

NACHI

滾動軸承



1 滾動軸承的形式和特點

1.1 滾動軸承的分類

滾動軸承根據承受負荷方向和構造的不同分為徑向軸承和止推軸承。

設計上主要用於承受垂直作用於軸的徑向負荷的軸承稱為徑向軸承，而用於承受軸向負荷的軸承稱為止推軸承。

其次按照滾動體（滾珠或滾子）形式可分為滾珠軸承和滾子軸承。

滾子軸承按滾子的形狀可分為圓筒滾子軸承、圓錐滾子軸承、自動調心滾子軸承、滾針軸承等。而且根據滾珠或滾子的列數可進一步分為單列和雙列（對於止推軸承為單式或複式）軸承等，此外還可按照軌道輪和滾動體之間的關係、軌道輪的形狀和附件的有無和種類等進一步細分。

對於特定用途的軸承，則根據其用途來取名，對其進行分類，比如說車輛車軸用軸承等。

徑向軸承和止推軸承的主要形式和結構概要如表1.1所示，主要形式和特點如表1.2所示。

表1.1 滾動軸承的分類和形式

		滾珠軸承				滾子軸承					
		軸承形式	斷面簡圖	軸承系列記號		軸承形式	斷面簡圖	軸承系列記號			
				JIS	其他			JIS	其他		
徑向軸承	徑向軸承	滾珠軸承	深溝滾珠軸承	單列	無入珠溝 (JIS B 1521)		67 68 69 60 62 63	00B60 RLS RMS 16000			
					無入珠溝 (套件用) (JIS B 1558)		UC UWE UNE UM UK	U B KH			
					帶入珠溝		—				
				雙列	無入珠溝		—				
					帶入珠溝		—	42			
					帶入珠溝		—	43			
				埋頭孔滾珠軸承	單列	不可分離型		—			
						可分離型 (JIS B 1538)		E	EN	BM	
						不可分離型 (JIS B 1522)		79 70 72 73			
				角接觸滾珠軸承	單列	可分離型		—			
無入珠溝		—	52								
帶入珠溝		—	53								
帶入珠溝		—	32								
帶入珠溝		—	33								
DB組合 DF組合 DT組合		—									
自動調心滾珠軸承	單列	外環軌道面為球面		12 13 22 23							
		外環軌道面為球面		—							
徑向軸承	徑向軸承	滾子軸承	圓筒滾子軸承	單列	內環帶單側導向凸緣		—				
					無帶導向凸緣		—				
					外環帶雙導向凸緣 (JIS B1533)		—				
				雙列	內環帶雙導向凸緣		—				
					外環帶單側導向凸緣 (n)		—				
					外環帶雙導向凸緣 (n)		—				
				滾針軸承	單列	內環帶單側導向凸緣 (n)		—			
						內環帶雙導向凸緣 (n)		—			
						無內環		—			
				圓錐滾子軸承	雙列	可分離型 (JIS B 1534)		320 302 322 303 303D 323	329 331 330 313 332		
可分離型 (內向型)		—	KBD								
可分離型 (外向型)		—	KBE KDE								
不可分離型		—									
不可分離型		—									
不可分離型		—									
自動調心滾子軸承	單列	外環軌道面為球面		—							
		外環軌道面為球面		239 230 240 231 223 241							



滾動軸承

止推軸承

特定用途軸承

		滾珠軸承		
軸承形式		斷面簡圖	軸承系列記號	
			JIS 其他	
止推滾珠軸承	單式	平面座形 (JIS B 1532)	511 29 512 9 513 39 514 0	
		平面座形	— TMN	
		平面座形	— TG	
	雙式	對心座形	—	532(U) 533(U) 534(U) 7(U) 37(U) 0076(U)
		平面座形 (JIS B 1532)	—	522 523 524
		對心座形	—	542(U) 543(U) 544(U)
止推筒接觸滾珠軸承	單式	不可分離型 (DF, DF, 其他)	— TAB	
		可分離型	— TAD	

		滾子軸承	
軸承形式		斷面簡圖	軸承系列記號
			JIS 其他
圓筒滾子止推軸承	單式	平面座形	— TMP
		平面座形	—
圓錐滾子止推軸承	單式	平面座形	—
		外環軌道面 為球面 (JIS B 1539)	292 293 294

軸承的種類	斷面簡圖	軸承系列記號	
		JIS	其他
車輛車軸用軸承		—	FCD JC AP
		—	JT
起重機用圓筒滾子軸承		—	E50 RB48 RC48

表1.2 滾動軸承的形式和特點

軸承形式	特點	負荷能力	高速旋轉	高精度	低噪音 低扭矩	內外環的 容許 傾斜度	剛性	調心 作用	內外環的 分離	用於 固定端	用於 自由端	內環為 錐形孔	參考 頁次
深溝滾珠軸承		↑	●●●●	●●●	●●●	●●	●			○	□	○	121
角接觸滾珠軸承		↑ ←	●●●●	●●●	●●●	●	●						147
雙列 角接觸滾珠軸承		↑ ←	●●●	●	●	●	●			○	□		167
組合形角接觸 滾珠軸承		↑ ←	●●●	●●●	●●	●	●●			○	□		149
自動調心滾珠軸承		↑	●●	●	●	●●●	●	○			□	○	173
圓筒滾子軸承		↑	●●●	●●●	●●	●	●		○		○	○	183
雙列圓筒滾子軸承		↑	●●●	●●●	●●	●	●●●		○		○	○	207
內環帶單側導 向凸緣的圓筒 滾子軸承		↑ —	●●●	●●	●●	●	●●		○				183
帶擋圈的圓柱 滾子軸承		↑ —	●●●	●●	●●	●	●●		○	○			183
滾針軸承		↑	●●●	●	●	●	●●		○		○		—
圓錐滾子軸承		↑ ←	●●	●●●	●	●	●●		○				211
雙列、四列圓 錐滾子軸承		↑ ←	●●	●	●	●	●●●●		○	○	□		211 277
自動調心滾子軸承		↑	●●	●	●	●●●	●●●	○		○	□	○	283
止推滾珠軸承		←	●	●●	●●	×	●		○				313
調心座形止推 滾珠軸承		←	●	●	●●	●●●	●	○	○				313
複式止推角接 觸滾珠軸承		← →	●●●	●●●	●●	×	●●		○				353
圓筒滾子止推 軸承		←	●	●	●	×	●●●		○				—
圓錐滾子止推 軸承		←	●	●	●	×	●●●		○				—
止推自動調心 滾子軸承		↑ ←	●	●	●	●●●	●●●	○	○				339
參考頁次		9 13	8 108	46	9 109	9	9 85	9	9	9	9	9 91	—

- 備註1. ↑表示徑向負荷，←表示軸向負荷。←表示單向，←→表示雙向可承載軸向負荷。
 2. 箭頭的粗細和長短表示其負荷能力的大小。記號“●”表示獲得該特點的可能性。“●”數量越多表示越容易。×表示“不適用”
 3. “○”表示“適用”，“□”表示能用，但必須注意同時與能避軸伸縮的構造並用。
 4. 止推滾珠/滾子軸承，僅能承受軸向負荷。
 5. 本表僅供參考，必須分別對每一種軸承進行嚴密選擇。



1.2 滾動軸承的結構和特點

滾動軸承的基本結構如圖1所示。內環和外環之間的滾動體（滾珠或滾子）能經由保持器保持一定間隔沿著內外環的溝槽滾動。

內外環和滾動體使用耐滾動疲勞性能優良的高碳鉻軸承鋼或滲碳鋼，其尚需做熱處理到適當硬度，並使用專用機床加工研磨到很高的精度。

實際應用的軸承有多種形式，每一種都有各自的特點，然而下列特點是各種形式所共同具有的：

- 起動摩擦小，起動摩擦與動摩擦的差也很小。
- 除圓筒滾子軸承及部分止推滾珠/滾子軸承以外，可同時承載徑向負荷與軸向負荷。
- 尺寸和精度都已標準化。高精度的成品很容易得到。
- 與一般的滑動軸承相比，磨耗小而且可長時間保持機械的精度。
- 潤滑劑的消耗量小，可節約維修費用。

為了充分發揮這些的特性，必須瞭解各種軸承形式的構造和特點，選擇出最適合設備性能的軸承。

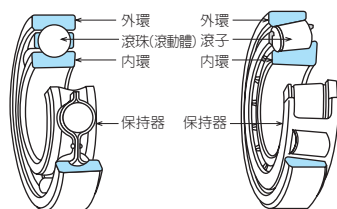


圖1 滾動軸承的結構

1.2.1 深溝滾珠軸承

這是在滾動軸承中使用最普及的軸承。軌道溝被製成稍大於滾珠半徑的圓弧。滾珠與軌道形成點接觸。深溝滾珠軸承可承受徑向負荷、軸向負荷及合成負荷。

因為構造簡單，很容易製作高精度的軸承，適用於高速旋轉的場合。

軸承外徑不小於9mm。內徑小於10mm的深溝滾珠軸承通稱為小型滾珠軸承，外徑小於9mm的通稱為微型滾珠軸承。

使滾珠保持一定間隔，標準由鋼板衝壓成形制作的。用於高速旋轉或尺寸較大衝壓成形困難的，採用由切削加工製成的車製保持器。

安裝有鋼板製防塵蓋或膠蓋的密封型軸承已經系列化，它們都預先封入了適量的潤滑脂。



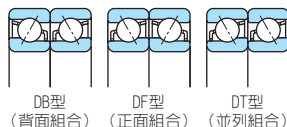
1.2.2 角接觸滾珠軸承

這種軸承的滾珠同內外環的軌道接觸時相對直徑方向具有一定角度。軸承為不可分離型。因為是從外環埋頭孔一側加入滾珠的，所以與深溝滾珠軸承相比，其鋼較大。

保持器材料可以是鋼板、高強度黃銅、合成樹脂。材料取決於軸承的形式或使用條件。只能承受單向的軸向負荷，適用於承受軸向負荷和徑向負荷的合成負荷。

因為這種軸承存在接觸角，徑向負荷作用時會產生軸向分力，因此通常在軸的兩端反向安裝，成對使用。當要在相鄰位置安裝一對或多個軸承組合時，NACHI提供了預先調整好止推內部間隙的軸承組合（NACHI成雙裝配角接觸滾珠軸承組），使用非常方便。

兩個軸承組合有背面組合（DB）、正面組合（DF）、並列組合（DT）三種配置。





1.2.3 雙列角接觸滾珠軸承

與相鄰兩單列角接觸滾珠軸承的背面組合結構相似，但其內外環各自連成一體。因為每列能裝的滾珠比單列角接觸軸承要少，所以一個成雙裝配角面接觸軸承承受負荷的能力要比一對單列角接觸軸承組合要小。此類軸承能同時承受徑向負荷、雙向軸向負荷及力矩負荷。

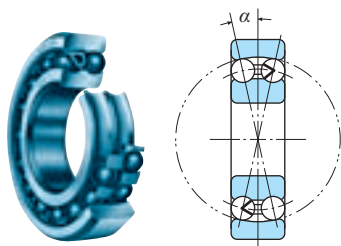


1.2.4 自動調心滾珠軸承

這種軸承的結構中外環帶有球面軌道、內環和的保持器組合（帶滾珠的內環）相對於外環能自由傾斜。因此即使存在一定程度的安裝誤差（軸心不一致）或軸的撓曲，軸承中心和軸線也能自動調整。

因此自動調心滾珠軸承適用於軸承座的工作精度和安裝精度不易提高的長軸，或構造簡單的傳動裝置。此類軸承常與平軸台和套筒並用，可非常容易的製作軸承裝置。

外環軌道很淺，接觸角也小，因此軸向負荷能力較小，這種軸承不適用於軸向負荷較大的場合。護圈有鋼板衝壓型護圈和聚胺樹脂製保持器。



1.2.5 圓筒滾子軸承

這種滾子軸承的結構是所有滾子軸承中最簡單的。內外環與滾子為線接觸，因此徑向負荷能力大，也適用於高速旋轉場合。

基本結構為N型、NU型，其他有根據是否帶有導向凸緣分為NF型、NJ型，帶擋圈的NP型、NH型。另外還有雙列的NN型、NNU型。

N、NU型不能承受軸向負荷，卻可以避免溫度變化導致的軸的伸縮或安裝誤差導致的軸與軸承座的軸向位置偏差等原因產生的附加負荷。

內外環的兩側都帶導向凸緣或擋圈的軸承能承受一定的軸向負荷。但由於承受軸向負荷的同時，滾子端面和凸緣側面之間相對滑動，所以不能承受較大的軸向負荷。

雙列圓筒滾子軸承的徑向負荷能力大，適用於高精度、高速旋轉的應用場合，比如用於車床、銑床以及加工中心等設備的主軸。錐形孔軸承的徑向內部間隙可通過壓入錐形軸的量來調整。

標準保持器為鋼板衝壓型護圈或聚胺樹脂製護圈。大尺寸的軸承採用高強度黃銅車製。



1.2.6 圓錐滾子軸承

這種軸承的內外環軌道和滾子的圓錐頂點集中在軸線上的某一點。滾子靠內環的大導向凸緣的引導轉動。

圓錐滾子軸承可以承受徑向和軸向的合成負荷，若要承受純徑向的負荷或雙向軸向負荷時，必須使用正面組合或背面組合的軸承組合，或使用雙列或四列的圓錐滾子軸承。



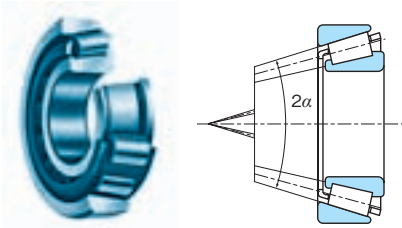
外環與帶滾子的內環可分離，很容易安裝，也很容易調整內部間隙，還能施加預壓後使用

雙列圓錐滾子軸承具有外向和內向兩種形式，可承受雙向軸向負荷、徑向負荷或軸向徑向合成負荷。

四列圓錐滾子軸承的寬度較大，因此徑向負荷能力較大，主要使用在壓延機的軋頸等出現重負荷和衝擊負荷的場合。

雙列、四列錐形滾子軸承的表面刻印了組號和組合記號用於調整內部間隙，這類軸承必須按照該系列號和組合號進行安裝。

尺寸較小的軸承採用鋼板衝壓成形保持器，尺寸較大的軸承採用車製的高強度黃銅或低碳鋼保持器。



1.2.7 球面滾子軸承

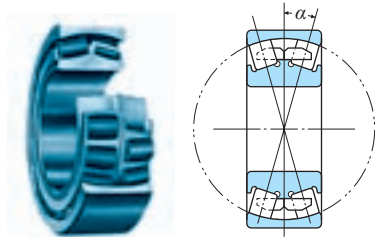
這種軸承外環軌道設計成球面，其中心與軸承中心點一致。滾子為鼓形，與保持器一起安裝在內環上。

自動調心滾子軸承設計為軌道與滾子的接觸方式為線接觸，具有極大的徑向負荷能力。而且內徑從25mm到超過1000mm的軸承都有，種類非常豐富。

軸承內徑加工為錐形孔，利用套筒或退卸套，使得安裝和拆卸變得容易。再和平軸台並用，能非常容易地製作軸承裝置。通過壓入襯套，能在一定程度上調整內部間隙。

這種軸承的徑向負荷能力大，耐重負荷或衝擊負荷，而且能承受一定的雙向軸向負荷，並可對心，適用於無法避免軸的撓曲或安裝誤差的大型機械設備。比如廣泛應用於造紙設備、壓延機、通用工業機械等。

小尺寸的軸承採用鋼板衝壓型保持器，大尺寸的軸承採用高強度黃銅車製保持器。



1.2.8 止推滾珠軸承

安裝在軸上的軸承軌道環稱為軸軌道環，安裝在軸承座上的稱為座軌道環，軸軌道環和座軌道環上都有用於滾珠滾動的圓弧狀軌道槽。

這種軸承有兩種形式：只能承受單向軸向負荷的單式軸承和能承受雙向軸向負荷的複式軸承。複式止推滾珠軸承的中央軌道環用軸肩和襯套、螺母等來做軸向定位。

止推滾珠軸承不能承受軸向負荷，而且潤滑劑會因為離心力飛濺，不適用於高速旋轉的場合。當使用在水平軸上時，必須注意軸軌道環和座軌道環之間間隙，防止帶滾珠的保持器從軌道脫出。

保持器有鋼板衝壓型、聚胺樹脂製、高強度黃銅以及低碳鋼車製，因為可以與軌道環分離，因此操作時要注意不要使其變形。



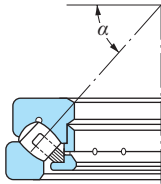


1.2.9 自動調心滾子止推軸承

這種軸承的座軌道環的軌道是以半徑中心位於軸線上的球面，具有對心性能。接觸角 α 約為 45° ，而使得軸承能承受軸向負荷和一定程度的徑向負荷。

由於負荷能力大，並具有調心性能，因此常用於射出機、起重吊鉤等大型機械。

保持器為高強度黃銅車製型或鋼板衝壓型。





2 滾動軸承的選擇

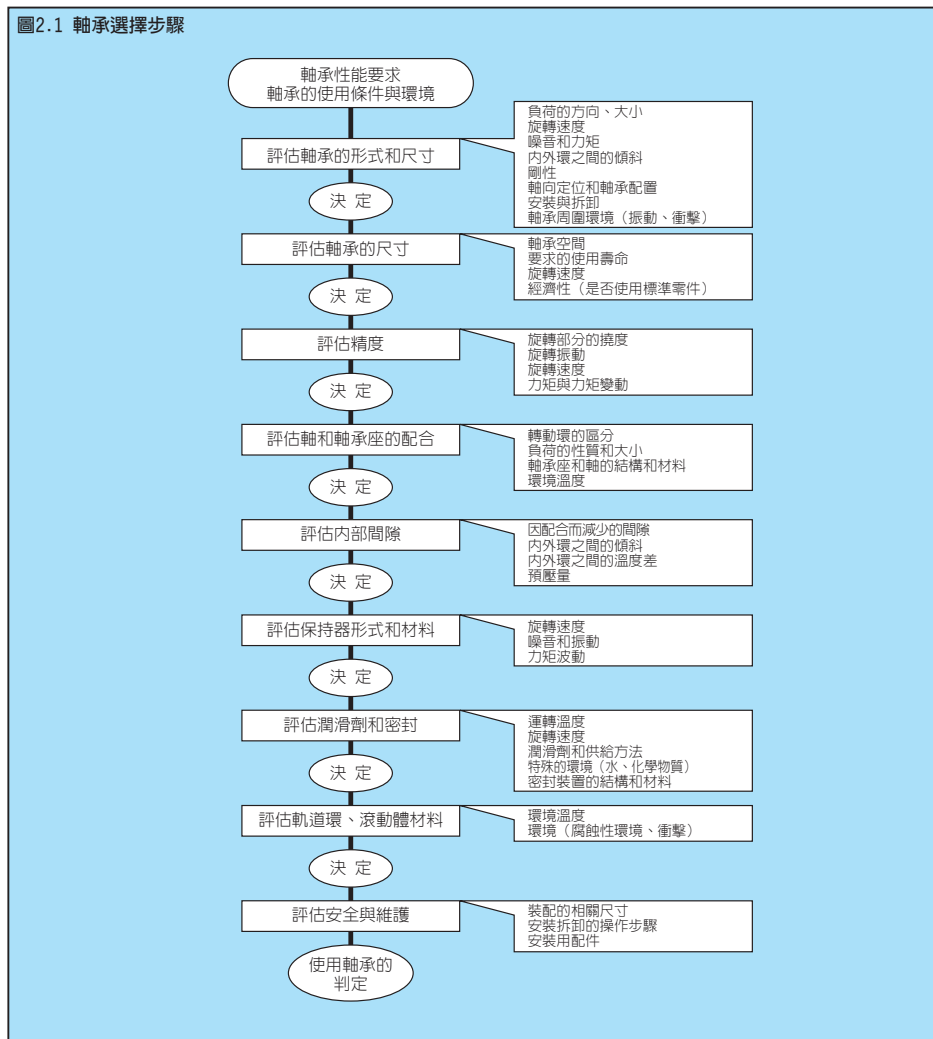
滾動軸承是具有轉動裝置的機械設備的重要元件，它具有多種形式和種類。

在設計各種機械設備時從種類繁多的軸承中選擇最適當的軸承往往是很困難的，可以說設備的目標性能和壽命取決於軸承的選擇毫不為過。

選擇軸承沒有對什麼都通用的好方法，設計者通常根據當時軸承特點的要求優先探討最重要的因素。

作為設計時的參考，圖2.1提供了一個軸承選擇步驟的例子。

圖2.1 軸承選擇步驟



2.1 軸承形式的選擇



2.1.1 負荷與軸承形式

軸承形式的選擇要按照作用在軸承上負荷的形式(徑向負荷、軸向負荷、力矩負荷)和大小來進行。

表2.1列出了負荷形式和使用的軸承形式。在同一尺寸系列的軸承中，滾子軸承比滾珠軸承具有更大的負荷能力。

2.1.2 旋轉速度和軸承形式

軸承的容許轉速除了軸承形式以外、還取決於軸承尺寸、加工精度、保持器結構、負荷、潤滑方式以及密封結構(膠蓋)。

軸承尺寸表給的標準滾珠軸承與滾子軸承的容許轉速作為軸承形式選擇的一個依據。

用於高速旋轉的軸承通常應具備高精度。

當軸承用於超過容許轉速的場合時，請向NACHI公司諮詢。

2.1.3 噪音和力矩和軸承形式

滾珠軸承與滾子軸承的製造精度都很高，噪音和力矩都很小。但有些特定用途的場合，需要噪音和力矩特別小的軸承。單列深溝滾珠軸承和圓筒滾子軸承適合作為低噪音軸承，單列深溝滾珠軸承適合作為低力矩軸承。

2.1.4 內外環之間的傾斜和軸承形式

如若軸和軸承座的精度不良的或由於負荷產生軸的撓曲，那麼軸承的內外環產生傾斜。

一般滾珠軸承與滾子軸承的內部存在間隙，因此能允許一定程度的內外環傾斜。但若預先知道內外環之間將出現較大的傾斜角，那麼具有調心能力的自動調心滾珠軸承，球面滾子軸承或帶調心座的止推滾珠軸承，軸承套件等比較適合。

軸承的容許傾斜角因軸承形式，內部間隙和負荷條件而不同。表2.2列出了不同軸承形式在一般條件下的容許傾角。

若軸承中的傾角大於該容許值就可能因為內部負荷而造成軸承損傷。請與NACHI公司聯繫協助。

2.1.5 剛性和軸承形式

當滾珠軸承與滾子軸承受負荷時，軌道和滾動體之間的接觸部將產生彈性變形。此彈性變形量將因負荷、軸承形式和軸承尺寸的不同而不同。

若將同一尺寸系列的軸承進行比較，滾子軸承比滾珠軸承的剛性高；而比較形式相同的軸承，則尺寸大的軸承比尺寸較小的軸承的剛性高。

此外，將兩個軸承組合並且施加預壓，則剛性將進一步提高。

2.1.6 安裝拆卸和軸承形式

滾珠軸承與滾子軸承分為內外環可分離的可分離型軸承和內外環不可分離的不可分離型軸承。

與不可分離型軸承相比，可分離型軸承的安裝和拆卸非常方便。軸承的安裝拆卸頻率比較高的場合，使用分離型軸承比較方便。

另外錐形孔軸承和襯套配合使用，則軸承的安裝拆卸會變得容易。

軸承安裝不良有可能導致軸承噪音和壽命縮短，因此安裝軸承時要慎重操作，請注意以下事項：不能沾上垃圾、不粗暴操作、防止銹蝕、保護軸承免受外傷。

2.1.7 軸向定位和軸承配置

通常軸用兩個(或與之等效的)軸承支撐。一般來說，其中一個軸承是固定的，而另一軸承是設計成軸向自由的。

固定端軸承必須牢牢地安裝在軸承座和軸上。

表2.3表示與使用條件相適的軸承的實際配置典型範例。

2.1.8 軸承周圍環境和軸承形式

在惡劣的條件(負荷、轉速、溫度、潤滑油量、振動環境等)下，標準軸承可能不適用。

若在接近軸承安裝處有一比較大的振源，或軸承要承受衝擊負荷，建議使用自動調心滾子軸承或自動調心滾子止推軸承。



表2.1 負荷形式與可使用的軸承

形 式	負荷形式	●		●	●	●	●
	徑向負荷						
	軸向負荷		●	●		●	●
力矩負荷					●	●	●
單列深溝滾珠軸承		○	△	○	○	△	○
單列角接觸滾珠軸承			○	○			
組合型角接觸滾珠軸承		○	○	○	○	○	○
雙列角接觸滾珠軸承		○	△	○	○	△	○
圓筒滾子軸承		○		△			
單列圓錐滾子軸承			○	○	○	○	○
成雙裝配圓錐滾子軸承		○	○	○	○	○	○
四列圓錐滾子軸承		○	○	○			
自動調心滾子軸承		○		△			
止推滾珠軸承、止推滾子軸承			○			△	

備 註 ○為可使用

△為根據情況可使用（使用評估時請諮詢NACHI）

表2.2 軸承形式和內外環的容許傾斜角

軸承形式	容許傾斜角
單列深溝滾珠軸承	1/300
單列角接觸滾珠軸承	1/1000
圓筒滾子軸承	1/1000
圓錐滾子軸承	1/800
止推滾珠軸承	1/2000



表2.3 軸承配置舉例

序號	滾珠軸承與滾子軸承組合舉例	使用軸承		使用狀況
		A	B	
[1]		深溝滾珠軸承	深溝滾珠軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 普通安裝應用。 2. 徑向負荷以外還要承受較小軸向負荷時使用。 3. 一個軸承外環必須能左右移動。 4. 負荷較大時使用自動調心滾子軸承。
		自動調心滾子軸承	自動調心滾子軸承	
[2]		圓筒滾子軸承 (N, NU)	深溝滾珠軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 普通安裝應用。 2. 如果可以預見安裝後軸承間軸心會有偏差或軸出現撓曲，則不適用使用。 3. 一端的軸承的外環結構不需要軸承座可動。 4. 較大負荷作用的一側使用圓筒滾子軸承。
		圓筒滾子軸承 (NH)	圓筒滾子軸承 (N, NU)	
[3]		深溝滾珠軸承	深溝滾珠軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用於施加預壓使軸具有良好剛性的場合。 2. 應仔細考慮內環軸方向鎖緊量（預壓）的大小。 3. 軸向負荷或預壓較大時使用角接觸滾珠軸承較為合適。
		角接觸滾珠軸承	角接觸滾珠軸承	
[4]		深溝滾珠軸承	雙列角接觸滾珠軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用於較大軸向負荷在左右雙向作用的場合。 2. 位置 A 使用深溝滾珠軸承時，外環必須能左右移動。而使用圓筒滾子軸承則無此必要，還適於承受較大的軸向負荷。
		圓筒滾子軸承 (N, NU)	雙列角接觸滾珠軸承	
[5]		自動調心滾珠軸承	自動調心滾珠軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用於可以預見安裝後軸承間軸心會有偏差或軸出現撓曲的場合。 2. 軸很長時不採用做軸肩或車螺牙等處理而用套筒安裝。 3. 一側軸承外環必須可作自由移動以自動補償熱膨脹和安裝誤差。 4. 不適用於軸向負荷較大的場合。
		自動調心滾子軸承	自動調心滾子軸承	



序號	滾珠軸承與滾子軸承組合舉例	使用軸承		使用狀況
		A	B	
[7]		圓錐滾子軸承	圓錐滾子軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 普通安裝應用。 2. 施加預壓後適用於軸向負載大的場合。 3. 預先將內環安裝在軸上後再進行安裝，因此適用於內環干涉大時。
[8]		圓錐滾子軸承	圓錐滾子軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適合在提高軸的剛性時使用，特別適用於軸承間距離短有力矩負荷作用的場合。 2. 適用於軸向負荷較大的場合。 3. 安裝時常施加預壓，要注意預壓的大小。此外必須要設置內部間隙時要注意內部間隙的調整。
		角接觸滾珠軸承	角接觸滾珠軸承	
[9]		圓錐滾子軸承	圓筒滾子軸承 (N, NU)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用於需要精確旋轉且負荷較大的場合。 2. 施加預壓使A軸承側具有剛性。 3. 圓筒滾子軸承能規避軸方向的安裝誤差和軸的熱膨脹。 4. 應選取精度好的軸和軸承座，減少安裝誤差。
[10]		組合型角接觸滾珠軸承	組合型角接觸滾珠軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用於需要精確旋轉且負荷較小的場合。 2. 各軸承都施加了預壓，軸的剛性好。一般不設置內部間隙。 3. 兩個軸承成組配套使用，必須保證軸承精度。 4. 安裝舉例中，軸心線上方為DB組合（這種形式的反組合稱為Df組合），軸心線下方為DT組合。
[11]		深溝滾珠軸承和止推滾珠軸承	圓筒滾子軸承	<ol style="list-style-type: none"> 1. 止推滾珠軸承應盡量貼近徑向軸承以減少軸撓曲的影響。 2. 當在水平軸上使用大止推滾珠軸承時，必須在止推軸承上要施加預壓，使止推滾珠軸承的軌道環與滾動體之間沒有內部間隙。 3. 若無法避免軸變形或安裝誤差時，推薦使用調心座型或帶調心墊圈的止推滾珠軸承。
		圓筒滾子軸承和止推滾珠軸承	圓筒滾子軸承	
[12]		自動調心滾子止推軸承	(徑向軸承)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自動調心滾子止推軸承適用於徑向負荷比軸向負荷小55%或更多的場合使用。 2. 具有自動調心能力，能規避軸承座的誤差。 3. 適用於軸向負荷大的狀況。 4. 一般不在高速旋轉的場合使用。 5. 一般與徑向軸承組合使用。 6. 使用時施加預壓。

3 滾珠軸承與滾子軸承的負荷能力和壽命

3.1 基本額定動負荷及額定壽命



儘管滾珠軸承與滾子軸承的要求與各自的應用有不同之處，然而其基本要求是：

- 負荷能力高
- 摩擦低
- 旋轉平穩安靜
- 精度高
- 剛性大

此外還要能持續保持各種性能。這個性能稱為軸承的耐久性——廣義的壽命（潤滑脂壽命、噪音壽命、疲勞壽命等）。耐久性會因各種形式的損傷和劣化而降低。

而其他如裂紋、燒損等損傷應該與軸承壽命區別考慮。

上述損傷可能因軸承選擇錯誤以及包括軸承周邊的設計、軸承的操作等原因造成。

而另一方面，由於軸承負荷產生的重覆應力使軸承出現滾動疲勞，導致材料本身損傷，即使正確使用最終也會失效，這就是狹義的壽命。一般當軸承開始出現疲勞痕跡時，就可認為該軸承不能使用，已到達軸承使用壽命。當從開始運轉以來軸承的總轉數或旋轉速度為定值時，則可以使用時間來表示軸承壽命。

即使在相同負荷條件下，疲勞壽命也將隨軸承尺寸和形式的變化而變化，因此選擇軸承時需要通過計算預先推算壽命。

單個軸承的疲勞壽命是各不相同的。當一組相同軸承在相同條件下工作時，就會出先統計學上的分散現象。使用平均壽命對於選擇滾珠軸承與滾子軸承不是非常恰當的，取而代之，大部分的軸承都可達到的壽命才是更實用的。

因此，額定壽命和基本額定動負荷 C_r 或 C_a 用以下定義來確定：

基本額定壽命是，一組相同的軸承在相同條件下獨立運轉，其中90%的軸承能旋轉到因轉動疲勞而引起材料損傷之前的總轉數（或在給定恒速下的總運轉時間）。

基本額定動負荷（ C_r 或 C_a ）是，軸承壽命為一百萬轉時所承受的方向恒定、大小恒定的軸承負荷。

徑向軸承載入方向大小恒定的徑向負荷，止推軸承沿軸線方向載入大小恒定的軸向負荷。

軸承基本額定壽命用下列公式（3.1）和（3.2）計算：

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p \dots\dots\dots (3.1)$$

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^p \cdot \frac{10^6}{60n} \dots\dots\dots (3.2)$$

式中：

L：基本額定壽命（ 10^6 轉）

L_h ：基本額定壽命（h）

C：基本額定動負荷（徑向軸承時為 C_r ，止推軸承時為 C_a ）（N）

P：軸承負荷（當量動負荷）（N）徑向軸承時為 P_r

止推軸承時為 P_a

p：3（滾珠軸承）

p：10/3（滾子軸承）

n：轉速（ min^{-1} ）

具有恒定轉速的軸承的壽命係數 f_h 和速度係數 f_n 的關係列於表3.1。

根據軸承使用條件軸承負荷p及轉速n，決定以基本額定壽命 L_h 作為機械中使用的軸承設計壽命時，用式（3.3）可求得軸承的必要資料——基本額定動負荷C。

$$C = \frac{P}{f_n} \cdot \left(\frac{L_h}{500}\right)^{1/p} \dots\dots\dots (3.3)$$

另外，軌道車、汽車等車輛用軸承的壽命用跑行公里數表示比較方便，可用公式（3.4）求得。

$$L_s = \frac{\pi \cdot D}{1000} \cdot L \dots\dots\dots (3.4)$$

式中：

L_s ：跑行公里數（ 10^6 km）

D：車輪外徑（m）

上式可在選擇軸承時計算出軸承壽命，但由經驗上得知的一般各種機械裝置要求的軸承壽命也很重要。

表3.2按應用給出了各種機械設備要求的壽命係數 f_n 值。

若軸承使用中有振動或者衝擊負荷，或低速或靜止時，則要求考慮基本額定靜負荷。



表3.1 軸承的基本額定壽命、壽命係數和速度係數

	滾珠軸承	滾子軸承
基本額定壽命	$L_h = 500 f_n^3$	$L_h = 500 f_n \frac{10}{3}$
壽命係數	$f_n = f_n \frac{C}{P}$	$f_n = f_n \frac{C}{P}$
速度係數	$f_n = \left(\frac{10^6}{500 \times 60 n} \right)^{\frac{1}{3}}$	$f_n = \left(\frac{10^6}{500 \times 60 n} \right)^{\frac{3}{10}}$

表3.2 按應用給出的各種機械設備要求的壽命係數參考值

使用條件	應用舉例	壽命係數 f_h
較少使用的場合	門的開關裝置	~ 1.5
短期或間歇使用的機械設備	手工具 農耕機械 家用器具 鑄造廠用起重機	2 ~ 3
不要求持續運轉，但要求運轉精度時	發電廠用輔助機械 流水線輸送機 一般起重機 家用空調電動機	3 ~ 4
每天 8 小時、不持續運轉	一般齒輪裝置 一般工業電動機	3 ~ 5
每天 8 小時、持續運轉	持續使用的起重機 送風機 中間傳動軸 一般工業機械 木工機械	4 ~ 5
每天 24 小時持續運轉的設備	壓縮機 礦井提升機 船舶螺旋槳軸 壓延機軋道	5 ~ 8
每天 24 小時持續運轉，且絕對不允許事故停止	造紙設備 發電廠 給水裝備 礦井水泵浦	6 ~

3.2 額定壽命計算指南



- 預先瞭解要使用的機械的合適的軸承壽命標準。表3.2顯示了一些壽命係數的參考經驗值。
- 為了在實際使用時更方便，將基本額定壽命的計算公式(3.1)和(3.2)以壽命計算圖表示。圖3.4和圖3.5為壽命計算圖的示例。
- 在高溫下運轉時基本額定動負荷將減少，要對其進行修正。(3.3.1小節)
- 若軸承運轉有振動或衝擊負荷，或軸承存在安裝或製造誤差，則實際負荷可能大於計算負荷。此時必須用計算負荷乘以安全係數後作為該實際負荷使用。常用安全係數有皮帶傳動係數、齒輪係數、機械係數等。(3.4.1、3.4.2小節)
- 軸承如果總是在大小恒定的負荷下運行，用上述方法可以進行計算。但當負荷大小有波動時，該波動負荷必須轉換為能等效計算壽命的恒定負荷值。(它稱為波動負荷的平均負荷)(3.4.4小節)。
- 按定義，軸承負荷 P_r (Pa) 是方向和大小不變的純徑向負荷(純軸向負荷)。因此當徑向和軸向負荷的合成負荷作用時，該負荷必須轉換為一個等效計算壽命的負荷(此等效負荷稱為動等價荷重)。(3.5小節)
- 計算軸承負荷時，負荷的作用點與軸承的距離，承受負荷的軸承與軸承之間的間隔是個問題。如圖3.1所示，一般軸承的作用點位置用軸承寬度方向的中心線來表示，角接觸滾珠軸承和圓錐滾子軸承的作用點如圖3.2、圖3.3所示，使用這些點計算軸承間距。

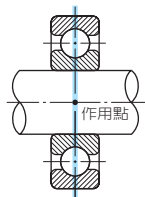


圖3.1

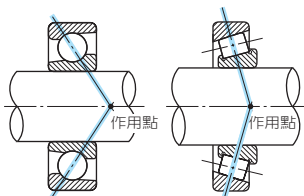


圖3.2

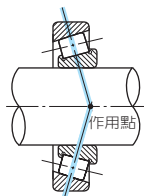


圖3.3

- 帶導向凸緣的圓筒滾子軸承具有軸向負荷容許極限，它由潤滑條件和旋轉速度決定。它與由疲勞壽命決定的額定負荷不同。(3.7小節)

(計算舉例:1)

假設軸承安裝空間具有以下參數：軸承內徑：50mm以下、外徑：100mm以下、寬度：20mm以下、負荷條件為徑向負荷 $F_r = 4000\text{N}$ (牛頓)、轉速 $n = 1800\text{min}^{-1}$ 。壽命係數 $f_h = 2$ 以上、選擇單列深溝滾珠軸承。

由表3.1，速度係數 f_n 計算如下：

$$f_n = \left(\frac{10^6}{500 \times 60 \times 1800} \right)^{1/3} = 0.265$$

由表3.1，

$$C_r = \frac{f_h \cdot P}{f_n} = \frac{2 \times 4000}{0.265} = 30188\text{N}$$

從軸承尺寸表中選擇具備所要求的基本額定動負荷的軸承如下表所示。

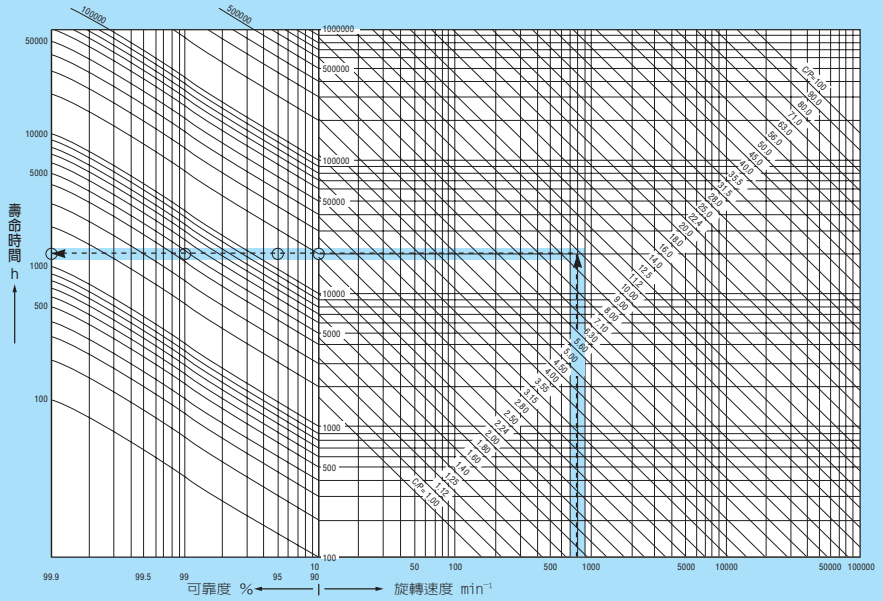
由尺寸表選中6209軸承。

軸承	內徑 mm	外徑 mm	寬度 mm	基本額定動負 (N)
6209	45	85	19	32500
6307	35	80	21	33500



圖3.4

滾珠軸承



[計算舉例：2]

軸承公稱號碼為6012，動等徑向動
 負荷 $P_r=2940N$ ，旋轉速度 $n=800min^{-1}$ 時求各
 可靠度下的壽命。
 由尺寸表 (P129)，基本額定動負荷
 為： $C_r=29400N$

$$\frac{C_r}{P_r} = 10$$

沿圖的虛線得出：

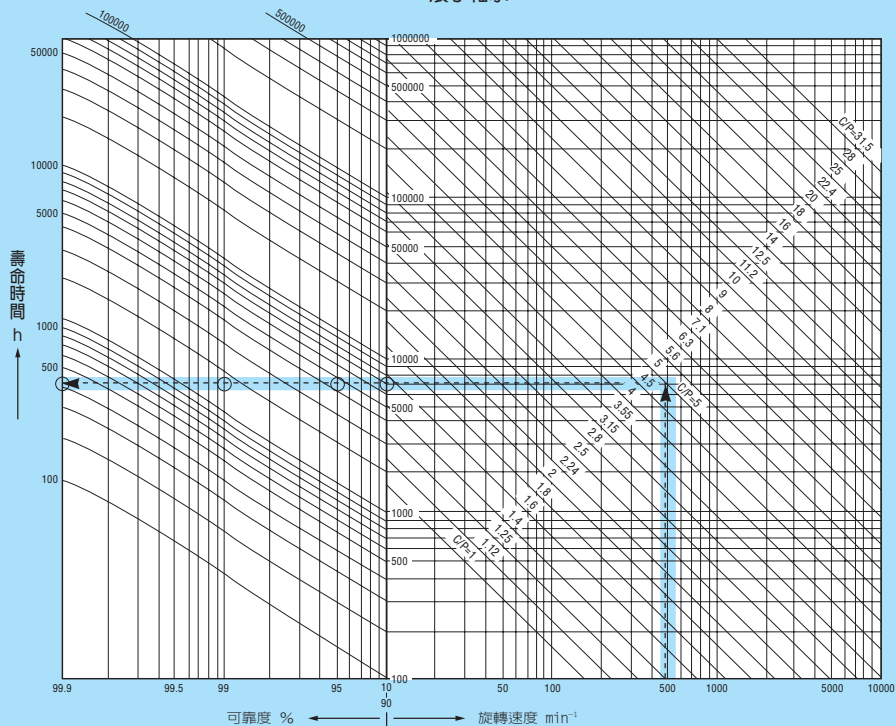
- *可靠度 90%時為 20000 h
- 95%時為 15000 h
- 99%時為 4500 h
- 99.9%時為 1200 h

*關於可靠度請參看3.3.2小節



圖3.5

滾子軸承



〔計算舉例：3〕

軸承公稱號碼為2222 EX, 動等徑徑向
動負荷Pr=98000N, 旋轉速度n=500min⁻¹時
求各可靠度下的壽命。

由尺寸表 (P293), 基本額定動負荷
為: Cr=490000N

$$\frac{C_r}{P_r} = 5$$

沿圖的虛線得出:

- *可靠度 90%時為 7000 h
- 95%時為 4400 h
- 99%時為 1500 h
- 99.9%時為 400 h

*關於可靠度請參看3.3.2小節



3.3 額定壽命的修正

3.3.1 溫度導致基本額定動負荷降低

軸承在工作溫度不超過大約120°C下使用時，軸承能回到它們正常溫度時的原來尺寸。若工作溫度超過120°C，軸承尺寸會有較小的永久變化。為了防止尺寸的永久改變，可採用如表3.3所示的特殊熱處理，稱為熱安定化處理。

經S26熱處理的軸承可使用範圍提高到最高溫度為150°C。應該避免當使用溫度超過150°C時軸承額定壽命會縮短並引起尺寸改變等不良效應。

經S28熱處理的軸承也相同。

若軸承在超過熱安定極限的溫度下工作，軸承材料的硬度會降低。在計算這類軸承的壽命時，基本額定動負荷必須乘以表3.4給出的溫度係數。

表3.3 熱安定性處理

使用溫度範圍	熱安定性處理記號
~ 150°C	S26
~ 200°C	S28

表3.4 溫度係數

溫度	~ 150°C	175°C	200°C
係數	1	0.95	0.90



3.3.2 壽命計算公式的修正

額定壽命公式 (3.1)，由ISO以及JIS規定。

滾珠軸承與滾子軸承作常規使用時採用額定壽命公式 (3.1) 計算。

但隨著最近軸承製造技術和彈性流體潤滑理論的發展，ISO和JIS已採納了下面的壽命計算修正公式。

表3.5 可靠度係數 a_1

可靠度 (%)	99	98	97	96	95	90
a_1	0.21	0.33	0.44	0.53	0.62	1

$$Lna = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^P \dots\dots\dots (3.5)$$

式中：

- Lna : 修正額定壽命 (10^6 轉)
- a_1 : 可靠度係數
- a_2 : 軸承特性係數
- a_3 : 使用條件係數
- C : 基本動定格荷重
- P : 負荷
- P : 3 (滾珠軸承)
- 10/3 (滾子軸承)

公式 (3.5) 僅適用於考慮了運轉條件明確，並能正確計算出軸承負荷的場合。

通常，採用90%的可靠度，材料和使用條件都正常時，可考慮 $a_1=1$ ， $a_2=1$ ， $a_3=1$ ，與公式 (3.1) 一致。

(1) 可靠度係數 a_1

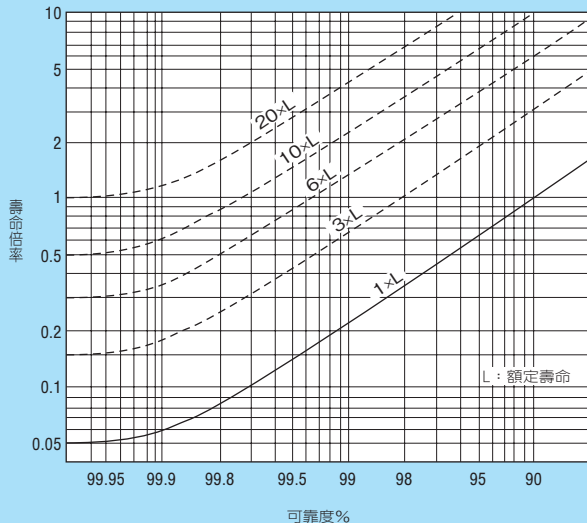
若一組相同的軸承各自在同等條件下工作，其中90%的軸承沒有因滾動疲勞導致材料損傷時，可靠度係數 a_1 為1。此時可靠度定為90%。對於可靠度超過90%的， a_1 以表3.5取值。

提高軸承可靠度水平，相應的軸承計算壽命就會降低。

圖3.4、圖3.5是當 $a_1=1$ 、 $a_2=1$ 時的壽命曲線圖。

圖3.6所示：相對於具有某一額定壽命的軸承的90%可靠度（壽命倍率為1），在相同條件下，使用具有其3倍、6倍、10倍、20倍的額定負荷的軸承時的可靠度提高的情況。

圖3.6 可靠度曲線圖





〔計算舉例：4〕

軸承公稱號碼6209用於承受3160N的徑向負荷。

此時的90%可靠度的壽命如下。從尺寸表中讀取基本額定動負荷 $Cr = 32500N$ ，並使用公式（3.1）計算：

$$\left(\frac{32500}{3160}\right)^3 \times 10^6 = 1088 \times 10^6 \text{轉}$$

想要得到99.4%可靠度的壽命，則由圖3.6可知，必須選擇具有壽命倍率為6的基本額定動負荷的軸承。

該基本額定動負荷 Cr 用公式（3.1）計算如下：

$$\left(\frac{Cr}{3160}\right)^3 \times 10^6 = 6 \times 1088 \times 10^6 \text{轉}$$

由上面兩個公式得到：

$$Cr = (6)^{\frac{1}{3}} \times 32500 = 1.817 \times 32500 = 59000N$$

滿足此基本額定動負荷，且外徑，內徑，寬度在同一尺寸系列的軸承為6214。

(2) 軸承特性係數 a_2

軸承特性係數 a_2 是一個修正係數，用於體現材料形式和質量，製造工程和/或設計很特殊時的額定壽命的增加。NACHI滾珠軸承與滾子軸承使用的高碳鉻軸承鋼都是的真空脫氣材料。

使用這些材料的標準軸承在進行運轉試驗時，在良軸承尺寸表中的基本額定動負荷 Cr （或 Ca ）包含了用於這些材料的使用以及製造技術的改進對提高壽命的效果。

因此使用公式（3.5）計算壽命時， a_2 確定為1。

(3) 使用條件係數 a_3

使用條件係數 a_3 是考慮軸承負荷條件，潤滑條件和溫度條件等的修正係數。潤滑條件尤其是重要考慮因素。

若潤滑條件良好，滾動體和軌道表面因為油膜的存在而不相互接觸，則係數 a_3 可設定為1。

當潤滑條件不良（如下述情況）， a_3 則小於1：

- 當運轉速度特別低時

參考： $dm \cdot n$ 值（滾動體節圓直徑×旋轉速度） ≤ 10000

- 潤滑劑已劣化時。

但目前因為涉及很多變數，對使用條件係數 a_3 的定量還有困難。

而且係數 a_2 和 a_3 之間還相互影響。因此這兩個係數可作一個值（ $a_2 \times a_3$ ）來處理。此時，在通常的潤滑條件和使用條件下，該（ $a_2 \times a_3$ ）的值可設定等於1。在潤滑條件惡劣時，諸如潤滑劑黏度相當低等情況下，請與NACHI公司聯繫。

3.4 軸承負荷的計算



通常，施加到軸承上的負荷由機械運轉的工作負荷，皮帶、齒輪的傳動負荷，滾動體以及被支撐體的自重等構成。

通過一般計算可求得上述負荷的理論負荷，但通常都伴隨著振動和衝擊。計算並將這些振動和衝擊作為軸承負荷進行計算是很困難的，因此通常用計算得到的理論值乘以由以往經驗得到的係數。

$$F = f_s \cdot F_c \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

式中：

- F：軸承負荷 (N)
- f_s：機械係數 (表3.6)
- F_c：計算負荷 (N)

當負荷大小有變動時，則必須計算具有等效軸承壽命的平均負荷。

而且當垂直作用於軸承中心軸的徑向負荷與平行作用的軸向負荷同時作用時，這個負荷必須轉換為能等效計算壽命的動等價負荷。此值就是基本額定壽命公式(3.1)中的P。

3.4.1 皮帶傳動

通過皮帶傳動時要求皮帶初始為緊繃狀態。作用在皮帶輪上的徑向負荷K可計算如下：

$$M = 955000 \cdot \frac{H}{n} \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

$$K_t = \frac{M}{r} \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

式中：

- M：皮帶輪的旋轉力矩 (N·cm)
- K_t：皮帶的有效傳動力 (N)
- H：傳輸功率 (kW)
- n：皮帶輪的轉速 (min⁻¹)
- r：皮帶輪的半徑 (cm)

這裏皮帶的有效傳動力K_t為皮帶緊繃側與鬆弛側的張力差。

考慮到皮帶種類和張力，通過皮帶輪作用在軸上的負荷用由經驗得到的皮帶傳動係數乘以有效傳動力K_t來計算。

一般為

$$K = f_1 \cdot K_t \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

式中：

- K：由皮帶傳動而施加在皮帶輪上的徑向負荷 (N)
- f₁：皮帶傳動係數 (表3.7)

表3.6 機械係數 (f_s)

機械種類	f _s
無衝擊旋轉機械 (電機、渦輪壓縮機、輸送機、造紙設備)	1 ~ 1.2
低衝擊機械 (內燃機、活塞泵、捲揚機、起重機)	1.2 ~ 1.5
高衝擊機械 (落錘、碎石機、壓延機)	1.5 ~ 3.0

表3.7 皮帶傳動係數 (f₁)

傳動種類	f ₁
平皮帶 (有張緊輪)	1.75 ~ 2.5
平皮帶 (無張緊輪)	2.25 ~ 3.5
絲織帶、橡膠帶	
巴拉塔樹膠帶	
V型帶	1.5 ~ 2
鋼片帶	4 ~ 6
棉織帶、麻織帶	2 ~ 6
棉織帶、麻織帶	2 ~ 6

備註 f₁值在低速時採用上限值

表3.8 齒輪精度係數 (f_z)

齒輪的種類	f _z
精密齒輪 (結距和形狀誤差都小於0.02mm)	1 ~ 1.1
普通齒輪 (節距和形狀誤差都為0.02 ~ 0.1mm)	1.1 ~ 1.3



3.4.2 齒輪傳動

齒輪傳動時的理論齒輪負荷由傳動力及齒輪的種類進行計算。

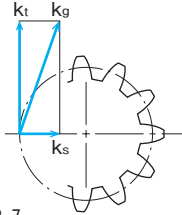


圖3.7

平齒輪則只傳遞徑向負荷，而螺旋齒輪、傘齒輪和蝸輪蝸杆將產生一個軸向負荷分力。

作為最簡單的例子，平齒輪的公式如下：

$$M = 955000 \cdot \frac{H}{n} \dots\dots\dots (3.10)$$

$$K_t = \frac{M}{r} \dots\dots\dots (3.11)$$

$$K_s = K_t \cdot \tan \alpha \dots\dots\dots (3.12)$$

$$K_g = \sqrt{K_t^2 + K_s^2} = K_t \cdot \sec \alpha \dots\dots\dots (3.13)$$

式中：

- M：齒輪的旋轉力矩 (N·cm)
- K_t：切向分力 (N)
- K_s：徑向分力 (N)
- K_g：作用在齒輪上的合力 (N)
- H：傳輸功率 (kW)
- n：轉速 (min⁻¹)
- r：驅動齒輪的節圓半徑 (cm)
- α：齒輪的壓力角 (°)

以上可計算出理論負荷，但還要乘以齒輪精度係數 (由完成精度決定) 和機械係數 (由機械運轉條件產生的衝擊以及其他各力決定)。

$$K = f_z \cdot f_s \cdot K_g \dots\dots\dots (3.14)$$

式中：

- K：通過齒輪軸傳遞到軸上的徑向負荷 (N)
- f_z：齒輪精度係數 (表3.8)
- f_s：機械係數 (表3.6)

3.4.3 軸承的負荷分佈

作用於軸上各作用點的負荷分佈在支撐該軸的軸承上。如圖3.8

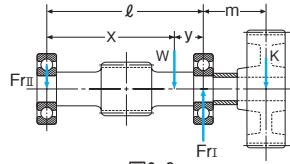


圖3.8

$$Fr_{II} = \frac{l+m}{l} K + \frac{x}{x+y} W \dots\dots\dots (3.15)$$

$$Fr_{II} = \frac{m}{l} K - \frac{y}{x+y} W \dots\dots\dots (3.16)$$

式中：

- Fr_I：作用於軸承 I 上的負荷 (N)
- Fr_{II}：作用於軸承 II 上的負荷 (N)
- K：通過齒輪軸傳遞到軸上的徑向負荷 (N)
- W：作用轉動體重心上的轉動體重量產生的負荷 (N)
- l, m, x, y：如圖所示力作用點的相對位置

3.4.4 變動荷重的平均荷重

由壽命計算公式可知，在整個軸承壽命中，即使是一小段時間的大負荷，也會對軸承壽命產生較大影響。當軸承負荷的大小時刻變化時，軸承壽命可以通過由推導出壽命與變動荷重等效的平均負荷來計算。

(1) 負荷與轉速呈階段式改變時

如圖3.9所示，負荷量呈階段式改變時，依下式計算平均負荷。

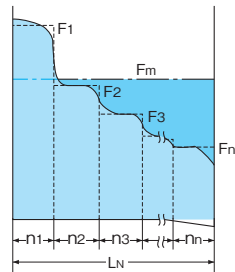


圖3.9

$$F_m = \sqrt[p]{\frac{F_1^p n_1 + F_2^p n_2 + \dots + F_n^p n_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n}} \dots\dots\dots (3.17)$$

式中：

- F_m : 變動荷重的平均荷重 (N)
- n_1 : 負荷 F_1 時的總轉數 (轉)
- n_2 : 負荷 F_2 時的總轉數 (轉)
- L_n : 負荷 F_m 時的總轉數 (轉)

- $p=3$ (滾珠軸承)
- $p=10/3$ (滾子軸承)

在公式 (3.17) 中, 若轉速恒定, 且 $(n_1+n_2+\dots+n_n)$ 以作用時間給出, 那麼公式中 n_1, n_2, \dots, n_n 可分別用 F_1, F_2, \dots, F_n 所花費的時間 t_1, t_2, \dots, t_n 代替。

若負荷呈週期性變動, 整個週期的 F_m 與各週期的平均負荷相同, 因此只需計算一個週期。

(2) 負荷幾乎呈線性變動時

如圖3.10所示, 負荷量呈線性改變時, 可依下式計算平均負荷。

$$F_m \doteq \frac{1}{3} F_{min} + \frac{2}{3} F_{max} \dots\dots\dots (3.18)$$

式中:

- F_m : 平均負荷 (N)
- F_{min} : 最小負荷 (N)
- F_{max} : 最大負荷 (N)

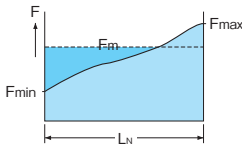


圖3.10

(3) 具有動負荷變動和靜負荷變動時

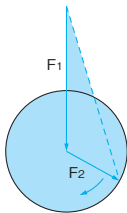


圖3.11

如圖3.11所示, 軸承上有一個恒定大小和方向的負荷 F_1 和一個由不平衡負荷等原因引起的恒定旋轉負荷 F_2 一起作用, 則其平均負荷用以下公式計算。

$$F_m \doteq AF_1 + F_2 \dots\dots\dots (3.19)$$

A值從圖3.12取得。

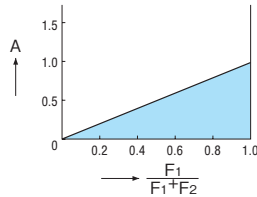


圖3.12

(計算舉例:5)

單列深溝滾珠軸承受如下所示的變動徑向負荷。求此時作用在軸承上的平均徑向負荷

- $F_1=100\text{N}$; 800min^{-1} 轉6秒
- $F_2=50\text{N}$; 1800min^{-1} 轉20秒
- $F_3=200\text{N}$; 3600min^{-1} 轉12秒

此時, F_1, F_2, F_3 各自承受負荷時的總轉數按如下公式計算:

$$n_1 = \frac{6}{60} \times 800 = 80 \text{ rev.}$$

$$n_2 = \frac{20}{60} \times 1800 = 600 \text{ rev.}$$

$$n_3 = \frac{12}{60} \times 3600 = 720 \text{ rev.}$$

由上可得

$$n = n_1 + n_2 + n_3 = 1400 \text{ rev.}$$

由公式 (3.17),

$$F_m = 3 \sqrt{\frac{100^3 \times 80 + 50^3 \times 600 + 200^3 \times 720}{1400}} = 162 \text{ N}$$



3.5 動等價荷重

所謂動等價荷重指的是一個具有恒定方向和大小的負荷，其計算出的軸承壽命等效於實際負荷條件和運轉條件的軸承壽命。這個負荷在為徑向軸承作計算時稱之為徑向動等價荷重；在為止推軸承作計算時就稱為軸向動等價荷重。

公式(3.1)中表示軸承負荷和軸承壽命之間的關係，軸承負荷 P 為徑向負荷或軸向負荷。

但由於徑向和軸向負荷常常同時作用，這時必須轉換為動等價荷重後計算軸承壽命。

3.5.1 徑向動等價荷重

徑向軸承徑的向動等價荷重用下面的公式計算：

$$P_r = X F_r + Y F_a \dots\dots\dots (3.20)$$

式中：

- P_r ：徑向動等價荷重 (N)
- F_r ：徑向負荷 (N)
- F_a ：軸向負荷 (N)
- X ：徑向負荷係數 (取自尺寸表)
- Y ：軸向負荷係數 (取自尺寸表)

在上面的公式中，若徑向負 F_a 荷為0或很小， $F_a/F_r \leq e$ (e 為在尺寸表中由軸承大小和負荷確定的值) 時

$$\begin{aligned} X &= 1 \\ Y &= 0 \\ P_r &= F_r \end{aligned}$$

3.5.2 軸向動等價荷重

普通止推軸承不能承受徑向負荷，自動調心滾子止推軸承能承受一定的徑向負荷。

這時軸向動等價荷重用下面的公式計算。

$$P_a = F_a + 1.2 F_r \dots\dots\dots (3.21)$$

式中：

- P_a ：軸向動等價荷重 (N)
 - F_a ：軸向負荷 (N)
 - F_r ：徑向負荷 (N)
- 但 $F_r/F_a \leq 0.55$

3.5.3 擺動負荷的動等價荷重

承受擺動的徑向軸承的動等價荷重用下面的公式計算：

$$P_r = \left(\frac{\psi}{90^\circ} \right)^{1/p} (X F_r + Y F_a) \dots\dots\dots (3.22)$$

式中：

- P_r ：動等價荷重 (N)
- ψ ：擺動角度 ($^\circ$)
- p ：3……滾珠軸承
- p ：10/3……滾子軸承
- F_r ：徑向負荷 (N)
- F_a ：軸向負荷 (N)
- X ：徑向負荷係數 (取自尺寸表)
- Y ：軸向負荷係數 (取自尺寸表)
- Z ：一系列滾動體的數量

但是 $\psi \geq \frac{90^\circ}{Z}$

若 ψ 很小時，由於常常存在特殊磨耗，轉動面或軌道面上產生局部磨損（摩擦腐蝕），上式就不再適用。因此為抑制這種現象必須正確使用潤滑劑。

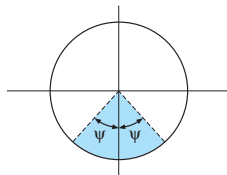


圖3.13

3.5.4 角接觸滾珠軸承和圓錐滾子軸承的負荷

對於角接觸滾珠軸承和圓錐滾子軸承，必須如圖3.14和圖3.15所示使用軸承內部的接觸線的延長線與軸線的交點（作用點）作為軸承的支撐點。

此時，使用 r_1 、 m_1 、 x_1 、 y_1 或 r_1' 、 m_1' 、 x_1' 、 y_1' 作為有效間隔替代 l 、 m 、 x 、 y ，來應用公式(3.15)和公式(3.16)

因此對於角接觸滾珠軸承和圓錐滾子軸承，尺寸表中用“ a ”值來表示作用點位置。

若在一個軸承系統中有力矩負荷，則這種考慮方式就特別重要。

若在圓錐滾子軸承上載入徑向負荷，將產生軸向分力。因此要將兩個圓錐滾子軸承對面組合使用。



該軸向分力Fa'的大小用下面的公式計算：

$$Fa' = \frac{Fr}{2Y_1} \quad (3.23)$$

式中：

- Fa'：軸向分力 (N)
- Fr：徑向負荷 (N)
- Y₁：軸向負荷係數（取自尺寸表）

因此作用在軸承上的軸向負荷用表3.9中顯示。

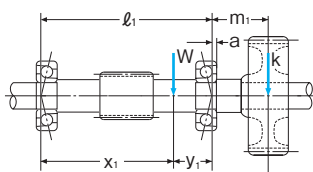


圖3.14

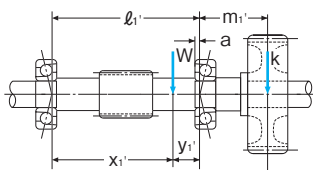


圖3.15

表3.9 角接觸滾子軸承或圓錐滾子對面安裝時的軸向負荷和動等荷重

軸承配置		負荷條件
		$Fa \geq 0.5 \left(\frac{Fr_I}{Y_I} - \frac{Fr_{II}}{Y_{II}} \right)$
		$Fa < 0.5 \left(\frac{Fr_I}{Y_I} - \frac{Fr_{II}}{Y_{II}} \right)$
		$Fa \geq 0.5 \left(\frac{Fr_{II}}{Y_{II}} - \frac{Fr_I}{Y_I} \right)$
		$Fa < 0.5 \left(\frac{Fr_{II}}{Y_{II}} - \frac{Fr_I}{Y_I} \right)$

備註1. 適用於當內部間隙及預壓為0時。
 2. 與上面箭頭相反方向作用的徑向負荷也要按正值處理。



F_{rI}, F_{rII} : 作用於軸承 I、II 的徑向負荷 (N)
 Y_I, Y_{II} : 軸承 I、II 的軸向負荷係數 (取自尺寸表)
 P_{rI}, P_{rII} : 軸承 I、II 的徑向動等價荷重 (N)
 F_a : 附加軸向負荷 (N), 方向如表 3.9 所示。
 X_I, X_{II} : 徑向負荷係數 (取自尺寸表)

	軸向負荷	徑向動等價荷重
	$F_{aI} = F_{aII} + F_a$ $F_{aII} = 0.5 \frac{F_{rII}}{Y_{II}}$	$P_{rI} = X_I F_{rI} + Y_I (F_{aII} + F_a)$ $P_{rII} = F_{rII}$
	$F_{aI} = 0.5 \frac{F_{rI}}{Y_I}$ $F_{aII} = F_{aI} - F_a$	$P_{rI} = F_{rI}$ $P_{rII} = X_{II} F_{rII} + Y_{II} (F_{aI} - F_a)$
	$F_{aI} = 0.5 \frac{F_{rI}}{Y_I}$ $F_{aII} = F_{aI} + F_a$	$P_{rI} = F_{rI}$ $P_{rII} = X_{II} F_{rII} + Y_{II} (F_{aI} + F_a)$
	$F_{aI} = F_{aII} - F_a$ $F_{aII} = 0.5 \frac{F_{rII}}{Y_{II}}$	$P_{rI} = X_I F_{rI} + Y_I (F_{aII} - F_a)$ $P_{rII} = F_{rII}$

3.6 基本額定靜負荷與動等價荷重



3.6.1 基本額定靜負荷

與轉動面的材料產生疲勞現象導致軸承不能使用的情況不同，有時由於軸承負荷使得軌道和轉動體的接觸部因為壓力產生永久變形，從而導致軸承受損無法使用。

“基本額定靜負荷”指的是在滾動體和軌道接觸處，最大接觸應力為以下值時的靜負荷。

- 自動調心滾珠軸承…… 4600MPa
- 其他滾珠軸承…… 4200MPa
- 滾子軸承…… 4000MPa

這些接觸應力使得滾動體和軌道的永久變形量的和約為滾動體直徑的1/10000。

基本額定靜負荷按每個軸承的公稱號碼在尺寸表中給出。符號 C_{or} 用於徑向軸承，符號 C_{oa} 用於止推軸承。

3.6.2 靜等價荷重

靜等價荷重是指一個等效的靜負荷，它產生與承受最大應力的滾動體和軌道環的接觸部在實際負荷條件下受到的最大應力相同的接觸應力。

對徑向軸承，取方向和大小恒定的徑向負荷，稱為徑向靜等價荷重，對於止推軸承，取方向和大小恒定的軸向負荷，稱為軸向靜等價荷重。

(1) 徑向靜等價荷重

計算同時承受徑向和軸向負荷的徑向軸承的徑向靜等價荷重，應選用由公式 (3.24) 和公式 (3.25) 計算得出的結果的較大者。

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a \dots\dots\dots (3.24)$$

$$P_{or} = F_r \dots\dots\dots (3.25)$$

式中：

P_{or} ：徑向靜等價荷重 (N)

F_r ：徑向負荷 (N)

F_a ：軸向負荷 (N)

X_o ：徑向靜負荷係數 (取自尺寸表)

Y_o ：軸向負荷靜係數 (取自尺寸表)

(2) 軸向靜等價荷重

自動調心滾子止推軸承能承載一定的軸向負荷，其軸向靜等價荷重用以下公式計算：

$$P_{oa} = F_a + 2.7 F_r \dots\dots\dots (3.26)$$

式中：

P_{oa} ：軸向靜等價荷重 (N)

F_a ：軸向負荷 (N)

F_r ：徑向負荷 (N)

但 $F_r / F_a \leq 0.55$

3.6.3 安全係數

一般應用中軸承的基本額定靜負荷被認為是極限負荷。

但實際應用時根據使用設備的性質和目的的不同，有時必須考慮安全係數 ($S_o \geq 1$)。

有的設備的安全係數可能為 $S_o < 1$ 。公式 (3.27) 及表3.10顯示了計算公式和安全係數 (參考值)。

$$C_o = S_o \cdot P_{omax} \dots\dots\dots (3.27)$$

式中：

C_o ：基本額定靜負荷 (N)

(徑向軸承時為 C_{or} ；止推軸承時為 C_{oa})

S_o ：安全係數 (取自表3.10)

P_{omax} ：靜等價荷重 (N)

表3.10 安全係數 S_o

使用條件	S_o	
	滾珠軸承	滾子軸承
需高旋轉精度時	2	3
存在振動或衝擊時	1.5	2
正常工作條件	1	1.5
即使永久變形量稍大也不更換時	0.7	1

備註 對於自動調心滾子止推軸承，使用4以上的值。



3.7 圓筒滾子軸承的軸向負荷能力

圓筒滾子軸承一般僅用來承受徑向負荷。然而內、外環都有凸緣或擋圈的NJ、NF和NUP型等能夠承受一定的軸向負荷。

然而，與徑向負荷決定的轉動面的疲勞壽命不同，這個軸向極限負荷是指滾子端面和凸緣面之間的“滑動”引起的發熱、燒損、磨耗等滑動接觸的極限。不考慮作為徑向軸承時的軸承壽命時，其軸向負荷能力用下面的公式計算。

$$F_a = (p_v) \frac{\lambda}{n} \dots\dots\dots \text{負荷能力 (N)}$$

p_v : 由使用條件決定的係數

λ : 由軸承尺寸決定的係數

(由滾子端面和凸緣的接觸面積、軸承大小等決定)

n : 軸承的轉速 (min^{-1})

然而，如果 F_a 比 F_r 大，則滾子無法正常轉動，因此容許軸向負荷不能違反下面的公式。

$$\text{容許軸向負荷} \leq K_1 \cdot F_r$$

軸承系列	K_1
1000、200、200E 300、300E、400	0.2
2200、2200E、2300、2300E	0.4

表3.11.1 係數 (p_v) 的值

使用條件 (負荷條件與潤滑條件)	(p_v)
承受間歇軸向負荷、熱傳導良好、良好的冷卻或非常大量的潤滑劑	5400 ~ 6900
承受間歇軸向負荷、熱傳導良好、大量潤滑劑	2600 ~ 3200
油潤滑，熱傳導良好或冷卻效果良好	1900 ~ 2200
持續軸向負荷、油潤滑，或者間歇軸向負荷、脂潤滑	1300 ~ 1600
持續軸向負荷、脂潤滑	690 ~ 780

表3.11.2 係數的 λ 值

直徑記號	λ
0	19d
2	32d
3	45d
4	60d

d = 軸承內徑 (mm)

讓圓筒滾子軸承具有承受軸向負荷的能力時，要補充考慮如下事項：

- 必須施加足夠的徑向負荷。
- 在滾子端面和凸緣之間提供足夠的潤滑劑。
- 使用具有高油膜抗壓性能的潤滑劑。
- 保證良好的軸承安裝精度。(見8.3小節)
- 要充分運轉。
- 將徑向軸承的間隙減到最小。

4 滾動軸承的主要尺寸和公稱號碼

4.1 滾動軸承的主要尺寸

如圖4.1~4.5所示，滾動軸承的主要尺寸有軸承內徑 d 、外徑 D 、寬度 B 、安裝寬度 T 或高度 H 、倒角尺寸 r 等顯示輪廓的尺寸，這些尺寸都是將軸承安裝到軸和軸承箱上時必需的。

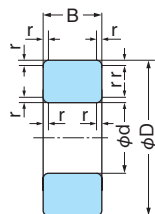
為了在國際上具有互換性以及能經濟性的批量生產，這些主要尺寸已經由國際標準 (ISO15) 將其標準化。

在日本則以ISO規格為基礎，於JIS B 1512 (滾動軸承的主要尺寸) 中將主要尺寸標準化了。

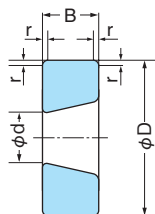
NACHI的軸承採用JIS以及ISO中規定的主要尺寸。徑向軸承 (除圓錐滾子軸承外) 及止推軸承的尺寸系列的關係如圖4.6、圖4.7所示。

表4.1 外形尺寸術語

系列	定義	備註
直徑系列	直徑系列是表示對應於軸承內徑的外徑的系列。相對於同一軸承內徑分級設定若干外徑，使用一位數字表示。	(1) 相對於同一內徑，直徑記號7為最小外徑，直徑記號4為最大外徑。
寬度系列或高度系列	寬度系列或高度系列是指對於相同軸承內徑、相同軸承外徑的軸承，分級決定幾種寬度或高度，以一位數字表示。	(2) 每個直徑系列都帶有記號為8, 0, 1...5, 6的寬度系列。對於相同內徑和外徑，寬度記號8為最小寬度，6為最大寬度。
尺寸系列	尺寸系列 = (寬度系列或高度系列) + (直徑系列)。對於相同軸承內徑，用將寬度系列或高度系列的記號數位與直徑系列的記號數位按照以下順序組合而成的兩位數字來表示。	



圖柱孔



圖錐孔 (錐形1/12或1/30)

圖4.1 徑向軸承 (圓錐滾子軸承除外)

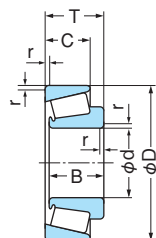


圖4.2 圓錐滾子軸承

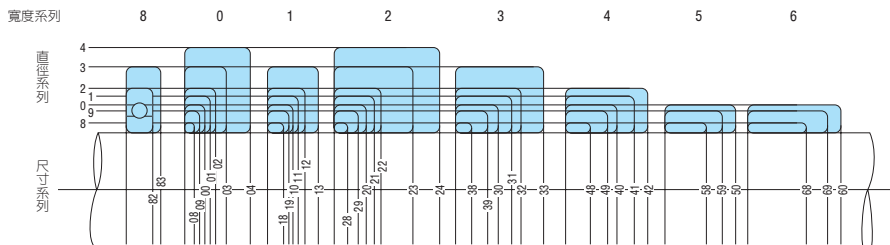


圖 4.6 徑向軸承的截面尺寸系列的圖示 (圖錐滾子軸承除外)

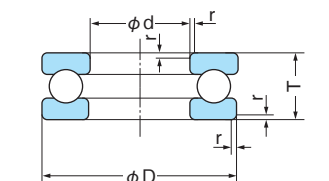


圖 4.3 單式止推滾珠軸承

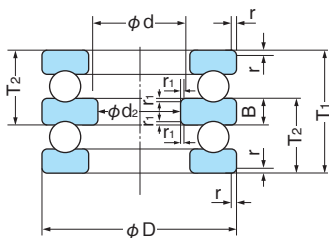


圖 4.4 複式止推滾珠軸承

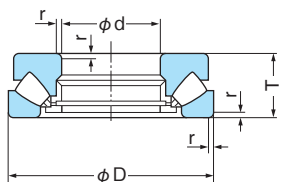


圖 4.5 自動調心滾子止推軸承

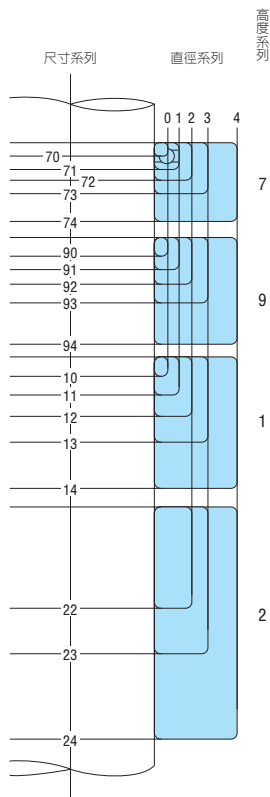


圖 4.7 止推軸承的截面尺寸系列的圖示 (直徑系列5除外)

4.3 圓錐滾子軸承的主要尺寸

表4.3

代號	圓錐滾子軸承		329					320				330				331						
	公稱軸承內徑	外徑	直徑系列9					直徑系列0								直徑系列1						
			寬度系列2			倒角尺寸		外徑	寬度系列2			寬度系列3			倒角尺寸		外徑	寬度系列3			倒角尺寸	
d	D	B	C	T	內環	外環	D		B	C	T	B	C	T	內環	外環		D	B	C	T	內環
					r (最小)	r (最小)								r (最小)	r (最小)						r (最小)	r (最小)
02	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
03	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
04	20	37	12	9	12	0.3	0.3	42	15	12	15	—	—	—	0.6	0.6	—	—	—	—	—	—
/22	22	40	12	9	12	0.3	0.3	44	15	11.5	15	—	—	—	0.6	0.6	—	—	—	—	—	—
05	25	42	12	9	12	0.3	0.3	47	15	11.5	15	17	14	17	0.6	0.6	—	—	—	—	—	—
/28	28	45	12	9	12	0.3	0.3	52	16	12	16	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
06	30	47	12	9	12	0.3	0.3	55	17	13	17	20	16	20	1	1	—	—	—	—	—	—
/32	32	52	15	10	14	0.6	0.6	58	17	13	17	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
07	35	55	14	11.5	14	0.6	0.6	62	18	14	18	21	17	21	1	1	—	—	—	—	—	—
08	40	62	15	12	15	0.6	0.6	68	19	14.5	19	22	18	22	1	1	75	26	20.5	26	1.5	1.5
09	45	68	15	12	15	0.6	0.6	75	20	15.5	20	24	19	24	1	1	80	26	20.5	26	1.5	1.5
10	50	72	15	12	15	0.6	0.6	80	20	15.5	20	24	19	24	1	1	85	26	20	26	1.5	1.5
11	55	80	17	14	17	1	1	90	23	17.5	23	27	21	27	1.5	1.5	95	30	23	30	1.5	1.5
12	60	85	17	14	17	1	1	95	23	17.5	23	27	21	27	1.5	1.5	100	30	23	30	1.5	1.5
13	65	90	17	14	17	1	1	100	23	17.5	23	27	21	27	1.5	1.5	110	34	26.5	34	1.5	1.5
14	70	100	20	16	20	1	1	110	25	19	25	31	25.5	31	1.5	1.5	120	37	29	37	2	1.5
15	75	105	20	16	20	1	1	115	25	19	25	31	25.5	31	1.5	1.5	125	37	29	37	2	1.5
16	80	110	20	16	20	1	1	125	29	22	29	36	29.5	36	1.5	1.5	130	37	29	37	2	1.5
17	85	120	23	18	23	1.5	1.5	130	29	22	29	36	29.5	36	1.5	1.5	140	41	32	41	2.5	2
18	90	125	23	18	23	1.5	1.5	140	32	24	32	39	32.5	39	2	1.5	150	45	35	45	2.5	2
19	95	130	23	18	23	1.5	1.5	145	32	24	32	39	32.5	39	2	1.5	160	49	38	49	2.5	2
20	100	140	25	20	25	1.5	1.5	150	32	24	32	39	32.5	39	2	1.5	165	52	40	52	2.5	2
21	105	145	25	20	25	1.5	1.5	160	35	26	35	43	34	43	2.5	2	175	56	44	56	2.5	2
22	110	150	25	20	25	1.5	1.5	170	38	29	38	47	37	47	2.5	2	180	56	43	56	2.5	2
24	120	165	29	23	29	1.5	1.5	180	38	29	38	48	38	48	2.5	2	200	62	48	62	2.5	2
26	130	180	32	25	32	2	1.5	200	45	34	45	55	43	55	2.5	2	—	—	—	—	—	—
28	140	190	32	25	32	2	1.5	210	45	34	45	56	44	56	2.5	2	—	—	—	—	—	—
30	150	210	38	30	38	2.5	2	225	48	36	48	59	46	59	3	2.5	—	—	—	—	—	—
32	160	220	38	30	38	2.5	2	240	51	38	51	—	—	—	3	2.5	—	—	—	—	—	—
34	170	230	38	30	38	2.5	2	260	57	43	57	—	—	—	3	2.5	—	—	—	—	—	—
36	180	250	45	34	45	2.5	2	280	64	48	64	—	—	—	3	2.5	—	—	—	—	—	—
38	190	260	45	34	45	2.5	2	290	64	48	64	—	—	—	3	2.5	—	—	—	—	—	—
40	200	280	51	39	51	3	2.5	310	70	53	70	—	—	—	3	2.5	—	—	—	—	—	—
44	220	300	51	39	51	3	2.5	340	76	57	76	—	—	—	4	3	—	—	—	—	—	—
48	240	320	51	39	51	3	2.5	360	76	57	76	—	—	—	4	3	—	—	—	—	—	—
52	260	360	63.5	48	63.5	3	2.5	400	87	65	87	—	—	—	5	4	—	—	—	—	—	—
56	280	380	63.5	48	63.5	3	2.5	420	87	65	87	—	—	—	5	4	—	—	—	—	—	—
60	300	420	76	57	76	4	3	460	100	74	100	—	—	—	5	4	—	—	—	—	—	—
64	320	440	76	57	76	4	3	480	100	74	100	—	—	—	5	4	—	—	—	—	—	—
68	340	460	76	57	76	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72	360	480	76	57	76	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

備註1. 倒角尺寸為最小容許倒角尺寸。
 2. 尺寸表 (P207圓錐滾子軸承) 中列出的無E...J的32000和32200系列軸承的尺寸與本表不同，為B.C.T尺寸。



單位 mm

		302				322				332						303				303D				313				323						圓錐滾子軸承			
		直徑系列2																直徑系列3																		公稱軸承內徑	
外徑	寬度系列0				寬度系列2				寬度系列3				倒角尺寸		外徑	寬度系列0				寬度系列1				寬度系列2				倒角尺寸		代號	d						
	D	B	C	T	B	C	T	B	C	T	內環 r (最小)	外環 r (最小)	D	B		C	C'(1)	T	B	C	T	B	C	T	B	C	T	內環 r (最小)	外環 r (最小)								
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	13	11	-	14.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	02	15					
40	12	11	13.25	16	14	17.25	-	-	-	-	1	1	47	14	12	-	15.25	-	-	-	19	16	20.25	1	1	03	17										
47	14	12	15.25	18	15	19.25	-	-	-	-	1	1	52	15	13	-	16.25	-	-	-	21	18	22.25	1.5	1.5	04	20										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/22	22						
52	15	13	16.25	18	16	19.25	22	18	22	1	1	62	17	15	13	18.25	-	-	-	24	20	25.25	1.5	1.5	05	25											
58	-	-	-	19	16	20.25	24	19	24	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/28	28							
62	16	14	17.25	20	17	21.25	25	19.5	25	1	1	72	19	16	14	20.75	-	-	-	27	23	28.75	1.5	1.5	06	30											
65	17	15	18.25	26.5	17	22	26	20.5	26	1	1	75	-	-	-	-	-	-	-	28	23	29.75	1.5	1.5	/32	32											
72	17	15	18.25	23	19	24.25	28	22	28	1.5	1.5	80	21	18	15	22.75	-	-	-	31	25	32.75	2	1.5	07	35											
80	18	16	19.75	23	19	24.75	32	25	32	1.5	1.5	90	23	20	17	25.25	-	-	-	33	27	35.25	2	1.5	08	40											
85	19	16	20.75	23	19	24.75	32	25	32	1.5	1.5	100	25	22	18	27.25	-	-	-	36	30	38.25	2	1.5	09	45											
90	20	17	21.75	23	19	24.75	32	24.5	32	1.5	1.5	110	27	23	19	29.25	-	-	-	40	33	42.25	2.5	2	10	50											
100	21	18	22.75	25	21	26.75	35	27	35	2	1.5	120	29	25	21	31.5	-	-	-	43	35	45.5	2.5	2	11	55											
110	22	19	23.75	28	24	29.75	38	29	38	2	1.5	130	31	26	22	33.5	-	-	-	46	37	48.5	3	2.5	12	60											
120	23	20	24.75	31	27	32.75	41	32	41	2	1.5	140	33	28	23	36	-	-	-	48	39	51	3	2.5	13	65											
125	24	21	26.25	31	27	33.25	41	32	41	2	1.5	150	35	30	25	38	-	-	-	51	42	54	3	2.5	14	70											
130	25	22	27.25	31	27	33.25	41	31	41	2	1.5	160	37	31	26	40	-	-	-	55	45	58	3	2.5	15	75											
140	26	22	28.25	33	28	35.25	46	35	46	2.5	2	170	39	33	27	42.5	-	-	-	58	48	61.5	3	2.5	16	80											
150	28	24	30.5	36	30	38.5	49	37	49	2.5	2	180	41	34	28	44.5	-	-	-	60	49	63.5	4	3	17	85											
160	30	26	32.5	40	34	42.5	55	42	55	2.5	2	190	43	36	30	46.5	-	-	-	64	53	67.5	4	3	18	90											
170	32	27	34.5	43	37	45.5	58	44	58	3	2.5	200	45	38	32	49.5	-	-	-	67	55	71.5	4	3	19	95											
180	34	29	37	46	39	49	63	48	63	3	2.5	215	47	39	-	51.5	51	35	56.5	73	60	77.5	4	3	20	100											
190	36	30	39	50	43	53	68	52	68	3	2.5	225	49	41	-	53.5	53	36	58	77	63	81.5	4	3	21	105											
200	38	32	41	53	46	56	-	-	-	3	2.5	240	50	42	-	54.5	57	38	63	80	65	84.5	4	3	22	110											
215	40	34	43.5	58	50	61.5	-	-	-	3	2.5	260	55	46	-	59.5	62	42	68	86	69	90.5	4	3	24	120											
230	40	34	43.75	64	54	67.75	-	-	-	4	3	280	58	49	-	63.75	66	44	72	-	-	-	5	4	26	130											
250	42	36	45.75	68	58	71.75	-	-	-	4	3	300	62	53	-	67.75	70	47	77	-	-	-	5	4	28	140											
270	45	38	49	73	60	77	-	-	-	4	3	320	65	55	-	72	75	50	82	-	-	-	5	4	30	150											
290	48	40	52	80	67	84	-	-	-	4	3	340	68	58	-	75	-	-	-	-	-	-	5	4	32	160											
310	52	43	57	86	71	91	-	-	-	5	4	360	72	62	-	80	-	-	-	-	-	-	5	4	34	170											
320	52	43	57	86	71	91	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	180							
340	55	46	60	92	75	97	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	190							
360	58	48	64	98	82	104	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	200							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	220							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	240							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	260							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	280							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	300							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	320							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	340							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	360							

註(1) 適用於303D (高斜度型)。

4.4 推力軸承（平面座形）的主要尺寸

表4.4

單式止推滾珠軸承		511												512				522		
複式止推滾珠軸承		292																		
自動調心滾子止推軸承		直徑系列0						直徑系列1						直徑系列2						
公稱軸承內徑		公稱軸承外徑		尺寸系列		倒角尺寸 (最小)	公稱軸承外徑		尺寸系列		倒角尺寸 (最小)	公稱軸承外徑		尺寸系列				倒角尺寸		
代號	d	70	90	10	公稱高度T		71	91	11	公稱高度T		72	92	12	22	22	中環 內徑 d _a	厚度 B	r (最小)	r ₁ (最小)
4	4	12	4	—	6	0.3	—	—	—	—	—	16	6	—	8	—	—	—	0.3	—
6	6	16	5	—	7	0.3	—	—	—	—	—	20	6	—	9	—	—	—	0.3	—
8	8	18	5	—	7	0.3	—	—	—	—	—	22	6	—	9	—	—	—	0.3	—
00	10	20	5	—	7	0.3	24	6	—	9	0.3	26	7	—	11	—	—	—	0.6	—
01	12	22	5	—	7	0.3	26	6	—	9	0.3	28	7	—	11	—	—	—	0.6	—
02	15	26	5	—	7	0.3	28	6	—	9	0.3	32	8	—	12	22	10	5	0.6	0.3
03	17	28	5	—	7	0.3	30	6	—	9	0.3	35	8	—	12	26	—	—	0.6	—
04	20	32	6	—	8	0.3	35	7	—	10	0.3	40	9	—	14	26	15	6	0.6	0.3
05	25	37	6	—	8	0.3	42	8	—	11	0.6	47	10	—	15	28	20	7	0.6	0.3
06	30	42	6	—	8	0.3	47	8	—	11	0.6	52	10	—	16	29	25	7	0.6	0.3
07	35	47	6	—	8	0.3	52	8	—	12	0.6	62	12	—	18	34	30	8	1	0.3
08	40	52	6	—	9	0.3	60	9	—	13	0.6	68	13	—	19	36	30	9	1	0.6
09	45	60	7	—	10	0.3	65	9	—	14	0.6	73	13	—	20	37	35	9	1	0.6
10	50	65	7	—	10	0.3	70	9	—	14	0.6	78	13	—	22	39	40	9	1	0.6
11	55	70	7	—	10	0.3	78	10	—	16	0.6	90	16	21	25	45	45	10	1	0.6
12	60	75	7	—	10	0.3	85	11	—	17	1	95	16	21	26	46	50	10	1	0.6
13	65	80	7	—	10	0.3	90	11	—	18	1	100	16	21	27	47	55	10	1	0.6
14	70	85	7	—	10	0.3	95	11	—	18	1	105	16	21	27	47	55	10	1	1
15	75	90	7	—	10	0.3	100	11	—	19	1	110	16	21	27	47	60	10	1	1
16	80	95	7	—	10	0.3	105	11	—	19	1	115	16	21	28	48	65	10	1	1
17	85	100	7	—	10	0.3	110	11	—	19	1	125	18	24	31	55	70	12	1	1
18	90	105	7	—	10	0.3	120	14	—	22	1	135	20	27	35	62	75	14	1.1	1
20	100	120	9	—	14	0.6	135	16	21	25	1	150	23	30	38	67	85	15	1.1	1
22	110	130	9	—	14	0.6	145	16	21	25	1	160	23	30	38	67	95	15	1.1	1
24	120	140	9	—	14	0.6	155	16	21	25	1	170	23	30	39	68	100	15	1.1	1.1
26	130	150	9	—	14	0.6	170	18	24	30	1	190	27	36	45	80	110	18	1.5	1.1
28	140	160	9	—	14	0.6	180	18	24	31	1	200	27	36	46	81	120	18	1.5	1.1
30	150	170	9	—	14	0.6	190	18	24	31	1	215	29	39	50	89	130	20	1.5	1.1
32	160	180	9	—	14	0.6	200	18	24	31	1	225	29	39	51	90	140	20	1.5	1.1
34	170	190	9	—	14	0.6	215	20	27	34	1.1	240	32	42	55	97	150	21	1.5	1.1
36	180	200	9	—	14	0.6	225	20	27	34	1.1	250	32	42	56	98	150	21	1.5	2
38	190	215	11	—	17	1	240	23	30	37	1.1	270	36	48	62	109	160	24	2	2
40	200	225	11	—	17	1	250	23	30	37	1.1	280	36	48	62	109	170	24	2	2
44	220	250	14	—	22	1	270	23	30	37	1.1	300	36	48	63	110	190	24	2	2
48	240	270	14	—	22	1	300	27	36	45	1.5	340	45	60	78	—	—	—	2.1	—
52	260	290	14	—	22	1	320	27	36	45	1.5	360	45	60	79	—	—	—	2.1	—
56	280	310	14	—	22	1	350	32	42	53	1.5	380	45	60	80	—	—	—	2.1	—
60	300	340	18	24	30	1	380	36	48	62	2	420	54	73	95	—	—	—	3	—
64	320	360	18	24	30	1	400	36	48	63	2	440	54	73	95	—	—	—	3	—
68	340	380	18	24	30	1	420	36	48	64	2	460	54	73	96	—	—	—	3	—
72	360	400	18	24	30	1	440	36	48	65	2	500	63	85	110	—	—	—	4	—
76	380	420	18	24	30	1	460	36	48	65	2	520	63	85	112	—	—	—	4	—
80	400	440	18	24	30	1	480	36	48	65	2	540	63	85	112	—	—	—	4	—
84	420	460	18	24	30	1	500	36	48	65	2	580	73	95	130	—	—	—	5	—
88	440	480	18	24	30	1	540	45	60	80	2.1	600	73	95	130	—	—	—	5	—
92	460	500	18	24	30	1	560	45	60	80	2.1	620	73	95	130	—	—	—	5	—
96	480	520	18	24	30	1	580	45	60	80	2.1	650	78	103	135	—	—	—	5	—
/500	500	540	18	24	30	1	600	45	60	80	2.1	670	78	103	135	—	—	—	5	—
/530	530	580	23	30	38	1.1	640	50	67	85	3	710	82	109	140	—	—	—	5	—
/560	560	610	23	30	38	1.1	670	50	67	85	3	750	85	115	150	—	—	—	5	—
/600	600	650	23	30	38	1.1	710	50	67	85	3	800	90	122	160	—	—	—	5	—
/630	630	680	23	30	38	1.1	750	54	73	95	3	850	100	132	175	—	—	—	6	—
/670	670	730	27	36	45	1.5	800	58	78	105	4	900	103	140	180	—	—	—	6	—
/710	710	780	32	42	53	1.5	850	63	85	112	4	950	109	145	190	—	—	—	6	—
/750	750	820	32	42	53	1.5	900	67	90	120	4	1000	112	150	195	—	—	—	6	—
/800	800	870	32	42	53	1.5	950	67	90	120	4	1060	118	155	205	—	—	—	7.5	—
/850	850	920	32	42	53	1.5	1000	67	90	120	4	1120	122	160	212	—	—	—	7.5	—
/900	900	980	36	48	63	2	1060	73	95	130	5	1180	125	170	220	—	—	—	7.5	—
/950	950	1030	36	48	63	2	1120	78	103	135	5	1250	136	180	236	—	—	—	7.5	—
/1000	1000	1090	41	54	70	2.1	1180	82	109	140	5	1320	145	190	250	—	—	—	9.5	—
/1060	1060	1150	41	54	70	2.1	1250	85	115	150	5	1400	155	200	265	—	—	—	9.5	—
/1120	1120	1220	45	60	80	2.1	1320	90	122	160	5	1460	—	206	—	—	—	—	9.5	—
/1180	1180	1280	45	60	80	2.1	1400	100	132	175	6	1520	—	206	—	—	—	—	9.5	—
/1250	1250	1360	50	67	85	3	1460	—	—	—	175	6	1610	—	216	—	—	—	9.5	—
/1320	1320	1440	—	—	95	3	1540	—	—	—	175	6	1700	—	228	—	—	—	9.5	—
/1400	1400	1520	—	—	95	3	1630	—	—	—	180	6	1760	—	234	—	—	—	12	—
/1500	1500	1630	—	—	105	4	1750	—	—	—	195	6	1920	—	252	—	—	—	12	—
/1600	1600	1730	—	—	105	4	1850	—	—	—	195	6	2040	—	264	—	—	—	15	—
/1700	1700	1840	—	—	112	4	1970	—	—	—	212	7.5	2160	—	276	—	—	—	15	—
/1800	1800	1950	—	—	120	4	2080	—	—	—	220	7.5	2280	—	280	—	—	—	15	—
/1900	1900	2060	—	—	130	5	2180	—	—	—	220	7.5	—	—	—	—	—	—	—	—
/2000	2000	2160	—	—	130	5	2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
/2120	2120	2300	—	—	140	5	2430	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
/2240	2240	2430	—	—	150	5	2570	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
/2360	2360	2550	—	—	150	5	2700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
/2500	2500	2700	—	—	160	5	2850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

備註 倒角尺寸為最小容許倒角尺寸。



513											514											單位 mm														
523											294											524		單式止推滾珠軸承												
293											直徑系列3											直徑系列4											直徑系列5		複式止推滾珠軸承	
公稱 軸承 外徑 D	尺寸系列						倒角尺寸		公稱 軸承 外徑 d	尺寸系列						倒角尺寸		公稱 軸承 外徑 D	尺寸系列		倒角 尺寸	公稱軸承內徑														
	73	93	13	23	23		r (最小)	r ₁ (最小)		74	94	14	24	24		r (最小)	r ₁ (最小)		公稱 軸承 外徑 D	尺寸 系列 95		高度 T	r (最小)	代號	d											
	公稱高度T									中環	中環	公稱高度T									中環					中環										
20	7	—	11	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4												
24	8	—	12	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	6												
26	8	—	12	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8												
30	9	—	14	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10												
32	9	—	14	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	12												
37	10	—	15	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	15												
40	10	—	16	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	17												
47	12	—	18	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	20												
52	12	—	18	34	20	8	1	0.3	60	16	21	24	45	15	11	1	0.6	73	29	1.1	0.5	25	25													
60	14	—	21	38	25	9	1	0.3	70	18	24	28	52	20	12	1	0.6	85	34	1.1	0.6	30	30													
68	15	—	24	44	30	10	1	0.3	80	20	27	32	59	25	14	1.1	0.6	100	39	1.1	0.7	35	35													
78	17	22	26	49	30	12	1	0.6	90	23	30	36	65	30	15	1.1	0.6	110	42	1.5	0.8	40	40													
85	18	24	28	52	35	12	1	0.6	100	25	34	39	72	35	17	1.1	0.6	120	45	2	0.9	45	45													
95	20	27	31	58	40	14	1.1	0.6	110	27	36	43	78	40	18	1.5	0.6	135	51	2	1.0	50	50													
105	23	30	35	64	45	15	1.1	0.6	120	29	39	48	87	45	20	1.5	0.6	150	58	2.1	1.1	55	55													
110	23	30	35	64	50	15	1.1	0.6	130	32	42	51	93	50	21	1.5	0.6	160	60	2.1	1.2	60	60													
115	23	30	36	65	55	15	1.1	0.6	140	34	45	56	101	50	23	2	1	170	63	2.1	1.3	65	65													
125	25	34	40	72	55	16	1.1	1	150	36	48	60	107	55	24	2	1	180	67	3	1.4	70	70													
135	27	36	44	79	60	18	1.5	1	160	38	51	65	115	60	26	2	1	190	69	3	1.5	75	75													
140	27	36	44	79	65	18	1.5	1	170	41	54	68	120	65	27	2.1	1	200	73	3	1.6	80	80													
150	29	39	49	87	70	19	1.5	1	180	42	58	72	128	65	29	2.1	1.1	215	78	4	1.7	85	85													
155	29	39	50	88	75	19	1.5	1	190	45	60	77	135	70	30	2.1	1.1	225	82	4	1.8	90	90													
170	32	42	55	97	85	21	1.5	1	210	50	67	85	150	80	33	3	1.1	250	90	4	2.0	100	100													
190	36	48	63	110	95	24	2	1	230	54	73	95	166	90	37	3	1.1	270	95	5	2.2	110	110													
210	41	54	70	123	100	27	2.1	1.1	250	58	78	102	177	95	40	4	1.5	300	109	5	2.4	120	120													
225	42	58	75	130	110	30	2.1	1.1	270	63	85	110	192	100	42	4	2	320	115	5	2.6	130	130													
240	45	60	80	140	120	31	2.1	1.1	280	63	85	112	196	110	44	4	2	340	122	5	2.8	140	140													
250	45	60	80	140	130	31	2.1	1.1	300	67	90	120	209	120	46	4	2	360	125	6	3.0	150	150													
270	50	67	87	153	140	33	3	1.1	320	73	95	130	226	130	50	5	2	380	132	6	3.2	160	160													
280	50	67	87	153	150	33	3	1.1	340	78	103	135	236	135	50	5	2.1	400	140	6	3.4	170	170													
300	54	73	95	165	150	37	3	2	360	82	109	140	245	140	52	5	3	420	145	6	3.6	180	180													
320	58	78	105	183	160	40	4	2	380	85	115	150	—	—	—	5	—	440	150	6	3.8	190	190													
340	63	85	110	192	170	42	4	2	400	90	122	155	—	—	—	5	—	460	155	7.5	4.0	200	200													
360	63	85	112	—	—	—	4	—	420	90	122	160	—	—	—	6	—	500	170	7.5	4.4	220	220													
380	63	85	112	—	—	—	4	—	440	90	122	160	—	—	—	6	—	540	180	7.5	4.8	240	240													
420	73	95	130	—	—	—	5	—	480	100	132	175	—	—	—	6	—	580	190	9.5	5.2	260	260													
440	73	95	130	—	—	—	5	—	520	109	145	190	—	—	—	6	—	620	206	9.5	5.6	280	280													
480	82	109	140	—	—	—	5	—	540	109	145	190	—	—	—	6	—	670	224	9.5	6.0	300	300													
500	82	109	140	—	—	—	5	—	580	118	155	205	—	—	—	7.5	—	710	236	9.5	6.4	320	320													
540	90	122	160	—	—	—	5	—	620	125	170	220	—	—	—	7.5	—	750	243	12	6.8	340	340													
560	90	122	160	—	—	—	5	—	640	125	170	220	—	—	—	7.5	—	780	250	12	7.2	360	360													
600	100	132	175	—	—	—	6	—	670	132	175	224	—	—	—	7.5	—	820	265	12	7.6	380	380													
620	100	132	175	—	—	—	6	—	710	140	185	243	—	—	—	7.5	—	850	272	12	8.0	400	400													
650	103	140	180	—	—	—	6	—	730	140	185	243	—	—	—	7.5	—	900	290	15	8.4	420	420													
680	109	145	190	—	—	—	6	—	780	155	206	265	—	—	—	9.5	—	950	308	15	8.8	440	440													
710	112	150	195	—	—	—	6	—	800	155	206	265	—	—	—	9.5	—	980	315	15	9.2	460	460													
730	112	150	195	—	—	—	6	—	850	165	224	290	—	—	—	9.5	—	1000	315	15	9.6	480	480													
750	112	150	195	—	—	—	6	—	870	165	224	290	—	—	—	9.5	—	1060	335	15	/500	500	500													
800	122	160	212	—	—	—	7.5	—	920	175	236	308	—	—	—	9.5	—	1090	335	15	/530	530	530													
850	132	175	224	—	—	—	7.5	—	980	190	250	335	—	—	—	12	—	1150	355	15	/560	560	560													
900	136	180	236	—	—	—	7.5	—	1030	195	258	335	—	—	—	12	—	1220	375	15	/600	600	600													
950	145	190	250	—	—	—	9.5	—	1090	206	280	365	—	—	—	12	—	1280	388	15	/630	630	630													
1000	150	200	258	—	—	—	9.5	—	1150	218	290	375	—	—	—	15	—	1320	388	15	/710	710	710													
1060	160	212	272	—	—	—	9.5	—	1220	230	308	400	—	—	—	15	—	1400	412	15	/710	710	710													
1120	165	224	290	—	—	—	9.5	—	1280	236	315	412	—	—	—	15	—	—	—	—	/750	750	750													
1180	170	230	300	—	—	—	9.5	—	1360	250	335	438	—	—	—	15	—	—	—	—	/800	800	800													
1250	180	243	315	—	—	—	12	—	1440	—	354	—	—	—	—	15	—	—	—	—	/850	850	850													
1320	190	250	335	—	—	—	12	—	1520	—	372	—	—	—	—	15	—	—	—	—	/900	900	900													
1400	200	272	355	—	—	—	12	—	1600	—	390	—	—	—	—	15	—	—	—	—	/950	950	950													
1460	—	276	—	—	—	—	12	—	1670	—	402	—	—	—	—	15	—	—	—	—	/1000	1000	1000													
1540	—	288	—	—	—	—	15	—	1770	—	426	—	—	—	—	15	—	—	—	—	/1060	1060	1060													
1630	—	306	—	—	—	—	15	—	1860	—	444	—	—	—	—	15	—	—	—	—	/1120	1120	1120													
1710	—	318	—	—	—	—	15	—	1950	—	462	—	—	—	—	19	—	—	—	—	/1180	1180	1180													
1800	—	330	—	—	—	—	15	—	2050	—	480	—	—	—	—	19	—	—	—	—	/1250	1250	1250													
1900	—	348	—	—	—	—	19	—	2160	—	505	—	—	—	—	19	—	—	—	—	/1320</															

4.5 止動環溝和止動環的尺寸

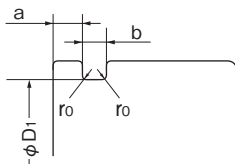


表 4.5.1 尺寸系列18、19的止動環溝尺寸

單位 mm

公稱軸承 外徑D	止動環溝直徑 D_1		止動環溝位置a				止動環溝寬度 b		止動環溝 底角的圓 角半徑 r_0	適用的止 動環
			直徑系列18		直徑系列19					
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
22	20.8	20.5	—	—	1.05	0.9	1.05	0.8	0.2	NR1022
24	22.8	22.5	—	—	1.05	0.9	1.05	0.8	0.2	NR1024
28	26.7	26.4	—	—	1.3	1.15	1.2	0.95	0.25	NR1028
30	28.7	28.4	—	—	1.3	1.15	1.2	0.95	0.25	NR1030
32	30.7	30.4	1.3	1.15	—	—	1.2	0.95	0.25	NR1032
34	32.7	32.4	1.3	1.15	—	—	1.2	0.95	0.25	NR1034
37	35.7	35.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1037
39	37.7	37.4	—	—	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1039
40	38.7	38.4	1.3	1.15	—	—	1.2	0.95	0.25	NR1040
42	40.7	40.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1042
44	42.7	42.4	1.3	1.15	—	—	1.2	0.95	0.25	NR1044
45	43.7	43.4	—	—	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1045
47	45.7	45.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1047
52	50.7	50.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1052
55	53.7	53.4	—	—	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1055
58	56.7	56.4	1.3	1.15	—	—	1.2	0.95	0.25	NR1058
62	60.7	60.3	—	—	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1062
65	63.7	63.3	1.3	1.15	—	—	1.2	0.95	0.25	NR1065
68	66.7	66.3	—	—	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1068
72	70.7	70.3	1.7	1.55	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25	NR1072
78	76.2	75.8	1.7	1.55	—	—	1.6	1.3	0.4	NR1078
80	77.9	77.5	—	—	2.1	1.9	1.6	1.3	0.4	NR1080
85	82.9	82.5	1.7	1.55	2.1	1.9	1.6	1.3	0.4	NR1085
90	87.9	87.5	1.7	1.55	2.1	1.9	1.6	1.3	0.4	NR1090
95	92.9	92.5	1.7	1.55	—	—	1.6	1.3	0.4	NR1095
100	97.9	97.5	1.7	1.55	2.5	2.3	1.6	1.3	0.4	NR1100
105	102.6	102.1	—	—	2.5	2.3	1.6	1.3	0.4	NR1105
110	107.6	107.1	2.1	1.9	2.5	2.3	1.6	1.3	0.4	NR1110
115	112.6	112.1	2.1	1.9	—	—	1.6	1.3	0.4	NR1115
120	117.6	117.1	2.1	1.9	3.3	3.1	1.6	1.3	0.4	NR1120
125	122.6	122.1	2.1	1.9	3.3	3.1	1.6	1.3	0.4	NR1125
130	127.6	127.1	2.1	1.9	3.3	3.1	1.6	1.3	0.4	NR1130
140	137.6	137.1	2.5	2.3	3.3	3.1	2.2	1.9	0.6	NR1140
145	142.6	142.1	—	—	3.3	3.1	2.2	1.9	0.6	NR1145
150	147.6	147.1	2.5	2.3	3.3	3.1	2.2	1.9	0.6	NR1150
165	161.8	161.3	3.3	3.1	3.7	3.5	2.2	1.9	0.6	NR1165
175	171.8	171.3	3.3	3.1	—	—	2.2	1.9	0.6	NR1175
180	176.8	176.3	—	—	3.7	3.5	2.2	1.9	0.6	NR1180
190	186.8	186.3	3.3	3.1	3.7	3.5	2.2	1.9	0.6	NR1190
200	196.8	196.3	3.3	3.1	—	—	2.2	1.9	0.6	NR1200

備註 外環止動溝一側的最小容許倒角尺寸按每個公稱外徑規定如下：

尺寸系列18中，D到D=78mm 及其以下為0.3mm、超出D=78mm 的為0.5mm。

尺寸系列19中，D到D=47mm 及其以下為0.3mm、超出D=47mm 的為0.5mm。

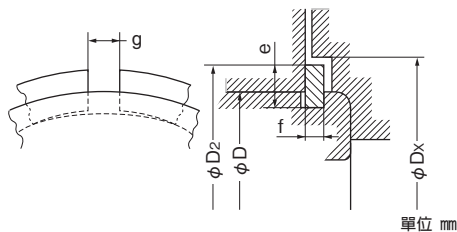


表4.5.2 尺寸系列18、19的止動環尺寸以及安裝後的尺寸

公稱號碼	止動環尺寸				止動環安裝到止動環溝後的狀態		適用的軸承			端蓋內徑D _x (最小)
	斷面高度e		厚度f		開口尺寸g	止動環外徑D ₂ (最大)	公稱軸承外徑D	尺寸系列		
	最大	最小	最大	最小				18	19	
NR1022	2.0	1.85	0.7	0.6	2	24.8	22	—	10	25.5
NR1024	2.0	1.85	0.7	0.6	2	26.8	24	—	12	27.5
NR1028	2.05	1.9	0.85	0.75	3	30.8	28	—	15	31.5
NR1030	2.05	1.9	0.85	0.75	3	32.8	30	—	17	33.5
NR1032	2.05	1.9	0.85	0.75	3	34.8	32	20	—	35.5
NR1034	2.05	1.9	0.85	0.75	3	36.8	34	22	—	37.5
NR1037	2.05	1.9	0.85	0.75	3	39.8	37	25	20	40.5
NR1039	2.05	1.9	0.85	0.75	3	41.8	39	—	22	42.5
NR1040	2.05	1.9	0.85	0.75	3	42.8	40	28	—	43.5
NR1042	2.05	1.9	0.85	0.75	3	44.8	42	30	25	45.5
NR1044	2.05	1.9	0.85	0.75	4	46.8	44	32	—	47.5
NR1045	2.05	1.9	0.85	0.75	4	47.8	45	—	28	48.5
NR1047	2.05	1.9	0.85	0.75	4	49.8	47	35	30	50.5
NR1052	2.05	1.9	0.85	0.75	4	54.8	52	40	32	55.5
NR1055	2.05	1.9	0.85	0.75	4	57.8	55	—	35	58.5
NR1058	2.05	1.9	0.85	0.75	4	60.8	58	45	—	61.5
NR1062	2.05	1.9	0.85	0.75	4	64.8	62	—	40	65.5
NR1065	2.05	1.9	0.85	0.75	4	67.8	65	50	—	68.5
NR1068	2.05	1.9	0.85	0.75	5	70.8	68	—	45	72
NR1072	2.05	1.9	0.85	0.75	5	74.8	72	55	50	76
NR1078	3.25	3.1	1.12	1.02	5	82.7	78	60	—	84
NR1080	3.25	3.1	1.12	1.02	5	84.4	80	—	55	86
NR1085	3.25	3.1	1.12	1.02	5	89.4	85	65	60	91
NR1090	3.25	3.1	1.12	1.02	5	94.4	90	70	65	96
NR1095	3.25	3.1	1.12	1.02	5	99.4	95	75	—	101
NR1100	3.25	3.1	1.12	1.02	5	104.4	100	80	70	106
NR1105	4.04	3.89	1.12	1.02	5	110.7	105	—	75	112
NR1110	4.04	3.89	1.12	1.02	5	115.7	110	85	80	117
NR1115	4.04	3.89	1.12	1.02	5	120.7	115	90	—	122
NR1120	4.04	3.89	1.12	1.02	7	125.7	120	95	85	127
NR1125	4.04	3.89	1.12	1.02	7	130.7	125	100	90	132
NR1130	4.04	3.89	1.12	1.02	7	135.7	130	105	95	137
NR1140	4.04	3.89	1.7	1.6	7	145.7	140	110	100	147
NR1145	4.04	3.89	1.7	1.6	7	150.7	145	—	105	152
NR1150	4.04	3.89	1.7	1.6	7	155.7	150	120	110	157
NR1165	4.85	4.7	1.7	1.6	7	171.5	165	130	120	173
NR1175	4.85	4.7	1.7	1.6	10	181.5	175	140	—	183
NR1180	4.85	4.7	1.7	1.6	10	186.5	180	—	130	188
NR1190	4.85	4.7	1.7	1.6	10	196.5	190	150	140	198
NR1200	4.85	4.7	1.7	1.6	10	206.5	200	160	—	208

備註 外環止動溝一側的最小容許倒角尺寸按每個公稱外徑規定如下：
 尺寸系列18中，D到D=78mm 及其以下為0.3mm、超出D=78mm 的為0.5mm。
 尺寸系列19中，D到D=47mm 及其以下為0.3mm、超出D=47mm 的為0.5mm。

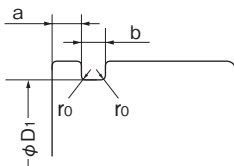


表4.5.3 直徑系列0、2、3、4的止動環溝尺寸

單位 mm

公稱軸承 外徑D	止動環溝直徑 D ₁		止動環溝位置a				止動環溝寬度 b		止動環溝 底角的圓 角半徑 r ₀	適用的止 動環
			直徑系列0		直徑系列2,3,4					
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
13	12.04	11.91	—	—	1.1	0.95	1.05	0.8	0.2	NR 13
16	15.16	15.04	—	—	1.2	1.05	1.05	0.8	0.2	NR 16
19	18.25	18.1	1.73	1.55	1.73	1.55	1.05	0.8	0.2	NR 19
22	21.11	20.95	1.73	1.55	1.73	1.55	1.05	0.8	0.2	NR 22
24	23	22.85	1.73	1.55	1.73	1.55	1.05	0.8	0.2	NR 24
26	25.15	25	1.73	1.55	1.73	1.55	1.05	0.8	0.2	NR 26
28	26.7	26.4	1.73	1.55	1.73	1.55	1.2	0.95	0.25	NR 28
30	28.17	27.91	—	—	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	NR 30
32	30.15	29.9	2.06	1.9	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	NR 32
35	33.17	32.92	2.06	1.9	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	NR 35
37	34.77	34.52	—	—	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	NR 37
40	38.1	37.85	—	—	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	NR 40
42	39.75	39.5	2.06	1.9	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	NR 42
44	41.75	41.5	2.06	1.9	—	—	1.65	1.35	0.4	NR 44
47	44.6	44.35	2.06	1.9	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	NR 47
50	47.6	47.35	—	—	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	NR 50
52	49.73	49.48	2.06	1.9	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	NR 52
55	52.6	52.35	2.08	1.88	—	—	1.65	1.35	0.4	NR 55
56	53.6	53.35	—	—	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	NR 56
58	55.6	55.35	2.08	1.88	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	NR 58
62	59.61	59.11	2.08	1.88	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	NR 62
65	62.6	62.1	—	—	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	NR 65
68	64.82	64.31	2.49	2.29	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	NR 68
72	68.81	68.3	—	—	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	NR 72
75	71.83	71.32	2.49	2.29	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	NR 75
80	76.81	76.3	2.49	2.29	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	NR 80
85	81.81	81.31	—	—	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	NR 85
90	86.79	86.28	2.87	2.67	3.28	3.07	3	2.7	0.6	NR 90
95	91.82	91.31	2.87	2.67	—	—	3	2.7	0.6	NR 95
100	96.8	96.29	2.87	2.67	3.28	3.07	3	2.7	0.6	NR100
110	106.81	106.3	2.87	2.67	3.28	3.07	3	2.7	0.6	NR110
115	111.81	111.3	2.87	2.67	—	—	3	2.7	0.6	NR115
120	115.21	114.71	—	—	4.06	3.86	3.4	3.1	0.6	NR120
125	120.22	119.71	2.87	2.67	4.06	3.86	3.4	3.1	0.6	NR125
130	125.22	124.71	2.87	2.67	4.06	3.86	3.4	3.1	0.6	NR130
140	135.23	134.72	3.71	3.45	4.9	4.65	3.4	3.1	0.6	NR140
145	140.23	139.73	3.71	3.45	—	—	3.4	3.1	0.6	NR145
150	145.24	144.73	3.71	3.45	4.9	4.65	3.4	3.1	0.6	NR150
160	155.22	154.71	3.71	3.45	4.9	4.65	3.4	3.1	0.6	NR160
170	163.65	163.14	3.71	3.45	5.69	5.44	3.8	3.5	0.6	NR170
180	173.66	173.15	3.71	3.45	5.69	5.44	3.8	3.5	0.6	NR180
190	183.64	183.13	—	—	5.69	5.44	3.8	3.5	0.6	NR190
200	193.65	193.14	5.69	5.44	5.69	5.44	3.8	3.5	0.6	NR200
210	203.6	203.1	5.69	5.44	—	—	3.8	3.5	1	NR210
215	208.6	208.1	—	—	5.69	5.44	3.8	3.5	1	NR215
225	217	216.5	6.5	6.2	6.5	6.2	4.9	4.5	1	NR225
230	222	221.5	—	—	6.5	6.2	4.9	4.5	1	NR230
240	232	231.5	6.5	6.2	6.5	6.2	4.9	4.5	1	NR240
250	242	241.5	—	—	6.5	6.2	4.9	4.5	1	NR250

備註1. 這些止動環溝尺寸適用於除尺寸00、82和83以外的直徑系列0、2、3及4。

2. 外環止動環溝一側的最小容許倒角尺寸為0.5mm。

但直徑系列0中公稱外徑在35mm以下的為0.3mm。

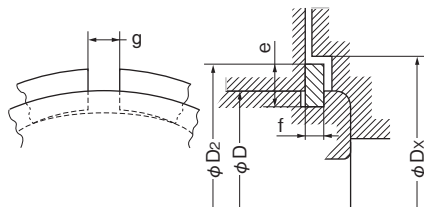


表4.5.4 直徑系列0、2、3、4的止動環尺寸及止動環安裝後的尺寸

單位 mm

公稱號碼	止動環尺寸				止動環安裝到止動環溝後的狀態		公稱軸承外徑 D	適用的軸承				端蓋內徑 Dx (最小)
	斷面高度e		厚度f		開口尺寸 g	止動環外徑D ₂ (最大)		直徑系列				
	最大	最小	最大	最小				0	2	3	4	
								公稱軸承內徑d				
NR 13	1.15	1.0	0.7	0.6	3	14.3	13	—	4	3	—	14.5
NR 16	1.65	1.5	0.7	0.6	3	18.5	16	—	5	4	—	19
NR 19	1.65	1.5	0.7	0.6	3	21.5	19	7	6	5	—	22
NR 22	2.00	1.85	0.7	0.6	3	25.1	22	8	7	6	—	25.5
NR 24	2.00	1.85	0.7	0.6	3	27	24	9	8	—	—	27.5
NR 26	2.00	1.85	0.7	0.6	3	29.2	26	10	9	7	—	30
NR 28	2.05	1.90	0.85	0.75	3	30.8	28	12	—	8	—	31.5
NR 30	3.25	3.1	1.12	1.02	3	34.7	30	—	10	9	8	35.5
NR 32	3.25	3.1	1.12	1.02	3	36.7	32	15	12	—	9	37.5
NR 35	3.25	3.1	1.12	1.02	3	39.7	35	17	15	10	—	40.5
NR 37	3.25	3.1	1.12	1.02	3	41.3	37	—	—	12	10	42
NR 40	3.25	3.1	1.12	1.02	3	44.6	40	—	17	—	—	45.5
NR 42	3.25	3.1	1.12	1.02	3	46.3	42	20	—	15	12	47
NR 44	3.25	3.1	1.12	1.02	3	48.3	44	22	—	—	—	49
NR 47	4.04	3.89	1.12	1.02	4	52.7	47	25	20	17	—	53.5
NR 50	4.04	3.89	1.12	1.02	4	55.7	50	—	22	—	—	56.5
NR 52	4.04	3.89	1.12	1.02	4	57.9	52	28	25	20	15	58.5
NR 55	4.04	3.89	1.12	1.02	4	60.7	55	30	—	—	—	61.5
NR 56	4.04	3.89	1.12	1.02	4	61.7	56	—	—	22	—	62.5
NR 58	4.04	3.89	1.12	1.02	4	63.7	58	32	28	—	—	64.5
NR 62	4.04	3.89	1.7	1.6	4	67.7	62	35	30	25	17	68.5
NR 65	4.04	3.89	1.7	1.6	4	70.7	65	—	32	—	—	71.5
NR 68	4.85	4.7	1.7	1.6	5	74.6	68	40	—	28	—	76
NR 72	4.85	4.7	1.7	1.6	5	78.6	72	—	35	30	20	80
NR 75	4.85	4.7	1.7	1.6	5	81.6	75	45	—	32	—	83
NR 80	4.85	4.7	1.7	1.6	5	86.6	80	50	40	35	25	88
NR 85	4.85	4.7	1.7	1.6	5	91.6	85	—	45	—	—	93
NR 90	4.85	4.7	2.46	2.36	5	96.5	90	55	50	40	30	98
NR 95	4.85	4.7	2.46	2.36	5	101.6	95	60	—	—	—	103
NR100	4.85	4.7	2.46	2.36	5	106.5	100	65	55	45	35	108
NR110	4.85	4.7	2.46	2.36	5	116.6	110	70	60	50	40	118
NR115	4.85	4.7	2.46	2.36	5	121.6	115	75	—	—	—	123
NR120	7.21	7.06	2.82	2.72	7	129.7	120	—	65	55	45	131.5
NR125	7.21	7.06	2.82	2.72	7	134.7	125	80	70	—	—	136.5
NR130	7.21	7.06	2.82	2.72	7	139.7	130	85	75	60	50	141.5
NR140	7.21	7.06	2.82	2.72	7	149.7	140	90	80	65	55	152
NR145	7.21	7.06	2.82	2.72	7	154.7	145	95	—	—	—	157
NR150	7.21	7.06	2.82	2.72	7	159.7	150	100	85	70	60	162
NR160	7.21	7.06	2.82	2.72	7	169.7	160	105	90	75	65	172
NR170	9.6	9.45	3.1	3	10	182.9	170	110	95	80	—	185
NR180	9.6	9.45	3.1	3	10	192.9	180	—	100	85	70	195
NR190	9.6	9.45	3.1	3	10	202.9	190	—	105	90	75	205
NR200	9.6	9.45	3.1	3	10	212.9	200	130	110	95	80	215
NR210	9.6	9.45	3.1	3	10	222.8	210	140	—	—	85	225
NR215	9.6	9.45	3.1	3	10	227.8	215	—	120	100	—	230
NR225	10	9.85	3.5	3.4	10	237	225	150	—	105	90	240
NR230	10	9.85	3.5	3.4	10	242	230	—	130	—	—	245
NR240	10	9.85	3.5	3.4	10	252	240	160	—	110	95	255
NR250	10	9.85	3.5	3.4	10	262	250	—	140	—	100	265

備註1. 這些止動環溝尺寸適用於除尺寸系列00、82和83以外的直徑系列0、2、3及4。

2. 外環止動環溝一側的最小容許倒角尺寸為0.5mm。

但直徑系列0中公稱外徑在35mm以下的為0.3mm。

4.6 滾珠軸承與滾子軸承的公稱號碼

表4.6 滾珠軸承與滾子軸承的公稱號碼結構

補助記號		基本號碼						內部記號		*護圈記號		外觀	
材料記號		軸承系列記號		內徑號碼		接觸角記號		內部記號		*護圈記號		膠蓋、鐵蓋記號	
記號	內容	記號	內容	記號	內容	記號	內容	記號	內容	記號	內容	記號	內容
B-	滲碳鋼軸承	68	單列深溝滾珠軸承	1	內徑 1mm			A	非標準內環寬度的圓錐滾子軸承	F	車削低碳鋼保持器	ZE	單鐵蓋軸承
C-	滲碳鋼軸承	69	滾珠軸承	2	2					G	非金屬保持器	Z	〃
D-	滲碳鋼軸承	60	：	3	3			E	滾子軸承設計改良記號	L	車削輕合金保持器	ZZE	雙鐵蓋軸承
H-	高速鋼軸承	70	單列	9	9			J	內外環具有實際互換性的圓錐滾子軸承	MY	車削銅合金保持器	ZZ	〃
S-	不銹鋼軸承	72	角接觸滾珠軸承	00	10	(A)	公稱接觸角 10° 以上 22° 以下 (標準 15°)			V	無保持器	NKE	單膠蓋軸承 (非接觸)
		73	珠軸承	01	12			S26	熱安定化處理記號	Y	沖壓非鐵合金保持器	NK	〃
		：	：	02	15	B	公稱接觸角 32° 以上 45° 以下 (標準 40°)					-2NKE	雙膠蓋軸承 (非接觸)
		12	自動調心滾珠軸承	03	17			S28	熱安定化處理記號			-2NK	〃
		13	滾珠軸承	04	20			W20	外環外徑上有油孔的軸承			NSE	單膠蓋軸承 (接觸)
		22	：	/22	22			W33	外環外徑上有油溝或油孔的軸承			NSL	〃
		：	：	05	25			E2	有車制保持器的自動調心滾子軸承			-2NSE	雙膠蓋軸承 (接觸)
		：	：	/28	28			EX	高負荷能力的自動調心滾子軸承			-2NSL	〃
		：	：	06	30			A2X	高速自動調心滾子軸承				
		NU 10	圓筒	/32	32			AEX	高速與高負荷能力的自動調心滾子軸承				
		NJ 2	滾子軸承	07	35			V	振動機械特殊設計軸承				
		N 3	：	08	40								
		NN 30	：	：	：								
		：	：	88	440								
		：	：	92	460								
		NA48	滾針	96	480								
		NA49	軸承	/500	500								
		NA69	：	/530	530								
		：	：	/560	560								
		320	圓錐										
		322	滾子軸承										
		323	：										
		：	：										
		230	自動調心										
		222	滾子軸承										
		223	：										
		：	：										
		511	平面座										
		512	形止推滾珠軸承										
		513	：										
		：	：										
		292	自動調心										
		293	滾子止推										
		294	軸承										
		：	：										

註(1) 表示若是接觸角C的角接觸滾珠軸承則採用聚胺。
 備註1. () 中的記號可以省略。
 2. 用*的記號不標在軸承面上。
 3. 軌道環形狀記號“NR”的R不標在軸承上。



補助記號

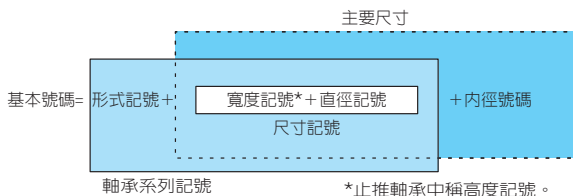
記號		軌道環形狀記號	*組合記號		*襯套記號		內部間隙記號		精度等級記號		潤滑脂記號	
記號	內容		記號	內容	記號	內容	記號	內容 (徑向間隙)	記號	內容	記號	內容
K	軸承內徑 錐度 1/12	DB	背面組合軸承	+H	緊定套	C1	間隙 C1	(O)	JIS 0 級	(AV2)	殼牌 Alvania2 號潤滑脂	
												DF
K30	軸承內徑 錐度 1/30	DT	並列組合軸承			(CN)	普通間隙	P6X	JIS 6X 級	BC325	日本標準石油公 司標號 325	
												KB
NR	外環外徑帶止 動環溝	+α	帶間隔環 (+α 為隔離環基準 寬度尺寸 mm)				C4	P4	JIS 4 級	PS2	ALTEMP PS2	
												D
NR	外環外徑帶止 動環溝和止動 環	DU	萬向組合的角 接觸滾珠軸承				C1P	間隙 C1P (小型滾珠軸承 和微型滾珠軸 承)	UP	NACHI UP 級		
							C6P	間隙 C6P (小型滾珠軸承 和微型滾珠軸 承)				
							C9na	圓筒滾子軸承 的非互換性 C9 間隙				
							C1na	圓筒滾子軸承 的非互換性 C1 間隙				
							C2na	圓筒滾子軸承 的非互換性 C2 間隙				
							CM	馬達用深溝滾 珠軸承及圓筒 滾子軸承的非 互換性間隙				
							CT	馬達用圓筒滾 子軸承的非互 換性間隙				



滾動軸承的公稱號碼由基本號碼和輔助記號構成，表示軸承的形式、主要尺寸、精度以及其他規格參數。

對於基本軸承，JIS B1513（滾珠軸承與滾子軸承的公稱號碼）中規定了其公稱號碼。NACHI也遵循該標準。

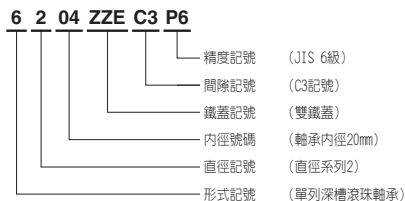
輔助記號為JIS規定以外必要的參數。NACHI軸承則如表4.6所示的那樣並用記號。JIS公稱號碼中的基本號碼的構成如下。



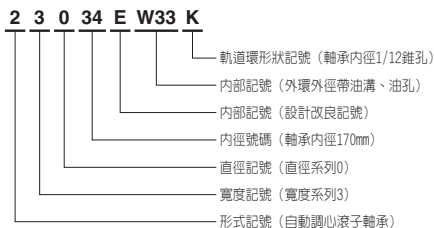
內徑號碼

內徑 (mm)	4	5	6	7	8	9	10	12	15	17	20	25	...	480	500	530	...
內徑號碼	4	5	6	7	8	9	00	01	02	03	04	05	...	96	500	530	...
備註	內徑號碼=內徑						—			內徑號碼=1/2內徑			內徑號碼=內徑				

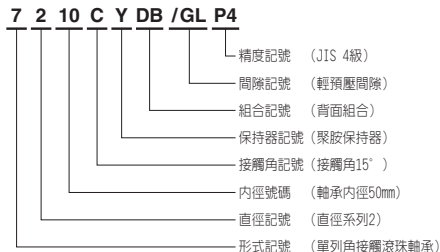
[例1]



[例3]



[例2]



[例4]

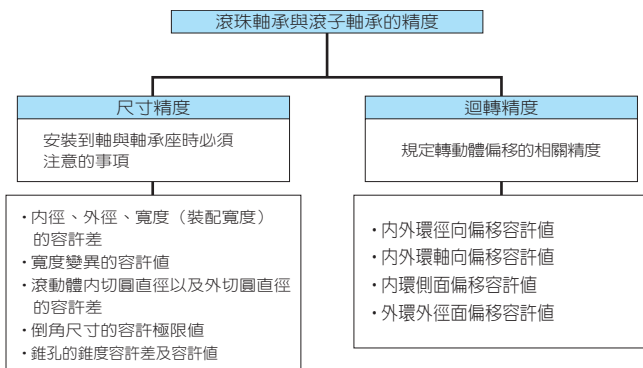




5 滾珠軸承與滾子軸承的精度

滾珠軸承與滾子軸承的精度含了括尺寸精度和迴轉精度。按JIS等級分為5級：0級、6級、5級、4級和2級，精度按此順序遞增。

每個軸承形式的適用精度等級和適用標準的種類如下所示。



軸承形式與精度等級

軸承形式		精度等級					相關標準	參照表	
深溝滾珠軸承		JIS 0 級	JIS 6 級	JIS 5 級	JIS 4 級	JIS 2 級	JIS B 1514	表 5.1.1	
迷你型滾珠軸承 小型滾珠軸承	公制系列	普通應用	JIS 0 級	JIS 6 級	JIS 5 級	JIS 4 級	JIS 2 級	JIS B 1514	表 5.1.2
	英制系列	量具用	—	—	ISO5A 級	ISO4A 級	—	ISO 1224	—
		量具用	—	ABEC 3P	ABEC 5P	ABEC 7P	ABEC 9P	ANSI Std 12.2	—
角接觸滾珠軸承		JIS 0 級	JIS 6 級	JIS 5 級	JIS 4 級	JIS 2 級	JIS B 1514	表 5.1.1 表 5.1.2	
自動調心滾珠軸承		JIS 0 級	—	—	—	—			
圓筒滾子軸承		JIS 0 級	JIS 6 級	JIS 5 級	JIS 4 級	JIS 2 級			
自動調心滾子軸承		JIS 0 級	—	—	—	—			
圓錐滾子軸承	公制系列	JIS 0 級 JIS 6X 級	JIS 6 級	JIS 5 級	JIS 4 級	—	JIS B 1514	表 5.2.1~5.2.3	
	英制系列	CLASS 4	CLASS 2	CLASS 3	CLASS 0	CLASS 00	ANSI / ABMA 19	表 5.5.1~5.5.4	
止推滾珠軸承		JIS 0 級	JIS 6 級	JIS 5 級	JIS 4 級	—	JIS B 1514	表 5.3.1~5.3.3	
自動調心滾子止推軸承		JIS 0 級	—	—	—	—	JIS B 1514	表 5.4.1. 5.4.2	

公制系列的徑向軸承（圓錐滾子軸承除外）的等級比較

軸承形式		精度等級					相關標準	參照表	
比較等級 (參考)	ISO ⁽¹⁾	NORMAL CLASS	—	—	—	—	ISO 492 其他	—	
	DIN ⁽²⁾	P0	P6	P5	P4	P2	DIN 620	—	
	ANSI ⁽³⁾ / ABMA ⁽⁴⁾	滾珠軸承	ABEC 1	ABEC 3	ABEC 5	ABEC 7	ABEC 9	ANSI / ABMA 20	—
		滾子軸承	RBEC 1	RBEC 3	RBEC 5	—	—	ANSI / ABMA 20	—

註⁽¹⁾ ISO國際標準

⁽²⁾ 德國標準

⁽³⁾ 美國國家標準

⁽⁴⁾ 美國軸承製造業團體標準

備註 倒角尺寸容許值取自表5.6.1~5.6.3，錐孔精度取自表5.7.1~5.7.2

5.1 徑向軸承（圓錐滾子軸承除外）的容許值及容許差



表5.1.1 內環的容許差及容許值、外環寬度的容許差及容許值

公稱軸承內徑 d (mm)		平面內平均內徑的尺寸差 ⁽²⁾ Δd_{mp}												圓柱孔軸 內徑的尺寸差 ⁽²⁾ Δds			
		0級		6級		5級		4級		2級		4級		2級			
												直徑系列					
												0, 1, 2, 3, 4					
超過	以下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下		
0.6 ⁽¹⁾	2.5	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5		
2.5	10	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5		
10	18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5		
18	30	0	-10	0	-8	0	-6	0	-5	0	-2.5	0	-5	0	-2.5		
30	50	0	-12	0	-10	0	-8	0	-6	0	-2.5	0	-6	0	-2.5		
50	80	0	-15	0	-12	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4		
80	120	0	-20	0	-15	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5		
120	150	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7		
150	180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7		
180	250	0	-30	0	-22	0	-15	0	-12	0	-8	0	-12	0	-8		
250	315	0	-35	0	-25	0	-18	-	-	-	-	-	-	-	-		
315	400	0	-40	0	-30	0	-23	-	-	-	-	-	-	-	-		
400	500	0	-45	0	-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
500	630	0	-50	0	-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
630	800	0	-75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
800	1000	0	-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1000	1250	0	-125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1250	1600	0	-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1600	2000	0	-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

公稱軸承內徑 d (mm)		內環（或外環）的寬度尺寸差 ⁽²⁾ Δbs (或 Δcs)										內環（或外環）的寬度差異 V_{bs} (或 V_{cs})					
		單個軸承					軸承組 ⁽⁴⁾					內環		內環			
		0級 6級		5級 4級		2級		0級 6級		5級 4級			0級	6級	5級	4級	2級
		超過	以下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	最大	最大	最大	最大
0.6 ⁽¹⁾	2.5	0	-40	0	-40	0	-40	-	-	0	-250	12	12	5	2.5	1.5	
2.5	10	0	-120	0	-40	0	-40	0	-250	0	-250	15	15	5	2.5	1.5	
10	18	0	-120	0	-80	0	-80	0	-250	0	-250	20	20	5	2.5	1.5	
18	30	0	-120	0	-120	0	-120	0	-250	0	-250	20	20	5	2.5	1.5	
30	50	0	-120	0	-120	0	-120	0	-250	0	-250	20	20	5	3	1.5	
50	80	0	-150	0	-150	0	-150	0	-380	0	-250	25	25	6	4	1.5	
80	120	0	-200	0	-200	0	-200	0	-380	0	-380	25	25	7	4	2.5	
120	150	0	-250	0	-250	0	-250	0	-500	0	-380	30	30	8	5	2.5	
150	180	0	-250	0	-250	0	-250	0	-500	0	-380	30	30	8	5	4	
180	250	0	-300	0	-300	0	-300	0	-500	0	-500	30	30	10	6	5	
250	315	0	-350	0	-350	-	-	0	-500	0	-500	35	35	13	-	-	
315	400	0	-400	0	-400	-	-	0	-630	0	-630	40	40	15	-	-	
400	500	0	-450	-	-	-	-	-	-	-	-	50	45	-	-	-	
500	630	0	-500	-	-	-	-	-	-	-	-	60	50	-	-	-	
630	800	0	-750	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	
800	1000	0	-1000	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	-	-	-	
1000	1250	0	-1250	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	
1250	1600	0	-1600	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	
1600	2000	0	-2000	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	

註⁽¹⁾ 0.6mm包含在此尺寸區分表。

註⁽²⁾ 適用於圓柱孔軸承

註⁽³⁾ 外環寬度尺寸差及寬度變異由同一軸承的內環的值決定。5級、4級及2級的外環寬度變異由表5.1.2得到。

註⁽⁴⁾ 適用於組合使用軸承的各個軌道環。

註⁽⁵⁾ 適用於深溝滾珠軸承、角接觸滾珠軸承等滾珠軸承。

備註 當距離軌道環側面在倒角尺寸r（最大）的1.2倍以內時，此表決定的圓柱孔軸承的軸承內徑的上容許差不適用。



單位 μm

承的軸承內徑														公稱軸承內徑 d (mm)			
平面內內徑差異(°) V _{dp}										平面內平均內徑的差異(°) V _{dmp}							
0級			6級			5級		4級		2級	0級	6級	5級			4級	2級
直徑系列			直徑系列			直徑系列		直徑系列									
7, 8, 9	0, 1	2, 3, 4	7, 8, 9	0, 1	2, 3, 4	7, 8, 9	0, 1, 2, 3, 4	7, 8, 9	0, 1, 2, 3, 4	2級	0級	6級	5級	4級	2級		
最大			最大			最大		最大		最大	最大	最大	最大	最大	最大	超過	以下
10	8	6	9	7	5	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	0.6 ⁽¹⁾	2.5
10	8	6	9	7	5	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	2.5	10
10	8	6	9	7	5	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	10	18
13	10	8	10	8	6	6	5	5	4	2.5	8	6	3	2.5	1.5	18	30
15	12	9	13	10	8	8	6	6	5	2.5	9	8	4	3	1.5	30	50
19	19	11	15	15	9	9	7	7	5	4	11	9	5	3.5	2	50	80
25	25	15	19	19	11	10	8	8	6	5	15	11	5	4	2.5	80	120
31	31	19	23	23	14	13	10	10	8	7	19	14	7	5	3.5	120	150
31	31	19	23	23	14	13	10	10	8	7	19	14	7	5	3.5	150	180
38	38	23	28	28	17	15	12	12	9	8	23	17	8	6	4	180	250
44	44	26	31	31	19	18	14	—	—	—	26	19	9	—	—	250	315
50	50	30	38	38	23	23	18	—	—	—	30	23	12	—	—	315	400
56	56	34	44	44	26	—	—	—	—	—	34	26	—	—	—	400	500
63	63	38	50	50	30	—	—	—	—	—	38	30	—	—	—	500	630
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	630	800
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800	1000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	1250
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1250	1600
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1600	2000

單位 μm

內環徑向偏移 K _{1a}					內環側面偏移 S _a			內環軸向偏移(°) S _{1a}			公稱軸承內徑 d (mm)	
0級	6級	5級	4級	2級	5級	4級	2級	5級	4級	2級		
最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	超過	以下
10	5	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	0.6 ⁽¹⁾	2.5
10	6	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	2.5	10
10	7	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	10	18
13	8	4	3	2.5	8	4	1.5	8	4	1.5	18	30
15	10	5	4	2.5	8	4	1.5	8	4	1.5	30	50
20	10	5	4	2.5	8	5	1.5	8	5	1.5	50	80
25	13	6	5	2.5	9	5	2.5	9	5	2.5	80	120
30	18	8	6	2.5	10	6	2.5	10	7	2.5	120	150
30	18	8	6	5	10	6	4	10	7	5	150	180
40	20	10	8	5	11	7	5	13	8	5	180	250
50	25	13	—	—	13	—	—	15	—	—	250	315
60	30	15	—	—	15	—	—	20	—	—	315	400
65	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400	500
70	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	630
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	630	800
90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800	1000
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	1250
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1250	1600
140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1600	2000



表5.1.2 外環的容許差及容許值

公稱軸承外徑 D (mm)		軸承													
		平面內平均外徑的尺寸差 ΔD_{mp}										外徑尺寸差 ΔD_s			
		0級		6級		5級		4級		2級		4級		2級	
												直徑系列 0,1,2,3,4			
超過	以下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下		
2.5 ⁽¹⁾	6	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5
6	18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2.5	0	-4	0	-2.5
18	30	0	-9	0	-8	0	-6	0	-5	0	-4	0	-5	0	-4
30	50	0	-11	0	-9	0	-7	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4
50	80	0	-13	0	-11	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4
80	120	0	-15	0	-13	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5
120	150	0	-18	0	-15	0	-11	0	-9	0	-5	0	-9	0	-5
150	180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7
180	250	0	-30	0	-20	0	-15	0	-11	0	-8	0	-11	0	-8
250	315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-13	0	-8	0	-13	0	-8
315	400	0	-40	0	-28	0	-20	0	-15	0	-10	0	-15	0	-10
400	500	0	-45	0	-33	0	-23	-	-	-	-	-	-	-	-
500	630	0	-50	0	-38	0	-28	-	-	-	-	-	-	-	-
630	800	0	-75	0	-45	0	-35	-	-	-	-	-	-	-	-
800	1000	0	-100	0	-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	1250	0	-125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	1600	0	-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	2000	0	-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	2500	0	-250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

公稱軸承外徑 D (mm)		軸承外徑					外環徑向偏移 K_{oa}					外徑面偏移 S_o		
		平面內平均外徑的差異 ⁽²⁾ V_{Dmp}					0級					5級		
		0級	6級	5級	4級	2級								
超過	以下	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	
2.5 ⁽¹⁾	6	6	5	3	2	1.5	15	8	5	3	1.5	8	4	1.5
6	18	6	5	3	2	1.5	15	8	5	3	1.5	8	4	1.5
18	30	7	6	3	2.5	2	15	9	6	4	2.5	8	4	1.5
30	50	8	7	4	3	2	20	10	7	5	2.5	8	4	1.5
50	80	10	8	5	3.5	2	25	13	8	5	4	8	4	1.5
80	120	11	10	5	4	2.5	35	18	10	6	5	9	5	2.5
120	150	14	11	6	5	2.5	40	20	11	7	5	10	5	2.5
150	180	19	14	7	5	3.5	45	23	13	8	5	10	5	2.5
180	250	23	15	8	6	4	50	25	15	10	7	11	7	4
250	315	26	19	9	7	4	60	30	18	11	7	13	8	5
315	400	30	21	10	8	5	70	35	20	13	8	13	10	7
400	500	34	25	12	-	-	80	40	23	-	-	15	-	-
500	630	38	29	14	-	-	100	50	25	-	-	18	-	-
630	800	55	34	18	-	-	120	60	30	-	-	20	-	-
800	1000	75	45	-	-	-	140	75	-	-	-	-	-	-
1000	1250	-	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-
1250	1600	-	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	-	-
1600	2000	-	-	-	-	-	220	-	-	-	-	-	-	-
2000	2500	-	-	-	-	-	250	-	-	-	-	-	-	-

註⁽¹⁾ 2.5mm包含在此尺寸區分裏。

註⁽²⁾ 適用於沒有安裝止動環時。

註⁽³⁾ 適用於深溝滾珠軸承、角接觸滾珠軸承等滾珠軸承。

註⁽⁴⁾ 0級及6級的外環寬度差異由表5.1.1得到。

備註 當距離軌道環側面在倒角尺寸r^(最大)的1.2倍以內時，此表決定的軸承外徑的下容許差不適用。



單位 μm

外徑														公稱軸承外徑 D (mm)	
平面內外徑差異 ⁽²⁾ VD _p															
0級				6級				5級		4級		2級			
開放式軸承			密封式軸承	開放式軸承			密封式軸承	開放式軸承		開放式軸承					
直徑系列				直徑系列				直徑系列		直徑系列		開放式軸承			
7,8,9	0,1	2,3,4	2,3,4	7,8,9	0,1	2,3,4	0,1,2,3,4	7,8,9	0,1,2,3,4	7,8,9	0,1,2,3,4	最大	最大		
最大				最大				最大		最大		最大	最大	超過	以下
10	8	6	10	9	7	5	9	5	4	4	3	2.5	2.5 ⁽¹⁾	6	
10	8	6	10	9	7	5	9	5	4	4	3	2.5	6	18	
12	9	7	12	10	8	6	10	6	5	5	4	4	18	30	
14	11	8	16	11	9	7	13	7	5	6	5	4	30	50	
16	13	10	20	14	11	8	16	9	7	7	5	4	50	80	
19	19	11	26	16	16	10	20	10	8	8	6	5	80	120	
23	23	14	30	19	19	11	25	11	8	9	7	5	120	150	
31	31	19	38	23	23	14	30	13	10	10	8	7	150	180	
38	38	23	—	25	25	15	—	15	11	11	8	8	180	250	
44	44	26	—	31	31	19	—	18	14	13	10	8	250	315	
50	50	30	—	35	35	21	—	20	15	15	11	10	315	400	
56	56	34	—	41	41	25	—	23	17	—	—	—	400	500	
63	63	38	—	48	48	29	—	28	21	—	—	—	500	630	
94	94	55	—	56	56	34	—	35	26	—	—	—	630	800	
125	125	75	—	75	75	45	—	—	—	—	—	—	800	1000	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	1250	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1250	1600	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1600	2000	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2000	2500	

單位 μm

外徑軸向偏移 ⁽²⁾ S _{aa}			外環寬度差異 ⁽⁴⁾ V _{cs}			公稱軸承外徑 D (mm)	
5級	4級	2級	5級	4級	2級		
最大	最大	最大	最大	最大	最大		
8	5	1.5	5	2.5	1.5	2.5 ⁽¹⁾	6
8	5	1.5	5	2.5	1.5	6	18
8	5	2.5	5	2.5	1.5	18	30
8	5	2.5	5	2.5	1.5	30	50
10	5	4	6	3	1.5	50	80
11	6	5	8	4	2.5	80	120
13	7	5	8	5	2.5	120	150
14	8	5	8	5	2.5	150	180
15	10	7	10	7	4	180	250
18	10	7	11	7	5	250	315
20	13	8	13	8	7	315	400
23	—	—	15	—	—	400	500
25	—	—	18	—	—	500	630
30	—	—	20	—	—	630	800
—	—	—	—	—	—	800	1000
—	—	—	—	—	—	1000	1250
—	—	—	—	—	—	1250	1600
—	—	—	—	—	—	1600	2000
—	—	—	—	—	—	2000	2500

5.2 公制系列 圓錐滾子軸承的容許差及容許值

表5.2.1 內環的容許差及容許值

公稱軸承內徑 d (mm)		軸承內徑															
		平面內平均內徑的尺寸差 Δd_{mp}						內徑尺寸差 Δd_s		平面內內徑差異 V_{dp}				平面內平均內徑的差異 V_{dmp}			
		0級 6X級		6級 5級		4級		4級		0級 6X級	6級	5級	4級	0級 6X級	6級	5級	4級
超過	以下	上	下	上	下	上	下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大	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	—	—	—	—	—	—	35	—	—	—	26	—	—	—
315	400	0	-40	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	30	—	—	—
400	500	0	-45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	630	0	-50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
630	800	0	-75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

備註1. 當距離軌道環側面在倒角尺寸r(最大)的1.2倍以內時,此表決定的軸承內徑的上容許差不適用。
2. 此表的一部分遵照NACHI標準。

表5.2.2 外環的容許差及容許值

公稱軸承外徑 D (mm)		軸承外徑															
		平面內平均外徑的尺寸差 ΔD_{mp}						外徑尺寸差 ΔD_s		平面內外徑差異 V_{Dp}				平面內平均外徑的差異 V_{Dmp}			
		0級 6X級		6級 5級		4級		4級		0級 6X級	6級	5級	4級	0級 6X級	6級	5級	4級
超過	以下	上	下	上	下	上	下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大	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	—	—	—	—	—	—	45	—	—	—	34	—	—	—
500	630	0	-50	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—	38	—	—	—
630	800	0	-75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
800	1000	0	-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

備註1. 當距離軌道環側面在倒角尺寸r(最大)的1.2倍以內時,此表決定的軸承外徑的下容許差不適用。
2. 此表的一部分遵照NACHI標準。

表5.2.3 寬度、裝配寬度及軸承組寬度的容許差

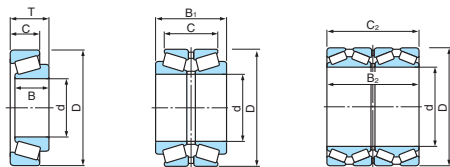
公稱軸承內徑 d (mm)		內環寬度尺寸差 ΔB_s						外環寬度尺寸差 ΔC_s						安裝寬度尺寸差 ΔT_s					
		0級 6級		6X級		5級 4級		0級 6級		6X級		5級 4級		0級 6級		6X級		5級 4級	
		超過	以下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
10	18	0	-120	0	-50	0	-200	0	-120	0	-100	0	-200	+200	0	+100	0	+200	-200
18	30	0	-120	0	-50	0	-200	0	-120	0	-100	0	-200	+200	0	+100	0	+200	-200
30	50	0	-120	0	-50	0	-240	0	-120	0	-100	0	-240	+200	0	+100	0	+200	-200
50	80	0	-150	0	-50	0	-300	0	-150	0	-100	0	-300	+200	0	+100	0	+200	-200
80	120	0	-200	0	-50	0	-400	0	-200	0	-100	0	-400	+200	-200	+100	0	+200	-200
120	180	0	-250	0	-50	0	-500	0	-250	0	-100	0	-500	+350	-250	+150	0	+350	-250
180	250	0	-300	0	-50	0	-600	0	-300	0	-100	0	-600	+350	-250	+150	0	+350	-250
250	315	0	-350	0	-50	—	—	0	-350	0	-100	—	—	+350	-250	+200	0	—	—
315	400	0	-400	0	-50	—	—	0	-400	0	-100	—	—	+400	-400	+200	0	—	—
400	500	0	-450	—	—	—	—	0	-450	—	—	—	—	+400	-400	—	—	—	—
500	630	0	-500	—	—	—	—	0	-500	—	—	—	—	+500	-500	—	—	—	—
630	800	0	-750	—	—	—	—	0	-750	—	—	—	—	+600	-600	—	—	—	—

備註 帶滾子內環的有效寬度 T₁ 為帶滾子內環與標準外環組合時的裝配寬度。
外環的有效寬度 T₂ 為外環與標準帶滾子內環組合時的裝配寬度。



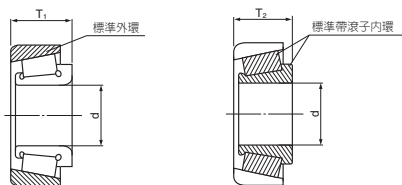
單位 μm

	內環徑向偏移 K _{1a}				內環側面偏移 S _d		內環軸向 偏移 S _{1a}
	0級 6X級	6級	5級	4級	5級	4級	4級
	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
15	7	5	3	7	3	3	
18	8	5	3	8	4	4	
20	10	6	4	8	4	4	
25	10	7	4	8	5	4	
30	13	8	5	9	5	5	
35	18	11	6	10	6	7	
50	20	13	8	11	7	8	
60	—	—	—	—	—	—	
70	—	—	—	—	—	—	
70	—	—	—	—	—	—	
85	—	—	—	—	—	—	
100	—	—	—	—	—	—	



單位 μm

	外環徑向偏移 K _{2a}				外環側面偏移 S _d		外環軸向 偏移 S _{2a}
	0級 6X級	6級	5級	4級	5級	4級	4級
	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
18	9	6	4	8	4	5	
20	10	7	5	8	4	5	
25	13	8	5	8	4	5	
35	18	10	6	9	5	6	
40	20	11	7	10	5	7	
45	23	13	8	10	5	8	
50	25	15	10	11	7	10	
60	30	18	11	13	8	10	
70	35	20	13	13	10	13	
80	—	—	—	—	—	—	
100	—	—	—	—	—	—	
120	—	—	—	—	—	—	
120	—	—	—	—	—	—	



單位 μm

帶滾子內環的有效寬度的尺寸差 ΔT _{1s}				外環有效寬度的尺寸差 ΔT _{2s}				軸承組寬度的尺寸差				公稱軸承內徑 d (mm)	
0級		6X級		0級		6X級		ΔB _{2s}		ΔB _{2s} · ΔC _{2s}			
上	下	上	下	上	下	上	下	雙列軸承 0級	四列軸承0級	上	下		
+100	0	+50	0	+100	0	+50	0	+200	-200	—	—	10	18
+100	0	+50	0	+100	0	+50	0	+200	-200	—	—	18	30
+100	0	+50	0	+100	0	+50	0	+240	-240	—	—	30	50
+100	0	+50	0	+100	0	+50	0	+300	-300	+400	-400	50	80
+100	-100	+50	0	+100	-100	+50	0	+400	-400	+500	-500	80	120
+150	-150	+50	0	+200	-100	+100	0	+500	-500	+600	-600	120	180
+150	-150	+50	0	+200	-100	+100	0	+600	-600	+750	-750	180	250
+150	-150	+100	0	+200	-100	+100	0	+700	-700	+900	-900	250	315
+200	-200	+100	0	+200	-200	+100	0	+800	-800	+1000	-1000	315	400
—	—	—	—	—	—	—	—	+900	-900	+1200	-1200	400	500
—	—	—	—	—	—	—	—	+1000	-1000	+1200	-1200	500	630
—	—	—	—	—	—	—	—	+1500	-1500	+1500	-1500	630	800

5.3 止推滾珠軸承的容許差及容許值

表5.3.1 軸軌道盤的內徑的容許差及容許值與迴轉精度的容許值 單位 μm

公稱軸承內徑 d或d ₂ (mm)		平面內平均內徑的尺寸差 Δd_{mp} 或 Δd_{2mp}				平面內內徑 差異 V _{d1p} 或V _{d2p}		軸軌道盤或中央軌道盤及 座軌道盤的厚度差異 ⁽¹⁾ S ₁ 或S ₂			
		0.6, 5級		4級		0級 6級 5級	4級	0級	6級	5級	4級
超過	以下	上	下	上	下	最大	最大	最大	最大	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	—

註⁽¹⁾ 複式軸承不按照d₂分級，對於同一直徑系列，按照相同軸承外徑的單式軸承的d分級。
外環軌道的厚度差異S₂只適用於平面座軸承。

表5.3.2 座軌道盤外徑的容許差及容許值 單位 μm

公稱軸承外徑 D (mm)		平面內平均外徑的尺寸差 ΔD_{mp}				平面內內徑 差異 V _{Dp}	
		0.6, 5級		4級		0級 6級 5級	4級
超過	以下	上	下	上	下	最大	最大
10	18	0	-11	0	-7	8	5
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	—	—	—	—

表5.3.3 平面座止推滾珠軸承的高度及中央軌道盤的高度容許差（0級） 單位 μm

公稱軸承內徑 d ⁽¹⁾ (mm)		單式高度T ₂ 的尺寸差 ΔT_2		複式高度T ₂ 的尺寸差 ΔT_{2s}		複式高度T ₁ 的尺寸差 ⁽¹⁾ ΔT_{1s}		中央軌道盤高度的尺寸差 ⁽¹⁾ ΔB_s	
		上	下	上	下	最大	最大	最大	最大
—	30	0	-75	0	-75	+50	-150	0	-50
30	50	0	-100	0	-100	+75	-200	0	-75
50	80	0	-125	0	-125	+100	-250	0	-100
80	120	0	-150	0	-150	+125	-300	0	-125
120	180	0	-175	0	-175	+150	-350	0	-150
180	250	0	-200	0	-200	+175	-400	0	-175
250	315	0	-225	0	-225	+200	-450	0	-200
315	400	0	-300	0	-300	+250	-600	0	-250

註⁽¹⁾ 按照相同直徑系列的與相同公稱軸承外徑相對應的單式軸承的d來分級。

5.4 止推自動對心滾子軸承的容許差及容許值（0級）

表5.4.1 軸軌道盤的容許差及容許值 單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		平面內平均內徑 的尺寸差 Δd_{mp}		平面內 內徑差異 V _{d1p}	軸軌道盤 側面偏移 S _d	軸承高度的尺寸差 ΔT_s	
		上	下			最大	最大
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

備註 當距離軌道環側面在倒角尺寸r（最大）的1.2倍以內時，此表決定的軸承內徑的上容許差不適用。

表5.4.2 座軌道盤的容許差及容許值 單位 μm

公稱軸承外徑 D (mm)		平面內平均外徑的尺寸差 ΔD_{mp}	
		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

備註 當距離軌道環側面在倒角尺寸r（最大）的1.2倍以內時，此表決定的軸承外徑的下容許差不適用。



5.5 英制系列 圓錐滾子軸承的容許差及容許值

表5.5.1 內環內徑的容許差

單位 μm

公稱軸承內徑 d mm (inch)		內徑尺寸差 Δd_s							
		CLASS 4		CLASS 3		CLASS 0		CLASS 00	
超過	以下	上	下	上	下	上	下	上	下
—	76.200 (3)	+13	0	+13	0	+13	0	+8	0
76.200 (3)	266.700 (10.5)	+25	0	+13	0	+13	0	+8	0
266.700 (10.5)	304.800 (12)	+25	0	+13	0	+13	0	+8	0
304.800 (12)	609.600 (24)	+51	0	+25	0	—	—	—	—
609.600 (24)	914.400 (36)	+76	0	+38	0	—	—	—	—
914.400 (36)	1219.200 (48)	+102	0	+51	0	—	—	—	—
1219.200 (48)	—	+127	0	+76	0	—	—	—	—

表5.5.2 外環外徑的容許差

單位 μm

公稱軸承外徑 D mm (inch)		外徑尺寸差 ΔD_s							
		CLASS 4		CLASS 3		CLASS 0		CLASS 00	
超過	以下	上	下	上	下	上	下	上	下
—	266.700 (10.5)	+25	0	+13	0	+13	0	+8	0
266.700 (10.5)	304.800 (12)	+25	0	+13	0	+13	0	+8	0
304.800 (12)	609.600 (24)	+51	0	+25	0	—	—	—	—
609.600 (24)	914.400 (36)	+76	0	+38	0	—	—	—	—
914.400 (36)	1219.200 (48)	+102	0	+51	0	—	—	—	—
1219.200 (48)	—	+127	0	+76	0	—	—	—	—

表5.5.3 裝配寬度及軸承組寬度⁽¹⁾的容許差

單位 μm

公稱軸承內徑 d mm (inch)		公稱軸承外徑 D mm (inch)		軸承組寬度的尺寸差 Δr_s					
				CLASS 4		CLASS 3		CLASS 0 CLASS 00	
超過	以下	超過	以下	上	下	上	下	上	下
—	101.600 (4)	—	—	+203	0	+203	-203	+203	-203
101.600 (4)	266.700 (10.5)	—	—	+356	-254	+203	-203	+203	-203
266.700 (10.5)	304.800 (12)	—	—	+356	-254	+203	-203	+203	-203
304.800 (12)	609.600 (24)	—	508.000 (20)	+381	-381	+203	-203	—	—
304.800 (12)	609.600 (24)	508.000 (20)	—	+381	-381	+381	-381	—	—
609.600 (24)	—	—	—	+381	-381	+381	-381	—	—

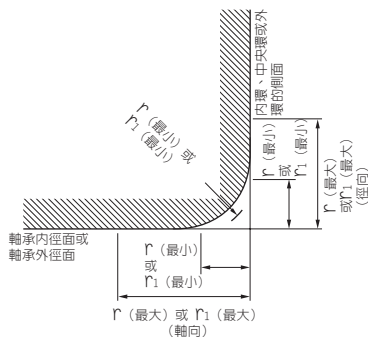
註⁽¹⁾ 精度等級CLASS4.3.0的四列圓錐滾子軸承的裝配寬度 B_2 、 C_2 的容許差為 $\pm 1524 \mu\text{m}$ 。

表5.5.4 內環及外環的徑向偏移的容許值

單位 μm

公稱軸承外徑 D mm (inch)		內環的徑向偏轉 K_{ia} 及外環的徑向偏轉 K_{oa} 的容許值 (最大)			
		CLASS 4	CLASS 3	CLASS 0	CLASS 00
超過	以下	上	上	上	上
—	266.700 (10.5)	51	8	4	2
266.700 (10.5)	304.800 (12)	51	8	4	2
304.800 (12)	609.600 (24)	51	18	—	—
609.600 (24)	914.400 (36)	76	51	—	—
914.400 (36)	—	76	76	—	—

5.6 倒角尺寸的容許極限值



r : 內環・外環的倒角尺寸

r_1 : 內環・外環（正面側等）或止推滾珠軸承的中環的倒角尺寸

備註 倒角表面的正確形狀不予規定，但是其輪廓在軸向平面內應不可超出內環或中央環側面與軸承內徑面的相切半徑 r （最小）、或外環側面與軸承外徑面相切半徑 r_1 （最小）的假想圓弧（見圖）。

表5.6.1 徑向軸承（圓錐滾子軸承除外）的倒角尺寸的容許極限值 單位 mm

內環、外環的最小容許倒角尺寸 r (最小) 或 r_1 (最小)	公稱軸承內徑 d		內環、外環的最大容許倒角尺寸 r (最大) 或 r_1 (最大)		參考 軸或軸承座的 倒角半徑 r_a 最大
	超過	以下	徑向	軸向	
0.05	—	—	0.1	0.2	0.05
0.08	—	—	0.16	0.3	0.08
0.1	—	—	0.2	0.4	0.1
0.15	—	—	0.3	0.6	0.15
0.2	—	—	0.5	0.8	0.2
0.3	—	40	0.6	1	0.3
	40	—	0.8	1	
0.6	—	40	1	2	0.6
	40	—	1.3	2	
1	—	50	1.5	3	1
	50	—	1.9	3	
1.1	—	120	2	3.5	1
	120	—	2.5	4	
1.5	—	120	2.3	4	1.5
	120	—	3	5	
2	—	80	3	4.5	2
	220	220	3.5	5	
	220	—	3.8	6	
2.1	—	280	4	6.5	2
	280	—	4.5	7	
2.5	—	100	3.8	6	2
	280	280	4.5	6	
	280	—	5	7	
3	—	280	5	8	2.5
	280	—	5.5	8	
4	—	—	6.5	9	3
5	—	—	8	10	4
6	—	—	10	13	5
7.5	—	—	12.5	17	6
9.5	—	—	15	19	8
12	—	—	18	24	10
15	—	—	21	30	12
19	—	—	25	38	15

備註 寬度小於2mm的軸承，徑向 r （最大）的值等同於軸向的值。



表5.6.2 圓錐滾子軸承的倒角尺寸的容許極限值 單位 mm

內環、外環的最小容許倒角尺寸 r (最小)	公稱軸承 內徑或外徑 (¹) d或D		內環、外環的 最大容許倒角尺寸 r (最大)		參考
	超過	以下	徑向	軸向	軸或軸承座的 倒角半徑r _a
					最大
0.3	—	40	0.7	1.4	0.3
	40	—	0.9	1.6	
0.6	—	40	1.1	1.7	0.6
	40	—	1.3	2	
1	—	50	1.6	2.5	1
	50	—	1.9	3	
1.5	—	120	2.3	3	1.5
	120	250	2.8	3.5	
	250	—	3.5	4	
2	—	120	2.8	4	2
	120	250	3.5	4.5	
	250	—	4	5	
2.5	—	120	3.5	5	2
	120	250	4	5.5	
	250	—	4.5	6	
3	—	120	4	5.5	2.5
	120	250	4.5	6.5	
	250	400	5	7	
	400	—	5.5	7.5	
4	—	120	5	7	3
	120	250	5.5	7.5	
	250	400	6	8	
	400	—	6.5	8.5	
5	—	180	6.5	8	4
	180	—	7.5	9	
6	—	180	7.5	10	5
	180	—	9	11	

註⁽¹⁾ 內環按照d分級，外環按照D分級。

表5.6.3 止推軸承的倒角尺寸的容許極限值 單位 mm

內環（或中央環）、 外環的最小容許倒角尺寸 r (最小) 或r _i (最小)	內環（或中央環）、 外環的最大容許倒角尺寸 r (最大) 或r _i (最大)	參考
		軸或軸承座的 倒角半徑r _a
	徑向及軸向	
0.05	0.1	0.05
0.08	0.16	0.08
0.1	0.2	0.1
0.15	0.3	0.15
0.2	0.5	0.2
0.3	0.8	0.3
0.6	1.5	0.6
1	2.2	1
1.1	2.7	1
1.5	3.5	1.5
2	4	2
2.1	4.5	2
3	5.5	2.5
4	6.5	3
5	8	4
6	10	5
7.5	12.5	6
9.5	15	8
12	18	10
15	21	12
19	25	15

5.7 錐孔的容許差及容許值

d : 公稱軸承內徑

d_i : 錐孔理論大端面的基準直徑

: 基準錐度1/12時, d_i = d+1/12B

: 基準錐度1/30時, d_i = d+1/30B

Δd_{mp} : 錐孔理論小端面上的平面內平均內徑的尺寸差

Δd_{mp} : 錐孔理論大端面上的平面內平均內徑的尺寸差

B : 公稱內環寬度

α : 錐孔公稱錐角的1/2

: 基準錐度1/12時, α = 2° 23' 9.4"

= 2.38594°

= 0.041643 rad

: 基準錐度1/30時, α = 0° 57' 17.4"

= 0.95484°

= 0.016665 rad

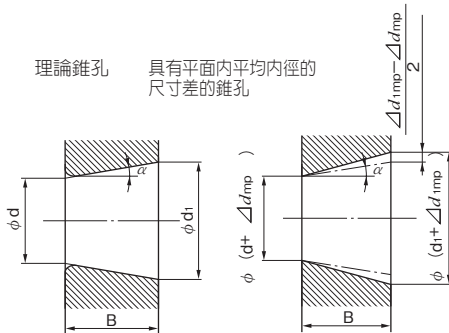


表5.7.1 基準錐度為1/12的錐孔 (0級)

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		小端面上的平面內 平均內徑的尺寸差				平面內 內徑差異	
		Δd _{mp}		Δd _{mp} - Δd _{mp}		Vd _p ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
超過	以下	上	下	上	下	最大	
	10	+22	0	+15	0	9	
10	18	+27	0	+18	0	11	
18	30	+33	0	+21	0	13	
30	50	+39	0	+25	0	16	
50	80	+46	0	+30	0	19	
80	120	+54	0	+35	0	22	
120	180	+63	0	+40	0	40	
180	250	+72	0	+46	0	46	
250	315	+81	0	+52	0	52	
315	400	+89	0	+57	0	57	
400	500	+97	0	+63	0	63	
500	630	+110	0	+70	0	70	
630	800	+125	0	+80	0	—	
800	1000	+140	0	+90	0	—	
1000	1250	+165	0	+105	0	—	
1250	1600	+195	0	+125	0	—	

註⁽¹⁾ 適用於錐孔所有的徑向平面。

註⁽²⁾ 不適用於直徑系列7或8。

表5.7.2 基準錐度為1/30的錐孔 (0級)

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		小端面上的平面內 平均內徑的尺寸差				平面內 內徑差異	
		Δd _{mp}		Δd _{mp} - Δd _{mp}		Vd _p ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
超過	以下	上	下	上	下	最大	
50	80	+15	0	+30	0	19	
80	120	+20	0	+35	0	22	
120	180	+25	0	+40	0	40	
180	250	+30	0	+46	0	46	
250	315	+35	0	+52	0	52	
315	400	+40	0	+57	0	57	
400	500	+45	0	+63	0	63	
500	630	+50	0	+70	0	70	

註⁽¹⁾ 適用於錐孔所有的徑向平面。

註⁽²⁾ 不適用於直徑系列7或8。

6 滾動軸承的間隙

軸承的內部間隙指的是如圖6.1和圖6.2中所示的軌道環和滾動體之間間隙。固定內環或外環，未固定的軌道環作徑向移動時的移動量稱為徑向間隙，而未固定的軌道環作軸向交替移動時的移動量稱為軸向間隙。

通常內部間隙指的是沒有力量作用於軌道環和滾動體的狀態下，也就是無負荷狀態下的間隙。此外還有測量間隙、有效間隙、殘留間隙等。測量軸承內部間隙時，為了測量值的穩定，通常載入測量負荷。因此軌道環與滾動體產生彈性變形，從而使得內部間隙測量值變大，增大為彈性變形量。

若是滾子軸承，此彈性變形可忽略不計，若是滾珠軸承，則因為變形量很大，需要對此變形量進行修正。

內部間隙值在JIS和日本軸承工業協會標準(BAS)

- 深溝滾珠軸承
 - 雙列自動調心滾珠軸承
 - 圓筒滾子軸承
 - 雙列自動調心滾子軸承
 - 馬達用深溝滾珠軸承
 - 馬達用圓筒滾子軸承
- } JIS B1520
- } BAS1003

中按以下類別描述。

未被JIS與BAS記載的軸承，已由NACHI公司規定了標準值。

這些值如表6.1~表6.7所示

表6.2 小型和微型滾珠軸承的徑向間隙(NACHI) 單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)	間隙區分											
	C1P		C2P		C3P		C4P		C5P		C6P	
	不足	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小
—	10	0	5	3	8	5	10	8	13	20	20	28

備註 標準內部間隙為C3P。

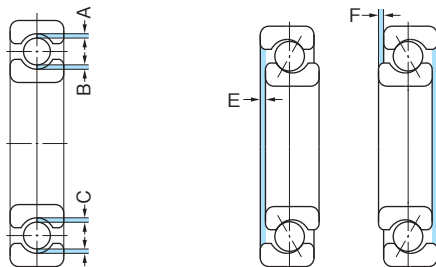


圖6.1 徑向內部間隙 =A+B+C+D

圖6.2 軸向內部間隙 =E+F

表6.1 深溝滾珠軸承(圓柱孔)的徑向內部間隙(JIS)

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)	間隙區分												
	C2		CN (普通)		C3		C4		C5				
超過	以下	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	0	7	2	13	8	23	—	—	—	—	—	—
6	10	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37	—	—
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45	—	—
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48	—	—
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53	—	—
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64	—	—
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73	—	—
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90	—	—
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105	—	—
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120	—	—
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140	—	—
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160	—	—
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180	—	—
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200	—	—
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230	—	—
200	225	2	35	25	85	75	140	125	195	175	265	—	—
225	250	2	40	30	95	85	160	145	225	205	300	—	—
250	280	2	45	35	105	90	170	155	245	225	340	—	—
280	315	2	55	40	115	100	190	175	270	245	370	—	—
315	355	3	60	45	125	110	210	195	300	275	410	—	—
355	400	3	70	55	145	130	240	225	340	315	460	—	—
400	450	3	80	60	170	150	270	250	380	350	510	—	—
450	500	3	90	70	190	170	300	280	420	390	570	—	—
500	560	10	100	80	210	190	330	310	470	440	630	—	—
560	630	10	110	90	230	210	360	340	520	490	690	—	—
630	710	20	130	110	260	240	400	380	570	540	760	—	—
710	800	20	140	120	290	270	450	430	630	600	840	—	—
800	900	20	160	140	320	300	500	480	700	670	940	—	—
900	1000	20	170	150	350	330	550	530	770	740	1040	—	—
1000	1120	20	180	160	380	360	600	580	850	820	1150	—	—
1120	1250	20	190	170	410	390	650	630	920	890	1260	—	—



表6.3 雙列自動調心滾珠軸承的徑向內部間隙(JIS)

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		圓柱孔軸承的間隙區分											圓錐孔軸承的間隙區分										
		C2		CN (普通)		C3		C4		C5			C2		CN (普通)		C3		C4		C5		
超過	以下	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	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6.4 圓筒滾子軸承的徑向內部間隙

表6.4.1 圓筒滾子軸承的徑向內部間隙 (JIS)

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		間隙區分									
		C2		CN (普通)		C3		C4		C5	
超過	以下	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

表6.4.2 非互換性圓筒滾子軸承 (錐孔) 的徑向內部間隙 (NACHI) 單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		間隙區分					
		C9na		C1na		C2na	
超過	以下	最小	最大	最小	最大	最小	最大
14	18	5	10	10	20	20	30
18	24	5	10	10	20	20	30
24	30	5	10	15	25	25	35
30	40	5	12	15	25	25	40
40	50	5	15	17	30	30	45
50	65	5	15	20	35	35	50
65	80	10	20	25	40	40	60
80	100	10	25	35	55	45	70
100	120	10	25	40	60	50	80
120	140	15	30	45	70	60	90
140	160	15	35	50	75	65	100
160	180	15	35	55	85	75	110
180	200	20	40	60	90	80	120
200	225	20	45	60	95	90	135
225	250	25	50	65	100	100	150
250	280	25	55	75	110	110	165
280	315	30	60	80	120	120	180
315	355	30	65	90	135	135	200
355	400	35	75	100	150	150	225
400	450	40	85	110	170	170	255
450	500	45	95	120	190	190	285

備註 JIS並未規定非互換性圓錐孔軸承的徑向間隙，此處僅為參考值。



表6.5 圓筒滾子軸承的徑向內部間隙 (JIS)

表6.5.1 圓柱孔軸承的徑向內部間隙

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		間隙區分									
		C2		CN (普通)		C3		C4		C5	
超過	以下	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

表6.5.2 圓錐孔軸承的徑向內部間隙

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		間隙區分									
		C2		CN (普通)		C3		C4		C5	
超過	以下	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6.6 雙列及組合圓錐滾子軸承的徑向內部間隙（圓柱孔）（NACHI）

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		間隙區分											
		C1		C2		CN (普通)		C3		C4		C5	
超過	以下	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
14	18	2	10	10	20	20	30	35	45	45	55	65	75
18	24	2	10	10	20	20	30	35	45	45	55	65	75
24	30	2	10	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80
30	40	2	12	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40	50	2	15	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50	65	2	15	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130
65	80	5	20	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80	100	5	25	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100	120	5	25	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120	140	10	30	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140	160	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160	180	10	35	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180	200	10	40	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200	225	10	45	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225	250	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250	280	15	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420
280	315	15	60	60	120	120	180	205	265	265	325	410	470
315	355	15	65	65	135	135	200	225	295	295	360	455	520
355	400	20	75	75	150	150	225	255	330	330	405	510	585
400	450	20	85	85	170	170	255	285	370	370	455	565	650
450	500	20	95	95	190	190	285	315	410	410	505	625	720

表6.7 馬達用軸承的徑向內部間隙（BAS）

表6.7.1 深溝滾珠軸承的徑向內部間隙

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		間隙區分 CM	
超過	以下	最小	最大
10 ⁽¹⁾	18	4	11
18	30	5	12
30	50	9	17
50	80	12	22
80	120	18	30
120	160	24	38

註⁽¹⁾ 10mm包含在此尺寸區分表。

備註 上表中的間隙值為無負荷狀態條件下的值。

表6.7.2 圓筒滾子軸承的徑向內部間隙

單位 μm

公稱軸承內徑 d (mm)		間隙區分			
		互換性 CT		非互換性 CM	
超過	以下	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

備註 上表的互換性CT並非表示軸承製造業者之間的互換性，而僅表示同一軸承製造業者的軸承之間的互換性。

7 滾珠軸承與滾子軸承的材料



滾珠軸承與滾子軸承由直接承受負荷的軌道環、滾動體及為保持這些滾動體等間距的保持器組成。這些零件之間既有滾動運動又有滑動運動。

由於滾動接觸部承受較強的重複性應力，長時間使用後，材料將出現疲勞現象。

此外，滑動接觸部會因為摩擦產生磨耗，最後使得軸承損傷。因此，用作軌道環與滾動體的材料應具備以下性能特徵：

- [1] 硬度高
 - [2] 抗滾動疲勞强度高
 - [3] 耐磨性優良
 - [4] 不會因組織變化而產生尺寸變化。
 - [5] 機械强度高
- 而用作保持器的材料要求符合上述的[3]、[4]、[5]條。

7.1 軌道環與滾動體的材料

軌道環與滾動體的材料通常使用經過真空脫氣的、高純淨度高碳鉻軸承鋼。(表7.1) 要求高可靠性時，則使用更高純淨度的經過真空溶解或電渣溶解(ERS)的軸承鋼。

使用最多的是SUJ2，而大型軸承因為熱處理的關係使用SUJ3或SUJ5。

此外，需要具備耐衝擊性時，如表7.2所示，使用經過滲碳處理的滲碳鋼。

要在高溫環境下使用的軸承採用高速鋼等，要在腐蝕性環境下使用的軸承採用不銹鋼。(表7.3、表7.4)

在某些特殊用途下採用陶瓷材料。

7.2 保持器的材料

保持器的材料中，衝壓保持器如表7.5所示採用冷軋鋼板，車削保持器如表7.6、表7.7所示採用高強度黃銅、機械構造用碳素鋼等。

另外根據用途的不同，有時使用合成樹脂。

選擇保持器材料時，考慮使用環境的因素非常重要。

高分子保持器的容許溫度為-40~120°C，超過此溫度則不能使用。

高分子保持器不應用於真空中，因為它將因脫水而變脆。

高分子保持器有時必須考慮特殊潤滑劑的影響。

高強度黃銅保持器不能在300°C以上的環境下使用。

氬(例如冷媒中)會導致高強度黃銅護圈破裂，因此不能在這種環境下使用。

表7.1 高碳鉻軸承鋼

標準	記號	化學成分(%)						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS	SUJ 2	0.95 ~ 1.10	0.15 ~ 0.35	0.50 以下	0.025 以下	0.025 以下	1.30 ~ 1.60	0.08 以下
	SUJ 3	0.95 ~ 1.10	0.40 ~ 0.70	0.90 ~ 1.15	0.025 以下	0.025 以下	0.90 ~ 1.20	0.08 以下
	SUJ 4	0.95 ~ 1.10	0.15 ~ 0.35	0.50 以下	0.025 以下	0.025 以下	1.30 ~ 1.60	0.10 ~ 0.25
	SUJ 5	0.95 ~ 1.10	0.40 ~ 0.70	0.90 ~ 1.15	0.025 以下	0.025 以下	0.90 ~ 1.20	0.10 ~ 0.25
SAE	52100	0.98 ~ 1.10	0.15 ~ 0.35	0.25 ~ 0.45	0.025 以下	0.025 以下	1.30 ~ 1.60	0.10 以下



表7.2 滲碳鋼

標準	記號	化學成分 (%)							
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
JIS	SNCM220	0.17 ~ 0.23	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.60	0.15 ~ 0.25
	SNCM420	0.17 ~ 0.23	0.15 ~ 0.35	0.40 ~ 0.70	0.030 以下	0.030 以下	1.60 ~ 2.00	0.40 ~ 0.60	0.15 ~ 0.30
	SNCM815	0.12 ~ 0.18	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.030 以下	0.030 以下	4.00 ~ 4.50	0.70 ~ 1.00	0.15 ~ 0.30
	SCr420	0.18 ~ 0.23	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	—	0.90 ~ 1.20	—
SAE	8620	0.18 ~ 0.23	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 0.90	0.035 以下	0.040 以下	0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.60	0.15 ~ 0.25
	4320	0.17 ~ 0.22	0.15 ~ 0.35	0.45 ~ 0.65	0.035 以下	0.040 以下	1.65 ~ 2.00	0.40 ~ 0.60	0.20 ~ 0.30

表7.3 高速鋼

標準	記號	化學成分 (%)											
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Co	W
AISI	M50	0.77 ~ 0.85	0.25 以下	0.35 以下	0.015 以下	0.015 以下	3.75 ~ 4.25	4.00 ~ 4.50	0.90 ~ 1.10	0.15 以下	0.10 以下	0.25 以下	0.25 以下

表7.4 不銹鋼

標準	記號	化學成分 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS	SUS440C	0.95 ~ 1.20	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	16.00 ~ 18.00	0.75 以下

備註 有時使用低銹鋼。

表7.5 衝壓保持器用冷卷帶鋼及冷軋鋼板。

標準	記號	化學成分 (%)				
		C	Si	Mn	P	S
BAS	SPB 1	0.10 以下	0.04 以下	0.25 ~ 0.45	0.030 以下	0.030 以下
	SPB 2	0.13 ~ 0.20	0.04 以下	0.25 ~ 0.60	0.030 以下	0.030 以下
JIS	SPCC	0.12 以下	—	0.50 以下	0.040 以下	0.045 以下

表7.6 車削保持器用高強度黃銅鑄件

標準	記號	化學成分 (%)									
		Cu	Zn	Mn	Fe	Al	Sn	Ni	Pb	Si	其他
BAS	HBsCR	55.0 ~ 62.0	33.0 ~ 37.0	2.0 ~ 4.0	0.5 ~ 1.5	0.1 ~ 1.0	0.1 ~ 1.0	1.0 以下	0.1 ~ 1.0	0.2 以下	1.0 以下
JIS	CAC301 (HBsC1)	55.0 ~ 60.0	33.0 ~ 42.0	0.1 ~ 1.5	0.5 ~ 1.5	0.5 ~ 1.5	1.0 以下	1.0 以下	0.4 以下	0.1 以下	—
	CAC302 (HBsC2)	55.0 ~ 60.0	30.0 ~ 42.0	0.1 ~ 3.5	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	1.0 以下	1.0 以下	0.4 以下	0.1 以下	—

() 為舊記號

表7.7 車削保持器用鋼

標準	記號	化學成分 (%)				
		C	Si	Mn	P	S
JIS	S25C	0.22 ~ 0.28	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.030 以下	0.035 以下

8 滾動軸承的使用方法

8.1 配合與間隙



8.1.1 配合的重要性

為了充分發揮滾珠軸承與滾子軸承的性能，內環與軸、外環與軸承座的配合必須合適。

如果配合面干涉不足，軌道環可能相對於軸或軸承座在圓周方向有位置移。這種現象稱為潛移。

一旦配合面發生潛移，配合面將開始過度磨損，損傷軸和軸承座，而且該磨耗碎屑可能進入軸承內部，引起不正常的發熱或振動。

潛移常常不可能僅僅靠軸向夾緊軸承來防止。為防止潛移，承受旋轉負荷的軌道環必須提供必要的干涉。

但承受靜止負荷的軌道環一般並不要求採用干涉。

8.1.2 配合的選擇方法

為選擇適合用途的配合，必須考慮負荷的方向與性質、負荷的大小、溫度條件、軸承的安裝、拆卸等條件，一般可由表8.1取得。

薄形的軸承座、或在中空軸上安裝軸承時，必須採用比通常更大的干涉。另外對於2分型的軸承座，如果緊固螺栓過分緊固，則可能導致外環變形。因此如果外環需要干涉配合或要求精密的場合，二分割的軸承座並不適用。

在振動大的場所使用軸承時，最好內外環都採用干涉配合。

表8.2~8.14顯示了經驗上最普通的推薦配合。特殊使用條件的配合，請諮詢NACHI。

表8.1 負荷的性質與配合

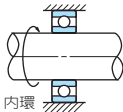

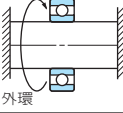

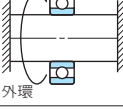

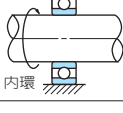

轉動環的區分	負荷的種類	負荷條件的區分	配合	
			內環	外環
 內環	 靜止	內環旋轉負荷 外環靜止負荷	干涉配合	間隙配合
 外環	 旋轉			
 外環	 靜止	外環旋轉負荷 內環靜止負荷	間隙配合	干涉配合
 內環	 旋轉			
負荷方向變動、或有附加負荷產生等負荷方向不一定的場合	旋轉或靜止	不定向負荷	干涉配合	干涉配合

表8.2.1 徑向軸承的軸承內徑⁽¹⁾的配合

徑向軸承的等級	軸的種類與等級								
	內環旋轉負荷及不定向負荷的場合							外環旋轉負荷的場合	
0級、6級	r 6	p 6	n 6	m 5 m 6	k 5 k 6	j 5 j 6 js 6	h 5	h 5 h 6	g 5 g 6
5級、4級	—	—	—	m 5	k 4	js 4	h 4	h 5	—

表8.2.2 徑向軸承（磁電機滾珠軸承除外）的軸承外徑⁽¹⁾的配合

徑向軸承的等級	孔的種類與等級									
	內環旋轉負荷的場合			不定向負荷的場合			外環旋轉負荷的場合			
0級、6級	—	J 6 J 7	H 6 H 7	G 7	M 7	K 6 K 7	J 6 J 7	P 7	N 7	M 7
5級、4級	K 5	Js 5	H 5	—	—	—	—	—	—	M 5

表8.3.1 止推軸承的軸承內徑或中央環內徑⁽¹⁾的配合

止推軸承的等級	軸的種類與等級				
	中心軸向負荷的場合		合成負荷（止推自動調心滾子軸承的場合）		
0級	j 6 js 6	—	n 6	m 6	k 6 j 6 js 6

表8.3.2 止推軸承的軸承外徑⁽¹⁾的配合

止推軸承的等級	孔的種類與等級	
	中心軸向負荷的場合	合成負荷（止推自動調心滾子軸承的場合）
0級	—	M 7 H 7

註⁽¹⁾ 這些尺寸容許差由JIS B 1514規定。



表8.4 徑向軸承的軸的容許差⁽¹⁾

負荷條件	軸徑 (mm)			軸的種類與等級	備註	適用示例 (參考)	
	滾珠軸承	圓筒滾子軸承 圓錐滾子軸承	自動調心滾子軸承				
● 圓柱孔軸承							
外環旋轉負荷	必須要使內環容易在軸上移動	全軸徑		g6	要求精密的場合採用 g5、h5。大型軸承選用 f6，使其容易移動。	靜止軸的車輪	
	不必使內環容易在軸上移動	全軸徑		h6		張緊輪、繩輪	
內環旋轉負荷或不定向負荷	輕負荷及變動負荷	18 以下	—	—	h5	要求精密的場合採用 j5、k5、m5 代替 j6、k6、m6。	電器、工作機械、泵、風機、搬運車
		18 以上 100 以下	40 以下	—	j6		
		100 以上 200 以下	40 以上 140 以下	—	k6		
		—	140 以上 200 以下	—	m6		
	普通負荷及重負荷	18 以下	—	—	j5	單列的圓錐滾子軸承及角接觸滾珠軸承時，因為不需要考慮因配合產生的內部間隙的變化，所以用 k6、m6 代替 k5、m5。	一般的軸承部分、電動機、渦輪、泵、內燃機、木工機械
		18 以上 100 以下	40 以下	40 以下	k5		
		100 以上 200 以下	40 以上 100 以下	40 以上 65 以下	m5		
		—	100 以上 140 以下	65 以上 100 以下	m6		
		—	140 以上 200 以下	100 以上 140 以下	n6		
		—	200 以上 400 以下	140 以上 280 以下	p6		
	非常重的負荷及衝擊負荷	—	50 以上 140 以下	50 以上 100 以下	n6	必須為比 CN (普通) 的間隙區分大的軸承	機車或鐵路車輛的車軸軸承、主電動機
		—	140 以上 200 以下	100 以上 140 以下	p6		
		—	200 以上	140 以上	r6		
中心軸向負荷	250 以下		j6		—	—	
	250 以上		js6、j6				
● 錐孔軸承 (帶襯套)							
各負荷	全軸徑			h9/IT5	傳導軸等時可採用 h10/IT7、IT5、IT7 表示軸各自的誤差 (真圓度、圓柱度等) 必須在公差範圍 IT5、IT7 之內。	一般的軸承部分、鐵路車輛	

註⁽¹⁾ 此表的軸的容許差適用於實心鋼製軸。

備註 重負荷為 $P > 0.12Cr$ 、普通負荷為 $0.12Cr \geq P > 0.06Cr$ 、輕負荷為 $P \leq 0.06Cr$ 。

表8.5 止推軸承的軸的容許差

負荷條件	軸徑 (mm)	軸的種類與等級	
中心軸向負荷 (止推滾珠軸承及自動調心滾子止推軸承)	250 以下	j6	
	250 以上	js6、j6	
合成負荷 (球面滾子止推軸承)	外環旋轉負荷	250 以下	j6
		250 以上	js6、j6
	內環旋轉負荷 或 不定向負荷	200 以下	k6
		200 以上 400 以下	m6
400 以上	n5		

表8.6 徑向軸承（磁性滾珠軸承除外）的軸承座的容許差⁽¹⁾

負荷條件		孔的種類與等級	外環的移動 ⁽²⁾	適用示例（參考）	
一體式軸承座	外環旋轉負荷	重負荷作用在薄軸承箱上及衝擊負荷時	P7	外環不能移動。	汽車車輪（滾子軸承）
		普通負荷及重負荷	N7		汽車車輪（滾珠軸承）
		輕負荷及波動負荷	M7		輸送機滾子、滑輪、張緊輪
	不定向負荷	重衝擊負荷		K7	主電動機
重負荷及普通負荷：不需要外環軸向移動時		原則上外環不能移動。	電動機、泵、曲柄軸的主軸承		
一體式或一分割軸承座	內環旋轉負荷	普通負荷及輕負荷：要求外環軸向移動時	J7	外環能移動。	電動機、泵、曲柄軸的主軸承
		衝擊負荷：臨時變為無負荷狀態時			鐵路車輛軸承箱
		所有種類的負荷	H7	外環容易移動。	一般的軸承部分、鐵路車輛軸承箱
		普通負荷及輕負荷	H8		傳導裝置
		有熱傳導通過軸時	G7		造紙設備（乾燥器）
一體式軸承座	要求特別高精度的軸承裝置	在波動負荷下要求運轉極其精確及極高剛性時	N6	外環不能移動。	工作機械的主軸用滾子軸承（軸承外徑超過 125mm）
			M6		工作機械的主軸用滾子軸承（軸承外徑在 125mm 以下）
		不定向輕負荷下要求運轉極其精確時	K6	原則上外環不能移動。	磨床主軸砂輪側的滾珠軸承 高速離心壓縮機固定側的軸承
		極其精確的運轉：需要外環軸向移動時	J6	外環能移動。	磨床主軸驅動側的滾珠軸承 高速離心壓縮機自由側的軸承

註⁽¹⁾ 此表適用於鑄鐵或鋼制的軸承座。輕合金制軸承座一般根據由上表容許值得到的軸承座，採用配合更緊的軸承座。

註⁽²⁾ 這是對於非分離型軸承，區分其外環能否軸向移動的標誌。

表8.7 止推軸承的軸承座的容許差

負荷條件		孔的種類與等級	備註
中心軸向負荷（所有止推軸承）	止推滾珠軸承	H8	不要求高精度時，安裝時外環或對心座在半徑方向設置一定的間隙。
	由其他軸承承載徑向負荷時的自動調心滾子止推軸承	—	外環的徑向間隙為 0.001D 左右。
合成負荷（自動調心滾子止推軸承）	外環靜止負荷或不定向負荷	H7 J7	—
	外環旋轉負荷	K7 M7	一般情況下 徑向負荷較大時



表8.8 英制系列 圓錐滾子軸承內環的配合數值表

表8.8.1 ABMA精度等級CLASS 4的內環的配合

單位 μm

使用條件			公稱軸承內徑 d (mm)		軸承內徑的 尺寸差		軸徑的尺寸差		配合值 ⁽¹⁾	
			超過	以下	上	下	上	下	最大	最小
內環旋轉負荷	普通負荷 無衝擊		—	76.2	+ 13	0	+ 38	+ 26	38T	12T
			76.2	304.8	+ 25	0	+ 64	+ 38	64T	13T
			304.8	609.6	+ 51	0	+ 127	+ 76	127T	25T
			609.6	914.4	+ 76	0	+ 191	+ 114	191T	38T
	重負荷 高速旋轉 衝擊負荷		—	76.2	+ 13	0	+ 64	+ 38	64T	25T
			76.2	304.8	+ 25	0	}	(2)		
			304.8	609.6	+ 51	0				
			609.6	914.4	+ 76	0	+ 381	+ 305	381T	229T
外環旋轉負荷	普通負荷 無衝擊	非研削軸時 (不需要內環在軸上移動時)	—	76.2	+ 13	0	+ 13	0	13T	13L
			76.2	304.8	+ 25	0	+ 25	0	25T	25L
			304.8	609.6	+ 51	0	+ 51	0	51T	51L
			609.6	914.4	+ 76	0	+ 76	0	76T	76L
	普通負荷 無衝擊	研削軸時 (需要內環在軸上移動時)	—	76.2	+ 13	0	0	-13	0	26L
			76.2	304.8	+ 25	0	0	-25	0	51L
			304.8	609.6	+ 51	0	0	-51	0	102L
			609.6	914.4	+ 76	0	0	-76	0	152L

註(1) 配合記號T表示干涉、L表示間隙。

(2) 干涉平均為d/2000(mm)。

表8.8.2 ABMA精度等級CLASS 3、CLASS 0的內環的配合

單位 μm

使用條件			公稱軸承內徑 d (mm)		軸承內徑的 尺寸差		軸徑的尺寸差		配合值 ⁽¹⁾	
			超過	以下	上	下	上	下	最大	最小
內環旋轉負荷	精密工作機械的主軸		—	304.8	+ 13	0	+ 38	+ 18	31T	5T
			304.8	609.6	+ 25	0	+ 64	+ 38	64T	13T
			609.6	914.4	+ 38	0	+ 102	+ 63	102T	25T
	重負荷 高速旋轉 衝擊負荷		—	76.2	+ 13	0	}	(2)		
			76.2	304.8	+ 13	0				
			304.8	609.6	+ 25	0				
609.6	914.4	+ 38	0	+ 38	0					
外環旋轉負荷	精密工作機械的主軸		—	304.8	+ 13	0	+ 13	+ 18	31T	5T
			304.8	609.6	+ 25	0	+ 64	+ 38	64T	13T
			609.6	914.4	+ 38	0	+ 102	+ 63	102T	25T

註(1) 配合記號T表示干涉。

(2) 干涉平均為d/4000(mm)。

(3) CLASS 0時，對軸承內徑d為241.3mm以下的適用。



表8.9 英制系列 圓錐滾子軸承外環的配合數值表

表8.9.1 ABMA精度等級CLASS 4的外環的配合

單位 μm

使用條件		公稱軸承外徑 D (mm)		軸承外徑的 尺寸差		軸承座外徑的 尺寸差		配合值 ⁽¹⁾	
		超過	以下	上	下	上	下	最大	最小
內環旋轉負荷	自由側或固定側	—	76.2	+ 25	0	+ 76	+ 50	25L	76L
		76.2	127.0	+ 25	0	+ 76	+ 50	25L	76L
		127.0	304.8	+ 25	0	+ 76	+ 50	25L	76L
		304.8	609.6	+ 51	0	+ 152	+ 102	51L	152L
		609.6	914.4	+ 76	0	+ 229	+ 152	76L	229L
	可調整外環軸向位置。	—	76.2	+ 25	0	+ 25	0	25T	25L
		76.2	127.0	+ 25	0	+ 25	0	25T	25L
		127.0	304.8	+ 25	0	+ 51	0	25T	51L
		304.8	609.6	+ 51	0	+ 76	+ 26	25T	76L
		609.6	914.4	+ 76	0	+ 127	+ 51	25T	127L
	不可調整外環軸向位置。	—	76.2	+ 25	0	-13	-39	64T	13T
		76.2	127.0	+ 25	0	-25	-51	76T	25T
127.0		304.8	+ 25	0	-25	-51	76T	25T	
304.8		609.6	+ 51	0	-25	-76	127T	25T	
609.6		914.4	+ 76	0	-25	-102	178T	25T	
外環旋轉負荷	不可調整外環軸向位置。	—	76.2	+ 25	0	-13	-39	64T	13T
		76.2	127.0	+ 25	0	-25	-51	76T	25T
		127.0	304.8	+ 25	0	-25	-51	76T	25T
		304.8	609.6	+ 51	0	-25	-76	127T	25T
		609.6	914.4	+ 76	0	-25	-102	178T	25T

註⁽¹⁾ 配合記號L表示間隙、T表示干涉。

表8.9.2 ABMA精度等級CLASS 3、CLASS 0的外環的配合

單位 μm

使用條件		公稱軸承外徑 D (mm)		軸承外徑的 尺寸差		軸承座外徑的 尺寸差		配合值 ⁽¹⁾	
		超過	以下	上	下	上	下	最大	最小
內環旋轉負荷	自由側	—	152.4	+ 13	0	+ 38	+ 26	13L	38L
		152.4	304.8	+ 13	0	+ 38	+ 26	13L	38L
		304.8	609.6	+ 25	0	+ 64	+ 38	13L	64L
		609.6	914.4	+ 38	0	+ 89	+ 51	13L	89L
		—	152.4	+ 13	0	+ 25	+ 13	0	25L
	固定側	152.4	304.8	+ 13	0	+ 25	+ 13	0	25L
		304.8	609.6	+ 25	0	+ 51	+ 25	0	51L
		609.6	914.4	+ 38	0	+ 76	+ 38	0	76L
	可調整外環軸向位置。	—	152.4	+ 13	0	+ 13	0	13T	13L
		152.4	304.8	+ 13	0	+ 25	0	13T	25L
		304.8	609.6	+ 25	0	+ 25	0	25T	25L
	不可調整外環軸向位置。	609.6	914.4	+ 38	0	+ 38	0	38T	38L
—		152.4	+ 13	0	0	-12	25T	0	
152.4		304.8	+ 13	0	0	-25	38T	0	
外環旋轉負荷	普通負荷 不可調整外環軸向位置。	304.8	609.6	+ 25	0	0	-26	51T	0
		609.6	914.4	+ 38	0	0	-38	76T	0
		—	152.4	+ 13	0	-13	-25	38T	13T
		152.4	304.8	+ 13	0	-13	-38	51T	13T
		304.8	609.6	+ 25	0	-13	-39	64T	13T
609.6	914.4	+ 38	0	-13	-51	89T	13T		

註⁽¹⁾ 配合記號L表示間隙、T表示干涉。註⁽²⁾ CLASS 0時，對軸承外徑D為304.8mm以下的適用。



表8.10 徑向軸承（0級）的配合數值表

表8.10.1 軸承內徑的配合

公稱尺寸的 區分 (mm)		軸承的平面內 平均內徑的 尺寸差 ⁽¹⁾		IT5軸									
				m5		h5		j5		h5		g5	
				干涉		干涉		干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙
超過	以下	上	下	最大	最小	最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最大
3	6	0	-8	-	-	-	-	11	2	8	5	4	9
6	10	0	-8	-	-	-	-	12	2	8	6	3	11
10	18	0	-8	-	-	17	1	13	3	8	8	2	14
18	30	0	-10	-	-	21	2	15	4	10	9	3	16
30	50	0	-12	32	9	25	2	18	5	12	11	3	20
50	80	0	-15	39	11	30	2	21	7	15	13	5	23
80	120	0	-20	48	13	38	3	26	9	20	15	8	27
120	140												
140	160	0	-25	58	15	46	3	-	-	25	18	11	32
160	180												
180	200												
200	225	0	-30	67	17	54	4	-	-	30	20	13	35
225	250												
250	280	0	-35	-	-	-	-	-	-	35	23	18	40
280	315												
315	355	0	-40	-	-	-	-	-	-	40	25	22	43
355	400												
400	450	0	-45	-	-	-	-	-	-	45	27	25	47
450	500												

註⁽¹⁾ 為JIS B 1514規定的 Δ dmp。

表8.10.2 軸承外徑的配合

公稱尺寸的 區分 (mm)		軸承的平面內 平均外徑的 尺寸差 ⁽¹⁾		IT6孔					
				K6		J6		H6	
				干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙
超過	以下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大
6	10	0	-8	7	10	4	13	0	17
10	18	0	-8	9	10	5	14	0	19
18	30	0	-8	11	11	5	17	0	22
30	50	0	-11	13	14	6	21	0	27
50	80	0	-13	15	17	6	26	0	32
80	120	0	-15	18	19	6	31	0	37
120	150	0	-18	21	22	7	36	0	43
150	180	0	-25	21	29	7	43	0	50
180	250	0	-30	24	35	7	52	0	59
250	315	0	-35	27	40	7	60	0	67
315	400	0	-40	29	47	7	69	0	76
400	500	0	-45	32	53	7	78	0	85

註⁽¹⁾ 為JIS B 1514規定的 Δ Dmp。



單位 μm

IT6軸																
r6		p6		n6		m6		k6		j6		h6		g6		
干涉		干涉		干涉		干涉		干涉		干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	
最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最大	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	2	8	8	4	12	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	2	8	9	3	14	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	1	16	3	8	11	2	17
-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	2	19	4	10	13	3	20
-	-	-	-	45	17	37	9	30	2	23	5	12	16	3	25	
-	-	-	-	54	20	45	11	36	2	27	7	15	19	5	29	
-	-	76	37	65	23	55	13	45	3	33	9	20	22	8	34	
113	63															
115	65	93	43	77	27	65	15	53	3	39	11	25	25	11	39	
118	68															
136	77															
139	80	109	50	90	31	76	17	63	4	46	13	30	29	15	44	
143	84															
161	94	123	56	-	-	-	-	-	-	51	16	35	32	18	49	
165	98															
184	108	138	62	-	-	-	-	-	-	58	18	40	36	22	54	
190	114															
211	126	-	-	-	-	-	-	-	-	65	20	45	40	26	60	
217	132															

單位 μm

IT7孔														
P7		N7		M7		K7		J7		H7		G7		
干涉		干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	間隙		
最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最小	最大
24	1	19	4	15	8	10	13	7	16	0	23	5	28	
29	3	23	3	18	8	12	14	8	18	0	26	6	32	
35	5	28	2	21	9	15	15	9	21	0	30	7	37	
42	6	33	3	25	11	18	18	11	25	0	36	9	45	
51	8	39	4	30	13	21	22	12	31	0	43	10	53	
59	9	45	5	35	15	25	25	13	37	0	50	12	62	
68	10	52	6	40	18	28	30	14	44	0	58	14	72	
68	3	60	13	40	25	28	37	14	51	0	65	14	79	
79	3	60	16	46	30	33	43	16	60	0	76	15	91	
88	1	66	21	52	35	36	51	16	71	0	87	17	104	
98	1	73	24	57	40	40	57	18	79	0	97	18	115	
108	0	80	28	63	45	45	63	20	88	0	108	20	128	



表8.11 徑向軸承（6級）的配合數值表

表8.11.1 軸承內徑的配合

公稱尺寸的 區分 (mm)		軸承的平面內 平均內徑的 尺寸差 (1)		IT5軸									
				m5		h5		j5		h5		g5	
				干涉		干涉		干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙
超過	以下	上	下	最大	最小	最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最大
3	6	0	-7	-	-	-	-	10	2	7	5	3	9
6	10	0	-7	-	-	-	-	11	2	7	6	2	11
10	18	0	-7	-	-	16	1	12	3	7	8	1	14
18	30	0	-8	-	-	19	2	13	4	8	9	1	16
30	50	0	-10	30	9	23	2	16	5	10	11	1	20
50	80	0	-12	36	11	27	2	18	7	12	13	2	23
80	120	0	-15	43	13	33	3	21	9	15	15	3	27
120	140												
140	160	0	-18	51	15	39	3	-	-	18	18	4	32
160	180												
180	200												
200	225	0	-22	58	17	46	4	-	-	22	20	7	35
225	250												

註(1) 為JIS B 1514規定的 Δdmp。

表8.11.2 軸承外徑的配合

公稱尺寸的 區分 (mm)		軸承的平面內 平均外徑的 尺寸差 (1)		IT6孔					
				K6		J6		H6	
				干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙
超過	以下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大
6	10	0	-7	7	9	4	12	0	16
10	18	0	-7	9	9	5	13	0	18
18	30	0	-8	11	10	5	16	0	21
30	50	0	-9	13	12	6	19	0	25
50	80	0	-11	15	15	6	24	0	30
80	120	0	-13	18	17	6	29	0	35
120	150	0	-15	21	19	7	33	0	40
150	180	0	-18	21	22	7	36	0	43
180	250	0	-20	24	25	7	42	0	49
250	315	0	-25	27	30	7	50	0	57
315	400	0	-280	29	35	7	57	0	64

註(1) 為JIS B 1514規定的 ΔDmp。



單位 μm

IT6軸																
r6		p6		n6		m6		k6		j6		h6		g6		
干涉		干涉		干涉		干涉		干涉		干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	
最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最大	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	2	7	8	3	12	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	2	7	9	2	14	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	1	15	3	7	11	1	17
—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	2	17	4	8	13	1	20
—	—	—	—	43	17	35	9	28	2	21	5	10	16	1	25	
—	—	—	—	51	20	42	11	33	2	24	7	12	19	2	29	
—	—	74	37	60	23	50	13	40	3	28	9	15	22	3	34	
106	63															
108	65	86	43	70		58	15	46	3	32	11	18	25	4	39	
111	68															
128	77															
131	80	101	50	82	31	68	17	55	4	38	13	22	29	7	44	
138	84															

單位 μm

IT7孔														
P7		N7		M7		K7		J7		H7		G7		
干涉		干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	間隙		
最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最小	最大	
24	2	19	3	15	7	10	12	7	15	0	22	5	27	
29	4	23	2	18	7	12	13	8	17	0	25	6	31	
35	6	28	1	21	8	15	14	9	20	0	29	7	36	
42	8	33	1	25	9	18	16	11	23	0	34	9	43	
51	10	39	2	30	11	21	20	12	29	0	41	10	51	
59	11	45	3	35	13	25	23	13	35	0	48	12	60	
68	13	52	3	40	15	28	27	14	41	0	55	14	69	
68	10	60	6	40	18	28	30	14	44	0	58	14	72	
79	13	60	6	46	20	33	33	16	50	0	66	15	81	
88	11	66	11	52	25	36	41	16	61	0	77	17	94	
98	13	73	12	57	28	40	45	18	67	0	85	18	103	



表8.12 徑向軸承（5級）的配合數值表

表8.12.1 軸承內徑的配合

單位 μm

公稱尺寸的 區分 (mm)		軸承的平面內 平均內徑的 尺寸差 ⁽¹⁾		IT4軸								IT5軸			
				m4		k4		js4		h4		m5		h5	
				干涉		干涉		干涉	間隙	干涉	間隙	干涉		干涉	間隙
超過	以下	上	下	最大	最小	最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最小	最大	最大
3	6	0	-5	13	4	10	1	7	2	5	4	14	4	5	5
6	10	0	-5	15	6	10	1	7	2	5	4	17	6	5	6
10	18	0	-5	17	7	11	1	7.5	2.5	5	5	20	7	5	8
18	30	0	-6	20	8	14	2	9	3	6	6	23	8	6	9
30	50	0	-8	24	9	17	2	11.5	3.5	8	7	28	9	8	11
50	80	0	-9	28	11	19	2	13	4	9	8	33	11	9	13
80	120	0	-10	33	13	23	3	15	5	10	10	38	13	10	15
120	180	0	-13	40	15	28	3	19	6	13	12	46	15	13	18
180	250	0	-15	46	17	33	4	22	7	15	14	52	17	15	20

註⁽¹⁾ 為JIS B 1514規定的Δdmp。

表8.12.2 軸承外徑的配合

單位 μm

公稱尺寸的 區分 (mm)		軸承的平面內 平均外徑的 尺寸差 ⁽¹⁾		IT5孔							
				M5		K5		Js5		H5	
				干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙
超過	以下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
6	10	0	-5	10	1	5	6	3	8	0	11
10	18	0	-5	12	1	6	7	4	9	0	13
18	30	0	-6	14	1	8	7	4.5	10.5	0	15
30	50	0	-7	16	2	9	9	5.5	12.5	0	18
50	80	0	-9	19	3	10	12	6.5	15.5	0	22
80	120	0	-10	23	2	13	12	7.5	17.5	0	25
120	150	0	-11	27	2	15	14	9	20	0	29
150	180	0	-13	27	4	15	16	9	22	0	31
180	250	0	-15	31	4	18	17	10	25	0	35
250	315	0	-18	36	5	20	21	11.5	29.5	0	41
315	400	0	-20	39	6	22	23	12.5	32.5	0	45

註⁽¹⁾ 為JIS B 1514規定的ΔDmp。



表8.13 徑向軸承（4級）的配合數值表

表8.13.1 軸承內徑的配合

單位 μm

公稱尺寸的 區分 (mm)		軸承的平面內 平均內徑的 尺寸差 ⁽¹⁾		IT4軸								IT5軸			
				m4		k4		js4		h4		m5		h5	
				干涉		干涉		干涉	間隙	干涉	間隙	干涉		干涉	間隙
超過	以下	上	下	最大	最小	最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最小	最大	最大
3	6	0	-4	12	4	9	1	6	2	4	4	13	4	4	5
6	10	0	-4	14	6	9	1	6	2	4	4	16	6	4	6
10	18	0	-4	16	7	10	1	6.5	2.5	4	5	19	7	4	8
18	30	0	-5	19	8	13	2	8	3	5	6	22	8	5	9
30	50	0	-6	22	9	15	2	9.5	3.5	6	7	26	9	6	11
50	80	0	-7	26	11	17	2	11	4	7	8	31	11	7	13
80	120	0	-8	31	13	21	3	13	5	8	10	36	13	8	15
120	180	0	-10	37	15	25	3	16	6	10	12	43	15	10	18
180	250	0	-12	43	17	30	4	19	7	12	14	49	17	12	20

註⁽¹⁾ 為JIS B 1514規定的 Δdmp 。

表8.13.2 軸承外徑的配合

單位 μm

公稱尺寸的 區分 (mm)		軸承的平面內 平均外徑的 尺寸差 ⁽¹⁾		IT5孔							
				M5		K5		Js5		H5	
				干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙	干涉	間隙
超過	以下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
6	10	0	-4	10	0	5	5	3	7	0	10
10	18	0	-4	12	0	6	6	4	8	0	12
18	30	0	-5	14	0	8	6	4.5	9.05	0	14
30	50	0	-6	16	1	9	8	5.5	11.5	0	17
50	80	0	-7	19	1	10	10	6.5	13.5	0	20
80	120	0	-8	23	0	13	10	7.5	15.5	0	23
120	150	0	-9	27	0	15	12	9	18	0	27
150	180	0	-10	27	1	15	13	9	19	0	28
180	250	0	-11	31	0	18	13	10	21	0	31
250	315	0	-13	36	0	20	16	11.5	24.5	0	36
315	400	0	-15	39	1	22	18	12.5	27.5	0	40

註⁽¹⁾ 為JIS B 1514規定的 ΔDmp 。



表8.14 止推軸承（0級）的配合數值表

表8.14.1 軸承內徑及中央環內徑的配合

單位 μm

公稱尺寸的區分 (mm)		軸承的平面內 平均內徑的尺寸差 ⁽¹⁾		IT6軸							
				n6		m6		k6		j6	
				干涉		干涉		干涉		干涉	
超過	以下	上	下	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最大
6	10	0	-8	—	—	—	—	18	1	15	2
10	18	0	-8	—	—	—	—	20	1	16	3
18	30	0	-10	—	—	—	—	25	2	19	4
30	50	0	-12	—	—	—	—	30	2	23	5
50	80	0	-15	—	—	—	—	36	2	27	7
80	120	0	-20	—	—	—	—	45	3	33	9
120	180	0	-25	—	—	—	—	53	3	39	11
180	250	0	-30	—	—	76	17	63	4	46	13
250	315	0	-35	—	—	87	20	—	—	51	16
315	400	0	-40	—	—	97	21	—	—	58	18
400	500	0	-45	125	40	—	—	—	—	65	20

註⁽¹⁾ 為JIS B 1514規定的 Δdmp 。

表8.14.2 軸承外徑的配合

單位 μm

公稱尺寸的區分 (mm)		軸承的平面內 平均外徑的尺寸差 ⁽¹⁾		IT7孔			
				M7		H7	
				干涉		間隙	
超過	以下	上	下	最大	最大	最大	最大
10	18	0	-11	18	11	0	29
18	30	0	-13	21	13	0	34
30	50	0	-16	25	16	0	41
50	80	0	-19	30	19	0	49
80	120	0	-22	35	22	0	57
120	180	0	-25	40	25	0	65
180	250	0	-30	46	30	0	76
250	315	0	-35	52	35	0	87
315	400	0	-40	57	40	0	97
400	500	0	-45	63	45	0	108

註⁽¹⁾ 為JIS B 1514規定的 ΔDmp 。



8.1.3 配合的計算

軸承的配合常常根據經驗按表8.1~表8.14來確定。但當軸及軸承座使用特殊材料時，配合軸為中空軸時、高精度應用時、以及其他特殊場合，要根據實際情況計算配合。

(1) 軸承負荷引起的干涉減少量

一般的，當負荷的性質相同時，隨著負荷的增大，內環變形與配合面之間產生間隙，變得容易滑動，所以必須採用更緊的配合。

軸承負荷引起的內環配合減少量由公式 (8.1) 及圖8.1 來計算。

$$\Delta dF = 0.08 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{d}{B}} Fr \dots\dots\dots (8.1)$$

式中：

ΔdF ：軸承負荷引起的內環配合減少量 (mm)

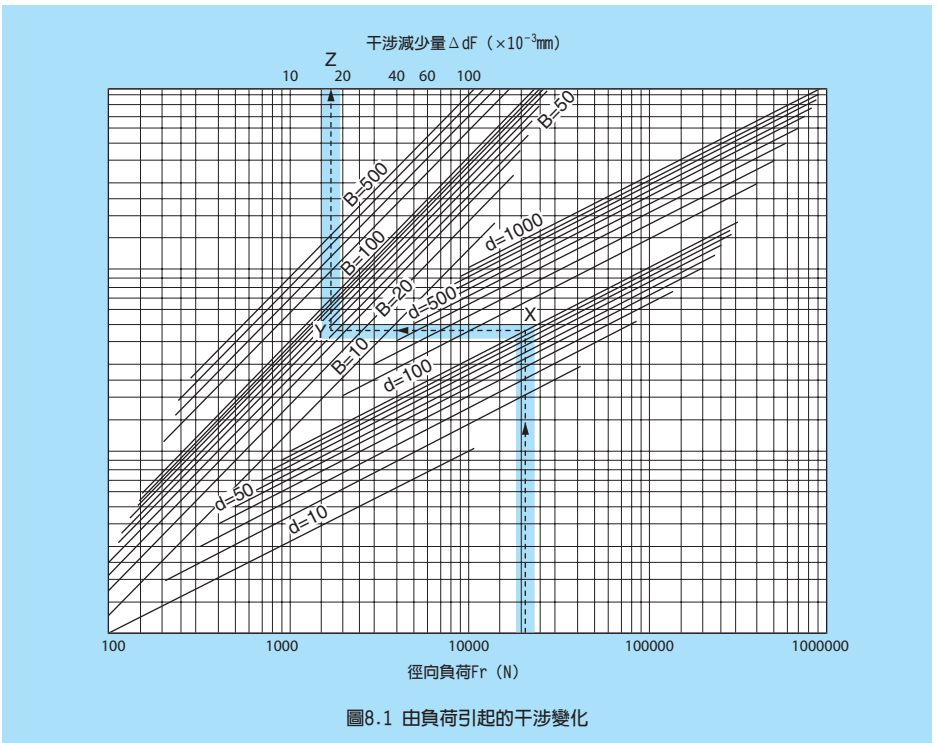
d ：公稱軸承內徑 (軸徑) (mm)

B ：公稱內環寬度 (mm)

Fr ：徑向負荷 (N)

但當徑向負荷大於額定基本靜負荷 Cor 的20%，就使用公式 (8.2)。

$$\Delta dF \geq 0.02 \times 10^{-3} \frac{Fr}{B} \dots\dots\dots (8.2)$$





[計算舉例:6]

當施加在單列深槽滾珠軸承6320上的軸承負荷Fr = 21000N，求干涉減少量。

- 從尺寸表可得d = 100mm，B = 47mm，由圖8.1得到
- [1] 在Fr直線上找到21000，與d = 100的線的交點為X點。
 - [2] 由X點作平行於Fr線的移動，與B = 47的線的交點為Y點。
 - [3] 由Y點垂直向上延伸，則Z點為干涉減少量 Δd_f (mm)。
- 此例中 $\Delta d_f = 0.017$ (mm)。

(2) 溫度引起的干涉減少量

運轉時內環於軸、或外環軸承座之間如果有溫度差，因熱膨脹量不同，必須調整配合。

- [1] 若軸承溫度比軸的高，則採用比標準配合更緊的配合。
- [2] 若熱通過軸來傳導，配合則由於軸的熱膨脹而變得更緊，應該增加軸承的徑向間隙。
- [3] 當外環溫度高於軸承座，則要放鬆與軸承座的配合，減少徑向內部間隙。
- [4] 若熱量由軸承座傳向外環，因為軸承座比外環的膨脹量大，應該加緊配合。

一般的，由於溫度差別引起內環干涉減少量由公式(8.3)和圖8.2來計算。

$$\Delta dT = 0.0015 \Delta T \cdot d \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (8.3)$$

式中:

- ΔdT : 溫度差引起的內環配合減少量 (mm)
- ΔT : 軸承內部與軸承座周圍的溫度差 (°C)
- d: 公稱軸承內徑 (軸徑) (mm)

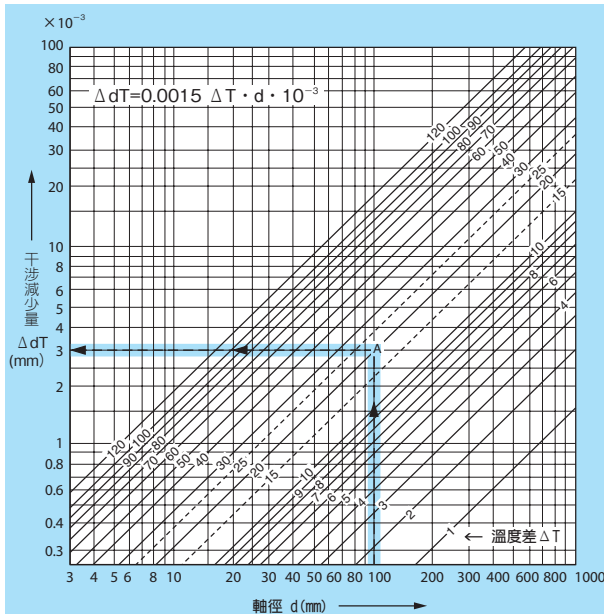


圖8.2 溫度差與內環干涉減少量的關係

[計算舉例:7]

內徑100mm的軸承，軸承內部與軸承座周圍的溫度差為20°C，求干涉減少量。

- (1) 在水平軸線上找到內徑d = 100 mm，從這個點作垂直線一直找到與溫度差為20°C的線的交點A點。
- (2) 從A點往左水平延長，可以從縱軸上讀到干涉減少量 $\Delta dT = 0.003$ mm。

(3) 表面粗糙度的有效干涉

配合面的表面粗糙度在軸承壓入時被破壞，所以有效干涉比所見到的干涉要小。此所見到的干涉的減少量因配合面的終加工精度的不同而不同。

內環與實心軸配合時的有效干涉由公式(8.4.1)與公式(8.4.2)來計算。



對研削軸

$$\Delta d_e = \frac{d}{d+2} \Delta d_a \quad \dots\dots\dots (8.4.1)$$

對車削軸

$$\Delta d_e = \frac{d}{d+3} \Delta d_a \quad \dots\dots\dots (8.4.2)$$

式中:

- Δde : 有效干涉 (mm)
- Δda : 所見到的干涉 (mm)
- d : 公稱軸承內徑 (mm)

(4) 內環必要的干涉

由上述的(1) ~ (3), 承受內環旋轉負荷時, 內環與軸之間必要的干涉如下所示。

對研削軸

$$\Delta d_a \geq (\Delta d_F + \Delta d_T) \left(\frac{d+2}{d} \right) \quad \dots\dots\dots (8.5.1)$$

對車削軸

$$\Delta d_a \geq (\Delta d_F + \Delta d_T) \left(\frac{d+3}{d} \right) \quad \dots\dots\dots (8.5.2)$$

(5) 由配合產生的軸承內徑的最大應力

設置了干涉時, 軌道環膨脹產生應力。如果該應力太大, 就有軸承壽命短或軌道環破裂的危險。

內環與實心軸配合時, 用公式(8.6)將應力 σ_i 限制到100MPa以下。根據經驗, 干涉應為軸徑的 $\frac{1}{1000}$ 以下。

$$\sigma_i = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d_e}{d} \left\{ 1 + \left(\frac{d}{d_i} \right)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (8.6)$$

式中:

- σ_i : 內環內徑面的最大應力 (MPa)
- E : 縱向彈性係數 (MPa)
如果是鋼, 則為 2.07×10^5 (MPa)
- Δde : 有效干涉 (mm)
- d : 公稱軸承內徑 (mm)
- d_i : 內環的平均外徑 (mm)

$$d_i \doteq \frac{1}{4} (D + 3d) \quad \dots\dots\dots \text{圓筒滾子軸承及} \\ \text{軸承系列22、23} \\ \text{的調心滾珠軸承}$$

$$d_i \doteq \frac{1}{10} (3D + 7d) \quad \dots\dots\dots \text{其他軸承}$$

(6) 內環與中空軸的配合

為獲得與實心軸差不多的配合效果, 按以下步驟求:

[1]對於相同直徑的實心軸與內圈的干涉 Δd_a , 可用表8.4或公式(8.5.1)和(8.5.2)計算。

[2]對於空心軸與內圈的干涉 Δd_{ha} , 可用公式(8.7)計算。

$$\Delta d_{ha} = \frac{1 - \left(\frac{d_h}{d_i} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_h}{d} \right)^2} \Delta d_a \quad \dots\dots\dots (8.7)$$

式中:

- Δd_{ha} : 預先計算的中空軸的干涉 (mm)
- d_h : 中空軸的孔徑 (mm)
- (註) 實心軸時d_h=0
- d : 公稱軸承內徑 (mm)
- Δda : 計算的中空軸與內圈的干涉 (mm)

[3]這時內環內徑面的最大應力用公式(8.8)計算。

$$\sigma_i = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d_e}{d} \cdot \frac{\left\{ 1 - \left(\frac{d_h}{d} \right)^2 \right\} \left\{ 1 + \left(\frac{d}{d_i} \right)^2 \right\}}{\left\{ 1 - \left(\frac{d_h}{d_i} \right)^2 \right\}} \quad \dots\dots\dots (8.8)$$

(7) 軸承座與外環的配合

有外環旋轉負荷或不定向負荷時, 必須在外環和軸承座之間必須形成干涉。

外環與軸承座配合可以由表8.6獲得, 這時外圈的最大應力用公式(8.9)計算。

$$\sigma_o = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta D_e}{D} \cdot \frac{1 - \left(\frac{D}{D_h} \right)^2}{1 - \left(\frac{D_e}{D_h} \right)^2} \quad \dots\dots\dots (8.9)$$

式中:

- σ_o : 外環內徑面的最大應力 (MPa)
- E : 縱向彈性係數 (MPa)
如果是鋼, 則為 2.07×10^5 (MPa)
- ΔDe : 有效干涉 (mm)
- D : 公稱軸承外徑 (mm)
- D_h : 軸承座的外徑 (mm)
- (註) 如果軸承座認為是鋼體, 則D_h=∞
- D_e = 外環平均內徑 (mm)



$$De \doteq \frac{1}{4} (3D + d) \dots\dots\dots \text{圓筒滾子軸承及軸承系列22、23的調心滾珠軸承}$$

$$De \doteq \frac{1}{10} (7D + 3d) \dots\dots\dots \text{其他軸承}$$

8.1.4 軸承內部間隙的選擇

滾珠軸承與滾子軸承在運轉時的間隙是能給軸承壽命、振動、發熱、噪音等很大影響。

理論上，運轉間隙為極微的負數時，軸承壽命最長，但實際上維持這種理想狀態是很困難的。運轉間隙過大，則無法充分利用軸承具有的負荷容量；而如果負的間隙變大，則會導致異常發熱、壽命急劇低下。因此一般選擇軸承初始間隙時，應使得運轉間隙為比0稍大的值。

間隙區分CN（普通間隙）為一般使用條件下能留下適當的間隙的值。一般使用條件就是指內環與軸有適當的干涉，外環與軸承座不干涉，內外環的溫度差在10°C以下的狀態。

CN以外的間隙選擇示例如表8.15所示。

軸承的間隙隨配合、運轉時的溫度上升、負荷的種類與大小的變化而變化。比如說，間隙會因為內環或外環的緊配合而減少，則預先選擇大的間隙。

單列深溝滾珠軸承的徑向間隙的示例如圖8.3所示。

(1) 運轉間隙

軸承安裝到機械上後，在一定條件下運轉到達一定溫度，並考慮負荷與彈性變形後的間隙就稱為運轉間隙。

$$\Delta = \Delta_0 - (\delta t + \delta f) + \delta w \dots\dots\dots (8.10)$$

式中：

- Δ : 運轉間隙 (mm)
- Δ_0 : 初始間隙 (軸承安裝到機械前的間隙) (mm)
- δt : 內、外環之間的溫度差引起的間隙變化量 (mm)
- δf : 內外環的配合引起的間隙變化量 (mm)
- δw : 由於負荷引起間隙的增量。(mm)

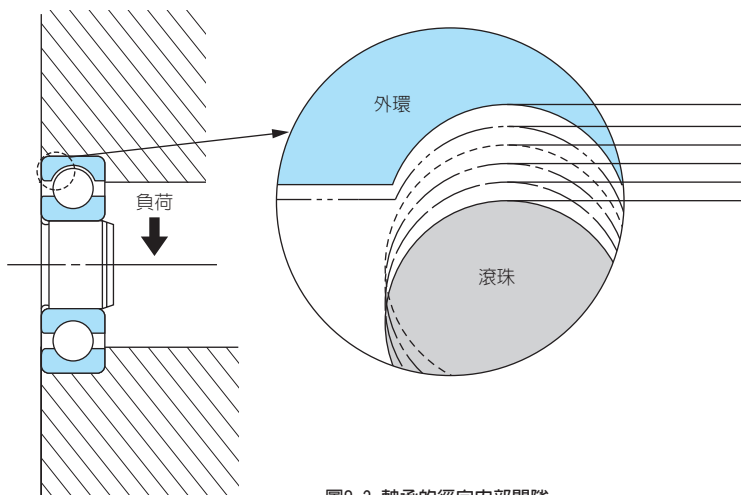
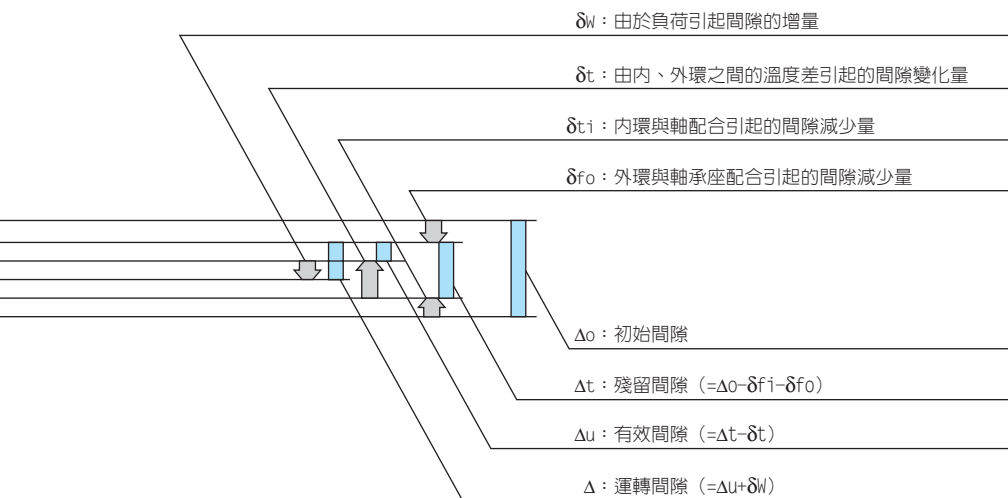


圖8.3 軸承的徑向內部間隙



表8.15 内部間隙記號CN（普通間隙）以外的間隙選擇舉例

使用條件	選擇間隙	應用舉例（參考）
非常重的負荷與衝擊負荷下干涉很大時	C3 以上的間隙	鐵路車輛車軸
有方向不定的重衝擊負荷、內外環都要求干涉時		鐵路車輛主電動機
內環承受高溫時 外環承受低溫時		造紙設備的乾燥器 寒冷地室外用
軸的撓曲很大時 接觸角增大、提高徑向負荷能力時		汽車半浮動式後車輪 鐵路車輛車軸推力承受部
內外環都為間隙配合時	C2 以下的間隙	壓延機輥頸
抑制振動、噪音時		特別用途的小型電動機
抑制軸的偏移等，調整組裝後間隙時	C9na、C1na	銑床主軸用圓柱滾子軸承





(2) 由於內外環之間的溫度差引起的內部間隙的減少量
在正常運轉狀態下，滾動體的溫度最高，內環、外環依次降低。

但由於測量滾動體溫度很困難，故實用上是在滾動體溫度等於內環溫度的假設下進行計算的。因此由於內外環之間的溫度差引起的間隙減少量可用以下公式求得。

$$\delta t = \alpha \cdot \Delta T \cdot D_o \quad \dots\dots\dots (8.11)$$

式中：

- δt : 由內外環之間的溫度差引起的間隙減少量 (mm)
- α : 軸承鋼的線膨脹係數
 $1.12 \times 10^{-5} (1/^\circ\text{C})$
 但使用溫度超過 300°C 時，為
 $1.25 \times 10^{-5} (1/^\circ\text{C})$
- ΔT : 內外環之間的溫度差 (通常 $5 \sim 10^\circ\text{C}$)
- D_o : 外環的軌道直徑 (mm)

$$D_o \doteq \frac{1}{5} (4D + d) \quad \dots\dots\dots \text{深溝滾珠軸承及} \\ \text{自動調心滾子止推軸承}$$

$$D_o \doteq \frac{1}{4} (3D + d) \quad \dots\dots\dots \text{圓筒滾子軸承}$$

(3) 由於配合引起的間隙減少量

當軸承以干涉配合裝到軸或軸承座上時，外圈收縮，內圈膨脹，因此軸承間隙減少。由於配合引起間隙的減少量可由以下公式計算：

$$\delta f = \delta f_i + \delta f_o \quad \dots\dots\dots (8.12)$$

式中：

- δf : 由於配合引起間隙的減少量 (mm)
- δf_i : 由內環膨脹引起的間隙減少量 (mm)
- δf_o : 由外環收縮引起的間隙減少量 (mm)

$$\delta f_i = \Delta d_e \cdot \frac{d}{d_i} \cdot \frac{1 - \left(\frac{d_h}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_h}{d_i}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (8.13)$$

$$\delta f_o = \Delta D_e \cdot \frac{D_e}{D} \cdot \frac{1 - \left(\frac{D}{D_h}\right)^2}{1 - \left(\frac{D_e}{D_h}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (8.14)$$

式中：

- Δd_e : 內環的有效干涉 (mm)
- d : 公稱軸承內徑 (mm)

- d_i : 內環平均內徑 (mm)
- d_h : 中空軸的孔徑 (mm)
- (註) 實心軸時 $d_h = 0$
- ΔD_e : 外環的有效干涉 (mm)
- D : 公稱軸承外徑 (mm)
- D_e : 外環平均內徑 (mm)
- D_h : 軸承座的外徑 (mm)
- (註) 如果軸承座視為是鋼體時，則 $D_h = \infty$

$$d_i \doteq \frac{1}{4} (D + 3d) \quad \dots\dots\dots \text{圓筒滾子軸承及} \\ \text{軸承系列22、23} \\ \text{的調心滾珠軸承}$$

$$d_i \doteq \frac{1}{10} (3D + 7d) \quad \dots\dots\dots \text{其他軸承}$$

$$D_e \doteq \frac{1}{4} (3D + d) \quad \dots\dots\dots \text{圓筒滾子軸承及} \\ \text{軸承系列22、23} \\ \text{的調心滾珠軸承}$$

$$D_e \doteq \frac{1}{10} (7D + 3d) \quad \dots\dots\dots \text{其他軸承}$$

一般 $\delta f = 0.7 \sim 0.9 (\Delta d_e + \Delta D_e)$ ，小值用於厚軌道環（如直徑系列4），大值用於薄軌道環（如直徑系列4）。

(4) 因負荷引起的間隙增量

當軸承承受負荷時，將出現彈性變形，該變形將引起間隙的增大。表8.16列出了彈性變形 δr 和 δa 。



表8.16 負荷與彈性變形量

軸承的種類	由於徑向負荷引起徑向變形的近似值 δr (mm)	由於軸向負荷引起軸向變形的近似值 δa (mm)
自動調心滾珠軸承	$\delta r = \frac{0.00070}{\cos \alpha} \sqrt[3]{\frac{Po^2}{Dw}}$	$\delta a = \frac{0.00070}{\sin \alpha} \sqrt[3]{\frac{P^2}{Dw}}$
深溝滾珠軸承、角接觸滾珠軸承	$\delta r = \frac{0.00044}{\cos \alpha} \sqrt[3]{\frac{Po^2}{Dw}}$	$\delta a = \frac{0.00044}{\sin \alpha} \sqrt[3]{\frac{P^2}{Dw}}$
自動調心滾子軸承	$\delta r = \frac{0.00018}{\cos \alpha} \sqrt[4]{\frac{Po^3}{Lwe^2}}$	$\delta a = \frac{0.00018}{\sin \alpha} \sqrt[4]{\frac{P^3}{Lwe^2}}$
圓筒滾子軸承、圓錐滾子軸承	$\delta r = \frac{0.000077}{\cos \alpha} \cdot \frac{P^{0.9}}{Lwe^{0.8}}$	$\delta a = \frac{0.000077}{\sin \alpha} \cdot \frac{P^{0.9}}{Lwe^{0.8}}$
止推滾珠軸承	—	$\delta a = \frac{0.00052}{\sin \alpha} \sqrt[3]{\frac{P^2}{Dw}}$
P ₀ 及 P	$P_0 = \frac{5Fr}{iz \cos \alpha}$	$P = \frac{Fa}{z \sin \alpha}$

但是、 Fr = 徑向負荷 (N)
 Fa = 軸向負荷 (N)
 α = 接觸角 (°)
 Dw = 滾動體的直徑 (mm)

Lwe = 滾子的有效長 (mm)
 i = 滾珠或滾子的列數
 z = 1列滾珠或滾子的數量

8.2 預載荷與剛度



一般，滾動軸承在運轉狀態下也應有適當的間隙，對於角接觸滾珠軸承和圓錐滾子等軸承，有時會事先施加適當的負間隙—軸向荷重進行安裝。我們把它稱為預壓。預壓有各種各樣的目的和作用，但如果預壓量不合理，會導致摩擦力矩的增大、溫度上升、聲音異常、縮短使用壽命等問題，所以必須充分注意。

8.2.1 預壓的目的

- [1] 提高軸的剛性。(減少機床的主軸、汽車的差速器主齒輪軸等的撓曲。)
- [2] 提高軸的旋轉精度。將軸向移動減到最小，並防止軸的振動和噪音。
(防止對與傘齒輪啮合的軸向位移。防止馬達轉子的軸向共振。提高精密設備的主軸的旋轉精度。)
- [3] 防止外部振動造成的疲勞磨耗。

8.2.2 預壓的方法和測量

(1) 預壓的方法

- [1] 使用彈簧(碟形彈簧、螺旋彈簧)的方法 — 定壓預壓
- [2] 使用緊固螺母的方法 — 定位預載
- [3] 使用間隔環(間隔環、墊片)的方法 — 定位預壓

圖8.4 軸向負荷和軸向位移

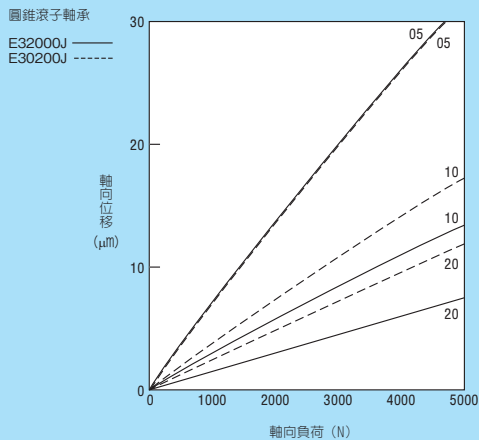
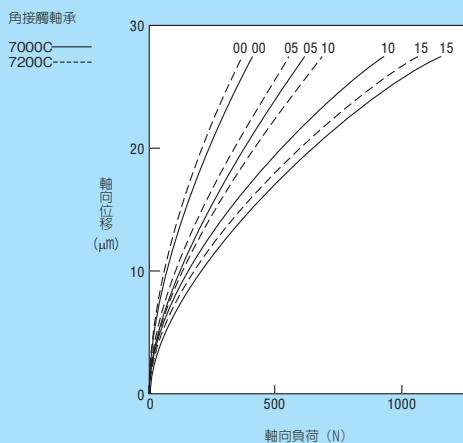
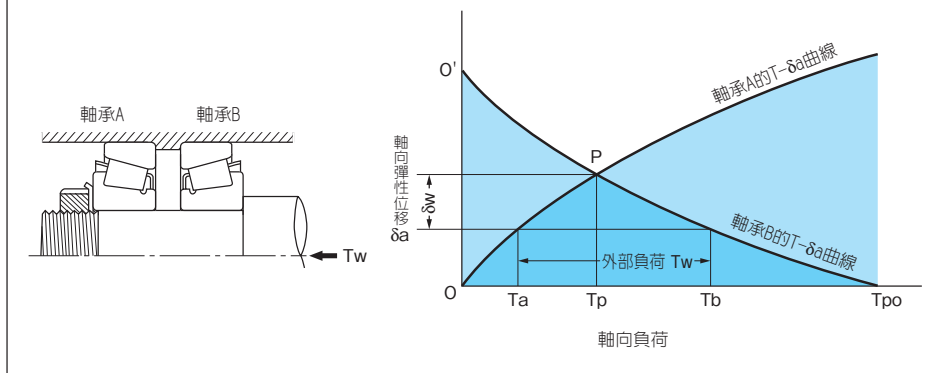




圖8.5 定位預壓的說明



(2) 預壓量的測量

[1] 使用軸向負荷的測量法

- 若預壓是彈簧施加的，只要知道彈簧的位移量即可測出預壓量。
- 若預壓是用緊固螺母施加的，可根據螺母的夾緊力矩和夾緊力的關係測出預載荷量

[2] 使用軸向位移量的測量法 (圖8.4)

通過作用在軸承上的軸向負荷和軸向位移量的關係可測出預壓量。

[3] 使用軸承的起動摩擦扭矩測量法

測量時，事先作好軸承單體的荷重和起動扭矩之間的關係圖可方便測量。但是，需要注意軸承的種類、潤滑狀態等的不同所帶來的差異。

[3] 用相當於外部負荷 T_w 的長度與 T 軸平行來連接上述這兩條曲線。

[4] 與這個交點等效的負荷 T_a 、 T_b 就變成在外部負荷狀態下的各軸承的負荷。

[5] 軸承的位移利用軸承B的位移 δw 得出。

(軸承B的位移從與 T_b 對應的位移減去 T_p 對應的位移來得出。)

因為若軸承被預壓，預壓因外部負荷不會為零的範圍內，兩軸承的位移就成為常量。

(圖8.5中的 $O-O'$ 就是常量)

換而言之，軸承A鬆弛只是作用於軸承B上的外部負荷引起的位移量

如果外部負荷增大並且預載荷消失，軸承B上的負荷 T_b 將等於外部負荷 T_w ，而軸承A上的負荷變為零。該預壓消失時的外載荷的大小如圖8.5的 T_{po} 表示。

8.2.3 預壓的效果

先求一下組合軸承的預壓效果。如圖8.5所示，在軸承被施加了預壓（定位預壓）、並且外部負荷作用時，計算出對2個軸承的負荷分配及軸向位移——按下列所示的圖解法計算步驟計算。

[1] 繪出軸承A的 $T-\delta a$ 曲線。

[2] 然後在 T 軸上取預壓 T_p ，確定與軸承A的曲線的相交點P，並通過P點繪出軸承B的 $T-\delta a$ 曲線。



8.2.4 組合軸承的預壓和間隙

組合軸承的預壓可定義為圖8.6中表示的間隙 $2A$ 。

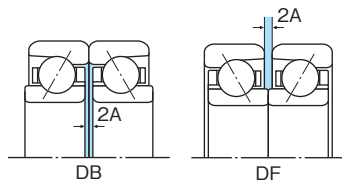


圖8.6

如果施加過大的預壓，就有可能造成軸承壽命的急劇縮短、異常發熱、增大旋轉力矩等故障。因此，必須在充分分析使用條件、要求性能後再選擇合理的預壓。

機床主軸等廣泛使用的精度等級5級以上的精密組合角接觸滾珠軸承的標準預壓量如表8.17所示，干涉指標如表8.18所示。

8.2.5 止推軸承的最小軸向負荷

當止推軸承以比較高的速度旋轉時，由於球的離心力會引起鋼球和滾道之間接觸角的改變，而引起兩者之間的滑移（滑旋）作用。

另外，止推自動調心滾子軸承也會在旋轉中發生滾子和軌道之間的滑移。

此滑移作用可能會造成鋼球、軌道表面、內環、外環滾道表面的微小燒結（污斑）和劃痕。因此，為防止滑移作用，必須對軸承一直施加軸向負荷。

這個必需的最小軸向負荷由公式（8.15）、（8.16）和（8.17）計算得出。

止推軸承只可承受一個方向的軸向載荷，當存在一個雙向軸向負載時，必須使用組合軸承或兩個軸承之間的彈簧等來提供預壓，以保證它總是高於最小軸向負荷。

對於垂直軸，因軸的自重等原因，原始軸向負荷通常會大於最小軸向負荷。

但是，即使在這種情況下，也會出現因運轉時反向軸向負荷的作用而導致軸向負荷低於最小軸向負荷的情況，因此必須予以充分考慮。

(1) 推力球軸承

$$F_{a \min} = K \cdot n^2 \dots\dots\dots (8.15)$$

$$F_{a \min} = \frac{Coa}{1000} \dots\dots\dots (8.16)$$

取用公式（8.15）和公式（8.16）中的較大值。

式中

$F_{a \min}$ ：最小軸向負荷（N）

K ：最小軸向負荷係數（自P296）

n ：軸承的旋轉速度（ min^{-1} ）

Coa ：基本額定靜負荷（N）

(2) 推力自動調心滾子軸承

$$F_{a \min} = \frac{Coa}{1000} \dots\dots\dots (8.17)$$



表8.17 精密組合角接觸軸承的標準預壓

單位 N

內徑代號	7000C (DB、DF)				7200C (DB、DF)				7300C (DB、DF)			
	E	L	M	H	E	L	M	H	E	L	M	H
00	20	50	100	145	30	70	145	195	50	100	195	295
01	20	50	100	145	30	70	145	195	50	100	195	295
02	20	50	100	145	30	70	145	195	50	100	195	295
03	20	50	100	145	30	70	145	195	50	100	195	295
04	50	100	195	295	70	145	295	490	100	195	390	590
05	50	100	195	295	70	145	295	490	100	195	390	590
06	50	100	195	390	70	145	295	590	100	195	390	685
07	70	145	295	390	100	195	490	590	145	295	590	685
08	70	145	295	590	100	195	490	785	145	295	590	980
09	70	145	295	590	100	195	490	785	145	295	590	980
10	70	145	295	590	100	195	490	785	145	295	590	980
11	100	195	390	785	145	295	590	980	195	390	785	1470
12	100	195	390	785	145	295	590	980	195	390	785	1470
13	100	195	390	785	145	295	590	980	195	390	785	1470
14	145	295	590	1170	195	390	785	1470	295	590	980	1960
15	145	295	590	1170	195	390	785	1470	295	590	980	1960
16	145	295	590	1170	195	390	785	1470	295	590	980	1960
17	195	390	785	1470	295	490	980	1960	390	785	1470	2940
18	195	390	785	1470	295	490	980	1960	390	785	1470	2940
19	195	390	785	1470	295	490	980	1960	390	785	1470	2940
20	195	390	785	1470	295	490	980	1960	390	785	1470	2940

表8.18 精密組合角接觸球軸承的干涉量（目標值）

單位 μm

軸承公稱內徑 d (mm)		軸與內環 干涉量	軸承公稱外徑 D (mm)		軸承箱與外環 間隙
超過	以下		超過	以下	
—	18	0 ~ 2	—	18	—
18	30	0 ~ 3	18	30	2 ~ 6
30	50	0 ~ 3	30	50	2 ~ 6
50	80	0 ~ 4	50	80	3 ~ 9
80	120	0 ~ 4	80	120	3 ~ 9
120	150	—	120	150	4 ~ 12
150	180	—	150	180	4 ~ 12
180	250	—	180	250	5 ~ 15

備註 對於軸承座和外環的配合，固定端軸承盡量取目標值的較小值，自由端取較大值為好。

8.3 軸和軸承座的選擇



如果軸和軸承座的精度不好，裝配在上面的軸承的精度就會受到影響，不能發揮出所需的軸承的性能。並有可能縮短使用壽命，造成燒結和破損。因此，對軸和軸承座的設計和製作必須非常仔細。

8.3.1 軸及軸承座精度和表面粗糙度

在一般使用條件下，軸及軸承座的孔配合表面的加工，可用車床或精密鏜孔加工。

但是，在對旋轉時的振動和聲音有嚴格要求的場所應用或在很高的負荷條件下使用時，必須進行磨削加工。

在一般使用條件下，軸和軸承座的精度及表面粗糙度如表8.19所示。

表8.19 軸和軸承座的精度和表面粗糙度

項目	軸	軸承座孔
圓度	配合部的軸徑容許誤差的 1/2 以下	配合部的軸承座內徑容許誤差的 1/2 以下
圓筒度	軸承寬度範圍內、軸徑容許誤差的 1/2 以下	軸承寬度範圍內、軸承座內徑容許誤差的 1/2 以下
軸肩的垂直度	小型軸承	$\frac{3}{10000}$ 以下
	中型軸承	$\frac{4}{10000}$ 以下
	大型軸承	$\frac{5}{10000}$ 以下
配合表面粗糙度	小型軸承	0.8a
	中型軸承	0.8a
	大型軸承	1.6a

8.3.2 軸及軸承座設計的注意事項

- [1] 軸設計的盡量粗且短，能耐變形和彎曲。另外，軸承座要設計的有足夠的剛性。
- [2] 要注意軸及軸承座的配合表面的圓度、圓柱度、表面粗糙度。(表8.19)
另外，整個軌道環的寬度必須保持一致。
- [3] 要注意軸肩對軸心、軸承座軸肩對軸承座的垂直度。(表8.19)
- [4] 確保圓倒角半徑 r_a 小於軸承的倒角尺寸 r (最小) 或者 r_1 (最小)，以防軸或軸承座與軸承發生干擾。

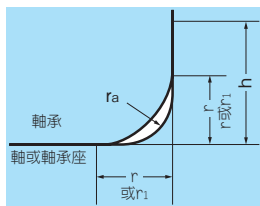


圖8.7 倒角尺寸、圓倒角半徑和軸肩高的關係

對於徑向軸承，一般按照表8.20確定圓倒角半徑 r_a 的最大值和軸肩高度 h 的最小值。

但是，如果要施加很大的負荷時，必須加大圓倒角 r_a 。需要大於軸承倒角尺寸 r 的圓倒角半徑 r_a 時，請與NACHI聯繫。

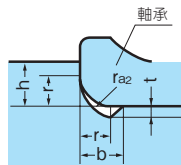


圖8.8 倒角尺寸和圓倒角半徑之間的關係

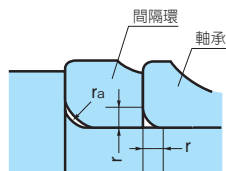


圖8.9 使用間隔環時倒角尺寸和圓倒角半徑之間的關係

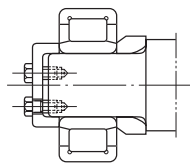


圖8.10

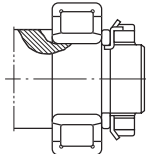


圖8.11



在使用研削加工軸時，設置如圖8.8所示的退刀槽。
(表8.21)

- [5] 當圓倒角半徑 (r_{a2}) 必須大於軸承倒角尺寸 (為了提高軸的強度)、或必須降低軸肩高度時，就如圖8.9所示在軸承和軸肩之間安裝隔環。
實際應用例如圖8.10所示。
- [6] 為方便拆卸，軸肩的高度通常要小於內圈外徑。
若要施加較重軸向負荷時，設計上就需要提高軸肩高度。這時，為方便軸承的拆卸就在軸上設置切槽。(圖8.11)
- [7] 軸安裝用螺絲或夾緊螺母應加工成盡可能與軸成直角，螺絲的緊方向應與軸旋轉方向相反。

[8] 對於分割式軸承座，要小心精加工剖分軸承座的配合面，並在配合面的內徑側設置退刀槽，以防止對軸承施加過大的力。

[9] 對於剛度差的輕合金製成的軸承座，要嵌入鋼製的軸套以提高剛性。

[10] 通常，干涉配合不足以對滾道作軸向定位。因此，原則上必須用某種方法對軌道進行軸向固定。

表8.20 徑向軸承的最大圓倒角半徑和最小軸肩高度

單位 mm

倒角尺寸的最小公差 r (最小) 或 r_1 (最小)	軸或軸承座		
	圓倒角半徑 r_a (最大)	軸肩高度 h (最小)	
		一般情況	特殊情況 ⁽¹⁾
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
0.6	0.6	2.25	2
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	—
15	12	32	—
19	15	—	—

註⁽¹⁾ 該特殊情況欄用於軸向負荷極小時。另外，本欄的數據不適用於圓錐滾子軸承和角接觸球軸承以及自動調心滾子軸承。

備註 符號基於圖8.7。

表8.21 軸研削加工的退刀槽的尺寸

單位 mm

倒角尺寸的最小公差 r (最小) 或 r_1 (最小)	退刀槽尺寸		
	t	r_{a2}	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
2.5	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

備註 符號基於圖8.8。



8.3.3 軸設計舉例

(1) 圓柱孔軸承的軸設計例

[1] 若軸向負荷作用於軸肩和相反側的軸端側，使用普通的軸用螺母和墊圈（圖8.12(a)）、軸用螺母和緊固件（圖8.12(b)）、或端板和螺栓（圖8.12(c)）。這時，建議鎖緊螺母的方向與軸的旋轉方向相反。

[2] 若軸肩和相反側的軸端側不受軸向負荷作用時，必須在軸槽中插進止動環以防止內圈的移動。

這時，通過插入墊片或間隔環來減少止動環與軸承之間極少的軸向間隙（圖8.13）

[3] 若在齒輪或皮帶輪等的機械零部件之間使用間隔環代替軸肩的設置時，或裝置內的空間有限時，或者為了簡化軸的機械加工這一目的，使用止動環是方便的选择。

這時，若軸向負荷作用於止動環，為防止軸向負荷向止動環施加彎曲應力，並消除止動環和止動環槽之間的軸向間隙，在軸承和止動環之間插入墊片或間隔環（圖8.13）

(2) 圓錐孔軸承的軸設計例

將圓錐孔軸承裝配到軸上的方法，有使用套筒或退卸套安裝在圓柱形軸上或者直接安裝在圓錐軸上兩種方法。

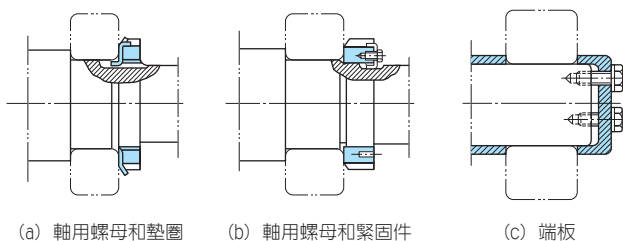
使用套筒或退卸套安裝，與圓柱孔軸承安裝比較，有安裝拆卸容易，可以加大軸的尺寸公差等優點。（圖8.14~圖8.16）

但由於襯套的尺寸精度不像軸承那麼高，不適合有高精度旋轉或者高速運轉要求的用途。

[1] 通常，沒有軸肩的軸使用帶套筒的圓錐孔軸承。為防止螺母松開，對於軸徑小的軸（200mm以下）適用墊圈，軸徑大的軸（200mm以上）使用緊固件。

[2] 對於有軸肩的軸，使用螺母和墊圈或端板和螺栓，裝配上帶退卸套的圓錐孔軸承。（圖8.17）

[3] 圓錐孔軸承直接安裝在圓錐軸上時，可以通過調整退卸套的厚度使軸加粗，以防止因使用退卸套降低精度，但也存在著軸的圓錐部加工比較困難的問題。（圖8.18）

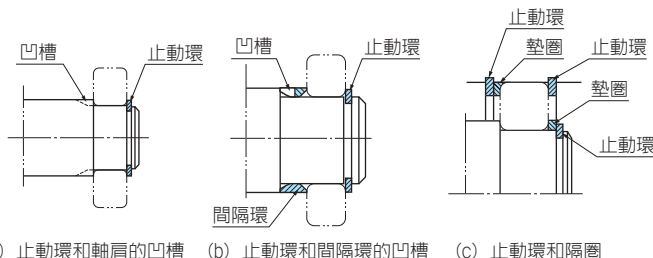


(a) 軸用螺母和墊圈

(b) 軸用螺母和緊固件

(c) 端板

圖8.12



(a) 止動環和軸肩的凹槽

(b) 止動環和間隔環的凹槽

(c) 止動環和隔圈

圖8.13

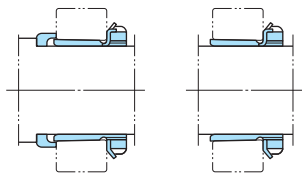


圖8.14 用套筒安裝在軸上

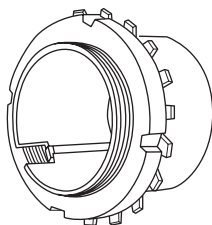
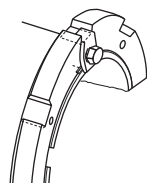
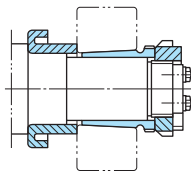
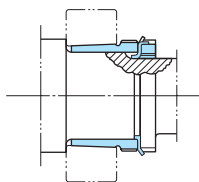
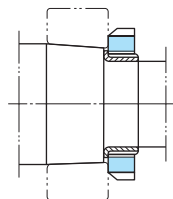
圖8.15 用墊圈的套筒
(軸承內徑編號在40以下)圖8.16 用緊固件的緊定套
(軸承的內徑編號在40以上)

圖8.17 利用退卸套安裝在軸上

圖8.18 圓錐軸上的軸承安裝，使用
開口環合、螺母合墊圈的安
裝例

8.3.4 軸承座設計例

[1] 將2個以上的軸承安裝到同一軸上時，必須設計一種結構，使軸隨溫度上升自由伸縮，並消除裝配時軸承間隔的安裝誤差。

為此，安裝時要將其中的一套軸作為固定側軸承，用於支撐徑向和軸向負荷，將其內圈、外圈固定在軸及軸承座上，其他軸承作為自由側軸承可以進行軸向移動，並只支撐徑向負荷。

因此，將不可分離型軸承（內環和外環不能分離的軸承）用於自由端軸承時，必須形成軸承座和外圈作為間隙配合，軸承能軸向移動的構造。

[2] 若N形、NU形圓柱滾子軸承作為自由端軸承使用，那麼因溫度上升引起的軸的膨脹容易得到釋放。（圖8.19）

特別是因負荷關係對內環和外環都要求有過盈配合時，將圓柱滾子軸承用作自由端軸承能便於軸承的安裝。

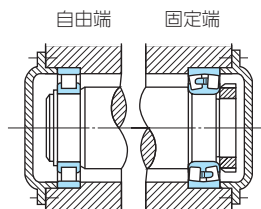


圖8.19



[3]當NF型或N型圓柱滾子軸承用於同一軸的兩端時，必須防止軸向內部間隙過小。

在如圖8.20的情況下，應使內隔圈寬度B大於外圈之間的距離A。

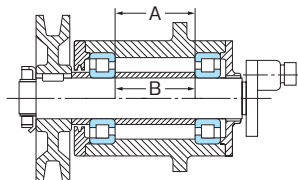


圖8.20

[4]若軸承的間隔小，軸膨脹的影響較小，或者軸向運動不成問題時，可使用2個不可分離型軸承。這時，使兩側軸承的側面保持適當的間隙。

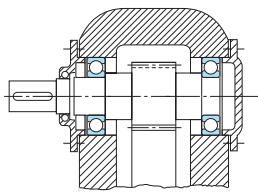


圖8.21

[5]單列角接觸球或圓錐滾子軸承(通常2個對向使用)。

當軸承的間隔較大時，因溫差引起的軸的伸縮導致尺寸變化極大，所以如圖8.22所示，將2個軸承組合作為固定端，其他作為遊動端。

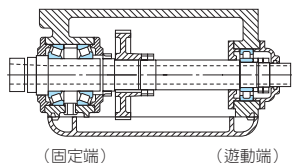


圖8.22

[6]將標準型止推軸承用作固定端軸承時，用1個或2個定位環定位外圈。使用1個定位環定位時，將如圖8.23所示的定位環置於緊定套的螺母一側。使用2個定位環定位時，如圖所示置於軸承兩側。

另外，作為遊動端軸承使用時，安裝時不使用定位環。

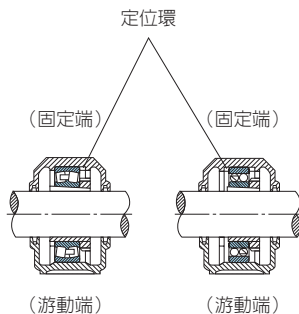


圖8.23

[7]依據設備的用途和各個軸承的額定壽命的平衡來確定固定軸承的位置。

例如，如圖8.24所示，當使用傘齒輪進行驅動時，為了保持齒輪的嚙合精度，應將傘齒輪端作為固定端。

另外對於馬達，通常將徑向負荷較低的非驅動端作為固定端軸承，以便均衡兩個軸承之間的當量負荷和額定壽命。

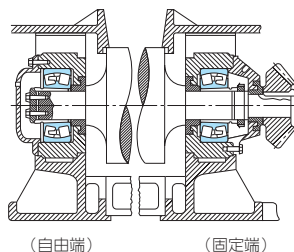


圖8.24




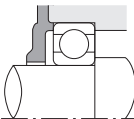
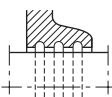
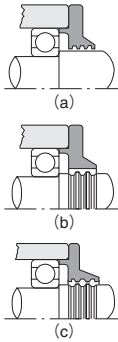
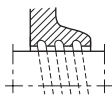
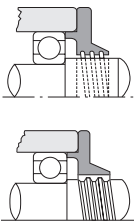
8.4 密封裝置

8.4.1 密封裝置的選擇要點


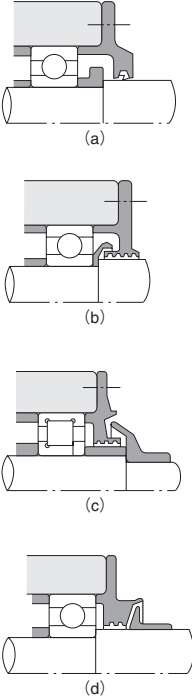

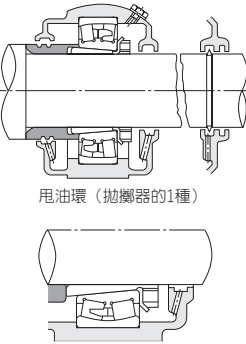
- [1] 必須能充分發揮防塵效果。
- [2] 密封裝置部分不會產生不必要的摩擦損耗和摩擦熱。
- [3] 易於安裝、拆卸和維護。
- [4] 價格便宜。

為盡量滿足上述各項條件，應選擇合理的潤滑方法，並且必須根據目的和用途選用適當的密封裝置。


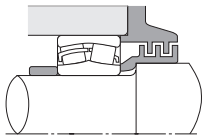
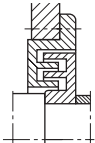
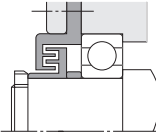

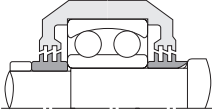
即使軸承本身是密封軸承，但如果軸承所處的環境較惡劣，需要另外使用其他的密封裝置。

密封裝置的種類	圖例	設計注意事項						
線性間隙 (單一間隙型)		 1) 油溝型的軸和軸承座之間的游隙 <div style="text-align: right;">單位 mm</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">軸的公稱直徑</th> <th style="width: 50%;">徑向間隙</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50 以下</td> <td>0.25 ~ 0.4</td> </tr> <tr> <td>50 以上 200 以下</td> <td>0.5 ~ 1.5</td> </tr> </tbody> </table>	軸的公稱直徑	徑向間隙	50 以下	0.25 ~ 0.4	50 以上 200 以下	0.5 ~ 1.5
軸的公稱直徑	徑向間隙							
50 以下	0.25 ~ 0.4							
50 以上 200 以下	0.5 ~ 1.5							
同軸溝 (油溝型)		 2) 溝的尺寸 寬度：3 ~ 5mm 深度：4 ~ 5mm 3) 如果可能要設置 3 個溝或更多。 4) 溝裡充填潤滑脂以防止外部雜質進入。 5) 螺旋溝型適用於旋轉方向恆定的水平軸，適合油潤滑，螺旋溝必須與旋轉方向相反，因此，不適用於旋轉方向不一定的軸。 6) 油溝只有在雜質很少的情況下或者為了易於防止漏油的目的才單獨使用，大多數場合與其他密封裝置並用。						
螺旋溝型								



密封裝置的種類	圖 例	設計注意事項
<p>拋擲器型</p> 	 <p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>(c)</p> <p>(d)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 是利用安裝在軸上的轉動體的離心力，具有甩油環、防漏油和防塵作用的密封型式。 2) (a)、(b) 以防止漏油為主要目的。 3) (c)、(d) 以防止外部雜質和水分進入為主要目的。
<p>甩油環型 (適合油潤滑)</p> 	 <p>甩油環 (拋擲器的1種)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 積存在軸承座溝中的油返回到軸承座的型式。

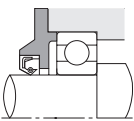
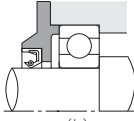
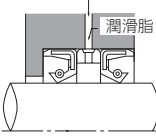
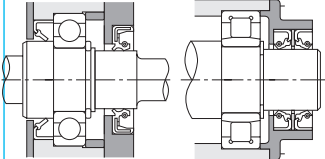


密封裝置的種類	圖例	設計注意事項											
徑向迷宮型	 	<p>1) 迷宮的間隙 單位 mm</p> <table border="1" data-bbox="700 303 1024 422"> <thead> <tr> <th rowspan="2">軸的公稱直徑</th> <th colspan="2">迷宮的間隙</th> </tr> <tr> <th>徑向</th> <th>軸向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50 以下</td> <td>0.25 ~ 0.4</td> <td>1 ~ 2</td> </tr> <tr> <td>50 以上 200 以下</td> <td>0.5 ~ 1.5</td> <td>2 ~ 5</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 迷宮型密封裝置有徑向型和軸向型。徑向迷宮型需要使用分割式軸承座。</p> <p>3) 特別適合防止高速軸的漏油。</p> <p>4) 低速時往溝內充填潤滑脂非常有效。</p> <p>5) 若軸和軸承座之間存在角偏差，則使用調心迷宮型。</p>	軸的公稱直徑	迷宮的間隙		徑向	軸向	50 以下	0.25 ~ 0.4	1 ~ 2	50 以上 200 以下	0.5 ~ 1.5	2 ~ 5
軸的公稱直徑	迷宮的間隙												
	徑向	軸向											
50 以下	0.25 ~ 0.4	1 ~ 2											
50 以上 200 以下	0.5 ~ 1.5	2 ~ 5											
徑向迷宮型	 												
調心型迷宮	 												



密封裝置的種類	圖例	設計注意事項																																													
<p>密封圈形 (毛氈、皮革、橡膠、塑膠)</p>		<p>1) 密封材料</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>密封材料</th> <th>工作溫度範圍 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>腈類</td> <td>- 25 ~ 100</td> </tr> <tr> <td>丙烯酸</td> <td>- 15 ~ 130</td> </tr> <tr> <td>矽</td> <td>- 70 ~ 200</td> </tr> <tr> <td>氟</td> <td>- 30 ~ 200</td> </tr> <tr> <td>四氟化乙烯</td> <td>- 50 ~ 220</td> </tr> <tr> <td>毛氈</td> <td>- 40 ~ 120</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 線速的極限 m/s</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">軸徑 (mm)</th> <th colspan="3">線速 (m/s)</th> </tr> <tr> <th>~ 20</th> <th>20 ~ 40</th> <th>40 ~</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>腈類</td> <td>4 ~ 8</td> <td>8 ~ 12</td> <td>12 ~ 16</td> </tr> <tr> <td>丙烯酸</td> <td>4 ~ 12</td> <td>12 ~ 18</td> <td>18 ~ 25</td> </tr> <tr> <td>矽</td> <td>4 ~ 18</td> <td>18 ~ 25</td> <td>25 ~ 32</td> </tr> <tr> <td>氟</td> <td>4 ~ 18</td> <td>18 ~ 25</td> <td>25 ~ 32</td> </tr> <tr> <td>四氟化乙烯</td> <td colspan="3">15</td> </tr> <tr> <td>毛氈</td> <td colspan="3">3.5 ~ 4.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>這些資料在軸的加工精度、圓度、徑向跳動等條件都好的情況下適用。</p> <p>3) 密封和軸的滑動面潤滑後使用。</p> <p>4) 主要用於潤滑脂潤滑軸承。</p> <p>5) 通常安裝 1 ~ 3 個毛氈圈。</p>	密封材料	工作溫度範圍 (°C)	腈類	- 25 ~ 100	丙烯酸	- 15 ~ 130	矽	- 70 ~ 200	氟	- 30 ~ 200	四氟化乙烯	- 50 ~ 220	毛氈	- 40 ~ 120	軸徑 (mm)	線速 (m/s)			~ 20	20 ~ 40	40 ~	腈類	4 ~ 8	8 ~ 12	12 ~ 16	丙烯酸	4 ~ 12	12 ~ 18	18 ~ 25	矽	4 ~ 18	18 ~ 25	25 ~ 32	氟	4 ~ 18	18 ~ 25	25 ~ 32	四氟化乙烯	15			毛氈	3.5 ~ 4.5		
密封材料	工作溫度範圍 (°C)																																														
腈類	- 25 ~ 100																																														
丙烯酸	- 15 ~ 130																																														
矽	- 70 ~ 200																																														
氟	- 30 ~ 200																																														
四氟化乙烯	- 50 ~ 220																																														
毛氈	- 40 ~ 120																																														
軸徑 (mm)	線速 (m/s)																																														
	~ 20	20 ~ 40	40 ~																																												
腈類	4 ~ 8	8 ~ 12	12 ~ 16																																												
丙烯酸	4 ~ 12	12 ~ 18	18 ~ 25																																												
矽	4 ~ 18	18 ~ 25	25 ~ 32																																												
氟	4 ~ 18	18 ~ 25	25 ~ 32																																												
四氟化乙烯	15																																														
毛氈	3.5 ~ 4.5																																														
<p>可調密封型 (包括金屬密封件、O形圈等)</p>		<p>6) 毛氈圈線速快時，應選用硬的材質，安裝前在濃稠礦物油中浸漬後，緊緊嵌入。</p> <p>7) 高溫、高速情況下，毛氈會固化並失去彈性，應引起注意。</p> <p>8) 毛氈圈只能在塵埃極少的環境下使用，在多塵環境下使用時，應同時使用與毛氈圈相同尺寸的合成橡膠製的潤滑脂密封或者甩油環。</p>																																													



密封裝置的種類	圖 例	設計注意事項												
油封型	 <p>(a)</p>	<p>1) 線速和軸的加工精度</p> <table border="1" data-bbox="756 303 1036 454"> <thead> <tr> <th>線速 (m/s)</th> <th>表面粗糙度</th> <th>加工方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~ 5</td> <td>0.8a</td> <td>磨削後紙拋光</td> </tr> <tr> <td>5 ~ 10</td> <td>0.4a</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>10 ~</td> <td>0.2a</td> <td>淬火磨削後，拋光或超精加工或電解拋光</td> </tr> </tbody> </table>	線速 (m/s)	表面粗糙度	加工方法	~ 5	0.8a	磨削後紙拋光	5 ~ 10	0.4a	"	10 ~	0.2a	淬火磨削後，拋光或超精加工或電解拋光
	線速 (m/s)	表面粗糙度	加工方法											
	~ 5	0.8a	磨削後紙拋光											
5 ~ 10	0.4a	"												
10 ~	0.2a	淬火磨削後，拋光或超精加工或電解拋光												
 <p>(b)</p>	<p>2) 軸的滑動面應在 HRC40 以上，可能的話最好在 HRC55 以上。</p> <p>3) 軸的滑動面的尺寸公差應為 h9，密封軸承座的尺寸公差應為 H8 或 H7。</p> <p>4) 密封件有各種各樣的形狀和材料（橡膠），要根據目的要求合理選擇。</p> <p>5) 要控制軸和密封件的偏心，特別要控制軸的偏擺運動。軸的偏心最好控制在 0.02 ~ 0.05mm 以下。</p> <p>6) 密封件和軸的滑動面應先潤滑後再使用。</p>													
 <p>潤滑脂</p>  <p>油封使用例 (1) 油封使用例 (2)</p>														

8.5 潤滑



8.5.1 潤滑的目的

滾動軸承的潤滑主要目的是減少軸承各部的摩擦和磨損，防止燒焦。潤滑方法和選用的潤滑劑不合適對滾動軸承的性能和壽命等有極大的影響。

潤滑的目的有以下幾點。

- [1] 摩擦面的潤滑
 - 1) 減少滾動體和軌道之間的滾動摩擦、以及滾子軸承中滾動體和導向面之間的滑動摩擦。
 - 2) 減少滾動體和保持器之間的摩擦。
 - 3) 減少保持器和軌道導向面的滑動摩擦。
- [2] 消除摩擦產生的熱以及其他構造傳遞過來的熱。
 - 〔例〕 高速運轉中的迴圈潤滑系統
- [3] 防塵、防鏽作用
 - 1) 防止雜質進入軸承內部。
 - 2) 防止滾動體、軌道、保持器等生的生銹。
- [4] 集中應力釋放。
 - 1) 使點或線接觸的滾動面的壓力均勻分布。
 - 2) 對沖擊負荷的緩衝作用。

8.5.2 潤滑注意事項

- [1] 必須使摩擦表面盡可能接近完全流體潤滑的狀態。特別是減少滑動摩擦部分的局部摩擦和溫度上升很重要。
- [2] 接觸表面的油膜，即使非常薄（ $0.05\mu\text{m}$ 左右）也有減少摩擦的效果，但不耐熱，在一定的溫度下容易斷裂。因此，即使是摩擦表面的局部性發熱也必須盡量避免。
- [3] 由於軸承的運轉溫度一高，會加快潤滑劑的劣化、蒸發，所以應盡可能將軸承的運轉溫度控制在低溫度。
- [4] 必須選用適合使用條件的潤滑方法和合適的潤滑劑（粘度、油性、耐擠壓性等）。
- [5] 需要注意防止雜質和水分的侵入。

8.5.3 潤滑方法

- (1) 油潤滑
 - (1.1) 油浴潤滑
 - [1] 通常用于低速、中速運轉。
 - [2] 油量過多會產生攪拌熱，使溫度異常升高。油量過少也很危險。
 - [3] 建議準備好油位指示器以方便檢查油位。
 - [4] 為防止攪動和消除攪拌熱，有時在軸承座底部設置隔離緣。
 - [5] 如果是水平軸，應保證停止時軸承最底部的滾動體中心附近有適當的油量。（圖8.25）
如果是垂直軸，應使滾動體的50~80%左右浸在油中。
 - [6] 如果是垂直軸，當同一軸承座中使用2個以上的軸承，下部的軸承在油中運轉時，會造成過度的升溫（除非是極低的速度運轉），因此應採用滴油方式、飛濺方式或循環方式。

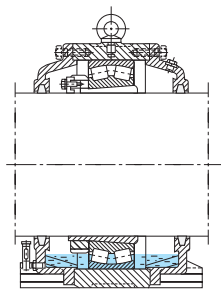


圖8.25



(1.2) 飛濺潤滑

- [1] 不將軸承直接浸在油中，而是通過安裝在軸上的旋轉體（葉輪等）使油飛濺到軸承上進行潤滑的方法。
- [2] 在齒輪箱中，有時軸承和齒輪共用同一潤滑油，並使齒輪起旋轉體的作用。但齒輪用的油粘度較高，且含有磨損微粒，因此應避免大滴的飛濺，而使其成霧狀飛濺潤滑能得到較好的效果。為此，通常採用在軸承上設置防塵板或在齒輪箱的底部安裝永久磁鐵吸去金屬粉的方法。
- [3] 如果是垂直軸，可以在軸承下面安裝錐形旋轉體，旋轉時油上升到錐體表面並成霧狀後進入軸承內。

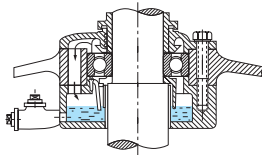


圖8.26

(1.3) 滴油潤滑

- [1] 滴油潤滑通常用於中負荷下相對較高速度運轉的軸承。
- [2] 一般用於垂直軸或傾斜軸上的徑向軸承，油直接被注入到軸承。
- [3] 油存儲在加油器中，通過有過濾作用的油芯注到軸承上。設有觀察窗，以便能從外部觀察油量。

圖8.27所示的是在軸承頂部設置有加油器，使油滴在軸承座內與軸上的螺母碰撞形成霧狀後進行潤滑的方法。

圖8.28所示的是以每分鐘數滴的頻度讓少量的油通過軸承進行潤滑的方法。

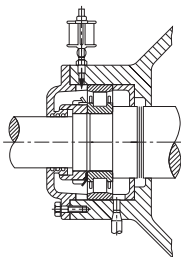


圖8.27

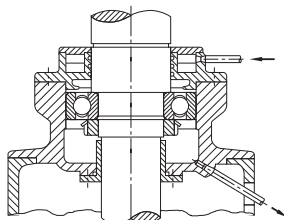


圖8.28

(1.4) 循環給油

- [1] 使用循環給油有兩個目的，一是向加油部分進行集中性的自動加油。
- [2] 循環方法有通過軸承座內的軸承泵吸作用或安裝的旋轉體（例如圓錐體）進行加油的方法或者用油泵加油的方法。使用油泵時，供油系統中要設置過濾和冷卻裝置。
- [3] 循環潤滑有滴漏方式、強制潤滑、噴霧潤滑的方法。
- [4] 在該加油方式下，設置在軸承座內的進油口和出油口要安裝在軸承的兩端。
- [5] 排油口（出油口）橫截面應比進油口的大，以使軸承座內不會積存過多的潤滑油。

圖8.29所示的是在無負荷區設置的帶油路的蒸汽加熱膠步機的循環冷卻例，是在軸承外側使冷卻用油在軸承座內壁進行循環的方法。

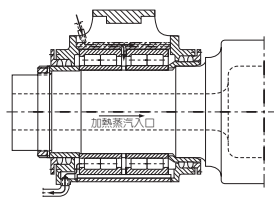


圖8.29



(1.5) 強制潤滑（噴油潤滑）

高速運轉時應採用強制潤滑。

- [1] 出油口的橫截面應為進油口的2倍左右。
- [2] 高速應用中，將油直接供送到軸承的滾動部分和滑動部分為好，這時一般採用噴油方式。這時，為了防止滯留過量的油，必須使用排油泵進行強制排油。

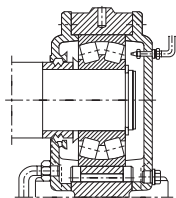


圖8.30

(1.6) 甩油碟潤滑

將安裝在高速旋轉軸上的油碟局部浸在油中，使因離心力被甩出的油從上面的油槽流向軸承進行潤滑的方法，一般用於增壓器、鼓風機等的軸承的潤滑。

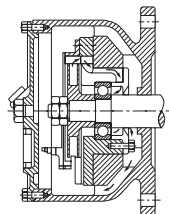


圖8.31

(1.7) 噴霧潤滑（油霧潤滑）

- [1] 圖8.32是採用動葉輪的噴霧潤滑劑（渦輪增壓器）示例。
- [2] 圖8.33是油霧發生裝置（ $0.5\sim 5\text{cm}^3/\text{h}$ ）的示例。

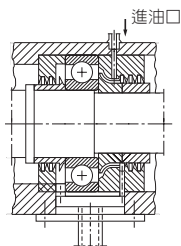


圖8.32

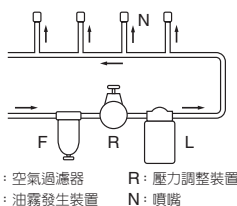


圖8.33

(1.8) 油氣式潤滑

- [1] 用定量活塞每隔一定的時間噴出微量的潤滑油，並通過混合閥將潤滑油與壓縮空氣混合後向軸承滾動部分連續供給的方式。
- [2] 因為能供給定量且新鮮的微量的油，因此適合散熱少、機床等高速運轉的軸承的潤滑。

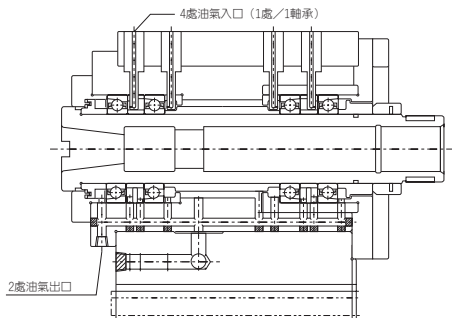


圖8.34



(2) 脂潤滑

採用脂潤滑方法時必須注意以下事項。

- [1] 必須選擇合適的潤滑脂。
- [2] 精確的潤滑脂補給量和合適的補給區域。(滾動、滑動部分和蓋子上要有足夠的潤滑脂，但又不能過量。) 另外，不同類型的潤滑脂混合使用會降低性能，因此必須避免混用。
- [3] 確定潤滑脂的補給方法。
- [4] 大型設備(軋機等) 適合潤滑脂的集中給油方式。(圖8.35.1)

圖8.35.2所示為安裝潤滑脂供給盤的構造。

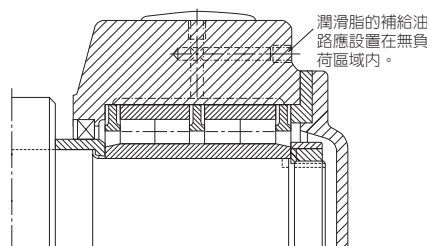


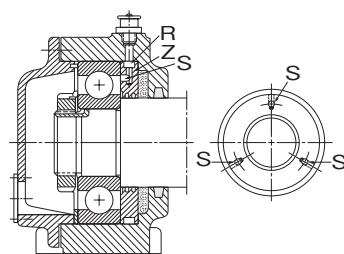
圖8.35.1

8.5.4 潤滑劑

用於滾動軸承的潤滑劑主要有潤滑油和潤滑脂。在特殊場合有時也使用二硫化鋁、石墨、PTFE等的固體潤滑劑。潤滑劑應具備如下的性能。

- 雜質和水分少
- 溫度穩定性好
- 無腐蝕性
- 耐壓性好
- 能降低磨損
- 能減少摩擦
- 機械穩定性好

潤滑油和潤滑脂的選擇指南見表8.22所示。



- S: 噴嘴
R: 油溝
Z: 潤滑脂供給盤

圖8.35.2

表8.22 潤滑油和潤滑脂的選擇指南

使用條件	潤滑脂 ⁽¹⁾	油
溫度	不可用於高溫(100~120°C以下)	可用於高溫(循環冷卻等)
速度	低速~中速	可用於高速(根據潤滑方法不同有些場合有限制)
負荷	中負荷以下	適於高負荷
軸承箱構造 維護	簡單	複雜, 要注意漏油
集中給油	可	容易
塵埃過濾	不可	可(循環供油系統可通過過濾方式清除塵埃)
旋轉阻力	大	小(必須保持合適的油量)

註⁽¹⁾ 普通滾動軸承用潤滑脂。



(1) 潤滑油

在選擇滾動軸承用潤滑油時，最重要的是選擇與使用條件相適應的具有合適粘度的油。

在一般的使用條件下，運轉時的油溫條件下需要如表8.23.1所示的粘度。

粘度過低，油膜容易出現破裂，進而引起污斑和燒焦。另一方面，粘度過高，會隨著轉矩增大出現動力損耗和異常升溫。通常，負荷越大，越適合使用高粘度的油，而轉速越高，越適合低粘度的油。

另外，對於小直徑或微型球軸承，有時出於對低轉矩等特性的考慮選擇低粘度潤滑油。

圖8.36表示基於ASTM的粘度—溫度線圖的軸承內徑和轉速的關係。

在表8.23.2中，以

- JIS K 2211 (冷凍機油)
 - JIS K 2213 (蝸輪油)
 - JIS K 2219 (齒輪油)
 - JIS K 2238 (機械油)
 - JIS K 2239 (軸承油)
- 為基礎，列出油選擇的標準。

表8.23.1 軸承類型和潤滑油所需粘度

軸承類型	運轉時的運動粘度
球軸承・圓筒滾子軸承	13 mm ² /s 以上
圓錐滾子軸承・自動調心滾子軸承	20 mm ² /s 以上
止推自動調心滾子軸承	32 mm ² /s 以上

備註 1mm²/s = 1cSt

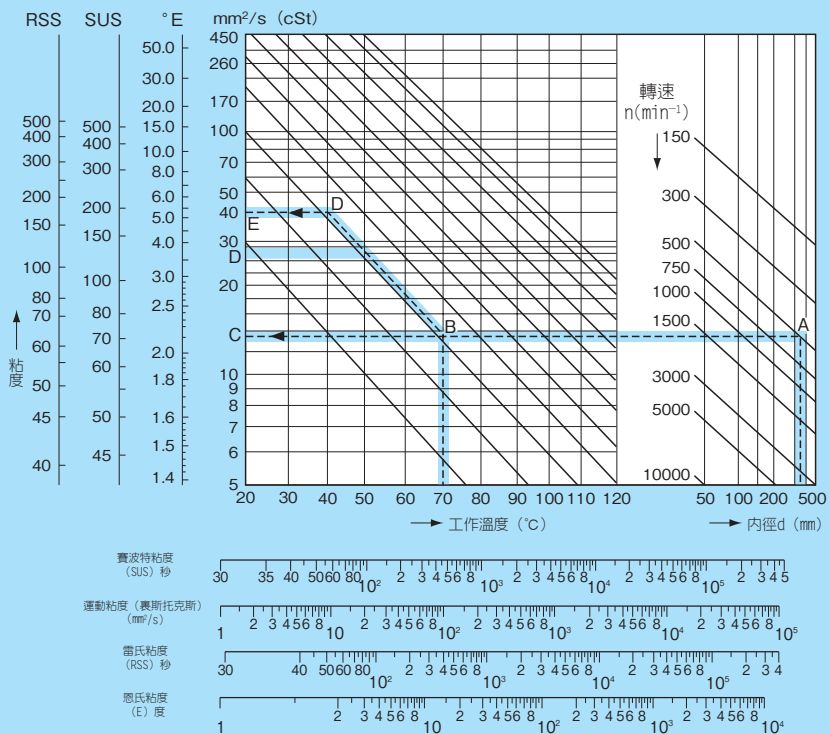
表8.23.2 油選擇的標準

軸承的工作溫度 (°C)	dn值	潤滑油的ISO粘度級別 (VG)		適用的軸承
		一般負荷	重負荷或衝擊負荷	
-30 ~ 0	容許轉速範圍	22 32	46	全部
	到 15000	46 68	100	全部
0 ~ 60	15000 ~ 80000	32 46	68	全部
	80000 ~ 150000	22 32	32	止推滾珠軸承除外
	150000 ~ 500000	10	22 32	單列徑向滾珠軸承 圓筒滾子軸承
60 ~ 100	到 15000	150	220	全部
	15000 ~ 80000	100	150	全部
	80000 ~ 150000	68	100 150	止推滾珠軸承除外
	150000 ~ 500000	32 46	68	單列徑向滾珠軸承 圓筒滾子軸承
100 ~ 150	容許轉速範圍	320		全部
0 ~ 60	容許轉速範圍	46 68		自動調心滾子軸承
60 ~ 100	容許轉速範圍	150		

- 備註1. 本表是根據JIS K 2001工業用潤滑油粘度分類的油選擇指南。
2. 一般在負荷大、轉速低時使用高粘度的潤滑油。
3. 本表所示的是油浴潤滑或循環潤滑的潤滑油選擇指南。
4. 超出本表的使用條件範圍時請與NACHI公司聯繫。



圖8.36 粘度—溫度線圖



[例] 軸承形式：圓柱滾子軸承

軸承內徑：340mm

旋轉速度：500min⁻¹

運轉溫度：70°C

運轉時 (70°C) 的必要黏度根據轉動速度 (500min⁻¹) 及內徑 (340mm) 找到交點A，交點A→C的黏度是13mm²/s。

另外，規定ISO黏度等級 (VG) 的標準溫度40°C時的黏度求直線AC和70°C線的交點B，平行地將通過B的斜線拉到黏度和運轉溫度圖，求與40°C線的交點D，黏度值為40mm²/s。

結果，最少也要選擇滿足40mm²/s的VG46。



(2) 潤滑脂

潤滑脂的組成成分如下。

- [1] 增稠劑 — 由纖維的纖維或微粒鬆散結合所構成的海綿狀結構。
- [2] 基油 — 被增稠劑包裹的液體潤滑劑。
- [3] 添加劑 — 為提高極壓性、防鏽、抗氧化等性能而添加的助劑。

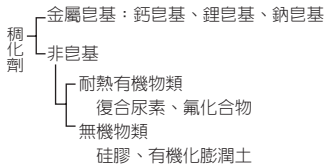
通常，低溫或者低負荷條件下適合使用低粘度基油，高溫或者高負荷條件下適合使用高粘度基油。

但是，因潤滑脂的潤滑性能因增稠劑、各種添加劑的不同而不同，所以必須根據實際的使用條件進行選擇。卷末附表8為各種潤滑脂的一般特性。

1) 增稠劑

增稠劑大致分為金屬皂基和非皂基兩類。

因鈉皂基潤滑脂會與水反應並乳化，所以不適合這樣的使用條件。



2) 基油

礦物油廣泛用作潤滑脂的基油，但為了提高耐熱性、穩定性，也使用二酯油、硅油等合成油。

3) 添加劑

為了賦予潤滑脂各種各樣的性能，需要使用各種添加劑。

添加劑油抗氧化劑、極壓劑、防鏽劑等。

抗氧化劑能抑制因長時間的熱影響而產生的氧化和劣化，耐擠壓劑能提高耐重負荷性、耐衝擊性。另外，防鏽劑能對軸承及周邊其它附件起到防鏽作用。

4) 稠度

稠度是衡量潤滑脂硬度的度量，測量時用一個規定形狀和重量的圓錐體，測定在規定時間內進入油脂中的深度，用1/10mm的單位表示。(參照JIS K 2220)

表8.24 潤滑脂編號和稠度

NLGI No.	稠度 (ASTM Worked)	雖然不同廠家的潤滑脂編號各不相同，但250、300杯滑脂、纖維脂等一般用稠度(25℃)編號，0、1、2通用潤滑脂等大多使用NLGI稠度編號。
0	355 ~ 385	
1	310 ~ 340	
2	265 ~ 295	
3	220 ~ 250	
4	175 ~ 205	
5	130 ~ 160	
6	85 ~ 115	

5) 滴點

該數據為潤滑脂在高溫條件下使用的基準，隨增稠劑和基油的種類不同而變化。

滴點為潤滑脂加熱成流體後從規定尺寸的孔中滴下時的溫度。(參照JIS K 2220)

(3) 潤滑劑的充填量

[1] 潤滑油

油浴潤滑時，油位應達到位于最底部的滾動體的中心。

[2] 潤滑脂

潤滑脂在滾動軸承及軸承座內的充填量根據體積不同而各異，但一般以占各自空間體積的1/3~1/2左右為妥。

另外，運轉速度越快，過量潤滑脂越會引起溫度上升。這是攪動產生的熱量引起的。因此，dmn值較大時，應減少潤滑脂量。

(潤滑脂充填量)

球軸承

$$Q = \frac{d^{2.5}}{900} \dots\dots\dots (8.18)$$

滾子軸承

$$Q = \frac{d^{2.5}}{350} \dots\dots\dots (8.19)$$



式中: Q: 充填量 (g)
潤滑脂比重為0.9。
d: 公稱軸承內徑 (mm)

[補充量]

$$Q = 0.005 \times D \cdot B \quad \dots\dots\dots (8.20)$$

式中: Q: 補充量 (g)
潤滑脂的比重為0.9。
D: 公稱軸承外徑 (mm)
B: 公稱內圈寬度

[3] 潤滑劑的更換周期

一般在50°C左右的條件下工作的軸承，一年更換一次，因外部的高溫影響達到100°C以上時，即使熱穩定性良好，也應該每3個月至少更換1次。

另外，在滲入較多水分，或者油浴潤滑時雜質含量增加時，應立即更換。

而且，對於高速運轉的軸承，除了注意油質之外，還應該對軸承座的構造進行特別的設計和選擇。

潤滑脂的更換周期可由圖8.37計算得出。

[4] 潤滑脂的使用壽命

用密封件或者密封墊密封的單列深溝滾珠軸承的潤滑脂使用壽命可以根據使用溫度、旋轉速度、負荷進行推算。

用於滾動軸承的代表性的鋰基潤滑脂的使用壽命可按下列公式求出。

$$\log L = (0.018f - 0.025)T - 2.77f + 6.3 \quad \dots\dots\dots (8.21)$$

式中:

L: 潤滑脂壽命 (h)
f: (運轉速度) / (潤滑脂潤滑時的容許轉速)
T: 使用溫度 (°C)

但是，若f小於0.25按0.25、T小於30°C按30計算。

圖8.37

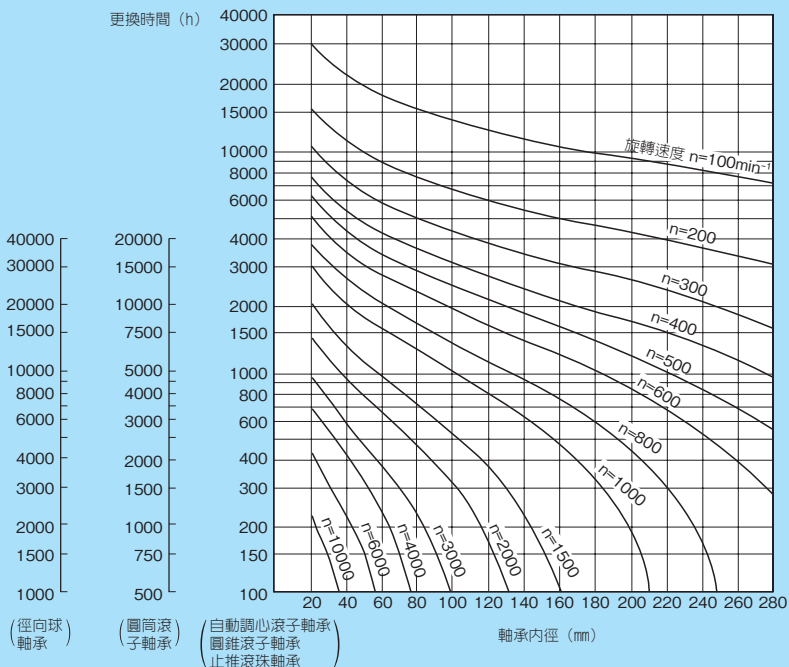




表8.25 各種潤滑脂的特性

特點	通用名稱									
	杯滑脂	纖維脂	鋁基脂	通用脂	二酯潤滑脂	硅酯	混基酯	複合脂	非皂基脂	
	鈣基皂	鈉基皂	鋁基皂	鋰基皂			鈣+鈉基皂等	鋰複合皂等	皂土·尿素·氟等	
基油	礦物油	礦物油	礦物油	礦物油	二酯油	矽油	礦物油	礦物油	礦物油	合成油
外觀	膏狀	纖維狀或膏狀	拉絲狀或膏狀	膏狀	纖維狀或膏狀		膏狀	纖維狀或膏狀	膏狀	
滴點 (°C)	85	160 以上	85	170 以上		200 以上	150 以上	200 以上	250 以上	
使用溫度範圍 (°C)	-20 ~ +70	-10 ~ +120	-10 ~ +80	-30 ~ +120	-50 ~ +130	-50 ~ +170	-30 ~ +120	-30 ~ +140	-10 ~ +130	-50 ~ +200
防水性	良	不可(乳化)	良	良			不可(鈉基時)	良	良	
機械穩定性	中等	良	中等	良			良	良	良	
備註	作為結構穩定劑會若干水分。不適合在高溫下使用。	會因水分產生乳化不可使用。適合在較高溫度下使用。	有良好的粘附性，用于有振動的場合。	代表性的萬能潤滑脂。廣泛應用于中小型球軸承。	適合在低溫下使用。	適合低溫~高溫，使用溫度範圍廣。只要用于輕負荷。	用于大型軸承。	適合在高溫高負荷下使用。	可適用於從低溫到高溫的較寬的使用範圍。通過基油和增稠劑的合理組合，可獲得具有優異的耐熱性、耐寒性、耐化學藥品性等特性的潤滑脂。	

- 備註1. 鈉基皂潤滑脂在有水分時會發生乳化並流出，因此不適合在有水或高濕度的場所使用。
 2. 將不同品牌的潤滑脂混合時，請向潤滑脂製造廠商諮詢。
 3. 潤滑脂使用溫度超出表中所示溫度時請向NACHI公司諮詢。



8.6 極限速度

軸承在超出極限的高速下運轉時，軸承內部摩擦產生的熱量，會導致降低軸承性能的異常溫度上升，燒焦和破損。我們把不會引起該故障的軸承可使用的經驗性的轉速極限稱為可容許轉速。

極限速度因軸承的形式、尺寸、潤滑方法、負荷等的不同而各異。另外，密封軸承受密封件接觸部分的線速的限制。尺寸表中給出了潤滑脂潤滑和油潤滑兩者的極限速度，但這些資料是在水平軸上應用，而且是採用了合理的潤滑方法下的轉速。

極限速度隨軸承負荷的大小而變化，所以， $Cr/P < 16$ 時，必須乘以圖8.38.1的修正係數。

另外，若軸向負荷 Fa 和徑向負荷 Fr 的比大於0.3 ($Fa/Fr > 0.3$)，還必須再乘以圖8.38.2的修正係數。

而且，當軸承運轉速度達到可容許速度的75%以上時，若使用潤滑脂潤滑，必須正確選擇潤滑脂種類和封入量，若使用油潤滑，必須正確選擇潤滑方法和潤滑油。

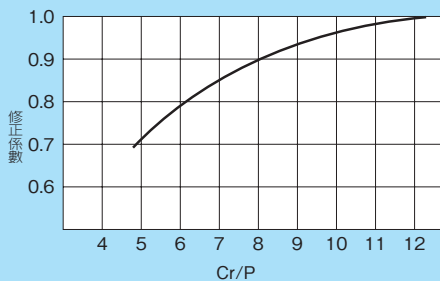
若軸承在超出極限速度條件下使用，必須考慮潤滑的方法和軸承的精度、內部間隙、保持器的材質和形狀等。可提高極限速度的基準如表8.26所示。

要在超出極限速度的條件下使用時請向NACHI公司諮詢。

表8.26 極限速度的高速對策

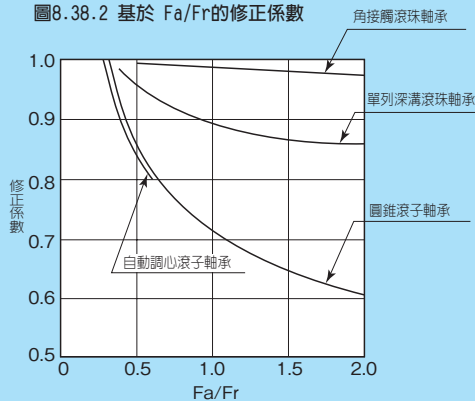
軸承形式	修正係數
深溝滾珠軸承	2.5
角接觸滾珠軸承	2
圓筒滾子軸承（單列）	2.5
圓錐滾子軸承	2
自動調心滾子軸承	1.5

圖8.38.1 基於軸承負荷的修正係數



Cr: 額定動負荷 (N)
P: 當量動負荷 (N)

圖8.38.2 基於 Fa/Fr 的修正係數



Fa: 軸向負荷 (N)
Fr: 徑向負荷 (N)

8.7 摩擦與溫度上升



8.7.1 摩擦轉矩

滾動軸承的摩擦轉矩隨軸承負荷和潤滑狀態變化。特別是用潤滑脂作潤滑劑時，除軸承的摩擦轉矩之外還要加上潤滑脂的阻力。

軸承負荷為一般負荷（ $\approx 0.1C$ ），且潤滑良好（油潤滑）時，軸承的摩擦轉矩可按下列公式（8.22）計算得出。

$$M = \mu \cdot F \cdot \frac{d}{2} \dots\dots\dots (8.22)$$

式中：

M：摩擦轉矩（N·mm）

μ ：摩擦係數

F：軸承負荷（N）

d：軸承內徑（mm）

另外，各種軸承形式的大致的摩擦係數如表8.27所示。

8.7.2 溫度上升

溫度上升是因軸承裝置的摩擦能轉變為熱能引起的。

溫度一般在軸承運轉的初始階段急劇上升，隨著軸及軸承的熱容量、熱傳導、散熱或潤滑等產生的冷卻效果，溫度的上升得到控制，之後達到穩定狀態。因此，到達穩定狀態的時間，可以說取決於軸承裝置產生的熱量和通過冷卻散發的熱量的大小。

若溫度長時間持續上升，可能是有異常的熱源，必須重新探討軸承的規格（預壓過大、內部間隙過小等）、軸承周邊部件的構造（包括密封裝置）、潤滑方法、潤滑劑（種類和量等）是否合理。

溫度的異常上升會降低軸的運轉精度，減少軸承內部的間隙，造成軸的膨脹、潤滑劑的過早裂化等弊端，是軸承使用壽命縮短的原因。

表8.27 摩擦係數

軸承的類型	摩擦係數 μ	負荷條件
單列深溝滾珠軸承	0.0010 ~ 0.0015	徑向負荷
單列角接觸滾珠軸承	0.0012 ~ 0.0018	徑向負荷
圓筒滾子軸承	0.0008 ~ 0.0012	徑向負荷
圓錐滾子軸承	0.0018 ~ 0.0025	徑向負荷
自動調心滾珠軸承	0.0008 ~ 0.0012	徑向負荷
自動調心滾子軸承	0.0020 ~ 0.0025	徑向負荷
止推滾子軸承	0.0010 ~ 0.0015	軸向負荷
止推自動調心滾子軸承	0.0020 ~ 0.0025	軸向負荷



8.8 安裝和拆卸

滾動軸承與一般的機械零件相比具有更高的精度，是機器旋轉部分的最重要的部件，不正確的使用會降低機械的精度，縮短使用壽命，引發故障，不能發揮設備的性能。因此，從軸承的開箱到安裝、運轉使用都必須非常注意。

8.8.1 存放和保管

軸承的存放和保管中最大的問題是出現生鏽和碰傷。

為防止軸承存放時生鏽，應選擇乾燥陰涼場所，避開濕度高、高溫 and 陽光直射的場所。

軸承被重擊和碰撞後，滾道和滾動體上會產生壓痕，因此搬運時必須非常小心以防掉落。

8.8.2 安裝

軸承安裝的好壞關係著精度、使用壽命、性能等，因此在安裝之前，必須對以下各項：

- 軸承的安裝方法及安裝夾具
- 安裝相關尺寸及加工狀況的檢查
- 潤滑劑的注入量
- 安裝後的軸承檢驗方法
- 軸承及相關零部件的清洗方法
——等進行核對確定。

(1) 安裝前注意事項

- [1] 選擇清潔、乾燥的地方安裝軸承，並保持所需工具和工作臺的清潔。
- [2] 安裝新軸承時，在未到安裝時間時不要打開軸承包裝。

[3] 因軸承需要驗收，在安裝前打開包裝時，如果軸承將在較短時間內安裝，則在乾淨的容器裏放入防銹油，將軸承浸在其中，並蓋上蓋子。但是膠蓋、鐵蓋軸承不能進行加熱或清洗。

若軸承在短期內不安裝，必須重新包裝後妥善保管。

[4] 使用的潤滑油和潤滑脂必須放在封閉的容器裏，檢查確認軸承座是否清潔，有無裂紋、壓痕、毛刺等異常。

[5] 潤滑脂潤滑時，不用清洗軸承，可直接充填潤滑脂。但是如果是在油潤滑或脂潤滑下作高速運轉，或者是小型軸承時，請用清洗揮發油或煤油洗去防銹油。

若潤滑油為齒輪油，與軸承的防銹油混合後，會引起起泡和變質，所以應清洗軸除去防銹油。

(2) 軸

[1] 請檢查裝配軸承的軸是否按規定尺寸、精度進行了加工。

[2] 檢查配合的狀態是否合適，檢查相對於所用軸承的內徑，軸是否在規定的容許誤差範圍內。

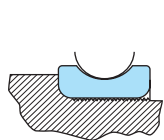
[3] 如果軸的配合面的表面光潔度如圖 8.39 所示極其粗糙時，可能會出現軸的配合面在使用過程中被磨平，導致初期配合變鬆，打滑、軸磨損和軸承破損。

[4] 軸肩面的偏移 — 軸肩面與軸必須成直角。

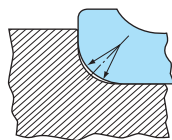
如果軸肩面傾斜，將導致安裝的軸承傾斜，軸的偏移變大，影響軸承的使用壽命。

[5] 軸的圓角半徑 — 為保證軸的強度，對軸進行如圖 8.40 所示的圓角半徑設計，如果該圓角半徑大於軸承的倒角半徑，會出現如圖 8.41 所示的軸承不能成直角安裝，或產生軸偏轉，因此，軸的圓角半徑必須小於軸承的倒角半徑。

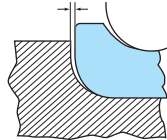
請參照圓角半徑尺寸表中的記載。



配合面的表面光潔度
圖 8.39



軸的圓角半徑 (良好)
圖 8.40



軸的圓角半徑 (差)
圖 8.41



[6]軸的真圓度 —— 因為軸承的內圈是一個壁較薄的彈性體，如果裝配到真圓度差的軸上，軌道內圈會因此出心現變形，所以軸的真圓度、圓筒度也必須有極好的精度。

[7]油密封圈的接觸面 —— 當使用油密封圈和防塵密封圈時，如果接觸面粗糙，會加快密封圈的磨損，從而失去密封效果。因此，接觸面至少加工到0.8 μ m左右。

另外，如果這部分有偏轉，唇形密封（參照P.98）將不能維持與旋轉軸的接觸，從而造成漏油。

(3) 軸承座

軸承座必須根據軸承的負荷種類，為了最大限度發揮軸承的功能，在支撐軸承的同時，防止外界塵埃等雜質進入軸承。而且結構上能為軸承提供足夠的潤滑劑。

[1]軸承箱內徑尺寸的檢查 ——

如果軸承將以J以上的間隙配合固定在軸承座上時，必須進行尺寸測定。如果以H以下的間隙配合，安裝時必須確認軸承可在軸承座中移動。

另外，像連座軸承那樣由主體和座組合在一起的軸承，即使在鎖緊螺栓之前是真圓，有時鎖緊後會變成橢圓，因此需要注意。

[2]在同一個軸上安裝2個以上軸承時，考慮到溫度引起的軸長變化，應該將安裝在一端的軸承進行軸向固定，其他軸承可在軸承座內作軸向移動。必須對該可移動的間隙進行確認。

(4) 其他零部件

軸承安裝所必需的零部件包括套筒、退卸套、間隔環、拋擲器、油密封圈、O形環、軸螺母、墊圈、軸或軸承座孔用止動環等。這些零部件也必須清洗乾淨，並檢查其尺寸和外觀有無異常。

其他注意事項 ——

- 確保軸螺母的螺母側面對螺紋面成直角。如果該面傾斜，在上緊時造成軸承側面和軸螺母側面不均勻接觸而導致軸的彎曲。用於機床等高精度設備時特別要注意。
- 檢查墊圈和間隔兩端的平行度。
- 油密封圈和O形環往往會引起溫度異常上升等故障。這是因為與軸的干涉過大的緣故。

請事先在與軸產生摩擦的接觸部分塗布油或者潤滑脂，可防止磨損同時減少轉矩。



8.8.3 軸承安裝方法

安裝軸承時，應避免採用敲打外環裝配內環，或敲打內環裝配外環的方法。敲擊會造成軸承滾道和滾動體的破損（裂紋、缺口、壓痕），使軸承不能使用。

對於內環旋轉負荷，軸的配合大多為干涉配合，採用壓入法、加熱法配合等進行安裝。

如果是圓錐孔軸承，可直接安裝在圓錐軸或者使用套筒、退卸套進行安裝。在較大孔徑的軸承上使用退卸套時，使用液壓螺母能方便安裝。

對於外環旋轉負荷，與軸承座的配合通常為過盈配合，大多通過壓力機進行壓配合。對於直徑較大的軸承有時採用冷縮配合。

(1) 安裝圓柱孔軸承

(1.1) 壓配合

軸的安裝一般採用壓入法，如圖8.42所示，使用與內圈匹配的夾具，用壓力機或千斤頂緩緩壓入。

另外，需要同時壓配內環、外環時，如圖8.43所示，用夾具進行壓配。

另外，進行壓配作業時，建議在軸承內徑及軸上塗布高粘度油。

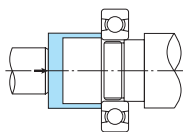


圖8.42 內環的壓入方法

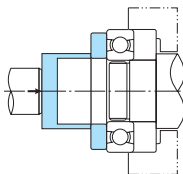


圖8.43 內外環同時壓入的方法

(1.2) 加熱法

利用加熱法進行安裝也是一種常用的方法，這種方法不會對內環施加不當應力，而且只要有帶消磁裝置的電感加熱器或者加熱箱，還具有可縮短作業時間的優點。這時的加熱溫度必須控制在120°C以下。圖8.44根據與軸承內徑的配合關係，提供了內環的熱壓配合所需的加熱溫度。

將加熱後的軸承安裝在軸上，有時因為在冷卻後出現軸向收縮，使內環與軸肩之間出現間隙，請用螺母等進行緊固。

圓錐孔軸承通常使用套筒或退卸套進行安裝。此外，還可以直接將軸承安裝到圓錐孔軸上。

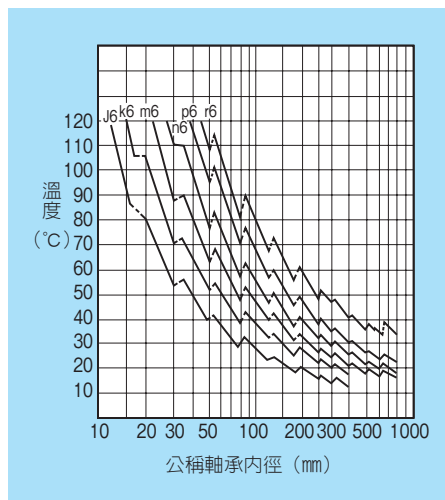


圖8.44 軸承的加熱溫度和配合餘量的關係



(2) 安裝圓錐孔軸承

使用套筒可以使軸承安裝在軸向任何位置，但要準確安裝在規定的位置較困難。

安裝帶座軸承時，從固定端軸承開始安裝，然後安裝自由軸承，並確認自由軸承的軸向遊隙。

對於自動調心滾子軸承，可根據退卸套的推進量計算出干涉量，但在實際操作上要正確測定推進量很困難。

因此，可以通過使用測隙測定安裝前的軸承內部間隙和安裝後的軸承內部間隙，確認與軸之間的干涉量和剩餘間隙。

表8.28所示的是軸向位移和徑向內部間隙的減少量之間的關係。

若是大型軸承，將軸承加熱到適當溫度後進行安裝，雖然會更容易操作，但溫度過高，容易造成過緊安裝，需要注意。

另外，大型軸承使用退卸套時，如圖8.45所示，使用液壓螺母退卸比較容易。

(3) 其他安裝注意事項

[1]對於組合型圓錐滾子軸承，必須使用螺絲或者墊片進行調節，以便獲得合適的軸向內部間隙。

表8.28 圓錐自動調心滾子軸承安裝時的軸向位移和內部間隙減少量 mm

公稱軸承內徑 d (mm)		徑向內部間隙 減少量		軸向位移			
				錐度 1/12		錐度 1/30	
超過	以下	最小	最大	最小	最大	最小	最大
30	40	0.020	0.025	0.35	0.4	—	—
40	50	0.025	0.030	0.4	0.45	—	—
50	65	0.030	0.040	0.45	0.6	—	—
65	80	0.040	0.050	0.6	0.75	—	—
80	100	0.045	0.060	0.7	0.9	1.75	2.25
100	120	0.050	0.070	0.75	1.1	1.9	2.75
120	140	0.065	0.090	1.1	1.4	2.75	3.5
140	160	0.075	0.100	1.2	1.6	3.0	4.0
160	180	0.080	0.110	1.3	1.7	3.25	4.25
180	200	0.090	0.120	1.4	1.9	3.5	5.0
200	225	0.100	0.140	1.6	2.2	4.0	5.5
225	250	0.110	0.150	1.7	2.4	4.25	6.0
250	280	0.120	0.170	1.9	2.7	4.75	6.75
280	315	0.130	0.190	2.0	3.0	5.0	7.5
315	355	0.150	0.210	2.4	3.3	6.0	8.25
355	400	0.170	0.230	2.6	3.6	6.5	9.0
400	450	0.200	0.260	3.1	4.0	7.75	10.0
450	500	0.210	0.280	3.3	4.4	8.25	11.0

[2]對於圓筒和圓錐滾子軸承等分離型軸承，請分別安裝外環和內環，將安裝了內環的的軸裝配到軸承座上時，要小心操作以免出現偏心。如果操作不小心，容易在滾道表面和滾子上造成傷痕，導致噪音，所以請務必注意。

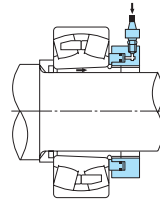


圖8.45 液壓螺母

8.8.4 安裝和拆卸力

在軸（實心軸）上安裝或拆卸軸承的內環所需要的力，雖然隨軸和軸承內環之間的干涉量及軸的加工精度的不同而變化，但大致可通過下列公式計算得出。

$$K_a = f_k \cdot f_e \cdot \Delta d_e \dots \dots \dots (8.23)$$

式中

K_a : 壓配合力（拆卸力）(KN)

Δd_e : 有效干涉 (mm)

f_k : 基於安裝（拆卸）條件的係數（表8.29）

f_e : 由下面公式求出

$$f_e = B \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{d_i} \right)^2 \right]$$

B : 公稱內環寬度 (mm)

d : 公稱軸承內徑 (mm)

d_i : 平均內環外徑 (mm)

（參照P.80 8.1.3項(5)）

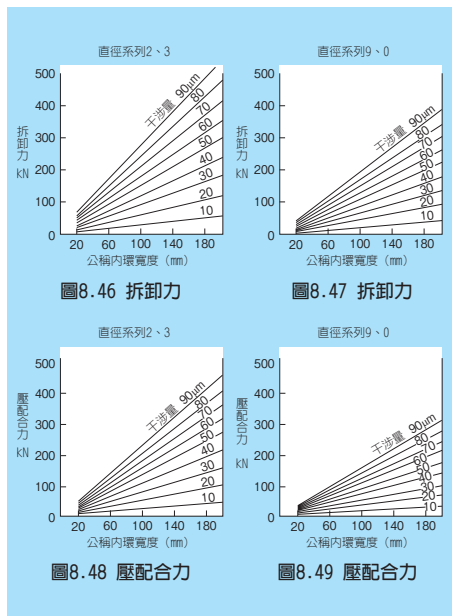
表8.29 f_k 的值

條件	f_k ⁽¹⁾ (平均值)
內環壓入圓柱軸時	39
從圓柱軸拆卸內環時	59
內環壓入圓錐軸或退卸套上	54
從圓錐軸拆卸內環時	44
將錐形套筒壓入軸和軸承之間時	98
從軸和軸承之間拆卸錐形套筒時	108

註⁽¹⁾ 為軸承內徑及軸上涂布薄薄一層潤滑油時的數據。



圖8.46~8.49按直徑系列給出量拆卸力和壓配合力。



8.8.5 運轉檢查

軸承安裝後，必須通過試運轉確認是否能正常運轉。

一般注意事項 ——

- [1] 檢查軸和軸承座以及護罩之間是否未接觸，間隙是否一致。
- [2] 如果能用手轉動，先用手轉動，確認是否有噪音或摩擦。
- [3] 如果是大型的不能用手轉動軸的機器，儘可能以低速啓動，在慣性運轉時確認上述(2)所述事項。
- [4] 如果在上述檢查中未發現異常，就以設計速度運轉設備，確認溫度上升是否達到穩定狀態。
- [5] 然後作長時間的試運轉，檢查螺栓、螺母有無鬆開，有無漏油和異常噪音。可能的話，在試運轉後，取出潤滑劑檢查有無雜質混入。

經過對上述事項進行檢查後，進入正常運轉。

如果在運轉期間出現異常狀態，請參考“9 滾動軸承的故障檢修 (P.116~P.119)”。



8.8.6 拆卸

在定期的檢查或出現故障時可拆卸軸承，但在拆卸時最好先檢查此時的設備狀態，以便能成為改進時的參考。特別是出現故障時，往往能從拆卸時的狀態中找出解決故障的關鍵，因此，拆卸時必須調查以下事項。

- [1]軸承的安裝狀態有無異常
(緊固螺栓、螺母、甩油環和軸承座的接觸等)
- [2]潤滑油及潤滑脂的殘余量、污染的程度(取樣)
- [3]軸承的內環、外環的配合狀態
- [4]若有可能，測定裝配狀態下軸承的內部間隙
- [5]軸承的故障狀態

另外，開始拆卸軸承之前，必須先檢查以下各點。

- [1]軸承的拆卸方法
- [2]配合狀況
- [3]拆卸所需夾具

軸承的拆卸 _____

- 壓力機(圖8.50)
- 特殊扳手(圖8.51)
- 拔出器(圖8.52)
- 特殊拔出器(圖8.53)
- 拆卸夾具(圖8.54)

等。

拆卸圓柱滾子軸承的內環，可以用感應加熱器局部加熱後再拆卸的方法。(圖8.55)

大型軸承的拆卸大多比較困難，建議使用液壓螺母和油噴射系統(見圖8.45、圖8.56)或者軸承裝卸裝置。

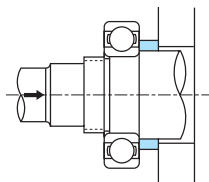


圖8.50 使用壓力機拆卸軸承

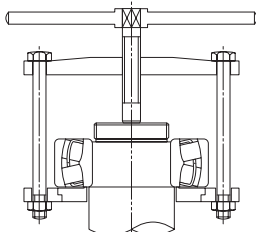


圖8.53 使用專用拔出器拆卸

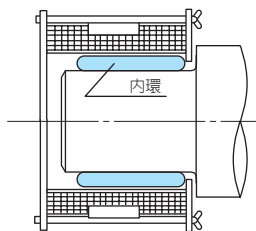


圖8.55 用感應加熱器拆卸內環

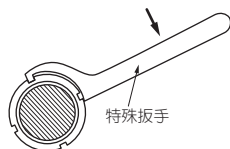
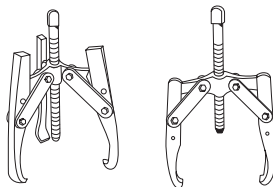


圖8.51 使用特殊扳手拆卸



三爪拔出器

兩爪拔出器

圖8.52

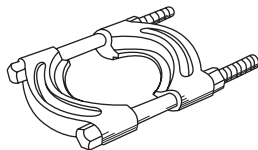
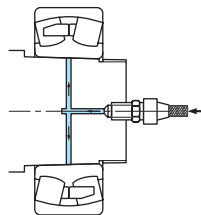


圖8.54 拆卸夾具



用油噴射器拆卸

圖8.56



9 滾動軸承的故障檢修

軸承的不正確的保管和使用方法往往會造成軸承故障、損傷和壽命縮短。

因此，軸承出現故障時，必須根據故障狀況分析原因，以便改進保管和使用方法。

[1]根據軸承故障發生時間進行分析

[2]根據運轉過程中出現的異常情況進行分析

[3]將發生故障的軸承拆卸下來，根據軸承的損傷情況

進行分析
——等方法。

表9.1 根據軸承故障發生時間進行分析

發生時間	原因	軸承選擇不當	軸、軸承座及其他零部件的設計、動作不良或誤動作	潤滑劑、潤滑方式、潤滑劑數量不合理	軸承的缺陷	軸承安裝時不當或錯誤	密封裝置不良、疲勞磨損等引起塵埃、水分進入或缺油
剛安裝好或安裝後不久		○	○	○	○	○	
定期拆卸後不久				○		○	
潤滑劑補充後不久				○			
軸、軸承箱及其他零部件修理或更換後不久			○	○		○	
正常運轉期間							○

表9.2 根據運轉過程中出現的異常情況進行分析

運轉狀態	原因	備註
噪音	低金屬噪音	用聽音棒、振動檢知器來檢驗。
	金屬噪音高	
	噪音無規律	
	噪音慢慢變化	
溫度異常上升	間隙過小，蠕變、潤滑劑不足或過多，負荷過大等	使用表面溫度計。
精度降低	因雜質或潤滑劑不足引起滾道、滾動體損傷	(例) 車床 …………… 有微傷痕。 磨床 …………… 駐波。 冷軋機 …………… 隱蔽駐波。
不穩定運轉	軌道、轉動體損傷 雜質進入 間隙過大	(例) 電風扇 …………… 振動大。 鋸床 …………… 對支柱的衝擊 內燃機 …………… 對曲柄軸的振動
潤滑劑污染	潤滑不良、雜質進入、磨損	



表9.3 故障的症狀和防止對策 (○記號為示例)

(1) 早期剝落

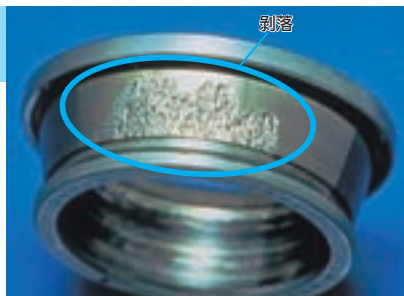
軌道和滾動體表面呈魚鱗狀剝落的狀態

■主要原因

- 異常的軸向負荷和過大負荷
- 軸承的傾斜
- 軸和軸承座精度不良
- 鏽蝕、刻畫痕、裝配損傷
- 潤滑不良

■主要防患措施

- 自由端軸承必須可移動
- 軸和軸承座之間的軸心要對準
- 修正軸承座的形狀
- 長時間停機時做好防鏽。保管和安裝時要小心
- 更換潤滑劑、量、和潤滑方法等



(2) 燒焦

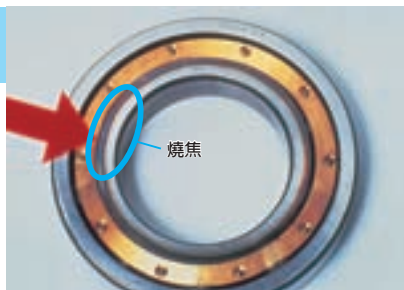
因過熱導致軌道、擋圈、滾動體變色，軟化並溶合的狀態

■主要原因

- 運轉時內部間隙過小
- 以超出可容許轉速運轉
- 潤滑劑性能、量不合適
- 異常軸向負荷和不均勻

■主要防患措施

- 調整間隙
- 初期的磨合運轉。檢查軸承類型
- 更換潤滑劑、量，潤滑方法
- 調整負荷條件。改進裝配



(3) 破損

內外環、擋圈、滾動體、保持器的破損

■主要原因

- 過大的干涉量
- 軸、軸承座圓倒角半徑過大
- 保管，組裝時的碰撞
- 運轉中過大的衝擊負荷
- 運轉時內部間隙過大
- 振動和力矩負荷

■主要防患措施

- 改變干涉量。修正套筒形狀
- 修正到比軸承的倒角半徑小
- 正確的保管和組裝
- 調整負荷條件
- 調整初期游隙（防止球或滾子的間隙）
- 修正安裝誤差。變更軸承形式





(4) 壓痕

因撞擊或雜質的長期粘附導致軌道和擋圈、滾動體出現小的凹痕和麻點的狀態

■主要原因

- 保管，安裝時的衝擊
- 雜質侵入，長時間粘附
- 運轉停止時的大負荷

■主要防患措施

- 正確的保管和安裝
- 改進密封裝置。更換零部件清洗
- 調整負荷條件



(5) 磨蝕

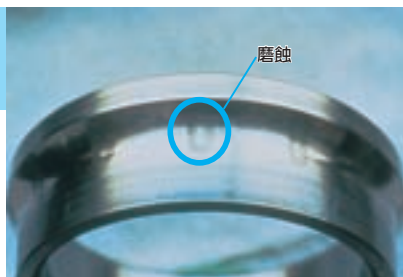
內環和外環的軌道面以滾動體為間隔出現凹痕的狀態。有時指軸和內環、軸承座和外環配合面上產生的紅褐色的腐蝕。

■主要原因

- 運轉停止時和搬運中的振動
- 小振幅的搖擺

■主要防患措施

- 防止振動。搬運時將軸承暫時固定
- 更換潤滑油等



(6) 咬傷刮痕

因油膜破裂導致滾道、擋圈、轉動體、保持器等的金屬接觸，造成表面損傷的狀態

■主要原因

- 潤滑不良
- 雜質咬入
- 軸承傾斜。軸向負荷大
- 啟動時加速過快

■主要防患措施

- 更換潤滑劑、量、潤滑方法
- 改進密封裝置，零部件清洗
- 修正安裝誤差。調整負荷條件
- 緩緩加速



(7) 污斑

由於油膜破裂，使得滾道，擋圈、滾動體上產生不平整的帶稍微燒焦的狀態

■主要原因

- 原因與咬傷刮痕相同

■主要防患措施

- 糾正安裝誤差。調整負荷條件
- 更換潤滑劑、量、潤滑方法
- 調整運轉間隙，使轉動體不游動





表9.3 故障的症狀和防止對策

(8) 異常磨損

滾道和擋圈、滾動體、保持器上的嚴重磨損狀態

■主要原因

- 雜質和鏽蝕的腐蝕作用
- 潤滑劑不足，不合適

■主要防患措施

- 改進密封裝置。防止生鏽
- 改變潤滑劑的量合種類



(9) 鏽蝕・腐蝕

出現鏽蝕和腐蝕的狀態

■主要原因

- 軸承合裝置的保管場所不合適
- 清洗劑不合適。防鏽不充分
- 腐蝕性氣體或液體，水的侵入
- 直接用手操作
- 潤滑劑導致腐蝕性氣體產生

■主要防患措施

- 選擇溫度變化小的場所
- 更換清洗劑。進行防鏽處理
- 改進密封裝置
- 糾正操作
- 更換潤滑劑



(10) 滑移

軸和內環、軸承座和外環之間的配合面出現滑動的狀態

■主要原因

- 干涉量不足
- 襯套不夠緊，螺母鬆開
- 軸、軸承座剛性不夠、精度不良

■主要防患措施

- 更改干涉量
- 調整襯套的推進量、固定狀態
- 更改壁厚，材質。修改形狀



NACHI

株式会社 不二越

在有需要改善性能的情況，本版面和規格進行更改時，恕不另行通知。
本商品目錄內容雖經詳細校對以求精確，出版者不負擔其可能發生之錯誤、漏失而致之責任。

更詳細的可靠度系統產品資訊請連絡

億寶軸承股份有限公司

電話：(03)378-2168

傳真：(03)369-7306

地址：330059 桃園市桃園區文中路425號

信箱：eb.bearing@msa.hinet.net



www.eb-bearing.com.tw

eb BEARING