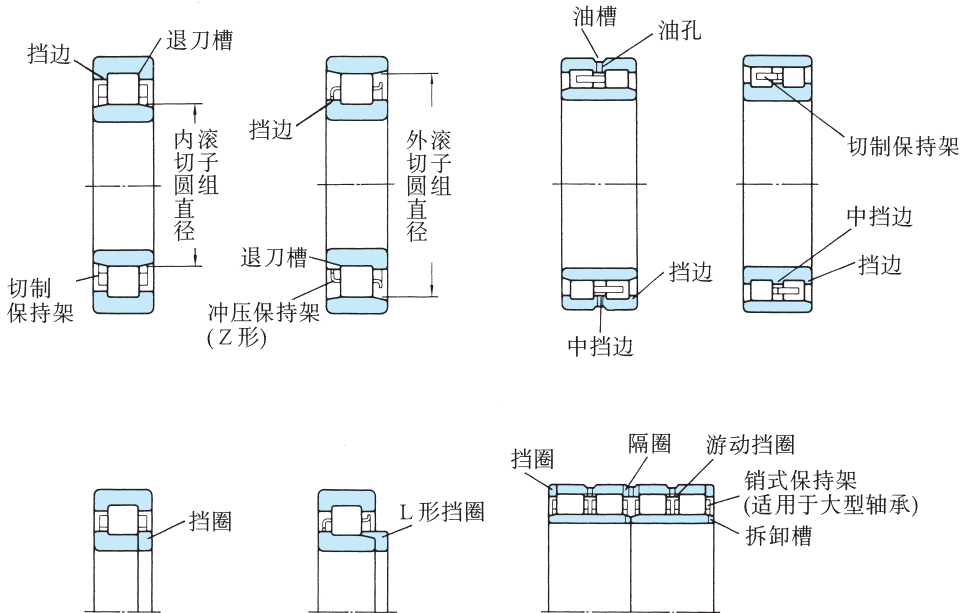
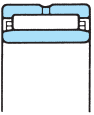

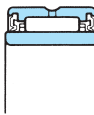
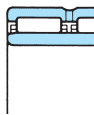
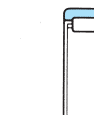


表 1.6 实体型滚针轴承

单 列			双 列	
				
有内圈	无内圈	密封型	有内圈	无内圈
NA4800 NA4900 NA5900 (NQI, NQIS)	RNA4800 RNA4900 RNA5900 (NQ, NQS)	— NA4900UU —	NA6900	RNA6900

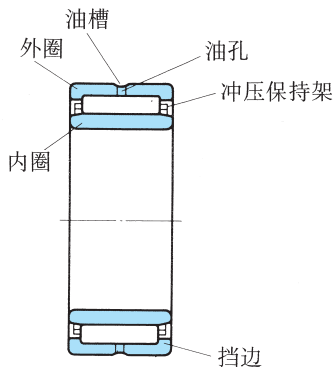
■ 有内圈轴承的基本结构与 NU 型圆柱滚子轴承相同，但由于采用滚针，体积可以缩小，并可承受大径向负荷

■ 无内圈轴承要把具有合适精度和硬度的轴的安装面作为滚道面使用

〔主要适用的保持架〕 钢板冲压保持架

〔主要用途〕 汽车发动机、变速器、泵、挖土机履带轮、提升机、桥式起重机、压缩机

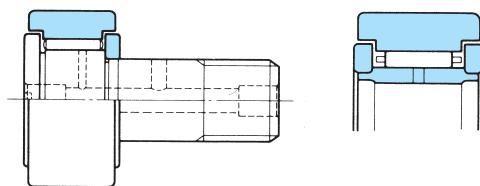
(参考) 滚针轴承除实体型外，还有其他多种型式。详细请参照轴承尺寸表滚针轴承页



滚针和保持架组件




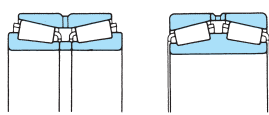
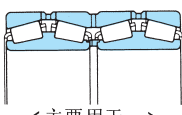
冲压外圈型滚针轴承



带螺栓轴
滚轮滚针轴承

滚轮滚针轴承

表 1.7 圆锥滚子轴承

单 列			双 列		四 列
					
		带凸缘	外向型(TDO型) 内向型(TDI型)		{ 主要用于 [轧钢机辊颈] }
(小锥角)	(中锥角)	(大锥角)	46200	45200	37200
32900JR	30200JR	30200CR	46200A	45300	47200
32000JR	32200JR	32200CR	46300	(45T)	47300
33000JR	33200JR	30300CR	46300A		(47T)
33100JR	30300JR	32300CR	(46T)		
	32300JR				

- 该类轴承装有圆台形滚子，滚子由内圈大挡边引导
- 设计上使得内圈滚道面、外圈滚道面以及滚子滚动面的各圆锥面的顶点相交于轴承中心线上的一点
- 单列轴承可承受径向负荷与单向轴向负荷，双列轴承可承受径向负荷与双向轴向负荷
- 适用于承受重负荷与冲击负荷

- 按接触角(α)的不同，分为小锥角、中锥角和大锥角三种型式，接触角越大轴向负荷能力也越大
- 外圈与内组件(内圈与滚子和保持架组件)可分离，便于装拆
- 后置辅助代号“J”或“JR”的轴承具有国际互换性
- 该类轴承还多使用英制系列产品

[主要适用的保持架] 钢板冲压保持架、合成树脂成形保持架、销式保持架

[主要用途] 汽车：前轮、后轮、变速器、差速器小齿轮轴。机床主轴、建筑机械、大型农业机械、铁路车辆齿轮减速装置、轧钢机辊颈及减速装置

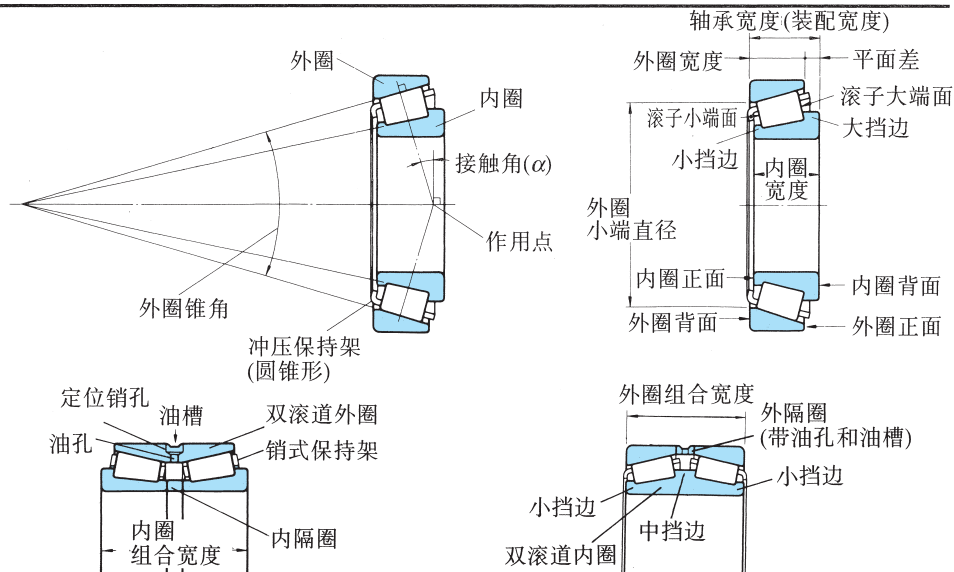



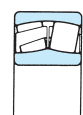



表 1.8 调心滚子轴承

非对称滚子	圆 柱 孔 对 称 滚 子			圆 锥 孔
				
R	RH	RHA	SR	K 或 K30

23900R, 23000R (RH, RHA), 23100R (RH, RHA), 22200R (RH, RHA, SR), 21300R (RH)
 24000R (RH, RHA), 24100R (RH, RHA), 23200R (RH, RHA), 22300R (RH, RHA, SR)

- 该类轴承在球面滚道外圈与双滚道内圈之间装有球面滚子，按内部结构的不同(参照下图)，分为 R、RH、RHA 和 SR 四种型式
- 由于外圈滚道的圆弧中心与轴承中心一致，具有调心性能，因此可自动调整因轴或外壳的挠曲或不同心引起的轴心不正
- 可承受径向负荷与双向轴向负荷。特别是径向负荷能力大，适用于承受重负荷与冲击负荷

- 圆锥孔轴承通过使用紧固件或拆卸套可便于轴上的装拆。
圆锥孔有以下两种(锥度):
· 1:30 (辅助代号: K30) ……适用于 240、241 系列
· 1:12 (辅助代号: K) ……适用于其他系列
- 外圈上可开设油孔、油槽和定位销孔(一个)。内圈上也可开设油孔和油槽

〔主要适用的保持架〕铜合金切制保持架、钢板冲压保持架、销式保持架、合成树脂成形保持架

〔主要用途〕造纸机械、减速装置、铁路车辆车轴、轧钢机齿轮箱座、轧钢机辊道辊子、破碎机、振动筛、印刷机械、木工机械、各类产业用减速机、立式带座调心轴承

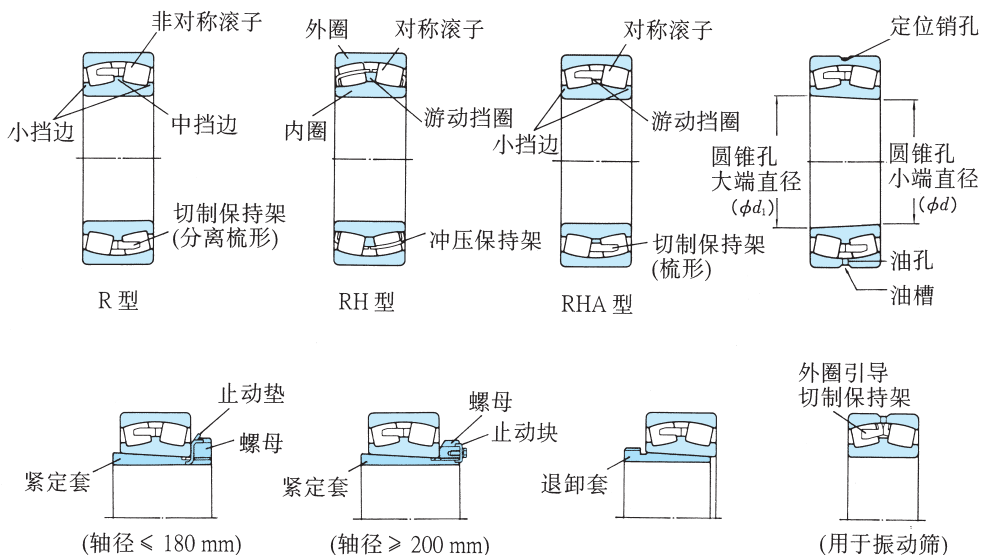


表 1.9 推力球轴承

单 向			双 向		
平面座圈型	调心座圈型	带调心垫圈	平面座圈型	调心座圈型	带调心垫圈
51100	—	—	—	—	—
51200	53200	53200U	52200	54200	54200U
51300	53300	53300U	52300	54300	54300U
51400	53400	53400U	52400	54400	54400U

■ 由带滚道的垫圈形滚道圈与球和保持架组件构成

■ 与轴配合的滚道圈称做轴圈，与外壳配合的滚道圈称做座圈。

双向轴承则将中圈与轴配合

■ 单向轴承可承受单向轴向负荷，双向轴承可承受双向轴向负荷

(二者均不能承受径向负荷)

■ 座圈的安装面呈球面的轴承具有调心性能，可以减少安装误差的影响

〔主要适用的保持架〕 钢板冲压保持架、铜合金或酚醛树脂切制保持架、合成树脂成形保持架

〔主要用途〕 汽车转向销、机床主轴

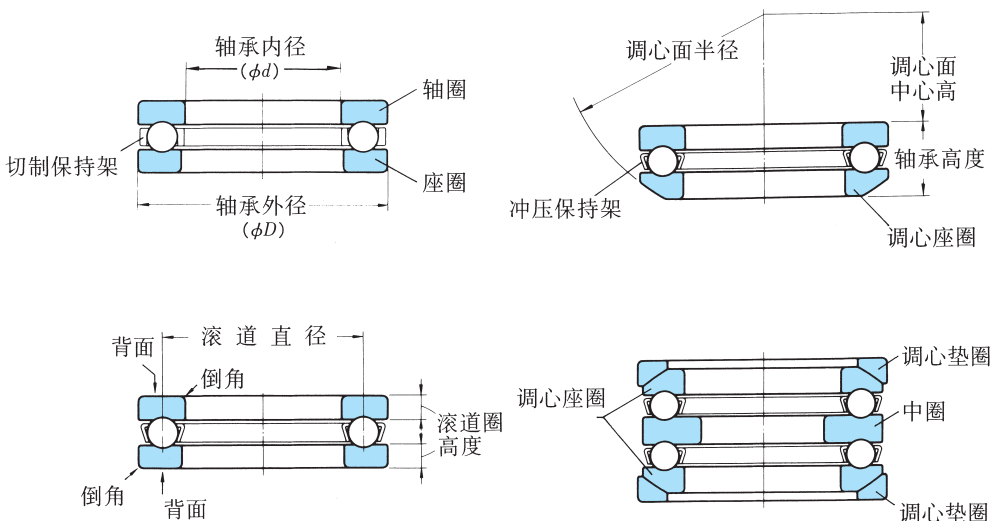
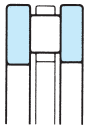


表 1.10 推力圆柱滚子轴承

单	向
	
(THR...R)	

- 由垫圈形滚道圈(轴圈、座圈)与圆柱滚子和保持架组件构成。圆柱滚子采用凸面加工,因此滚子与滚道面之间的压力分布均匀
- 可承受单向轴向负荷
- 轴向负荷能力大, 轴向刚性也强

〔主要适用的保持架〕 铜合金切削保持架

〔主要用途〕 石油钻机、制铁制钢机械

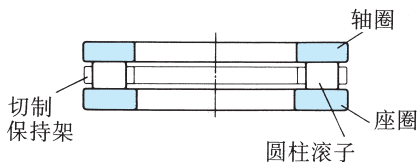
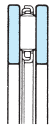



表 1.11 推力滚针轴承

分离型	非分离型
	
(TPW) (TPWS) (TPWWS)	(TK) (TPK) (TFK)

- 分离型轴承由滚道圈与滚针和保持架组件构成, 可与冲压加工的薄型滚道圈(W)或切削加工的厚型滚道圈(WS)任意组合
- 非分离型轴承是由经精密冲压加工的滚道圈与滚针和保持架组件构成的整体型轴承
- 可承受单向轴向负荷
- 该类轴承占用空间小, 有利于机械的紧凑设计
- 大多仅采用滚针和保持架组件, 而把轴及外壳的安装面作为滚道面使用

钢板冲压保持架、合成树脂成形保持架

汽车、耕耘机、机床等的变速装置

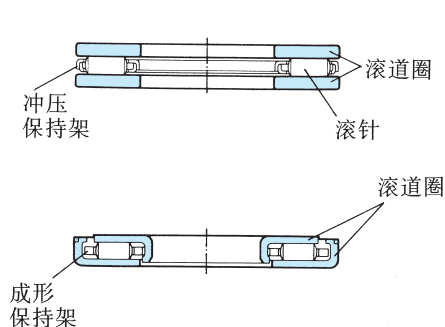
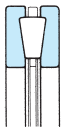
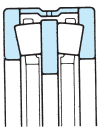


表 1.12 推力圆锥滚子轴承

单 向	双 向
	
(T) (THR)	(2THR)

- 该类轴承装有圆台形滚子(大端为球面), 滚子由滚道圈(轴圈、座圈)挡边准确引导
- 设计上使得轴圈和座圈滚道面以及滚子滚道面的各圆锥面的顶点相交于轴承中心线上的一点
- 单向轴承可承受单向轴向负荷, 双向轴承可承受双向轴向负荷
- 双向轴承将中圈与轴配合, 但由于采用间隙配合, 因此必须用轴套等使中圈轴向定位

〔主要适用的保持架〕铜合金切制保持架

〔主要用途〕单向：起重机吊钩、
石油钻机转环
双向：轧钢机辊颈

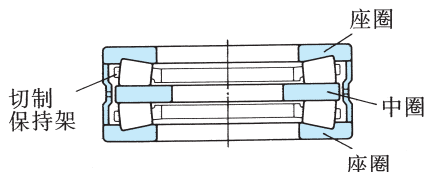
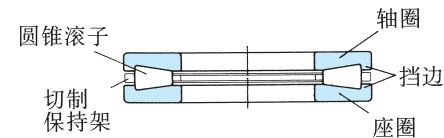
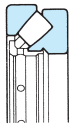


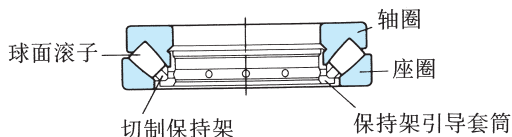
表 1.13 推力调心滚子轴承


29200 29300 29400

- 该类轴承中球面滚子倾斜排列, 由于座圈滚道面呈球面, 具有调心性能, 因此可允许轴有若干倾斜
- 轴向负荷能力非常大, 在承受轴向负荷的同时还可承受若干径向负荷
- 使用时一般采用油润滑

铜合金切制保持架

水力发电机、立式电动机、船舶用螺旋桨轴、
轧钢机轧制螺杆用减速机、塔吊、碾煤机、
挤压机、成形机



2. 轴承选择的概要

轴承种类型多，尺寸范围广，为选择对达到设计目标最为合适的轴承，需要从机械的使用条件、对轴承的性能要求、轴承周边的规格参数直至市场性和经济性等多方面进行综合分析。

由于一般先确定轴径再选择轴承，因此要先以轴承内径为基准并考虑轴承的安装空间及配置方式等条件，初步确定轴承的型式。

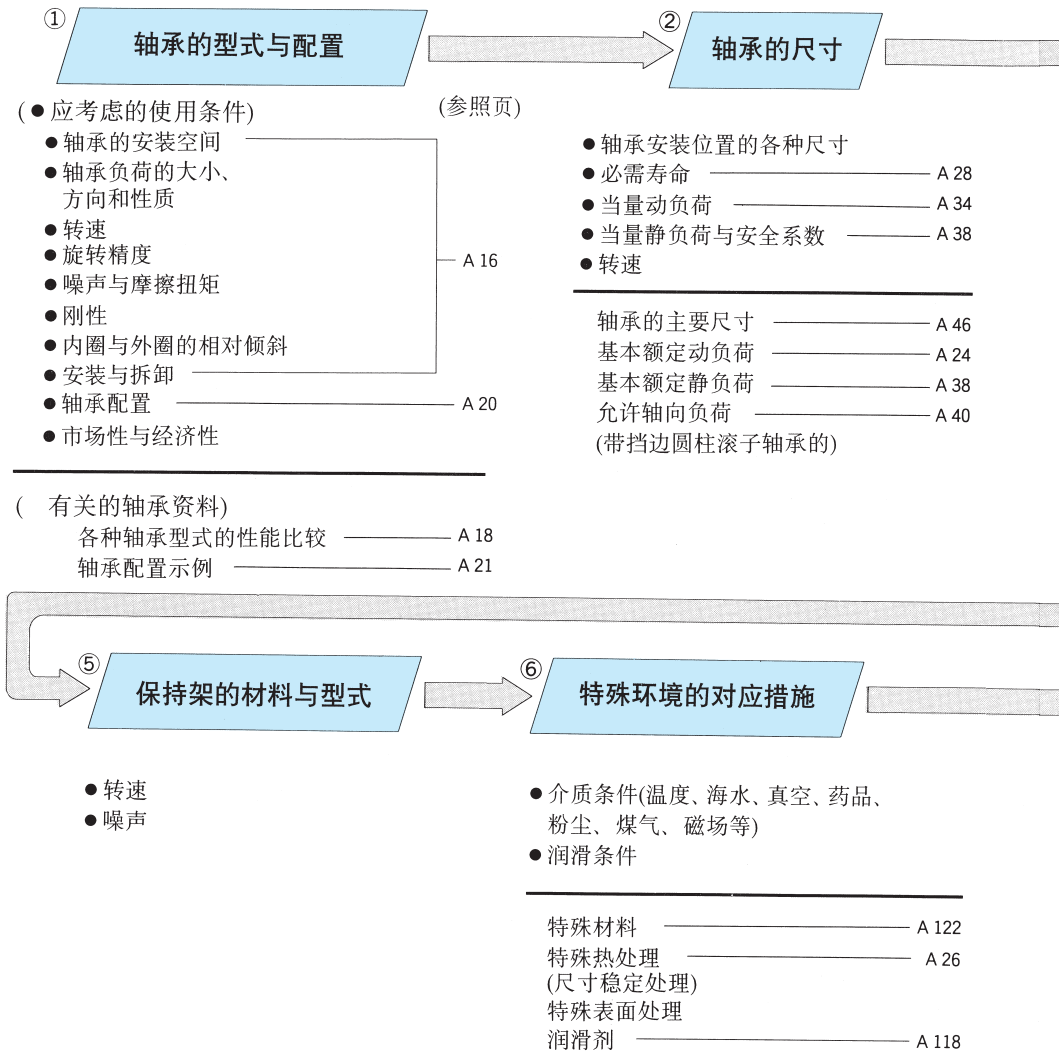


图 2.1(1) 轴承选择程序示例

其次，分析比较“机械要求的轴承必需寿命”与“根据轴承负荷计算的轴承寿命”，确定轴承的尺寸。

再根据需要确定精度等级、内部游隙、保持架、润滑剂等轴承内部规格。

图2.1为一般的轴承选择程序和应考虑的使用条件。但并非一定要遵循规定的程序，而是应该使最重要的性能要求得到满足。

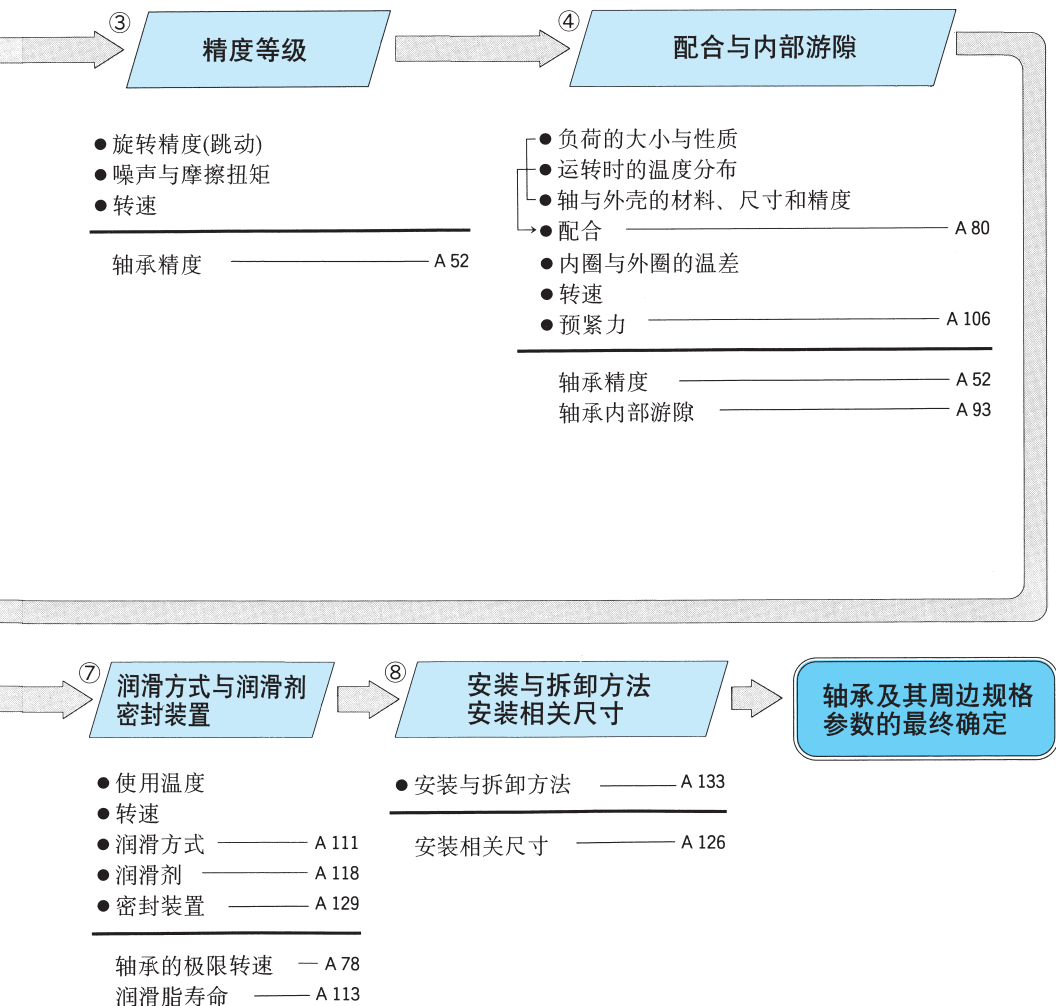


图 2.1(2) 轴承选择程序示例

3. 轴承型式的选择

选择轴承型式时, 全面掌握轴承的使用条件是至关重要的。表3.1列出了主要的

分析项目, 表3.2则为各种轴承型式的性能比较。

表 3.1(1) 轴承型式的选择

分析项目		选择方法	参照页
1) 轴承的安装空间	能容纳于轴承安装空间内的轴承型式	<ul style="list-style-type: none"> ● 由于设计轴系时注重轴的刚性和强度, 因此一般先确定轴径, 即轴承内径。 但滚动轴承有多种尺寸系列和型式(图3.1), 应从中选择最为合适的轴承型式 	A 46
2) 负 荷	轴承负荷的大小、方向和性质 { 轴承的负荷能力用基本额定负荷表示, 其数值载于轴承尺寸表 }	<ul style="list-style-type: none"> ● 轴承负荷富于变化, 如负荷的大小、是否只有径向负荷、轴向负荷是单向还是双向、振动或冲击的程度等等。在考虑了这些因素后, 再来选择最为合适的轴承型式 ● 一般来说, 相同内径的轴承的径向负荷能力按下列顺序递增: { 深沟球轴承 < 角接触球轴承 < 圆柱滚子轴承 } { < 圆锥滚子轴承 < 调心滚子轴承 } 	A 18 (表 3.2) A 81
3) 转 速	能适应机械转速的轴承型式 { 轴承转速的界限值基准用极限转速表示, 其数值载于轴承尺寸表 }	<ul style="list-style-type: none"> ● 轴承的极限转速不仅取决于轴承型式, 还局限于轴承尺寸、保持架型式、精度等级、负荷条件和润滑方式等, 因此, 选择时必须考虑这些因素 ● 下列轴承大多用于高速旋转: { 深沟球轴承、角接触球轴承、圆柱滚子轴承 } 	A 18 (表 3.2) A 78
4) 旋转精度	具有所需旋转精度的轴承型式 { 轴承的尺寸精度和旋转精度已由JIS按轴承型式标准化了 }	<ul style="list-style-type: none"> ● 机床主轴、燃气轮机和控制机器分别要求高旋转精度、高转速和低摩擦, 这时应该使用5级精度以上的轴承 ● 一般使用下列轴承: { 深沟球轴承、角接触球轴承、圆柱滚子轴承 } 	A 18 (表 3.2) A 52
5) 刚 性	能满足机械轴系所需刚性的轴承型式 { 轴承承受负荷时, 滚动体与滚道的接触部分会产生弹性变形, “高刚性”是指这种弹性变形的变形量较小 }	<ul style="list-style-type: none"> ● 在机床主轴和汽车末级减速装置等部位, 在提高轴的刚性的同时, 还必须提高轴承的刚性 ● 滚子轴承承受负荷时产生的变形比球轴承小 ● 对轴承施加预紧(负荷隙)可以提高刚性。该方法适用于角接触球轴承和圆锥滚子轴承 	A 18 (表 3.2) A 106

表 3.1(2) 轴承型式的选择

分析项目	选择方法	参照页
6) 内圈与外圈的相对倾斜 分析使轴承内圈与外圈产生相对倾斜的因素(如负荷引起的轴的挠曲、轴及外壳的精度不良或安装误差), 并选择能适应这种使用条件的轴承型式 { 轴承的允许倾斜角(或调心角)载于各类轴承尺寸表前的解说 }	<ul style="list-style-type: none"> ● 如果内圈与外圈的相对倾斜过大, 轴承会因产生内部负荷造成损伤。因此应选择可以承受这种倾斜的轴承型式 ● 一般来说, 允许倾斜角(或调心角)按下列顺序递增: { 圆柱滚子轴承 < 圆锥滚子轴承 < 深沟球轴承 } { 角接触球轴承 < 调心滚子(球)轴承 } 	A 18 (表 3.2)
7) 安装与拆卸	<ul style="list-style-type: none"> ● 装拆频繁时, 使用内圈与外圈可分离的圆柱滚子轴承、滚针轴承及圆锥滚子轴承较为方便 ● 圆锥孔调心球轴承及圆锥孔调心滚子轴承通过使用紧固件或退卸套可便于装拆 	A 18 (表 3.2)

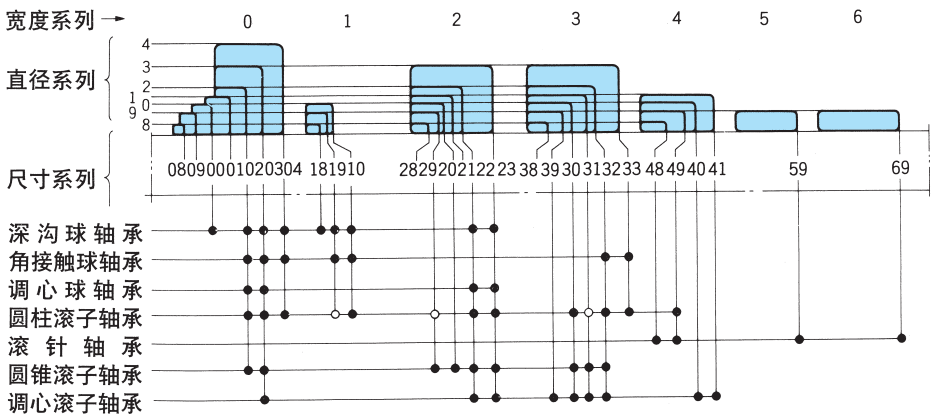








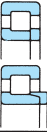



图 3.1 向心轴承的尺寸系列

表 3.2 各种轴承型式的性能比较

		深沟球轴承 	角接触球轴承			四点接触球轴承 	调心球轴承 	圆柱滚子轴承				
			单列 	组合 	双列 			NU·N 	NJ·NF 	NUP·NH 	NNU·NN 	
负 荷 能 力	径向负荷	○	○	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	
	轴向负荷	○ ↔	◎ ←	◎ ↔※	◎ ↔	◎ ↔	△ ↔	×	△ ←	△ ↔	×	
	合成负荷	○	○	◎	◎	○	△	×	△	△	×	
	振 动 冲 击	△	△	△	△	△	△	◎	◎	◎	◎	
高 速 旋 转	◎	◎	◎	○	◎	△	◎	◎	◎	◎		
高 精 度 旋 转	◎	◎	◎		◎		◎				◎	
低 噪 声 低 扭 矩	◎						○					
刚 性			○		○		○	○	○	○	◎	
内圈与外圈的允许倾斜	○	△	×	×	×	◎	△	△	△	△	△	
内圈与外圈的分离	×	×	×	×	■※	×	■	■	■	■	■	
配 置	固定端用	■ ↔	■ ←	■ ↔	■ ↔	■ ↔	■ ↔	×	■ ←	■ ↔	×	
	自由端用	□		□	□	□	□	■	□	□	■	
备 注		将两个轴承正面或背面配置使用 ※ DT 组合仅为单向			※也有非分离型							
参 照 页	A4 B4	A5 B58			A6 B58	A6 B138	A7 B158					

◎ 优 ○ 良 △ 略可 × 不可 ↔ 双向 ← 仅单向

■ 合适 □ 合适, 但需利用配合面避让轴的伸缩

滚针轴承 (实体型)	圆锥滚子轴承		调心 滚子 轴承	推力球轴承		双向推力 角接触球 轴 承	推力 圆柱 滚子 轴 承	推力 滚针 轴 承	推力 圆锥 滚子 轴 承	推力 调心 滚子 轴 承	参照页
	单 列	双列、四列		平 面 座 型	带 调 心 垫 圈						
											—
◎	◎	◎	◎	×	×	△	×	×	×	△	—
×	◎ ←	◎ ↔	△ ↔	○ ←*	○ ←*	◎ ↔	◎ ←	◎ ←	◎ ←	◎ ←	—
×	◎	◎	△	×	×	△	×	×	×	△	—
○	◎	◎	◎	△	△	△	○	○	◎	◎	—
○	○	○	○	△	△	○	△	△	△	△	A 16 A 78
	○			○		◎					A 16,52 A 111
											A 16
○	○	◎				○	◎	◎	◎		A 16
△	△	△	◎	×	◎	×	×	×	×	◎	A 17 各类轴承 尺寸表前 的解说
■	■	■	×	■	■	■	■	■*	■	■	—
×	■ ←	■ ↔	■ ↔								A 20
■		□	□								A 20
	将两个轴 承正面或 背面配置 使用			* 双向轴承 可为双向				* 也有 非分离 型			—
A 8 B 412	A 9 B 204		A 10 B 314	A 11 B 380		— —	A 12 —	A 12 B 412	A 13 —	A 13 B 402	—

4. 轴承配置的选择

机械的类型不一样，轴承的使用条件会有差别，对其性能要求也不尽相同，但一般来说，一根轴上使用的轴承不少于两个。

而且，为了便于轴向定位，使用时大多将一个轴承用作固定端轴承，其余则用作自由端轴承。

表 4.1 固定端轴承与自由端轴承

	内 容	适用的轴承型式	图例
固 定 端 承 轴	<ul style="list-style-type: none"> ● 用于使轴承轴向定位及固定 ● 选用可同时承受径向负荷与轴向负荷的轴承 ● 为承受双向轴向负荷，安装时还需要根据轴向负荷的大小考虑相应的强度 	深沟球轴承 组合角接触球轴承 双列角接触球轴承 调心球轴承 带挡边圆柱滚子轴承 (NUP 型、NH 型) 双列圆锥滚子轴承 调心滚子轴承	
自 由 端 承 轴	<ul style="list-style-type: none"> ● 用于避让因运转时的温度变化引起的轴的伸缩，以及用于调整轴承的轴向位置 ● 宜选用只承受径向负荷且内圈与外圈可分离的轴承 ● 使用非分离型轴承时，外圈与外壳之间一般采用间隙配合，以便轴伸缩时连同轴承一起做轴向避让。有时也利用轴与内圈的配合面做轴向避让 	<ul style="list-style-type: none"> ● 分离型 圆柱滚子轴承 (NU 型、N 型) 滚针轴承(NA 型等) ● 非分离型 深沟球轴承 组合角接触球轴承 (背面组合) 双列角接触球轴承 调心球轴承 双列圆锥滚子轴承 (TDO 型) 调心滚子轴承 	例 1 S 例 11
不 分 端 与 自 由 端 时	<ul style="list-style-type: none"> ● 在轴承间距小、轴伸缩的影响不大时，将可承受轴向负荷的两个角接触球轴承或圆锥滚子轴承等正面或背面配置使用 ● 用螺母或垫片调整安装后的轴向游隙 	深沟球轴承 角接触球轴承 调心球轴承 圆柱滚子轴承(NJ 型、NF 型) 圆锥滚子轴承 调心滚子轴承	例 12 S 例 16
用 于 立 轴 时	<ul style="list-style-type: none"> ● 固定端选用可同时承受径向负荷与轴向负荷的轴承。轴向负荷较大时，将推力轴承与向心轴承并用 ● 同样自由端选用只可承受径向负荷的轴承，以避让轴的伸缩 	<ul style="list-style-type: none"> ● 固定端 组合角接触球轴承 (背面组合) 双列圆锥滚子轴承 (TDO 型) 推力轴承与向心轴承并用 	例 17 例 18

表 4.2(1) 轴承配置示例

图例	轴 承 配 置		摘 要	用 例
	固定端	自由端		
例 1			<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于高速旋转，一般广为采用 ○ 不适用于可能产生轴承之间不同心或轴挠曲的场合 	中型电动机 鼓风机等
例 2			<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于高速旋转以及负荷或冲击负荷大于例 1 的场合 ○ 由于轴承为分离型，适用于内圈与外圈均需要过盈配合的场合 ○ 不适用于可能产生轴承之间不同心或轴挠曲的场合 	铁路车辆 主电动机
例 3			<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于负荷或冲击负荷大于例 2 的场合 ○ 这种配置要求固定端具有高刚性，使用时采用背面组合并施加预紧 ○ 需要提高轴与外壳的精度，减小安装误差 	轧钢机 辊道辊子 车床主轴
例 4			<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于高速旋转以及轴向负荷小于例 3 的场合 ○ 适用于内圈与外圈均需要过盈配合的场合 ○ 也可在固定端用双列角接触球轴承代替组合角接触球轴承 	电动机
例 5			<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于轴向负荷不太大的场合 ○ 适用于内圈与外圈均需要过盈配合的场合 	造纸用 研光辊 柴油机车 车轴
例 6			<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于高速旋转且径向负荷大、轴向负荷也存在的场合 ○ 为避免深沟球轴承承受径向负荷，其外圈与外壳之间留有间隙 	柴油机车 变速器
例 7			<ul style="list-style-type: none"> ○ 最为常用的配置 ○ 除径向负荷外，还可承受一定程度的轴向负荷 	泵 汽车变速器

表 4.2(2) 轴承配置示例

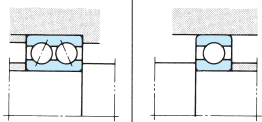
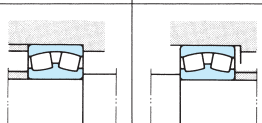
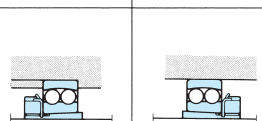
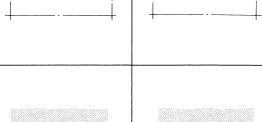
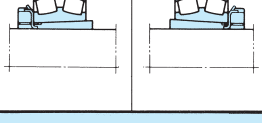
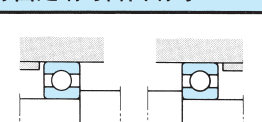
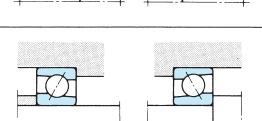
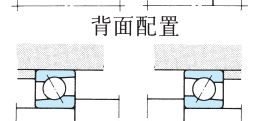


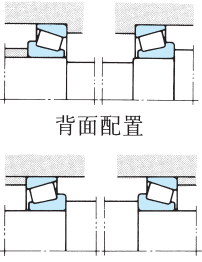
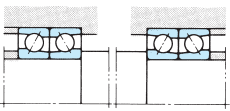
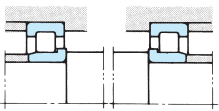
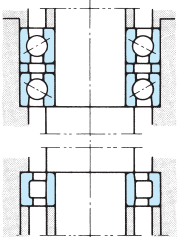
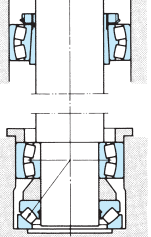
图例	轴 承 配 置		摘 要	用 例
	固定端	自由端		
例 8			<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于较大的轴向负荷双向作用的情况 ○ 也可在固定端用组合角接触球轴承代替双列角接触球轴承 	蜗轮蜗杆减速机
例 9			<ul style="list-style-type: none"> ○ 最适用于有安装误差或轴挠曲的情况 ○ 除可承受大径向负荷外，还可承受一定程度的轴向负荷 	轧钢机 辊道辊子用 减速机 桥式起重机 行走轮
例 10			<ul style="list-style-type: none"> ○ 最适用于有安装误差或轴挠曲的情况 ○ 使用紧固件可便于装拆，适用于没有轴肩或螺纹的长轴 ○ 不适用于承受轴向负荷 	产业机械 副轴
例 11			<ul style="list-style-type: none"> ○ 最适用于有安装误差或轴挠曲的情况 ○ 适用于负荷或冲击负荷大于例 10 的情况 ○ 除径向负荷外，还可承受一定程度的轴向负荷 	轧钢机 辊道辊子
不分固定端与自由端时			摘 要	用 例
例 12			<ul style="list-style-type: none"> ○ 最常用于小型机械或承受小负荷的情况 ○ 施加轻预紧使用时，可在一端的外圈侧面加弹簧或厚度经过修磨的垫片 	小型电动机 小型减速器 小型泵
例 13	<p>背面配置</p> <p>正面配置</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于施加预紧以提高轴的刚性的场合。大多用于轴向负荷较大且高速旋转的部位 ○ 背面配置适用于承受力矩 ○ 施加预紧使用时，应注意预紧力的调整 	机床主轴

表 4.2(3) 轴承配置示例

图例	不分固定端与自由端时	摘 要	用 例
例 14	 <p>背面配置</p> <p>正面配置</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于轴向负荷或冲击负荷大于例 13 的场合 ○ 适用于施加预紧以提高轴的刚性的场合 ○ 背面配置适用于承受力矩 ○ 内圈需要过盈配合时，采用正面配置可便于安装。一般适用于有安装误差的场合 ○ 施加预紧使用时，应注意预紧力的调整 	减速器 汽车车轴
例 15		<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于承受轻负荷以及要求高精度及高速旋转的场合 ○ 适用于施加预紧以提高轴的刚性的场合 ○ 除图示的背面组合外，还采用正面组合及串联组合 	机床主轴
例 16		<ul style="list-style-type: none"> ○ 可承受重负荷与冲击负荷 ○ 还适用于内圈与外圈均需要过盈配合的场合 ○ 要注意防止运转时轴向内部游隙过小 	建筑机械 末级减速装置
用于立轴时		摘 要	用 例
例 17	 <p>固定端</p> <p>自由端</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 本例在固定端使用组合角接触球轴承，自由端使用圆柱滚子轴承，适用于高速旋转 	立式电动机 立式泵
例 18	 <p>自由端</p> <p>固定端</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 适用于低速、重负荷且轴向负荷大于径向负荷的场合 ○ 具有调心性能，适用于可能产生轴承之间不同心或轴挠曲的场合 	起重机的 中心轴 立式泵

5. 轴承尺寸的选择

5.1 轴承的寿命

轴承在承受负荷旋转时,由于套圈滚道面及滚动体滚动面不断地受到交变负荷的作用,即使使用条件正常,也会因材料疲劳使滚道面及滚动面出现鱼鳞状损伤(称做剥离或剥落)(参照A 144 页)。

出现这种滚动疲劳损伤之前的总旋转数称做轴承的“疲劳寿命”。

即使是结构、尺寸、材料、加工方法等完全相同的轴承,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即具有离散性,应从统计的角度来考虑。

于是就将一批相同的轴承在同样条件下分别旋转时,其中90%的轴承不出现滚动疲劳损伤的总旋转数称做“轴承的基本额定寿命”(即可靠性为90%的寿命)。

在以固定的转速旋转时,也可用总旋转时间表示。

但在实际工作时,还会出现滚动疲劳损伤以外的损伤现象(如磨损、烧伤、蠕变、磨蚀、压痕、断裂等)(参照A 144 页 16. 轴承损伤示例)。

这些损伤可以通过做好轴承的选择、安装和润滑等加以避免。

5.2 轴承寿命的计算

5.2.1 基本额定动负荷

基本额定动负荷表示轴承耐滚动疲劳的能力(即负荷能力),是指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 C_r 与 C_a 表示,其数值载于轴承尺寸表。

5.2.2 基本额定寿命

式(5.1)表示轴承的基本额定动负荷、当量动负荷及基本额定寿命之间的关系。

轴承以固定的转速旋转时,用时间表示寿命更为方便,如式(5.2)所示。

另外,对于铁路车辆或汽车等用行走距离(km)表示寿命较多,如式(5.3)所示。

$$\text{(总旋转数)} \quad L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \dots\dots\dots (5.1)$$

$$\text{(时间)} \quad L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^p \dots\dots\dots (5.2)$$

$$\text{(行走距离)} \quad L_{10s} = \pi DL_{10} \dots\dots\dots (5.3)$$

这里,

L_{10} : 基本额定寿命, 10^6 转

L_{10h} : 基本额定寿命, h

L_{10s} : 基本额定寿命, km

P : 当量动负荷, N{kgf}
……(参照A 34 页)

C : 基本额定动负荷, N{kgf}

n : 转速, rpm

p : 寿命指数 球轴承…… $p = 3$
滚子轴承…… $p = 10/3$

D : 车轮或轮胎直径, mm

因此，作为轴承的使用条件，设当量动负荷为 P ，转速为 n ，则满足设计寿命所需要的轴承基本额定动负荷 C 可由式(5.4)计算。从轴承尺寸表中选出满足 C 值的轴承，即可确定轴承的尺寸。

机械要求的轴承必需寿命请参考 A 28 页表 5.4。

$$C = P \left(L_{10h} \times \frac{60n}{10^6} \right)^{1/p} \dots\dots\dots (5.4)$$

〔参考〕

用寿命系数(f_h)和速度系数(f_n)表示的计算式如下：

$$L_{10h} = 500 f_h^p \dots\dots\dots (5.5)$$

寿命系数：

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \dots\dots\dots (5.6)$$

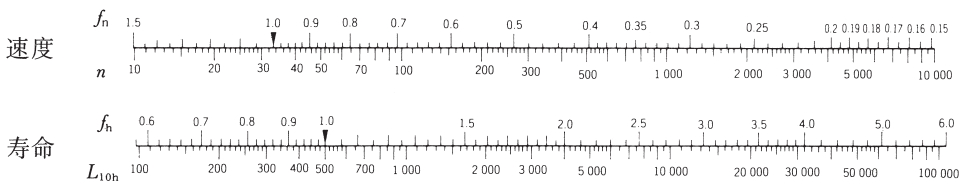
速度系数：

$$f_n = \left(\frac{10^6}{500 \times 60n} \right)^{1/p}$$

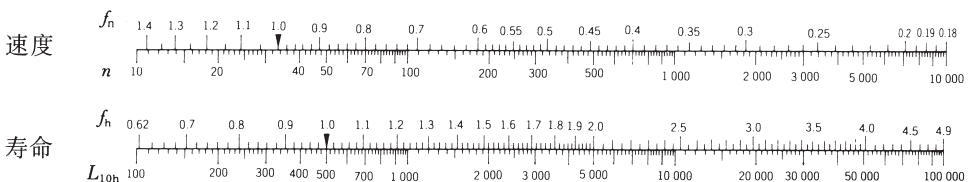
$$= (0.03n)^{-1/p} \dots\dots\dots (5.7)$$

利用计算图表〔参考图〕可简易地求得 f_h 、 f_n 和 L_{10h} 。

〔球轴承〕



〔滚子轴承〕



〔参考图〕 转速 (n) 与速度系数 (f_n) 以及寿命系数 (f_h) 与寿命 (L_{10h}) 的关系

5.2.3 根据温度进行的基本额定动负荷的修正与轴承的尺寸稳定处理

轴承在高温下使用时, 材料组织会发生变化、硬度降低, 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, 必须将轴承尺寸表的基本额定动负荷值乘以表 5.1 的温度系数进行修正。

表 5.1 温度系数

轴承工作温度, °C	125	150	175	200	250
温度系数	1	1	0.95	0.90	0.75

轴承长时间在 120°C 以上的工作温度下使用时, 由于经一般热处理的轴承尺寸变化大, 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 5.2 所示。

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。

表 5.2 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	超过 150 °C 到 200 °C
S2	超过 200 °C 到 250 °C

5.2.4 修正额定寿命

式(5.1)表示的是可靠性为 90% 的基本额定寿命(L_{10}), 根据用途的不同, 有时也需要可靠性高于 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, 甚至润滑等使用条件的不同也会影响轴承寿命。考虑了以上因素对基本额定寿命进行修正后的寿命称做修正额定寿命, 可由式(5.8)计算。

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10} \dots\dots\dots (5.8)$$

这里,

L_{na} : 修正额定寿命, 10^6 转

考虑了轴承特性和使用条件等因素后可靠性为 100- n % (即失效率为 n %) 的寿命

L_{10} : 基本额定寿命, 10^6 转 (可靠性为 90%)

a_1 : 可靠性系数……参照(1)项

a_2 : 轴承特性系数……参照(2)项

a_3 : 使用条件系数……参照(3)项

[备注] 按照可靠性高于 90% 的 L_{na} 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_1

计算可靠性不低于 90% (即失效率不大于 10%) 的修正额定寿命时, 按表 5.3 选择系数 a_1 。

表 5.3 可靠性系数 a_1

可靠性, %	L_{na}	a_1
90	L_{10a}	1
95	L_{5a}	0.62
96	L_{4a}	0.53
97	L_{3a}	0.44
98	L_{2a}	0.33
99	L_{1a}	0.21

(2) 轴承特性系数 a_2

根据轴承材料(钢种、质量)、制造工艺和设计的不同,与寿命有关的轴承特性有可能发生变化,这时用系数 a_2 进行修正。

KOYO采用高质量的真空脱气轴承钢作为标准材料,其试验结果表明具有相当的寿命延长效果。

这类轴承的基本额定动负荷载于轴承尺寸表,这时可取 $a_2 = 1$ 。

另外,采用专用于延长疲劳寿命的特殊材料时,可取 $a_2 > 1$ 。

(3) 使用条件系数 a_3

轴承在直接影响寿命的条件(尤其是润滑条件)下使用时,用系数 a_3 进行修正。

润滑条件正常时,可取 $a_3 = 1$, 润滑条件特别良好时,可取 $a_3 > 1$ 。

但在以下条件下,取 $a_3 < 1$ 。

- 运转时润滑剂运动粘度降低时
球轴承……小于 $13 \text{ mm}^2/\text{s}$ {13 cSt}
滚子轴承……小于 $20 \text{ mm}^2/\text{s}$ {20 cSt}
- 转速特别低时
滚动体节圆直径与转速的乘积小于 10 000
- 润滑剂中混入杂质时
- 内圈与外圈的相对倾斜大时

〔注〕 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修正(参照表 5.1)

〔备注〕 即使采用特殊材料 $a_2 > 1$ 时,如果润滑条件不合适,也达不到 $a_2 \times a_3 > 1$ 。因此在这种 $a_3 < 1$ 的场合,一般认为 $a_2 \leq 1$ 。

5.2.5 多轴承系统的寿命

在使用两个以上轴承的装置中,多数情况下即使一个轴承失效,也会导致整个装置丧失功能。

将使用的全体轴承看成一个轴承系统时,该轴承系统的额定寿命可由下式计算。

$$\frac{1}{L^e} = \frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \frac{1}{L_3^e} + \dots \dots \dots (5.9)$$

这里,

- L : 整个轴承系统的额定寿命
- $L_1, L_2, L_3 \dots$: 各轴承的额定寿命
- e : 常数
 $e = 10/9 \dots \dots$ 球轴承
 $e = 9/8 \dots \dots$ 滚子轴承
(混合使用时取平均值)

〔例〕

考虑一根由两个滚子轴承支承的轴。设一个轴承的额定寿命为 50 000 小时,另一个轴承的额定寿命为 30 000 小时,则由式 (5.9),该轴上整个轴承系统的额定寿命如下。

$$\frac{1}{L^{9/8}} = \frac{1}{50\,000^{9/8}} + \frac{1}{30\,000^{9/8}}$$

$$L \approx 20\,000 \text{ h}$$

就是说,整个轴承系统的额定寿命比单个轴承中最短的额定寿命还短。

这个结论极为重要,在使用两个以上轴承的装置中,如需考虑整个轴承系统的寿命时,必须加以注意。

由于难以使 a_2 与 a_3 独立,因此也有主张用一个系数 a_{23} 的

5.2.6 机械要求的轴承必需寿命

过份延长轴承寿命未必经济。最好是根据使用机械及使用条件设定轴承的必需寿命。

表 5.4 为根据经验采用的轴承必需寿命，供参考。

表 5.4 轴承必需寿命 (参考)

使用条件	使用机械	必需寿命(时间)(h)
短时间或间断运转	家用电器·电动工具、农业机械、卷扬机	4 000 — 8 000
不常使用 但要求可靠运转	家用空调器马达、建筑机械、皮带机、电梯	8 000 — 12 000
不连续但长时间运转	轧钢机辊颈、小型电动机、起重机	8 000 — 12 000
	工厂通用电动机、一般齿轮装置	12 000 — 20 000
	机床、振动筛、破碎机	20 000 — 30 000
	压缩机、泵、重要齿轮装置	40 000 — 60 000
每天 8 小时以上经常 运转或连续长时间运转	自动扶梯	12 000 — 20 000
	离心分离机、空调设备、鼓风机、 木工机械、铁路车辆车轴	20 000 — 30 000
	大型电动机、矿山提升机、 铁路车辆主电动机、机车车轴	40 000 — 60 000
	造纸机械	100 000 — 200 000
24 小时连续无故障运转	自来水设备、发电站设备、矿山排水设备	100 000 — 200 000

5.3 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固定、且变化的程度或大小难以确定，所以通过简单的计算确定负荷几乎不可能。

因此，计算轴承负荷一般采用理论计算值乘以经验系数的方法。

5.3.1 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，但由于机械的振动或冲击等原因，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乘以一个与机械振动或冲击有关的负荷系数，如下式所示。

表 5.5 负荷系数 f_w

使用条件	例	f_w
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	轧钢机 粉碎机 建筑机械 振动筛	2.0 - 3.0

$$F = f_w \cdot F_c \dots\dots\dots (5.10)$$

这里，

- F : 实际负荷, N{kgf}
- F_c : 理论负荷, N{kgf}
- f_w : 负荷系数(表 5.5)

5.3.2 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，还必须将有效传动力乘以与机械振动或冲击有关的负荷系数(f_w)以及与皮带张力有关的皮带系数(f_b)。

另外，链传动时也必须乘以与皮带系数相当的链系数，如式(5.11)所示。

$$F_b = \frac{2M}{D_p} \cdot f_w \cdot f_b$$

$$= \frac{19.1 \times 10^6 W}{D_p n} \cdot f_w \cdot f_b \dots\dots\dots (5.11)$$

这里，

- F_b : 皮带轮轴或链轮轴的实际负荷, N{kgf}
- M : 皮带轮或链轮的扭矩, mN · m{kgf · mm}
- W : 传递功率, kW
- D_p : 皮带轮或链轮节圆直径, mm
- n : 转速, rpm
- f_w : 负荷系数(表 5.5)
- f_b : 皮带(链)系数(表 5.6)

表 5.6 皮带(链)系数 f_b

皮带种类	f_b
同步皮带(带齿皮带)	1.3 - 2.0
三角皮带	2.0 - 2.5
平皮带(带张紧轮)	2.5 - 3.0
平皮带	4.0 - 5.0
链	1.2 - 1.5

5.3.3 齿轮传动时的负荷

(1) 作用于齿轮的负荷与齿轮系数

齿轮传动时作用于齿轮的理论负荷有切向负荷(K_t)、径向负荷(K_r)和轴向负荷(K_a)，可根据传递功率和齿轮种类，分别用力学方法计算((2)项 ①②③)。

但在计算实际负荷时，还必须将理论负荷乘以与机械振动或冲击有关的负荷系数(f_v …表5.5)以及与齿轮精度有关的齿轮系数(f_g …表5.7)。

表 5.7 齿轮系数 f_g

齿 轮 种 类	f_g
精密齿轮 (齿距误差、齿形误差均小于 0.02mm)	1.0 — 1.1
一般齿轮 (齿距误差、齿形误差均小于 0.1mm)	1.1 — 1.3

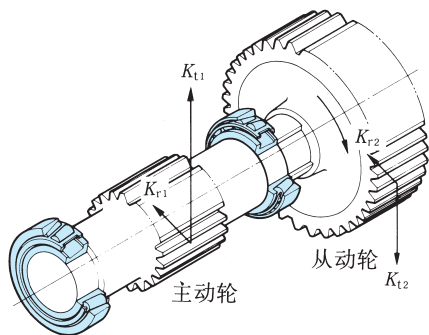


图 5.1 作用于正齿轮的负荷

(2) 齿轮负荷的计算

① 切向负荷(切向力) K_t

(正齿轮、斜齿轮、人字齿轮、直齿伞齿轮、螺旋伞齿轮)

$$K_t = \frac{2M}{D_p} = \frac{19.1 \times 10^6 W}{D_p n} \dots\dots\dots (5.12)$$

在 ① — ③ 中，

K_t : 齿轮的切向负荷, N
 K_r : 齿轮的径向负荷, N
 K_a : 齿轮的轴向负荷, N
 M : 齿轮的扭矩, mN · m
 D_p : 齿轮节圆直径, mm
 W : 传递功率, kW
 n : 转速, rpm
 α : 齿轮压力角, deg
 β : 齿轮螺旋角, deg
 δ : 伞齿轮节圆锥锥角, deg

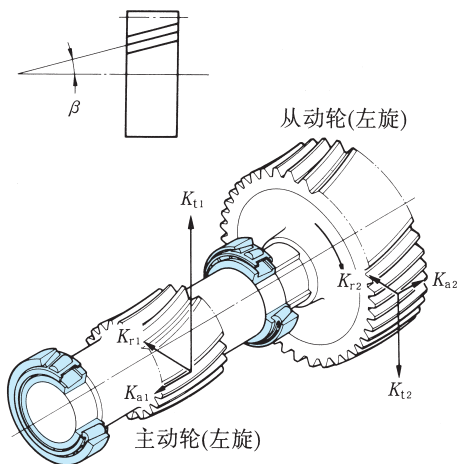


图 5.2 作用于斜齿轮的负荷

		ⓑ 径向负荷(分离力) K_r	ⓒ 轴向负荷(轴向力) K_a
正 齿 轮		$K_r = K_t \tan \alpha \dots\dots\dots(5.13)$	0
斜 齿 轮		$K_r = K_t \frac{\tan \alpha}{\cos \beta} \dots\dots\dots(5.14)$	$K_a = K_t \tan \beta \dots\dots\dots(5.19)$
人 字 齿 轮		$K_r = K_t \frac{\tan \alpha}{\cos \beta} \dots\dots\dots(5.15)$	0
直 齿 伞 齿 轮		$K_r = K_t \tan \alpha \cos \delta \dots\dots\dots(5.16)$	$K_a = K_t \tan \alpha \sin \delta \dots\dots\dots(5.20)$
螺 旋 ¹⁾ 伞 齿 轮	主动轮	$K_r = \frac{K_t}{\cos \beta} (\tan \alpha \cos \delta \pm \sin \beta \sin \delta) \dots\dots(5.17)$	$K_a = \frac{K_t}{\cos \beta} (\tan \alpha \sin \delta \mp \sin \beta \cos \delta) \dots\dots(5.21)$
	从动轮	$K_r = \frac{K_t}{\cos \beta} (\tan \alpha \sin \delta \mp \sin \beta \cos \delta) \dots\dots(5.18)$	$K_a = \frac{K_t}{\cos \beta} (\tan \alpha \cos \delta \pm \sin \beta \sin \delta) \dots\dots(5.22)$

〔注〕1) 正负号区别

- { 上边用于：右旋顺时针方向旋转，或左旋逆时针方向旋转 }
- { 下边用于：右旋逆时针方向旋转，或左旋顺时针方向旋转 }

〔备注〕旋转方向是指从节圆锥顶点的反面观察的方向

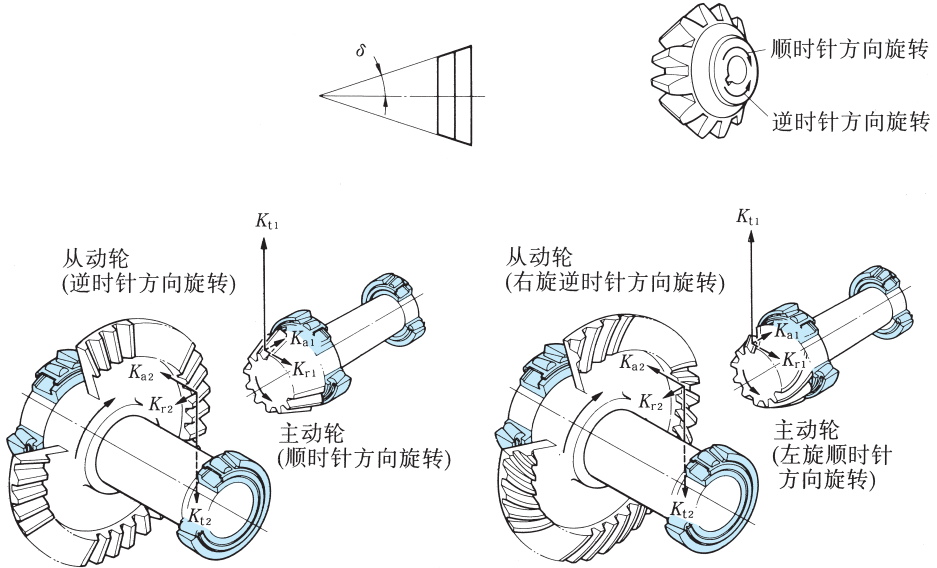


图 5.3 作用于直齿伞齿轮的负荷

图 5.4 作用于螺旋伞齿轮的负荷

5.3.4 对轴承的负荷分配

为了将作用于轴系的负荷分配给各支承轴承,可先求出各负荷的径向分力,然后按分力方向求出其矢量和。

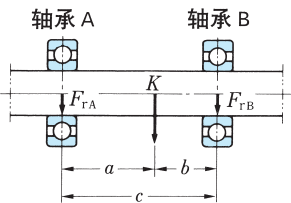
径向负荷的分配举例如下:

[备注]

例3~例5的轴承均作用有外部(齿轮)轴向负荷(K_a)以及承受径向负荷时产生的轴向分力。

这种情况下的轴向负荷计算方法请参照A 34页

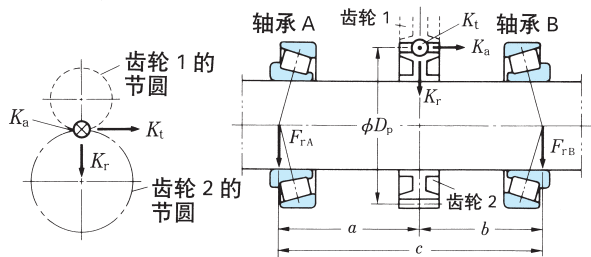
例1 基本 (1)



$$F_{rA} = \frac{b}{c}K \quad \dots\dots (5.23)$$

$$F_{rB} = \frac{a}{c}K$$

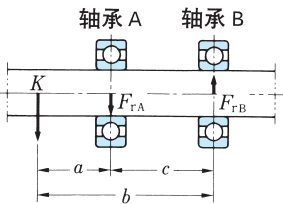
例3 齿轮负荷的分配 (1)



$$F_{rA} = \sqrt{\left(\frac{b}{c}K_t\right)^2 + \left(\frac{b}{c}K_r - \frac{D_p}{2c}K_a\right)^2} \quad \dots\dots (5.25)$$

$$F_{rB} = \sqrt{\left(\frac{a}{c}K_t\right)^2 + \left(\frac{a}{c}K_r + \frac{D_p}{2c}K_a\right)^2}$$

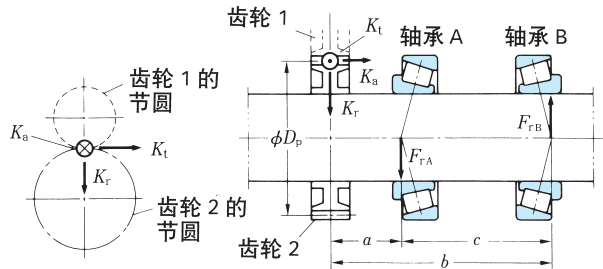
例2 基本 (2)



$$F_{rA} = \frac{b}{c}K \quad \dots\dots (5.24)$$

$$F_{rB} = \frac{a}{c}K$$

例4 齿轮负荷的分配 (2)



$$F_{rA} = \sqrt{\left(\frac{b}{c}K_t\right)^2 + \left(\frac{b}{c}K_r - \frac{D_p}{2c}K_a\right)^2} \quad \dots\dots (5.26)$$

$$F_{rB} = \sqrt{\left(\frac{a}{c}K_t\right)^2 + \left(\frac{a}{c}K_r - \frac{D_p}{2c}K_a\right)^2}$$

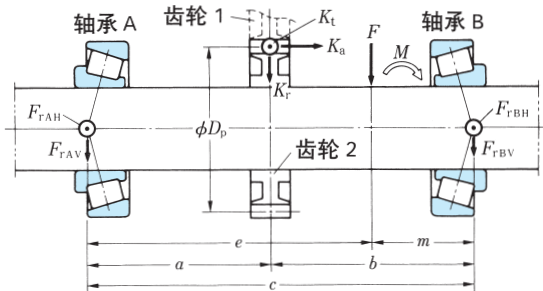
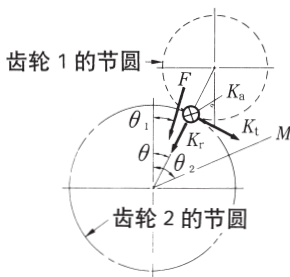
(在例 1 - 例 5 中)

F_{rA} : 轴承 A 的径向负荷, N{kgf}
 F_{rB} : 轴承 B 的径向负荷, N{kgf}
 K : 轴系的径向负荷, N{kgf}
 K_i, K_r, K_a : 齿轮负荷, N{kgf}

(参照 A 30 页)

D_p : 齿轮节圆直径, mm
 \odot : 表示负荷方向
 (对纸面垂直向上)
 \otimes : 表示负荷方向
 (对纸面垂直向下)

例 5 齿轮负荷与其他负荷同时作用



(齿轮 1 与 齿轮 2 的啮合角为 θ , 外部负荷的力 F 与力矩 M 的作用角分别为 θ_1 与 θ_2)

● 垂直方向(平行于纸面)的径向分力

$$F_{rAV} = \frac{b}{c} (K_r \cos \theta + K_t \sin \theta) - \frac{D_p}{2c} K_a \cos \theta + \frac{m}{c} F \cos \theta_1 - \frac{M}{c} \cos \theta_2$$

$$F_{rBV} = \frac{a}{c} (K_r \cos \theta + K_t \sin \theta) + \frac{D_p}{2c} K_a \cos \theta + \frac{e}{c} F \cos \theta_1 + \frac{M}{c} \cos \theta_2$$

● 水平方向(垂直于纸面)的径向分力

$$F_{rAH} = \frac{b}{c} (K_t \sin \theta - K_r \cos \theta) - \frac{D_p}{2c} K_a \sin \theta + \frac{m}{c} F \sin \theta_1 - \frac{M}{c} \sin \theta_2$$

$$F_{rBH} = \frac{a}{c} (K_t \sin \theta - K_r \cos \theta) + \frac{D_p}{2c} K_a \sin \theta + \frac{e}{c} F \sin \theta_1 + \frac{M}{c} \sin \theta_2$$

■ 合成径向负荷

$$F_{rA} = \sqrt{F_{rAV}^2 + F_{rAH}^2} \dots \dots \dots (5.27) \quad (\theta, F \text{ 和 } M \text{ 均为 } 0 \text{ 时, 结果与例 3 相同})$$

$$F_{rB} = \sqrt{F_{rBV}^2 + F_{rBH}^2}$$

5.4 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，并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比较。

这时，则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，轴承在假想负荷下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。

5.4.1 当量动负荷的计算

承受大小和方向一定的合成负荷的向心轴承与推力轴承 ($\alpha \approx 90^\circ$) 的当量动负荷可由下式计算。

$$P = XF_r + YF_a \dots\dots\dots (5.28)$$

这里，

P : 当量动负荷, N {kgf}

$\left\{ \begin{array}{l} \text{对于向心轴承, 表示为} \\ P_r : \text{径向当量动负荷} \\ \text{对于推力轴承, 表示为} \\ P_a : \text{轴向当量动负荷} \end{array} \right.$

F_r : 径向负荷, N {kgf}

F_a : 轴向负荷, N {kgf}

X : 径向负荷系数

Y : 轴向负荷系数

(负荷系数 X 与 Y 载于轴承尺寸表)

■ 对于单列向心轴承，当 $F_a / F_r \leq e$ 时，取 $X = 1, Y = 0$ 。

因此，这时当量动负荷为 $P_r = F_r$

$\left\{ \begin{array}{l} e \text{ 表示 } F_a / F_r \text{ 的界限值, 载于轴承} \\ \text{尺寸表} \end{array} \right.$

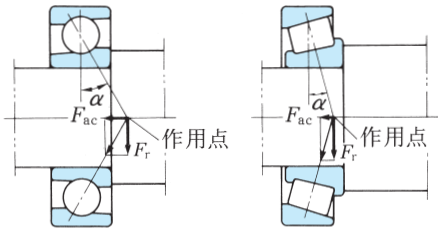
■ 对于单列角接触球轴承及圆锥滚子轴承，如图5.5所示，由于承受径向负荷时会产生轴向分力 (F_{ac})，因此一般将两个轴承正面或背面配置使用。

轴向分力可由下式计算

$$F_{ac} = \frac{F_r}{2Y} \dots\dots\dots (5.29)$$

该类轴承承受径向负荷与外部轴向负荷 (K_a) 时的当量动负荷的计算方法如表 5.8 所示。

轴 承 配 置	
背 面 配 置	正 面 配 置



〔作用点位置尺寸载于轴承尺寸表〕

图 5.5 轴向分力

■ 接触角 $\alpha = 90^\circ$ 的推力球轴承只承受轴向负荷，因此当量动负荷 $P_a = F_a$

■ 推力调心滚子轴承的当量动负荷由下式计算

$$P_a = F_a + 1.2F_r \dots\dots\dots (5.30)$$

这里， $F_r / F_a \leq 0.55$

表 5.8 两个单列角接触球轴承或圆锥滚子轴承正面或背面配置时的当量动负荷的计算

负荷条件	轴承区分	轴向负荷	当量动负荷
$\frac{F_{rB}}{2Y_B} + K_a \geq \frac{F_{rA}}{2Y_A}$	轴承 A	$\frac{F_{rB}}{2Y_B} + K_a$	$P_A = XF_{rA} + Y_A \left(\frac{F_{rB}}{2Y_B} + K_a \right)$ $P_A < F_{rA}$ 时，取 $P_A = F_{rA}$
	轴承 B	—	$P_B = F_{rB}$
$\frac{F_{rB}}{2Y_B} + K_a < \frac{F_{rA}}{2Y_A}$	轴承 A	—	$P_A = F_{rA}$
	轴承 B	$\frac{F_{rA}}{2Y_A} - K_a$	$P_B = XF_{rB} + Y_B \left(\frac{F_{rA}}{2Y_A} - K_a \right)$ $P_B < F_{rB}$ 时，取 $P_B = F_{rB}$
$\frac{F_{rB}}{2Y_B} \leq \frac{F_{rA}}{2Y_A} + K_a$	轴承 A	—	$P_A = F_{rA}$
	轴承 B	$\frac{F_{rA}}{2Y_A} + K_a$	$P_B = XF_{rB} + Y_B \left(\frac{F_{rA}}{2Y_A} + K_a \right)$ $P_B < F_{rB}$ 时，取 $P_B = F_{rB}$
$\frac{F_{rB}}{2Y_B} > \frac{F_{rA}}{2Y_A} + K_a$	轴承 A	$\frac{F_{rB}}{2Y_B} - K_a$	$P_A = XF_{rA} + Y_A \left(\frac{F_{rB}}{2Y_B} - K_a \right)$ $P_A < F_{rA}$ 时，取 $P_A = F_{rA}$
	轴承 B	—	$P_B = F_{rB}$

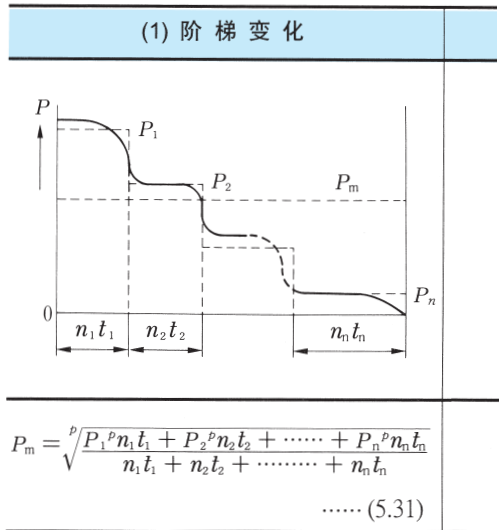
〔备注〕 1. 适用于运转时内部游隙及预紧力为 0 的场合
2. 径向负荷与上图箭头方向相反时也为正

5.4.2 负荷变化时的平均当量动负荷

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_m 的计算方法如(1)~(4)所示。

另如(5)所示,静止负荷与旋转负荷同时作用时的平均当量动负荷可由式(5.35)计算。

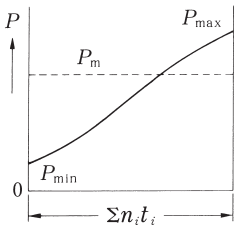
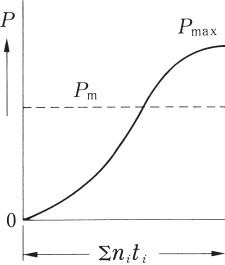
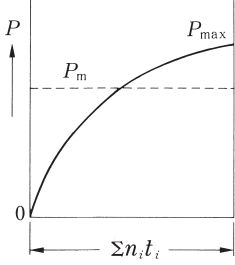


在(1)~(4)中,

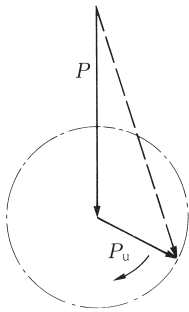
- P_m : 平均当量动负荷, N{kgf}
- P_1 : 转速为 n_1 、作用时间为 t_1 的当量动负荷, N{kgf}
- P_2 : 转速为 n_2 、作用时间为 t_2 的当量动负荷, N{kgf}
- ⋮
- P_n : 转速为 n_n 、作用时间为 t_n 的当量动负荷, N{kgf}
- P_{min} : 最小当量动负荷, N{kgf}
- P_{max} : 最大当量动负荷, N{kgf}
- $\sum n_i t_i$: $t_1 \sim t_i$ 时间内的总旋转数
- p : 寿命指数
 - 球轴承 $p = 3$
 - 滚子轴承 $p = 10/3$

(参考) 平均转速 n_m 可由下式计算

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

(2) 单调变化	(3) 正弦变化	(4) 正弦变化 (正弦曲线的上半部分)
		
$P_m = \frac{P_{\min} + 2P_{\max}}{3} \dots\dots (5.32)$	$P_m = 0.68 P_{\max} \dots\dots (5.33)$	$P_m = 0.75 P_{\max} \dots\dots (5.34)$

(5) 静止负荷与旋转负荷同时作用



$$P_m = f_m (P + P_u) \dots\dots (5.35)$$

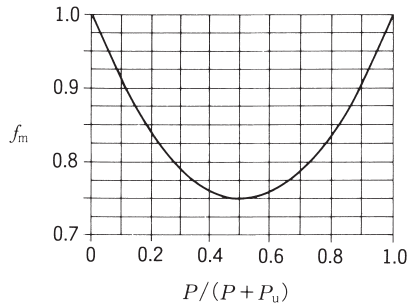


图 5.6 系数 f_m

这里,

- P_m : 平均当量动负荷, N{kgf}
- f_m : 系数 (图 5.6)
- P : 静止负荷, N{kgf}
- P_u : 旋转负荷, N{kgf}

5.5 基本额定静负荷与当量静负荷

5.5.1 基本额定静负荷

轴承承受太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,将会影响正常的旋转。

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。

- 调心球轴承...4 600MPa {469kgf/mm²}
- 其他球轴承...4 200MPa {429kgf/mm²}
- 滚子轴承...4 000MPa {408kgf/mm²}

在这些接触应力下产生的滚动体与滚道的永久变形总量约为滚动体直径的0.0001倍。

向心轴承与推力轴承的基本额定静负荷分别称做径向基本额定静负荷与轴向基本额定静负荷,用 C_{or} 与 C_{oa} 表示,其数值载于轴承尺寸表。

5.5.2 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。

当量静负荷可由下式计算。

〔向心轴承〕……由以下两式计算,
取其中的较大值

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a \quad \dots\dots\dots (5.36)$$

$$P_{or} = F_r \quad \dots\dots\dots (5.37)$$

〔推力轴承〕

($\alpha \neq 90^\circ$)

$$P_{oa} = X_0 F_r + F_a \quad \dots\dots\dots (5.38)$$

(但 $F_a < X_0 F_r$ 时,准确性降低)

($\alpha = 90^\circ$)

$$P_{oa} = F_a \quad \dots\dots\dots (5.39)$$

这里,

P_{or} : 径向当量静负荷, N{kgf}

P_{oa} : 轴向当量静负荷, N{kgf}

F_r : 径向负荷, N{kgf}

F_a : 轴向负荷, N{kgf}

X_0 : 径向静负荷系数

Y_0 : 轴向静负荷系数

(静负荷系数 X_0 与 Y_0 载于轴承尺寸表)

5.5.3 安全系数

轴承的允许当量静负荷虽取决于轴承的基本额定静负荷, 但由上述永久变形量(局部凹陷量)决定的轴承使用限度则随对轴承的性能要求及使用条件而有所不同。

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。

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \dots\dots\dots (5.40)$$

这里,

- f_s : 安全系数(表 5.9)
- C_0 : 基本额定静负荷, N{kgf}
- P_0 : 当量静负荷, N{kgf}

表 5.9 安全系数 f_s

使用条件		f_s (最小)	
		球轴承	滚子轴承
普通旋转	要求高旋转精度	2	3
	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 $f_s \geq 4$

5.6 圆柱滚子轴承的允许轴向负荷

圆柱滚子轴承的内圈与外圈均带挡边或挡圈时，在承受径向负荷的同时，还可承受一定程度的轴向负荷。这时的轴向负荷能力取决于滚子的端面状况、挡边的负荷能力、润滑条件和转速等各种因素。

虽然对特殊系列轴承可设计达到大轴向负荷能力，但一般来说，允许轴向负荷可由以下经验式计算。

$$F_{ap} = 9.8 f_a \cdot f_b \cdot f_p \cdot d_m^2 \dots\dots\dots (5.41)$$

这里，

F_{ap} ：最大允许轴向负荷，N{kgf}

f_a ：与负荷条件有关的系数（表 5.10）

f_b ：与轴承直径系列有关的系数（表 5.11）

f_p ：与挡边允许面压有关的系数（图 5.7）

d_m ：轴承内径 d 与外径 D 的算术平均值，mm

$$\left(\frac{d + D}{2} \right)$$

表 5.10 与负荷条件有关的系数 f_a

区 分	f_a
连续	1
间断	2
瞬时	3

表 5.11 与轴承直径系列有关的系数 f_b

区 分	f_b
直径系列 9	0.6
直径系列 0	0.7
直径系列 2	0.8
直径系列 3	1.0
直径系列 4	1.2

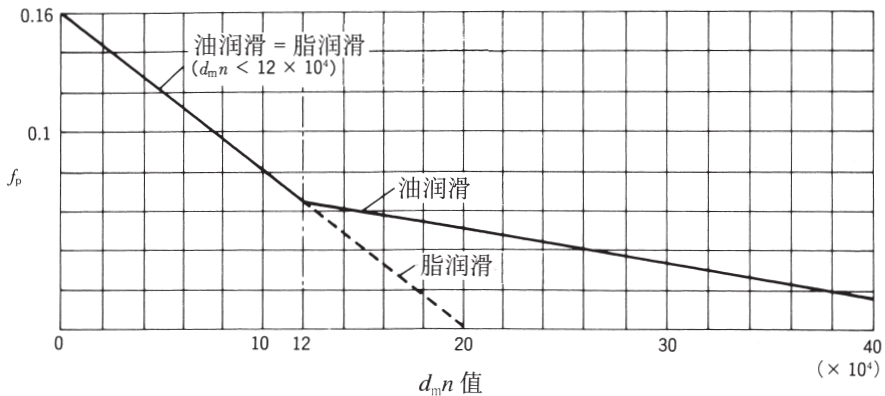
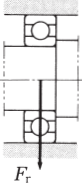
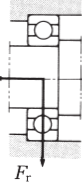


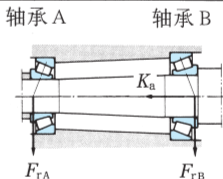
图 5.7 与挡边允许面压有关的系数 f_p 与 $d_m n$ 值的关系
(n ：转速，rpm)

5.7 应用计算示例

〔例1〕轴承寿命(时间)的计算	〔例2〕可靠性为96%的轴承寿命(时间)的计算
<p>(条件)</p> <p>深沟球轴承 6308</p> <p>径向负荷 $F_r = 3500 \text{ N}$</p> <p>无轴向负荷 ($F_a = 0$)</p> <p>转速 $n = 800 \text{ rpm}$</p> 	<p>(条件)</p> <p>深沟球轴承 6308</p> <p>径向负荷 $F_r = 3500 \text{ N}$</p> <p>轴向负荷 $F_a = 1000 \text{ N}$</p> <p>转速 $n = 800 \text{ rpm}$</p> 
<p>① 从轴承尺寸表查得径向基本额定动负荷 (C_r)</p> $C_r = 40.7 \text{ kN}$ <p>② 由式(5.28)计算径向当量动负荷 (P_r)</p> $P_r = F_r = 3500 \text{ N}$ <p>③ 由式(5.2)计算轴承的基本额定寿命 (L_{10h})</p> $L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p$ $= \frac{10^6}{60 \times 800} \times \left(\frac{40.7 \times 10^3}{3500} \right)^3 \approx 32800 \text{ h}$	<p>① 从轴承尺寸表</p> <ul style="list-style-type: none"> 查得径向基本额定动(静)负荷 (C_r, C_{or}) $C_r = 40.7 \text{ kN}$ $C_{or} = 24.0 \text{ kN}$ <ul style="list-style-type: none"> 根据 F_a / C_{or} 的比值用插值法计算 e 值并与 F_a / F_r 比较, 求出负荷系数 X 与 Y $\frac{F_a}{C_{or}} = \frac{1000}{24.0 \times 10^3} = 0.042$ $e = 0.22 + (0.26 - 0.22) \times \frac{(0.042 - 0.028)}{(0.056 - 0.028)}$ $= 0.24$ $\frac{F_a}{F_r} = \frac{1000}{3500} = 0.29 > e$ <p>因此,</p> $X = 0.56$ $Y = 1.99 - (1.99 - 1.71) \times \frac{(0.042 - 0.028)}{(0.056 - 0.028)}$ $= 1.85$ <p>② 由式(5.28)计算径向当量动负荷 (P_r)</p> $P_r = XF_r + YF_a$ $= (0.56 \times 3500) + (1.85 \times 1000) = 3810 \text{ N}$ <p>③ 由式(5.2)计算可靠性为90%的寿命 (L_{10h})</p> $L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p$ $= \frac{10^6}{60 \times 800} \times \left(\frac{40.7 \times 10^3}{3810} \right)^3 \approx 25400 \text{ h}$ <p>④ 由式(5.8)计算可靠性为96%的寿命 (L_{4h})</p> <p>根据表 5.3, 取 $a_1 = 0.53, a_2 = 1, a_3 = 1$</p> $L_{4h} = a_1 a_2 a_3 L_{10h} = 0.53 \times 1 \times 1 \times 25400$ $\approx 13500 \text{ h}$

〔例3〕轴承寿命(总旋转数)的计算

(条件)
圆锥滚子轴承
轴承 A : 30207 JR
轴承 B : 30209 JR
径向负荷 $F_{rA} = 5200 \text{ N}$
 $F_{rB} = 6800 \text{ N}$
轴向负荷 $K_a = 1600 \text{ N}$



① 从轴承尺寸表查得下列参数

	基本额定动负荷 (C_r)	e	$X^{1)}$	$Y^{1)}$
轴承 A	55.1 kN	0.37	0.4	1.60
轴承 B	67.2 kN	0.40	0.4	1.48

〔注〕1)表示 $F_a / F_r > e$ 时的值。

$$F_a / F_r \leq e \text{ 时, } X = 1, Y = 0$$

② 考虑到圆锥滚子轴承在承受径向负荷时会产生轴向分力, 因此需要计算作用于轴系的轴向负荷(式 5.29、表 5.8)。

$$\frac{F_{rA}}{2 Y_A} + K_a = \frac{5200}{2 \times 1.60} + 1600 = 3225 \text{ N}$$

$$\frac{F_{rB}}{2 Y_B} = \frac{6800}{2 \times 1.48} = 2297 \text{ N}$$

因此, 作用于轴承 B 的轴向负荷为 $\left(\frac{F_{rA}}{2 Y_A} + K_a\right)$

③ 由表 5.8 计算径向当量动负荷(P_r)

$$P_{rA} = F_{rA} = 5200 \text{ N}$$

$$P_{rB} = X F_{rB} + Y_B \left(\frac{F_{rA}}{2 Y_A} + K_a\right) \\ = 0.4 \times 6800 + 1.48 \times 3225 = 7493 \text{ N}$$

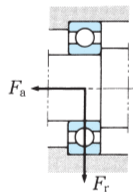
④ 由式(5.1)计算各轴承的基本额定寿命(L_{10})

$$L_{10A} = \left(\frac{C_{rA}}{P_{rA}}\right)^{10/3} = \left(\frac{55.1 \times 10^3}{5200}\right)^{10/3} \\ \approx 2610 \times 10^6 \text{ 转}$$

$$L_{10B} = \left(\frac{C_{rB}}{P_{rB}}\right)^{10/3} = \left(\frac{67.2 \times 10^3}{7493}\right)^{10/3} \\ \approx 1500 \times 10^6 \text{ 转}$$

〔例4〕轴承尺寸的选择

(条件)
深沟球轴承: 62 系列
必需寿命(时间): 10 000 h 以上
径向负荷 $F_r = 2000 \text{ N}$
轴向负荷 $F_a = 300 \text{ N}$
转速 $n = 1600 \text{ rpm}$



① 初步计算径向当量动负荷(P_r)

$$F_a / F_r = 300 / 2000 = 0.15, \text{ 小于轴承} \\ \text{尺寸表中的任何 } e \text{ 值, 因此可以认为} \\ P_r = F_r = 2000 \text{ N}$$

② 由式(5-4)计算所需的径向基本额定动负荷(C_r)

$$C_r = P_r \left(L_{10h} \times \frac{60n}{10^6}\right)^{1/p} \\ = 2000 \times \left(10000 \times \frac{60 \times 1600}{10^6}\right)^{1/3} \\ = 19730 \text{ N}$$

③ 作为 $C_r \geq 19730 \text{ N}$ 的 62 系列轴承, 从轴承尺寸表可以选择内径为 30mm 的 6206R

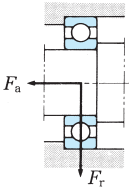
④ 计算 6206R 的 e 值, 验算①的径向当量动负荷。

$$6206R \text{ 的 } C_{or} \text{ 为 } 12.8 \text{ kN, 于是} \\ F_a / C_{or} = 300 / 12800 = 0.023$$

再用插值法计算 e 值,

$$e = 0.19 + (0.22 - 0.19) \times \frac{(0.023 - 0.014)}{(0.028 - 0.014)} \\ = 0.21$$

由于 $F_a / F_r = 0.15 < e$, 可知 $P_r = F_r$ 是合适的

〔例5〕轴承尺寸的选择	〔例6〕圆柱滚子轴承允许轴向负荷的计算
<p>(条件) 深沟球轴承：63 系列 必需寿命(时间)：10 000 h 以上 径向负荷 $F_r = 4000$ N 轴向负荷 $F_a = 2400$ N 转速 $n = 1000$ rpm</p>	<p>(条件) 单列圆柱滚子轴承 NUP 310 转速 $n = 1500$ rpm 油润滑 承受间断轴向负荷</p>
<div style="text-align: center;">  </div> <p>① 初步计算径向当量动负荷(P_r) $F_a / F_r = 2400 / 4000 = 0.6$, 远大于轴承尺寸表中的$e$值, 可知当量动负荷受轴向负荷的影响。 因此, 假定 $X = 0.56$、$Y = 1.6$(Y的平均值), 由式(5.28) $P_r = XF_r + YF_a = 0.56 \times 4000 + 1.6 \times 2400 = 6080$ N</p> <p>② 由式(5.4)计算所需的径向基本额定动负荷(C_r) $C_r = P_r \left(L_{10h} \times \frac{60n}{10^6} \right)^{1/p}$ $= 6080 \times \left(10000 \times \frac{60 \times 1000}{10^6} \right)^{1/3}$ $= 51280$ N</p> <p>③ 作为 $C_r \geq 51280$N 的 63 系列轴承, 从轴承尺寸表可以选择内径为 50mm 的 6310</p> <p>④ 计算 6310 的 e 值, 验算径向当量动负荷与基本额定寿命 $F_a / C_{or} = 2400 / 38300 = 0.063$, 用插值法得到 $e = 0.265$、$Y = 1.67$。 由于 $F_a / F_r = 0.6 > e$, 因此 $P_r = XF_r + YF_a$ $= 0.56 \times 4000 + 1.67 \times 2400 = 6248$ N $L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_r}{P_r} \right)^p$ $= \frac{10^6}{60 \times 1000} \times \left(\frac{62.0 \times 10^3}{6248} \right)^3 \approx 16300$ h</p> <p>⑤ 用同样的方法可计算出 6309 的基本额定寿命为 $L_{10h} \approx 8920$ h, 达不到条件要求的必需寿命</p>	<p>① 根据轴承尺寸表的尺寸参数求得 NUP310 的 d_m</p> $d_m = \frac{d + D}{2} = \frac{50 + 110}{2} = 80$ mm <p>② 计算式(5.41)中的各系数。 由表 5.10, 与间断负荷有关的系数 $f_a = 2$ 由表 5.11, 与直径系列 3 有关的系数 $f_b = 1.0$ 由图 5.7, 对于 $d_m n = 80 \times 1500 = 12 \times 10^4$, 与挡边允许面压有关的系数 $f_p = 0.062$</p> <p>③ 由式(5.41)计算允许轴向负荷 F_{ap}</p> $F_{ap} = 9.8 f_a \cdot f_b \cdot f_p \cdot d_m^2$ $= 9.8 \times 2 \times 1.0 \times 0.062 \times 80^2$ ≈ 7780 N

〔例7〕正齿轮轴上的轴承寿命(时间)的计算

(条件)

圆锥滚子轴承

轴承 A : 32309 JR

轴承 B : 32310 JR

齿轮种类: 正齿轮(一般机械加工)

齿轮压力角 $\alpha_1 = \alpha_2 = 20^\circ$ 齿轮节圆直径 $D_{p1} = 360 \text{ mm}$ $D_{p2} = 180 \text{ mm}$

运转条件: 有冲击

安装位置 $a_1 = 95 \text{ mm}, a_2 = 265 \text{ mm},$ 传递功率 $W = 150 \text{ kW}$ $b_1 = 245 \text{ mm}, b_2 = 115 \text{ mm},$

转速

 $n = 1000 \text{ rpm}$ $c = 360 \text{ mm}$

① 由式(5.12)、式(5.13)计算作用于齿轮的理论
 负荷(切向负荷 K_t 、径向负荷 K_r)

〔齿轮 1〕

$$K_{t1} = \frac{19.1 \times 10^6 W}{D_p n} = \frac{19.1 \times 10^6 \times 150}{360 \times 1000} = 7958 \text{ N}$$

$$K_{r1} = K_{t1} \tan \alpha_1 = 2896 \text{ N}$$

〔齿轮 2〕

$$K_{t2} = \frac{19.1 \times 10^6 \times 150}{180 \times 1000} = 15917 \text{ N}$$

$$K_{r2} = K_{t2} \tan \alpha_2 = 5793 \text{ N}$$

② 计算作用于轴承的径向负荷

由表 5.5, 取负荷系数 $f_w = 1.5$ 由表 5.7, 取齿轮系数 $f_g = 1.2$

〔轴承 A〕

● 由 K_{t1} 、 K_{t2} 产生的负荷为

$$K_{tA} = f_w f_g \left(\frac{a_2}{c} K_{t1} + \frac{b_2}{c} K_{t2} \right) = 1.5 \times 1.2 \times \left(\frac{265}{360} \times 7958 + \frac{115}{360} \times 15917 \right) = 19697 \text{ N}$$

● 由 K_{r1} 、 K_{r2} 产生的负荷为

$$K_{rA} = f_w f_g \left(\frac{a_2}{c} K_{r1} - \frac{b_2}{c} K_{r2} \right) = 1.5 \times 1.2 \times \left(\frac{265}{360} \times 2896 - \frac{115}{360} \times 5793 \right) = 506 \text{ N}$$

● 作用于轴承 A 的径向负荷 F_{rA} 可通过计算
 K_{tA} 与 K_{rA} 的合成负荷求得

$$F_{rA} = \sqrt{K_{tA}^2 + K_{rA}^2} = \sqrt{19697^2 + 506^2} = 19703 \text{ N}$$

〔轴承 B〕

● 由 K_{t1} 、 K_{t2} 产生的负荷为

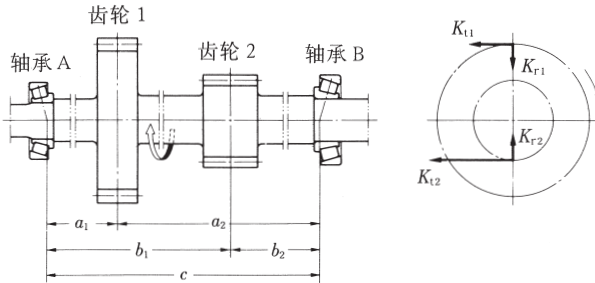
$$K_{tB} = f_w f_g \left(\frac{a_1}{c} K_{t1} + \frac{b_1}{c} K_{t2} \right) = 1.5 \times 1.2 \times \left(\frac{95}{360} \times 7958 + \frac{245}{360} \times 15917 \right) = 23278 \text{ N}$$

● 由 K_{r1} 、 K_{r2} 产生的负荷为

$$K_{rB} = f_w f_g \left(\frac{a_1}{c} K_{r1} - \frac{b_1}{c} K_{r2} \right) = 1.5 \times 1.2 \times \left(\frac{95}{360} \times 2896 - \frac{245}{360} \times 5793 \right) = -5721 \text{ N}$$

● 作用于轴承 B 的径向负荷 F_{rB} 可用与轴承
 A 同样的方法求得

$$F_{rB} = \sqrt{K_{tB}^2 + K_{rB}^2} = \sqrt{23278^2 + (-5721)^2} = 23971 \text{ N}$$



③ 从轴承尺寸表查得下列参数

	基本额定动负荷 (C_r)	e	$X^{1)}$	$Y^{1)}$
轴承 A	146 kN	0.35	0.4	1.74
轴承 B	176 kN			

〔注〕 1) 表示 $F_a / F_r > e$ 时的值。

$F_a / F_r \leq e$ 时, $X = 1$ 、 $Y = 0$

④ 即使不受外部轴向负荷的作用, 由于圆锥滚子轴承在承受径向负荷时会产生轴向分力, 因此仍需要计算轴向负荷(式 5.29、表 5.8)

$$\frac{F_{rB}}{2 Y_B} = \frac{23971}{2 \times 1.74} > \frac{F_{rA}}{2 Y_A} = \frac{19703}{2 \times 1.74}$$

因此, 轴承 B 的轴向分力($F_{rB} / 2Y_B$)作为该轴系的轴向负荷作用于轴承 A

⑤ 在表 5.8 中令 $K_a = 0$, 计算径向当量动负荷

$$\begin{aligned} P_{rA} &= X F_{rA} + Y_A \frac{F_{rB}}{2 Y_B} \\ &= 0.4 \times 19703 + 1.74 \times \frac{23971}{2 \times 1.74} \\ &= 19867 \text{ N} \\ P_{rB} &= F_{rB} = 23971 \text{ N} \end{aligned}$$

⑥ 由式(5.2)计算轴承的基本额定寿命

〔轴承 A〕

$$\begin{aligned} L_{10hA} &= \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_{rA}}{P_A} \right)^p \\ &= \frac{10^6}{60 \times 1000} \times \left(\frac{146 \times 10^3}{19867} \right)^{10/3} \\ &\approx 12900 \text{ h} \end{aligned}$$

〔轴承 B〕

$$\begin{aligned} L_{10hB} &= \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_{rB}}{P_B} \right)^p \\ &= \frac{10^6}{60 \times 1000} \times \left(\frac{176 \times 10^3}{23971} \right)^{10/3} \\ &\approx 12800 \text{ h} \end{aligned}$$

参 考

由式(5.9), 两个轴承系统的额定寿命为

$$\begin{aligned} L_{10hs} &= \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10hA}^e} + \frac{1}{L_{10hB}^e} \right)^{1/e}} \\ &= \frac{1}{\left(\frac{1}{12900^{9/8}} + \frac{1}{12800^{9/8}} \right)^{8/9}} \approx 6940 \text{ h} \end{aligned}$$

6. 轴承的主要尺寸与公称型号

6.1 主要尺寸

轴承的主要尺寸,如图6.1所示,是指表示外形轮廓的轴承内径、外径、宽度或高度和倒角尺寸等,是轴承在轴上及外壳内安装时的必需尺寸。

这些主要尺寸已由国际标准(ISO 15)标准化了, JIS B 1512(滚动轴承的主要尺寸)也是以 ISO 标准为基准制定的。

也即标准中按向心轴承(圆锥滚子轴承另行规定)和推力轴承的型式分别对主要尺寸做了规定。图6.2及图6.3分别表示向心轴承和推力轴承的尺寸系列。

参考 1) 直径系列是与轴承公称内径相对应的阶梯形的轴承公称外径的系列, 尺寸系列则是宽度或高度系列与直径系列的组合

2) JIS B 1512 规定的圆锥滚子轴承的主要尺寸采用了 ISO 355 规定的新尺寸系列(参照 B 206 页), 轴承尺寸表中也列出了新尺寸系列的代号, 以作为参考

规定的这些尺寸系列并非都在使用, 其中也有为将来所准备的。

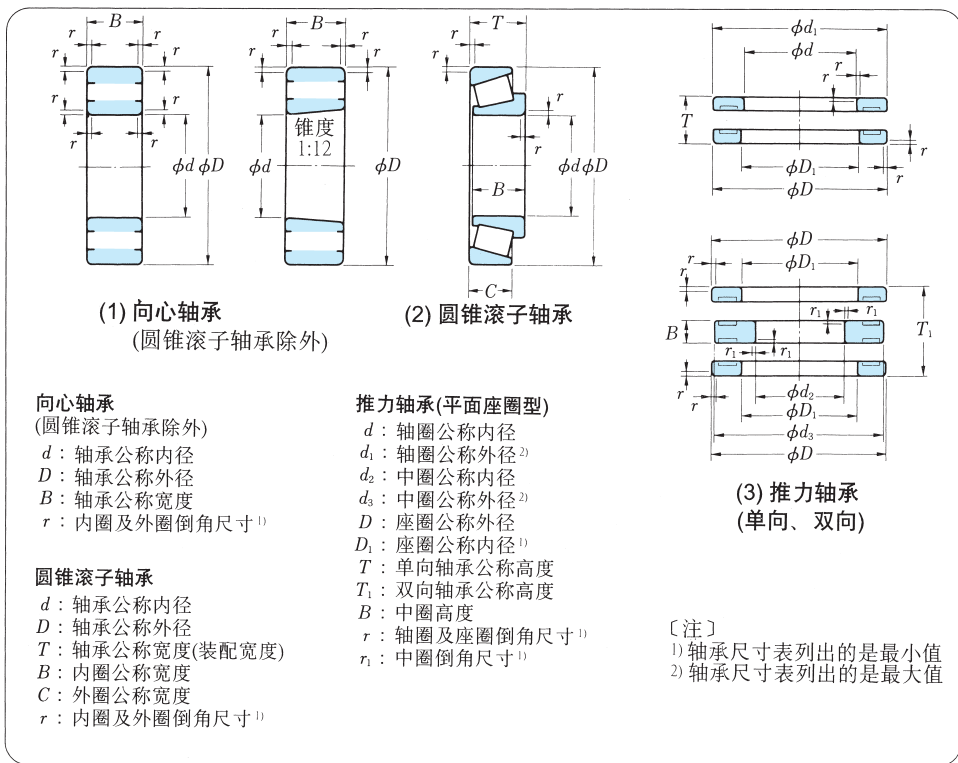


图 6.1 轴承的主要尺寸

6.2 止动槽与止动环尺寸

轴承外径面上安装止动环的止动槽尺寸在 JIS B 1512 中也有规定。

止动环的尺寸与精度则由 JIS B 1509 所规定。

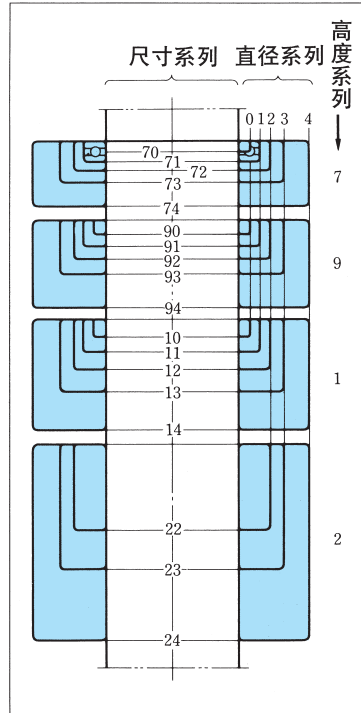


图 6.3 推力轴承的尺寸系列 (省略直径系列 5)

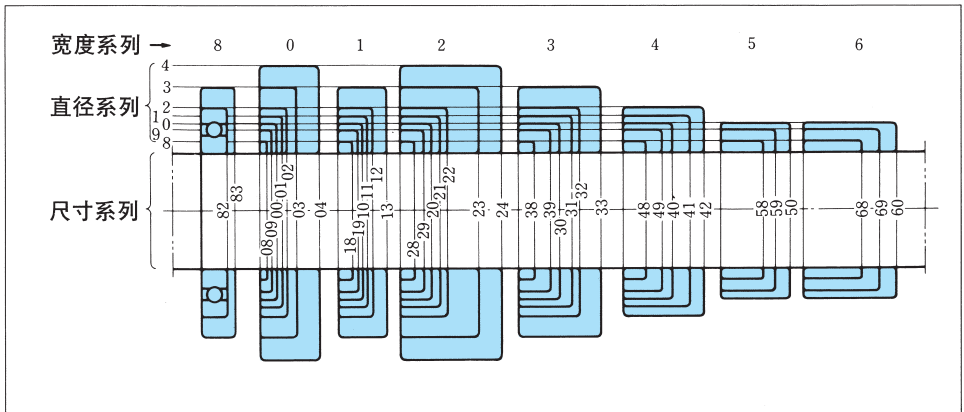


图 6.2 向心轴承的尺寸系列 (省略直径系列 7)

6.3 公称型号

轴承的公称型号表示轴承的结构型式、主要尺寸、旋转精度、内部游隙等规格，由基本型号与辅助代号构成。

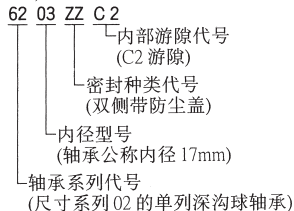
与 JIS B 1512 (滚动轴承的主要尺寸) 相对应的标准轴承的公称型号由 JIS B 1513 所规定。

但 KOYO 还使用 JIS 规定之外的辅助代号。

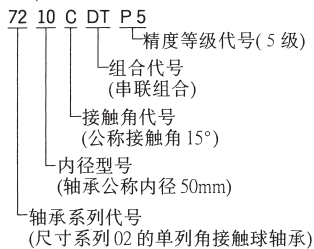
表 6.1 表示基本型号中的轴承系列代号，表 6.2 表示公称型号的构成和排列顺序。

〔公称型号示例〕

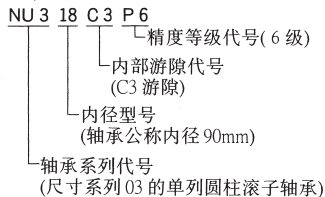
(例 1)



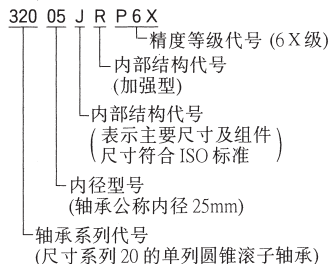
(例 2)



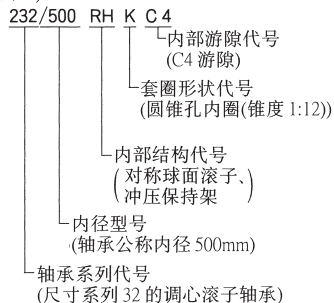
(例 3)



(例 4)



(例 5)



(例 6)

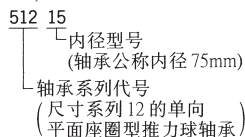


表 6.1 轴承系列代号

轴承型式	轴承系列代号	型式代号	尺寸系列代号	
			宽度系列 ¹⁾	直径系列
单列深沟球轴承	68	6	(1)	8
	69	6	(1)	9
	160 ²⁾	6	(0)	0
	60	6	(1)	0
	62	6	(0)	2
	63	6	(0)	3
64	6	(0)	4	
双列深沟球轴承 (有装填槽)	42	4	(2)	2
	43	4	(2)	3
单列角接触球轴承	79	7	(1)	9
	70	7	(1)	0
	72	7	(0)	2
	73	7	(0)	3
	74	7	(0)	4
双列角接触球轴承 (有装填槽)	32	(0)	3	2
	33	(0)	3	3
双列角接触球轴承	52	5	(3)	2
	53	5	(3)	3
调心球轴承	12	1	(0)	2
	22	2	(2)	2
	13	1	(0)	3
	23	2	(2)	3
	112 ²⁾	1	(0) ³⁾	2
	113 ²⁾	1	(0) ³⁾	3
单列圆柱滚子轴承	NU 10	NU ⁴⁾	1	0
	NU 2	NU ⁴⁾	(0)	2
	NU 22	NU ⁴⁾	2	2
	NU 32	NU ⁴⁾	3	2
	NU 3	NU ⁴⁾	(0)	3
	NU 23	NU ⁴⁾	2	3
NU 4	NU ⁴⁾	(0)	4	
双列圆柱滚子轴承	NNU 49	NNU	4	9
	NN 30	NN	3	0
单列滚针轴承	NA 48	NA	4	8
	NA 49	NA	4	9
	NA 59	NA	5	9
双列滚针轴承	NA 69	NA	6	9

轴承型式	轴承系列代号	型式代号	尺寸系列代号	
			宽度系列	直径系列
圆锥滚子轴承	329	3	2	9
	320	3	2	0
	330	3	3	0
	331	3	3	1
	302	3	0	2
	322	3	2	2
	332	3	3	2
	303	3	0	3
	313	3	1	3
	323	3	2	3
调心滚子轴承	239	2	3	9
	230	2	3	0
	240	2	4	0
	231	2	3	1
	241	2	4	1
	222	2	2	2
	232	2	3	2
	213 ²⁾	2	0	3
	223	2	2	3
单向平面座圈型推力球轴承	511	5	1	1
	512	5	1	2
	513	5	1	3
	514	5	1	4
单向调心座圈型推力球轴承	532	5	3	2
	533	5	3	3
	534	5	3	4
双向平面座圈型推力球轴承	522	5	2	2
	523	5	2	3
	524	5	2	4
双向调心座圈型推力球轴承	542	5	4	2
	543	5	4	3
	544	5	4	4
	推力调心滚子轴承	292	2	9
293		2	9	3
294		2	9	4

〔注〕

- 1) ()表示的宽度系列代号在轴承系列代号中省略
- 2) 习惯上使用的轴承系列代号
- 3) 表示外圈公称宽度的宽度系列(仅内圈为宽型)
- 4) 除 NU 型外, 还有 NJ、NUP、N、NF、NH 各型

辅助代号													
材料代号 特殊热处理代号		组合代号		内部游隙代号 预紧代号		隔圈代号		保持架代号		精度等级代号		润滑脂代号	
代号	内容	代号	内容	代号	内容	代号	内容	代号	内容	代号	内容	代号	内容
无表示	高碳铬轴承钢	〔角接触球轴承〕	DB 背面组合 DF 正面组合 DT 串联组合	〔向心轴承的径向内部游隙〕 C1 小于C2游隙 C2 小于标准游隙 无表示 标准(CN)游隙 C3 大于标准游隙 C4 大于C3游隙 C5 大于C4游隙 〔微型·小径球轴承的径向内部游隙〕 M1 0~5 μm M2 3~8 μm M3 5~10 μm M4 8~13 μm M5 13~20 μm M6 20~28 μm 〔双列角接触球轴承的径向内部游隙〕 CD2 小于标准游隙 无表示 标准(CDN)游隙 CD3 大于标准游隙 〔电动机用轴承的径向内部游隙〕 CM (深沟球轴承) CT (圆柱滚子轴承) ----- NA 不可互换圆柱滚子轴承的径向内部游隙 (C1NA~C5NA) 〔角接触球轴承的预紧〕 S 微预紧 L 轻预紧 M 中预紧 H 重预紧	〔在各隔圈代号后加隔圈宽度尺寸(mm)〕 〔深沟球轴承〕 + 带内隔圈及外隔圈 〔角接触球轴承〕 / 带内隔圈及外隔圈 /P 带外隔圈 /S 带内隔圈 〔圆柱滚子轴承、调心滚子轴承〕 +DP 带内隔圈及外隔圈 +IDP 带内隔圈 +ODP 带外隔圈	〔冲压保持架〕 // 钢板 YS 不锈钢板 〔切制保持架〕 FT 酚醛树脂 FY 高强度黄铜铸件 FW 高强度黄铜铸件(分离型) 〔成形保持架〕 MG 聚酰胺 FG 聚酰胺 〔销式保持架〕 FP 碳素钢	〔JIS〕 省略 0级 P6 6级 P6X 6X级 P5 5级 P4 4级 P2 2级	A2 ALVANIA 2 AC ANDOK C B5 BEACON 325 SR MULTITEMP SRL 4M SH44M					
E	渗碳钢												
F	渗碳钢												
H	渗碳钢												
Y	渗碳钢												
ST	不锈钢												
SH	特殊热处理												
	〔尺寸稳定处理〕												
S0	< 150℃												
S1	< 200℃												
S2	< 250℃												

〔备注〕上表仅适用于表6.1所示的轴承系列，接触角代号及辅助代号从左顺序排列，不出现时不表示

7. 轴承的精度

7.1 轴承的精度与等级

滚动轴承的精度分(主要)尺寸精度与旋转精度,由JIS B 1514(滚动轴承的精度)所规定(JIS以ISO标准为基准)。

精度等级已标准化,分为0级、6X级、6级、5级、4级、2级六个等级。

精度从0级起依次提高,对于一般用途0级已足够,但在用于表7.1所示条件或场合时,需要5级或更高的精度。

以上的精度等级虽然是以ISO标准为基准制定的,但其称呼在各国标准中有所不同。

表7.2列出了各种轴承型式所适用的精度等级以及各国标准之间的比较。

■ 尺寸精度(与轴及外壳安装有关的项目)

- 内径、外径、宽度及装配宽度的允许偏差
- 滚子组内切圆直径及外切圆直径的允许偏差
- 倒角尺寸的允许界限值
- 宽度的允许变动量
- 圆锥孔的允许偏差和允许变动量

■ 旋转精度(与旋转体跳动有关的项目)

- 内圈及外圈的允许径向跳动和轴向跳动
- 内圈的允许横向跳动
- 外端面倾斜度的允许变动量
- 推力轴承滚道厚度的允许变动量

各类轴承的尺寸精度与旋转精度如表7.3~表7.10所示。

圆锥孔向心轴承内孔的精度以及倒角尺寸界限值分别如表7.11和表7.12所示。

表 7.1 精密轴承用例

性能要求	用 例	适用精度等级
要求旋转体具有高跳动精度	音响·影像机器主轴(录像机、录音机) 雷达·抛物面天线转轴 机床主轴 电子计算机、磁盘主轴 铝箔辊颈 多级轧钢机支承轴承	P 5, P 4 P 4 P 5, P 4, P 2, ABEC 9 P 5, P 4, P 2, ABEC 9 P 5 P 4
高速旋转	牙科用砂轮轴 增压器 喷气式发动机主轴·辅机 离心分离机 液化天然气泵 涡轮分子泵主轴·保护轴承 机床主轴 张紧轮	P 2, ABMA 5P, ABMA 7P P 5, P 4 P 5, P 4 P 5, P 4 P 5 P 5, P 4 P 5, P 4, P 2, ABEC 9 P 5, P 4
要求摩擦及摩擦变化小	控制机器(同步马达、伺服马达、陀螺万向架) 计量仪表 机床主轴	P 4, ABMA 7P P 5 P 5, P 4, P 2, ABEC 9

表 7.2 轴承型式与适用精度等级

轴 承 型 式		适用标准	适 用 精 度 等 级						参照表	
深 沟 球 轴 承		JIS B 1514	0 级	—	6 级	5 级	4 级	2 级	表 7.3	
角 接 触 球 轴 承			0 级	—	6 级	5 级	4 级	2 级		
调 心 球 轴 承			0 级	—	—	—	—	—		
圆 柱 滚 子 轴 承			0 级	—	6 级	5 级	4 级	2 级		
滚 针 轴 承 (实 体 型)			0 级	—	6 级	5 级	4 级	—		
圆 锥 滚 子 轴 承	公 制 系 列 (单 列)	JIS B 1514	0 级	6X 级	6 级	5 级	4 级	—	表 7.5	
	公 制 系 列 (双 列、四 列)	BAS 1002	0 级	—	—	—	—	—	表 7.6	
	英 制 系 列	ABMA	Class 4	—	Class 2	Class 3	Class 0	Class 00	表 7.7	
	公 制 J 系 列		Class PK	—	Class PN	Class PC	Class PB	—	表 7.8	
调 心 滚 子 轴 承		JIS B 1514	0 级	—	—	—	—	—	表 7.3	
推 力 球 轴 承			0 级	—	6 级	5 级	4 级	—	表 7.9	
推 力 调 心 滚 子 轴 承			0 级	—	—	—	—	—	表 7.10	
精 密 滚 珠 丝 杠 支 承 轴 承		KOYO 标 准	—	—	—	P5Z 级	P4Z 级	—		
双 向 推 力 角 接 触 球 轴 承			—	—	—	相 当 于 5 级	相 当 于 4 级	—		
(参 考) 对 应 精 度 等 级	ISO	向 心 轴 承	ISO 492	Normal Class	Class 6X	Class 6	Class 5	Class 4	Class 2	—
		推 力 轴 承	ISO 199	Normal Class	—	Class 6	Class 5	Class 4	—	—
	DIN BS NF	向 心 及 推 力 轴 承	DIN 620 BS 6107 NF E 22-335	Normal Class	Class 6X	Class 6	Class 5	Class 4	Class 2	—
	ANSI ABMA	向 心 轴 承	ABMA std. 20	ABEC 1 RBEC 1	— —	ABEC 3 RBEC 3	ABEC 5 RBEC 5	ABEC 7 —	ABEC 9 —	—
		仪 表 用 球 轴 承	ABMA std. 12	—	—	Class 3P	Class 5P Class 5T	Class 7P Class 7T	Class 9P	表 7.4
		圆 锥 滚 子 轴 承	ABMA std. 19	Class 4 Class K	— —	Class 2 Class N	Class 3 Class C	Class 0 Class B	Class 00 Class A	表 7.7

(参考) 有关轴承的标准与团体

- JIS : 日本工业标准(Japanese Industrial Standards)
- BAS : 日本轴承工业会标准(Japan Bearing Industrial Association Standards)
- ISO : 国际标准化组织(International Organization for Standardization)
- ANSI : 美国国家标准协会(American National Standards Institute, Inc.)
- ABMA : 美国轴承制造商协会(American Bearing Manufactures Association)
- DIN : 德国工业标准(Deutsches Institut für Normung)
- BS : 英国标准协会(British Standards Institution)
- NF : 法国标准协会(Association Francaise de Normalisation)

表 7.3 (1) 向心轴承的精度 (圆锥滚子轴承除外) (JIS B 1514-1995)

(1) 内 圈 (内径)

轴承 公称内径 <i>d</i> mm	单一平面内平均内径的偏差 Δd_{mp}						单一内径的偏差 $\Delta d_s^{2)}$				单一平面内 直径系列 7、8、9							
	0 级		6 级		5 级		4 级		2 级		0 级	6 级	5 级	4 级				
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	最大							
0.6 ¹⁾ 2.5	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	9	5	4
2.5 10	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	9	5	4
10 18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	9	5	4
18 30	0	-10	0	-8	0	-6	0	-5	0	-2.5	0	-5	0	-2.5	13	10	6	5
30 50	0	-12	0	-10	0	-8	0	-6	0	-2.5	0	-6	0	-2.5	15	13	8	6
50 80	0	-15	0	-12	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4	19	15	9	7
80 120	0	-20	0	-15	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5	25	19	10	8
120 150	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	31	23	13	10
150 180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	31	23	13	10
180 250	0	-30	0	-22	0	-15	0	-12	0	-8	0	-12	0	-8	38	28	15	12
250 315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-15	-	-	0	-15	-	-	44	31	18	15
315 400	0	-40	0	-30	0	-23	0	-18	-	-	0	-18	-	-	50	38	23	18
400 500	0	-45	0	-35	0	-28	0	-23	-	-	0	-23	-	-	56	44	28	23
500 630	0	-50	0	-40	0	-35	-	-	-	-	-	-	-	-	63	50	35	-
630 800	0	-75	0	-50	0	-45	-	-	-	-	-	-	-	-	94	63	45	-
800 1000	0	-100	0	-60	0	-60	-	-	-	-	-	-	-	-	125	75	60	-
1000 1250	0	-125	0	-75	0	-75	-	-	-	-	-	-	-	-	156	94	75	-
1250 1600	0	-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	-	-
1600 2000	0	-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250	-	-	-

(2) 内 圈 (旋转精度与宽度)

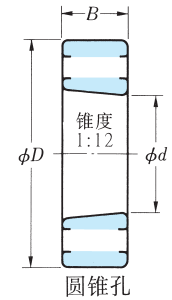
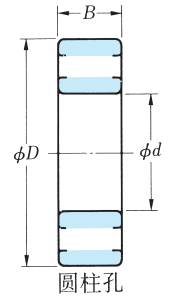
轴承 公称内径 <i>d</i> mm	径向跳动 K_{1a}					横向跳动 S_d			轴向跳动 $S_{1a}^{3)}$			单个轴承单一 ΔB_s					
	0 级	6 级	5 级	4 级	2 级	5 级	4 级	2 级	5 级	4 级	2 级	0 级	6 级	5 级			
	最大					最大			最大			上	下	上	下	上	下
0.6 ¹⁾ 2.5	10	5	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	0	-40	0	-40	0	-40
2.5 10	10	6	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	0	-120	0	-120	0	-40
10 18	10	7	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	0	-120	0	-120	0	-80
18 30	13	8	4	3	2.5	8	4	1.5	8	4	2.5	0	-120	0	-120	0	-120
30 50	15	10	5	4	2.5	8	4	1.5	8	4	2.5	0	-120	0	-120	0	-120
50 80	20	10	5	4	2.5	8	5	1.5	8	5	2.5	0	-150	0	-150	0	-150
80 120	25	13	6	5	2.5	9	5	2.5	9	5	2.5	0	-200	0	-200	0	-200
120 150	30	18	8	6	2.5	10	6	2.5	10	7	2.5	0	-250	0	-250	0	-250
150 180	30	18	8	6	5	10	6	4	10	7	5	0	-250	0	-250	0	-250
180 250	40	20	10	8	5	11	7	5	13	8	5	0	-300	0	-300	0	-300
250 315	50	25	13	10	-	13	8	-	15	9	-	0	-350	0	-350	0	-350
315 400	60	30	15	13	-	15	9	-	20	12	-	0	-400	0	-400	0	-400
400 500	65	35	20	15	-	18	11	-	25	15	-	0	-450	0	-450	0	-450
500 630	70	40	25	-	-	25	-	-	30	-	-	0	-500	0	-500	0	-500
630 800	80	50	30	-	-	30	-	-	35	-	-	0	-750	0	-750	0	-750
800 1000	90	60	40	-	-	40	-	-	45	-	-	0	-1000	0	-1000	0	-1000
1000 1250	100	70	50	-	-	50	-	-	60	-	-	0	-1250	0	-1250	0	-1250
1250 1600	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-1600	-	-	-	-
1600 2000	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-2000	-	-	-	-

[注] 1) 该尺寸段含 0.6mm

2) 4 级精度适用于直径系列 0、1、2、3、4 的轴承

单位 μm

内径的变动量 V_{d_p}												平面内平均内径的变动量 $V_{d_{mp}}$					轴承公称内径 d mm	
直径系列 0、1				直径系列 2、3、4				全直径系列										
0级	6级	5级	4级	0级	6级	5级	4级		2级	0级	6级	5级	4级	2级				
最大				最大					最大	最大								
8	7	4	3	6	5	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	0.6 ¹⁾	2.5			
8	7	4	3	6	5	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	2.5	10			
8	7	4	3	6	5	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	10	18			
10	8	5	4	8	6	5	4	2.5	8	6	3	2.5	1.5	18	30			
12	10	6	5	9	8	6	5	2.5	9	8	4	3	1.5	30	50			
19	15	7	5	11	9	7	5	4	11	9	5	3.5	2	50	80			
25	19	8	6	15	11	8	6	5	15	11	5	4	2.5	80	120			
31	23	10	8	19	14	10	8	7	19	14	7	5	3.5	120	150			
31	23	10	8	19	14	10	8	7	19	14	7	5	3.5	150	180			
38	28	12	9	23	17	12	9	8	23	17	8	6	4	180	250			
44	31	14	11	26	19	14	11	-	26	19	9	8	-	250	315			
50	38	18	14	30	23	18	14	-	30	23	12	9	-	315	400			
56	44	21	17	34	26	21	17	-	34	26	14	12	-	400	500			
63	50	26	-	38	30	26	-	-	38	30	18	-	-	500	630			
94	63	34	-	56	38	34	-	-	56	38	23	-	-	630	800			
125	75	45	-	75	45	45	-	-	75	45	30	-	-	800	1000			
156	94	56	-	94	56	56	-	-	94	56	38	-	-	1000	1250			
200	-	-	-	120	-	-	-	-	120	-	-	-	-	1250	1600			
250	-	-	-	150	-	-	-	-	150	-	-	-	-	1600	2000			



单位 μm

宽度的偏差		组合轴承单一宽度的偏差 $\Delta B_s^{4)}$						宽度的变动量 V_{B_s}					轴承公称内径 d mm					
		0级		6级		5级		4、2级										
上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	0级	6级	5级			4级	2级		
										最大					超过	到		
0	-40	0	-40	-	-	-	-	0	-250	0	-250	12	12	5	2.5	1.5	0.6 ¹⁾	2.5
0	-40	0	-40	0	-250	0	-250	0	-250	0	-250	15	15	5	2.5	1.5	2.5	10
0	-80	0	-80	0	-250	0	-250	0	-250	0	-250	20	20	5	2.5	1.5	10	18
0	-120	0	-120	0	-250	0	-250	0	-250	0	-250	20	20	5	2.5	1.5	18	30
0	-120	0	-120	0	-250	0	-250	0	-250	0	-250	20	20	5	3	1.5	30	50
0	-150	0	-150	0	-380	0	-380	0	-250	0	-250	25	25	6	4	1.5	50	80
0	-200	0	-200	0	-380	0	-380	0	-380	0	-380	25	25	7	4	2.5	80	120
0	-250	0	-250	0	-500	0	-500	0	-380	0	-380	30	30	8	5	2.5	120	150
0	-250	0	-300	0	-500	0	-500	0	-380	0	-380	30	30	8	5	4	150	180
0	-300	0	-350	0	-500	0	-500	0	-500	0	-500	30	30	10	6	5	180	250
0	-350	-	-	0	-500	0	-500	0	-500	-	-	35	35	13	8	-	250	315
0	-400	-	-	0	-630	0	-630	0	-630	-	-	40	40	15	9	-	315	400
0	-450	-	-	0	-800	0	-800	-	-	-	-	50	45	18	11	-	400	500
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	50	20	-	-	500	630
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	60	23	-	-	630	800
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	60	35	-	-	800	1000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	60	45	-	-	1000	1250
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	1250	1600
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	1600	2000

3) 适用于深沟球轴承与角接触球轴承

〔备注〕斜体数字为KOYO标准

4) 适用于组合轴承的各套圈

表 7.3 (2) 向心轴承的精度 (圆锥滚子轴承除外) (JIS B 1514-1995)
(3) 外 圈 (外径)

轴承 公称外径 D mm	单一平面内平均外径的偏差 ΔD_{mp}					单一外径的偏差 $\Delta D_s^{2)}$				单一平面内								
	0 级		6 级		5 级		4 级		2 级		直径系列 7、8、9							
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	0 级	6 级	5 级	4 级				
超过 到	最大																	
2.5 ¹⁾ 6	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	9	5	4
6 18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5	10	9	5	4
18 30	0	-9	0	-8	0	-6	0	-5	0	-4	0	-5	0	-4	12	10	6	5
30 50	0	-11	0	-9	0	-7	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	14	11	7	6
50 80	0	-13	0	-11	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4	16	14	9	7
80 120	0	-15	0	-13	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5	19	16	10	8
120 150	0	-18	0	-15	0	-11	0	-9	0	-5	0	-9	0	-5	23	19	11	9
150 180	0	-20	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	31	23	13	10
180 250	0	-25	0	-20	0	-15	0	-11	0	-8	0	-11	0	-8	38	25	15	11
250 315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-13	0	-8	0	-13	0	-8	44	31	18	13
315 400	0	-40	0	-28	0	-20	0	-15	0	-10	0	-15	0	-10	50	35	20	15
400 500	0	-45	0	-33	0	-23	0	-17	-	-	0	-17	-	-	56	41	23	17
500 630	0	-50	0	-38	0	-28	0	-20	-	-	0	-20	-	-	63	48	28	20
630 800	0	-75	0	-45	0	-35	-	-	-	-	-	-	-	-	94	56	35	-
800 1000	0	-100	0	-60	0	-50	-	-	-	-	-	-	-	-	125	75	50	-
1000 1250	0	-125	0	-75	0	-63	-	-	-	-	-	-	-	-	156	94	63	-
1250 1600	0	-160	0	-90	0	-80	-	-	-	-	-	-	-	-	200	113	80	-
1600 2000	0	-200	0	-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250	150	-	-
2000 2500	0	-250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	313	-	-	-

(4) 外 圈 (旋转精度与宽度)

单位 μm

轴承 公称外径 D mm	径向跳动 K_{ea}					外倾面倾斜度的变动量 SD			轴向跳动 $S_{ea}^{4)}$			单一宽度的偏差 ΔC_s	宽度的变动量 VC_s																											
	0 级		6 级		5 级		4 级		2 级		5 级		4 级		2 级		0、6、5、4、2 级		0、6 级		5 级		4 级		2 级															
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下														
超过 到	最大														最大																									
2.5 ¹⁾ 6	15	8	5	3	1.5	8	4	1.5	8	5	1.5	8	5	1.5	与同一轴承内径 d 的 ΔB_s 值相同	与同一轴承内径 d 的 VB_s 的值相同	5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
6 18	15	8	5	3	1.5	8	4	1.5	8	5	1.5	8	5	1.5																										
18 30	15	9	6	4	2.5	8	4	1.5	8	5	2.5	8	5	2.5																										
30 50	20	10	7	5	2.5	8	4	1.5	8	5	2.5	8	5	2.5																										
50 80	25	13	8	5	4	8	4	1.5	10	5	4	10	5	4																										
80 120	35	18	10	6	5	9	5	2.5	11	6	5	11	6	5																										
120 150	40	20	11	7	5	10	5	2.5	13	7	5	13	7	5																										
150 180	45	23	13	8	5	10	5	2.5	14	8	5	14	8	5																										
180 250	50	25	15	10	7	11	7	4	15	10	7	15	10	7																										
250 315	60	30	18	11	7	13	8	5	18	10	7	18	10	7																										
315 400	70	35	20	13	8	13	10	7	20	13	8	20	13	8																										
400 500	80	40	23	15	-	15	12	-	23	15	-	23	15	-																										
500 630	100	50	25	18	-	18	13	-	25	18	-	25	18	-																										
630 800	120	60	30	-	-	20	-	-	30	-	-	30	-	-																										
800 1000	140	75	40	-	-	23	-	-	40	-	-	40	-	-																										
1000 1250	160	85	45	-	-	30	-	-	45	-	-	45	-	-																										
1250 1600	190	95	60	-	-	45	-	-	60	-	-	60	-	-																										
1600 2000	220	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																										
2000 2500	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																										

单位 μm

外径的变动量 V_{D_o}										密封型轴承		平面内平均外径的变动量 $V_{D_{mp}}$					轴承公称外径 D mm	
直径系列 0、1				直径系列 2、3、4				全直径系列 2级	直径系列							超过	到	
									2, 3, 4	0, 1, 2, 3, 4								
0级	6级	5级	4级	0级	6级	5级	4级		0级 ³⁾	6级 ³⁾	0级 ³⁾	6级	5级	4级	2级			
最大				最大				最大	最大		最大							
8	7	4	3	6	5	4	3	2.5	10	9	6	5	3	2	1.5	2.5 ¹⁾	6	
8	7	4	3	6	5	4	3	2.5	10	9	6	5	3	2	1.5	6	18	
9	8	5	4	7	6	5	4	4	12	10	7	6	3	2.5	2	18	30	
11	9	5	5	8	7	5	5	4	16	13	8	7	4	3	2	30	50	
13	11	7	5	10	8	7	5	4	20	16	10	8	5	3.5	2	50	80	
19	16	8	6	11	10	8	6	5	26	20	11	10	5	4	2.5	80	120	
23	19	8	7	14	11	8	7	5	30	25	14	11	6	5	2.5	120	150	
31	23	10	8	19	14	10	8	7	38	30	19	14	7	5	3.5	150	180	
38	25	11	8	23	15	11	8	8	—	—	23	15	8	6	4	180	250	
44	31	14	10	26	19	14	10	8	—	—	26	19	9	7	4	250	315	
50	35	15	11	30	21	15	11	10	—	—	30	21	10	8	5	315	400	
56	41	17	13	34	25	17	13	—	—	—	34	25	12	9	—	400	500	
63	48	21	15	38	29	21	15	—	—	—	38	29	14	10	—	500	630	
94	56	26	—	55	34	26	—	—	—	—	55	34	18	—	—	630	800	
125	75	38	—	75	45	38	—	—	—	—	75	45	25	—	—	800	1000	
156	94	47	—	94	56	47	—	—	—	—	94	56	32	—	—	1000	1250	
200	113	60	—	120	68	60	—	—	—	—	120	68	40	—	—	1250	1600	
250	150	—	—	150	90	—	—	—	—	—	150	90	—	—	—	1600	2000	
313	—	—	—	188	—	—	—	—	—	—	188	—	—	—	—	2000	2500	

(5) 带凸缘外圈⁵⁾

单位 μm

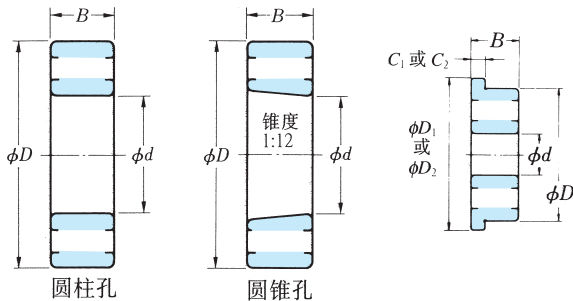
轴承公称外径 D mm	凸缘单一外径的偏差 $\Delta D_{1s}, \Delta D_{2s}$				凸缘单一宽度的偏差 $\Delta C_{1s}, \Delta C_{2s}$		
	0、6级		5、4级		0、6、5、4级		
超过	上	下	上	下	上	下	
2.5 ¹⁾	6	+125	-50	0	-25	0	-50
6	18	+125	-50	0	-25	0	-50
18	30	+125	-50	0	-25	0	-50

[注]

- 1) 该尺寸段含 2.5mm
- 2) 4级精度适用于直径系列 0、1、2、3、4 的轴承
- 3) 适用于不带止动环时
- 4) 适用于深沟球轴承与角接触球轴承
- 5) 符合 BAS (日本轴承工业会标准)

[备注]

斜体数字为 KOYO 标准



d : 轴承公称内径
 D : 轴承公称外径
 B : 轴承公称宽度
 D_1 或 D_2 : 凸缘公称外径
 C_1 或 C_2 : 凸缘公称宽度

表 7.4 英制仪表用球轴承的精度 (ABMA 标准) (参考)

(1) 内圈及外圈宽度

轴承 公称内径 d mm	单一平面内 平均内径的偏差 Δd_{mp}		单一内径的偏差 Δd_s		单一平面内 内径的变动量 Vd_p		平面内平均内径 的变动量 Vd_{mp}		径向跳动 K_{ra}		
	class 5P, 7P	class 9P	class 5P, 7P	class 9P	class 5P, 7P	class 9P	class 5P, 7P	class 9P	class 5P	class 7P	class 9P
超过 到	上 下	上 下	上 下	上 下	最大		最大		最大		
— 10	0 -5.1	0 -2.5	0 -5.1	0 -2.5	2.5	1.3	2.5	1.3	3.8	2.5	1.3
10 18	0 -5.1	0 -2.5	0 -5.1	0 -2.5	2.5	1.3	2.5	1.3	3.8	2.5	1.3
18 30	0 -5.1	0 -2.5	0 -5.1	0 -2.5	2.5	1.3	2.5	1.3	3.8	3.8	2.5

(2) 外 圈

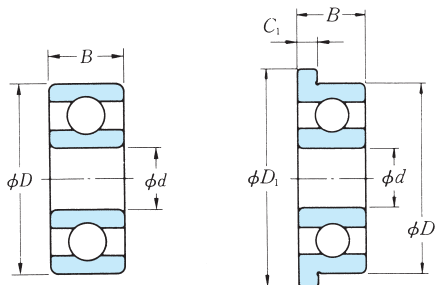
轴承 公称外径 D mm	单一平面内 平均外径的偏差 ΔD_{mp}		单一外径的偏差 ΔD_s				单一平面内外径的变动量 VD_p			平面内平均外径的变动量 VD_{mp}		
	class 5P, 7P	class 9P	class 5P, 7P		class 9P	class 5P, 7P		class 9P	class 5P, 7P		class 9P	
			开放型 轴承	密封型 轴承	开放型 轴承	开放型 轴承	密封型 轴承	开放型 轴承	开放型 轴承	密封型 轴承	开放型 轴承	
超过 到	上 下	上 下	上 下	上 下	上 下	最大			最大			
— 18	0 -5.1	0 -2.5	0 -5.1	+1 -6.1	0 -2.5	2.5	5.1	1.3	2.5	5.1	1.3	
18 30	0 -5.1	0 -3.8	0 -5.1	+1 -6.1	0 -3.8	2.5	5.1	2	2.5	5.1	2	
30 50	0 -5.1	0 -3.8	0 -5.1	+1 -6.1	0 -3.8	2.5	5.1	2	2.5	5.1	2	

单位 μm

轴向跳动 S_{ia}			横向跳动 S_d			内圈或外圈 单一宽度的偏差 $\Delta B_s, \Delta C_s$		内圈或外圈 宽度的变动量 VB_s, VC_s		
class 5P	class 7P	class 9P	class 5P	class 7P	class 9P	class 5P, 7P, 9P		class 5P	class 7P	class 9P
最大			最大			上	下	最大		
7.6	2.5	1.3	7.6	2.5	1.3	0	-25.4	5.1	2.5	1.3
7.6	2.5	1.3	7.6	2.5	1.3	0	-25.4	5.1	2.5	1.3
7.6	3.8	1.3	7.6	3.8	1.3	0	-25.4	5.1	2.5	1.3

单位 μm

径向跳动 K_{ea}			轴向跳动 S_{ea}			外表面倾斜度的变动量 SD			凸缘单一外径 的偏差 ΔD_{1s}		凸缘单一宽度 的偏差 ΔC_{1s}	
class 5P	class 7P	class 9P	class 5P	class 7P	class 9P	class 5P	class 7P	class 9P	class 5P, 7P		class 5P, 7P	
最大			最大			最大			上	下	上	下
5.1	3.8	1.3	7.6	5.1	1.3	7.6	3.8	1.3	0	-25.4	0	-50.8
5.1	3.8	2.5	7.6	5.1	2.5	7.6	3.8	1.3	0	-25.4	0	-50.8
5.1	5.1	2.5	7.6	5.1	2.5	7.6	3.8	1.3	0	-25.4	0	-50.8



d : 轴承公称内径
 D : 轴承公称外径
 B : 轴承公称宽度
 D_1 : 凸缘公称外径
 C_1 : 凸缘公称宽度

表 7.5 (1) 公制圆锥滚子轴承的精度 (JIS B 1514-1995)

(1) 内 圈

轴承 公称内径 d mm	单一平面内平均内径的偏差						单一内径 的偏差		单一平面内内径 的变动量				平面内平均内径 的变动量				
	Δd_{mp}						Δd_s		Vd_p				Vd_{mp}				
	0, 6X级		6, 5级		4级		4级		0, 6X级	6级	5级	4级	0, 6X级	6级	5级	4级	
超过	到	上	下	上	下	上	下	上	下	最大				最大			
10	18	0	-12	0	-7	0	-5	0	-5	12	7	5	4	9	5	5	4
18	30	0	-12	0	-8	0	-6	0	-6	12	8	6	5	9	6	5	4
30	50	0	-12	0	-10	0	-8	0	-8	12	10	8	6	9	8	5	5
50	80	0	-15	0	-12	0	-9	0	-9	15	12	9	7	11	9	6	5
80	120	0	-20	0	-15	0	-10	0	-10	20	15	11	8	15	11	8	5
120	180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-13	25	18	14	10	19	14	9	7
180	250	0	-30	0	-22	0	-15	0	-15	30	22	17	11	23	16	11	8
250	315	0	-35	0	-25	-	-	-	-	35	25	19	-	26	19	13	-
315	400	0	-40	0	-30	-	-	-	-	40	30	23	-	30	23	15	-
400	500	0	-45 ¹⁾	0	-35	-	-	-	-	45 ¹⁾	35	26	-	34 ¹⁾	26	18	-
500	630	0	-50 ¹⁾	0	-40	-	-	-	-	50 ¹⁾	40	30	-	38 ¹⁾	30	20	-
630	800	0	-75 ¹⁾	0	-50	-	-	-	-	75 ¹⁾	50	38	-	56 ¹⁾	38	25	-
800	1000	0	-100 ¹⁾	0	-60	-	-	-	-	100 ¹⁾	60	45	-	75 ¹⁾	45	30	-

(2) 外 圈

轴承 公称外径 D mm	单一平面内平均外径的偏差						单一外径 的偏差		单一平面内外径 的变动量				平面内平均外径 的变动量				
	ΔD_{mp}						ΔD_s		VD_p				VD_{mp}				
	0, 6X级		6, 5级		4级		4级		0, 6X级	6级	5级	4级	0, 6X级	6级	5级	4级	
超过	到	上	下	上	下	上	下	上	下	最大				最大			
18	30	0	-12	0	-8	0	-6	0	-6	12	8	6	5	9	6	5	4
30	50	0	-14	0	-9	0	-7	0	-7	14	9	7	5	11	7	5	5
50	80	0	-16	0	-11	0	-9	0	-9	16	11	8	7	12	8	6	5
80	120	0	-18	0	-13	0	-10	0	-10	18	13	10	8	14	10	7	5
120	150	0	-20	0	-15	0	-11	0	-11	20	15	11	8	15	11	8	6
150	180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-13	25	18	14	10	19	14	9	7
180	250	0	-30	0	-20	0	-15	0	-15	30	20	15	11	23	15	10	8
250	315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-18	35	25	19	14	26	19	13	9
315	400	0	-40	0	-28	0	-20	0	-20	40	28	22	15	30	21	14	10
400	500	0	-45	0	-33	-	-	-	-	45	33	25	-	34	25	17	-
500	630	0	-50	0	-38	-	-	-	-	50	38	29	-	38	29	19	-
630	800	0	-75 ¹⁾	0	-45	-	-	-	-	75 ¹⁾	45	34	-	56 ¹⁾	34	23	-
800	1000	0	-100 ¹⁾	0	-60	-	-	-	-	100 ¹⁾	60	45	-	75 ¹⁾	45	30	-
1000	1250	0	-125 ¹⁾	0	-75	-	-	-	-	125 ¹⁾	75	56	-	94 ¹⁾	56	38	-
1250	1600	0	-160 ¹⁾	0	-90	-	-	-	-	160 ¹⁾	90	71	-	120 ¹⁾	68	48	-

〔注〕1) 适用于0级精度的轴承

2) 适用于5级精度的轴承

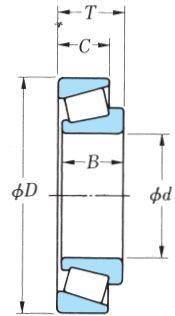
3) 适用于 $d \leq 400$ mm的轴承

〔备注〕斜体数字为KOYO标准

单位 μm

0、6X级	径向跳动			横向跳动		轴向跳动	内圈单一宽度的偏差				轴承公称内径 d mm					
	K_{ia}			S_d		S_{ia}	ΔB_s									
	6级	5级	4级	5级	4级	4级	0级		6X级	6级	5、4级	超过	到			
最大			最大		最大	上	下	上	下	上	下	上	下			
15	7	5	3	7	3	3	0	-120	0	-50	0	-120	0	-200	10	18
18	8	5	3	8	4	4	0	-120	0	-50	0	-120	0	-200	18	30
20	10	6	4	8	4	4	0	-120	0	-50	0	-120	0	-240	30	50
25	10	7	4	8	5	4	0	-150	0	-50	0	-150	0	-300	50	80
30	13	8	5	9	5	5	0	-200	0	-50	0	-200	0	-400	80	120
35	18	11	6	10	6	7	0	-250	0	-50	0	-250	0	-500	120	180
50	20	13	8	11	7	8	0	-300	0	-50	0	-300	0	-600	180	250
60	30	13	-	13	-	-	0	-350	0	-50	0	-350	0	-700 ²⁾	250	315
70	35	15	-	15	-	-	0	-400	0	-50	0	-400	0	-800 ²⁾	315	400
80 ¹⁾	40	18	-	17	-	-	0	-450	-	-	0	-450	0	-900 ²⁾	400	500
90 ¹⁾	50	20	-	20	-	-	0	-500	-	-	0	-500	0	-1000 ²⁾	500	630
105 ¹⁾	60	20	-	23	-	-	0	-750	-	-	0	-750	0	-1500 ²⁾	630	800
120 ¹⁾	75	23	-	30	-	-	0	-1000	-	-	0	-1000	0	-2000 ²⁾	800	1000

0、6X级	径向跳动			外径面倾斜度的变动量		轴向跳动	外圈单一宽度的偏差		轴承公称外径 D mm		
	K_{ea}			S_D		S_{ea}	ΔC_s				
	6级	5级	4级	5级	4级	4级	6X级 ³⁾		0、6、5、4级	超过	到
最大			最大		最大	上	下	上	下	超过	到
18	9	6	4	8	4	5	0	-100	与同一轴承内径 d 的 ΔB_s 值相同	18	30
20	10	7	5	8	4	5	0	-100		30	50
25	13	8	5	8	4	5	0	-100		50	80
35	18	10	6	9	5	6	0	-100		80	120
40	20	11	7	10	5	7	0	-100		120	150
45	23	13	8	10	5	8	0	-100		150	180
50	25	15	10	11	7	10	0	-100		180	250
60	30	18	11	13	8	10	0	-100		250	315
70	35	20	13	13	10	13	0	-100		315	400
80	40	23	-	15	-	-	0	-100		400	500
100	50	25	-	18	-	-	0	-100		500	630
120 ¹⁾	60	30	-	20	-	-	-	-		630	800
140 ¹⁾	75	35	-	23	-	-	-	-		800	1000
165 ¹⁾	85	40	-	27	-	-	-	-		1000	1250
190 ¹⁾	95	40	-	35	-	-	-	-		1250	1600



d : 轴承公称内径
 D : 轴承公称外径
 B : 内圈公称宽度
 C : 外圈公称宽度
 T : 轴承公称宽度 (装配宽度)

表 7.5 (2) 公制圆锥滚子轴承的精度 (JIS B 1514-1995)

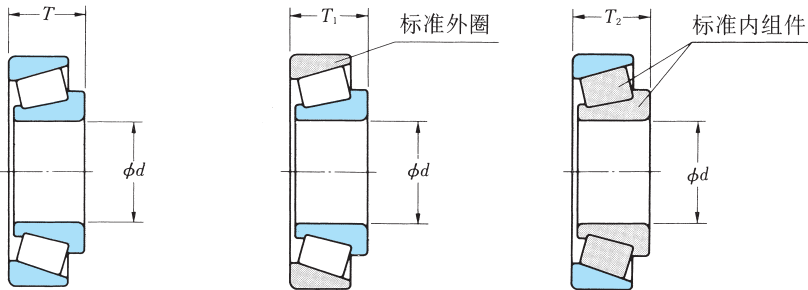
(3) 装配宽度及有效宽度

单位 μm

轴承 公称内径 d mm	装配宽度的偏差 ΔT_s						内组件有效宽度的偏差 ΔT_{1s}			外圈有效宽度的偏差 ΔT_{2s}						
	0级		6X级		6级		5、4级		0级		6X级					
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下				
超过 到																
10 18	+200	0	+100	0	+200	0	+200	-200	+100	0	+50	0	+100	0	+50	0
18 30	+200	0	+100	0	+200	0	+200	-200	+100	0	+50	0	+100	0	+50	0
30 50	+200	0	+100	0	+200	0	+200	-200	+100	0	+50	0	+100	0	+50	0
50 80	+200	0	+100	0	+200	0	+200	-200	+100	0	+50	0	+100	0	+50	0
80 120	+200	-200	+100	0	+200	-200	+200	-200	+100	-100	+50	0	+100	-100	+50	0
120 180	+350	-250	+150	0	+350	-250	+350	-250	+150	-150	+50	0	+200	-100	+100	0
180 250	+350	-250	+150	0	+350	-250	+350	-250	+150	-150	+50	0	+200	-100	+100	0
250 315	+350	-250	+200	0	+350	-250	+350	-250 ¹⁾	+150	-150	+100	0	+200	-100	+100	0
315 400	+400	-400	+200	0	+400	-400	+400	-400 ¹⁾	+200	-200	+100	0	+200	-200	+100	0
400 500	+400	-400	-	-	+400	-400	+400	-400 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
500 630	+500	-500	-	-	+500	-500	+500	-500 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
630 800	+600	-600	-	-	+600	-600	+600	-600 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
800 1000	+750	-750	-	-	+750	-750	+750	-750 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-

〔注〕1) 适用于5级精度的轴承

〔备注〕斜体数字为KOYO标准



d : 轴承公称内径
 T : 轴承公称宽度(装配宽度)
 T_1 : 内组件公称有效宽度
 T_2 : 外圈公称有效宽度

表 7.6 公制双列及四列圆锥滚子轴承的精度 (0 级) (BAS 1002)

(1) 内圈宽度、外圈宽度及组合宽度

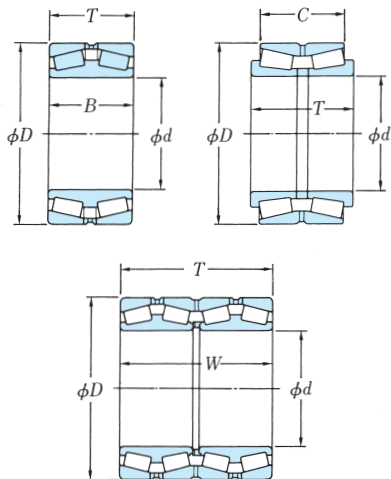
单位 μm

轴承公称内径 d mm	单一平面内 平均内径的 偏差 Δd_{mp}		单一平面内 内径的 变动量 V_{dp}	平面内 平均内径的 变动量 V_{dmp}	径向 跳动 K_{ra}	内圈及外圈 单一宽度的 偏差 $\Delta B_s, \Delta C_s$		组合宽度的偏差				
								双列轴承		四列轴承		
								ΔT_s		$\Delta T_s, \Delta W_s$		
超过	到	上	下	最大	最大	最大	上	下	上	下		
30	50	0	-12	12	7	20	-	-	+240	-240	-	-
50	80	0	-15	15	11	25	-	-	+300	-300	-	-
80	120	0	-20	20	15	30	0	-200	+400	-400	+500	-500
120	180	0	-25	25	17	35	0	-250	+500	-500	+600	-600
180	250	0	-30	30	23	50	0	-300	+600	-600	+750	-750
250	315	0	-35	35	26	60	0	-350	+700	-700	+900	-900
315	400	0	-40	40	30	70	0	-400	+800	-800	+1000	-1000
400	500	0	-45	45	34	80	0	-450	+900	-900	+1200	-1200
500	630	0	-50	50	38	90	0	-500	+1000	-1000	+1200	-1200
630	800	0	-75	75	56	105	0	-750	+1500	-1500	-	-
800	1000	0	-100	100	75	120	-	-	+1500	-1500	-	-

(2) 外 圈

单位 μm

轴承公称外径 D mm	单一平面内 平均外径的 偏差 ΔD_{mp}		单一平面内 外径的 变动量 V_{Dp}	平面内 平均外径的 变动量 V_{Dmp}	径向 跳动 K_{ra}		
						组合宽度的偏差	
						$\Delta T_s, \Delta W_s$	
超过	到	上	下	最大	最大	最大	
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	17	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	50	38	100	
630	800	0	-75	75	56	120	
800	1000	0	-100	100	75	140	
1000	1250	0	-125	125	81	165	
1250	1600	0	-160	160	120	190	



d : 轴承公称内径
 D : 轴承公称外径
 B : 内圈公称宽度
 C : 外圈公称宽度
 T, W : 外圈(内圈)公称组合宽度

表 7.7 英制圆锥滚子轴承的精度 (ABMA 19)

(1) 内 圈

单位 μm

适用 轴承 型式	轴承公称内径 d , mm (1/25.4)		单一内径的偏差 Δd_s									
			class 4	class 2	class 3	class 0	class 00					
	超过	到	上	下	上	下	上	下	上	下		
全型式	—	76.2 (3.0)	+13	0	+13	0	+13	0	+13	0	+8	0
	76.2 (3.0)	266.7 (10.5)	+25	0	+25	0	+13	0	+13	0	+8	0
	266.7 (10.5)	304.8 (12.0)	+25	0	+25	0	+13	0	+13	0	+8	0
	304.8 (12.0)	609.6 (24.0)	+51	0	+51	0	+25	0	—	—	—	—
	609.6 (24.0)	914.4 (36.0)	+76	0	—	—	+38	0	—	—	—	—
	914.4 (36.0)	1 219.2 (48.0)	+102	0	—	—	+51	0	—	—	—	—
	1 219.2 (48.0)	—	+127	0	—	—	+76	0	—	—	—	—

(2) 外 圈

单位 μm

适用 轴承 型式	轴承公称外径 D , mm (1/25.4)		单一外径的偏差 ΔD_s									
			class 4	class 2	class 3	class 0	class 00					
	超过	到	上	下	上	下	上	下	上	下		
全型式	—	266.7 (10.5)	+25	0	+25	0	+13	0	+13	0	+8	0
	266.7 (10.5)	304.8 (12.0)	+25	0	+25	0	+13	0	+13	0	+8	0
	304.8 (12.0)	609.6 (24.0)	+51	0	+51	0	+25	0	—	—	—	—
	609.6 (24.0)	914.4 (36.0)	+76	0	+76	0	+38	0	—	—	—	—
	914.4 (36.0)	1 219.2 (48.0)	+102	0	—	—	+51	0	—	—	—	—
	1 219.2 (48.0)	—	+127	0	—	—	+76	0	—	—	—	—

(3) 径向跳动

单位 μm

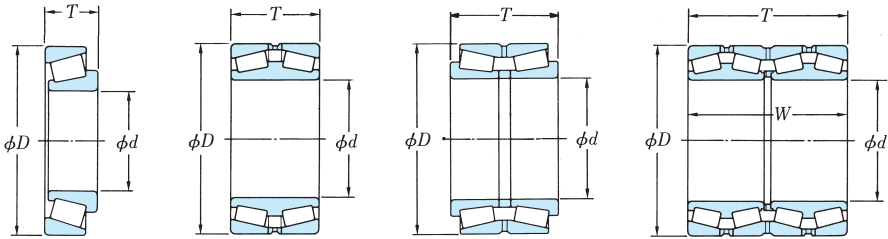
适用 轴承 型式	轴承公称外径 D , mm (1/25.4)		内圈及外圈的径向跳动 K_{ia}, K_{es}				
			class 4	class 2	class 3	class 0	class 00
	超过	到	最大	最大	最大	最大	最大
全型式	—	266.7 (10.5)	51	38	8	4	2
	266.7 (10.5)	304.8 (12.0)	51	38	8	4	2
	304.8 (12.0)	609.6 (24.0)	51	38	18	—	—
	609.6 (24.0)	914.4 (36.0)	76	51	51	—	—
	914.4 (36.0)	1 219.2 (48.0)	76	—	76	—	—
	1 219.2 (48.0)	—	76	—	76	—	—

(4) 装配宽度及组合宽度

单位 μm

适用 轴承 型式	轴承公称内径 d , mm (1/25.4)		轴承公称外径 D , mm (1/25.4)		装配宽度及组合宽度的偏差 $\Delta T_s, \Delta W_s$							
	超过	到	超过	到	class 4		class 2		class 3		class 0, 00	
					上	下	上	下	上	下	上	下
单 列	-	101.6 (4.0)	-	-	+203	0	+203	0	+203	-203	+203	-203
	101.6 (4.0)	266.7 (10.5)	-	-	+356	-254	+203	0	+203	-203	+203	-203
	266.7 (10.5)	304.8 (12.0)	-	-	+356	-254	+203	0	+203	-203	+203	-203 ¹⁾
	304.8 (12.0)	609.6 (24.0)	-	508.0 (20.0)	-	-	+381	-381	+203	-203	-	-
	304.8 (12.0)	609.6 (24.0)	508.0 (20.0)	-	-	-	+381	-381	+381	-381	-	-
	609.6 (24.0)	-	-	-	+381	-381	-	-	+381	-381	-	-
双 列	-	101.6 (4.0)	-	-	+406	0	+406	0	+406	-406	+406	-406
	101.6 (4.0)	267.7 (10.5)	-	-	+711	-508	+406	-203	+406	-406	+406	-406
	267.7 (10.5)	304.8 (12.0)	-	-	+711	-508	+406	-203	+406	-406	+406	-406 ¹⁾
	304.8 (12.0)	609.6 (24.0)	-	508.0 (20.0)	-	-	+762	-762	+406	-406	-	-
	304.8 (12.0)	609.6 (24.0)	508.0 (20.0)	-	-	-	+762	-762	+762	-762	-	-
	609.6 (24.0)	-	-	-	+762	-762	-	-	+762	-762	-	-
双 列 (TNA 型)	-	127.0 (5.0)	-	-	-	-	+254	0	+254	0	-	-
	127.0 (5.0)	-	-	-	-	-	+762	0	+762	0	-	-
四 列	全尺寸范围		-	-	+1524	-1524	+1524	-1524	+1524	-1524	+1524	-1524

〔注〕1) 适用于 CLASS 0 级的轴承



d : 轴承公称内径
 D : 轴承公称外径
 T, W : 轴承公称宽度(装配宽度)及
 外圈(内圈)公称组合宽度

表 7.8 公制 J 系列圆锥滚子轴承¹⁾的精度

(1) 内 圈 (内径、宽度及装配宽度)

轴承 公称内径 d mm	单一内径的偏差 Δd_s				单一宽度的偏差 ΔB_s											
	class PK		class PN		class PC		class PB									
	上	下	上	下	上	下	上	下								
超过 到																
10 18	0	-12	0	-12	0	-7	0	-5	0	-100	0	-50	0	-200	0	-200
18 30	0	-12	0	-12	0	-8	0	-6	0	-100	0	-50	0	-200	0	-200
30 50	0	-12	0	-12	0	-10	0	-8	0	-100	0	-50	0	-200	0	-200
50 80	0	-15	0	-15	0	-12	0	-9	0	-150	0	-50	0	-300	0	-300
80 120	0	-20	0	-20	0	-15	0	-10	0	-150	0	-50	0	-300	0	-300
120 180	0	-25	0	-25	0	-18	0	-13	0	-200	0	-50	0	-300	0	-300
180 250	0	-30	0	-30	0	-22	0	-15	0	-200	0	-50	0	-350	0	-350
250 315	0	-35	0	-35	0	-22	0	-15	0	-200	0	-50	0	-350	0	-350

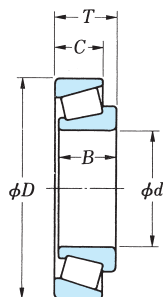
(2) 外 圈 (外径、宽度及内圈与外圈的径向跳动)

轴承 公称外径 D mm	单一外径的偏差 ΔD_s				单一宽度的偏差 ΔC_s											
	class PK		class PN		class PC		class PB									
	上	下	上	下	上	下	上	下								
超过 到																
18 30	0	-12	0	-12	0	-8	0	-6	0	-150	0	-100	0	-150	0	-150
30 50	0	-14	0	-14	0	-9	0	-7	0	-150	0	-100	0	-150	0	-150
50 80	0	-16	0	-16	0	-11	0	-9	0	-150	0	-100	0	-150	0	-150
80 120	0	-18	0	-18	0	-13	0	-10	0	-200	0	-100	0	-200	0	-200
120 150	0	-20	0	-20	0	-15	0	-11	0	-200	0	-100	0	-200	0	-200
150 180	0	-25	0	-25	0	-18	0	-13	0	-200	0	-100	0	-250	0	-250
180 250	0	-30	0	-30	0	-20	0	-15	0	-250	0	-100	0	-250	0	-250
250 315	0	-35	0	-35	0	-25	0	-18	0	-250	0	-100	0	-300	0	-300
315 400	0	-40	0	-40	0	-28	-	-	0	-250	0	-100	0	-300	-	-

[注] 1) 公称型号中前置辅助代号“J”的轴承。
(例) JHM720249 / JHM720210 等

单位 μm

装配宽度的偏差 ΔT_s						轴承 公称内径 d mm			
class PK		class PN		class PC				class PB	
上	下	上	下	上	下			超过	到
+200	0	+100	0	+200	-200	+200	-200	10	18
+200	0	+100	0	+200	-200	+200	-200	18	30
+200	0	+100	0	+200	-200	+200	-200	30	50
+200	0	+100	0	+200	-200	+200	-200	50	80
+200	-200	+100	0	+200	-200	+200	-200	80	120
+350	-250	+150	0	+350	-250	+200	-250	120	180
+350	-250	+150	0	+350	-250	+200	-300	180	250
+350	-250	+200	0	+350	-300	+200	-300	250	315



d : 轴承公称内径
 D : 轴承公称外径
 B : 内圈公称宽度
 C : 外圈公称宽度
 T : 轴承公称宽度(装配宽度)

单位 μm

内圈与外圈的径向跳动 K_{in}, K_{ea}					轴承 公称外径 D mm		
class PK	class PN	class PC	class PB	超过			到
最大	最大	最大	最大				
18	18	5	3	18	30		
20	20	6	3	30	50		
25	25	6	4	50	80		
35	35	6	4	80	120		
40	40	7	4	120	150		
45	45	8	4	150	180		
50	50	10	5	180	250		
60	60	11	5	250	315		
70	70	13	-	315	400		

表 7.9 推力球轴承的精度 (JIS B 1514-1995)

(1) 轴圈及中圈

单位 μm

轴承公称内径 d 或 中圈公称内径 d_2 mm	单一平面内平均内径的偏差 Δd_{mp} 或 Δd_{2mp}				单一平面内内径 的变动量 Vd_p 或 Vd_{2p}		轴圈或中圈滚道厚度的变动量 $S_i^{1)}$			
	0、6、5级		4级		0、6、5级 4级		0级	6级	5级	4级
超过 到	上	下	上	下	最大		最大			
— 18	0	-8	0	-7	6	5	10	5	3	2
18 30	0	-10	0	-8	8	6	10	5	3	2
30 50	0	-12	0	-10	9	8	10	6	3	2
50 80	0	-15	0	-12	11	9	10	7	4	3
80 120	0	-20	0	-15	15	11	15	8	4	3
120 180	0	-25	0	-18	19	14	15	9	5	4
180 250	0	-30	0	-22	23	17	20	10	5	4
250 315	0	-35	0	-25	26	19	25	13	7	5
315 400	0	-40	0	-30	30	23	30	15	7	5
400 500	0	-45	0	-35	34	26	30	18	9	6
500 630	0	-50	0	-40	38	30	35	21	11	7
630 800	0	-75	0	-50	—	—	40	25	13	8
800 1000	0	-100	—	—	—	—	45	30	15	—
1000 1250	0	-125	—	—	—	—	50	35	18	—

〔注〕1) 双向轴承按同一直径系列中具有相同公称外径的单向轴承的内径 d 予以区分，而不按 d_2 区分

(2) 座圈

单位 μm

轴承公称外径 D mm	单一平面内平均外径的偏差 ΔD_{mp}				单一平面内外径 的变动量 VD_p		座圈滚道厚度 的变动量 $S_e^{1)}$	
	0、6、5级		4级		0、6、5级 4级		0、6、5、4级	
超过 到	上	下	上	下	最大		最大	
10 18	0	-11	0	-7	8	5	与同一轴承 内径 d 或 d_2 的 S_i 值相同	
18 30	0	-13	0	-8	10	6		
30 50	0	-16	0	-9	12	7		
50 80	0	-19	0	-11	14	8		
80 120	0	-22	0	-13	17	10		
120 180	0	-25	0	-15	19	11		
180 250	0	-30	0	-20	23	15		
250 315	0	-35	0	-25	26	19		
315 400	0	-40	0	-28	30	21		
400 500	0	-45	0	-33	34	25		
500 630	0	-50	0	-38	38	29		
630 800	0	-75	0	-45	55	34		
800 1000	0	-100	—	—	75	—		
1000 1250	0	-125	—	—	—	—		
1250 1600	0	-160	—	—	—	—		

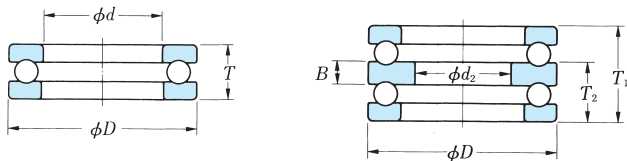
〔注〕1) 仅适用于平面座圈型轴承

(3) 高度及中圈高度

单位 μm

轴承公称内径 d mm	单向轴承		双向轴承						
	高度 T 的偏差 ΔT_s		高度 T_1 的偏差 $\Delta T_{1s}^{1)}$		高度 T_2 的偏差 $\Delta T_{2s}^{1)}$		中圈高度 B 的偏差 $\Delta B_s^{1)}$		
	0级		0级		0级		0级		
超过	到	上	下	上	下	上	下		
-	30	0	-75	+50	-150	0	-75	0	-50
30	50	0	-100	+75	-200	0	-100	0	-75
50	80	0	-125	+100	-250	0	-125	0	-100
80	120	0	-150	+125	-300	0	-150	0	-125
120	180	0	-175	+150	-350	0	-175	0	-150
180	250	0	-200	+175	-400	0	-200	0	-175
250	315	0	-225	+200	-450	0	-225	0	-200
315	400	0	-300	+250	-600	0	-300	0	-250

〔注〕1) 双向轴承按同一直径系列中具有相同公称外径的单向轴承的内径 d 予以区分，而不按 d_2 区分



- d : 轴承公称内径
- d_2 : 中圈公称内径
- D : 轴承公称外径
- B : 中圈公称高度
- T : 轴承公称高度(单向轴承)
- T_1, T_2 : 轴承公称高度(双向轴承)

表 7.10 推力调心滚子轴承的精度 (0 级) (JIS B 1514-1995)

(1) 轴 圈

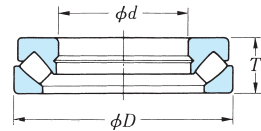
单位 μm

轴承公称内径 d mm		单一平面内 平均内径的偏差 Δd_{mp}		单一平面内 内径变 动量 $V d_p$ 最大	参 考		
					横向跳动 S_a 最大	高度的偏差 ΔT_s	
超过	到	上	下		最大	上	下
50	80	0	-15	11	25	+150	-150
80	120	0	-20	15	25	+200	-200
120	180	0	-25	19	30	+250	-250
180	250	0	-30	23	30	+300	-300
250	315	0	-35	26	35	+350	-350
315	400	0	-40	30	40	+400	-400
400	500	0	-45	34	45	+450	-450

(2) 座 圈

单位 μm

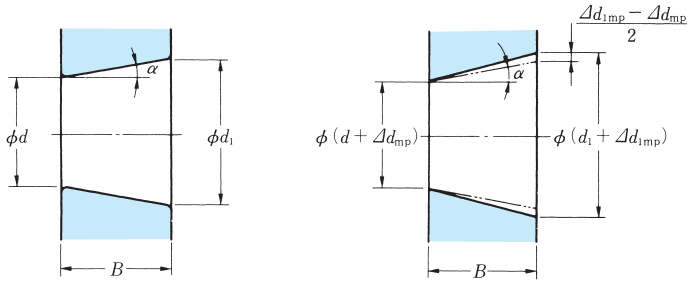
轴承公称外径 D , mm		单一平面内平均外径的偏差 ΔD_{mp}	
超过	到	上	下
120	180	0	-25
180	250	0	-30
250	315	0	-35
315	400	0	-40
400	500	0	-45
500	630	0	-50
630	800	0	-75
800	1000	0	-100



d : 轴承公称内径
 D : 轴承公称外径
 T : 轴承公称高度

表 7.11 圆锥孔向心轴承内孔的精度

(0 级……………JIS B 1514-1995)
 (5、4 级……………KOYO 标准)



理论圆锥孔

具有单一平面内平均内径的偏差的圆锥孔

单位 μm

轴承 公称内径 d , mm	Δd_{mp}						$\Delta d_{imp} - \Delta d_{mp}$						$Vd_p^{1)}$ 0 级 最大
	0 级		5 级		4 级		0 级		5 级		4 级		
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	
- 10	+15	0	-	-	-	-	+15	0	-	-	-	-	10
10 18	+18	0	-	-	-	-	+18	0	-	-	-	-	10
18 30	+21	0	+10	0	+6	0	+21	0	+4	0	+2	0	13
30 50	+25	0	+12	0	+8	0	+25	0	+4	0	+3	0	15
50 80	+30	0	+15	0	+9	0	+30	0	+5	0	+3	0	19
80 120	+35	0	+20	0	+10	0	+35	0	+6	0	+4	0	25
120 180	+40	0	+25	0	+13	0	+40	0	+8	0	+5	0	31
180 250	+46	0	+30	0	+15	0	+46	0	+10	0	+7	0	38
250 315	+52	0	+35	0	+18	0	+52	0	+12	0	+8	0	44
315 400	+57	0	+40	0	+23	0	+57	0	+13	0	+9	0	50
400 500	+63	0	+45	0	+28	0	+63	0	+15	0	+10	0	56

〔注〕1) 适用于圆锥孔的任一单一径向平面

〔备注〕

1. 适用范围：适用于锥度为 1:12 的圆锥孔向心轴承的内圈

2. 符号 d_1 ：圆锥孔理论大端的基本直径 $d_1 = d + \frac{1}{12}B$

Δd_{mp} ：圆锥孔理论小端的单一平面内平均内径的偏差

Δd_{imp} ：圆锥孔理论大端的单一平面内平均内径的偏差

Vd_p ：单一平面内内径的变动量

B ：内圈公称宽度

α ：圆锥孔公称锥度的 1/2

$$\begin{aligned} \alpha &= 2^\circ 23' 9.4'' \\ &= 2.385\ 94^\circ \\ &= 0.041\ 643\ \text{rad} \end{aligned}$$

表 7.12 倒角尺寸的允许界限值 (JIS B 1514-1995)

(1) 向心轴承(圆锥滚子轴承除外)

单位 mm

r (最小) 或 r_1 (最小)	轴承公称内径 d mm		径向	轴向
	超过	到	r (最大)或 r_1 (最大)	
0.05	—	—	0.1	0.2
0.08	—	—	0.16	0.3
0.1	—	—	0.2	0.4
0.15	—	—	0.3	0.6
0.2	—	—	0.5	0.8
0.3	—	40	0.6	1
	40	—	0.8	1
0.6	—	40	1	2
	40	—	1.3	2
1	—	50	1.5	3
	50	—	1.9	3
1.1	—	120	2	3.5
	120	—	2.5	4
1.5	—	120	2.3	4
	120	—	3	5
2	—	80	3	4.5
	80	220	3.5	5
	220	—	3.8	6
2.1	—	280	4	6.5
	280	—	4.5	7
2.5	—	100	3.8	6
	100	280	4.5	6
	280	—	5	7
3	—	280	5	8
	280	—	5.5	8
4	—	—	6.5	9
5	—	—	8	10
6	—	—	10	13
7.5	—	—	12.5	17
9.5	—	—	15	19
12	—	—	18	24
15	—	—	21	30
19	—	—	25	38

〔备注〕1. 公称宽度不大于 2mm 的轴承的 r (最大)或 r_1 (最大)的轴向值与径向值相同

2. 倒角表面的正确形状虽不做规定,但通过轴承中心线的截面内的轮廓不得超出内圈侧面与轴承内径面或外圈侧面与轴承外径面连接的以 r (最小)或 r_1 (最小)为半径的假想圆弧

(2) 公制圆锥滚子轴承

单位 mm

r (最小) 或 r_1 (最小)	轴承公称内径 d 或 轴承公称外径 D mm		径向	轴向
	超过	到	r (最大)或 r_1 (最大)	
0.3	—	40	0.7	1.4
	40	—	0.9	1.6
0.6	—	40	1.1	1.7
	40	—	1.3	2
1	—	50	1.6	2.5
	50	—	1.9	3
1.5	—	120	2.3	3
	120	250	2.8	3.5
	250	—	3.5	4
2	—	120	2.8	4
	120	250	3.5	4.5
	250	—	4	5
2.5	—	120	3.5	5
	120	250	4	5.5
	250	—	4.5	6
3	—	120	4	5.5
	120	250	4.5	6.5
	250	400	5	7
	400	—	5.5	7.5
4	—	120	5	7
	120	250	5.5	7.5
	250	400	6	8
	400	—	6.5	8.5
5	—	180	6.5	8
	180	—	7.5	9
6	—	180	7.5	10
	180	—	9	11
7.5	—	—	12.5	17
9.5	—	—	15	19

〔注〕1) 内圈按 d 区分, 外圈按 D 区分

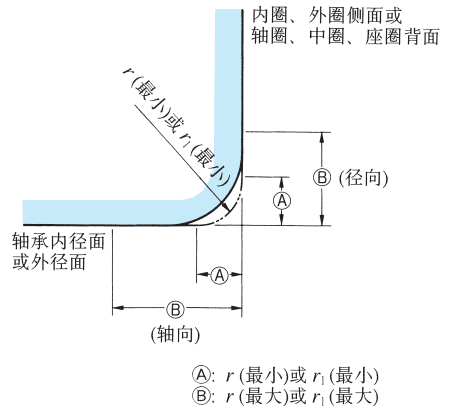
〔备注〕1. 倒角表面的正确形状虽不做规定,但通过轴承中心线的截面内的轮廓不得超出内圈侧面与轴承内径面或外圈侧面与轴承外径面连接的以 r (最小)或 r_1 (最小)为半径的假想圆弧

2. 斜体数字为 KOYO 标准

(3) 推力轴承

单位 mm

r (最小)或 r_1 (最小)	径向及轴向	
	r (最大)或 r_1 (最大)	
0.05	0.1	
0.08	0.16	
0.1	0.2	
0.15	0.3	
0.2	0.5	
0.3	0.8	
0.6	1.5	
1	2.2	
1.1	2.7	
1.5	3.5	
2	4	
2.1	4.5	
3	5.5	
4	6.5	
5	8	
6	10	
7.5	12.5	
9.5	15	
12	18	
15	21	
19	25	

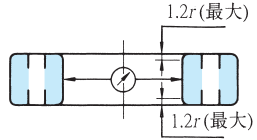
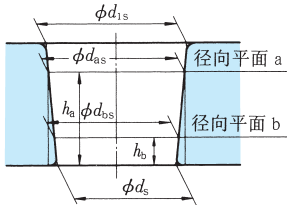
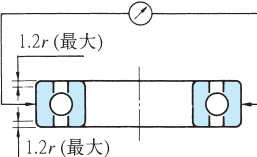


〔备注〕倒角表面的正确形状虽不做规定，但通过轴承中心线的截面内的轮廓不得超出轴圈或中圈背面与轴承内径面或座圈背面与轴承外径面连接的以 r (最小)或 r_1 (最小)为半径的假想圆弧

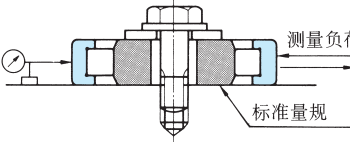
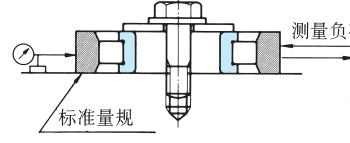
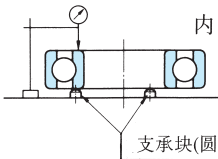
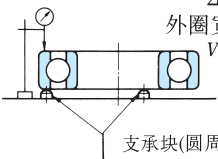
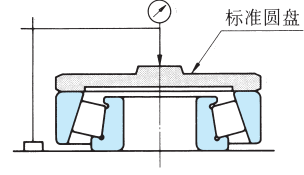
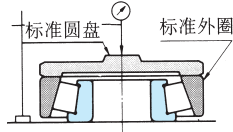
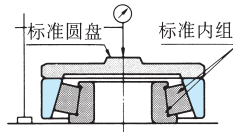
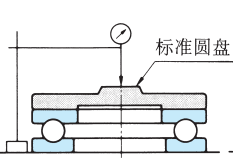
7.2 精度的测量方法 (参考)

精度的测量方法在 JIS B 1515 中有详细的规定, 下面仅做一概述。

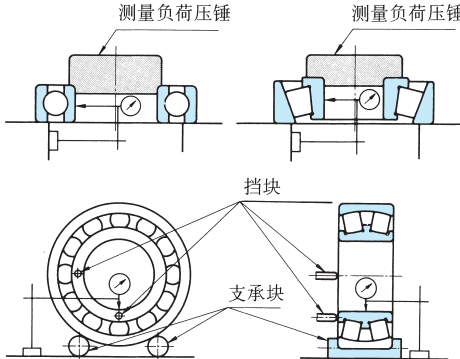
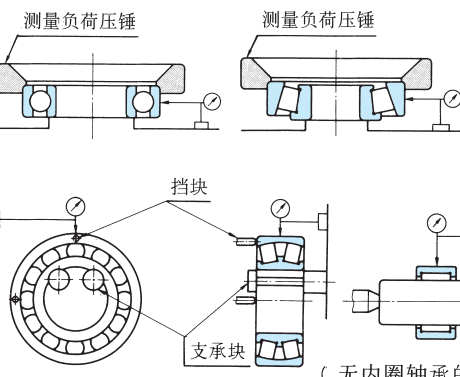
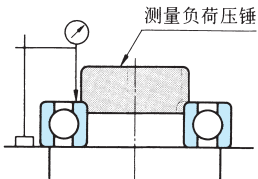
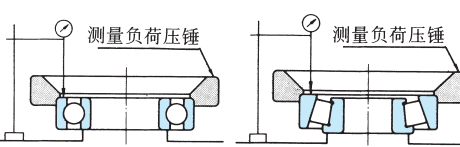
尺寸精度 (1)

<p>轴承内径 (d) (圆柱孔轴承)</p>	<p>测得某个径向平面内内径 (d_s) 的最大值 ($d_{s\max}$) 和最小值 ($d_{s\min}$)。单一平面内平均内径 (d_{mp}) 可通过计算该最大值 ($d_{s\max}$) 与最小值 ($d_{s\min}$) 的算术平均值求得</p> 	$d_{mp} = \frac{d_{s\max} + d_{s\min}}{2}$ <p>单一平面内平均内径的偏差 $\Delta d_{mp} = d_{mp} - d$</p> <p>单一平面内内径的变动量 $Vd_p = d_{s\max} - d_{s\min}$</p> <p>平面内平均内径的变动量 $Vd_{mp} = d_{mp\max} - d_{mp\min}$</p> <p>单一内径的偏差 $\Delta d_s = d_s - d$</p>
<p>轴承内径 (d) (圆锥孔轴承)</p>		<p>理论小端的内径及理论大端的内径</p> $d_s = \frac{d_{bs} \cdot h_a - d_{as} \cdot h_b}{h_a - h_b}$ $d_{1s} = \frac{d_{as}(B - h_b) - d_{bs}(B - h_a)}{h_a - h_b}$ <p>理论小端的单一平面内平均内径的偏差 $\Delta d_{mp} = d_{mp} - d$</p> <p>锥度的偏差 $(\Delta d_{1mp} - \Delta d_{mp}) = (d_{1mp} - d_1) - (d_{mp} - d)$</p> <p>单一平面内内径的变动量 $Vd_p = d_{sp\max} - d_{sp\min}$</p>
<p>轴承外径 (D)</p>		$D_{mp} = \frac{D_{sp\max} + D_{sp\min}}{2}$ <p>单一平面内平均外径的偏差 $\Delta D_{mp} = D_{mp} - D$</p> <p>单一平面内外径的变动量 $VD_p = D_{sp\max} - D_{sp\min}$</p> <p>平面内平均外径的变动量 $VD_{mp} = D_{mp\max} - D_{mp\min}$</p> <p>单一外径的偏差 $\Delta D_s = D_s - D$</p>

尺寸精度 (2)

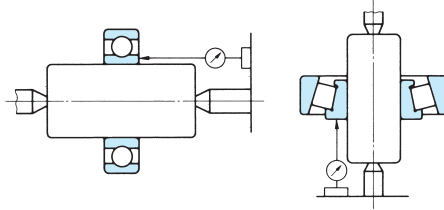
<p>滚子组内切圆直径 (F_w)</p>	 <p>测量负荷 标准量规</p>	<p>滚子组内切圆单一直径的偏差 $\Delta F_w = (d_c + \delta_{im}) - F_w$</p> <p>滚子组内切圆单一最小直径的偏差 $\Delta F_{w\min} = (d_c + \delta_{i\min}) - F_w$</p> <p>($d_c$) 标准量规外径 ($\delta_{im}$) 外圈移动量的算术平均值 ($\delta_{i\min}$) 外圈的最小移动量</p>
<p>滚子组外切圆直径 (E_w)</p>	 <p>测量负荷 标准量规</p>	<p>滚子组外切圆单一直径的偏差 $\Delta E_w = (D_G + \delta_{2m}) - E_w$</p> <p>($D_G$) 标准量规内径 ($\delta_{2m}$) 标准量规移动量的算术平均值</p>
<p>内圈宽度 (B) 外圈宽度 (C)</p>	<p>内圈单一宽度的偏差 $\Delta B_s = B_s - B$</p> <p>内圈宽度的变动量 $V B_s = B_{s\max} - B_{s\min}$</p>  <p>支承块(圆周3处)</p>	<p>外圈单一宽度的偏差 $\Delta C_s = C_s - C$</p> <p>外圈宽度的变动量 $V C_s = C_{s\max} - C_{s\min}$</p>  <p>支承块(圆周3处)</p>
<p>圆锥滚子轴承宽度 (装配宽度) (T)</p>	 <p>标准圆盘</p>	<p>装配宽度的偏差; $\Delta T_s = T_s - T$</p>
<p>圆锥滚子轴承有效宽度 (T_1, T_2)</p>	<p>内组件有效宽度的偏差; $\Delta T_{1s} = T_{1s} - T_1$</p>  <p>标准圆盘 标准外圈</p>	<p>外圈有效宽度的偏差; $\Delta T_{2s} = T_{2s} - T_2$</p>  <p>标准圆盘 标准内组件</p>
<p>平面推力球轴承高度 (T, T_1)</p>	 <p>标准圆盘</p>	<p>高度的偏差 $\Delta T_s = T_s - T$ (单向轴承) $\Delta T_{1s} = T_{1s} - T_1$ (双向轴承)</p>

旋转精度 (1)

内圈的径向跳动 (K_{ia})		<p>内圈的径向跳动 (K_{ia}) 为内圈旋转一周时测量仪读数的最大值与最小值之差</p> <p>〔注〕 测量圆柱滚子轴承、实体型滚针轴承、调心球轴承及调心滚子轴承内圈的径向跳动时，要用支承块固定外圈</p>
外圈的径向跳动 (K_{ea})	 <p>(无内圈轴承的测量)</p>	<p>外圈的径向跳动 (K_{ea}) 为外圈旋转一周时测量仪读数的最大值与最小值之差</p> <p>〔注〕 测量圆柱滚子轴承、实体型滚针轴承、调心球轴承及调心滚子轴承外圈的径向跳动时，要用支承块固定内圈</p>
内圈的轴向跳动 (S_{ia})		<p>内圈的轴向跳动 (S_{ia}) 为内圈旋转一周时测量仪读数的最大值与最小值之差</p>
外圈的轴向跳动 (S_{ea})		<p>外圈的轴向跳动 (S_{ea}) 为外圈旋转一周时测量仪读数的最大值与最小值之差</p>

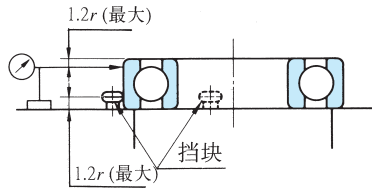
旋转精度 (2)

内圈的横向跳动
(S_d)



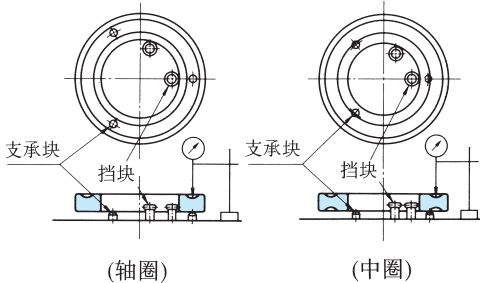
内圈的横向跳动 (S_d) 为内圈连同标准锥度心轴旋转一周时测量仪读数的最大值与最小值之差

轴承外端面
倾斜度的变
动量
(S_D)



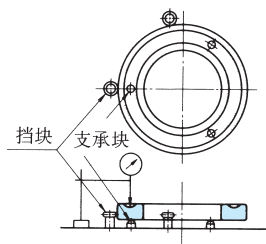
轴承外端面倾斜度的变动量 (S_D) 为外圈紧靠挡块旋转一周时测量仪读数的最大值与最小值之差

平面座圈型
推力球轴承
座圈或厚度
变动量
(S_i)



轴圈滚道厚度的变动量 (S_i) 为轴圈紧靠挡块旋转一周时测量仪读数的最大值与最小值之差。
中圈可用同样的方法对两面滚道测量后求出滚道厚度的变动量 (S_i)

平面座圈型
推力球轴承
座圈滚道厚度
的变动量
(S_c)



座圈滚道厚度的变动量 (S_c) 为座圈紧靠挡块旋转一周时测量仪读数的最大值与最小值之差

8. 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型式、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、负荷条件等各种因素。

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在一般负荷条件($C/P \geq 13$, $F_a/F_r \leq 0.25$ 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,也可能虽优于其他性能但不适用于高速旋转。因此,若轴承转速超过尺寸表记载的极限转速的80%时,请与KOYO联系。

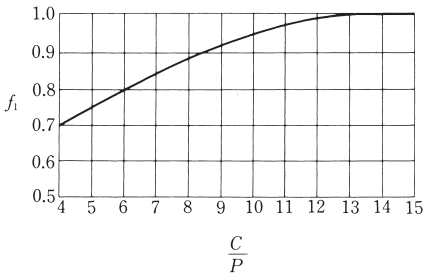


图 8.1 与负荷条件有关的修正系数 f_1

8.1 极限转速的修正

负荷条件为 $C/P < 13$ (即当量动负荷 P 超过基本额定动负荷 C 的 8% 左右),或承受的合成负荷中的轴向负荷超过径向负荷的 25% 时,要用式(8.1)对极限转速进行修正。

$$n_a = f_1 \cdot f_2 \cdot n \quad \dots\dots\dots (8.1)$$

这里,

- n_a : 修正后的极限转速, rpm
- f_1 : 与负荷条件有关的修正系数(图8.1)
- f_2 : 与合成负荷有关的修正系数(图8.2)
- n : 一般负荷条件下的极限转速, rpm (参照轴承尺寸表)
- C : 基本额定动负荷, N{kgf}
- P : 当量动负荷, N{kgf}
- F_r : 径向负荷, N{kgf}
- F_a : 轴向负荷, N{kgf}

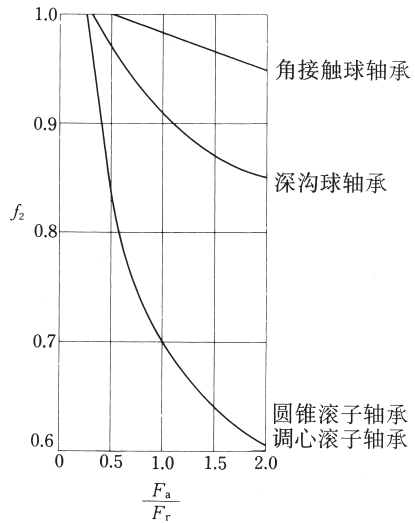


图 8.2 与合成负荷有关的修正系数 f_2

8.2 带密封圈球轴承的极限转速

带接触式密封圈(RS型, RK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,对于带KOYO标准接触式密封圈(丁腈橡胶)球轴承,可取为15m/s。

8.3 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记载的极限转速时,主要应注意如下事项。

详细情况请与KOYO联系。

- (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切制保持架。另外也有适用于高速旋转的合成树脂成形保持架)
- (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)

8.4 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。

$$M = \mu P \frac{d}{2} \dots\dots\dots (8.2)$$

这里,

- M : 摩擦力矩, $\text{mN} \cdot \text{m} \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \}$
- μ : 摩擦系数 (表8.1)
- P : 轴承负荷, $\text{N} \{ \text{kgf} \}$
- d : 轴承公称内径, mm

摩擦系数 μ 受轴承型式、轴承负荷、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 8.1 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 8.1 各类轴承的摩擦系数 μ

轴承型式	摩擦系数 μ
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	
满装型滚针轴承	0.0025 — 0.0035
带保持架滚针轴承	0.0020 — 0.0030
圆锥滚子轴承	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

9. 轴承的配合

9.1 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周向滑动。

这种不利的周向滑动(称做蠕变)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, 由于承受负荷旋转, 一般必须让套圈带上过盈使之牢固地与轴或外壳固定。

9.2 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 JIS B 0401《尺寸公差与配合》(以 ISO 286为基准制定, 附于卷末附表)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 级精度的轴承的配合关系如图 9.1 所示。

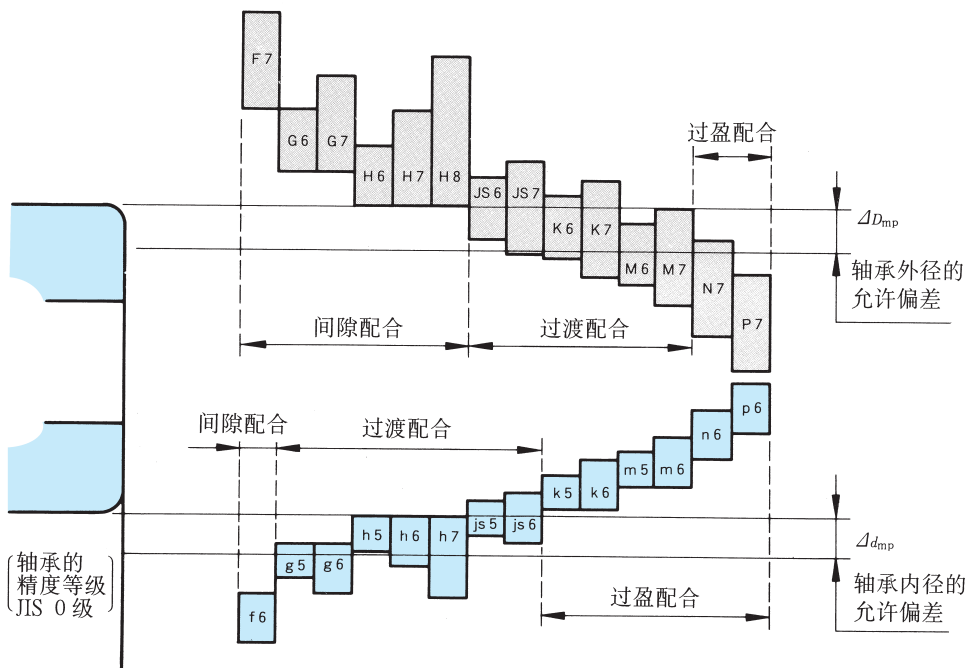


图 9.1 轴及外壳孔的尺寸公差与配合的关系(0 级精度的轴承)

9.3 配合的选择

选择配合时,应充分考虑轴承的使用条件。

考虑的项目大致如下:

- 负荷的性质与大小
- 运转时的温度分布
- 轴承内部游隙
- 轴与外壳的加工质量、材质及壁厚结构
- 安装与拆卸方法

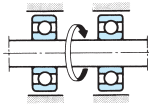

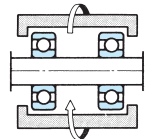
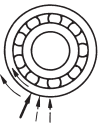
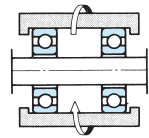
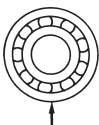
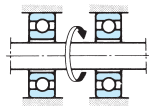

- 是否需要利用配合面避让轴的热膨胀
- 轴承的型式与尺寸

下面,联系上述各项,对配合的选择做一说明。

1) 负荷性质的影响

轴承负荷根据其性质可分为内圈旋转负荷、外圈旋转负荷及不定向负荷,其与配合的关系如表 9.1 所示。

表9.1 负荷的性质与配合的关系

旋转区分	负荷方向	负荷性质	配合		用例
			内圈与轴	外圈与外壳	
 内圈旋转 外圈静止	 一定	内圈旋转负荷	需要过盈配合	间隙配合也可	正齿轮装置、电动机
 内圈静止 外圈旋转	 旋转 (与外圈一起旋转)	外圈静止负荷	(k, m, n, p, r)	(F, G, H, JS)	平衡差的车轮
 内圈静止 外圈旋转	 一定	内圈静止负荷	间隙配合也可	需要过盈配合	带固定轴的行走轮和滑轮
 内圈旋转 外圈静止	 旋转 (与内圈一起旋转)	外圈旋转负荷	(f, g, h, js)	(K, M, N, P)	振动筛 (不平衡振动)
不定	旋转或一定	不定向负荷	过盈配合	过盈配合	曲轴

2) 负荷大小的影响

内圈在径向负荷作用下, 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。

[$F_r \leq 0.25 C_0$ 时]

$$\Delta d_F = 0.08 \sqrt{\frac{d}{B} \cdot F_r} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (9.1)$$

[$F_r > 0.25 C_0$ 时]

$$\Delta d_F = 0.02 \frac{F_r}{B} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (9.2)$$

这里,

- Δd_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 : 径向负荷, N {kgf}
- C_0 : 基本额定静负荷, N {kgf}

因此, 当径向负荷为重负荷(超过 C_0 值的25%)时, 配合必须比轻负荷时紧。

若是冲击负荷, 配合必须更紧。

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。

[磨削轴]

$$\Delta d_{\text{eff}} \approx \frac{d}{d+2} \Delta d \dots\dots\dots (9.3)$$

[车削轴]

$$\Delta d_{\text{eff}} \approx \frac{d}{d+3} \Delta d \dots\dots\dots (9.4)$$

这里,

- Δd_{eff} : 有效过盈, mm
- Δd : 视在过盈, mm
- d : 轴承公称内径, mm

4) 温度的影响

一般来说, 运转时的轴承温度高于周边温度, 而且轴承带负荷旋转时, 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 Δt , 则不妨可假定内圈与轴在配合面的温差近似地为 $(0.10 \sim 0.15) \Delta t$ 。

因此温差产生的过盈减少量 Δd_t 可由下式计算。

$$\begin{aligned} \Delta d_t &= (0.10 \text{ to } 0.15) \Delta t \cdot \alpha \cdot d \\ &\approx 0.0015 \Delta t \cdot d \times 10^{-3} \dots\dots\dots (9.5) \end{aligned}$$

这里,

- Δd_t : 温差产生的过盈减少量, mm
- Δt : 轴承内部与外壳周边的温差, $^{\circ}\text{C}$
- α : 轴承钢的线膨胀系数, $(12.5 \times 10^{-6})/^{\circ}\text{C}$
- 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。因此在考虑利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) 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 9.2 的式子计算。作为参考值, 取最大过盈不超过轴径的 1/1 000, 或由表 9.2 的计算式得到的最大应力 σ 不大于 120 MPa {12 kgf/mm²} 为安全。

6) 其他

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。

采用中空轴及薄壁外壳时, 配合必须比通常紧。

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, 配合必须比通常紧一些, 这时请与 KOYO 联系。

表 9.2 配合产生的轴承内部最大应力

轴 与 内 圈	外 壳 孔 与 外 圈
(中空轴)	($D_h \approx \infty$)
$\sigma = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d_{eff}}{d} \cdot \frac{\left(1 - \frac{d_0^2}{d^2}\right) \left(1 + \frac{d^2}{D_i^2}\right)}{\left(1 - \frac{d_0^2}{D_i^2}\right)}$	$\sigma = E \cdot \frac{\Delta D_{eff}}{D} \cdot \frac{\left(1 - \frac{D^2}{D_h^2}\right)}{\left(1 - \frac{D_e^2}{D_h^2}\right)}$
(实心轴)	($D_h = \infty$)
$\sigma = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d_{eff}}{d} \cdot \left(1 + \frac{d^2}{D_i^2}\right)$	$\sigma = E \cdot \frac{\Delta D_{eff}}{D}$

这里,

- σ : 最大应力, MPa {kgf/mm²}
- d : 轴承公称内径(轴径), mm
- D_i : 内圈滚道直径, mm
 - { 球轴承 $D_i \approx 0.2 (D + 4d)$
 - { 滚子轴承 $D_i \approx 0.25 (D + 3d)$
- Δd_{eff} : 内圈的有效过盈, mm
- d_0 : 中空轴内径, mm

- D_e : 外圈滚道直径, mm
 - { 球轴承 $D_e \approx 0.2 (4D + d)$
 - { 滚子轴承 $D_e \approx 0.25 (3D + d)$
- D : 轴承公称外径(外壳孔径), mm
- ΔD_{eff} : 外圈的有效过盈, mm
- D_h : 外壳外径, mm
- E : 弹性模量, 2.08×10^5 MPa {21 200kgf/mm²}

[备注] 上式适用于钢制轴与外壳。外壳为非钢材料时, 请与 KOYO 联系

9.4 推荐配合

如9.1项所述,为选择合适的配合,必须考虑轴承负荷的性质与大小、温度、安装与拆卸方法等各种因素。

但在实际确定配合时,还需要参考以往的经验。

公制系列轴承的常用配合如表9.3所示。各类轴承最一般的推荐配合如表9.4~表9.8所示。

表 9.3 公制系列轴承¹⁾的常用配合

(1) 向心轴承内径面的配合

轴承的精度等级 ²⁾	内圈旋转负荷或不定向负荷						内圈静止负荷			
	轴的公差带									
0级、6X级、6级	r6	p6	n6	m6 m5	k6 k5	js6 js5	h5	h6 h5	g6 g5	f6
5级	—	—	—	m5	k4	js4	h4	h5	—	—
配合	过盈配合					过渡配合			间隙配合	

(2) 向心轴承外径面的配合

轴承的精度等级 ²⁾	外圈静止负荷			不定向负荷或外圈旋转负荷					
	孔的公差带								
0级、6X级、6级	G7	H7 H6	JS7 JS6	—	JS7 JS6	K7 K6	M7 M6	N7 N6	P7
5级	—	H5	JS5	K5	—	K5	M5	—	—
配合	间隙配合		过渡配合				过盈配合		过盈配合

(3) 推力轴承(轴圈)内径面的配合

轴承的精度等级 ²⁾	中心轴向负荷 (对所有的推力轴承)		合成负荷(对推力调心滚子轴承)				
			内圈旋转负荷或不定向负荷			内圈静止负荷	
	轴的公差带						
0级、6级	js6	h6	n6	m6	k6	js6	
配合	过渡配合		过盈配合			过渡配合	

(4) 推力轴承(座圈)外径面的配合

轴承的精度等级 ²⁾	中心轴向负荷 (对所有的推力轴承)		合成负荷(对推力调心滚子轴承)				
			外圈静止负荷或不定向负荷		外圈旋转负荷		
	孔的公差带						
0级、6级	—	H8	G7	H7	JS7	K7	M7
配合	间隙配合				过渡配合		

〔注〕1) JIS B 1512所规定的轴承

2) 该处直径的允许偏差符合JIS B 1514

表 9.4 (1) 向心轴承 (0 级、6X 级、6 级) 与轴的推荐配合

条 件 ¹⁾	球轴承	圆柱滚子轴承 圆锥滚子轴承	调心滚子 轴 承		轴 的 公差带	备 注	用 例 (参考)
	轴 径 (mm)						
	超 过 到	超 过 到	超 过 到	超 过 到			
圆 柱 孔 轴 承 (0 级、6X 级、6 级)							
内圈旋转 负荷或不定 向负荷	轻负荷或 变动负荷 $\left[\frac{P_r}{C_r} \leq 0.06\right]$	— 18 18 100 100 200	— — — 40 40 140		h 5 js 6 k 6 m 6	精确性要求高时, 用 js5、k5、m5 代替 js6、k6、m6	电气器具 机床 泵 鼓风机 搬运车等
	一般负荷 $\left[0.06 < \frac{P_r}{C_r} \leq 0.12\right]$	— 18 18 100 100 140 140 200 200 280 — — — —	— — — 40 40 100 100 140 140 200 200 400 — —	— — — 40 40 65 65 100 100 140 140 280 280 500	js 5 k 5 m 5 m 6 n 6 p 6 r 6	对于单列角接触球 轴承及圆锥滚子轴 承, 因不需考虑配 合引起的内部游隙 的变化, 因此可用 k6、m6代替k5、m5	电动机 汽轮机 内燃机 木工机械 等
	重负荷或 冲击负荷 $\left[\frac{P_r}{C_r} > 0.12\right]$		50 140 140 200 200 —	50 100 100 140 140 200	n 6 p 6 r 6	需要使用内部游隙 大于标准游隙的轴 承	铁路车辆 车轴 铁路车辆 主电动机等
内圈静止 负荷	内圈必须易于 在轴上移动	全 轴 径			g 6	精确性要求高时, 采用 g 5。 对于大型轴承, 为 便于移动, 也可采 用 f 6	带固定轴 的车轮等
	内圈不需要易于 在轴上移动	全 轴 径			h 6	精确性要求高时, 采用 h 5	张紧轮、 滑轮等
仅中心轴向负荷	全 轴 径			js 6	—		
圆 锥 孔 轴 承 (0 级精度) (带紧固件或退卸套)							
任意负荷	全 轴 径			h 9/IT 5 ²⁾	传动轴等也可采用 h 10/IT 7 ²⁾		

〔注〕1) 轻负荷、一般负荷以及重负荷是指径向当量动负荷 (P_r) 分别是对应轴承的径向基本额定动负荷 (C_r) 的不超过 6%、超过 6% 到 12% 以及超过 12% 的负荷

2) IT 5 及 IT 7 表示轴的圆度公差、圆柱度公差等形状公差必须分别在 IT 5 及 IT 7 的公差范围内。IT 5 及 IT 7 的标准公差数值请参照卷末附表

〔备注〕本表适用于钢制实心轴

表 9.4 (2) 向心轴承 (0 级、6X 级、6 级) 与外壳的推荐配合

外 壳		条 件		外壳孔的 公差带	备 注	用 例 (参考)
		负荷种类等 ¹⁾	外圈能否 轴向移动 ²⁾			
整体型 或 双半型	外圈静止 负 荷	任意负荷	易于移动	H 7	对于大型轴承 或外圈与外壳 的温差大时, 也可采用 G 7	一般轴承装置、 铁路车辆车轴 轴箱、 传动装置等
		轻负荷或 一般负荷		H 8	—	
		轴与内圈 温度高		G 7	对于大型轴承 或外圈与外壳 的温差大时, 也可采用 F 7	干燥缸体等
整体型		要求在轻负 荷或一般负 荷下做高精 度旋转	原则上 不能移动	K 6	主要适用于 滚子轴承	
			能移动	JS 6	主要适用于球轴承	
		要求 肃静旋转	易于移动	H 6	—	
	不定向 负 荷	轻负荷或 一般负荷	一般 能移动	JS 7	精确性要求高 时, 用 JS 6、 K 6 代替 JS 7、 K 7	电动机、泵、 曲轴的主轴承 等
		一般负荷 或重负荷	原则上 不能移动	K 7		
		强烈 冲击负荷	不能移动	M 7	—	
	外圈旋转 负 荷	轻负荷或 变化负荷	不能移动	M 7	—	传送带轮、 索道滑轮、 张紧轮等
		一般负荷 或重负荷		N 7	主要适用于球轴承	装有球轴承的 轮毂等
		薄壁外壳 且为重负 荷或强烈 冲击负荷		P 7	主要适用于 滚子轴承	装有滚子轴承 的轮毂、 连杆的大端 轴承等

〔注〕1) 负荷的分类参照表 9.4(1)的注 1)

2) 表示非分离轴承的外圈能否轴向移动

〔备注〕1. 本表适用于铸铁或钢制外壳

2. 轴承仅承受中心轴向负荷时, 应选择使外圈与外壳之间具有
径向间隙的公差带

表 9.5 (1) 精密微型·小径球轴承 ($d < 10 \text{ mm}$) 与轴的推荐配合

单位 μm

负荷条件		轴承的精度等级	轴承单一平面内平均内径的偏差 Δd_{mp}		轴径的偏差		配合 ¹⁾	用 例
			上	下	上	下		
内圈旋转负荷	中速~高速轻负荷及一般负荷	ABMA 5P	0	-5.1	+2.5	-2.5	7.6 T - 2.5 L	陀螺转空气净化器 电动工具 编码器
		JIS 5 级	0	-5			7.5 T - 2.5 L	
	ABMA 7P	0	-5.1	+2.5	-2.5	7.6 T - 2.5 L		
	JIS 4 级	0	-4			6.5 T - 2.5 L		
低速轻负荷	ABMA 5P	0	-5.1	-2.5	-7.5	2.6 T - 7.5 L	陀螺万向架 同步器	
	JIS 5 级	0	-5			2.5 T - 7.5 L		
ABMA 7P	0	-5.1	-2.5	-7.5	2.6 T - 7.5 L	伺服马达 软盘驱动轴		
	JIS 4 级	0	-4				1.5 T - 7.5 L	
外圈旋转负荷	低速~高速轻负荷	ABMA 5P	0	-5.1	-2.5	-7.5	2.6 T - 7.5 L	压紧轮 导带轮 线性执行元件
		JIS 5 级	0	-5			2.5 T - 7.5 L	
	ABMA 7P	0	-5.1	-2.5	-7.5	2.6 T - 7.5 L		
	JIS 4 级	0	-4			1.5 T - 7.5 L		

〔注〕1) 代号 T 与 L 分别表示过盈与间隙

表 9.5 (2) 精密微型·小径球轴承 ($D \leq 30 \text{ mm}$) 与外壳的推荐配合

单位 μm

负荷条件		轴承的精度等级	轴承单一平面内平均外径的偏差 ΔD_{mp}		外壳孔径的偏差		配合 ¹⁾	用 例
			上	下	上	下		
内圈旋转负荷	中速~高速轻负荷及一般负荷	ABMA 5P ABMA 7P	0	-5.1	+5	0	0 - 10.1 L	陀螺转子 空气净化器 电动工具 编码器
		JIS 5 级 ²⁾	0	-5	+5	0	0 - 10 L	
		JIS 4 级 ²⁾	0	-6			0 - 11 L	
	低速轻负荷	ABMA 5P ABMA 7P	0	-5.1	+2.5	-2.5	2.5 T - 7.6 L	陀螺万向架 同步器 伺服马达 软盘驱动轴
		JIS 5 级 ²⁾	0	-5	+2.5	-2.5	2.5 T - 7.5 L	
		JIS 4 级 ²⁾	0	-6			2.5 T - 8.5 L	
外圈旋转负荷	低速~高速轻负荷	ABMA 5P ABMA 7P	0	-5.1	+2.5	-2.5	2.5 T - 7.6 L	压紧轮 导带轮
		JIS 5 级 ²⁾	0	-5	+2.5	-2.5	2.5 T - 7.5 L	
		JIS 4 级 ²⁾	0	-6			2.5 T - 8.5 L	
	ABMA 7P	0	-5.1	+2.5	-2.5	2.5 T - 6.5 L		
		JIS 5 级 ²⁾	0	-4				2.5 T - 7.5 L
		JIS 4 级 ²⁾	0	-5				2.5 T - 7.5 L

〔注〕1) 代号 T 与 L 分别表示过盈与间隙

2) JIS 5 级与 JIS 4 级的轴承的单一平面内平均外径的偏差以及配合一栏的上行数字适用于 $D \leq 18\text{mm}$ ，下行数字适用于 $18 < D \leq 30\text{mm}$

表 9.6 (1) 公制 J 系列圆锥滚子轴承与轴的推荐配合

■ 轴承的精度等级：Class PK、Class PN

负 荷 条 件		轴承公称内径 d mm		轴的公差带		备 注
		超过	到			
内圈旋转 负 荷	一般负荷	10 120	120 500	m 6 n 6		一般使用内部游隙大于 标准游隙的轴承
	重负荷及 冲击负荷 高速旋转	10 120 180 250	120 180 250 500	n 6 p 6 r 6 r 7		
外圈旋转 负 荷	一般负荷 (无冲击)	80	315	h 6 或 g 6		一般使用内部游隙大于 标准游隙的轴承
	重负荷及 冲击负荷 高速旋转	10 120 180 250	120 180 250 500	n 6 p 6 r 6 r 7		

■ 轴承的精度等级：Class PC、Class PB

负 荷 条 件		轴承公称内径 d mm		轴的公差带		备 注
				(轴承的精度等级)		
		超过	到	PC	PB	
内圈旋转 负 荷	精密机床主轴	10	315	k 5	k 5	一般使用内部游隙大于 标准游隙的轴承
		315	500	k 5	—	
	重负荷及 冲击负荷 高速旋转	10	18	m 6	m 5	
		18	50	m 5	m 5	
		50	80	n 5	n 5	
		80	120	n 5	n 4	
		120	180	p 4	p 4	
180	250	r 4	r 4			
250	315	r 5	r 4			
315	500	r 5	—			
外圈旋转 负 荷	精密机床主轴	10	315	k 5	k 5	
		315	500	k 5	—	

表 9.6(2) 公制 J 系列圆锥滚子轴承与外壳的推荐配合

■ 轴承的精度等级：Class PK、Class PN

负 荷 条 件		轴承公称外径 D mm		外壳孔的 公差带	备 注
		超过	到		
内圈旋转 负 荷	用于自由端 或固定端	18 315	315 400	G 7 F 6	外圈易于轴向移动
	外圈的轴向位置 能调整	18	400	J 7	外圈能轴向移动
	外圈的轴向位置 不能调整	18	400	P 7	外圈轴向固定
外圈旋转 负 荷	外圈的轴向位置 不能调整	18 120 180	120 180 400	R 7	外圈轴向固定

■ 轴承的精度等级：Class PC、Class PB

负 荷 条 件		轴承公称外径 D mm		外壳孔的 公差带		备 注	
				(轴承的精度等级)			
		超过	到	PC	PB		
内圈旋转 负 荷	用于自由端	18 315	315 500	G 5 G 5	G 5 —	外圈易于轴向移动	
	用于固定端	18 315	315 500	H 5 H 5	H 4 —	外圈能轴向移动	
	外圈的轴向位置 能调整	18 120 180	120 180 250	K 5 JS 6 JS 6	K 5 JS 6 JS 5	外圈轴向固定	
		250 315	315 500	K 5 K 5	JS 5 —		
	外圈的轴向位置 不能调整	18 315	315 500	N 5 N 5	M 5 —		
外圈旋转 负 荷	外圈的轴向位置 不能调整	18 250 315	250 315 500	N 6 N 5 N 5	N 5 N 5 —		外圈轴向固定

表 9.7 (1) 英制圆锥滚子轴承与轴的推荐配合

■ 轴承的精度等级: Class 4、Class 2

负荷条件		轴承公称内径		轴承单一内径的偏差 $\Delta d_s, \mu\text{m}$		轴径的偏差		备注	
		d mm (1/25.4)				μm			
		超过	到	上	下	上	下		
内圈旋转 负 荷	一般负荷	—	76.2(3.0)	+ 13	0	+ 38	+ 25		
		76.2(3.0)	304.8(12.0)	+ 25	0	+ 64	+ 38		
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0	+ 127	+ 76		
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 76	0	+ 190	+ 114		
	重负荷及 冲击负荷 高速旋转	—	76.2(3.0)	+ 13	0	使平均过盈在 $0.0005 \times d$ (mm)的偏差值		一般使用内部游 隙大于标准游隙 的轴承	
		76.2(3.0)	304.8(12.0)	+ 25	0				
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0				
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 76	0				
外圈旋转 负 荷	一般负荷 (无冲击)	—	76.2(3.0)	+ 13	0	+ 13	0		
		76.2(3.0)	304.8(12.0)	+ 25	0	+ 25	0		
			304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0	+ 51	0	
			609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 76	0	+ 76	0	
	一般负荷 (无冲击)	—	76.2(3.0)	+ 13	0	0	- 13	内圈能轴向移动	
76.2(3.0)		304.8(12.0)	+ 25	0	0	- 25			
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0	0	- 51		
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 76	0	0	- 76		
	重负荷及 冲击负荷 高速旋转	—	76.2(3.0)	+ 13	0	使平均过盈在 $0.0005 \times d$ (mm)的偏差值		一般使用内部游 隙大于标准游隙 的轴承	
		76.2(3.0)	304.8(12.0)	+ 25	0				
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0				
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 76	0				

■ 轴承的精度等级: Class 3、Class 0¹⁾

负荷条件		轴承公称内径		轴承单一内径的偏差 $\Delta d_s, \mu\text{m}$		轴径的偏差		备注
		d mm (1/25.4)				μm		
		超过	到	上	下	上	下	
内圈旋转 负 荷	精密机床 主轴	—	76.2(3.0)	+ 13	0	+ 30	+ 18	
		76.2(3.0)	304.8(12.0)	+ 13	0	+ 30	+ 18	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 25	0	+ 64	+ 38	
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 38	0	+ 102	+ 64	
	重负荷及 冲击负荷 高速旋转	—	76.2(3.0)	+ 13	0	使平均过盈在 $0.0005 \times d$ (mm)的偏差值		一般使用内部游 隙大于标准游隙 的轴承
		76.2(3.0)	304.8(12.0)	+ 13	0			
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 25	0			
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 38	0			
外圈旋转 负 荷	精密机床 主轴	—	76.2(3.0)	+ 13	0	+ 30	+ 18	
		76.2(3.0)	304.8(12.0)	+ 13	0	+ 30	+ 18	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 25	0	+ 64	+ 38	
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 38	0	+ 102	+ 64	

〔注〕1) Class 0的轴承限于 $d \leq 304.8$ mm

表 9.7 (2) 英制圆锥滚子轴承与外壳的推荐配合

■ 轴承的精度等级：Class 4、Class 2

负荷条件		轴承公称外径 D mm (1/25.4)		轴承单一 外径的偏差 $\Delta D_s, \mu\text{m}$		外壳孔径的 偏 差 μm		备 注
		超过	up to	上	下	上	下	
内圈旋转 负 荷	用于自由端 或固定端	—	76.2(3.0)	+ 25	0	+ 76	+ 51	外圈易于 轴向移动
		76.2(3.0)	127.0(5.0)	+ 25	0	+ 76	+ 51	
		127.0(5.0)	304.8(12.0)	+ 25	0	+ 76	+ 51	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0	+ 152	+ 102	
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 76	0	+ 229	+ 152	
	外圈的 轴向位置 能调整	—	76.2(3.0)	+ 25	0	+ 25	0	外圈能轴向移动
		76.2(3.0)	127.0(5.0)	+ 25	0	+ 25	0	
		127.0(5.0)	304.8(12.0)	+ 25	0	+ 51	0	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0	+ 76	+ 25	
外圈的 轴向位置 不能调整	—	76.2(3.0)	+ 25	0	- 13	- 38	外圈轴向固定	
	76.2(3.0)	127.0(5.0)	+ 25	0	- 25	- 51		
	127.0(5.0)	304.8(12.0)	+ 25	0	- 25	- 51		
	304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0	- 25	- 76		
外圈旋转 负 荷	外圈的 轴向位置 不能调整	—	76.2(3.0)	+ 25	0	- 13	- 38	外圈轴向固定
		76.2(3.0)	127.0(5.0)	+ 25	0	- 25	- 51	
		127.0(5.0)	304.8(12.0)	+ 25	0	- 25	- 51	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 51	0	- 25	- 76	
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 76	0	- 25	- 102	

■ 轴承的精度等级：Class 3、Class 0¹⁾

负荷条件		轴承公称外径 D mm (1/25.4)		轴承单一 外径的偏差 $\Delta D_s, \mu\text{m}$		外壳孔径的 偏 差 μm		备 注
		超过	到	上	下	上	下	
内圈旋转 负 荷	用于自由端	—	152.4(6.0)	+ 13	0	+ 38	+ 25	外圈易于 轴向移动
		152.4(6.0)	304.8(12.0)	+ 13	0	+ 38	+ 25	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 25	0	+ 64	+ 38	
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 38	0	+ 89	+ 51	
	用于固定端	—	152.4(6.0)	+ 13	0	+ 25	+ 13	外圈能轴向移动
		152.4(6.0)	304.8(12.0)	+ 13	0	+ 25	+ 13	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 25	0	+ 51	+ 25	
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 38	0	+ 76	+ 38	
	外圈的 轴向位置 能调整	—	152.4(6.0)	+ 13	0	+ 13	0	外圈轴向固定
		152.4(6.0)	304.8(12.0)	+ 13	0	+ 25	0	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 25	0	+ 25	0	
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 38	0	+ 38	0	
外圈的 轴向位置 不能调整	—	152.4(6.0)	+ 13	0	0	- 13	外圈轴向固定	
	152.4(6.0)	304.8(12.0)	+ 13	0	0	- 25		
	304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 25	0	0	- 25		
	609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 38	0	0	- 38		
外圈旋转 负 荷	外圈的 轴向位置 不能调整	—	152.4(6.0)	+ 13	0	- 13	- 25	外圈轴向固定
		152.4(6.0)	304.8(12.0)	+ 13	0	- 13	- 38	
		304.8(12.0)	609.6(24.0)	+ 25	0	- 13	- 38	
		609.6(24.0)	914.4(36.0)	+ 38	0	- 13	- 51	

〔注〕1) Class 0 的轴承限于 $D \leq 304.8$ mm

表 9.8 (1) 推力轴承 (0 级、6 级精度) 与轴的推荐配合

条 件		轴 径 mm		轴 的 公差带	备 注
		超 过	到		
中心轴向负荷 (对所有的推力轴承)		全 轴 径		js 6	也采用 h 6
合成负荷	内圈静止负荷	全 轴 径		js 6	—
〔对推力调心 滚子轴承〕	内圈旋转负荷 或不定向负荷	—	200	k 6	分别用 js 6、k 6、m 6 代替 k 6、m 6、n 6
		200	400	m 6	
		400	—	n 6	

表 9.8 (2) 推力轴承 (0 级、6 级精度) 与外壳的推荐配合

条 件		外壳孔的 公差带	备 注
中心轴向负荷 (对所有的推力轴承)		—	选择使座圈与外壳之间具有径向间隙的合适公差带
		H 8	推力球轴承且精度要求高
合成负荷	外圈静止负荷	H 7	—
〔对推力调心 滚子轴承〕	不定向负荷或 外圈旋转负荷	K 7	一般使用条件
		M 7	径向负荷较大

〔备注〕本表适用于铸铁或钢制外壳

10. 轴承的内部游隙

轴承的内部游隙是指将内圈或外圈中的一个固定，使另一个移动时的移动量。

径向移动时的移动量称做径向内部游隙，轴向移动时的移动量称做轴向内部游隙(图 10.1)。

运转时的内部游隙(称做工作游隙)的大小对轴承的滚动疲劳寿命、温升、噪声、振动等性能有影响。

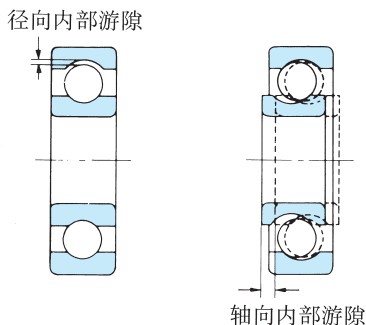


图 10.1 轴承的内部游隙

测量轴承的内部游隙时，为得到稳定的测量值，一般对轴承施加规定的测量负荷。

因此，所得到的测量值比真正的游隙(称做理论游隙)大，即增加了测量负荷产生的弹性变形量。

但对于滚子轴承来说，由于该弹性变形量较小，可以忽略不计。

安装前轴承的内部游隙一般用理论游隙表示。

10.1 内部游隙的选择

从理论游隙减去轴承安装在轴上或外壳内时因过盈配合产生的套圈的膨胀量或收缩量后的游隙称做“安装游隙”。

在安装游隙上加减因轴承内部温差产生的尺寸变动量后的游隙称做“有效游隙”。

轴承安装在机械上承受一定的负荷旋转时的内部游隙，即有效游隙加上轴承负荷产生的弹性变形量后的游隙称做“工作游隙”。

如图 10.2 所示，当工作游隙为微负值时，轴承的疲劳寿命最长，但随着负游隙的增大疲劳寿命则显著下降。因此，选择轴承的内部游隙时，一般使工作游隙为零或略为正为宜。

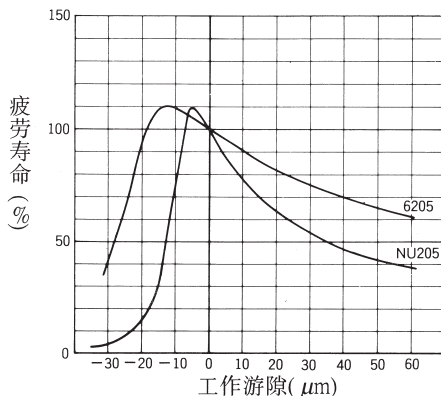


图 10.2 工作游隙与疲劳寿命的关系

另外，需提高轴承的刚性或需降低噪声时，工作游隙要进一步取负值，而在轴承温升剧烈时，工作游隙则要进一步取正值等等，还必须根据使用条件做具体分析。

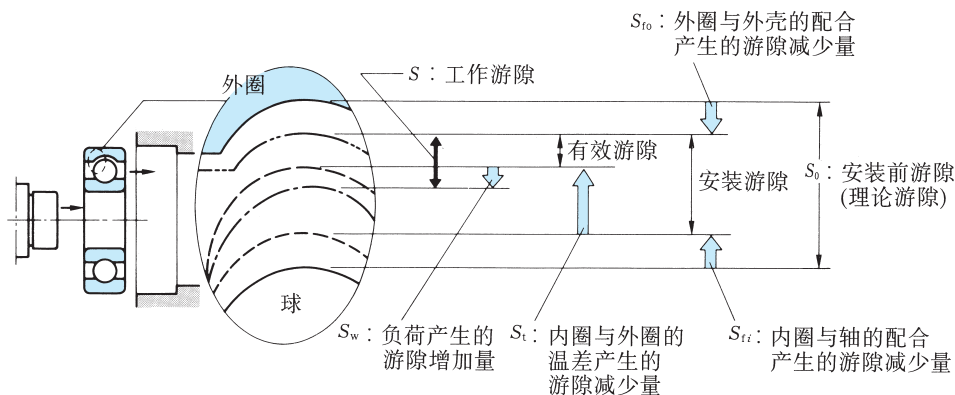
10.2 工作游隙

钢制轴与钢制外壳时的工作游隙的计算方法如表 10.1 所示。

规定的安装前轴承的内部游隙值如表 10.2 ~ 表 10.10 所示。

另表 10.11 为标准(CN)游隙以外的游隙选择示例。

表 10.1 工作游隙的计算方法



工作游隙 (S)	$S = S_0 - (S_{fi} + S_{t1} + S_{t2}) + S_w$ *	* (负荷产生的游隙增加量 S_w 也可以计算, 但由于量小, 一般可不考虑)
配合产生的游隙减少量 (S_{fi})	(中空轴) $S_{fi} = \Delta d_{\text{eff}} \frac{d}{D_i} \cdot \frac{\left(1 - \frac{d_0^2}{d^2}\right)}{\left(1 - \frac{d_0^2}{D_i^2}\right)}$ (实心轴) $S_{fi} = \Delta d_{\text{eff}} \frac{d}{D_i}$	($D_h \approx \infty$) $S_{fi0} = \Delta D_{\text{eff}} \frac{D_e}{D} \cdot \frac{\left(1 - \frac{D^2}{D_h^2}\right)}{\left(1 - \frac{D_e^2}{D_h^2}\right)}$ ($D_h = \infty$) $S_{fi0} = \Delta D_{\text{eff}} \frac{D_e}{D}$
内圈与外圈的温差产生的游隙减少量 (S_{t1})	与外壳状况有关, 但一般可设外圈膨胀量为 0 而近似地用下式计算 $S_{t1} = \alpha(D_i \cdot t_i - D_e \cdot t_e)$	这里, $D_c = D_i + 2D_r$, 因此, $S_{t1} + S_{t2}$ 可由下式计算。 $S_{t1} + S_{t2} = \alpha \cdot D_i \cdot t_1 + 2\alpha \cdot D_r \cdot t_2$ t_1 为内圈与外圈的温差 $t_1 = t_i - t_c$ t_2 为滚动体与外圈的温差 $t_2 = t_r - t_c$
滚动体的温升产生的游隙减少量 (S_{t2})	$S_{t2} = 2\alpha \cdot D_r \cdot t_r$	

在表 10.1 中,

S : 工作游隙, mm	ΔD_{eff} : 外圈的有效过盈, mm
S_0 : 理论游隙, mm	D_h : 外壳外径, mm
S_f : 配合产生的游隙减少量, mm	D_e : 外圈滚道直径, mm
S_{fi} : 内圈滚道直径的膨胀量, mm	$\left[\begin{array}{l} \text{球轴承} \cdots \cdots D_e \cong 0.2(4D + d) \\ \text{滚子轴承} \cdots \cdots D_e \cong 0.25(3D + d) \end{array} \right]$
S_{fo} : 外圈滚道直径的收缩量, mm	D : 轴承公称外径, mm
S_{t1} : 内圈与外圈的温差产生的游隙减少量, mm	α : 轴承钢的线膨胀系数, (12.5×10^{-6}) $1/^\circ\text{C}$
S_{t2} : 滚动体的温升产生的游隙减少量, mm	D_r : 滚动体平均直径, mm
S_w : 负荷产生的游隙增加量, mm	$\left[\begin{array}{l} \text{球轴承} \cdots \cdots D_r \cong 0.3(D-d) \\ \text{滚子轴承} \cdots \cdots D_r \cong 0.25(D-d) \end{array} \right]$
Δd_{eff} : 内圈的有效过盈, mm	t_i : 内圈的温升, $^\circ\text{C}$
d : 轴承公称内径(轴径), mm	t_e : 外圈的温升, $^\circ\text{C}$
d_0 : 中空轴内径, mm	t_r : 滚动体的温升, $^\circ\text{C}$
D_i : 内圈滚道直径, mm	
$\left[\begin{array}{l} \text{球轴承} \cdots \cdots D_i \cong 0.2(D + 4d) \\ \text{滚子轴承} \cdots \cdots D_i \cong 0.25(D + 3d) \end{array} \right]$	

■ 对于轴或外壳为非钢材料, 或采用分析汽车轴承的内部游隙时常用的统计方法, 或分析使用条件特殊时的内部游隙时, 请与 KOYO 联系

表 10.2 深沟球轴承(圆柱孔)的径向内部游隙

单位 μm

轴承公称内径 d , mm		游 隙									
		C 2		标准(CN)		C 3		C 4		C 5	
超过	到	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
2.5	6	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
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

〔备注〕1. 用作测量游隙时,需加上测量负荷产生的径向内部游隙增加量进行修正,修正量如下所示。

在C2游隙的修正量中,小数字适用于最小游隙,大数字适用于最大游隙
2. 斜体数字为KOYO标准

轴承公称内径 d , mm		测量负荷 N	游隙修正量, μm				
			C 2	标准 (CN)	C 3	C 4	C 5
超过	到						
2.5	18	24.5	3-4	4	4	4	4
18	50	49	4-5	5	6	6	6
50	280	147	6-8	8	9	9	9

表 10.3 微型·小径球轴承的径向内部游隙

单位 μm

内部游隙代号	M 1		M 2		M 3		M 4		M 5		M 6	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
游 隙	0	5	3	8	5	10	8	13	13	20	20	28

〔备注〕用作测量游隙时,需加上以下修正量

测量负荷, N[kgf]		游隙修正量, μm							
微型球轴承		小径球轴承		M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6
4.4		2.5		1	1	1	1	2	2

(微型球轴承……外径 < 9mm
小径球轴承……外径 \geq 9mm, 内径 < 10mm)

表 10.4 组合角接触球轴承的轴向内部游隙 (测量游隙)¹⁾

单位 μm

轴承公称内径 d , mm		接 触 角 15°				接 触 角 30°							
		C 2		标准(CN)		C 2		标准(CN)		C 3		C 4	
超过	到	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
—	10	13	33	33	53	3	14	10	30	30	50	50	70
10	18	15	35	35	55	3	16	10	30	30	50	50	70
18	24	20	40	45	65	3	20	20	40	40	60	60	80
24	30	20	40	45	65	3	20	20	40	40	60	60	80
30	40	20	40	45	65	3	20	25	45	45	65	70	90
40	50	20	40	50	70	3	20	30	50	50	70	75	95
50	65	30	55	65	90	9	27	35	60	60	85	90	115
65	80	30	55	70	95	10	28	40	65	70	95	110	135
80	100	35	60	85	110	10	30	50	75	80	105	130	155
100	120	40	65	100	125	12	37	65	90	100	125	150	175
120	140	45	75	110	140	15	40	75	105	120	150	180	210
140	160	45	75	125	155	15	40	80	110	130	160	210	240
160	180	50	80	140	170	15	45	95	125	140	170	235	265
180	200	50	80	160	190	20	50	110	140	170	200	275	305

轴承公称内径 d , mm		接 触 角 40°							
		C 2		标准(CN)		C 3		C 4	
超过	到	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
—	10	2	10	6	18	16	30	26	40
10	18	2	12	7	21	18	32	28	44
18	24	2	12	12	26	20	40	30	50
24	30	2	14	12	26	20	40	40	60
30	40	2	14	12	26	25	45	45	65
40	50	2	14	12	30	30	50	50	70
50	65	5	17	17	35	35	60	60	85
65	80	6	18	18	40	40	65	70	95
80	100	6	20	20	45	55	80	85	110
100	120	6	25	25	50	60	85	100	125
120	140	7	30	30	60	75	105	125	155
140	160	7	30	35	65	85	115	140	170
160	180	7	31	45	75	100	130	155	185
180	200	7	37	60	90	110	140	170	200

[注]

1) 测量游隙已含测量负荷产生的游隙增加量

[备注]

G型角接触球轴承采用C 2游隙

表 10.5 双列角接触球轴承的径向内部游隙

单位 μm

轴承公称内径 d , mm		游 隙					
		CD 2		标准(CDN)		CD 3	
超过	到	最小	最大	最小	最大	最小	最大
2.5	10	0	7	2	10	8	18
10	18	0	7	2	11	9	19
18	24	0	8	2	11	10	21
24	30	0	8	2	13	10	23
30	40	0	9	3	14	11	24
40	50	0	10	4	16	13	27
50	65	0	11	6	20	15	30
65	80	0	12	7	22	18	33
80	100	0	12	8	24	22	38
100	120	0	13	9	25	24	42
120	140	0	15	10	26	25	44
140	160	0	16	11	28	26	46
160	180	0	17	12	30	27	47
180	200	0	18	14	32	28	48

[备注]
深沟球轴承、组合及双列角接触球轴承的径向内部游隙与轴向内部游隙的关系请参照 A 105 页

表 10.6 调心球轴承的径向内部游隙

单位 μm

轴 承 公称内径 d , mm	圆柱孔轴承的游隙										圆锥孔轴承的游隙									
	C 2		标准(CN)		C 3		C 4		C 5		C 2		标准(CN)		C 3		C 4		C 5	
超过 到	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	最小	最大
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	7	17	13	26	20	33	28	42	37	55
24 30	5	16	11	24	19	35	29	46	40	58	9	20	15	28	23	39	33	50	44	62
30 40	6	18	13	29	23	40	34	53	46	66	12	24	19	35	29	46	40	59	52	72
40 50	6	19	14	31	25	44	37	57	50	71	14	27	22	39	33	52	45	65	58	79
50 65	7	21	16	36	30	50	45	69	62	88	18	32	27	47	41	61	56	80	73	99
65 80	8	24	18	40	35	60	54	83	76	108	23	39	35	57	50	75	69	98	91	123
80 100	9	27	22	48	42	70	64	96	89	124	29	47	42	68	62	90	84	116	109	144
100 120	10	31	25	56	50	83	75	114	105	145	35	56	50	81	75	108	100	139	130	170
120 140	10	38	30	68	60	100	90	135	125	175	40	68	60	98	90	130	120	165	155	205
140 160	15	44	35	80	70	120	110	161	150	210	45	74	65	110	100	150	140	191	180	240

表 10.7 电动机用轴承的径向内部游隙

1) 深沟球轴承的径向内部游隙 单位 μm

轴承公称内径 d , mm	游 隙	
	C M	
超过 到	最小	最大
10¹⁾ 18	4	11
18 30	5	12
30 50	9	17
50 80	12	22
80 120	18	30
120 160	24	38

2) 圆柱滚子轴承的径向内部游隙 单位 μm

轴承公称内径 d , mm	游 隙			
	可 互 换 C T		不可互换 C M	
超过 到	最小	最大	最小	最大
24 40	15	35	15	30
40 50	20	40	20	35
50 65	25	45	25	40
65 80	30	50	30	45
80 100	35	60	35	55
100 120	35	65	35	60
120 140	40	70	40	65
140 160	50	85	50	80
160 180	60	95	60	90
180 200	65	105	65	100

[注] 1) 该尺寸段含 10 mm
 [备注] 测量负荷产生的游隙修正量
 同 A96 页表 10.2

[备注] 表中的互换可否是指同一制造厂家的轴承之间的互换性, 而不是指各制造厂家之间的互换性

表 10.8 圆柱滚子轴承及实体型滚针轴承的径向内部游隙

(1) 圆柱孔轴承

单位 μm

轴承公称内径 d , mm		游 隙									
		C 2		标准(CN)		C 3		C 4		C 5	
超过	到	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
—	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

(2) 圆锥孔轴承

单位 μm

轴 承 公称内径 d , mm		圆锥孔轴承的不可互换游隙													
		C 9 NA ¹⁾		C 1 NA		C 2 NA		标准(CNNA)		C 3 NA		C 4 NA		C 5 NA	
超过	到	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
12	14	5	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	24	5	10	10	20	20	30	35	45	45	55	55	65	75	85
24	30	5	10	10	25	25	35	40	50	50	60	60	70	80	95
30	40	5	12	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40	50	5	15	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50	65	5	15	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65	80	10	20	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80	100	10	25	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100	120	10	25	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120	140	15	30	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140	160	15	35	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160	180	15	35	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180	200	20	40	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200	225	20	45	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225	250	25	50	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250	280	25	55	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475
280	315	30	60	60	120	120	180	205	265	265	325	325	385	470	530
315	355	30	65	65	135	135	200	225	295	295	360	360	430	520	585
355	400	35	75	75	150	150	225	255	330	330	405	405	480	585	660
400	450	45	85	85	170	170	255	285	370	370	455	455	540	650	735
450	500	50	95	95	190	190	285	315	410	410	505	505	600	720	815

[注] 1) C9NA 游隙适用于 JIS 的 4 级、5 级精度的圆锥孔圆柱滚子轴承

表 10.9 调心滚子轴承的径向内部游隙

(1) 圆柱孔轴承

单位 μm

轴承公称内径 d , mm		游 隙									
		C 2		标准(CN)		C 3		C 4		C 5	
超过	到	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
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

(2) 圆锥孔轴承

单位 μm

轴承公称内径 d , mm		游 隙									
		C 2		标准(CN)		C 3		C 4		C 5	
超过	到	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
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

表 10.10 双列、四列及组合圆锥滚子轴承(圆柱孔)的径向内部游隙

单位 μm

轴承公称内径 d , mm		游 隙									
		C 1		C 2		标准(CN)		C 3		C 4	
超过	到	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
14	18	0	10	10	20	20	30	30	40	40	50
18	24	0	10	10	20	20	30	30	40	40	55
24	30	0	10	10	20	20	30	30	45	45	60
30	40	0	12	12	25	25	40	40	55	55	75
40	50	0	15	15	30	30	45	45	60	60	80
50	65	0	15	15	30	30	50	50	70	70	90
65	80	0	20	20	40	40	60	60	80	80	110
80	100	0	20	20	45	45	70	70	100	100	130
100	120	0	25	25	50	50	80	80	110	110	150
120	140	0	30	30	60	60	90	90	120	120	170
140	160	0	30	30	65	65	100	100	140	140	190
160	180	0	35	35	70	70	110	110	150	150	210
180	200	0	40	40	80	80	120	120	170	170	230
200	225	0	40	40	90	90	140	140	190	190	260
225	250	0	50	50	100	100	150	150	210	210	290
250	280	0	50	50	110	110	170	170	230	230	320
280	315	0	60	60	120	120	180	180	250	250	350
315	355	0	70	70	140	140	210	210	280	280	390
355	400	0	70	70	150	150	230	230	310	310	440
400	450	0	80	80	170	170	260	260	350	350	490
450	500	0	90	90	190	190	290	290	390	390	540
500	560	0	100	100	210	210	320	320	430	430	590
560	630	0	110	110	230	230	350	350	480	480	660
630	710	0	130	130	260	260	400	400	540	540	740
710	800	0	140	140	290	290	450	450	610	610	830
800	900	0	160	160	330	330	500	500	670	670	920

表 10.11 标准 (CN) 游隙以外的游隙选择示例

使用条件	用 例	游 隙 选 择 示 例
重负荷或冲击负荷且过盈大	铁路车辆车轴	C 3
振动或冲击负荷 且内圈与外圈均为过盈配合	振动筛 铁路车辆主电动机 拖拉机末级减速装置	C 3, C 4 C 4 C 4
轴的挠曲大	汽车后轮	C 5
轴与内圈受到加热	造纸烘干机 轧钢机辊道辊子	C 3, C 4 C 3
内圈与外圈均为间隙配合	轧钢机辊颈	C 2
需降低旋转时的噪声与振动	微型马达	C 1, C 2, C M
为减小轴的跳动, 对安装游隙进行调整	车床主轴	C 9 NA, C 1 NA

〔参考〕径向内部游隙与轴向内部游隙的关系

〔深沟球轴承〕
$$\Delta_a = \sqrt{\Delta_r(4m_0 - \Delta_r)} \dots\dots\dots (10.1)$$

〔双列角接触球轴承〕
$$\Delta_a = 2\sqrt{m_0^2 - (m_0 \cos \alpha - \frac{\Delta_r}{2})^2} - 2m_0 \sin \alpha \dots\dots\dots (10.2)$$

〔组合角接触球轴承〕
$$\Delta_a = 2m_0 \sin \alpha - 2\sqrt{m_0^2 - (m_0 \cos \alpha + \frac{\Delta_r}{2})^2} \dots\dots\dots (10.3)$$

〔双列、四列及组合圆锥滚子轴承〕
$$\Delta_a = \Delta_r \cot \alpha \cong \frac{1.5}{e} \Delta_r \dots\dots\dots (10.4)$$

这里,

Δ_a : 轴向内部游隙, mm

Δ_r : 径向内部游隙, mm

$m_0 = r_e + r_i - D_a$

α : 公称接触角

e : F_a / F_r 的界限值

(参照轴承尺寸表)

$\left. \begin{array}{l} r_e : \text{外圈滚道曲率半径, mm} \\ r_i : \text{内圈滚道曲率半径, mm} \\ D_a : \text{球直径, mm} \end{array} \right\}$

11. 轴承的预紧

使用轴承时，一般都使其在运转状态下带有适当的内部游隙，但根据用途的不同，有时则在安装时预先对轴承施加轴向负荷，使其带有负的内部游隙。

这种做法称做预紧，大多适用于角接触球轴承或圆锥滚子轴承。

11.1 预紧的目的

- 在提高轴的径向或轴向定位精度的同时，减小轴的跳动，提高旋转精度
(机床主轴用轴承，仪表用轴承)
- 提高轴承的刚性，从而提高齿轮的啮合精度
(汽车末级减速装置用轴承)
- 抑止滚动体的横向滑动，公转滑动和自转滑动，减少擦伤
(高速用角接触球轴承)
- 防止振动及共振引起的轴承噪声
(小型电动机用轴承)
- 使滚动体与套圈保持正确的相对位置
(卧轴用推力球轴承及推力调心滚子轴承)

11.2 预紧的方法

施加预紧的方法有定位预紧和定压预紧，其代表性例子如表11.1所示。

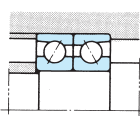
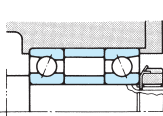
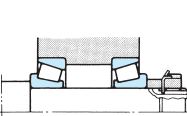
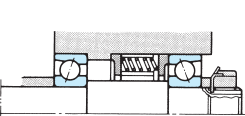
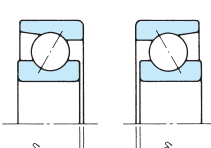
〔定位预紧与定压预紧的比较〕

- 预紧力相同时，定位预紧下轴承的轴向位移较小，易于获得高刚性
- 定压预紧可利用弹簧吸收负荷的变化及运转时轴与外壳的温差引起的轴的伸缩等，因此预紧力变化小，可获得稳定的预紧力
- 定位预紧可施加大的预紧力

因此，需要获得高刚性时宜采用定位预紧。

而对需要高速旋转，防止轴向振动以及对用于卧轴的推力轴承，则宜采用定压预紧。

表11.1 预紧的方法

定 位 预 紧		定 压 预 紧	
			
<ul style="list-style-type: none"> ● 使用平面差经过调整(下图)的组合轴承 	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用尺寸经过修磨的隔圈 	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用可调整轴向预紧力的螺母或螺栓进行锁紧 	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用螺旋弹簧或蝶形弹簧
		<p>这时为获得合适的预紧力，需要边测量起动摩擦扭矩边进行调整</p>	

11.3 预紧与刚性

对于角接触球轴承及圆锥滚子轴承，为提高刚性而施加预紧时，大多使用背面组合的轴承。

这是因为背面组合的轴承作用点间距离大，轴系刚性强。

背面组合的轴承的预紧力(定位预紧)与刚性(即轴向位移)的关系如图11.1所示。

- P : 预紧力(轴向负荷)
- T : 外部轴向负荷
- T_A : 作用于轴承 A 的轴向负荷
- T_B : 作用于轴承 B 的轴向负荷
- δ_a : 组合轴承的位移
- δ_{aA} : 轴承 A 的位移
- δ_{aB} : 轴承 B 的位移
- $2\delta_{a0}$: 施加预紧前内圈之间的间隙

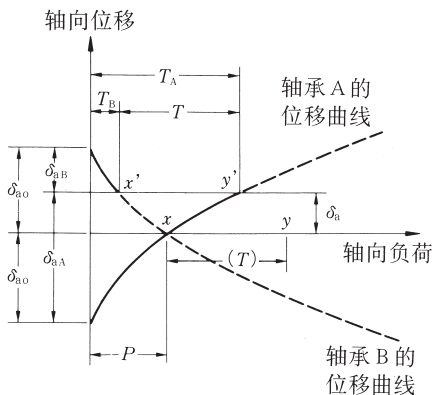
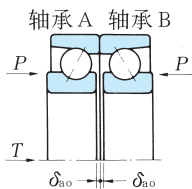


图11.1 定位预紧的预紧曲线图

在图11.1中，施加预紧力 P (将内圈轴向锁紧)时，轴承 A 与轴承 B 分别产生轴向位移 δ_{a0} ，从而内圈之间的间隙 $2\delta_{a0}$ 变为0。

设该组合轴承受外部轴向负荷 T 作用时的轴向位移为 δ_a ， δ_a 可如下求得。

〔参考〕 δ_a 的图解法(图11.1)

- ① 作轴承 A 的位移曲线
- ② 作轴承 B 的位移曲线……通过横轴上点 x (预紧力 P 的点) 并与轴承 A 的位移曲线关于横轴对称
- ③ 设外部轴向负荷为 T ，则在横轴上得到直线段 $x-y$ 。将直线段 $x-y$ 平行于横轴移动并保持点 x 位于轴承 B 的位移曲线上，得到与轴承 A 的位移曲线的交点 y'
- ④ 直线段 $x'-y'$ 与横轴的距离即为该组合轴承的轴向位移 δ_a

与图11.1相同，对组合轴承施加定压预紧时的预紧力与刚性的关系如图11.2所示。

这时，由于弹簧的刚性可以忽略不计，因此组合轴承的刚性与施加了预紧力 P 的单个轴承的刚性几乎相等。

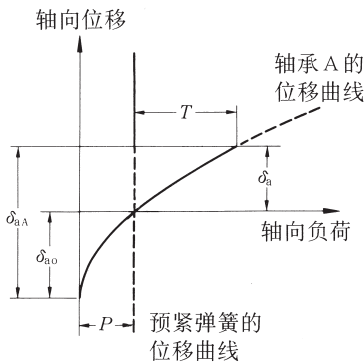


图11.2 定压预紧的预紧曲线图

11.4 预紧力

预紧力的大小必须根据预紧的目的, 在不对轴承寿命, 温升, 摩擦扭矩等起不利影响的范围内确定。

另外, 确定预紧力时还要充分考虑跑合后的预紧力减小, 轴与外壳的精度, 安装状况, 润滑条件等因素。

11.4.1 组合角接触球轴承的预紧力

用于机床主轴等的5级以上精密组合角接触球轴承的标准预紧力如表11.2所示。

为了可根据不同的用途灵活地选择合适的预紧力, KOYO设定有微预紧(S), 轻预紧(L), 中预紧(M)和重预紧(H)四种标准预紧力。

选择预紧力时可做如下估计。一般磨头采用轻预紧或中预紧, 车床, 铣床主轴等采用中预紧或重预紧。

另外, 采用轻预紧或中预紧的精密组合角接触球轴承的推荐配合如表11.3所示。

表11.2 精密组合角接触球轴承的标准预紧力

内径型号	7900 C			7000			7000 C				7200		
	S	L	M	L	M	H	S	L	M	H	L	M	H
00	5	15	30	30	80	145	6	20	50	100	50	145	245
01	7	20	40	30	80	145	6	20	50	100	60	145	295
02	8	25	50	50	145	245	10	30	80	145	80	245	390
03	8	25	50	60	145	295	15	40	100	195	100	245	540
04	15	40	80	60	145	295	15	40	100	245	145	295	635
05	15	50	100	100	245	490	20	60	145	295	145	390	785
06	15	50	100	145	295	635	25	80	195	390	145	590	930
07	25	70	140	145	390	785	35	100	245	490	245	785	1270
08	25	80	155	145	390	785	35	100	295	590	390	880	1570
09	35	100	195	245	540	980	50	145	345	635	490	1080	1770
10	35	100	195	245	635	1180	50	145	390	735	540	1180	2060
11	40	120	235	295	785	1370	65	195	440	880	635	1370	2450
12	40	120	235	390	880	1570	65	195	490	980	785	1470	2940
13	50	145	295	440	980	1770	85	245	540	1090	835	1670	3330
14	65	195	390	490	1080	2060	85	245	635	1270	930	1860	3720
15	65	195	390	590	1180	2150	100	295	685	1370	980	2150	3920
16	65	195	390	635	1370	2350	100	295	735	1470	1080	2450	4310
17	85	245	490	735	1570	2550	130	390	880	1770	1270	2940	4900
18	100	295	590	785	1670	2840	145	440	980	1960	1470	3230	5390
19	100	295	590	880	1770	3140	160	490	1080	2060	1670	3430	5880
20	100	345	685	880	1960	3530	175	540	1180	2150	1860	3920	6370
21	100	345	685	980	2150	3920	195	590	1270	2350	2060	4310	7060
22	145	390	785	1080	2350	4410	210	635	1470	2550	2250	4900	7840
24	145	490	980	1180	2650	4900	225	685	1670	2840	2450	5390	8820
26	195	590	1180	1370	3140	5390	245	735	1770	3140	2750	5880	9310
28	195	635	1270	1470	3430	5880	260	785	1960	3920	2940	6370	9800
30	245	735	1470	1770	3920	6860	275	835	2150	4410	3330	6860	10300
32	245	785	1570	2150	4410	7840	290	880	2350	4900	3630	7350	10800
34	345	880	1810	2450	4900	8820	325	980	2450	5390	3920	7840	11800

表11.3 采用预紧的精密组合角接触球轴承的推荐配合

(1) 轴的尺寸公差

单位 μm

轴径的基本尺寸 mm	内圈旋转		外圈旋转
	轴径的偏差	选配 ¹⁾ 时轴与内圈的过盈	轴径的偏差
6 10	-2 -6	0-2	0 -4
10 18	-2 -7	0-2	0 -5
18 30	-2 -8	0-2.5	0 -6
30 50	-2 -9	0-2.5	0 -7
50 80	-2 -10	0-3	0 -8
80 120	-2 -12	0-4	0 -10
120 180	-2 -14	0-5	0 -12

〔注〕1) 选配是指根据轴径尺寸来确定轴承内径尺寸

(2) 外壳孔径的尺寸公差

单位 μm

外壳孔径的基本尺寸 mm	内圈旋转			外圈旋转
	外壳孔径的偏差		外壳与 ¹⁾ 外圈的间隙	外壳孔径的偏差
	固定端轴承	自由端轴承		
18 30	± 4.5	+9 0	2-6	-6 -12
30 50	± 5.5	+11 0	2-6	-6 -13
50 80	± 6.5	+13 0	3-8	-8 -16
80 120	± 7.5	+15 0	3-9	-9 -19
120 180	± 9	+18 0	4-12	-11 -23
180 250	± 10	+20 0	5-15	-13 -27
250 315	± 11.5	+23 0	6-18	-16 -32

〔注〕1) 用作固定端轴承时向下限靠, 用作自由端轴承时向上限靠

〔S: 微预紧、L: 轻预紧、M: 中预紧、H: 重预紧〕

单位: N(1N = 0.102kgf)

	7200 C				ACH 900 C		ACH 000 C		ACT 000		ACT 000 B		内径型号
	S	L	M	H	L	M	L	M	L	M	L	M	
10	30	80	145										00
15	40	100	195										01
15	50	145	245										02
25	70	145	345										03
25	80	195	390										04
35	100	245	490										05
35	100	295	590				90	175	195	345	295	685	06
50	145	390	785				100	195	195	390	390	735	07
65	195	440	880		80	155	110	215	245	440	440	835	08
85	245	540	1080	100	195	125	255	245	490	490	930		09
85	245	590	1180	100	195	125	255	295	540	540	1030		10
100	295	735	1470	110	215	145	295	390	685	685	1270		11
115	345	785	1670	110	215	145	295	390	735	735	1420		12
130	390	930	1860	110	215	145	295	440	835	785	1520		13
160	490	980	2060	145	290	265	530	590	1130	1030	2010		14
195	590	1180	2350	145	290	265	530	590	1130	1080	2110		15
225	685	1370	2750	145	290	345	685	685	1370	1270	2500		16
260	785	1570	2940	195	390	345	685	735	1420	1320	2600		17
260	785	1770	3430	195	390	440	880	980	1860	1770	3380		18
290	880	1960	3920	195	390	440	880	980	1960	1860	3530		19
325	980	2150	4410	295	590	440	880	1030	2010	1910	3680		20
360	1080	2350	4900	295	590	490	980	1180	2250	2150	3770		21
385	1180	2450	5290	295	590	590	1180	1320	2600	2450	4760		22
420	1270	2840	5490	345	685	590	1180	1420	2800	2550	5100		24
485	1470	3140	5880	440	880	785	1570	1770	3380	3230	6230		26
520	1570	3430	6370	440	880	835	1670	2010	3920	3720	7210		28
585	1770	3720	6860	685	1370	1080	2160	2400	4610	4410	8480		30
645	1960	4120	7840	685	1370	1180	2350	2500	4850	4660	8920		32
645	2150	4410	8330	685	1370	1470	2940	3090	6030	5730	11100		34

11.4.2 推力球轴承的预紧力

推力球轴承高速旋转时，受离心力和陀螺力矩的作用，球与滚道面之间会产生滑动，造成滚道面及滚动面擦伤。

为防止产生这类滑动，必须采用无游隙安装并施加预紧(轴向负荷)的方法，其预紧力应大于由下式计算的所需最小轴向负荷。

另外，外部轴向负荷小于 $0.0013C_{0a}$ 时，只要润滑条件好，轴承不会受影响，不必担心轴承损伤。

但在承受轴向负荷高速旋转的部位，一般以使用深沟球轴承或角接触球轴承为宜。

11.4.3 推力调心滚子轴承的预紧力

推力调心滚子轴承旋转时滚子与滚道面之间也会产生滑动，造成卡伤或擦伤。

为防止产生这类滑动，仍必须采用无游隙安装并施加预紧(轴向负荷)的方法，其预紧力应大于所需最小轴向负荷。

所需最小轴向负荷由以下两式计算，取其中的较大值。

● 推力球轴承(接触角 90°)

$$F_{a\min} = 5.1 \left(\frac{n}{1000} \right)^2 \cdot \left(\frac{C_{0a}}{1000} \right)^2 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11.1)$$

● 推力调心滚子轴承(取由以下两式计算得到的较大值)

$$F_{a\min} = \frac{C_{0a}}{2000} \dots\dots\dots (11.2)$$

$$F_{a\min} = 1.8 F_r + 1.33 \left(\frac{n}{1000} \right)^2 \cdot \left(\frac{C_{0a}}{1000} \right)^2 \times 10^{-4} \dots\dots\dots (11.3)$$

这里，

$F_{a\min}$: 所需最小轴向负荷, N

n : 转速, rpm

C_{0a} : 基本额定静负荷, N

F_r : 径向负荷, N

12. 轴承的润滑

12.1 润滑的目的与方式

对轴承来说，润滑是左右其性能的重要问题。润滑剂或润滑方式的合适与否将大大影响轴承的寿命。

润滑的作用如下：

- 润滑轴承的各个部分，减小摩擦和磨损
- 带走轴承内部因摩擦或其他原因产生的热量
- 使轴承的滚动接触面经常形成适当的油膜，延长轴承的疲劳寿命
- 轴承的防锈和防尘

轴承的润滑方式主要分为脂润滑和油润滑，其一般性比较如表12.1所示。

表 12.1 脂润滑与油润滑的比较

项 目	脂	油
密封装置	简 单	较复杂 需注意保养
润滑性能	好	非常好
转 速	低速 ~ 中速	也可用于高速
润滑剂的更换	较麻烦	简 单
润滑剂的寿命	较 短	长
冷却效果	无	好(需要循环)
杂质的滤除	困 难	容 易

12.1.1 脂润滑

脂润滑可做到充填一次润滑脂后长时间不需补充，而且其密封装置的结构也较简单，因此使用广泛。

脂润滑有预先在密封型轴承中充填润滑脂的密封方式，以及在外壳内部充填适量润滑脂，每隔一定时间进行补充或更换的充填供脂方式。

此外，对有多处轴承需要润滑的机械，还采用管道连接至各润滑处的集中供脂方式。

1) 润滑脂的充填量

外壳内的润滑脂充填量随外壳的结构和容积而有所不同，一般充填至容积的 $1/3 \sim 1/2$ 为宜。

充填量过多时，润滑脂因搅拌发热会发生变质，老化和软化，应加以注意。

但用于低速轴承时，为防止异物侵入，有时也充填至容积的 $2/3 \sim 1$ 。

2) 润滑脂的补充与更换

润滑脂的补充与更换同润滑方式有密切的关系，无论采用何种方式，都必须使用清洁的润滑脂，并注意防止外部异物的侵入。

补充的润滑脂应尽量为同一牌号的润滑脂。

补充润滑脂时，尤为重要的一项是应保证新润滑脂确实进到轴承内部。

图12.1为补充方法示例。

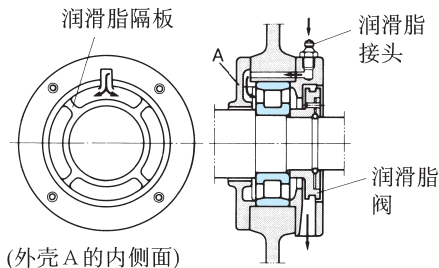


图12.1 润滑脂补充方法示例
(润滑脂隔板法)

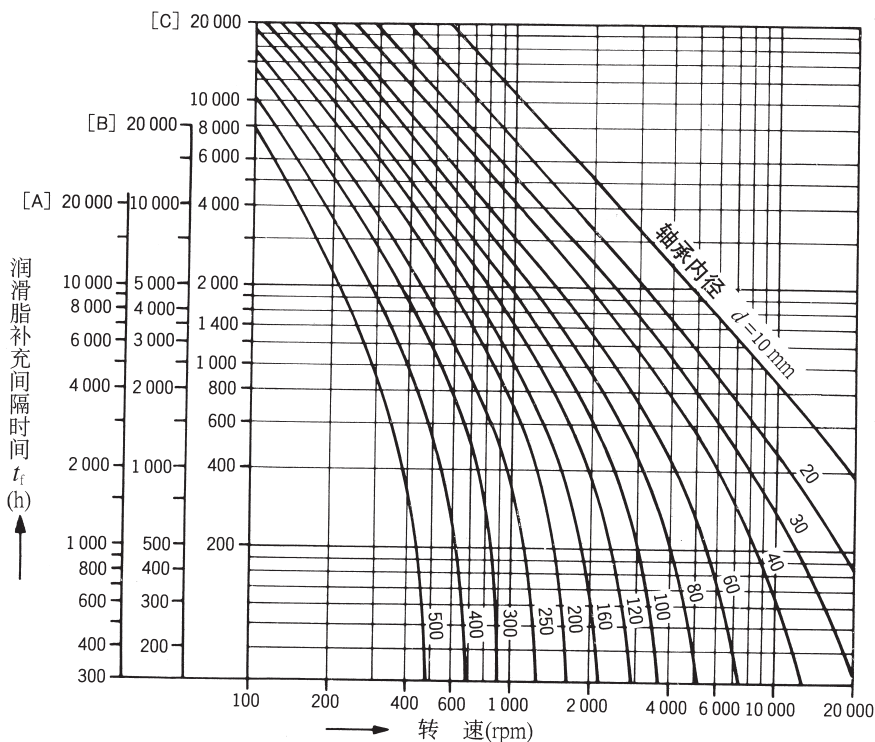
上例中，外壳内部用润滑脂隔板(筋板)做了分隔，润滑脂仅充满其中一格，并由此流入轴承内部。

另外, 从轴承内部挤出的润滑脂受润滑脂阀的离心力作用被排放到轴承外部。

不采用润滑脂阀时, 可将排放处的外壳空间加大, 存放挤出的润滑脂, 然后定期开盖取出。

3) 润滑脂的补充间隔时间

在正常运转状态下, 可按图12.2考虑润滑脂寿命并进行补充与更换。



〔注〕1) [A] : 向心球轴承

[B] : 圆柱滚子轴承
滚针轴承

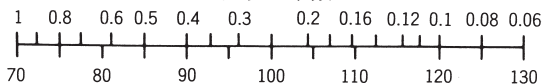
[C] : 圆锥滚子轴承
调心滚子轴承
推力球轴承

2) 温度修正

轴承温度超过70℃时, 将间隔时间 t_f 乘以根据以下尺度得到的温度修正系数 a 进行修正, 修正后的间隔时间为 t'_f 。

$$t'_f = t_f \times a$$

温度修正系数 a



轴承温度 T (℃)

图12.2 润滑脂补充间隔时间

4) 密封型球轴承的润滑脂寿命

单列深沟球轴承充填润滑脂并用防尘盖或密封圈密封后的润滑脂寿命可用下式估算。

$$\log L = 6.10 - 4.40 \times 10^{-6} d_m n - 2.50 \left(\frac{P_r}{C_r} - 0.05 \right) - (0.021 - 1.80 \times 10^{-8} d_m n) T \dots (12.1)$$

这里,

L : 润滑脂寿命, h

$d_m = \frac{D + d}{2}$ (D :轴承外径, d :轴承内径), mm

n : 转速, rpm

P_r : 径向当量动负荷, N

C_r : 轴承的径向基本额定动负荷, N

T : 轴承的工作温度, °C

式(12.1)的适用条件如下。

a) 轴承的工作温度 : T °C

适用于 $T \leq 120$ 。

$\left[\begin{array}{l} \text{但 } T < 50 \text{ 时,} \\ \text{取 } T = 50 \end{array} \right]$

$T > 120$ 时, 请与KOYO联系。

b) $d_m n$ 值

适用于 $d_m n \leq 50 \times 10^4$ 。

$\left[\begin{array}{l} \text{但 } d_m n < 12.5 \times 10^4 \text{ 时,} \\ \text{取 } d_m n = 12.5 \times 10^4 \end{array} \right]$

$d_m n > 50 \times 10^4$ 时, 请与KOYO联系。

c) 负荷条件 : $\frac{P_r}{C_r}$

适用于 $\frac{P_r}{C_r} \leq 0.2$ 。

$\left[\begin{array}{l} \text{但 } \frac{P_r}{C_r} < 0.05 \text{ 时,} \\ \text{取 } \frac{P_r}{C_r} = 0.05 \end{array} \right]$

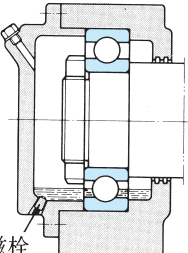
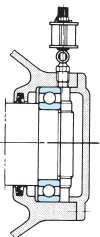
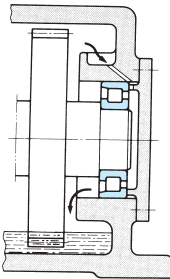
$\frac{P_r}{C_r} > 0.2$ 时, 请与KOYO联系。

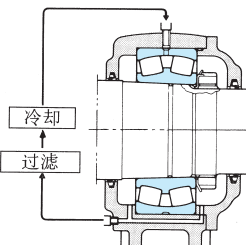
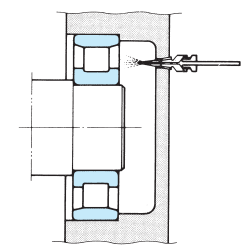
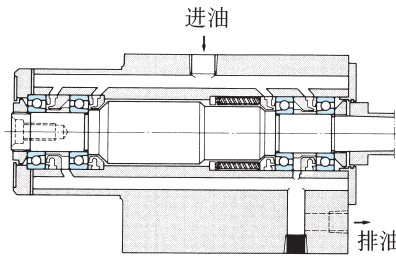
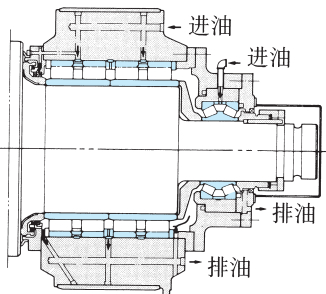
12.1.2 油润滑

油润滑适用于高速轴承并可耐一定程度的高温，而且还对减小振动和降低噪声有效，大多用于脂润滑不适用的场合。

表12.2表示主要的油润滑的种类与方式。

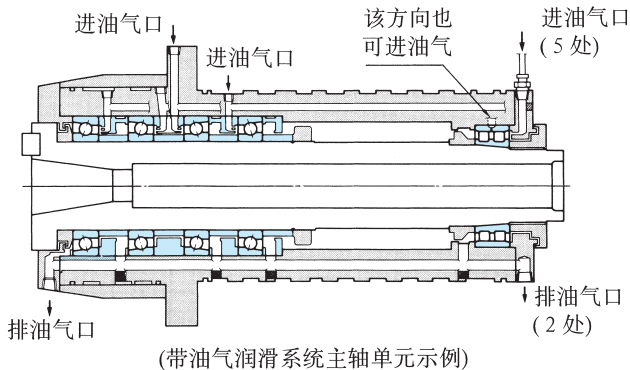
表12.2 油润滑的种类与方式

<p>① 油浴润滑</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 将轴承浸入油里进行旋转，是最为简单的油润滑方式 ● 适用于低速及中速轴承 ● 油量用油面计调节 (卧轴) 使油面在最低滚动体的中心位置上下 (立轴) 使油浸没轴承宽度的70~80%左右 ● 为防止磨损铁粉进入油里，宜使用磁栓 	
<p>② 滴油润滑</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 用注油器将油滴入，靠旋转体的作用使外壳内充满油雾从而进行润滑的方式，并具有冷却效果 ● 可用于较高速、中等负荷轴承 ● 注油量一般为每分钟5~6滴 (将注油量控制在1ml/h内较困难) ● 不要使外壳底部积油过多 	
<p>③ 飞溅润滑</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 在轴上安装齿轮或叶轮，以此将油甩起进行润滑的方式，对不靠近油池的轴承也可供油 ● 可用于较高速轴承 ● 油面必须保持在一定的高度范围内 ● 为防止磨损铁粉进入油里，宜使用磁栓。 另外，为防止异物侵入到轴承内部，可使用挡盖或挡板 	

<p>④ 循环润滑</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 具有循环供油系统。进油在对轴承内部润滑冷却后，经排油管返回油箱排油经过滤、冷却后，被油泵重新送出 ● 大多用于高速轴承或高温场合 ● 为不使外壳内积油过多，排油管径约为进油管径的2倍为宜 ● 所需油量…参照A116页备注1 	
<p>⑤ 喷射润滑</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 从喷嘴将一定压力(约10~50N/cm²)的油喷射到轴承上进行润滑的方式，冷却效果好 ● 适用于高速、重负荷轴承 ● 喷嘴口径一般为0.5~2mm，设置在距轴承侧面5~10mm的位置，发热量大时，可用2~4个喷嘴 ● 喷射润滑的油量大，为防止积油过多，可用油泵做强制排油 ● 所需油量…参照A116页备注1 	
<p>⑥ 油雾润滑 (喷雾润滑)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 将油雾发生装置产生的干状气雾(含雾状油的空气)连续送至各润滑部位，通过设在外壳或轴承上的喷嘴以湿状油雾(易于粘着的油粒)喷射到轴承上进行润滑的方式 ● 所需油量…参照A117页备注2 <p>(磨床主轴的例)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 油雾润滑可使轴承表面形成和保持润滑所需的最低限度的油膜，并具有防止油污，简化轴承的维护保养，延长轴承的疲劳寿命，减少油消耗量等优点 <p>(轧钢机辊颈的例)</p> 

⑦
油气润滑

- 用定量柱塞分配器送出微量的油，通过混合阀与压缩空气混合后向轴承安定连续地供油进行润滑的方式
- 由于可做到微量润滑油的定量管理从而可经常提供新润滑油，适用于高速轴承，如机床主轴的轴承等
- 除润滑油外，压缩空气也进到主轴内部，从而使内腔压力升高，因此还具有防止外部异物及冷却液侵入的效果。另外，润滑油在管道中流动，基本不污染环境
- KOYO还制造下列产品：油气润滑装置，空气净化装置以及带油气润滑系统主轴单元。
详细请与KOYO联系



备注 1 循环润滑及喷射润滑的所需油量

$$G = \frac{1.88 \times 10^{-4} \mu \cdot d \cdot n \cdot P}{60 c \cdot r \cdot \Delta T}$$

这里，

- G ：所需油量， ℓ/min
 μ ：摩擦系数(参照右表)
 d ：轴承公称内径， mm
 n ：转速， rpm
 P ：轴承的当量动负荷， N
 c ：油的比热， $(1.88 \sim 2.09) \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
 r ：油的密度， g/cm^3
 ΔT ：油的温升， $^\circ\text{C}$

摩擦系数 μ

轴承型式	μ
深沟球轴承	0.0010-0.0015
角接触球轴承	0.0012-0.0020
圆柱滚子轴承	0.0008-0.0012
圆锥滚子轴承	0.0017-0.0025
调心滚子轴承	0.0020-0.0025

由上式计算得到的是发热量全通过油带走时的所需油量，尚未考虑散热因素。

一般来说，实际油量约为以上计算油量的 $1/2 \sim 2/3$ 。

但散热量随使用机械及使用条件而有所不同，因此宜先以计算油量的 $2/3$ 进行运转，通过测量轴承温度和进、排油温度，逐渐将油量减少，直至确定最佳油量。

备注2 油雾润滑的注意事项

1) 所需油雾量

(油雾压力：5 kPa)

(轴承)	$Q=0.11dR$
(两个油封组合使用)	$Q=0.028d_1$

这里,

Q : 所需油雾量, ℓ /min

d : 轴承公称内径, mm

R : 滚动体列数

d_1 : 油封内径, mm

但用于高速轴承($d_m n \geq 40 \times 10^4$)时, 需增加油雾量和油雾压力。

2) 管径, 油孔和油槽的设计

管道内的油雾流速超过 5m/s 时, 油雾会急剧地凝缩, 油化。

因此, 在设计管径及外壳上的油孔和油槽尺寸时, 应不使油雾流速超过 5m/s, 可由下式计算。

$$V = \frac{0.167Q}{A} \leq 5$$

这里,

V : 油雾流速, m/s

Q : 油雾量, ℓ /min

A : 管道或油槽的截面积, cm^2

3) 油雾润滑用油

用于油雾润滑的油必须满足以下

条件：

- 容易雾化
- 极压性好
- 耐热性及氧化稳定性好 [蒂姆肯式耐负荷性达到156N{15.9kgf}以上]
- 防锈性好
- 不易产生油泥
- 抗乳化性好

适用于高速轴承的油雾润滑具有许多优点, 但其效果也受到轴承周边结构及各种使用条件的影响, 使用时请与KOYO联系

12.2 润滑剂

12.2.1 润滑脂

润滑脂是以润滑油为基油，掺入亲油性强的固体稠化剂混合而成的半固体状润滑剂，为提高某些特定性能，其中还加有各类添加剂。

(1) 基油

润滑脂的基油大多使用矿物油，但在对低温流动性或高温稳定性等特殊性能有要求时，也使用二酯油，硅酮油，聚乙二酯油和氟碳油等合成油。

一般来说，低粘度基油的润滑脂适用于高速轴承及低温场合，高粘度基油的润滑脂适用于重负荷轴承及高温场合。

(2) 稠化剂

润滑脂的稠化剂以锂，钙，钠等金属皂基为主，但根据用途的不同，也使用非金属皂基(硅胶，本顿等无机物以及尿素化合物，氟碳化合物等有机物)稠化剂。

一般来说，润滑脂的机械稳定性，使用温度范围，抗水性等特性由稠化剂决定。

(锂 基 脂) … 耐热性，抗水性，机械稳定性好

(钙 基 脂) … 抗水性好，耐热性差

(钠 基 脂) … 耐热性好，抗水性差

(非金属皂基脂) … 耐热性好

表12.3 各类润滑脂的特性

	锂 基 脂			钙基脂(杯脂)	钠基脂(纤维脂)
	锂 皂			钙 皂	钠 皂
稠 化 剂	锂 皂			钙 皂	钠 皂
基 油	矿物油	合成油(二酯油)	合成油(硅酮油)	矿物油	矿物油
滴 点(°C)	170 ~ 190	170 ~ 230	220 ~ 260	80 ~ 100	160 ~ 180
温度范围(°C)	- 30 ~ + 120	- 50 ~ + 130	- 50 ~ + 180	- 10 ~ + 70	0 ~ + 110
速度范围	中速 ~ 高速	高 速	低速 ~ 中速	低速 ~ 中速	低速 ~ 高速
机械稳定性	优	良—优	良	可—良	良—优
抗 水 性	良	良	良	良	不 可
耐 压 性	良	可	不可—可	可	良—优
备 注	适用于各类滚动轴承，用途最广	低温性，抗摩性好。适用于仪表及小型电动机用小径球轴承	高温性及低温性均好	适用于低速轻负荷轴承。不可用于高温场合	遇水易乳化。适用于较高温场合

(3) 添加剂

根据使用目的的不同，润滑脂中还加有各类添加剂。

- 极压添加剂…轴承承受重负荷或冲击负荷时

- 抗氧化剂…长时间不补充润滑脂时

其他还有结构稳定剂、防锈剂、防腐剂等。

(4) 稠度

稠度显示润滑脂的硬度，用标准金属锥形针靠自重 在 5 秒内沉入润滑脂中的深度(mm)乘以10表示。因此，其数值越大表示润滑脂越软。

表12.4表示润滑脂的NLGI稠度号及对应的稠度和使用条件。

(NLGI:National Lubricating Grease Institute)

表12.4 润滑脂的稠度

NLGI稠度号	ASTM(JIS)稠度(25℃,混合60次)	使用条件及用途
0	355 — 385	适用于集中供脂
1	310 — 340	适用于集中供脂及低温场合
2	265 — 295	适用于一般条件
3	220 — 250	适用于一般条件及高温场合
4	175 — 205	适用于特殊用途

(5) 不同种类润滑脂的混合

不同种类润滑脂的混合使用会使润滑脂的性能发生变化，因此，原则上不同牌号的润滑脂不可混合使用。

非混合使用不可的话，可选择相同稠化剂的润滑脂。但应注意的是，即使如此也会因添加剂的不同造成不良影响，因此，最好预先进行试验。

复合基脂		非金属皂基脂			
锂复合皂	钙复合皂	本 顿	尿素化合物	氟碳化合物	稠 化 剂
矿物油	矿物油	矿物油	矿物油, 合成油	合成油	基 油
> 250	200 ~ 280	—	> 240	> 250	滴 点(℃)
- 30 ~ + 150	- 10 ~ + 130	- 10 ~ + 150	- 30 ~ + 150	- 40 ~ + 250	温度范围(℃)
低速 ~ 高速	低速 ~ 中速	中速 ~ 高速	低速 ~ 高速	低速 ~ 中速	速 度 范 围
良 - 优	良	良	良 - 优	良	机 械 稳 定 性
良 - 优	良	良	良 - 优	良	抗 水 性
良	良	良 - 优	良 - 优	良	耐 压 性
机械稳定性, 耐热性好。适用于较高温场合	加有极压添加剂的润滑脂耐压性好。适用于轧钢机轴承	适用于高温及负荷较大的场合	抗水性, 氧化稳定性, 热稳定性好。适用于高速轴承及高温场合	耐药物性, 耐溶剂性好。可耐250℃的高温	备 注

12.2.2 润滑油

轴承的润滑油以氧化稳定性及防锈性好, 油膜强度高的高精制矿物油为主, 但随着轴承的多样化, 也常使用各类合成油, 并且为提高某些特定性能, 其中还加有各

类添加剂(抗氧化剂, 防锈剂, 消泡剂等)。各类润滑油的特性如表12.5所示。

矿物油系润滑油由JIS及MIL按用途做了分类。

表12.5 各类润滑油的特性

润滑油的种类	高精制矿物油	主要的合成油				
		二酯油	硅酮油	聚乙二酯油	聚乙烯酯油	氟碳油
使用温度范围(°C)	-40 ~ +220	-55 ~ +150	-70 ~ +350	-30 ~ +150	0 ~ +330	-20 ~ +300
润 滑 性	优	优	可	良	良	优
氧 化 稳 定 性	良	良	可	可	优	优
耐 放 射 能	不可	不可	不可-可	不可	优	-

〔润滑油的选择〕

选择润滑油时, 最重要的是要选择在轴承工作温度下具有适宜运动粘度的润滑油。

首先从表12.6查得各类轴承的适宜运动粘度, 然后从表12.7查得使用条件下的适宜运动粘度, 并可以此作为润滑油运动粘度的估值。

润滑油的粘度过低不能形成足够的油膜, 粘度过高则会因粘性阻力而发热。

一般来说, 负荷越大, 工作温度越高越使用高粘度的润滑油, 转速越高则越使用低粘度的润滑油。

润滑油的粘度与温度的关系如图12.3所示。

表12.6 各类轴承的适宜运动粘度

轴 承 型 式	工作温度下的适宜运动粘度
球轴承 圆柱滚子轴承	$\geq 13 \text{ mm}^2/\text{s}$
圆锥滚子轴承 调心滚子轴承	$\geq 20 \text{ mm}^2/\text{s}$
推力调心滚子轴承	$\geq 32 \text{ mm}^2/\text{s}$

〔备注〕 $1 \text{ mm}^2/\text{s} = 1 \text{ cSt}$ (厘斯)

表12.7 使用条件下的适宜运动粘度

工作温度	$d_m n$	适宜运动粘度(用ISO粘度指数或SAE No.表示)	
		轻负荷或一般负荷	重负荷或冲击负荷
-30 ~ 0°C	无范围	ISO VG 15, 22, 46 (冷冻机油)	—
0 ~ 60°C	≤ 300 000	ISO VG 46 (轴承油 汽轮机油)	ISO VG 68 (轴承油 汽轮机油) SAE 30
	300 000 ~ 600 000	ISO VG 32 (轴承油 汽轮机油)	ISO VG 68 (轴承油 汽轮机油)
	≥ 600 000	ISO VG 7, 10, 22 (轴承油)	—
60 ~ 100°C	≤ 300 000	ISO VG 68 (轴承油)	ISO VG 68, 100 (轴承油) SAE 30
	300 000 ~ 600 000	ISO VG 32, 46 (轴承油 汽轮机油)	ISO VG 68 (轴承油 汽轮机油)
	≥ 600 000	ISO VG 22, 32, 46 (轴承油 汽轮机油 机械油)	—
100 ~ 150°C	≤ 300 000	ISO VG 68, 100 (轴承油) SAE 30, 40	ISO VG 100 to 460 (轴承油 齿轮油)
	300 000 ~ 600 000	ISO VG 68 (轴承油 汽轮机油) SAE 30	ISO VG 68, 100 (轴承油) SAE 30, 40

- [备注] 1. $d_m n = (D + d) / 2 \times n \cdots$ { D : 轴承公称外径(mm), d : 轴承公称内径(mm), n : 转速(rpm)}
2. 请参照冷冻机油(JIS K 2211), 汽轮机油(JIS K 2213), 齿轮油(JIS K 2219), 机械油(JIS K 2238), 轴承油(JIS K 2239)
3. 工作温度低于-30°C或高于150°C时, 请与KOYO联系

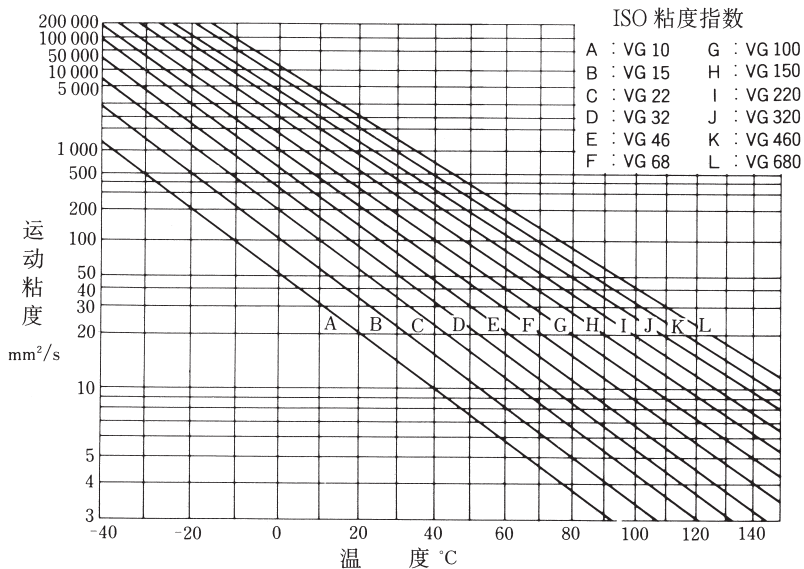


图12.3 润滑油的粘度与温度的关系 (粘度指数为100)

13. 轴承的材料

滚动轴承的材料包括套圈与滚动体使用的钢材以及保持架使用的钢板，钢材，铜合金及合成树脂等。

这些轴承材料主要要求具有以下特性。

- | | | |
|---------------------------|---|------------------|
| 1) 由于产生大的局部接触应力，要求弹性极限高 | } | 套圈
滚动体 |
| 2) 由于反复承受大的接触负荷，要求滚动疲劳强度高 | | |
| 3) 可获得高硬度 | | |
| 4) 耐磨性好 | } | 套圈
滚动体
保持架 |
| 5) 抗冲击负荷的韧性好 | | |
| 6) 尺寸稳定性好 | | |

13.1 套圈与滚动体材料

1) 高碳铬轴承钢

套圈(内圈，外圈)与滚动体(球，滚子)的材料一般使用JIS规定的高碳铬轴承钢，其化学成份如表13.1所示。

其中用得较多的是SUJ2，而对于加大了含Mn量的SUJ3，由于淬透性好，一般用于厚壁轴承。

SUJ5在SUJ3的基础上加入了Mo，进一步改进了淬透性。

小型及中型轴承大多使用SUJ2或SUJ3，而厚壁的大型及超大型轴承主要使用SUJ5。

一般先将这些材料初步加工到所要求的形状，然后进行淬火，回火处理，将硬度提高到57~64HRC后再使用。

2) 轴承用渗碳钢(表面渗碳钢)

轴承承受冲击负荷时，以表面硬心部软为宜。而且所使用的材料应该能达到表面具有合适的含碳量，致密的组织和一定的渗碳硬化层深度，心部具有适当的硬度和细微的组织。

为达到以上目的，轴承材料一般使用铬钢、镍铬钼钢等。

代表性钢种如表13.2所示。

这些材料与高碳铬轴承钢一样，为提高轴承的可靠性，均进行了真空脱气处理，减少了非金属杂质，降低了含氧量。

3) 其他

对于特殊用途，根据其使用条件，也使用以下材料。

(极高可靠性)

- 高清洁度钢……KOYO开发产品
- 真空电弧重溶钢
- 电渣重溶钢

(耐热性)

- 高温轴承用高速钢……参照表13.3

(耐腐蚀性)

- 不锈钢……参照表13.4

(耐热性，耐腐蚀性，耐药物性)

- 陶瓷

表13.1 高碳铬轴承钢的化学成份

标准	代号	化 学 成 份 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS G 4805	SUJ 2	0.95 — 1.10	0.15 — 0.35	≤ 0.50	≤ 0.025	≤ 0.025	1.30 — 1.60	—
	SUJ 3	0.95 — 1.10	0.40 — 0.70	0.90 — 1.15			0.90 — 1.20	—
	SUJ 5	0.95 — 1.10	0.40 — 0.70	0.90 — 1.15			0.90 — 1.20	0.10 — 0.25
SAE J 404	52100	0.98 — 1.10	0.15 — 0.35	0.25 — 0.45	≤ 0.025	≤ 0.025	1.30 — 1.60	≤ 0.10

〔备注〕用于高频淬火时，除上表材料外，还使用含碳量为0.55~0.65%的碳素钢

表13.2 轴承用渗碳钢的化学成份

标准	代号	化 学 成 份 (%)							
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
JIS G 4104	SCr 415	0.13 — 0.18	0.15 — 0.35	0.60 — 0.85	≤ 0.030	≤ 0.030	—	0.90 — 1.20	—
	SCr 420	0.18 — 0.23	0.15 — 0.35	0.60 — 0.85			—	0.90 — 1.20	—
JIS G 4105	SCM 420	0.18 — 0.23	0.15 — 0.35	0.60 — 0.85	≤ 0.030	≤ 0.030	—	0.90 — 1.20	0.15 — 0.30
JIS G 4103	SNCM 220	0.17 — 0.23	0.15 — 0.35	0.60 — 0.90	≤ 0.030	≤ 0.030	0.40 — 0.70	0.40 — 0.65	0.15 — 0.30
	SNCM 420	0.17 — 0.23	0.15 — 0.35	0.40 — 0.70			1.60 — 2.00	0.40 — 0.65	0.15 — 0.30
	SNCM 815	0.12 — 0.18	0.15 — 0.35	0.30 — 0.60			4.00 — 4.50	0.70 — 1.00	0.15 — 0.30
SAE J 404	5120	0.17 — 0.22	0.15 — 0.35	0.70 — 0.90	≤ 0.035	≤ 0.040	—	0.70 — 0.90	—
	8620	0.18 — 0.23	0.15 — 0.30	0.70 — 0.90	≤ 0.025	≤ 0.025	0.40 — 0.70	0.40 — 0.60	0.15 — 0.25
	4320	0.17 — 0.22	0.15 — 0.30	0.45 — 0.65	≤ 0.025	≤ 0.025	1.65 — 2.00	0.40 — 0.60	0.20 — 0.30

表13.3 高温轴承用高速钢的化学成份

标准	代号	化 学 成 份 (%)											
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Co	W
AISI	M 50	0.77 — 0.85	≤ 0.25	≤ 0.35	≤ 0.015	≤ 0.015	3.75 — 4.25	4.00 — 4.50	0.90 — 1.10	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.25	≤ 0.25

表13.4 不锈钢的化学成份

标准	代号	化 学 成 份 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS G 4303	SUS 440 C	0.95 — 1.20	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.040	≤ 0.030	16.00 — 18.00	≤ 0.75

13.2 保持架材料

保持架对滚动轴承的性能和可靠性有很大影响，其材料的选择也尤为重要。

选择保持架材料时，应考虑保持架型式、润滑条件、强度和耐磨性等。

保持架使用的代表性金属材料如表13.5和表13.6所示。

此外，还使用采用切制加工的酚醛树脂材料和采用成形加工的其他各种合成树脂材料。

成形保持架使用的主要合成树脂材料有聚缩醛，聚酰胺(尼龙6.6，尼龙4.6)，氟化乙烯树脂等，并用玻璃纤维或碳纤维做了强化处理。

表13.5 冲压保持架使用的钢板(A)及切制保持架使用的碳素钢(B)的化学成份

	标准	代号	化 学 成 份 (%)						
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
(A)	JIS G 3141	SPCC	≤0.12	—	≤0.50	≤0.040	≤0.045	—	—
	JIS G 3131	SPHC	≤0.15	—	≤0.60	≤0.050	≤0.050	—	—
	BAS 361	SPB 2	0.13—0.20	≤0.04	0.25—0.60	≤0.030	≤0.030	—	—
	JIS G 4305	SUS 304	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	8.00—10.50	18.00—20.00
(B)	JIS G 4051	S 25 C	0.22—0.28	0.15—0.35	0.30—0.60	≤0.030	≤0.035	—	—

表13.6 切制保持架使用的高强度黄铜铸件的化学成份

标准	代号	化 学 成 份 (%)								
		Cu	Zn	Mn	Fe	Al	Sn	Ni	杂 质	
									Pb	Si
JIS H 5102	HBsC1	≥55.0	残余	≤1.5	0.5—1.5	0.5—1.5	≤1.0	≤1.0	≤0.4	≤0.1

14. 轴与外壳的设计

设计轴与外壳时应注意以下事项。

- 1) 轴应短而粗
(为减小轴的变形或弯曲)
- 2) 外壳结构应具有足够的刚性
(为减小负荷引起的变形)

〔注〕轻合金外壳宜加钢衬套以提高刚性

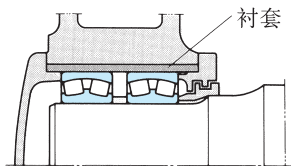


图14.1 轻合金外壳示例

- 3) 轴及外壳的配合面应达到所需的精度与粗糙度。

挡肩端面应垂直于轴或外壳孔配合面的中心线(参照表14.1)

- 4) 圆角半径 (r_a) 应小于轴承倒角尺寸
(参照表14.2、表14.3)

〔注〕一般做成简单的圆弧形(参照图14.2)。磨削轴可设退刀槽(参照图14.3)

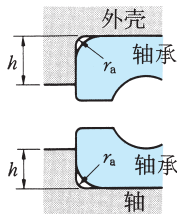


图14.2 圆角半径

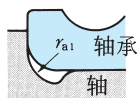


图14.3 圆角退刀槽

- 5) 为便于轴承的拆卸，挡肩(高度 h)直径应小于内圈外径，或大于外圈内径(图14.2、表14.2)
- 6) 圆角半径需大于轴承倒角尺寸，或挡肩高度需减小时，应在内圈与轴肩、或外圈与外壳孔肩之间加垫圈

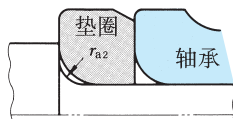


图14.4 加垫圈示例

- 7) 轴上的轴承固定用螺孔或锁紧螺母用螺纹应尽量与轴端垂直，螺纹旋向与轴的旋转方向相反为宜
- 8) 双半型轴承座的对合面应细心加工，并在其内侧设避让倒角

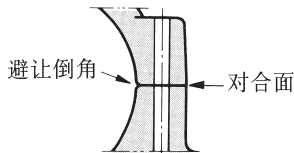


图14.5 对合面的避让倒角

14.1 轴与外壳的精度与表面粗糙度

对于一般使用条件，轴及外壳的配合面用车削或精镗加工即可，但在旋转跳动及噪声要求严格，或负荷条件恶劣时，需要采用磨削加工。

一般使用条件下的轴及外壳的推荐精度与表面粗糙度如表14.1所示。

表14.1 轴及外壳的推荐精度与表面粗糙度

项目	轴承的精度等级	Shaft	外壳孔
圆度公差	0级, 6级	IT3—IT4	IT4—IT5
	5级, 4级	IT2—IT3	IT2—IT3
圆柱度公差	0级, 6级	IT3—IT4	IT4—IT5
	5级, 4级	IT2—IT3	IT2—IT3
挡肩的端面跳动	0级, 6级	IT3	IT3—IT4
	5级, 4级	IT3	IT3
配合面的粗糙度Ra	小型轴承	0.8 a	1.6 a
	大型轴承	1.6 a	3.2 a

〔备注〕标准公差IT的数值请参照卷末附表

14.2 轴承安装的相关尺寸

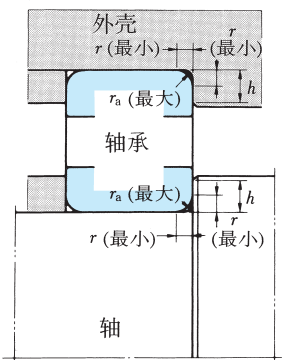
轴承安装的相关尺寸是指将轴承安装在轴上或外壳内时所需的(轴或外壳的)圆角半径和挡肩高度等尺寸。

标准的安装相关尺寸如表14.2所示(各类轴承安装的相关尺寸参照各轴承尺寸表)。

另外, 磨削轴的圆角退刀槽尺寸如表14.3所示。

表14.2 轴及外壳的圆角半径与向心轴承所需的挡肩高度

单位 mm



〔注〕

- 1) 轴向负荷大时, 挡肩高度必须大于表中数值
- 2) 适用于小轴向负荷的场合。
表中数值不适用于圆锥滚子轴承, 角接触球轴承和调心滚子轴承

〔备注〕圆角半径也适用于
推力轴承

内圈或 外圈的 倒角尺寸 r (最小)	轴 或 外 壳		
	圆角半径 r_a (最大)	挡肩高度 h (最小)	
		一般 ¹⁾ 场合	特殊 ²⁾ 场合
0.05	0.05	0.3	0.3
0.08	0.08	0.3	0.3
0.1	0.1	0.4	0.4
0.15	0.15	0.6	0.6
0.2	0.2	0.8	0.8
0.3	0.3	1.25	1
0.5	0.5	1.75	1.5
0.6	0.6	2.25	2
0.8	0.8	2.75	2.5
1	1	2.75	2.5
1.1	1	3.5	3.25
1.5	1.5	4.25	4
2	2	5	4.5
2.1	2	6	5.5
2.5	2	6	5.5
3	2.5	7	6.5
4	3	9	8
5	4	11	10
6	5	14	12
7.5	6	18	16
9.5	8	22	20
12	10	27	24
15	12	32	29
19	15	42	38

对于推力轴承，应注意滚道圈支承面的大小与垂直度。

对于推力球轴承，轴肩直径 d_a 应大于球组节圆直径，外壳孔肩直径 D_a 应小于球组节圆直径(图14.6)。

对于推力滚子轴承，滚子的接触范围应由挡肩全面支承为宜。

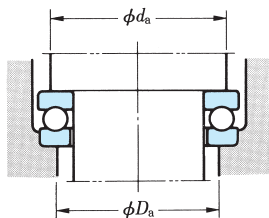


图14.6 推力球轴承的挡肩尺寸

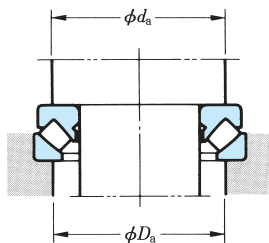
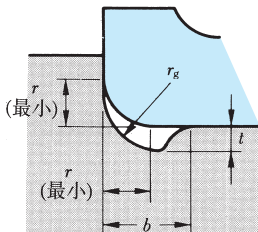


图14.7 推力调心滚子轴承的挡肩尺寸

表14.3 磨削轴的圆角退刀槽尺寸



单位 mm

内圈倒角尺寸 r (最小)	退刀槽尺寸		
	t	r_g	b
1	0.2	1.3	2
1.1	0.3	1.5	2.4
1.5	0.4	2	3.2
2	0.5	2.5	4
2.1	0.5	2.5	4
3	0.5	3	4.7
4	0.5	4	5.9
5	0.6	5	7.4
6	0.6	6	8.6
7.5	0.6	7	10

14.3 轴的设计示例(轴承的轴向定位)

将轴承安装在轴上时, 必须考虑轴向定位的方法。表14.4为圆柱孔轴承的轴向定位示例, 表14.5则为圆锥孔轴承的示例。

表14.4 圆柱孔轴承的轴向定位

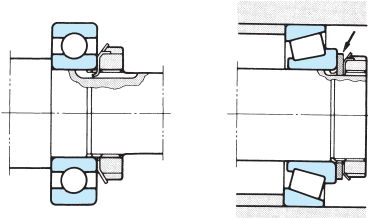
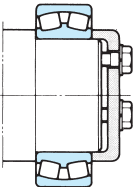
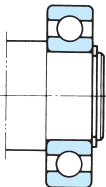
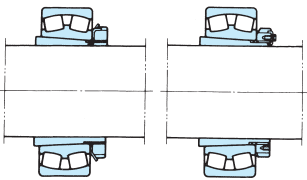
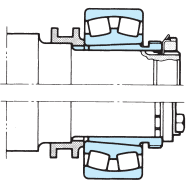
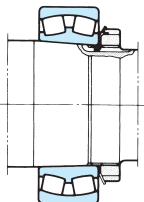
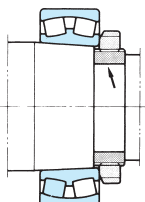
(a) 轴 用 螺 母	(b) 轴端挡盖	(c) 定位挡圈
		
<p>一般用止动垫防止螺母松动。对于圆锥滚子轴承或角接触球轴承, 当配合较松时, 如右图所示, 可在轴承与止动垫之间加进数厚的垫圈再锁紧</p>	<p>轴端开有螺孔</p>	<p>用于安装空间受限制以及需要简化轴的机械加工时</p>

表14.5 圆锥孔轴承的轴向定位

(d) 紧 固 件	(e) 退卸套	(f) 轴用螺母	(g) 双半环
			
<p>将紧定套安装在轴上, 锁紧螺母即可, 轴向定位最为简单。 用止动垫(轴径$\leq 180\text{mm}$)或止动块(轴径$\geq 200\text{mm}$)防止螺母松动</p>	<p>用轴用螺母(上图)或轴端挡盖(下图)将退卸套推入, 使轴承定位。 便于轴承的拆卸</p>	<p>与图(a)相同, 直接在轴上开有螺线, 锁紧螺母即可定位</p>	<p>圆锥轴上设有轴颈, 卡入外径带螺纹的双半环, 锁紧螺母即可定位。 一般用键防止螺母松动以及双半环的滑动</p>

14.4 密封装置

轴承的密封装置用于防止外部异物(杂质、水份、金属粉末等)的侵入和轴承内润滑剂的泄漏。密封装置不完善时, 会因外部异物的侵入或润滑剂的泄漏使轴承出现损伤, 如伤痕或烧伤等。

因此, 设计或选择密封装置时, 必须根据轴承的用途和使用条件, 与润滑方式一起做慎重的分析。

密封装置按其结构主要分为非接触式和接触式两大类, 均需满足以下条件。

- 不产生异常的摩擦(发热)
- 装配、分解等的维护保养简便
- 经济性好

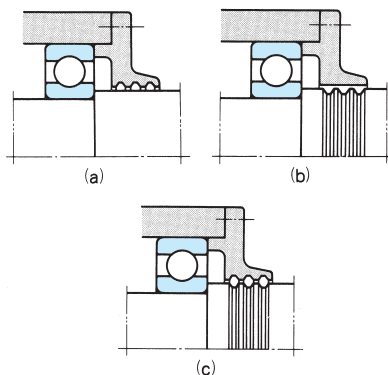
14.4.1 非接触式密封装置

非接触式密封装置不与轴接触, 不产生摩擦, 有油槽、甩油环和迷宫密封等类型。

这类装置都是利用细小间隙或靠离心力起到密封作用的, 特别适用于高速旋转及高温场合。

表 14.6(1) 非接触式密封装置

(1) 油 槽



■ 该密封装置在轴与外壳端盖的间隙处设置三条以上的油槽, 除脂润滑且低速旋转时可单独使用外, 一般多与其他密封装置并用

■ 油槽中填满稠度为150~200的钙基脂(杯脂)时, 具有防尘效果

■ 轴与外壳端盖的间隙虽越小越好, 但一般采用以下数值。

轴径 $\leq 50\text{mm}$ …… 0.25 ~ 0.4mm

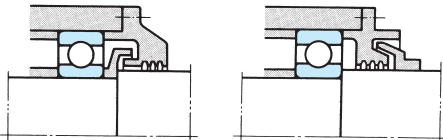
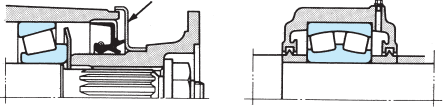
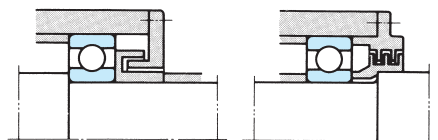
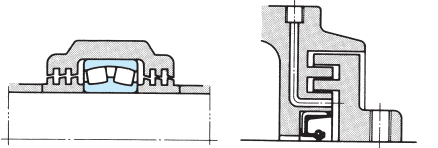
轴径 $> 50\text{mm}$ …… 0.5 ~ 1 mm

■ 油槽的推荐尺寸如下。

油槽宽度 …… 2 ~ 5mm

油槽深度 …… 4 ~ 5mm

表14.6 (2) 非接触式密封装置

(2) 甩油环	(3) 迷宫密封									
 <p>(d) 设在内侧的甩油环</p> <p>(e) 设在外侧的甩油环</p>  <p>(f) 端盖型甩油环</p> <p>(g) 截油环</p>	 <p>(h) 轴向迷宫密封</p> <p>(i) 径向迷宫密封</p>  <p>(j) 调心迷宫密封</p> <p>(k) 充填润滑脂式轴向迷宫密封</p>									
<ul style="list-style-type: none"> ■ 甩油环靠离心力将润滑剂或杂质甩起并引起空气流动, 产生泵的作用, 由此防止润滑剂的泄漏及外部异物的侵入, 大多与其他密封装置并用 ■ 甩油环设在端盖内侧时(图d), 产生由外向内的泵作用, 有利于防止润滑剂的泄漏, 设在外侧时(图e), 产生的泵作用相反, 有利于防止外部异物的侵入 ■ 端盖型甩油环(图f)靠离心力将杂质或尘埃甩开, 有利于防止外部异物的侵入 ■ 截油环(图g)也属甩油环的一种, 由于在轴与外壳的间隙处设有凸起部分, 靠离心力可防止润滑剂的泄漏 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 迷宫密封在轴与外壳之间设有凹凸形间隙(迷宫), 特别适用于高速旋转轴的密封 ■ 轴向迷宫密封(图h)易于装配, 使用广泛, 但密封性能不如径向迷宫密封(图i) ■ 调心迷宫密封(图j)适用于调心轴承 ■ (i)与(j)需采用双半型外壳或端盖 ■ 迷宫密封的推荐间隙值如下 ■ 若在迷宫密封的间隙中充填润滑脂(图k), 可进一步提高密封效果 <table border="1" data-bbox="616 1273 1050 1365"> <thead> <tr> <th>轴 径</th> <th>径向间隙</th> <th>轴向间隙</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 50mm</td> <td>0.25 ~ 0.4mm</td> <td>1 ~ 2mm</td> </tr> <tr> <td>> 50mm</td> <td>0.5 ~ 1 mm</td> <td>3 ~ 5mm</td> </tr> </tbody> </table>	轴 径	径向间隙	轴向间隙	≤ 50mm	0.25 ~ 0.4mm	1 ~ 2mm	> 50mm	0.5 ~ 1 mm	3 ~ 5mm
轴 径	径向间隙	轴向间隙								
≤ 50mm	0.25 ~ 0.4mm	1 ~ 2mm								
> 50mm	0.5 ~ 1 mm	3 ~ 5mm								

14.4.2 接触式密封装置

接触式密封装置是利用合成橡胶、合成树脂、毛毡等的端部与旋转轴等的摩擦接触起到密封作用的，合成橡胶制的油封用得最为普遍。

1) 油封

成品油封具有多种类型和尺寸，并已标准化。KOYO通过与美国CR Industries公司的技术合作，生产各种油封。

油封各部分的名称和功能如图14.8和表14.7所示。

其代表性类型如表14.8所示。

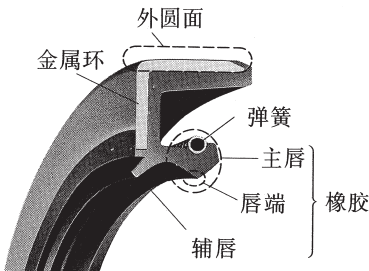


图14.8 油封各部分的名称 (参考)

表14.7 油封各部分的功能

名称	功能
唇端	通过与旋转轴的摩擦接触防止流体泄漏 〔唇端与轴之间涂以润滑剂，保持经常形成油膜的状态〕
主唇与弹簧	使唇端保持适当的接触压力(保持稳定的接触状态)。弹簧可提高并长期保持主唇的接触压力
外圆面	使油封固定于外壳内，并在配合面防止流体泄漏 〔有金属外圆面和橡胶外圆面的制品〕
金属环	使油封具有强度
辅唇	防止外部异物的侵入 〔使用时一般在主唇与辅唇之间充填润滑脂〕

表14.8 主要的油封类型(KOYO - CR)

有金属环			有辅助金属环		无金属环		
无弹簧	有弹簧		有弹簧		无弹簧	有弹簧	
HM (JIS GM) MH (JIS G)	HMS (JIS SM) MHS (JIS S) CRS	HMSH (JIS SA) CRSH	MZ	MS MST			
HMA MHA	HMSA (JIS DM) MHS A (JIS D) CRSA	HMSAH (JIS DA) CRSAH	-	-			

- 下栏的油封有辅唇
- 还有其他不同用途的特种油封，如泥水密封圈、耐压密封圈、外壳旋转用外圆面密封圈等

- 可将油封的一处切断，从轴端以外的地方进行安装

如图14.9所示, 无辅唇油封可根据使用目的的不同在安装时改变主唇的朝向。

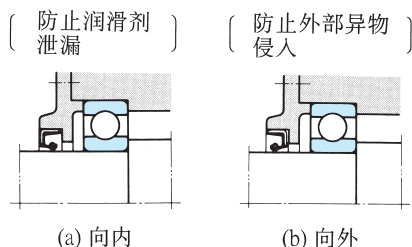


图14.9 密封圈主唇的朝向与使用目的

在外部异物较多或可能有水侵入时, 可如图14.10所示, 将两个油封组合使用或使用双唇油封并在两唇之间填满润滑脂。

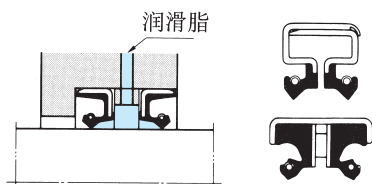


图14.10 外部环境不清洁时的使用方法

油封不仅对润滑剂起到密封作用, 通过选用合适的密封圈材料, 还可对酒精、酸或碱类化学药品等起到密封作用。

另如表14.9所示, 各种密封圈材料的允许线速度与使用温度范围有所不同, 可根据用途进行选择。

表14.9 油封的允许线速度与使用温度范围

密封圈材料	允许线速度(m/s)	使用温度范围(°C)
丁腈橡胶	15	-50 ~ +120
丙烯酸酯橡胶	25	-30 ~ +150
硅酮橡胶	32	-70 ~ +200
氟化橡胶	32	-40 ~ +200

在外部异物较多或可能有水侵入时, 可如图14.10所示, 将两个油封组合使用或使用双唇油封并在两唇之间填满润滑脂。

表14.10 轴的推荐条件

材 料	机械结构钢, 低合金钢, 不锈钢
表面硬度	用于低速: 30HRC 以上 用于高速: 50HRC 以上
表 面 粗 糙 度 (Ra)	0.3 ~ 0.4a 表面太粗糙时, 容易引起泄 漏或磨损。反之表面太光 洁时, 油膜难以形成, 可能 造成密封唇烧伤。另表面不得 留有螺旋状磨削纹

2) 毛毡密封圈及其他

毛毡密封圈的使用虽由来已久, 但由于仅限于以下用途, 因此以改用合成橡胶油封为宜。

- 采用脂润滑时的简单防尘
- 线速度在5m/s以下

其他的接触式密封装置还有机械密封、O形圈、填料密封等。

除表14.8所示的油封外, KOYO - CR还制造汽车用特种密封圈, 轧钢机用大型密封圈, 泥水密封圈, 耐压密封圈, 外壳旋转用外圆面密封圈和O形圈等, 种类丰富。

详情请与KOYO联系

15. 轴承的使用

15.1 使用注意事项

与一般的机械零件相比，滚动轴承的精度较高，因此使用时也相应地应小心谨慎。

1) 保持轴承及其周边的清洁

2) 使用时仔细认真

若使用时粗心大意给轴承以强烈冲击，会使轴承出现伤痕，压痕，断裂等损伤。

3) 使用合适的工具

4) 注意轴承的防锈

避免在潮湿的场所使用。而且为使汗水沾上，应戴手套。

5) 使用者应熟悉轴承

6) 制定轴承使用的作业规范

- 轴承的保管
- 轴承及其周边的清洗
- 安装部位的尺寸与加工质量的检验
- 安装作业
- 安装后的检查
- 拆卸作业
- 维护保养(定期检查)
- 润滑剂的补充

15.2 轴承的保管

轴承在出厂时均涂有适量的防锈油并用防锈纸包装，只要该包装不被破坏，轴承的质量将得到保证。

但长期存放时，拟在湿度低于65%、温度为20℃左右的条件下，存放在高于地面30cm的架子上为宜。

另外，保管场所应避免直射阳光或与寒冷的墙壁接触。

15.3 轴承的安装

15.3.1 安装前注意事项

1) 轴承的准备

由于轴承经过防锈处理并加以包装，因此不到临安装前不要打开包装。

另外，轴承上涂布的防锈油具有良好的润滑性能，对于一般用途的轴承或充填润滑脂的轴承，可不必清洗直接使用。但对于仪表用轴承或用于高速旋转的轴承，应用清洁的清洗油将防锈油洗去。这时轴承容易生锈，不可长时间放置。

2) 轴与外壳的检验

清洗轴与外壳，确认无伤痕或机械加工留下的毛刺。外壳内绝对不得有研磨剂(SiC、 Al_2O_3 等)，型砂，切屑等。

其次检验轴与外壳的尺寸，形状和加工质量是否与图纸符合。

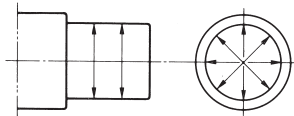


图15.1 轴径的测量位置

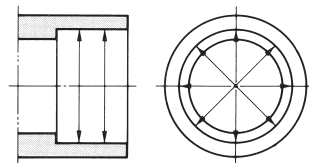


图15.2 外壳孔径的测量位置

如图15.1和图15.2所示，分几处测量轴径与外壳孔径。还要认真检验轴与外壳的圆角尺寸及挡肩的垂直度。

安装轴承前，在检验合格的轴与外壳的各配合面涂布机械油。

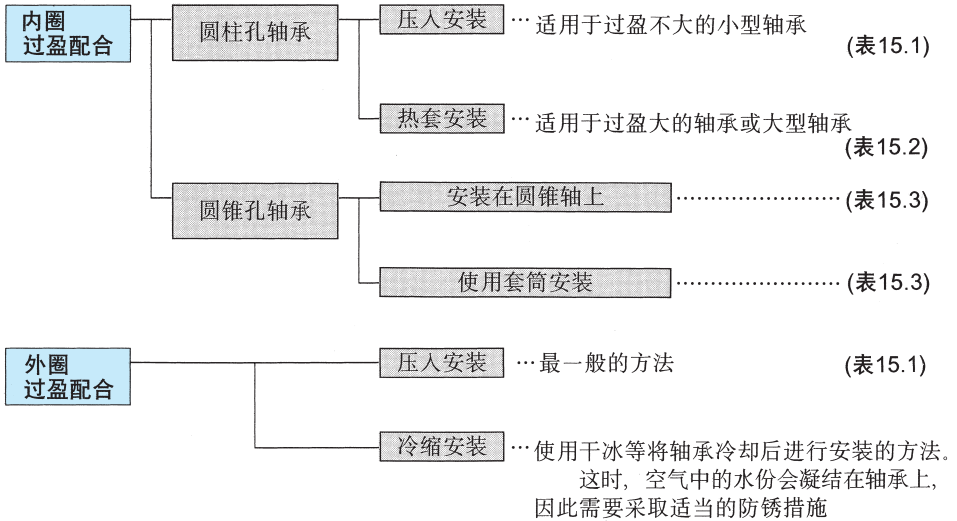
15.3.2 轴承的安装方法

轴承的安装方法因轴承型式及配合条件而有所不同。

由于一般为轴旋转，因此内圈与外圈可分别采用过盈配合与间隙配合，而外圈

旋转时，则外圈采用过盈配合。

采用过盈配合时的轴承安装方法主要可分为以下几种，详细如表15.1~表15.3所示。



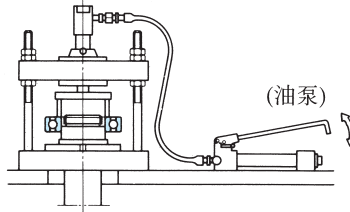
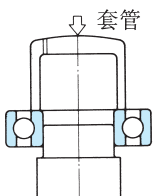
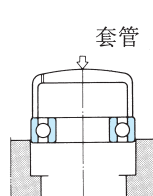
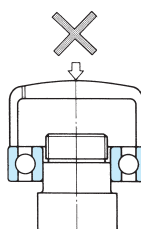
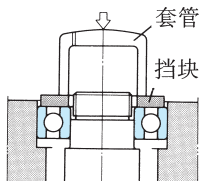
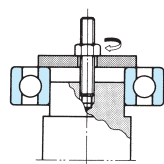
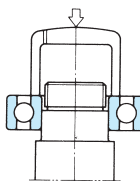
参 考 轴承压入或拔出时所需的力

将轴承内圈压入或拔出时所需的力因过盈及轴的加工质量而有所不同，可用下式估算。

$$(实心轴) \quad K_a = 9.8f_k \cdot \Delta d_{\text{eff}} \cdot B \left(1 - \frac{d^2}{D_i^2} \right) \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (15.1)$$

$$(中空轴) \quad K_a = 9.8f_k \cdot \Delta d_{\text{eff}} \cdot B \frac{\left(1 - \frac{d^2}{D_i^2} \right) \left(1 - \frac{d_0^2}{d^2} \right)}{\left(1 - \frac{d_0^2}{D_i^2} \right)} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (15.2)$$

表15.1 圆柱孔轴承的压入安装

压入方法	解 说
 <p>(a) 利用压力机(最一般的方法)</p>	<p>■ 不论采用哪种方法, 为使轴承受力均匀, 可借用套管慢慢地压入, 如下图所示。</p> <p>不得在压内圈时用套管顶住外圈, 或在压外圈时用套管顶住内圈</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(压内圈)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(压外圈)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(压内圈)</p> </div> </div> <p>■ 非分离型轴承的内圈与外圈均为过盈配合时, 压入时容易损伤滚动体, 因此可如右图所示, 利用套管和挡块慢慢地压入。这时不得用手锤敲打</p> <div style="text-align: center;">  <p>(同时压内圈与外圈时)</p> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(b) 利用螺栓与螺母 (轴端必须有螺孔)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(c) 利用手锤 (不得已的方法)</p> </div> </div>	

在式(15.1)和式(15.2)中,

K_a : 压入或拔出时所需的力, N

Δd_{eff} : 有效过盈, mm

f_k : 阻力系数

〔与轴与内圈的摩擦有关的系数〕
……参照右表

B : 内圈公称宽度, mm

d : 轴承公称内径, mm

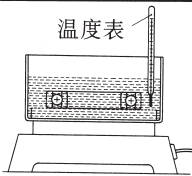
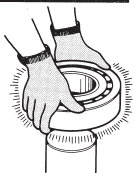
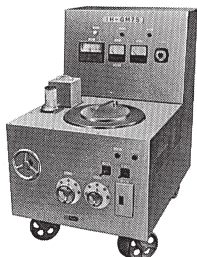
D_i : 内圈平均外径, mm

d_o : 中空轴内径, mm

阻力系数 f_k

条 件	f_k
· 将轴承压入圆柱轴	4
· 将轴承从圆柱轴拔出	6
· 将轴承压入圆锥轴或圆锥套筒	5.5
· 将轴承从圆锥轴或圆锥套筒拔出	4.5
· 将圆锥套筒压入轴与轴承之间	10
· 将圆锥套筒从轴与轴承之间拔出	11

表15.2 圆柱孔轴承的热套安装

热套方法	解 说
 <p>(a) 利用油浴加热</p>	<p>■ 将轴承在油中加热使其膨胀后再安装在轴上的热套方法可以使轴承避免承受不必要的外力，在短时间内完成安装作业</p>  <p>(注意事项)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 加热至120℃以上时，轴承的硬度会降低，一般加热温度不要超过100℃ ● 加热温度可根据轴承的大小及过盈参考图15.3确定 ● 不得使轴承接触油槽底部。为此，可使用金属网架或吊挂器具 ● 热套后的轴承在冷却时轴向也会收缩，为防止内圈与轴肩之间出现间隙，可用轴用螺母等将轴承锁紧
 <p>(b) 利用感应加热装置</p> <p>〔图片为圆柱滚子轴承内圈安装专用设备〕</p>	

〔备注〕

1. 粗实线表示常温下轴承(0级精度)与轴(r6, p6, n6, m5, k5, js5)的最大过盈量
2. 因此，确定的加热温度只要能“内径膨胀量”大于最大过盈量即可

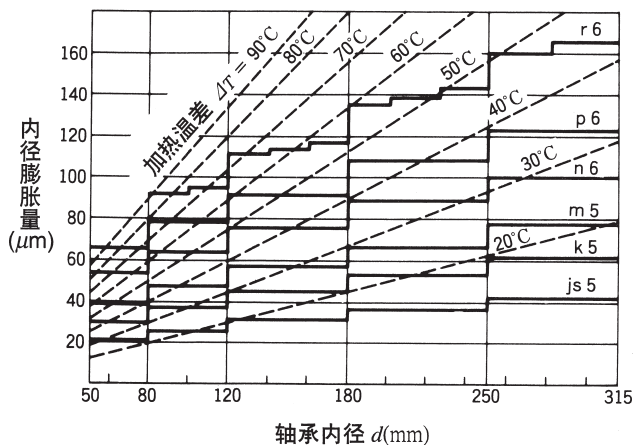


图15.3 加热温度与轴承内径膨胀量

例如，将内径90mm的0级精度的轴承安装在 m5 的轴上时，为使内径膨胀量大于此时的最大过盈量 48μm，由图可知，加热至(室温 + 40℃)即可。但实际上，考虑到安装时的温度下降，可将加热温度再提高20~30℃

表15.3 圆锥孔轴承的安装

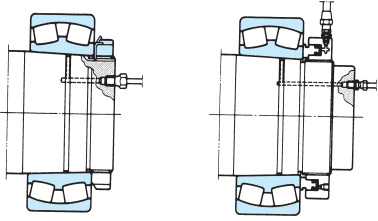
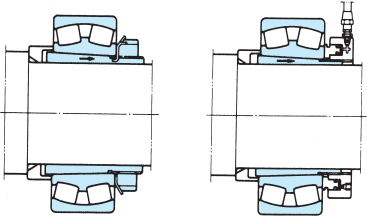
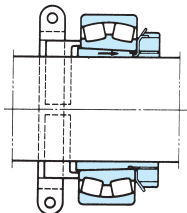
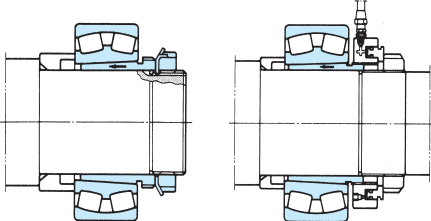
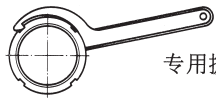
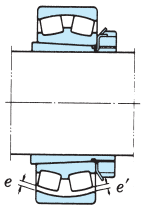
安 装 方 法	解 说
 <p>①利用螺母 ②利用油压螺母</p> <p>(a) 圆锥轴上的安装</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■将轴承直接安装在圆锥轴上时，如果能在轴上开设油孔和油槽，将高压油注入与轴承的配合面(注油式)，则可减小配合面上的摩擦和螺母的锁紧扭矩 ■利用紧固件或拆卸套安装时，如果没有轴肩但需要正确定位的话，可用夹钳确定轴承的位置
 <p>①利用螺母 ②利用油压螺母</p> <p>(b) 利用紧固件安装</p>	 <p>(利用夹钳确定轴承的位置)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■将轴承推入时多用螺母，用专用扳手锁紧即可。另外也有用油压螺母推入的方法
 <p>①利用螺母 ②利用油压螺母</p> <p>(c) 利用拆卸套安装</p>	 <p>专用扳手</p> <ul style="list-style-type: none"> ■调心滚子轴承的推入量以表15.4为标准，安装的同时要测量径向内部游隙减少量
 <p>(d) 内部游隙的测量</p>	<p>径向内部游隙减少量用隙尺测量。测量时，使滚子处于正确位置，将隙尺插进滚子与外圈之间即可，应使两列的游隙值基本相等($e \approx e'$)。</p> <p>测量值随测量位置而有所不同，因此，宜在几处测量后计算其平均值</p> <ul style="list-style-type: none"> ■对于调心球轴承，留出易于外圈调心的游隙即可

表15.4 圆锥孔调心滚子轴承的安装(轴向推入量)

轴承公称内径 d mm	径向内部游隙 减少量 μm	轴向推入量 mm				所需最小残余游隙 μm		
		锥度 1:12		锥度 1:30		标准游隙 (CN游隙)	C3游隙	C4游隙
超过 到	最小 最大	最小 最大	最小 最大	最小 最大	最小 最大			
24 30	15 20	0.27 0.35				10	20	35
30 40	20 25	0.32 0.4				15	25	40
40 50	25 35	0.4 0.5				20	30	45
50 65	30 40	0.45 0.6				25	35	55
65 80	35 50	0.55 0.75				35	40	70
80 100	40 55	0.65 0.85			— —	40	50	85
100 120	55 70	0.85 1.05	2.15 2.65			45	65	100
120 140	65 90	1.0 1.2	2.5 3.0			55	80	110
140 160	75 100	1.1 1.35	2.75 3.4			55	90	130
160 180	80 110	1.2 1.5	3.0 3.8			60	100	150
180 200	90 120	1.4 1.7	3.5 4.3			70	110	170
200 225	100 130	1.55 1.85	3.85 4.6			80	120	190
225 250	110 140	1.7 2.05	4.25 5.1			90	130	210
250 280	120 160	1.8 2.3	4.5 5.75			100	140	230
280 315	130 180	2.0 2.5	5.0 6.25			110	150	250
315 355	150 200	2.3 2.8	5.75 7.0			120	170	270
355 400	170 220	2.5 3.1	6.25 7.75			130	190	300
400 450	190 240	2.8 3.4	7.0 8.5			140	210	330
450 500	210 270	3.1 3.8	7.75 9.5			160	230	360
500 560	240 310	3.5 4.3	8.75 10.8			170	260	370
560 630	260 350	3.9 4.8	9.75 12.0			200	300	410
630 710	300 390	4.3 5.3	10.8 13.3			210	320	460
710 800	340 430	4.8 6.0	12.0 15.0			230	370	530
800 900	370 500	5.3 6.7	13.3 16.8			270	410	570
900 1000	410 550	5.9 7.4	14.8 18.5			300	450	640

[备注] 上表中的径向内部游隙减少量为标准(CN)游隙的轴承安装在实心轴上时的数值。
C3游隙的轴承可取上表中的最大值

15.4 试运转检查

为检查轴承安装得是否正确，安装结束后要进行试运转检查。

对于小型机械，可先用手盘动转动部位，检查轴承的旋转灵活性，如无以下异常现象，再进行动力运转检查。

- 卡住…原因：异物侵入，滚动部分有伤痕等
- 扭矩过大…原因：密封装置的摩擦，游隙过小，安装误差等
- 旋转扭矩不均衡…原因：安装不正确，安装误差等

对于无法用手盘动的大型机械，可先无负荷状态下起动，然后立即关掉动力，进行惯性运转。

此时，在确认无异常振动或噪声，旋转属正常后，再进入动力运转。

进入动力运转时，应从低速无负荷起
动，逐渐达到规定的运转条件。动力运转
检查主要是根据声音，温升和振动进行判

断，如出现表15.5和表15.6所示的异常现象
时，应立即查明原因。有时还必须将轴承
拆下进行检查。

表15.5 异常声音及其原因和对策

异常声音的种类		推测的原因	对 策
有 周期性	伤痕音(类似敲击铆钉的声音) 锈蚀音(类似敲击铆钉的声音) 压痕音(类似沉闷的警灯音)	滚道面的伤痕 滚道面的锈蚀 滚道面的压痕	改进安装方法、清洗方法、 防锈方法、更换轴承
	剥离音(类似手锤敲击的声音)	滚道面的剥离	更换轴承
无 周期性	杂质音(嘎嗒嘎嗒的声音)	异物的侵入	改进清洗方法与密封装置、 使用清洁的润滑剂、更换轴承
	配合音 (骨碌骨碌的声音或 类似手锤敲击的声音)	配合不良、 轴承游隙过大	分析配合、轴承游隙和预紧力， 提高安装精度
	伤痕音，锈蚀音，剥离音	滚动体的伤痕、 锈蚀、剥离	更换轴承
	碾轧音 (在冬季或低温时， 脂润滑的圆柱滚子 轴承易发生)	原因属润滑不良时要对润滑剂进行分析， 但一般对轴承影响不大，可以继续使用	
其他	异常大的金属音	异常负荷、安装不良 润滑剂不合适 或不足	分析配合及游隙，调整预紧力， 改进轴及外壳的加工质量与安装 精度，改进密封装置，补充润滑 剂，选用合适的润滑剂

表15.6 异常温升的原因和对策

推测的原因	对 策
润滑剂过多	选用适量的、稠度高的 润滑剂
润滑剂不足	补充润滑剂
润滑剂 不合适	选用合适的润滑剂
异常负荷	分析配合及内部游隙、 调整预紧力
安装不良 (摩擦过大)	改进轴及外壳的加工质量与 安装精度，分析配合，改进 密封装置

轴承的声音检查一般可使用听音棒，
但利用测量声音振动进行检查的KOYO轴
承监视仪则更为方便。

轴承的温度检查一般可根据外壳温度
进行推测，但利用油孔等直接测量轴承外
圈的温度则最为正确。

轴承的温度从运转开始逐渐上升，如
无异常，1~2小时后达到稳定状态。

当出现急剧温升或异常高温时，可认
为是出现了某种故障。

15.5 轴承的拆卸

轴承拆卸时，需要考虑拆下后的利用方法。拆下的轴承作报废处理时，可尽量采用简便的方法。

需重新使用或需查明故障原因时，应与安装时同样小心，注意不要损伤轴承及其零部件。

尤其是过盈配合的轴承，拆卸时容易受损伤，因此在设计时就应考虑到如何拆卸。有时可以设计制作专用的拆卸工具。

另外，拆卸之前如在现物上标明轴承的方向和位置，将有利于查明故障原因。

拆卸方法

过盈配合的轴承需重新使用或需查明故障原因时的拆卸方法如表15.7~表15.9所示。

另轴承内圈拔出时所需的力可由 A 134页的计算式求得。

表15.7 圆柱孔轴承的拆卸

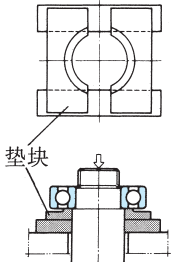
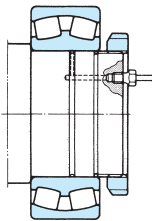
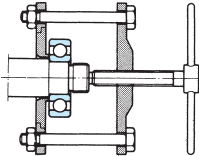
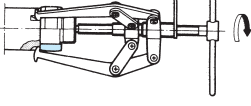
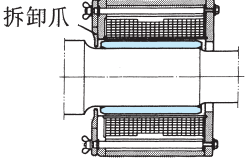
内圈的拆卸方法	解 说
 <p>(a) 利用压力机</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 拆卸非分离型轴承时，应尽量避免使滚动体承受外力 ● 如图(a)所示，利用压力机拆卸最为简便。这时为使内圈受力可使用垫块等
 <p>(b) 利用油压</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型轴承多采用图(b)所示的方法，在配合面上加上油压进行拆卸
 <p>(c) 利用拆卸器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 图(c)与图(d)的方法需利用专用的拆卸器，拆卸时要使拆卸爪牢固地钩住内圈侧面
 <p>(d) 利用拆卸器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 图(e)为利用感应加热装置的方法。该方法能在短时间内使内圈加热，膨胀，适用于NU型，NJ型圆柱滚子轴承内圈的安装与拆卸
 <p>(e) 利用感应加热装置</p>	

表15.8 圆锥孔轴承的拆卸

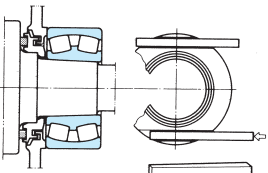
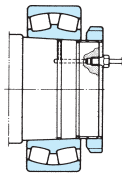
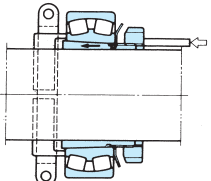
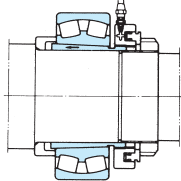
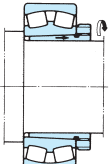
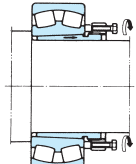
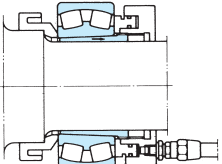
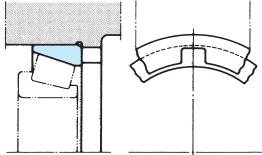
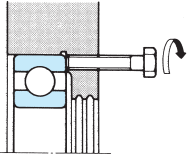
内圈的拆卸方法	解 说
 <p>(a) 利用楔</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●图(a)是在迷宫密封的背面切口内打入楔子,图(b)是将高压油注入配合面进行拆卸的方法,两种方法均有可能使轴承突然退出,因此可设置挡件(如轴用螺母等)
 <p>(b) 利用油压</p>	
 <p>(c) 利用夹钳</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●拆卸带紧固件的轴承时,可如图(c)所示,用夹钳使轴承固定后松开螺母敲出紧定套(多用于小型轴承),或采用图(d)所示的利用油压螺母的方法
 <p>(d) 利用油压螺母</p>	
 <p>(e) 利用螺母</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●对于带退卸套的小型轴承,如图(e)所示,锁紧螺母即可使轴承退出。大型轴承则如图(f)所示,在螺母上开几个螺孔,拧进螺栓即可使轴承退出
 <p>(f) 利用螺栓</p>	
 <p>(g) 利用油压螺母</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●另还有图(g)所示的利用油压螺母的方法

表15.9 外圈的拆卸

外圈的拆卸方法	解 说
 <p>(a) 利用拆卸切口</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●为拆卸过盈配合的外圈,可在外壳孔肩上开切口或螺孔
 <p>(b) 利用拆卸螺孔和螺栓</p>	

15.6 轴承的维护保养

为使轴承充分发挥并长期保持其应有的性能，必须切实地做好定期维护保养(定期检查)。

通过适当的定期检查，做到早期发现故障，防止事故于未然，对提高生产率和经济性十分重要。

15.6.1 清洗

将轴承拆下检查时，先用摄影等方法做好外观记录。

另外，要确认剩余润滑剂的量并对润滑剂采样，然后再清洗轴承。

- 轴承的清洗分粗洗和精洗进行，并可在使用的容器底部放上金属网架
- 粗洗时，在油中用刷子等清除润滑脂或粘着物。此时若在油中转动轴承，注意会因异物等损伤滚动面
- 精洗时，在油中慢慢转动轴承，仔细地进行

通常使用的清洗剂为中性不含水柴油或煤油，根据需要有时也使用温性碱液等。不论使用哪种清洗剂，都要经常过滤保持清洁。

清洗后，立即在轴承上涂布防锈油或防锈脂。

15.6.2 检查与判断

为了判断拆下的轴承能否重新使用，要着重检查其尺寸精度，旋转精度，内部游隙以及配合面，滚道面，滚动面，保持架和密封圈等。

关于检查结果，可用用惯轴承或精通轴承者进行判断。

判断的标准根据机械性能和重要度以及检查周期等而有所不同。如有以下损伤，轴承不得重新使用，必须更换。

- 轴承零部件的断裂和缺陷
- 滚道面和滚动面的剥离
- 其他如“16.轴承损伤示例”所示损伤(严重时)

15.7 轴承的故障识别方法

不通过拆卸检查，即可识别或预测运转中的轴承有无故障，对提高生产率和经济性是十分重要的。

主要的识别方法如下。

1) 通过声音进行识别

通过声音进行识别需要有丰富的经验。必须经过充分的训练达到能够识别轴承声音与非轴承声音。

为此，应尽量由专人来进行这项工作。用听音器或听音棒贴在外壳上可清楚地听到轴承的声音。

2) 通过工作温度进行识别

该方法属比较识别法，仅限于用在运转状态不太变化的场合。为此，必须进行温度的连续记录。

出现故障时，温度不仅会升高，还会出现不规则变化。

该方法与声音识别方法并用为宜。

3) 通过润滑剂的状态进行识别

对润滑剂采样分析，通过其污浊程度，是否混入异物或金属粉末等进行判断。

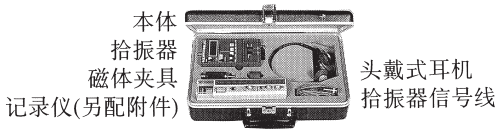
该方法对不能靠近观察的轴承或大型轴承尤为有效。

4) 利用KOYO轴承监视仪进行识别

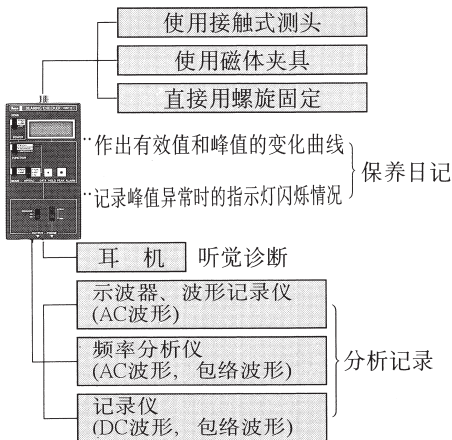
利用KOYO轴承监视仪可以简便、科学地预测轴承故障并对轴承工况进行监视。

该轴承监视仪通过定期地测量振动，可以早期发现故障。其特点如下：

- 小型，轻便，带数据保存和液晶数字显示功能
- 有加速度，速度和变位三种振动测量功能，不仅可用于轴承的故障识别，还可用于测量轴的变位或一般的机械振动
- 标准装置配备手提收藏箱



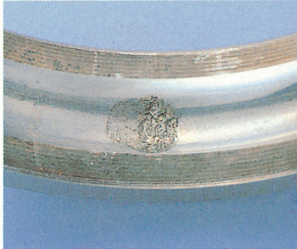



〔装置概要〕



(有关KOYO轴承监视仪的详细规格，
请与KOYO联系)

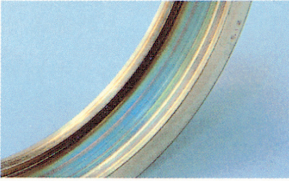
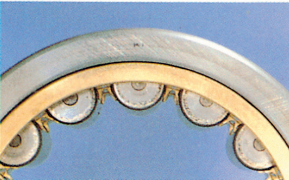

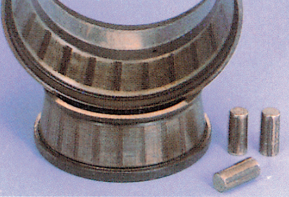

16. 轴承损伤示例

表 16.1(1) 轴承的损伤及其原因和对策

类 型	损 伤 示 例	
<p>① 剥离 (Flaking)</p>	 <p>(A-6961)</p>	 <p>(A-6476)</p> <p>剥离是指因材料的滚动疲劳在滚道面及滚动面表层部分出现的鱼鳞状损伤。产生这种现象时，可认为轴承已达到寿命。但在早期出现时，则有可能是由于有了某种故障，必须查明原因并采取对策</p> <p>〔参考〕点蚀(Pitting) 因材料的滚动疲劳引起的损伤还有点蚀，是指在滚道面出现的深度为0.1mm左右的微孔</p>
<p>② 断裂, 缺陷 (Cracking) (Chipping)</p>	 <p>(A-6395)</p>	
<p>③ 压痕, 撞伤 (Brinelling) (Nicks)</p>	 <p>(A-6617)</p> <p>(压痕)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 压痕是指轴承在静止或低转速下承受大负荷时，因塑性变形在滚道面及滚动体的接触部分出现的凹痕，或者是指因异物的侵入在滚道面出现的小凹痕 · 撞伤是指用手锤等敲击轴承时在敲击部位留下的凹坑


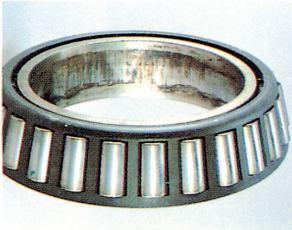
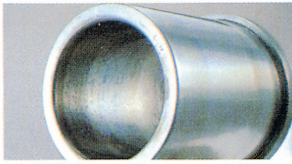

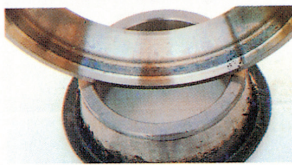
损伤现象	原因	对策
出现早期剥离	<ul style="list-style-type: none"> · 轴承内部游隙过小 · 润滑剂不合适或不足 · 负荷过大 · 锈蚀 	<ul style="list-style-type: none"> · 选择合适的轴承内部游隙 · 重新选择润滑方式和润滑剂
向心轴承滚道的一侧出现剥离	<ul style="list-style-type: none"> · 有异常轴向负荷 	<ul style="list-style-type: none"> · 自由端轴承的外圈与外壳之间选择间隙配合
滚道圆周方向的对称位置出现剥离	<ul style="list-style-type: none"> · 外壳的圆度差 	<ul style="list-style-type: none"> · 提高外壳孔的加工质量 〔 特别是对于双半型外壳, 应注意保证精度 〕
向心轴承中, 斜对于滚道面出现剥离	<ul style="list-style-type: none"> · 安装不良 · 轴的挠曲 · 轴或外壳的精度差 	<ul style="list-style-type: none"> · 正确定心 · 加大轴承内部游隙 · 修正轴或外壳挡肩端面的垂直度
滚子轴承中, 滚道面及滚动体端面附近出现剥离		
滚道面出现与滚动体间隔相等间距的剥离	<ul style="list-style-type: none"> · 安装时有强烈冲击 · 圆柱滚子轴承或圆锥滚子轴承安装时的损伤 · 停止运转期间的锈蚀 	<ul style="list-style-type: none"> · 改进安装作业方法 · 长期停止运转时进行防锈处理
外圈或内圈断裂	<ul style="list-style-type: none"> · 过盈过大 · 轴或外壳的圆角过大 · 冲击负荷过大 · 剥离或烧伤的发展 	<ul style="list-style-type: none"> · 选择合适的配合 · 使轴或外壳的圆角半径小于轴承倒角尺寸 · 重新设定负荷条件
滚动体断裂	<ul style="list-style-type: none"> · 冲击负荷过大 · 剥离的发展 	<ul style="list-style-type: none"> · 改进安装作业方法和使用方法 · 重新设定负荷条件
挡边出现缺陷	<ul style="list-style-type: none"> · 安装时敲击挡边 · 轴向冲击负荷过大 	<ul style="list-style-type: none"> · 改进安装作业方法 · 重新设定负荷条件
滚道面与滚动面出现压痕	<ul style="list-style-type: none"> · 有异物侵入 	<ul style="list-style-type: none"> · 清洗轴承周边 · 改进密封装置
滚道面出现与滚动体间隔相等间距的压痕(布氏压痕)	<ul style="list-style-type: none"> · 安装时有冲击 · 静止时负荷过大 	<ul style="list-style-type: none"> · 改进安装作业方法 · 改进机械的使用方法
滚道面与滚动面出现撞伤	<ul style="list-style-type: none"> · 使用不当 	<ul style="list-style-type: none"> · 改进安装作业方法和使用方法

表16.1(2) 轴承的损伤及其原因和对策

类 型	损 伤 示 例	
④ 毛面, 变色 (Pear Skin) (Discoloration)	 <p style="text-align: center;">(A-6720) (变色)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 毛面是指在有较多异物侵入时出现大面积微小压痕的现象。其特点是滚动面变得发暗, 毛糙, 有时还因发热而变色 · 变色是指因润滑油烤焦或旋转发热使轴承表面带上颜色的现象。一般不包括生锈或腐蚀引起的变色
⑤ 划伤, 卡伤 (Scratch) (Scuffing)	 <p style="text-align: center;">(A-6459) (卡伤)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 划伤是指因滑动接触引起的沿滑动方向的, 较浅的且伤痕内无局部溶敷(从表面看)的表面伤痕 · 卡伤是指因受到大的接触压力及相当的高温影响, 出现的表面有局部溶敷的伤痕。一般可认为卡伤即为严重的划伤
⑥ 擦伤 (Smearing)	 <p style="text-align: center;">(A-6640)</p>	<p>擦伤是指在滚动面上出现集中微小烧伤的现象。</p> <p>擦伤会因摩擦产生的高温使表面达到局部溶解, 因此表面一般相当毛糙</p>
⑦ 锈蚀, 腐蚀 (Rust) (Corrosion)	 <p style="text-align: center;">(A-7130)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 锈蚀是指因化学作用在表面出现的氧化物, 氢氧化物或碳酸盐薄膜 · 腐蚀是指因酸碱溶液在表面产生化学反应(化合或电化学反应)出现的氧化及溶解的现象 <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">[润滑剂中的添加剂所含的硫黄或氯化物在高温分解时容易造成腐蚀]</p>
⑧ 电蚀 (Electric Pitting)	 <p style="text-align: center;">(A-6652)</p>	<p>电蚀是指当旋转中的轴承内部有电流流过时, 通过滚动接触面的极薄油膜产生电火花, 使表面局部溶解, 出现类似点蚀的损伤。用放大镜观察电蚀部位, 可以看到如同火山口形状的凹坑, 从而可知产生电火花时发生了溶解。</p> <p>电蚀会使滚动面变成洗衣板状</p>

损伤现象	原因	对策
滚道面及滚动面出现毛面压痕	· 有较多微小异物侵入	· 清洗轴承周边 · 改进密封装置
滚道面，滚动面，挡边面或保持架引导面出现变色	· 轴承内部游隙过小 · 润滑剂不合适或不足 · 润滑剂老化或变质	· 选择合适的轴承内部游隙 · 重新选择润滑方式和润滑剂
滚道面及滚动面出现划伤	· 初期润滑不足 · 使用不当	· 安装时在滚道面及滚动面涂布润滑剂 · 改进安装作业方法
挡边面与滚子端面出现卡伤	· 润滑剂不合适或不足 · 安装不良 · 轴向负荷过大	· 重新选择润滑方式和润滑剂 · 改变轴承的安装位置
滚道面及滚动面出现擦伤	· 润滑剂不合适或不足 · 滚动体滑动 <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px; margin-left: 20px;"> 滚动体自转不正常，与滚道面之间产生滑动时，会破坏润滑油膜 </div>	· 重新选择润滑方式和润滑剂 · 设定合适的预紧力
轴承表面的一部分或全部出现锈蚀	· 保管不当 · 空气中水份的凝结	· 改善轴承的保管 · 改进密封装置 · 长期停止运转时进行防锈处理
滚道面出现与滚动体间隔相等间距的锈蚀	· 有水或腐蚀性物质侵入	· 改进密封装置
滚道面及滚动面出现点蚀或洗衣板状损伤 <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px; margin-left: 20px;"> 用指甲划过时有洗衣板状感觉或点蚀达到肉眼可辨程度，则轴承不能继续使用 </div>	· 电流流过时产生电火花	· 设置旁路使电流不流过轴承 · 轴承实行绝缘

表16.1(3) 轴承的损伤及其原因和对策

类 型	损 伤 示 例	
⑨ 磨损 (Wear)		<p>磨损大多出现在滚子端面与挡边面、保持架兜面以及保持架与套圈引导面等滑动摩擦面上，与材料疲劳无直接关系。</p> <p>但因异物侵入或腐蚀引起的磨损不仅限于滑动面，在滚动面也会出现</p> <p>(A-4719)</p>
⑩ 磨蚀 (Fretting Corrosion)		<p>磨蚀是指轴承在静止时受到振动或微小振动出现磨损的现象，其特点是出现铁锈色磨粉。滚道面出现磨蚀时，其损伤现象类似布氏压痕，因此也称做“模拟布氏压痕”</p> <p>(A-6649)</p>
⑪ 蠕变 (Creeping)		<p>蠕变是指运转时出现的套圈相对于轴或外壳轴向移动的现象</p> <p>(A-6647)</p>
⑫ 保持架破损 (Damage to Retainer)		<p>由于保持架硬度低，在受到外力作用或与其他零部件接触时易出现伤痕或变形，有时甚至发展到出现缺陷或断裂。</p> <p>出现严重伤痕时还会带有变形，使保持架精度降低，给滚动体运转造成不良影响</p> <p>(A-6455)</p>
⑬ 烧伤 (Seizure)		<p>是指因某种原因使轴承出现异常发热的现象</p> <p>(A-6679)</p>

损伤现象	原因	对策
摩擦面出现磨损 (滚子端面, 挡边面, 保持架兜面等)	<ul style="list-style-type: none"> · 润滑剂不合适或不足 	<ul style="list-style-type: none"> · 重新选择润滑方式和润滑剂 · 改进密封装置 · 清洗轴承周边
滚道面及滚动面出现磨损	<ul style="list-style-type: none"> · 有异物侵入 · 润滑剂不合适或不足 	
配合面出现铁锈色磨粉 (磨蚀)	<ul style="list-style-type: none"> · 过盈不足 	<ul style="list-style-type: none"> · 加大过盈 · 配合面涂布润滑剂
滚道面出现与滚动体间隔 相等间距的压痕状磨蚀 (模拟布氏压痕)	<ul style="list-style-type: none"> · 轴承静止时有振动或摆动 	<ul style="list-style-type: none"> · 改进轴及外壳的固定方法 · 对轴承施加预紧
配合面出现因滑动引起的 磨损、变色、卡伤	<ul style="list-style-type: none"> · 过盈不足 · 套筒紧固不足 	<ul style="list-style-type: none"> · 加大过盈 · 适当地紧固套筒
保持架出现伤痕、变形、 缺陷、断裂和异常磨损等 铆钉出现松动、折断	<ul style="list-style-type: none"> · 振动、冲击、力矩过大 · 润滑剂不合适或不足 · 安装不良(呈倾斜状态) · 安装时的撞伤 	<ul style="list-style-type: none"> · 重新设定负荷条件 · 重新选择润滑方式和润滑剂 · 减小安装误差 · 改变保持架型式 · 改进安装作业方法
出现因轴承发热引起的变色、 变形和溶敷	<ul style="list-style-type: none"> · 轴承内部游隙过小 · 润滑剂不合适或不足 · 负荷过大 · 其他轴承损伤的发展 	<ul style="list-style-type: none"> · 选择合适的轴承内部游隙 · 重新选择润滑方式和润滑剂 · 重新选择轴承型式 · 早期发现轴承损伤

附表1 轴的尺寸公差

轴径基本尺寸 (mm)		轴 公 差 带															
超过	到	d 6	e 6	f 6	g 5	g 6	h 5	h 6	h 7	h 8	h 9	h 10	js 5	js 6	js 7	j 5	j 6
3	6	-30 -38	-20 -28	-10 -18	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48	± 2.5	± 4	± 6	+3 -2	+6 -2
6	10	-40 -49	-25 -34	-13 -22	-5 -11	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -58	± 3	± 4.5	± 7	+4 -2	+7 -2
10	18	-50 -61	-32 -43	-16 -27	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -70	± 4	± 5.5	± 9	+5 -3	+8 -3
18	30	-65 -78	-40 -53	-20 -33	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	0 -84	± 4.5	± 6.5	± 10	+5 -4	+9 -4
30	50	-80 -96	-50 -66	-25 -41	-9 -20	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	0 -100	± 5.5	± 8	± 12	+6 -5	+11 -5
50	80	-100 -119	-60 -79	-30 -49	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	0 -120	± 6.5	± 9.5	± 15	+6 -7	+12 -7
80	120	-120 -142	-72 -94	-36 -58	-12 -27	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	0 -140	± 7.5	± 11	± 17	+6 -9	+13 -9
120	180	-145 -170	-85 -110	-43 -68	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -160	± 9	± 12.5	± 20	+7 -11	+14 -11
180	250	-170 -199	-100 -129	-50 -79	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	0 -185	± 10	± 14.5	± 23	+7 -13	+16 -13
250	315	-190 -222	-110 -142	-56 -88	-17 -40	-17 -49	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	0 -210	± 11.5	± 16	± 26	+7 -16	± 16
315	400	-210 -246	-125 -161	-62 -98	-18 -43	-18 -54	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	0 -230	± 12.5	± 18	± 28	+7 -18	± 18
400	500	-230 -270	-135 -175	-68 -108	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	0 -250	± 13.5	± 20	± 31	+7 -20	± 20
500	630	-260 -304	-145 -189	-76 -120	-	-22 -66	-	0 -44	0 -70	0 -110	0 -175	0 -280	-	± 22	± 35	-	-
630	800	-290 -340	-160 -210	-80 -130	-	-24 -74	-	0 -50	0 -80	0 -125	0 -200	0 -320	-	± 25	± 40	-	-
800	1000	-320 -376	-170 -226	-86 -142	-	-26 -82	-	0 -56	0 -90	0 -140	0 -230	0 -360	-	± 28	± 45	-	-

※ Δ_{dmp} ：单一平面内平均内径的偏差

单位 μm (参考)

												轴径基本尺寸 (mm)		轴承(0级 精度)的 Δdmp ※
	k 5	k 6	k 7	m 5	m 6	m 7	n 5	n 6	p 6	r 6	r 7	超过	到	
	+ 6 + 1	+ 9 + 1	+13 + 1	+ 9 + 4	+12 + 4	+ 16 + 4	+13 + 8	+ 16 + 8	+ 20 + 12	+ 23 + 15	+ 27 + 15	3	6	0 - 8
	+ 7 + 1	+10 + 1	+16 + 1	+12 +6	+15 + 6	+ 21 + 6	+16 +10	+ 19 + 10	+ 24 + 15	+ 28 + 19	+ 34 + 19	6	10	0 - 8
	+ 9 + 1	+12 + 1	+19 + 1	+15 + 7	+18 + 7	+ 25 + 7	+20 +12	+ 23 + 12	+ 29 + 18	+ 34 + 23	+ 41 + 23	10	18	0 - 8
	+11 + 2	+15 + 2	+23 + 2	+17 + 8	+21 + 8	+ 29 + 8	+24 +15	+ 28 + 15	+ 35 + 22	+ 41 + 28	+ 49 + 28	18	30	0 - 10
	+13 + 2	+18 + 2	+27 + 2	+20 + 9	+25 + 9	+ 34 + 9	+28 +17	+ 33 + 17	+ 42 + 26	+ 50 + 34	+ 59 + 34	30	50	0 - 12
	+15 + 2	+21 + 2	+32 + 2	+24 +11	+30 +11	+ 41 + 11	+33 +20	+ 39 + 20	+ 51 + 32	+ 60 + 41	+ 71 + 41	50	65	0 - 15
	+18 + 3	+25 + 3	+38 + 3	+28 +13	+35 +13	+ 48 + 13	+38 +23	+ 45 + 23	+ 59 + 37	+ 73 + 51	+ 86 + 51	80	100	0 - 20
										+ 76 + 54	+ 89 + 54	100	120	
										+ 88 + 63	+103 + 63	120	140	
	+21 + 3	+28 + 3	+43 + 3	+33 +15	+40 +15	+ 55 + 15	+45 +27	+ 52 + 27	+ 68 + 43	+ 90 + 65	+105 + 65	140	160	0 - 25
										+ 93 + 68	+108 + 68	160	180	
	+24 + 4	+33 + 4	+50 + 4	+37 +17	+46 +17	+ 63 + 17	+51 +31	+ 60 + 31	+ 79 + 50	+106 + 77	+123 + 77	180	200	
										+109 + 80	+126 + 80	200	225	0 - 30
										+113 + 84	+130 + 84	225	250	
	+27 + 4	+36 + 4	+56 + 4	+43 +20	+52 +20	+ 72 + 20	+57 +34	+ 66 + 34	+ 88 + 56	+126 + 94	+146 + 94	250	280	0 - 35
										+130 + 98	+150 + 98	280	315	
	+29 + 4	+40 + 4	+61 + 4	+46 +21	+57 +21	+ 78 + 21	+62 +37	+ 73 + 37	+ 98 + 62	+144 +108	+165 +108	315	355	0 - 40
										+150 +114	+171 +114	355	400	
	+32 + 5	+45 + 5	+68 + 5	+50 +23	+63 +23	+ 86 + 23	+67 +40	+ 80 + 40	+108 + 68	+166 +126	+189 +126	400	450	0 - 45
										+172 +132	+195 +132	450	500	
	-	+44 0	+70 0	-	+70 +26	+ 96 + 26	-	+ 88 + 44	+122 + 78	+194 +150	+220 +150	500	560	0 - 50
										+199 +155	+225 +155	560	630	
	-	+50 0	+80 0	-	+80 +30	+110 + 30	-	+100 + 50	+138 + 88	+225 +175	+255 +175	630	710	0 - 75
										+235 +185	+265 +185	710	800	
	-	+56 0	+90 0	-	+90 +34	+124 + 34	-	+112 + 56	+156 +100	+266 +210	+300 +210	800	900	0 - 100
										+276 +220	+310 +220	900	1 000	

附表2 外壳孔的尺寸公差

孔径基本尺寸 (mm)		孔 公 差 带														
超过	到	E 6	F 6	F 7	G 6	G 7	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	J 6	J 7	JS 5	JS 6	JS 7
10	18	+43 +32	+27 +16	+34 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+6 -5	+10 -8	±4	±5.5	±9
18	30	+53 +40	+33 +20	+41 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+8 -5	+12 -9	±4.5	±6.5	±10
30	50	+66 +50	+41 +25	+50 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+10 -6	+14 -11	±5.5	±8	±12
50	80	+79 +60	+49 +30	+60 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+13 -6	+18 -12	±6.5	±9.5	±15
80	120	+94 +72	+58 +36	+71 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+16 -6	+22 -13	±7.5	±11	±17
120	180	+110 +85	+68 +43	+83 +43	+39 +14	+54 +14	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+18 -7	+26 -14	±9	±12.5	±20
180	250	+129 +100	+79 +50	+96 +50	+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+22 -7	+30 -16	±10	±14.5	±23
250	315	+142 +110	+88 +56	+108 +56	+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+25 -7	+36 -16	±11.5	±16	±26
315	400	+161 +125	+98 +62	+119 +62	+54 +18	+75 +18	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+29 -7	+39 -18	±12.5	±18	±28
400	500	+175 +135	+108 +68	+131 +68	+60 +20	+83 +20	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+33 -7	+43 -20	±13.5	±20	±31
500	630	+189 +145	+120 +76	+146 +76	+66 +22	+92 +22	+44 0	+70 0	+110 0	+175 0	+280 0	-	-	-	±22	±35
630	800	+210 +160	+130 +80	+160 +80	+74 +24	+104 +24	+50 0	+80 0	+125 0	+200 0	+320 0	-	-	-	±25	±40
800	1000	+226 +170	+142 +86	+176 +86	+82 +26	+116 +26	+56 0	+90 0	+140 0	+230 0	+360 0	-	-	-	±28	±45
1000	1250	+261 +195	+164 +98	+203 +98	+94 +28	+133 +28	+66 0	+105 0	+165 0	+260 0	+420 0	-	-	-	±33	±52

※ Δ_{Dmp} : 单一平面内平均外径的偏差

单位 μm (参考)

													孔径基本尺寸 (mm)		轴承(0级 精度)的 ΔD_{mp} ※
K 5	K 6	K 7	M 5	M 6	M 7	N 5	N 6	N 7	P 6	P 7	R 7	超过	到		
+ 2 - 6	+ 2 - 9	+ 6 - 12	- 4 - 12	- 4 - 15	0 - 18	- 9 - 17	- 9 - 20	- 5 - 23	- 15 - 26	- 11 - 29	- 16 - 34	10	18	0 - 8	
+ 1 - 8	+ 2 - 11	+ 6 - 15	- 5 - 14	- 4 - 17	0 - 21	- 12 - 21	- 11 - 24	- 7 - 28	- 18 - 31	- 14 - 35	- 20 - 41	18	30	0 - 9	
+ 2 - 9	+ 3 - 13	+ 7 - 18	- 5 - 16	- 4 - 20	0 - 25	- 13 - 24	- 12 - 28	- 8 - 33	- 21 - 37	- 17 - 42	- 25 - 50	30	50	0 - 11	
+ 3 - 10	+ 4 - 15	+ 9 - 21	- 6 - 19	- 5 - 24	0 - 30	- 15 - 28	- 14 - 33	- 9 - 39	- 26 - 45	- 21 - 51	- 30 - 60 - 32 - 62	50	65	0 - 13	
+ 2 - 13	+ 4 - 18	+ 10 - 25	- 8 - 23	- 6 - 28	0 - 35	- 18 - 33	- 16 - 38	- 10 - 45	- 30 - 52	- 24 - 59	- 38 - 73 - 41 - 76	80	100	0 - 15	
+ 3 - 15	+ 4 - 21	+ 12 - 28	- 9 - 27	- 8 - 33	0 - 40	- 21 - 39	- 20 - 45	- 12 - 52	- 36 - 61	- 28 - 68	- 48 - 88 - 50 - 90	120	140	(到 150) 0 - 18 (超过 150) 0 - 25	
+ 2 - 18	+ 5 - 24	+ 13 - 33	- 11 - 31	- 8 - 37	0 - 46	- 25 - 45	- 22 - 51	- 14 - 60	- 41 - 70	- 33 - 79	- 60 - 106 - 63 - 109	180	200	0 - 30	
+ 3 - 20	+ 5 - 27	+ 16 - 36	- 13 - 36	- 9 - 41	0 - 52	- 27 - 50	- 25 - 57	- 14 - 66	- 47 - 79	- 36 - 88	- 67 - 113 - 74 - 126	200	225	0 - 35	
+ 3 - 22	+ 7 - 29	+ 17 - 40	- 14 - 39	- 10 - 46	0 - 57	- 30 - 55	- 26 - 62	- 16 - 73	- 51 - 87	- 41 - 98	- 87 - 144 - 93 - 150	315	355	0 - 40	
+ 2 - 25	+ 8 - 32	+ 18 - 45	- 16 - 43	- 10 - 50	0 - 63	- 33 - 60	- 27 - 67	- 17 - 80	- 55 - 95	- 45 - 108	- 103 - 166 - 109 - 172	400	450	0 - 45	
-	0 - 44	0 - 70	-	- 26 - 70	- 26 - 96	-	- 44 - 88	- 44 - 114	- 78 - 122	- 78 - 148	- 150 - 220 - 155 - 225	500	560	0 - 50	
-	0 - 50	0 - 80	-	- 30 - 80	- 30 - 110	-	- 50 - 100	- 50 - 130	- 88 - 138	- 88 - 168	- 175 - 255 - 185 - 265	630	710	0 - 75	
-	0 - 56	0 - 90	-	- 34 - 90	- 34 - 124	-	- 56 - 112	- 56 - 146	- 100 - 156	- 100 - 190	- 210 - 300 - 220 - 310	800	900	0 - 100	
-	0 - 66	0 - 105	-	- 40 - 106	- 40 - 145	-	- 66 - 132	- 66 - 171	- 120 - 186	- 120 - 225	- 250 - 355 - 260 - 365	1 000	1 120	0 - 125	
												1 120	1 250		

附表3 标准公差数值

基本尺寸 (mm)		公差等级 (IT)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 ¹⁾	15 ¹⁾	16 ¹⁾	17 ¹⁾	18 ¹⁾
超过	到	标准公差数值 (μm)										标准公差数值 (mm)							
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.26	0.40	0.60	1.00	1.40
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.20	1.80
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.50	2.20
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.80	2.70
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.10	3.30
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.50	3.90
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.00	4.60
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.50	5.40
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.00	6.30
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.60	7.20
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.20	8.10
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.70	8.90
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.30	9.70
500	630	—	—	—	—	—	44	70	110	175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00
630	800	—	—	—	—	—	50	80	125	200	320	500	0.80	1.25	2.00	3.20	5.00	8.00	12.50
800	1 000	—	—	—	—	—	56	90	140	230	360	560	0.90	1.40	2.30	3.60	5.60	9.00	14.00
1 000	1 250	—	—	—	—	—	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.20	6.60	10.50	16.50
1 250	1 600	—	—	—	—	—	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.10	5.00	7.80	12.50	19.50
1 600	2 000	—	—	—	—	—	92	150	230	370	600	920	1.50	2.30	3.70	6.00	9.20	15.00	23.00
2 000	2 500	—	—	—	—	—	110	175	280	440	700	1 100	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	17.50	28.00
2 500	3 150	—	—	—	—	—	135	210	330	540	860	1 350	2.10	3.30	5.40	8.60	13.50	21.00	33.00

〔注〕 1) 基本尺寸小于1 mm时, 公差等级IT14~IT18不适用

附表4 希腊字母表

读音	正体		斜体		读音	正体		斜体	
	大写	小写	大写	小写		大写	小写	大写	小写
alpha	A	<i>A</i>	<i>α</i>		nu	N	<i>N</i>	<i>ν</i>	
beta	B	<i>B</i>	<i>β</i>		xi	Ξ	<i>Ξ</i>	<i>ξ</i>	
gamma	Γ	<i>Γ</i>	<i>γ</i>		omicron	O	<i>O</i>	<i>ο</i>	
delta	Δ	<i>Δ</i>	<i>δ</i>		pi	Π	<i>Π</i>	<i>π</i>	
epsilon	E	<i>E</i>	<i>ε</i>		rho	P	<i>P</i>	<i>ρ</i>	
zeta	Z	<i>Z</i>	<i>ζ</i>		sigma	Σ	<i>Σ</i>	<i>σ</i>	
eta	H	<i>H</i>	<i>η</i>		tau	T	<i>T</i>	<i>τ</i>	
theta	Θ	<i>Θ</i>	<i>θ</i>		upsilon	Υ	<i>Υ</i>	<i>υ</i>	
iota	I	<i>I</i>	<i>ι</i>		phi	Φ	<i>Φ</i>	<i>φ</i>	
kappa	K	<i>K</i>	<i>κ</i>		chi	X	<i>X</i>	<i>χ</i>	
lambda	Λ	<i>Λ</i>	<i>λ</i>		psi	Ψ	<i>Ψ</i>	<i>ψ</i>	
mu	M	<i>M</i>	<i>μ</i>		omega	Ω	<i>Ω</i>	<i>ω</i>	

附表5 SI词头

幂方	词头		幂方	词头	
	名称	代号		名称	代号
10 ¹⁸	兆兆兆(艾)	E	10 ⁻¹	分	d
10 ¹⁵	千兆兆(拍)	P	10 ⁻²	厘	c
10 ¹²	兆兆(太)	T	10 ⁻³	毫	m
10 ⁹	千兆(吉)	G	10 ⁻⁶	微	μ
10 ⁶	兆	M	10 ⁻⁹	毫微(纳)	n
10 ³	千	k	10 ⁻¹²	微微(皮)	p
10 ²	百	h	10 ⁻¹⁵	毫微微(非)	f
10	十	da	10 ⁻¹⁸	微微微(阿)	a

附表6 (1) SI单位与换算

物理量	SI单位	SI制以外的其他单位 ¹⁾	其他单位至SI单位的换算	SI单位至其他单位的换算
(平面)角	rad 弧度	° (度) ※ ' (分) ※ " (秒) ※	1° = $\pi / 180$ rad 1' = $\pi / 10\,800$ rad 1" = $\pi / 648\,000$ rad	1 rad = 57.295 78°
长度	m 米	Å (埃) μ (微米) in (英寸) ft (英尺) yd (码) mile (英里)	1 Å = 10^{-10} m = 0.1 nm = 100 pm 1 μ = 1 μ m 1 in = 25.4 mm 1 ft = 12 in = 0.304 8 m 1 yd = 3 ft = 0.914 4 m 1 mile = 5 280 ft = 1 609.344 m	1 m = 10^{10} Å 1 m = 39.37 in 1 m = 3.280 8 ft 1 m = 1.093 6 yd 1 km = 0.621 4 mile
面积	m ² 平方米	a (公亩) ha (公顷) acre (英亩)	1 a = 100 m ² 1 ha = 10 ⁴ m ² 1 acre = 4 840 yd ² = 4 046.86 m ²	1 km ² = 247.1 acre
体积	m ³ 立方米	ℓ, L (升) ※ cc (西西) gal (US) (美加仑) floz (US) (美盎司) barrel (US) (美桶)	1 ℓ = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³ 1 cc = 1 cm ³ = 10 ⁻⁶ m ³ 1 gal(US) = 231 in ³ = 3.785 41 dm ³ 1 floz(US) = 29.573 5 cm ³ 1 barrel(US) = 158.987 dm ³	1 m ³ = 10 ³ ℓ 1 m ³ = 10 ⁶ cc 1 m ³ = 264.17 gal 1 m ³ = 33 814 floz 1 m ³ = 6.289 8 barrel
时间	s 秒	min (分) ※ h (时) ※ d (日) ※		
角速度	rad / s			
速度	m / s	kn (节) m/h ※	1 kn = 1 852 m / h	1 km / h = 0.539 96 kn
加速度	m / s ²	G (重力加速度)	1G = 9.806 65 m/s ²	1m / s ² = 0.101 97 G
频率	Hz 赫(兹)	c/s (周)	1 c/s = 1s ⁻¹ = 1 Hz	
转速	s ⁻¹	rpm (转每分) min ⁻¹ ※ r/min	1rpm = 1 / 60 s ⁻¹	1s ⁻¹ = 60 rpm
质量	kg 千克	t (吨) ※ lb (磅) gr (谷) oz (盎司) ton (UK) (英吨) ton (US) (美吨) car (克拉)	1 t = 10 ³ kg 1 lb = 0.453 592 37 kg 1 gr = 64.798 91 mg 1 oz = 1/16 lb = 28.349 5 g 1 ton(UK) = 1 016.05 kg 1 ton(US) = 907.185 kg 1 car = 200 mg	1 kg = 2.204 6 lb 1 g = 15.432 4 gr 1 kg = 35.274 0 oz 1 t = 0.984 2 ton(UK) 1 t = 1.102 3 ton(US) 1 g = 5 car

[注] 1) ※ : 可与SI单位兼用 无记号 : 不可使用

附表6 (2) SI单位与换算

物理量	SI单位	SI制以外的其他单位 ¹⁾	其他单位至SI单位的换算	SI单位至其他单位的换算
密度	kg / m ³			
线密度	kg / m			
动量	kg · m / s			
动量矩 角动量	} kg · m ² / s			
转动惯量		kg · m ²		
力	N 牛(顿)	dyn (达因) kgf (公斤力) gf (克力) tf (吨力) lbf (磅力)	1 dyn = 10 ⁻⁵ N 1 kgf = 9.806 65 N 1 gf = 9.806 65 × 10 ⁻³ N 1 tf = 9.806 65 × 10 ³ N 1 lbf = 4.448 22 N	1 N = 10 ⁵ dyn 1 N = 0.101 97 kgf 1 N = 0.224 809 lbf
力矩 扭矩	N · m 牛顿米	gf · cm kgf · cm kgf · m tf · m ft · lbf	1 gf · cm = 9.806 65 × 10 ⁻⁵ N · m 1 kgf · cm = 9.806 65 × 10 ⁻² N · m 1 kgf · m = 9.806 65 N · m 1 tf · m = 9.806 65 × 10 ³ N · m 1 ft · lbf = 1.355 82 N · m	1 N · m = 0.101 97 kgf · m 1 N · m = 0.737 56 ft · lbf
压力 应力	Pa 帕(斯卡) 或 N / m ² 牛每平方米	gf / cm ² kgf / mm ² kgf / m ² lbf / in ² bar (巴) at (工程气压) mH ₂ O, mAq (米水柱) atm (大气压) mHg (米汞柱) Torr (托)	1 gf / cm ² = 9.806 65 × 10 Pa 1 kgf / cm ² = 9.806 65 × 10 ⁶ Pa 1 kgf / m ² = 9.806 65 Pa 1 lbf / in ² = 6 894.76 Pa 1 bar = 10 ⁵ Pa 1 at = 1 kgf / cm ² = 9.806 65 × 10 ⁴ Pa 1 mH ₂ O = 9.806 65 × 10 ³ Pa 1 atm = 101 325 Pa 1 mHg = $\frac{101\ 325}{0.76}$ Pa 1 Torr = 1 mmHg = 133.322 Pa	1 Pa = 0.101 97 kgf / m ² 1 MPa = 0.101 97 kgf / mm ² 1 Pa = 0.145 × 10 ⁻³ lbf / in ² 1 Pa = 10 ⁻² mbar 1 Pa = 7.500 6 × 10 ⁻³ Torr
(动力)粘度	Pa · s 帕秒	P (泊) kgf · s / m ²	10 ⁻² P = 1 cP = 1 mPa · s 1 kgf · s / m ² = 9.806 65 Pa · s	1 Pa · s = 0.101 97 kgf · s / m ²
运动粘度	m ² / s	St (斯)	10 ⁻² St = 1 cSt = 1 mm ² / s	
表面张力	N / m			

附表6 (3) SI单位与换算

物理量	SI单位	SI制以外的其他单位 ¹⁾	其他单位至SI单位的换算	SI单位至其他单位的换算
功 能(量)	J 焦耳 {1 J = 1 N·m}	eV(电子伏) ※ erg(尔格) kgf·m ft·lbf	1 eV = (1.602 189 2 ± 0.000 004 6) × 10 ⁻¹⁹ J 1 erg = 10 ⁻⁷ J 1 kgf·m = 9.806 65 J 1 ft·lbf = 1.355 82 J	1 J = 10 ⁷ erg 1 J = 0.101 97 kgf·m 1 J = 0.737 56 ft·lbf
功 率	W 瓦(特) {1 W = 1 J/s}	erg/s(尔格每秒) kgf·m/s PS(公制马力) HP(英马力) ft·lbf/s	1 erg/s = 10 ⁻⁷ W 1 kgf·m/s = 9.806 65 W 1 PS = 75 kgf·m/s = 735.5 W 1 HP = 550 ft·lbf/s = 745.7 W 1 ft·lbf/s = 1.355 82 W	1 W = 0.101 97 kgf·m/s 1 W = 0.001 36 PS 1 W = 0.001 34 HP
温 度	K 开(尔文)			
摄 氏 度	°C 摄氏度 {t °C = (t + 273.15) K}	°F(华氏度)	t °F = $\frac{5}{9}(t - 32)°C$	t °C = $(\frac{9}{5}t + 32)°F$
线膨胀系数	K ⁻¹ 每开尔文	°C ⁻¹ (每度)		
热	J 焦耳 {1 J = 1 N·m}	erg kgf·m cal(尔格)(卡) cal ₁₅ (15度卡) cal _{IT} (I. T. 卡)	1 erg = 10 ⁻⁷ J 1 cal = 4.186 05 J (不指明温度时) 1 cal ₁₅ = 4.185 5 J 1 cal _{IT} = 4.186 J 1 Mcal _{IT} = 1.163 kW·h	1 J = 10 ⁷ erg 1 J = 0.238 89 cal 1 kW·h = 0.86 × 10 ⁶ cal
热 导 率	W/(m·K)	W/(m·°C) cal/(s·m·°C)	1 W/(m·°C) = 1 W/(m·K) 1 cal/(s·m·°C) = 4.186 05 W/(m·K)	
传 热 系 数	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·°C) cal/(s·m ² ·°C)	1 W/(m ² ·°C) = 1 W/(m ² ·K) 1 cal/(s·m ² ·°C) = 4.186 05 W/(m ² ·K)	
热 容	J/K	J/°C	1 J/°C = 1 J/K	
比 热 容	J/(kg·K)	J/(kg·°C)		

〔注〕 1) ※：可与SI单位兼用 无记号：不可使用

附表6 (4) SI单位与换算

物理量	SI单位	SI制以外的其他单位 ¹⁾	其他单位至SI单位的换算	SI单位至其他单位的换算
电 流	A 安(培)			
电 荷 电 量	C 库(仑) {1 C = 1 A·s}	A·h ※	1 A·h = 3.6 kC	
电 压 电 位	V 伏(特) {1 V = 1 W/A}			
电 容	F 法(拉) {1 F = 1 C/V}			
磁 场 强 度	A/m	Oe (奥斯特)	$1 \text{ Oe} = \frac{10^3}{4\pi} \text{ A/m}$	$1 \text{ A/m} = 4\pi \times 10^{-3} \text{ Oe}$
磁 感 应 强 度	T 特(斯拉) { $1 \text{ T} = 1 \text{ N}/(\text{A}\cdot\text{m})$ $= 1 \text{ Wb}/\text{m}^2$ $= 1 \text{ V}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ }	Gs (高斯) γ (伽马)	$1 \text{ Gs} = 10^{-4} \text{ T}$ $1 \gamma = 10^{-9} \text{ T}$	$1 \text{ T} = 10^4 \text{ Gs}$ $1 \text{ T} = 10^9 \gamma$
磁 通	Wb 韦(伯) {1 Wb = 1 V·s}	Mx (麦)	$1 \text{ Mx} = 10^{-8} \text{ Wb}$	$1 \text{ Wb} = 10^8 \text{ Mx}$
自 感	H 亨(利) {1 H = 1 Wb/A}			
电 阻	Ω 欧(姆) {1 Ω = 1 V/A}			
电 导	S 西(门子) {1 S = 1 A/V}			
电 功 率	W { $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ $= 1 \text{ A}\cdot\text{V}$ }			

附表7 inch - mm 换算表

Inch	Inches											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	mm											
0	0	0	25.4000	50.8000	76.2000	101.6000	127.0000	152.4000	177.8000	203.2000	228.6000	254.0000
1/64	0.015625	0.3969	25.7969	51.1969	76.5969	101.9969	127.3969	152.7969	178.1969	203.5969	228.9969	254.3969
1/32	0.03125	0.7938	26.1938	51.5938	76.9938	102.3938	127.7938	153.1938	178.5938	203.9938	229.3938	254.7938
3/64	0.046875	1.1906	26.5906	51.9906	77.3906	102.7906	128.1906	153.5906	178.9906	204.3906	229.7906	255.1906
1/16	0.0625	1.5875	26.9875	52.3875	77.7875	103.1875	128.5875	153.9875	179.3875	204.7875	230.1875	255.5875
5/64	0.078125	1.9844	27.3844	52.7844	78.1844	103.5844	128.9844	154.3844	179.7844	205.1844	230.5844	255.9844
3/32	0.09375	2.3812	27.7812	53.1812	78.5812	103.9812	129.3812	154.7812	180.1812	205.5812	230.9812	256.3812
7/64	0.109375	2.7781	28.1781	53.5781	78.9781	104.3781	129.7781	155.1781	180.5781	205.9781	231.3781	256.7781
1/8	0.125	3.1750	28.5750	53.9750	79.3750	104.7750	130.1750	155.5750	180.9750	206.3750	231.7750	257.1750
9/64	0.140625	3.5719	28.9719	54.3719	79.7719	105.1719	130.5719	155.9719	181.3719	206.7719	232.1719	257.5719
5/32	0.15625	3.9688	29.3688	54.7688	80.1688	105.5688	130.9688	156.3688	181.7688	207.1688	232.5688	257.9688
11/64	0.171875	4.3656	29.7656	55.1656	80.5656	105.9656	131.3656	156.7656	182.1656	207.5656	232.9656	258.3656
3/16	0.1875	4.7625	30.1625	55.5625	80.9625	106.3625	131.7625	157.1625	182.5625	207.9625	233.3625	258.7625
13/64	0.203125	5.1594	30.5594	55.9594	81.3594	106.7594	132.1594	157.5594	182.9594	208.3594	233.7594	259.1594
7/32	0.21875	5.5562	30.9562	56.3562	81.7562	107.1562	132.5562	157.9562	183.3562	208.7562	234.1562	259.5562
15/64	0.234375	5.9531	31.3531	56.7531	82.1531	107.5531	132.9531	158.3531	183.7531	209.1531	234.5531	259.9531
1/4	0.25	6.3500	31.7500	57.1500	82.5500	107.9500	133.3500	158.7500	184.1500	209.5500	234.9500	260.3500
17/64	0.265625	6.7469	32.1469	57.5469	82.9469	108.3469	133.7469	159.1469	184.5469	209.9469	235.3469	260.7469
9/32	0.28125	7.1438	32.5438	57.9438	83.3438	108.7438	134.1438	159.5438	184.9438	210.3438	235.7438	261.1438
19/64	0.296875	7.5406	32.9406	58.3406	83.7406	109.1406	134.5406	159.9406	185.3406	210.7406	236.1406	261.5406
5/16	0.3125	7.9375	33.3375	58.7375	84.1375	109.5375	134.9375	160.3375	185.7375	211.1375	236.5375	261.9375
21/64	0.328125	8.3344	33.7344	59.1344	84.5344	109.9344	135.3344	160.7344	186.1344	211.5344	236.9344	262.3344
11/32	0.34375	8.7312	34.1312	59.5312	84.9312	110.3312	135.7312	161.1312	186.5312	211.9312	237.3312	262.7312
23/64	0.359375	9.1281	34.5281	59.9281	85.3281	110.7281	136.1281	161.5281	186.9281	212.3281	237.7281	263.1281
3/8	0.375	9.5250	34.9250	60.3250	85.7250	111.1250	136.5250	161.9250	187.3250	212.7250	238.1250	263.5250
25/64	0.390625	9.9219	35.3219	60.7219	86.1219	111.5219	136.9219	162.3219	187.7219	213.1219	238.5219	263.9219
13/32	0.40625	10.3188	35.7188	61.1188	86.5188	111.9188	137.3188	162.7188	188.1188	213.5188	238.9188	264.3188
27/64	0.421875	10.7156	36.1156	61.5156	86.9156	112.3156	137.7156	163.1156	188.5156	213.9156	239.3156	264.7156
7/16	0.4375	11.1125	36.5125	61.9125	87.3125	112.7125	138.1125	163.5125	188.9125	214.3125	239.7125	265.1125
29/64	0.453125	11.5094	36.9094	62.3094	87.7094	113.1094	138.5094	163.9094	189.3094	214.7094	240.1094	265.5094
15/32	0.46875	11.9062	37.3062	62.7062	88.1062	113.5062	138.9062	164.3062	189.7062	215.1062	240.5062	265.9062
31/64	0.484375	12.3031	37.7031	63.1031	88.5031	113.9031	139.3031	164.7031	190.1031	215.5031	240.9031	266.3031
1/2	0.5	12.7000	38.1000	63.5000	88.9000	114.3000	139.7000	165.1000	190.5000	215.9000	241.3000	266.7000
33/64	0.515625	13.0969	38.4969	63.8969	89.2969	114.6969	140.0969	165.4969	190.8969	216.2969	241.6969	267.0969
17/32	0.53125	13.4938	38.8938	64.2938	89.6938	115.0938	140.4938	165.8938	191.2938	216.6938	242.0938	267.4938
35/64	0.546875	13.8906	39.2906	64.6906	90.0906	115.4906	140.8906	166.2906	191.6906	217.0906	242.4906	267.8906
9/16	0.5625	14.2875	39.6875	65.0875	90.4875	115.8875	141.2875	166.6875	192.0875	217.4875	242.8875	268.2875
37/64	0.578125	14.6844	40.0844	65.4844	90.8844	116.2844	141.6844	167.0844	192.4844	217.8844	243.2844	268.6844
19/32	0.59375	15.0812	40.4812	65.8812	91.2812	116.6812	142.0812	167.4812	192.8812	218.2812	243.6812	269.0812
39/64	0.609375	15.4781	40.8781	66.2781	91.6781	117.0781	142.4781	167.8781	193.2781	218.6781	244.0781	269.4781
5/8	0.625	15.8750	41.2750	66.6750	92.0750	117.4750	142.8750	168.2750	193.6750	219.0750	244.4750	269.8750
41/64	0.640625	16.2719	41.6719	67.0719	92.4719	117.8719	143.2719	168.6719	194.0719	219.4719	244.8719	270.2719
21/32	0.65625	16.6688	42.0688	67.4688	92.8688	118.2688	143.6688	169.0688	194.4688	219.8688	245.2688	270.6688
43/64	0.671875	17.0656	42.4656	67.8656	93.2656	118.6656	144.0656	169.4656	194.8656	220.2656	245.6656	271.0656
11/16	0.6875	17.4625	42.8625	68.2625	93.6625	119.0625	144.4625	169.8625	195.2625	220.6625	246.0625	271.4625
45/64	0.703125	17.8594	43.2594	68.6594	94.0594	119.4594	144.8594	170.2594	195.6594	221.0594	246.4594	271.8594
23/32	0.71875	18.2562	43.6562	69.0562	94.4562	119.8562	145.2562	170.6562	196.0562	221.4562	246.8562	272.2562
47/64	0.734375	18.6531	44.0531	69.4531	94.8531	120.2531	145.6531	171.0531	196.4531	221.8531	247.2531	272.6531
3/4	0.75	19.0500	44.4500	69.8500	95.2500	120.6500	146.0500	171.4500	196.8500	222.2500	247.6500	273.0500
49/64	0.765625	19.4469	44.8469	70.2469	95.6469	121.0469	146.4469	171.8469	197.2469	222.6469	248.0469	273.4469
25/32	0.78125	19.8438	45.2438	70.6438	96.0438	121.4438	146.8438	172.2438	197.6438	223.0438	248.4438	273.8438
51/64	0.796875	20.2406	45.6406	71.0406	96.4406	121.8406	147.2406	172.6406	198.0406	223.4406	248.8406	274.2406
13/16	0.8125	20.6375	46.0375	71.4375	96.8375	122.2375	147.6375	173.0375	198.4375	223.8375	249.2375	274.6375
53/64	0.828125	21.0344	46.4344	71.8344	97.2344	122.6344	148.0344	173.4344	198.8344	224.2344	249.6344	275.0344
27/32	0.84375	21.4312	46.8312	72.2312	97.6312	123.0312	148.4312	173.8312	199.2312	224.6312	250.0312	275.4312
55/64	0.859375	21.8281	47.2281	72.6281	98.0281	123.4281	148.8281	174.2281	199.6281	225.0281	250.4281	275.8281
7/8	0.875	22.2250	47.6250	73.0250	98.4250	123.8250	149.2250	174.6250	200.0250	225.4250	250.8250	276.2250
57/64	0.890625	22.6219	48.0219	73.4219	98.8219	124.2219	149.6219	175.0219	200.4219	225.8219	251.2219	276.6219
29/32	0.90625	23.0188	48.4188	73.8188	99.2188	124.6188	150.0188	175.4188	200.8188	226.2188	251.6188	277.0188
59/64	0.921875	23.4156	48.8156	74.2156	99.6156	125.0156	150.4156	175.8156	201.2156	226.6156	252.0156	277.4156
15/16	0.9375	23.8125	49.2125	74.6125	100.0125	125.4125	150.8125	176.2125	201.6125	227.0125	252.4125	277.8125
61/64	0.953125	24.2094	49.6094	75.0094	100.4094	125.8094	151.2094	176.6094	202.0094	227.4094	252.8094	278.2094
31/32	0.96875	24.6062	50.0062	75.4062	100.8062	126.2062	151.6062	177.0062	202.4062	227.8062	253.2062	278.6062
63/64	0.984375	25.0031	50.4031	75.8031	101.2031	126.6031	152.0031	177.4031	202.8031	228.2031	253.6031	279.0031

附表8 硬度换算表

洛氏硬度 C值 1471.0 N	维氏硬度	布氏硬度		洛氏硬度		肖氏硬度
		标准钢球	碳化钨钢球	A 值 588.4 N	B 值 980.7 N	
68	940		—	85.6		97
67	900		—	85.0		95
66	865			84.5		92
65	832		739	83.9		91
64	800		722	83.4		88
63	772		705	82.8		87
62	746		688	82.3		85
61	720		670	81.8		83
60	697		654	81.2		81
59	674		634	80.7		80
58	653		615	80.1		78
57	633		595	79.6		76
56	613		577	79.0		75
55	595	—	560	78.5		74
54	577	—	543	78.0		72
53	560	—	525	77.4		71
52	544	500	512	76.8		69
51	528	487	496	76.3		68
50	513	475	481	75.9		67
49	498	464	469	75.2		66
48	484	451	455	74.7		64
47	471	442	443	74.1		63
46	458	432	432	73.6		62
45	446		421	73.1		60
44	434		409	72.5		58
43	423		400	72.0		57
42	412		390	71.5		56
41	402		381	70.9		55
40	392		371	70.4	—	54
39	382		362	69.9	—	52
38	372		353	69.4	—	51
37	363		344	68.9	—	50
36	354		336	68.4	(109.0)	49
35	345		327	67.9	(108.5)	48
34	336		319	67.4	(108.0)	47
33	327		311	66.8	(107.5)	46
32	318		301	66.3	(107.0)	44
31	310		294	65.8	(106.0)	43
30	302		286	65.3	(105.5)	42
29	294		279	64.7	(104.5)	41
28	286		271	64.3	(104.0)	41
27	279		264	63.8	(103.0)	40
26	272		258	63.3	(102.5)	38
25	266		253	62.8	(101.5)	38
24	260		247	62.4	(101.0)	37
23	254		243	62.0	100.0	36
22	248		237	61.5	99.0	35
21	243		231	61.0	98.5	35
20	238		226	60.5	97.8	34
(18)	230		219	—	96.7	33
(16)	222		212	—	95.5	32
(14)	213		203	—	93.9	31
(12)	204		194	—	92.3	29
(10)	196		187		90.7	28
(8)	188		179		89.5	27
(6)	180		171		87.1	26
(4)	173		165		85.5	25
(2)	166		158		83.5	24
(0)	160		152		81.7	24

附表9 表面粗糙度对照表

轮廓算术平均偏差 R_a	轮廓最大高度 R_{max}	微观不平度 十点高度 R_z	粗糙度数 N	三角符号
0.013 a	0.05 S	0.05 Z	—	
0.025 a	0.1 S	0.1 Z	N 1	
0.05 a	0.2 S	0.2 Z	N 2	
0.10 a	0.4 S	0.4 Z	N 3	
0.20 a	0.8 S	0.8 Z	N 4	
0.40 a	1.6 S	1.6 Z	N 5	
0.80 a	3.2 S	3.2 Z	N 6	
1.6 a	6.3 S	6.3 Z	N 7	
3.2 a	12.5 S	12.5 Z	N 8	
6.3 a	25 S	25 Z	N 9	
12.5 a	50 S	50 Z	N 10	
25 a	100 S	100 Z	N 11	
50 a	200 S	200 Z	N 12	
100 a	400 S	400 Z	—	

〔注〕 上表的关系只有在峰高与谷深相等时才成立，一般加工面只能近似地满足表中列出的是为了便于大致指定表面粗糙度而经过归纳的数值

附表10 粘度换算表

运动 粘度 mm ² /s	赛波特粘度 SUS(秒)		雷德伍德粘度 R(秒)		恩氏粘度 E(度)
	100 °F	210 °F	50 °C	100 °C	
	2	32.6	32.8	30.8	
3	36.0	36.3	33.3	33.7	1.22
4	39.1	39.4	35.9	36.5	1.31
5	42.3	42.6	38.5	39.1	1.40
6	45.5	45.8	41.1	41.7	1.48
7	48.7	49.0	43.7	44.3	1.56
8	52.0	52.4	46.3	47.0	1.65
9	55.4	55.8	49.1	50.0	1.75
10	58.8	59.2	52.1	52.9	1.84
11	62.3	62.7	55.1	56.0	1.93
12	65.9	66.4	58.2	59.1	2.02
13	69.6	70.1	61.4	62.3	2.12
14	73.4	73.9	64.7	65.6	2.22
15	77.2	77.7	68.0	69.1	2.32
16	81.1	81.7	71.5	72.6	2.43
17	85.1	85.7	75.0	76.1	2.54
18	89.2	89.8	78.6	79.7	2.64
19	93.3	94.0	82.1	83.6	2.76
20	97.5	98.2	85.8	87.4	2.87
21	102	102	89.5	91.3	2.98
22	106	107	93.3	95.1	3.10
23	110	111	97.1	98.9	3.22
24	115	115	101	103	3.34
25	119	120	105	107	3.46
26	123	124	109	111	3.58
27	128	129	112	115	3.70
28	132	133	116	119	3.82
29	137	138	120	123	3.95
30	141	142	124	127	4.07
31	145	146	128	131	4.20
32	150	150	132	135	4.32
33	154	155	136	139	4.45
34	159	160	140	143	4.57

运动 粘度 mm ² /s	赛波特粘度 SUS(秒)		雷德伍德粘度 R(秒)		恩氏粘度 E(度)
	100 °F	210 °F	50 °C	100 °C	
	35	163	164	144	
36	168	170	148	151	4.83
37	172	173	153	155	4.96
38	177	178	156	159	5.08
39	181	183	160	164	5.21
40	186	187	164	168	5.34
41	190	192	168	172	5.47
42	195	196	172	176	5.59
43	199	201	176	180	5.72
44	204	205	180	185	5.85
45	208	210	184	189	5.98
46	213	215	188	193	6.11
47	218	219	193	197	6.24
48	222	224	197	202	6.37
49	227	228	201	206	6.50
50	231	233	205	210	6.63
55	254	256	225	231	7.24
60	277	279	245	252	7.90
65	300	302	266	273	8.55
70	323	326	286	294	9.21
75	346	349	306	315	9.89
80	371	373	326	336	10.5
85	394	397	347	357	11.2
90	417	420	367	378	11.8
95	440	443	387	399	12.5
100	464	467	408	420	13.2
120	556	560	490	504	15.8
140	649	653	571	588	18.4
160	742	747	653	672	21.1
180	834	840	734	757	23.7
200	927	933	816	841	26.3
250	1 159	1 167	1 020	1 051	32.9
300	1 391	1 400	1 224	1 241	39.5

〔备注〕 1 mm²/s = 1 cSt(厘斯)









INTERNATIONAL NETWORK

JTEKT Corporation HEAD OFFICE

No.5-8, Minamisemba 3-chome, Chuo-ku, Osaka 542-8502, JAPAN
TEL : 81-6-6245-6087
FAX : 81-6-6244-9007

OFFICES

KOYO CANADA INC.

5324 South Service Road, Burlington, Ontario L7L 5H5, CANADA
TEL : 1-905-681-1121
FAX : 1-905-681-1392

KOYO CORPORATION OF U.S.A.

-Cleveland Office-

29570 Clemens Road, P.O.Box 45028 Westlake,
OH 44145, U.S.A.
TEL : 1-440-835-1000
FAX : 1-440-835-9347

-Detroit Office-

47771 Halyard Drive, Plymouth, MI 48170, U.S.A.
TEL : 1-734-454-1500
FAX : 1-734-454-4076

KOYO STEERING SYSTEMS OF U.S.A. INC.

47771 Halyard Drive, Plymouth, MI 48170, U.S.A.
TEL : 1-734-454-7067
FAX : 1-734-454-7059

KOYO MEXICANA, S.A. DE C.V.

Rio Nazas No.171, 3er piso, Col. Cuauhtemoc, México, D.F. C.P.
06500, MEXICO
TEL : 52-55-5207-3860
FAX : 52-55-5207-3873

KOYO LATIN AMERICA, S.A.

Edificio Banco del Pacifico Planta Baja, Calle Aquilino de la
Guardia y Calle 52, Panama, REPUBLICA DE PANAMA
TEL : 507-208-5900
FAX : 507-264-2782/507-269-7578

KOYO ROLAMENTOS DO BRASIL LTDA.

Rua Desembargador Eliseu Gnihherme 304, 7-Andar,
Paraiso CEP 04004-30, BRASIL
TEL : 55-11-3887-9173
FAX : 55-11-3887-3039

JTEKT (THAILAND) Co., LTD.

172 Moo 12 Tambol Bangwua, Amphur Bangpakong,
Chachoengsao 24180, THAILAND
TEL : 66-38-533-310-7
FAX : 66-38-532-776

KOYO SINGAPORE BEARING (PTE.) LTD.

38 Tuas West Road, Singapore 638385, SINGAPORE
TEL : 65-6274-2200
FAX : 65-6862-1623

-India Office-

1104, GD-ITL Tower, B-08, NETAJI SUBHASH PLACE, PITAM
PURA, DELHI 110034 INDIA
TEL : 91-11-2735-3502~04
91-11-5537-4803~04
FAX : 91-11-2715-3501

PHILIPPINE KOYO BEARING CORPORATION

Rm.504, Comfoods Bldg., Cor. Gil Puyat Ave. and
Pasong Tamo, Makati City, PHILIPPINES
TEL : 63-2-817-8881/8901
FAX : 63-2-867-3148

KOYO KOREA CO., LTD.

Inwoo Building 6F, 539-11, Shinsa-Dong,
Kangnam-Ku, Seoul, KOREA
TEL : 82-2-549-7922
FAX : 82-2-549-7923

JTEKT Corporation BEIJING LIAISON OFFICE

Room 1108 Tower-B Winterless-Center, No.1 Xidawang-Road,
Chaoyang-District, Beijing, CHINA
TEL : 86-10-6538-8070
FAX : 86-10-6538-8077

KOYO (SHANGHAI) CO., LTD.

Rm.1905, Aetna Tower, 107 Zunyi Road, Shanghai 200051, CHINA
TEL : 86-21-6237-5280
FAX : 86-21-6237-5277

JTEKT Corporation SHANGHAI LIAISON OFFICE

Rm.1907, Aetna Tower, 107 Zunyi Road, Shanghai 200051, CHINA
TEL : 86-21-6237-5280
FAX : 86-21-6237-5277

KOYO AUSTRALIA PTY. LTD.

Unit 7, 175-179 James Ruse Drive, Rosehill, N.S.W. 2142,
AUSTRALIA
TEL : 61-2-9638-2355
FAX : 61-2-9638-3368

JTEKT Corporation EUROPEAN BEARING CENTRAL OFFICE

Markerkant 13-01, 1314 AN Almere, THE NETHERLANDS
TEL : 31-36-5383333
FAX : 31-36-5347212

KOYO KULLAGER SCANDINAVIA A.B.

Johanneslundsvagen 4 194 61 Upplands Väsby, SWEDEN
TEL : 46-8-594-212-10
FAX : 46-8-594-212-29

JTEKT EUROPE S.A.S.

Zone Industrielle du Broteau, B.P.1, 69540 Irigny, FRANCE
TEL : 33-4-7239-4444
FAX : 33-4-7851-2188

KOYO (U.K.) LTD.

Whitehall Avenue, Kingston, Milton Keynes MK10 OAX,
UNITED KINGDOM
TEL : 44-1908-289300
FAX : 44-1908-289333

EUROPA-KOYO B.V.

Lekdijk 187, 2967 GJ Langerak, THE NETHERLANDS
TEL : 31-184-606800
FAX : 31-184-602572/606857

KOYO ROMANIA REPRESENTATIVE OFFICE

Str. Frederic Jolliot-Curie, Nr.3, Etaj 1, Ap.2, Sector 5
Bucharest, ROMANIA
TEL : 40-21-410-4170/4182/0984
FAX : 40-21-410-1178

KOYO DEUTSCHLAND GMBH.

Bargkoppelweg 4, D-22145 Hamburg, GERMANY
TEL : 49-40-67-9090-0
FAX : 49-40-67-9203-0

KOYO FRANCE S.A.

8 Rue Guy Moquet, B.P.189 J.I., 95105 Argenteuil Cedex, FRANCE
TEL : 33-1-3998-4202
FAX : 33-1-3998-4244/4249

KOYO IBERICA, S.A.

Avda.da la Industria, 52-2 izda 28820
Coslada Madrid, SPAIN
TEL : 34-91-329-0818
FAX : 34-91-747-1194

KOYO ITALIA S.R.L.

Via Bronzino 9, 20133 Milano, ITALY
TEL : 39-02-2951-0844
FAX : 39-02-2951-0954

BEARING PLANTS

KOYO CORPORATION OF U.S.A. (MANUFACTURING DIVISION)

-Orangeburg Plant-

2850 Magnolia Street, Orangeburg, SC 29115, U.S.A.
TEL : 1-803-536-6200
FAX : 1-803-534-0599

-Richland Plant-

1006 Northpoint Blvd. Blythewood, SC 29016, U.S.A.
TEL : 1-803-691-4624/4633
FAX : 1-803-691-4655

KOYO MANUFACTURING (THAILAND) CO., LTD.

172 Moo 12 Tambol Bangwua, Amphur Bangpakong,
Chachoengsao 24180, THAILAND
TEL : 66-38-531-988/993
FAX : 66-38-531-996

KOYO MANUFACTURING (PHILIPPINES) CORP.

Lima Technology Center, Municipality of Malvar, Batangas
Province, 4233 PHILIPPINES
TEL : 63-43-981-0088
FAX : 63-43-981-0001

KOYO JICO KOREA CO., LTD

28-12, Yulpo-Ri, Kocud-Myun, Pyung Teak-City, Kyungki-Do, KOREA
TEL : 82-31-668-6381
FAX : 82-31-668-6384

KOYO BEARING DALIAN CO., LTD.

No.11 A-2 Dalian Export Processing Zone, CHINA
TEL : 86-411-8731-0972/0974
FAX : 86-411-8731-0973

WUXI KOYO BEARING CO., LTD.

3-6 Li Yuan Economic Development District, Wuxi, Jiangsu, CHINA
TEL : 86-510-5161901
FAX : 86-510-5161143

DALIAN KOYO WAZHOU AUTOMOBILE BEARING CO., LTD.

96, Liaohé East Road, Dalian D.D Port, CHINA
TEL : 86-411-740-7272
FAX : 86-411-740-7373

KOYO LIOHO (FOSHAN) AUTOMOTIVE PARTS CO., LTD.

NO.12. WUSHA SECTION OF SHUNPAN ROAD, DALIANG
TOWN, SHUNDE OF FOSHAN, GUANGDONG PROVINCE
(SHUNDE INDUSTRIAL PARK)
TEL : 86-757-22829589
FAX : 86-757-22829586

KOYO BEARINGS (EUROPE) LTD.

P.O.Box 101, Elmthirst Lane, Dodworth, Barnsley,
South Yorkshire, S75 3TA, UNITED KINGDOM
TEL : 44-1226-733200
FAX : 44-1226-204029

KOYO ROMANIA S.A.

1, Tr. Magurele Street, 140003 Alexandria, ROMANIA
TEL : 40-24-731-2605
FAX : 40-24-731-5892

STEERING SYSTEM PLANTS

KOYO STEERING SYSTEMS OF U.S.A. INC. VIRGINIA PLANT

555 International Parkway Daleville, Virginia 24083, U.S.A.
TEL : 1-540-966-3505
FAX : 1-540-966-3506

TENNESSEE KOYO STEERING SYSTEMS COMPANY

55 Excellence Way, Vonore, Tennessee 37885, U.S.A.
TEL : 1-423-884-9200
FAX : 1-423-884-9295

KOYO STEERING BRASIL LTDA.

Rod.Joao Leopoldo Jacomel 4015 Bairro Laranjeiras
Piraquara, Parana, CEP 83302-000, BRASIL
TEL : 55-41-3673-8100
FAX : 55-41-3673-2659

KOYO STEERING ARGENTINA S.A.

Perdriel 1859 1279-Buenos Aires, ARGENTINA
TEL : 54-11-4302-7293
FAX : 54-11-4302-7489

T&K AUTOPARTS SDN. BHD.

Lot 24 Jalan Delima (1/3), Subang Hi-Tech Industrial Park,
Batu Tiga, 40000 Shah Alam, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA
TEL : 60-3-56351178
FAX : 60-3-56352379

SONA KOYO STEERING SYSTEMS LTD.

-Head Office-

8th Floor, DLF Square, DLF City, Part-II Gurgaon, 122 002
Haryana, INDIA
TEL : 91-124-256-0717~9
FAX : 91-124-256-3004

-Plant-

38/6, Delhi-Jaipur Road P.B.No.18, Gurgaon-122 001,
Haryana, INDIA
TEL : 91-124-2215101~07
FAX : 91-124-2215111

KOYO STEERING (THAILAND) CO., LTD.

172/1 Moo 12 Tambol Bangwua, Amphur Bangpakong,
Chachoengsao 24180, THAILAND
TEL : 66-38-830-571/578
FAX : 66-38-830-579

YUBEI KOYO STEERING SYSTEM CO., LTD.

No.322 Heping Road, Xinxiang City, Henan Province 453003, CHINA
TEL : 86-373-508-8540
FAX : 86-373-508-8241

FAW KOYO STEERING SYSTEMS CO., LTD.

No.5568 Dongfeng Street, Changchun City, CHINA
TEL : 86-431-597-6274
FAX : 86-431-597-7404

KOYO STEERING LION S.A.S.

Zone Industrielle du Broteau B.P. 1, 69540 Irigny, FRANCE
TEL : 33-472-39-4444
FAX : 33-478-51-2188

KOYO-HPI S.A.S

Z.I. 26, Rue Condorcet B.P.87, 94432 Chennevieres-
Sur-Marne Cedex, FRANCE
TEL : 33-1-4962-2800
FAX : 33-1-4576-6840

KOYO STEERING DIJON SAINT ETIENNE S.A.S.

38, bd Voltaire-B.P. 21630/21016 Dijon Cedex, FRANCE
TEL : 33-3-8063-5858
FAX : 33-3-8063-5110

KOYO STEERING SYSTEMS CZECH S.R.O.

Folmavska 37/1152, 301 00 Plzen-Skvmany, CZECH REPUBLIC
TEL : 420-378-011-011
FAX : 420-378-011-099

TECHNICAL CENTERS

NORTH AMERICAN TECHNICAL CENTER

47771 Halyard Drive, Plymouth, MI 48170, U.S.A.
TEL : 1-734-454-1500
FAX : 1-734-454-4076

JTEKT Corporation EUROPEAN BEARING TECHNICAL CENTRE

Markerkant 13-02, 1314 AN Almere, THE NETHERLANDS
TEL : 31-36-5383350
FAX : 31-36-5302656

KOYO STEERING SYSTEMS OF U.S.A. INC.

STEERING TECHNICAL CENTER

47771 Halyard Drive, Plymouth, MI 48170, U.S.A.
TEL : 1-734-454-7067
FAX : 1-734-454-7059

JTEKT EUROPE S.A.S.

EUROPEAN TECHNICAL CENTER

Zone Industrielle du Broteau, B.P.1, 69540 Irigny, FRANCE
TEL : 33-4-7239-4444
FAX : 33-4-7851-2188

公司全銜：培林貿易股份有限公司
創 立 年：1962年11月
董 事 長：林東海
資 本 額：新台幣壹億參仟參佰壹拾萬元整
員 工 人 數：60 位 (92. 01. 01)
電 話：(02)2571-5221
傳 真：(02)2523-9558 (02)2536-6333
E - M A I L：service@peilinbrg.com
關 係 企 業：培林五金有限公司
祥功(上海)國際貿易有限公司



公司沿革

- 1962年 由林東海、林文燦昆仲與楊紹聰先生共同創立。
1969年 總代理日本光洋精工KOYO品牌軸承。
1969年 關係企業培林五金有限公司成立。
1972年 公司由舊址長安西路遷移至現址長安東路一段25號1樓辦公大樓。
1983年 關係企業培林建設股份有限公司成立。
關係企業培林建設之建築案培林文化城、培林新城、培林狀元城、培林別墅、等陸續完工交屋。
1984年
1985年 公司增加資本額為6600萬元。
1993年 啟用IBM系統S360之電腦設備。同時增加資本額為10000萬元。
1999年 IBM系統S360之電腦設備更新為IBM系統AS/400。
2002年 公司資本額增加為13310萬元。
林口物流發貨中心正式啟用。
購買國內首次進口TOYOTA檢料機二台，以及最新型TOYOTA堆高機二台。
導入倉儲電腦作業管理系統
2006年 日本光洋精工與豐田工機合併更名為 **JTEKT CORPORATION**



林口物流發貨中心

總代理

培林貿易股份有限公司