

Precision Rolling Bearings

TPI[®]

精密滾動軸承
Precision Rolling Bearings



CAT NO:2260/TC

東培工業股份有限公司.

CAT. NO. 2260/TC

有關本型錄之內容雖經仔細編纂以確保資料之正確性，然而TPI不對個人或公司就其內容錯誤或遺漏負責。隨著技術進步，部分內容或有更新或變更，請見諒或洽TPI。

Although care has been taken to assure the accuracy of the data compiled in this catalog, TPI does not assume any liability to any company or person for errors or omissions.

目錄

■ 技術資料	
1. 精密軸承構造與組配	2
2. 軸承標稱品名	4
3. 軸承的精度與配合	8
4. 軸承額定負荷與壽命	13
5. 軸承預壓和剛性	15
6. 軸承潤滑	21
7. 軸承容許轉速	23
8. 軸承的使用	24
■ 精密滾動軸承尺寸表	26
■ 附錄	44

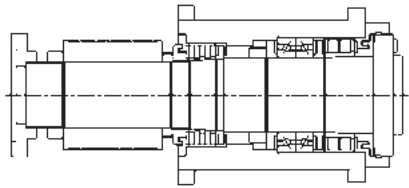
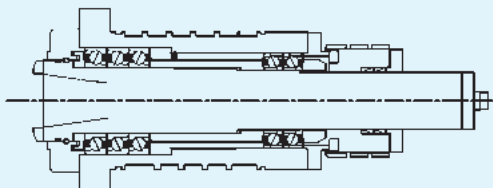
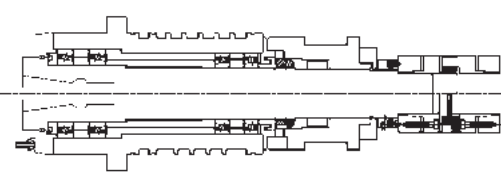
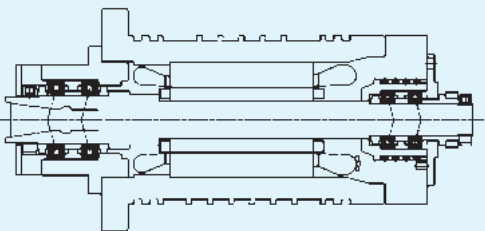

1 精密軸承構造與組配

1.1 主軸軸承組配

典型的工作機械主軸軸承配置如表1-1所示。軸承的組配必須根據對主軸的功能(例如：最高轉速、徑向和軸

向剛性、主軸尺寸、所需精度及潤滑方法等)予以確定。近來將電動機搭載在主軸的內藏電動機型有增加的趨勢，由於內藏電動機型的發熱量對主軸的精度和潤滑劑會產生影響，因此，應注意加強對軸承外環的冷卻。

表1-1 主軸的軸承配置例

類型	主軸軸承配置	軸承組配方式	潤滑方式	主要用途
1	 皮帶驅動	雙列圓柱滾子組配 + 高速、軸向負荷用 DB組配斜角滾珠軸承 + 雙列圓柱滾子組配	潤滑脂潤滑	CNC車床 中心加工機 銑床 搪床
2	 皮帶驅動	三列ACBB組配 (DT組配) + 雙列ACBB組配 (DT組配)	潤滑脂潤滑	中心加工機
3	 直接驅動	雙列ACBB組配 (DT組配) + 雙列ACBB組配 (DT組配)	潤滑脂潤滑	中心加工機
4	 內藏電動機驅動	雙列ACBB組配 (DT組配) + 雙列ACBB組配 (DT組配)	潤滑脂潤滑/ 油氣潤滑	中心加工機 小型車床 磨床
5	 皮帶驅動	雙列ACBB組配 (DT組配) + 雙列ACBB組配 (DT組配)	潤滑脂潤滑/ 油氣潤滑/ 油霧潤滑	磨床

1.2 主軸軸承的構造

1.2.1 主軸軸承組配

如圖1-1所示，根據要求規格，可將斜角滾珠軸承組配成2列、3列或4列。背對背組配(亦稱DB組配)和面對面組配(亦稱DF組配)可承受徑向負荷及雙向軸向負荷。在DB組配中，由於軸承的作用點間距大，承受力矩負載能力大，因此，在工作機械的主軸上常用這種組配方式。

在DF組配中，雖然承受力矩負載的能力小，但它具有允許傾斜角度比DB組配的傾斜角度大的特點。在並列組配(DT)時，可承受徑向負荷及較大的軸向負荷，但只能承受單向軸向負荷。在中心加工機上，由於要求在徑向和軸向上均具有較大的剛性，且需要進行高速運轉，因此，常採用4列組配方式(DTBT)使用。

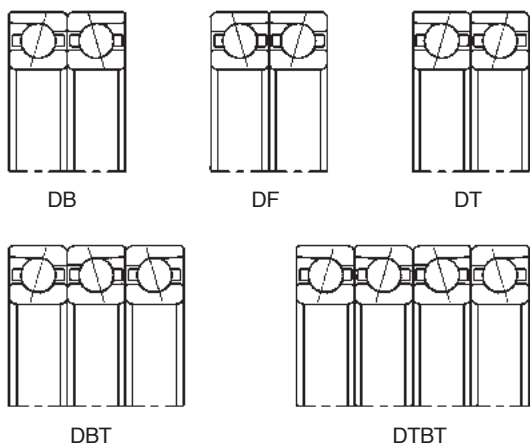


圖1-1 軸承的記號與說明

1.2.2 組配軸承的符號

對於出廠前的預先組配軸承，軸承上的外徑面雷射刻印“<”記號，“<”朝左記號方向表示組配軸承的最右邊軸承的內環將承受從右邊來的軸向負荷。對於DB和DF組配的軸承，則任一方向皆可承受軸向負荷，參考圖1-2所示。

對萬向組配軸承而言，軸承外徑面“<”記號與各式軸承組配之對應參考圖1-3所示，確保在安裝中，正確組配以避免組配方向錯誤。

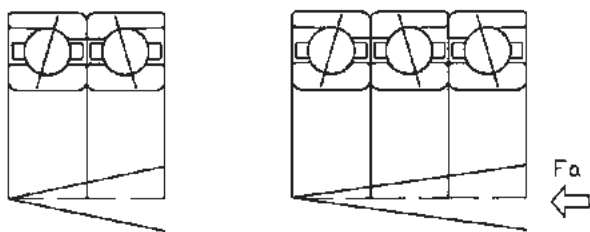


圖1-2 軸承外徑面“<”記號

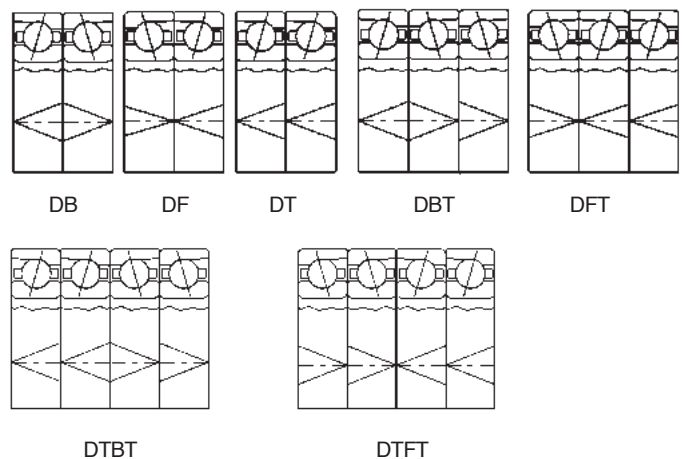


圖1-3 萬向組配軸承外徑面“<”記號與各式軸承組配之對應

1.2.3 等面差與萬向組配

所謂等面差處理是指使正面側和背面側的內外環端面的隆起(稱為平面差)相同而進行的加工，參考圖1-4所示。通過此項處理，可使具有相同內部間隙符號或預壓符號的軸承在進行面對面、背對背或雙列組配時均可得到指定的預壓量或間隙。

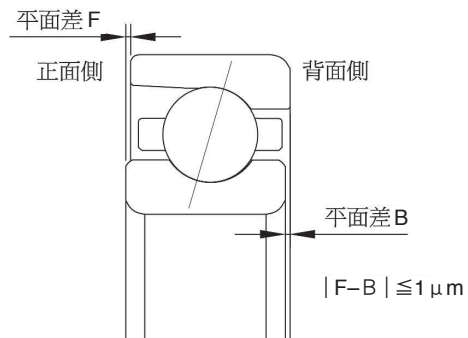


圖1-4 軸承的等面差

當軸承使用上述等面差軸承進行組配時，一般建議軸承間的內、外徑尺寸需控制在公差值的1/3以內。TPI針對此需求提供特殊內外徑公差範圍的P4X精度，此較一般P4級軸承較小的公差，使得在進行軸承組配時，更容易隨機配列需要的組合，提供後勤管理的便利，特別是庫存餘料的管理。

所謂萬向組配指的是除了進行等面差處理以外，對內、外徑尺寸亦控制在公差值的1/3(最小範圍2 μm)。對於是2列組配的軸承，標稱品名為D2；當3列組配的軸承，標稱品名為D3，以此類推。針對內外徑特殊需求，可洽TPI尋求客製方式以達成所要的需求。

1.2.4 特殊內外徑

軸承在不改變軸承精度等級的情況下，對軸承內、外徑尺寸公差做縮減的管制動作，稱為特殊內、外徑精度軸承，通常使用於等面差或萬向軸承，如表1-2所示。

表1-2 P4與P4X精度之公差比較

軸承內環內徑公差		單位：μm			
軸承內徑(mm)		P4		P4X	
超過	以下	上	下	上	下
30	50	0	-6	-2	-4
50	80	0	-7	-2	-5
80	120	0	-8	-3	-6
120	150	0	-10	-3	-7

軸承外環外徑公差 單位：μm

軸承外徑(mm)		單位：μm			
軸承外徑(mm)		P4		P4X	
超過	以下	上	下	上	下
50	80	0	-7	-2	-6
80	120	0	-8	-2	-6
120	150	0	-9	-3	-7
150	180	0	-10	-3	-7

1.2.5 圓柱滾子軸承

圓柱滾子軸承的滾子和軌道面為線接觸，徑向負載能力大，在結構上適用於高負載迴轉。

工作機械主軸的圓柱滾子軸承有單列和雙列兩種，內環內徑為錐孔，以便能調整徑向內部間隙。雙列圓柱滾子軸承常用有NN、NNU兩種和30、49兩種系列。NN類型的滾子由內環擋邊引導；而NNU類型的滾子由外環擋邊引導。

標準型滾子軸承採用高強度黃銅之車製保持器；高速型則採用樹脂保持器以提供軸承的轉速。兩者都可以採用滑脂潤滑或油氣潤滑。

1.2.6 軸向負荷用斜角滾珠軸承

工作機械主軸中，軸向負荷用斜角滾珠軸承有高剛性的5629、5620系列軸承；以及BT系列高速DB組配斜角滾珠軸承。上述軸向負荷用斜角滾珠軸承通常與雙列圓柱滾子軸承搭配使用；亦即與它們內徑與外徑相同之雙列圓柱滾子軸承搭配使用。

BT系列軸承與5629、5620系列的寬度不同，因為接觸角為30°或40°，相對於後者的60°接觸角，轉速極限雖有所提升，但軸向剛性減小。

1.3 螺桿支持用軸承

止推斜角滾珠軸承相對於標準軸承，盡量使用最多數量的小尺寸滾動體，內外環的壁較厚，並且採用60°接觸角，這類軸承軸向剛性大。另外，因為使用滾珠作為滾動體，啟動轉矩也比滾子軸承來得小。

止推斜角滾珠軸承均經過等面差處理，可自由地進行不同組配，不需要為得到適當的預壓而進行調整作業。止推斜角滾珠軸承使用樹脂保持器，欲強化軸承其他性能如材質、潤滑脂、密封性請洽TPI。

安裝在工作機械上常見以2~4列組配方式使用。螺桿支持通常在兩端，可使用背對背或面對面組配；在軸承位置無法避免不對心通常使用面對面組配，如圖1-5所示。

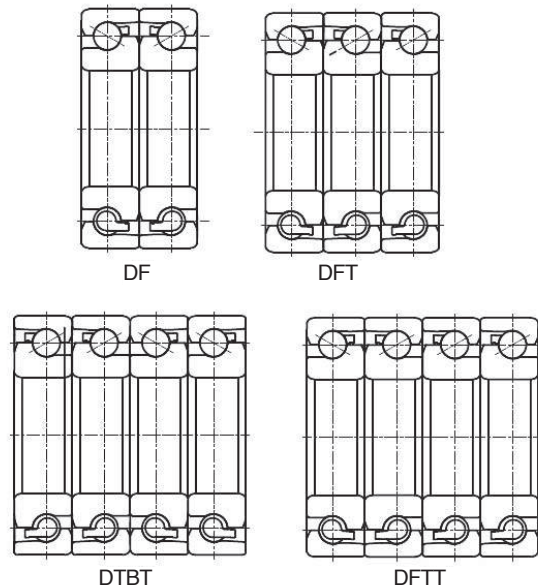


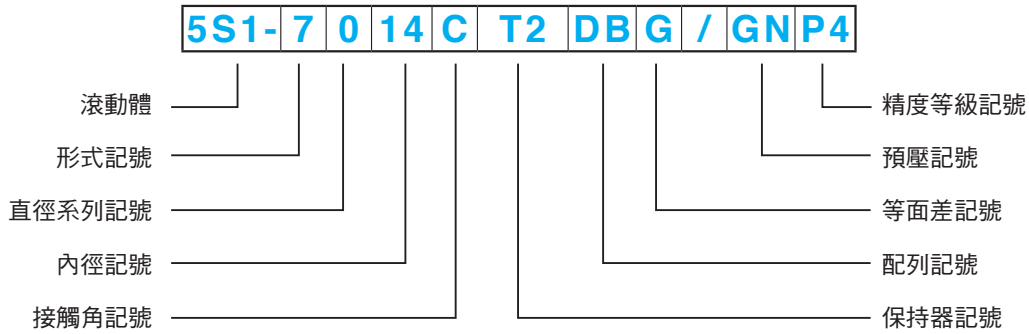
圖1-5 止推斜角滾珠軸承常見以2~4列組配方式

2 軸承標稱品名

2.1 軸承的標稱品名

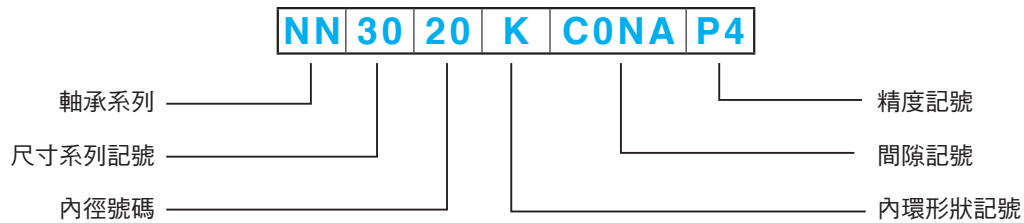
軸承的標稱號碼是用以表示軸承的形式、尺寸、精度、內部構造等的一種代號，是由基本號碼和補助記號所構成，其排列順序如表2-1，2-2所示。

表2-1 軸承之標稱號碼排列



滾動體	5S1-	Si ₃ N ₄ 陶珠
	無	SUJ2
軸承形式	7	標準型斜角滾珠軸承
	HS	高速型斜角滾珠軸承
	BT	高速型止推斜角滾珠軸承
	BS	止推斜角滾珠軸承
直徑系列記號	9	止推斜角滾珠軸承標示內外徑，範例：BS2047
	0	
	2	
	3	
內徑號碼	6	
	· · 20	
接觸角記號	C	15°
	CE1	18°
	AD	25°
	A	30°
	B	40°
	無	60°
保持器記號	T1	酚醛樹脂機製保持器（外環導引）
	T2	合成樹脂保持器（滾動體導引）
	T3	合成樹脂保持器（混合導引）
配列記號	DB	背對背組配(2列)
	DF	面對面組配(2列)
	DT	並列組配(2列)
	DBT	並列背對背組配(3列)
	DTBT	並列背對背組配(4列)
等面差記號	G	等面差或萬向
	無	無等面差加工
預壓記號	GL	輕預壓
	GN	標準預壓
	GM	中預壓
	GH	重預壓
	GXX	特殊預壓
精度等級記號	P5	JIS 5級規格
	P4	JIS 4級規格
	P4X	JIS 4級規格、內外徑公差特殊
	P4L	JIS 4級規格、外徑公差特殊
	P42	JIS 4級規格(尺寸精度)、JIS 2級規格(迴轉精度)
	P4A	JIS 4級規格、內外徑公差UP級
	P2	JIS 2級規格

表2-2 雙列滾子軸承標稱號碼排列



軸承形式	NN	雙列,內環擋邊引導
	NNU	雙列,外環擋邊引導
尺寸系列記號	30	
	49	
內徑號碼	11	
	.	
	34	
保持器記號	T2	合成樹脂保持器
	無	高強度黃銅車製保持器
內環形狀符號	K	內徑1/12錐孔
	無	內徑圓柱孔
間隙記號	C0NA	比普通間隙小
	C1NA	比普通間隙小
	C2NA	比普通間隙小
	NA	普通間隙
精度記號	P5	JIS 5級規格
	P4	JIS 4級規格
	P2	JIS 2級規格

2.2 軸承的記號(Marking)

每一只軸承的記號如圖2-1所示。外徑與寬度尺寸標示在外環寬度面;內徑與面差尺寸標示在內環寬度面。其中,使用“\”符號來分開上述兩尺寸同時亦表示徑向振最大位置。

2.3 各廠牌標稱對照表

為方便使用者進一步熟悉上述標稱符號,表2-3依軸承的形式、尺寸、精度、內部構造等排列順序與各廠牌之標稱符號作一對照。

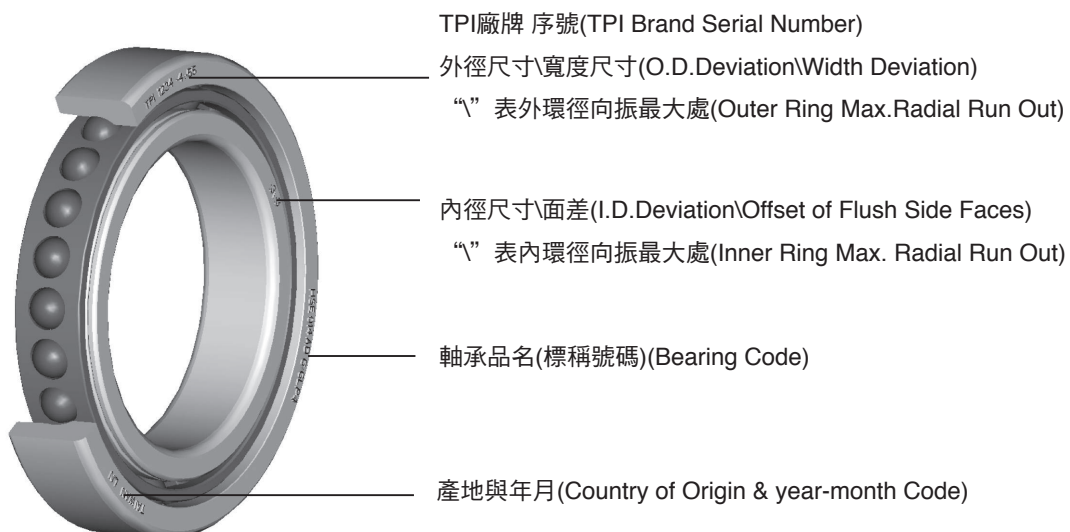


圖2-1 軸承的記號與說明

表2-3 各廠牌斜角滾珠軸承標稱記號對照表

		記號						內容
		廠牌	TPI	NTN	NSK	FAG	SKF	
基本型號	滾動體	5S1	5S	H	HC	C,HC	HY	Si ₃ N ₄ 陶珠
		無	無	無	無	無	無	SUJ2
	形式記號	7	7	7	B7	7	S	標準型斜角滾珠軸承
		HS	HSE	BNR,BER	HS,HC	B,E	KH	高速型斜角滾珠軸承
		BS	BST	TAC	BSB	BSD	—	止推斜角滾珠軸承
	直徑系列記號	9	9	9	19	19	19	止推斜角滾珠軸承無此標示
		0	0	0	0	0	0	
		2	2	2	2	2	2	
		3	3	3	3	3	3	
	內徑號碼	6	6	6	6	6	6	止推斜角滾珠軸承無此標示
		:	:	:	:	:	:	
		20	20	20	20	20	20	
	接觸角記號	C	C	C	C	CD,CE	C	15°
		CE1	—	(BNR)	—	F	18°	18°
		AD	AD	A5,(BER)	E	AC	E	25°
	保持器記號	T1	T1	TR	T	—	TA	酚醛樹脂機製保持器
		T2	T2	TYN	—	TN, TN9	—	合成樹脂保持器
		T3	—	—	—	—	TXM	合成樹脂保持器
	組配記號	DB	DB	DB	DB	DB	DB	背對背組配(2列)
		DF	DF	DF	DF	DF	DF	面對面組配(2列)
		DT	DT	DT	DT	DT	DT	並列組配(2列)
		DBT	DBT	DBD	TBT	TBT	TBT	並列背對背組配(3列)
		DTBT	DTBT	DBB	QBC	QBC	QBC	並列背對背組配(4列)
	等面差記號	G	G	SU	U	G	—	等面差或萬向
	預壓記號	GL	GL	EL	—	A	UL	輕預壓
		GN	GN	L	L	B	UM	正常預壓
		GM	GM	M	M	C	US	中預壓
		GH	—	H	H	—	—	重預壓
		Gxx	Gxx	CA	—	Gxxx	UV	特殊預壓
	精度等級記號	P4	P4	P4	—	P4	P4	JIS規格4級
		P4X	—	P4Y	—	—	—	JIS規格4級、 內外徑尺寸特殊
		P42	P42	P3	P4S	P4A	—	JIS規格4級(尺寸精度) JIS規格2級(迴轉精度)
P2		P2	P2	—	PA9A	P2	JIS規格2級	

3 軸承的精度與配合

3.1 軸承的精度

滾動軸承的精度，即尺寸精度和迴轉精度規定見ISO 492:2002標準及JIS B1514的滾動軸承的精度，參考表3-1。

表3-1 軸承類型和適用規格及精度等級

軸承類型		精度等級				
深溝滾珠軸承		標準級	6級	5級	4級	2級
斜角滾珠軸承		標準級	6級	5級	4級	2級
滾柱軸承		標準級	6級	5級	4級	2級
滾針軸承		標準級	6級	5級	4級	—
圓錐滾子軸承	公制單位	0,6X級	—	5級	4級	—
	英制單位	ANSI/ABMA 4級	ANSI/ABMA 2級	ANSI/ABMA 3級	ANSI/ABMA 0級	ANSI/ABMA 00級
止推斜角滾珠軸承		標準級	6級	5級	4級	—
雙列斜角滾珠軸承		—	—	5級	4級	—

同等標準（參考比較）		應用精度等級				
JIS ⁽¹⁾		0級	6級	5級	4級	2級
DIN ⁽²⁾		P0	P6	P5	P4	P2
ANSI/ABMA ⁽³⁾	滾珠軸承	ABEC1	ABEC3	ABEC5	ABEC7	ABEC9
	滾柱軸承	RBEC1	RBEC3	RBEC5	—	—
	圓錐滾子軸承	4級	2級	3級	0級	00級

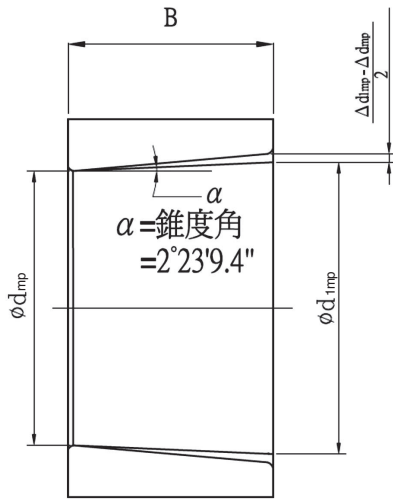
NOTE: (1) JIS：日本工業標準
(2) DIN：德國標準
(3) ANSI/ABMA：美國標準／美國軸承工業會標準

如同工具機主軸等為滿足具有高迴轉精度要求，需要選擇能夠滿足主軸規格的高精度軸承，通常根據用途多選擇JIS精度5級、4級及2級的高精度產品。特別需要注意軸承的徑向偏擺，軸向偏擺及非重複偏擺會對主軸迴轉精度造成影響。在最近的超高精度工具機上，此非重複性偏擺(N.R.R.O.) 越來越受到重視。在車床和中心加工機的主軸上均使用非重複偏擺精度管理軸承。

尺寸精度是在軸和軸承箱上安裝軸承時必須的項目，迴轉精度為軸承旋轉1周時所規定的偏擺。滾動軸承的精度測定方法是參考JIS B1515規定的。軸承精度參考附錄III：軸承容許差與容許值。

雙列滾子軸承的內環內徑為錐孔，錐孔的精度有JIS 4和JIS 2級，參考表3-2所示。如果錐孔的精度不高，會造成內環不對心使軸承功能無法發揮，甚至造成早期剝脫或燒熔。為了保證主軸的高精度，建議使用錐度規，有關錐面接觸的程度參考錐孔軸承組裝指導書，請洽TPI。

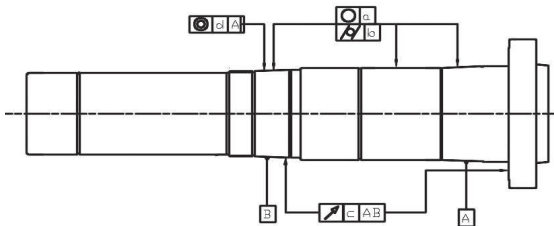
表3-2 錐孔軸承的允許偏差與允許值



單位：μm

d mm		Δd_{imp}				$\Delta d_{imp} - \Delta d_{imp}$ (參考值)				V_{dip}	
超過	以下	4級		2級		4級		2級		4級	2級
		上	下	上	下	上	下	上	下	最大	
18	30	+10	0	+6	0	+4	0	-3	0	2.5	1.5
30	50	+12	0	+7	0	+5	0	+3.5	0	2.5	1.5
50	80	+15	0	+8	0	+6	0	+4	0	3	2
80	120	+20	0	+10	0	+7	0	+5	0	4	2.5
120	180	+25	0	+12	0	+8	0	+6	0	5	3.5
180	250	+29	0	+14	0	+9	0	+7	0	7	4.6
250	315	+32	0	-	-	+10	0	-	-	8	-
315	400	+36	0	-	-	-12	0	-	-	9	-
400	500	+40	0	-	-	+14	0	-	-	10	-

表3-3 主軸的軸形狀精度



單位：μm

主軸尺寸 (mm)		真圓度 (○)			圓筒度 (∩)			振擺 (↗)			同軸度 (◎)			粗糙度		
		a			b			c			d			R _a		
		軸承精度			軸承精度			軸承精度			軸承精度			軸承精度		
超過	以下	P5	P4	P2	P5	P4	P2	P5	P4	P2	P5	P4	P2	P5	P4	P2
-	10	1.3	0.8	0.5	1.3	0.8	0.5	2	2	1.3	4	4	2.5	0.2	0.2	0.1
10	18	1.5	1	0.6	1.5	1	0.6	2.5	2.5	1.5	5	5	3	0.2	0.2	0.1
18	30	2	1.3	0.8	2	1.3	0.8	3	3	2	6	6	4	0.2	0.2	0.1
30	50	2	1.3	0.8	2	1.3	0.8	3.5	3.5	2	7	7	4	0.2	0.2	0.1
50	80	2.5	1.5	1	2.5	1.5	1	4	4	2.5	8	8	5	0.2	0.2	0.1
80	120	3	2	1.3	3	2	1.3	5	5	3	10	10	6	0.4	0.4	0.2
120	180	4	2.5	1.8	4	2.5	1.8	6	6	4	12	12	8	0.4	0.4	0.2
180	250	5	3.5	2.3	5	3.5	2.3	7	7	5	14	14	10	0.4	0.4	0.2

3.2 軸和軸承箱的精度

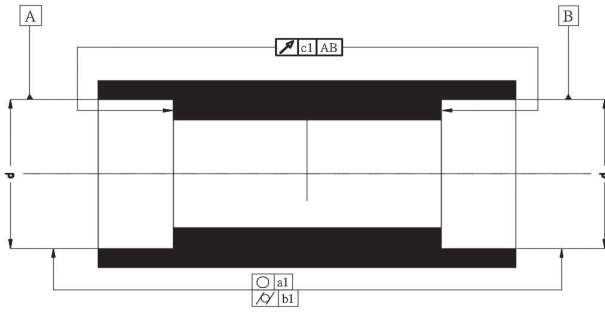
根據軸和軸承箱的配合情況，軸承的內部間隙會有所變化。因此，為了充分發揮軸承的功能，有必要採取適當的配合。表3-3與表3-4為建議之軸和軸承箱的形狀精度。另外，還必須考慮軸承的軸向鎖緊力。在軸向安裝軸承時必須注意安裝部件的尺寸、鎖緊力、安裝螺栓的個數等以避免導致軸承的軌道面變形。

3.3 軸和軸承箱的設計

在設計軸與軸承箱時，軸和軸承箱的擋肩高度是很重要的，在保持其精度的同時，不至於干涉到軸承的倒角。表3-5為斜角滾珠軸承的倒角及其允許界限值；表3-6則為軸和軸承箱的建議擋肩高度及拐角。

軸和軸承箱的擋肩高度(h)設計為大於軸承倒角的最大允許尺寸($r_{s,max}$)，從而可使軸承端面與平坦不相接觸。拐角應比軸承倒角的最小允許尺寸($r_{s,min}$)小，以保證不干涉到軸承的定位。當擋肩高度太小或拐角小於軸承倒角尺寸，前者為了加強軸或減緩應力集中，後者則提供足夠接觸表面，可以有效率使用墊圈。對軸或軸承箱的配合面進行研磨時的退刀槽建議尺寸如表3-7所示。

表3-4 主軸用軸承箱的精度

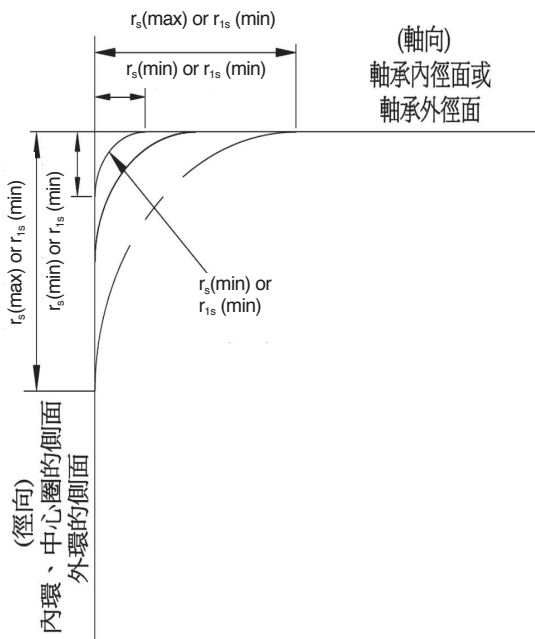


單位：μm

軸承箱內徑 (mm)		真圓度 (⓪)			圓筒度 (Ⓜ)			振擺 (Ⓜ)			同軸度 (◎)			粗糙度		
		a1			b1			c1			d			R _a		
		軸承精度			軸承精度			軸承精度			軸承精度			軸承精度		
超過	以下	P5	P4	P2	P5	P4	P2	P5	P4	P2	P5	P4	P2	P5	P4	P2
-	10	1.3	0.8	0.5	1.3	0.8	0.5	2	2	1.3	4	4	2.5	0.4	0.4	0.2
10	18	1.5	1	0.6	1.5	1	0.6	2.5	2.5	1.5	5	5	3	0.4	0.4	0.2
18	30	2	1.3	0.8	2	1.3	0.8	3	3	2	6	6	4	0.4	0.4	0.2
30	50	2	1.3	0.8	2	1.3	0.8	3.5	3.5	2	7	7	4	0.4	0.4	0.2
50	80	2.5	1.5	1	2.5	1.5	1	4	4	2.5	8	8	5	0.8	0.8	0.4
80	120	3	2	1.3	3	2	1.3	5	5	3	10	10	6	0.8	0.8	0.4
120	180	4	2.5	1.8	4	2.5	1.8	6	6	4	12	12	8	0.8	0.8	0.4
180	250	5	3.5	2.3	5	3.5	2.3	7	7	5	14	14	10	1.6	1.6	0.8

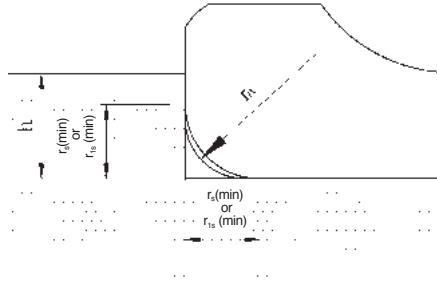
表3-5 斜角滾珠軸承的倒角及其允許界限值

單位：mm



最小允許倒角尺寸 r _s (min) 或 r _{1s} (min)	公稱軸承內徑 d		最大允許倒角尺寸 r _s (max) 或 r _{1s} (max)	
	超過	以下	徑向	軸向
0.05	—	—	0.1	0.2
0.08	—	—	0.16	0.3
0.1	—	—	0.2	0.4
0.15	—	—	0.3	0.6
0.2	—	—	0.5	0.8
0.3	—	40	0.6	1
0.3	40	—	0.8	1
0.6	—	40	1	2
	40	—	1.3	2
1	—	50	1.5	3
	50	—	1.9	3
1.1	—	120	2	3.5
	120	—	2.5	4
1.5	—	120	2.3	4
	120	—	3	5
2	—	80	3	4.5
	80	220	3.5	5
	220	—	3.8	6

表3-6 軸和軸承箱的擋肩高度及拐角



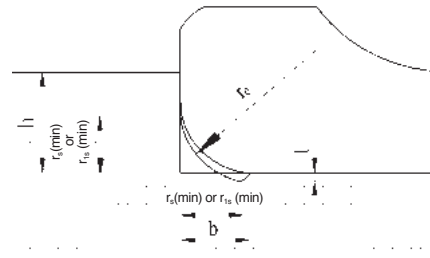
單位：mm

倒角尺寸 r_s (min) or r_{1s} (min)	拐角半徑 r_a (max)	最小擋肩高度 (在正常情況下)※ h (min)
0.05	0.05	0.3
0.08	0.08	0.3
0.1	0.1	0.4
0.15	0.15	0.6
0.2	0.2	0.8
0.3	0.3	1.25
0.6	0.6	2.25
1	1	2.75
1.1	1	3.5
1.5	1.5	4.25
2	2	5
2.1	2	6
2.5	2	6
3	2.5	7
4	3	9
5	4	11
6	5	14
7.5	6	18
9.5	8	22
12	10	27
15	12	32
19	15	42

※若施加較大的軸向負荷時，所選擇的擋肩高度比此表中的值還要大。

註: r_a (max)為倒角弧度的最大允許值

表3-7 退刀槽建議尺寸



單位：mm

內環與外環 最小倒角允許尺寸 r_s (min) or r_{1s} (min)	退刀槽尺寸		
	t	r_e	b
1	2	1.3	0.2
1.1	2.4	1.5	0.3
1.5	3.2	2	0.4
2	4	2.5	0.5
2.1	4	2.5	0.5
2.5	4	2.5	0.5
3	4.7	3	0.5
4	5.9	4	0.5
5	7.4	5	0.6
6	8.6	6	0.6
7.5	10	7	0.6

3.4 軸承的配合

為了保證精密軸承的高精度，軸和軸承箱的配合建議採用表3-9及3-10的配合，上述建議是在 $d_m n$ 值在75萬以內 ($d_m n$ 值由軸承的P.C.D，單位為mm； n 代表軸承的轉速，單位為 min^{-1} ，這兩者組成。 $d_m n$ 即為上述兩者的乘積)。當 $d_m n$ 值大於75萬以上時，高速所造成離心力導致的膨脹會影響軸的配合，同時也影響軸承預壓，此時，需藉助詳細的模擬分析如TH-BBAN程式來決定適當的配合，亦即須加大干涉量以滿足該高速與負載下的需求。

BS滾珠螺桿支持用軸承的建議軸和軸承箱配合分別為h5與H6配合；軸和軸承箱擋肩垂直度允許值 $4\ \mu\text{m}$ 以內。

表3-8 各種形式軸承與軸的配合

軸與推薦配合						
軸承形式	軸承內徑 (mm)		軸承精度			
			5級		4級 / 2級	
	超過	以下	需求配合	軸公差	需求配合	軸公差
斜角滾珠軸承	10	18	0~2T	h4	0~2T	h3
	18	50	0~2.5T	h4	0~2.5T	h3
	50	80	0~3T	h4	0~3T	h3
	80	150	0~4T	js4	0~4T	js3
	150	200	0~5T	js4	0~5T	js3
圓柱滾子軸承	25	40	—	js4	—	js4
	40	140	—	k4	—	k3
	140	200	—	k4	—	k3
高速止推斜角滾珠軸承	針對所有內徑		0~6L	h4	0~6L	h4
止推斜角滾珠軸承	針對所有內徑		0~10L	h5	0~10L	h5

表3-9 各種形式軸承與軸承箱的配合(固定端)

軸承箱與推薦配合 (固定端)						
軸承形式	軸承外徑 (mm)		軸承精度			
			5級		4級 / 2級	
	超過	以下	需求配合	軸承箱公差	需求配合	軸承箱公差
斜角滾珠軸承	18	50	0~3L	JS4	0~3L	JS3
	50	120	0~4L	JS4	0~4L	JS3
	120	180	0~5L	JS4	0~5L	JS3
	180	250	0~6L	JS4	0~6L	JS3
圓柱滾子軸承	針對所有外徑		±0	K5	±0	K5
高速止推斜角滾珠軸承	針對所有外徑		30L~40L	K5	30L~40L	K5
止推斜角滾珠軸承	針對所有外徑		10L~20L	H6	10L~20L	H6

表3-10 各種形式軸承與軸承箱的配合(自由端)

軸承箱與推薦配合 (自由端)						
軸承形式	軸承外徑 (mm)		軸承精度			
			5級		4級 / 2級	
	超過	以下	需求配合	軸承箱公差	需求配合	軸承箱公差
斜角滾珠軸承	18	50	6L~10L	H4	6L~10L	H3
	50	120	8L~13L	H4	8L~13L	H3
	120	180	12L~18L	H4	12L~18L	H3
	180	250	15L~22L	H4	15L~22L	H3
圓柱滾子軸承	針對所有外徑		±0	K5	±0	K4
止推斜角滾珠軸承	針對所有外徑		10L~20L	H6	10L~20L	H6

4 軸承額定負荷與壽命

軸承即使在正常的條件下使用，軸承環與滾動體的滾動面因重複承受壓縮應力，由於材料的疲勞引起剝脫(Flaking)，以致無法使用。所謂軸承壽命，是指在軌道面及滾動面發生剝脫為止的總迴轉數。

此外，燒熔、磨損、龜裂、卡死、生銹等現象雖會使軸承不能使用，但這些現象僅稱之為軸承故障，與壽命定義是有區別的。軸承的選擇錯誤、安裝不良、潤滑不當及密封不良都是造成這些現象的原因，把這些原因消除掉即可避免軸承的故障。

通常作用在工具機主軸上的負荷相對較小，因此，相較於額定壽命，下述的使用條件對軸承性能(迴轉精度、剛性及發熱等)影響更大，需要特別考慮。

- (1) 軸承高速運轉時
- (2) 預壓大時
- (3) 軸發生較大撓曲時
- (4) 內外環溫差大時

4.1 基本額定壽命與基本動額定負荷

即使將一批同樣軸承以同樣的條件下運轉，壽命也會有相當的差異，這是因為材料疲勞本身就是有差異性所致。因此關於軸承壽命，以統計上考量材料疲勞的差異性，採用下述定義的基本額定壽命。

所謂基本額定壽命：即是一批相同的軸承以同一條件進行運轉時，其中90%的軸承(信賴度90%)不會發生滾動疲勞而剝脫的總迴轉數。若以某固定轉速運轉時，則以總迴轉時間表示。

所謂基本動額定負荷，即是指滾動軸承的負荷能力，也就是說在這種負荷條件下，可以使軸承達到100萬轉的基本額定壽命。在尺寸表中，TPI採用標準材料及製造方法所生產軸承的基本動額定負荷。特別材料及製造方法所生產的軸承基本額定負荷請洽TPI。

基本額定壽命、基本動額定負荷以及軸承負荷之間有如下式的關係，對滾珠軸承而言

$$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P} \right)^p$$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_r}{P} \right)^p$$

其中，

$p=3$ (滾珠軸承)

L_{10} ：基本額定壽命 (10⁶轉)

L_{10h} ：基本額定壽命 (小時)

C_r ：基本動額定負荷 (N或kgf)

P ：基本動等值負荷 (N或kgf)

n ：迴轉數 min^{-1}

在組裝幾個軸承的機械裝置中，任何一個軸承因滾動疲勞而破損為止的壽命視為軸承全體的總合壽命 L ，則可求出

$$L = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \dots + \frac{1}{L_n^e} \right)^{\frac{1}{e}}}$$

其中，

$e=10/9$ (滾珠軸承)

L ：軸承全體的總合基本額定壽命 h

L_1, L_2, \dots, L_n ：各個軸承 1, 2, ..., n 的基本額定壽命 h

在一定時間比例中負荷條件變化時，壽命 L_m 可求出

$$L_m = \left(\frac{\Phi_1}{L_1} + \frac{\Phi_2}{L_2} + \dots + \frac{\Phi_j}{L_j} \right)^{-1}$$

其中，

Φ_j ：各條件的使用頻率 ($\sum \Phi_j = 1$)

L_j ：各條件時的壽命

4.2 軸承壽命的修正係數

軸承的基本額定壽命(可靠度90%)，可依前面所述公式求出，但因不同用途，有時需要高於90%以上的可靠度來求出軸承壽命。此外採用先進的特別材料與製造方法時，可延長軸承壽命。而且根據彈液動潤滑理論(EHL)，使用條件(潤滑、溫度和速度等)亦明顯影響軸承壽命。

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

考慮到上述因素的軸承壽命，可採用ISO 281規定的壽命修正係數求出。

其中，

L_{na} ：考慮了可靠度、材料、使用條件等因素的修正壽命10⁶轉

a_1 ：可靠度壽命修正係數

a_2 ：材料、製造方法壽命修正係數

a_3 ：使用條件的壽命修正係數

針對上述系數，如有需求請洽TPI。

4.3 靜額定負荷與容許軸向負荷

滾動軸承一旦承受負荷，滾動體和軌道環接觸面就會產生局部性永久變形。這種變形量會隨著負荷的增大而變大，若超過某種程度時還會影響軸承的順暢迴轉。

據經驗所知，承受最大應力的滾動件和軌道的接觸部中央，永久性總變形量最大不超過滾動件直徑的0.0001倍為不影響軸承的順暢迴轉的限度。

所謂基本靜額定負荷即是會到達這種永久性變形量極限值的一定靜負荷，徑向軸承以純徑向負荷表示，施加這樣的負荷時，承受最大負荷的滾動件和軌道接觸部中央的接觸應力值，其中滾珠軸承(不含自動對位滾珠軸承)值為4200MPa或428kgf / mm²。

容許的靜等值負荷通常以前述之基本靜額定負荷為限度，但為達到順暢的迴轉及摩擦的要求，有時採取較大或較小的基本靜額定負荷。一般採下式及安全係數來決定。

$$S_0 = \frac{C_0}{P_{0\max}}$$

其中，

S_0 ：安全係數(表4-1所示)

$P_{0\max}$ ：徑向軸承之最大靜等值負荷 (N或kgf)

C_0 ：徑向軸承之基本靜額定負荷 (N或kgf)

表4-1 安全係數 S_0 的下限值

運轉條件	滾珠軸承	滾子軸承
需要高迴轉精度時	2	3
需要普通的迴轉精度時(通用)	1	1.5
容許迴轉精度稍為惡劣時 (低速迴轉、重負荷用等)	0.5	1

備註：振動、衝擊負荷時，需加上衝擊之負荷係數來求 $P_{0\max}$

工具機主軸用軸承因為要在靜止狀態下更換刀具，可能存在有較大軸向負荷作用的情況。軸承上施加的軸向負荷有一個容許值，稱為容許軸向負荷。這容許軸向負荷定義任一兩種情況發生之最大軸向負荷：1)滾動體與內環或外環的軌道面之接觸橢圓邊緣接觸到內環外徑或外環內徑；2) 滾動體與內環或外環的軌道面之接觸應力達3650MPa或372kgf / mm²。不同型號的軸承之容許軸向負荷可以參考精密軸承尺寸表。

4.4 高速用軸承之壽命

主軸用軸承在高速下運轉，加上外部作用力，軸承內部各滾動體必須考慮因為離心力等的影響，作用在滾動體上的摩擦力和轉矩與油膜厚度、彈液動潤滑和牛頓流體有關。

高速軸承之壽命需由TH-BBAN程式求解(考慮軸承磨擦及分析軸承旋轉下的保持器扭矩，決定軸承內部各部件的轉速)。

4.5 混合式軸承之壽命

當計算含陶珠之混合(hybrid)軸承壽命時，可以視為相同內部設計之一般鋼珠軸承。混合軸承中之氮化矽陶珠(Si_3N_4)硬度比鋼珠高，雖然這會造成滾動體和軌道面較大之接觸應力，然而，實際應用上，混合軸承的壽命較鋼珠軸承的來的長。 Si_3N_4 陶珠有以下之優點：1)低密度的關係，減少因為離心力和慣性的影響；2)陶瓷材料與軸承鋼比軸承鋼間的親和性小，不易產生咬傷磨損(adhesive wear)；3)較佳的表面粗度對潤滑條件有助益。

5 軸承預壓和剛性

5.1 主軸的剛性

當設計工具機時，依經驗想得到好的加工結果，選擇容許的靜變形量是不二法門。工具機的主軸剛性分為軸的剛性與軸承剛性。主軸鼻端或加工點之撓曲是討論主軸剛性的重點，影響主軸徑向剛性之參數包括主軸垂懸端、主軸直徑、軸承間跨距、及軸承之徑向剛性等；而影響主軸軸向剛性主要來自預壓下組配軸承之軸向剛性。

軸承剛性是在負荷情況下軌道面與滾動體間的彈性變形所決定，通常軸承會施加預壓以提高剛性。當需要高徑向剛性時，常使用圓筒型滾子軸承，但由於接觸與滑動比滾珠軸承增加，對高速運轉不利。軸向負荷則多使用斜角滾珠軸承來承受，接觸角大的斜角滾珠軸承擁有較大的剛性。滾動體的大小與數量亦會影響軸承的剛性表現。近來， Si_3N_4 陶珠之高楊氏係數特性，使用陶珠混合(hybrid)軸承可以提高軸承的剛性。TPI之高速版HS軸承是兼顧低摩擦熱產生率或滾動體滑動(Ball skidding)程度與高剛性之內部最佳化設計之軸承。

5.2 軸承的預壓

軸承的預壓方式有定位預壓和定壓預壓兩種，參考圖5-1所示。定位預壓是採用隔環固定軸承的位置，對提高剛性有效。因為定壓預壓是採用彈簧作預壓，所以在運轉中即使有熱影響及負荷影響而使軸承間位置發生變化，也可保持恒定的預壓量，適用於高速的應用。

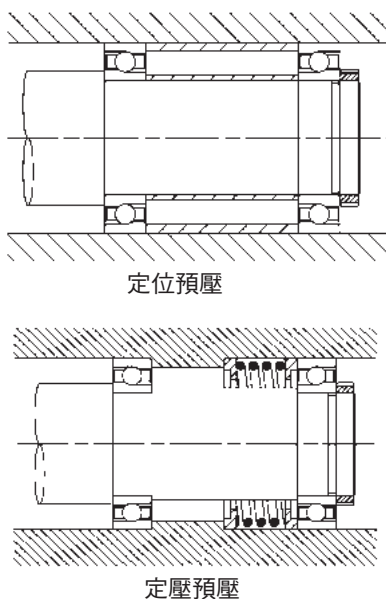


圖5-1 軸承定位預壓和定壓預壓方式

圖5-2用來解釋軸承預壓後剛性增加的效果。如圖中，組合斜角滾珠軸承內環作軸向緊壓密接後，軸承A、B分別產生 δ_{ao} 之軸向位移，即施加了 F_{ao} 之預壓。此時進一步，從外部再加上軸向負荷 F_a 時，則軸承A的位移量會增加 δ_a 、而軸承B則減少 δ_a ；這時候，施加於軸承A、B的負荷，分別為 F_{aA} 和 F_{aB} 。在沒有預壓狀態的軸承A，若施加予軸向負荷 F_{ao} 時的位移量為 δ_{aoA} ；比較施加預壓與否的相同 F_{aA} 軸向負荷狀況下，顯然 δ_{aA} 比 δ_{aoA} 大，顯示提高了軸承剛性。當持續施加軸向負荷 F_{aA} 使 $\delta_{aA}=2\delta_{aoA}$ ，也就是 $\delta_{aB}=0$ 即 $F_{aA}=2.83 F_{ao}$ 。這時，軸承B完全沒有預壓，軸承A的負荷 $2.83 F_{ao}$ 稱為界限軸向負荷，此負荷與軸承配列和接觸角有關。

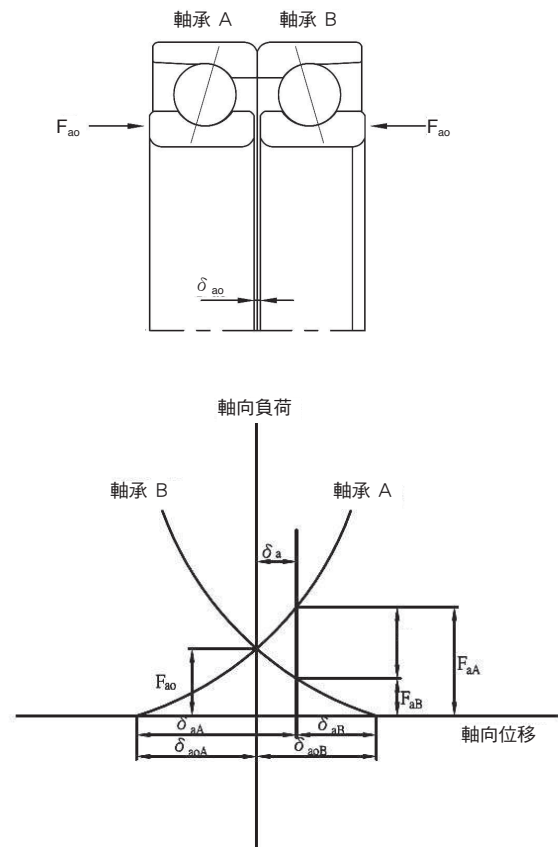






圖5-2 預壓負荷示意圖

因為軸承組配之不同，相對於剛性之預壓大小因而不同的情形，可參考表5-1得到該軸承組配下之預壓。

$$P_r = P_1 \cdot P_{r0} \quad (N)$$

P_{r0} 請參考表5-5

表5-1 不同軸承組配下之預壓調整係數 P_1

軸承配置	係數 P_1
	1.00
	1.35
	1.60
	2.00





5.3 界限軸向負荷

外部軸向負荷施加在預壓軸承時，負荷使預壓軸承失去滾珠與內外環之接觸狀態之最大負荷稱之為界限軸向負荷，此時若持續增加該負荷可能因滾珠滑動造成表面損傷，甚至失效。

表5-2列出不同軸承組配與接觸角(含混合接觸角)下，得到之界限軸向負荷。其中，混合接觸角可以應用在單軸向方向為主之場合，此舉可增加工作側軸承的界限軸向負荷，而減少非工作側軸承的界限軸向負荷；亦即，增加工作側軸承的剛性，而減少非工作側軸承的剛性。例如，在相同之預壓下，可以將非工作端軸承之接觸角比工作側軸承的減少3~5度，使工作側軸承的界限軸向負荷增加16~32%，主軸的剛性亦增加。

表5-2 不同軸承組配與及接觸角下之界限軸向負荷

單位： $P_m(N)$

軸承配置 α 表接觸角 1,2表工作側與非工作側軸承	界限軸向負荷			
	$\alpha_1 = \alpha_2$		$\alpha_1 = 25^\circ,$ $\alpha_2 = 15^\circ$	
	P_{d1}	P_{d2}	P_{d1}	P_{d2}
	2.83	2.83	5.90	1.75
	4.16	2.08	9.85	1.45
	5.40	1.80	13.66	1.33
	2.83	2.83	5.90	1.75

5.4 軸承的剛性

軸承剛性是在負荷情況下軌道面與滾動體間的彈性變形所決定。對於斜角滾珠軸承，考慮純徑向 F_r 或軸向負荷 F_a 下，其位移分別如下：

$$\delta_r = 5.848 \times 10^{-3} \cdot F_r^{2/3} \cdot (iZ)^{-2/3} \cdot D_w^{-1/3} \cdot \cos \alpha^{-5/3}$$

$$\delta_a = 2 \times 10^{-3} \cdot F_a^{2/3} \cdot (iZ)^{-2/3} \cdot D_w^{-1/3} \cdot \sin \alpha^{-5/3}$$

在此， δ 為受純徑向負荷下的徑向位移 (mm)

δ_a 為受純軸向負荷下的軸向位移 (mm)

F_r 為徑向負荷 (kgf)

F_a 為軸向負荷 (kgf)

i 為列數

Z 為滾珠數

D_w 為滾珠直徑 (mm)

α 為接觸角 (度)

表5-5所列之剛性定義為DB或DF組配下，軸向位移 $1 \mu m$ 所需之軸向負荷，稱為軸向剛性。斜角滾珠軸承受之軸向負荷在未達到界限軸向負荷之前，可以提供一穩定的剛性特性。軸向剛性藉由上式與其定義可以計算求得近似值，特別是輕與正常預壓；對於中與重預壓的情形下，因為最終接觸角與初始接觸角差別較大，上述軸(或徑)向位移與軸(或徑)向負荷的關係不再適用，需利用較精確的方法並藉數值運算如TH-BBAN程式來達成。

軸承徑向剛性與軸向剛性不同，當接觸角變大時，其剛性反而減小，另外，徑向剛性會因軸向與徑向負荷的比例不同而有明顯的變化。在實際經驗上，表5-3與表5-4列出在不同預壓、接觸角、及軸承組配下，徑向剛性對軸向剛性的比值。

$$R_r = q_1 \cdot q_2 \cdot R_a \quad (N/\mu m)$$

$$R_a = q_1 \cdot R_{a0}$$

其中，

q_1 為軸承組配之調整係數，參考表5-3

q_2 為接觸角與預壓之調整係數，參考表5-4

R_{a0} 請參考表5-5及表5-6

表5-3 軸承組配之調整係數 q_1


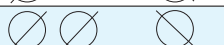

軸承配置	徑向	軸向
	1.00	1.00
	1.54	1.48
	2.00	2.00

表5-4 接觸角與預壓之調整係數 q_2

預壓 接觸角	L	N	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			—
25°	2.0			
30°	1.4			

表5-5(1) 斜角滾珠軸承70C系列標準預壓

型號	內徑 d	軸承標準預壓與軸向剛性							
		L		N		M		H	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
7000C	10	15	14	30	19	85	30	165	43
7001C	12	15	14	35	19	85	31	170	43
7002C	15	20	17	40	23	100	37	195	51
7003C	17	20	19	40	25	105	39	205	55
7004C	20	35	24	65	32	180	51	345	71
7005C	25	35	26	70	35	185	54	360	76
7006C	30	45	31	90	41	240	64	470	90
7007C	35	55	36	115	48	305	75	595	104
7008C	40	60	40	125	53	330	83	640	115
7009C	45	75	44	145	58	390	90	755	125
7010C	50	80	48	155	63	415	99	805	137
7011C	55	100	53	205	71	545	110	1060	152
7012C	60	105	56	210	74	560	115	1085	159
7013C	65	110	61	225	80	595	124	1150	172
7014C	70	140	67	280	88	750	136	1455	188
7015C	75	145	69	290	92	770	141	1490	195
7016C	80	175	75	350	99	940	153	1820	211
7017C	85	180	78	360	103	965	158	1865	218
7018C	90	215	83	430	109	1145	169	2220	233
7019C	95	220	86	440	114	1175	175	2280	241
7020C	100	225	90	450	118	1205	182	2335	250

表5-5(2) 斜角滾珠軸承70AD系列標準預壓

型號	內徑 d	軸承標準預壓與軸向剛性							
		L		N		M		H	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
7000AD	10	25	34	45	43	140	67	270	89
7001AD	12	25	34	45	44	140	67	275	89
7002AD	15	25	40	55	52	160	80	315	106
7003AD	17	30	44	55	56	170	86	335	114
7004AD	20	50	57	95	73	285	112	565	149
7005AD	25	50	61	100	78	300	120	590	159
7006AD	30	65	72	130	93	390	142	765	188
7007AD	35	80	85	165	109	490	166	965	220
7008AD	40	90	94	175	121	525	184	1035	243
7009AD	45	105	103	210	132	625	201	1225	265
7010AD	50	110	113	220	145	665	221	1305	290
7011AD	55	145	126	290	162	875	246	1715	324
7012AD	60	150	131	300	169	895	257	1760	338
7013AD	65	160	143	315	184	945	279	1860	366
7014AD	70	200	157	400	202	1200	306	2355	402
7015AD	75	205	163	410	210	1225	318	2405	418
7016AD	80	250	176	500	227	1500	343	2945	451
7017AD	85	255	184	510	236	1535	357	3015	469
7018AD	90	305	195	610	251	1830	380	3595	499
7019AD	95	315	203	625	261	1875	396	3685	519
7020AD	100	320	211	640	272	1920	411	3775	538

表5-5(3) 斜角滾珠軸承72C系列標準預壓

型號	內徑 d	軸承標準預壓與軸向剛性							
		L		N		M		H	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
7200C	10	15	14	30	19	85	31	170	43
7201C	12	20	17	40	22	115	35	220	49
7202C	15	25	19	55	25	145	40	280	56
7203C	17	35	21	65	28	180	44	345	62
7204C	20	45	25	85	34	235	53	450	75
7205C	25	50	30	100	40	265	62	515	87
7206C	30	70	35	140	47	370	74	715	103
7207C	35	90	40	180	54	485	85	940	118
7208C	40	110	46	220	62	580	96	1125	134
7209C	45	120	49	245	66	655	102	1265	142
7210C	50	130	52	255	70	685	109	1325	151
7211C	55	160	58	320	78	845	121	1640	167
7212C	60	190	64	385	86	1025	132	1985	184
7213C	65	210	67	420	90	1115	138	2165	192
7214C	70	230	70	455	93	1215	144	2355	200
7215C	75	240	74	475	99	1270	153	2460	212
7216C	80	280	80	555	107	1485	165	2875	229
7217C	85	310	88	625	118	1665	181	3230	251
7218C	90	370	92	735	124	1960	190	3800	263
7219C	95	415	98	835	132	2220	203	4305	280
7220C	100	445	98	895	132	2385	203	4620	280

表5-5(4) 斜角滾珠軸承HSCE1系列標準預壓

型號	內徑 d	軸承標準預壓與軸向剛性							
		L		N		M		H	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
HS000CE1	10	5	12	10	15	30	22	60	29
HS001CE1	12	5	12	10	15	30	22	55	29
HS002CE1	15	10	15	15	19	40	28	80	36
HS003CE1	17	10	16	15	20	40	29	80	38
HS004CE1	20	15	21	25	27	70	39	130	51
HS005CE1	25	15	22	25	28	70	41	135	53
HS006CE1	30	30	30	55	38	150	55	290	72
HS007CE1	35	35	33	70	43	185	61	355	80
HS008CE1	40	35	37	75	47	195	67	380	88
HS009CE1	45	40	40	75	52	205	73	400	95
HS010CE1	50	45	44	95	57	250	81	485	105
HS011CE1	55	50	49	100	62	270	90	520	117
HS012CE1	60	50	51	105	64	275	93	530	121
HS013CE1	65	60	56	120	70	325	102	630	132
HS014CE1	70	70	60	145	76	380	110	740	143
HS015CE1	75	80	68	155	86	420	125	810	163
HS016CE1	80	105	74	205	96	545	140	1060	182
HS017CE1	85	105	76	210	99	555	144	1080	188
HS018CE1	90	110	81	215	105	575	153	1120	199
HS019CE1	95	135	87	265	112	710	163	1375	213
HS020CE1	100	135	89	270	116	725	168	1400	219

表5-5(5) 斜角滾珠軸承5S1-70C系列標準預壓

型號	內徑 d	軸承標準預壓與軸向剛性							
		L		N		M		H	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
5S1-7000C	10	20	17	40	23	100	36	195	51
5S1-7001C	12	20	17	40	23	105	37	200	52
5S1-7002C	15	25	21	45	28	120	44	230	61
5S1-7003C	17	25	22	50	30	125	47	245	66
5S1-7004C	20	40	29	80	39	210	61	410	85
5S1-7005C	25	45	31	85	41	220	65	430	90
5S1-7006C	30	55	37	110	49	285	76	555	107
5S1-7007C	35	70	43	135	57	360	89	705	124
5S1-7008C	40	75	48	145	63	390	98	755	137
5S1-7009C	45	90	52	175	69	460	107	895	149
5S1-7010C	50	95	57	185	76	490	117	955	162
5S1-7011C	55	125	63	245	84	645	131	1255	181
5S1-7012C	60	125	66	250	88	665	136	1290	188
5S1-7013C	65	135	72	265	96	705	147	1370	204
5S1-7014C	70	170	79	335	105	890	162	1730	224
5S1-7015C	75	175	82	345	109	915	168	1775	232
5S1-7016C	80	215	89	420	118	1120	181	2170	250
5S1-7017C	85	220	92	430	123	1145	188	2225	260
5S1-7018C	90	260	98	515	131	1365	200	2645	276
5S1-7019C	95	270	102	530	136	1405	208	2715	287
5S1-7020C	100	275	106	540	140	1435	216	2780	297

表5-5(6) 斜角滾珠軸承5S1-HSCE1系列標準預壓

型號	內徑 d	軸承標準預壓與軸向剛性							
		L		N		M		H	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
5S1-HS000CE1	10	5	14	15	18	35	26	70	34
5S1-HS001CE1	12	5	14	15	18	35	26	70	34
5S1-HS002CE1	15	10	18	20	23	50	33	95	43
5S1-HS003CE1	17	10	18	20	24	50	34	95	45
5S1-HS004CE1	20	15	25	30	32	80	47	155	61
5S1-HS005CE1	25	15	26	30	34	80	48	160	63
5S1-HS006CE1	30	35	36	70	46	175	65	345	86
5S1-HS007CE1	35	40	40	85	51	215	73	425	96
5S1-HS008CE1	40	45	44	90	56	230	80	455	105
5S1-HS009CE1	45	45	48	95	62	245	87	490	115
5S1-HS010CE1	50	55	52	115	67	300	96	580	125
5S1-HS011CE1	55	60	58	115	73	320	107	630	140
5S1-HS012CE1	60	60	60	120	75	325	111	630	143
5S1-HS013CE1	65	75	67	145	84	385	121	745	156
5S1-HS014CE1	70	90	73	170	91	455	131	880	170
5S1-HS015CE1	75	100	82	190	102	495	148	970	195
5S1-HS016CE1	80	120	88	245	114	650	166	1260	217
5S1-HS017CE1	85	125	91	250	118	660	171	1280	223
5S1-HS018CE1	90	125	96	260	125	685	181	1330	237
5S1-HS019CE1	95	160	103	315	133	840	193	1635	253
5S1-HS020CE1	100	160	106	325	137	860	200	1665	260

表5-5(7) 斜角滾珠70A系列標準預壓

型號	內徑 <i>d</i>	軸承標準預壓與軸向剛性			
		N		M	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
706A	6	—	—	20	31
708A	8	—	—	50	51
7000A	10	65	63	170	91
7001A	12	65	63	170	91
7002A	15	75	76	210	111
7003A	17	80	82	230	122
7004A	20	90	93	330	150
7005A	25	150	117	300	152
7006A	30	180	136	360	175
7007A	35	230	160	455	205
7008A	40	245	177	490	228
7009A	45	290	193	570	247
7010A	50	310	212	615	273

表5-5(8)斜角滾珠72A系列標準預壓

型號	內徑 <i>d</i>	軸承標準預壓與軸向剛性			
		N		M	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
7200A	10	65	62	130	82
7201A	12	90	74	175	95
7202A	15	110	83	215	106
7203A	17	150	96	220	110
7204A	20	175	111	370	147
7205A	25	280	149	440	176
7206A	30	300	162	580	204
7207A	35	365	180	680	225
7208A	40	460	209	750	250
7209A	45	490	218	900	272
7210A	50	510	232	950	291

表5-6(1)止推斜角滾珠軸承BTA系列標準預壓

型號	內徑 <i>d</i>	軸承標準預壓與軸向剛性			
		M		H	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
BT010A	50	325	190	650	243
BT011A	55	347	212	695	272
BT012A	60	352	219	704	280
BT013A	65	421	240	841	307
BT014A	70	492	260	984	332
BT015A	75	499	268	998	343
BT016A	80	653	301	1306	384
BT017A	85	663	310	1326	396
BT018A	90	686	329	1372	421
BT019A	95	848	352	1695	449
BT020A	100	861	362	1722	463

表5-6(2)止推斜角滾珠軸承BTB系列標準預壓

型號	內徑 <i>d</i>	軸承標準預壓與軸向剛性			
		M		H	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)	預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
BT010B	50	540	339	1080	431
BT011B	55	576	378	1152	481
BT012B	60	582	390	1165	496
BT013B	65	697	427	1393	543
BT014B	70	815	463	1630	589
BT015B	75	826	478	1651	607
BT016B	80	1082	536	2164	681
BT017B	85	1098	553	2196	702
BT018B	90	1134	587	2269	745
BT019B	95	1404	627	2808	797
BT020B	100	1426	646	2851	821

表5-6(3) 止推斜角滾珠軸承BS系列標準預壓

型號	內徑 <i>d</i> (mm)	軸承標準預壓與軸向剛性	
		N	
		預壓 P_{ro} (N)	剛性 R_{ao} (N/ μ m)
BS1747	17	2060	635
BS2047	20	2060	635
BS2562	25	3250	980
BS3062	30	3250	980
BS3572	35	3800	1130
BS4072	40	3800	1130
BS4090	40	7050	1470
BS4575	45	4200	1230
BS45100	45	8250	1720
BS50100	50	8250	1720
BS60120	60	9900	2010

6 軸承潤滑

軸承潤滑的目的是透過油或是滑脂在接觸表面形成一個薄膜，防止各個滾動與滑動元件之間造成金屬對金屬的直接接觸。潤滑同時也有助於減少摩擦與磨損，以及散熱和防塵的作用。為了達到上述的優點同時也延長軸承的壽命，必須針對每個不同的軸承與各式各樣的使用環境，去選擇最有效的潤滑方式與潤滑劑。

機器的主軸必須在運轉時維持最少量的潤滑，去確保溫度不會過高。關於溫度上升與潤滑劑的多寡和產生多少熱量之間的關係，請參閱圖6-1。

軸承潤滑的方式有以下種類：油霧潤滑、油氣潤滑、油脂潤滑以及噴射潤滑。每種方式都有其優點以及缺點。但因為操作方式簡單，價錢相對便宜，和對環境造成的污染最少的原因，選擇油脂潤滑方式有逐漸增加的趨勢。

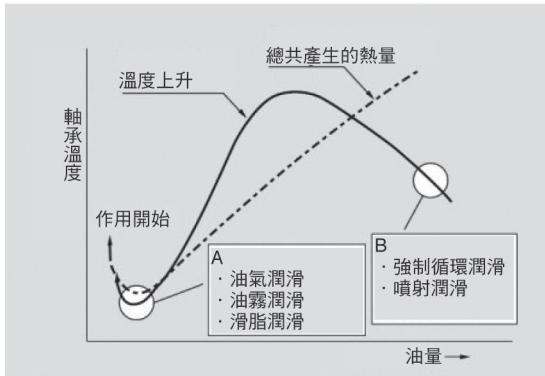


圖6-1 油量、摩擦損失和軸承溫度之間的關係

表6-1 工具機與主軸用軸承滑脂

	TPI代號	增稠劑	基油	滴點(°C)	NLGI稠度	使用溫度範圍(°C)	特徵	應用場所
1	1K	鋰基	SHC+Ester	190	2	-55 ~ 130	泛用，低轉矩	高速主軸
2	12K	鋰基	Ester	≥200	2	-50 ~ 150	低轉矩	工具機，高速螺桿
3	15K	複合鋇基	mineral	≥200	2	-40 ~ 130	低轉矩	高速主軸
4	L559	鋰基	Ester	≥250	2	-40 ~ 150	抗氧化性，長壽命	高速工具機主軸
5	L588	尿素基	mineral	230	2	-40 ~ 120	耐微動磨耗	中低速滾珠螺桿用
6	2AS	鋰基	mineral	181	2	-25 ~ 120	泛用	低速滾珠螺桿用
7	L712	尿素基	SHC+Ester	≥220	2	-50 ~ 120	低轉矩，高速	高速主軸
8	L433	尿素基	SHC+Ester	≥250	3	-40 ~ 160	高速靜音	高速靜音馬達
9	L700	尿素基	SHC+Ester	260	2	-20 ~ 160	耐磨耗，抗氧化	高速伺服馬達
10	L135	複合鋇基	mineral	≥220	2	-20~140	耐磨耗、高負荷用 (EP)	滾珠螺桿用

6.1 滑脂潤滑與壽命預測

滑脂是以礦物油或合成油等潤滑油作為基油，加入增稠劑而成為半固體狀，以此作載體保持住基油，另為了提高性能而添加各種的添加劑組合而成。

在主軸等在高速要求昇溫較低的情況下，建議使用以油流動性佳、容易油分離之基油，且結構穩定之增稠劑的滑脂，建議滑脂參考表6-1主軸用軸承脂滑脂。

在高速運轉時由於攪拌會導致軸承的發熱量加大，因此，在主軸上應使用較少的滑脂。取決於軸承類型和轉速的封裝滑脂量標準如下。

- 斜角滾珠:軸承空間容積的20~25%。
- 深溝滾珠:軸承空間容積的30%。

對於滾珠螺桿上的應用，支持用軸承通常採用滑脂潤滑，建議滑脂參考表6-1滾珠螺桿用軸承潤滑脂，封裝滑脂量標準如下。

- 止推斜角滾珠:軸承空間容積的35~45%。

滑脂之壽命預測計算式可參考Kawamura等提出之修正式，計算所得之壽命為L50(信賴度50%)如下：

尿素基滑脂：

$$\log L = -2.02 \times 10^{-6} \times K \times V$$

$$- 2.95 \times 10^{-2} T - 8.36 F + 8.50 + K_1$$

適用範圍：10 ≤ d_m ≤ 100, 70 ≤ T ≤ 180, T ≤ 70時,
T=70; V ≥ 7x10⁶時, V = 7x10⁶

鋰基滑脂：

$$\log L = -1.58 \times 10^{-6} \times K \times V$$

$$- 2.18 \times 10^{-2} T - 9.84 F + 6.33 + K_1$$

適用範圍：10 ≤ d_m ≤ 100, 70 ≤ T ≤ 150, T ≤ 70時,
T=70; V ≥ 7x10⁶時, V = 7x10⁶

在此，

L：L₅₀滑脂壽命（小時）

K：外環迴轉補正係數（內環迴轉時K=1）；外環迴轉時K根據保持器公轉換算之內環迴轉速度 / 外環迴轉速度

V：d_mn值（定義參考8.2）

$$d_m : \text{節圓直徑} \approx \frac{d + D}{2}$$

D：軸承外徑（mm）

T：軸承溫度（℃）

F：荷重 P/Cr

K₁：基油組成時補正係數（表6-2,6-3）

表6-2 尿素基滑脂K₁值

基油	補正係數K ₁
mineral	-0.08
SHC	-0.05
Ester	-0.21
Ether	0.18
mineral+SHC	-0.06
mineral+ Ester	-0.16
SHC+ Ester	0
SHC+ Ether	0
Ester + Ether	0.07

表6-3 鋰基滑脂K₁值

基油	補正係數K ₁
mineral	-0.29
SHC	-0.05
Ester	0.42
Diester	-0.5
Silicone	0.54

6.2 油霧/油氣潤滑

噴霧油潤滑指的是利用壓縮空氣將潤滑油轉為油霧的噴霧潤滑方法。油氣潤滑採用通過壓鎖空氣運送適量的潤滑油，通常採用具有能夠正確計算出所需最小限度的潤滑油並通過定量活塞式分配器以最適當的間隔定時給油作業，油氣潤滑的油粘度為10~32mm²/s。

油氣潤滑建議噴嘴孔徑為φ 1.0~1.5mm，長度為孔徑的4~6倍。每個軸承設置噴嘴的數量可以每150mm節圓圓周長設置一個噴嘴來以此類推。依表6-4得到使用軸承型號之噴嘴位置並參考圖6-2。

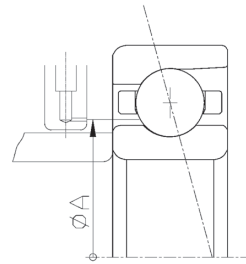


圖6-2 HS系列油氣潤滑噴嘴位置示意圖

油氣潤滑是通過大量空氣將潤滑油供給到軸承內部的方法。因此，通過軸承內部的空氣的排放處理非常重要。如果空氣排放不順暢，潤滑油會滯留在軸承內，從而使軸承燒熔。為了提高排氣效率，應擴大排氣側的空間，並設計較大的排氣、排氣孔，從而使空氣得以順暢地流動。另外，在主軸位置在加工時會發生變化時，為了能夠阻止潤滑油因其位置改變發生倒流至軸承內部，應適當設計各部件的擋肩(shoulder)尺寸。不必要的尺寸差異也會造成潤滑油滯留，應該避免。

表6-4 HS系列建議採用噴嘴位置 單位：mm

型號	噴嘴位置 φ A
HS000CE1	17.7
HS001CE1	20.3
HS002CE1	23.5
HS003CE1	24.8
HS004CE1	30.1
HS005CE1	35.1
HS006CE1	39.9
HS007CE1	45.5
HS008CE1	51.0
HS009CE1	57.0
HS010CE1	61.7
HS011CE1	69.2
HS012CE1	74.2
HS013CE1	79.0
HS014CE1	86.4
HS015CE1	90.7
HS016CE1	97.9
HS017CE1	102.9
HS018CE1	110.4
HS019CE1	114.9
HS020CE1	119.8

6.3 噴射潤滑

是從軸承的側面高速噴射潤滑油的潤滑方式，是可靠性最高的潤滑方式，主要應用在噴氣式發動機和燃氣輪機的主軸承等。

作為工具機主軸的潤滑裝置，由於要限制軸承溫度的上升，需要向軸承供給大量的潤滑油，因此，在轉矩損失的主軸驅動機械上需要大輸出的電動機。使用油料黏度在2~3mm²/s的低黏度油。

7 軸承容許轉速

7.1 軸承容許轉速

工具機主軸用斜角滾珠軸承適用於高速、高精度應用。軸承容許轉速列在尺寸表中表示該軸承可以在連續運轉能持續穩定溫度之轉速，參考d_mn值性能評價。這溫度是在油潤滑下進行的，對於滑脂潤滑，因為潤滑劣化程度較大，容許轉速約油潤滑的65%。

上述軸承的容許轉速的影響因素可分為內在與外在因素；內在因素包括軸承組配、預壓、軸承精度、接觸角、與潤滑方式；外在因素包括軸承箱、主軸配件與軸之精度公差，正確之迴轉部動平衡，以及充足潤滑條件。

以下是考慮軸承使用時因為上述影響因素而須計算其最大迴轉速 n_{max} ：

$$n_{max} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot n_L \text{ min}^{-1}$$

其中， f_1 為組配與預壓之調整係數，參考表7-1

f_2 為精度之調整係數，參考表7-2

f_3 為接觸角之調整係數，尺寸表已考慮

n_L 為容許迴轉速，參考尺寸表

不同潤滑方式如滑脂潤滑與油潤滑因為潤滑特性的不同，其值有所差異。

表7-1 主軸用軸承組配與預壓脂之調整係數 f_1

軸承配置		L	N	M	H
	DB	0.80	0.75	0.65	0.50
		/	/	/	/
	DBT	0.85	0.80	0.70	0.55
		/	/	/	/
	DTBT	0.65	0.60	0.50	0.30
		/	/	/	/
	DTBT	0.70	0.65	0.50	0.30
		/	/	/	/
		0.80	0.75	0.60	0.45

備註：上述係數仍只是通則，影響因素仍包括主軸部品精度、組裝條件如平衡以及散熱設計等

表7-2 軸承精度之調整係數 f_2

軸承精度	精度調整係數		
	P2	P4	P5
f_2	1.1	1.0	0.9

表7-3 軸承接觸角之調整係數 f_3

軸承接觸角	接觸角之調整係數			
	15°	18°	25°	30°
f_3	1.00	0.97	0.86	0.73

若使用 Si_3N_4 （氮化矽）陶珠，容許迴轉速為使用鋼珠之軸承的1.2倍。若使用樹脂強化型保持器，會受到最高容許轉速 $d_m n$ 值為140萬的限制。

BS止推斜角滾珠軸承與主軸用斜角滾珠軸承之容許迴轉速不同；主要在於接觸角，預壓等差異造成。計算最大迴轉速 n_{\max} 所需之調整係數參考表7-4。

表7-4 BS軸承之調整係數 f_1, f_2, f_3

軸承配列	DF DB	DFT DBT	DTFT DTBT
f_1	0.58	0.41	0.49
軸承精度	P4		P5
f_2	1.0		0.9
軸承接觸角	60°		
f_3	1.00		

與BS軸承一樣，BT軸向負荷用斜角滾珠軸承與主軸用斜角滾珠軸承之容許迴轉速不同。計算最大迴轉速 n_{\max} 所需之調整係數參考表7-5與表7-6。

表7-5 BT DB軸承之調整係數 f_1, f_2

軸承預壓	M	H
f_1	1.0	0.85
軸承精度	P4	P5
f_2	1.0	0.9

表7-6 BT DB軸承之調整係數 f_3

軸承接觸角	30°	40°
f_3	1.00	0.86

8 軸承的使用

8.1 軸承的清洗與滑脂注入

正確的處理精密滾動軸承是一項重要的步驟，可以使其達到最高轉速及最低的溫升效果，讓軸承在運轉時達到最大效益。這些步驟包含了清洗、乾燥、灌入滑脂以及跑合操作等，對於這些步驟，有些必須注意並遵守的相關事項。

軸承的清洗即是去除防鏽油。首先將軸承浸泡在精製煤油或是像萘酚等高揮發性的溶劑中，再用手轉動清洗之後，用苯或乙醇等除去精製煤油的浸泡溶劑，接著利用噴槍(乾淨的壓縮氣體)吹掉苯或乙醇(建議在清洗之後塗上潤滑油或低黏度油之後使用)。

若是使用滑脂潤滑的方式，軸承必須要充分乾燥，避免滑脂流出，並且在完成乾燥之後立刻注入滑脂。可以將軸承放入恆溫槽或是利用熱風烘乾的方式進行乾燥，在使用熱風時，必須確保熱風是潔淨的。

關於滾珠軸承與滾子軸承的滑脂注入方式可以參考以下的步驟。如果是滾珠軸承，可以使用注射器對準內環滾動面並且小心地在滾珠與滾珠之間注入滑脂，在注入時盡量用手轉動使滑脂均勻分布在內環側。而對於內外環引導之保持器，則會使用刮刀或類似的工具將滑脂塗抹在保持器引導面。若因為內環滾動面過於狹窄而無法注入時，則可以灌入在外環滾動面。

對於滾子軸承而言，在滾子表面塗上滑脂時，可以轉動滾子，使滑脂均勻分布在內環與外環側。盡量不要使滑脂呈現塊狀，因為殘留的塊狀滑脂會讓軸承在試運轉時花費更多的時間。

8.2 軸承跑合

對於油潤滑而言，可以在較短的時間內達到溫度穩定的情況，而且也比較沒有峰值溫度的產生，因此軸承的跑合相對比較簡單。TPI建議每一個步驟可以提高轉速2000~3000 min^{-1} ，直到接近其最高轉速，且每一個步驟的轉速維持30分鐘左右。但是，但是在軸承的 $d_m n$ 值超過100,000的情況下，為了安全考量，每一個步驟提昇的轉速應降為1000~2000 min^{-1} ($d_m n$ 值由軸承的P.C.D.，單位為mm與n代表軸承的轉速，單位為 min^{-1} ，這兩者組成。 $d_m n$ 即為上述兩者的乘積)。

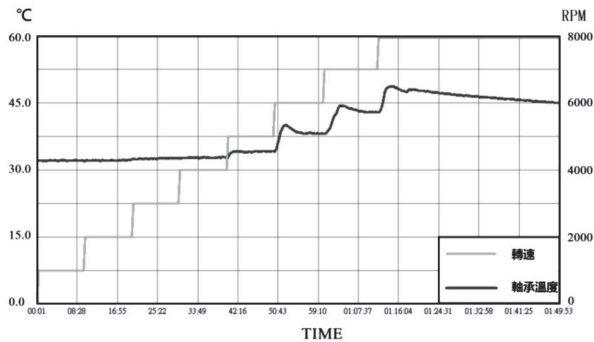
而對於滑脂潤滑而言，在跑合運轉過程中，維持溫度穩定上升是非常重要的。當溫度隨著轉速增加而上升時，會在達到峰值溫度之後，溫度就會慢慢的趨於穩定，而達到最終穩定需要一定的時間。

對於滾珠軸承來說，建議每一個步驟提高轉速1000~2000 min^{-1} ，並且在溫度穩定之後再提高轉速。但是若軸承的 $d_m n$ 值超過400,000時，每一個步驟提高的轉速降為500~1000 min^{-1} 。

另外若為滾子軸承，其跑合時的峰值溫度與達到穩定的時間，會比滾珠軸承來的高且久。滾子軸承在跑合過程中會出現滑脂的起泡作用(whipping)造成溫度上升，進而產生不穩定的溫升現象，此時應該在最高轉速下運轉較長時間，等候其穩定。因此TPI建議每一個步驟在溫度穩定後在提高轉速500~1000 min^{-1} 。對於軸承 $d_m n$ 值超過300,000時，每一個步驟提高的轉速降為500 min^{-1} 。

如圖8.1所示，軸承的速度從低速逐漸上升，依次提高轉速，一旦溫度在該速度達到穩定後，即增加速度使其達至下個步驟。圖8.1 從低速開始依次提高轉速，在溫度穩定的狀態後提高轉速。

圖 8.1 從低速開始依次提高轉速，在溫度穩定的狀態後提高轉速



8.3 內環與外環的固定

為了確保軸承可以在主軸運轉時可以固定配合，通常在內環側用梯形套筒或精密螺帽鎖緊，在外環側用螺栓固定前蓋。

用精密螺帽來鎖緊時，可利用通過力矩施加指定的鎖緊力，請參考圖8.2。此外使用精密螺帽固定軸承時，應注意軸承座面與軸之間的垂直高度必須保持在3 μm以下。

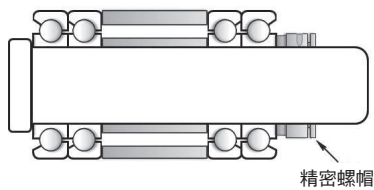


圖 8.2 精密螺帽固定鎖緊軸承

由於精密螺帽的螺紋面與軸的螺紋面，以及精密螺帽組成的滑動面，力矩與鎖緊力之間會因鎖緊時的摩擦係數不同而產生變化。鎖緊力可以參考表8.1，螺帽必須確保平順且均勻的施力，使軸承與軸可以穩固配合。有必要的話，可以進一步用測力隔環或相似品確認力矩與鎖緊力之間的關係。

如同圖8.3所表示，前蓋間隙的可容許量與軸承內環大小息息相關。前蓋利用螺絲孔（6~8個）固定，如果壓邊的餘量大或是鎖緊螺栓少，可能會造成軸承的真圓度變差。TPI建議的容許間隙量如下：

- 軸承內徑 $d \leq 100$ mm，前蓋壓邊餘量 0.01-0.02mm
- 軸承內徑 $d \geq 100$ mm，前蓋壓邊餘量 0.02-0.04mm

表8-1螺帽鎖緊力

軸承內徑	鎖緊力 (N)	前蓋壓邊餘量 (mm)
20-35	2940~4900	0.01~0.02
40-50	4900~9800	
55-75	9800~14700	
80-130	14700~24500	0.02~0.04
140-200	24500~34300	
220-300	34300~44100	

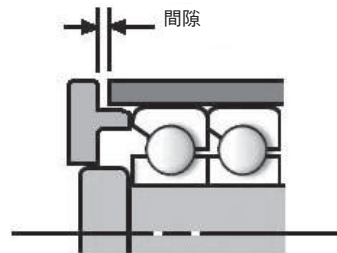
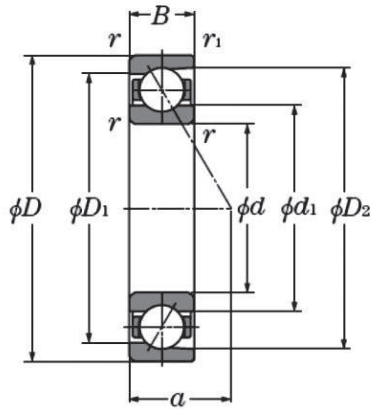


圖 8.3 前蓋壓邊餘量示意圖

斜角滾珠軸承 Angular Contact Ball Bearings

70C系列



等效動負荷
 $P=XF_r+YF_a$

Normal Contact Angle	$i f_0 F_a^*$ C_{or}	e	Single, DT				DB or DF				
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1	1	1.47	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.4						1.4	1.57		2.28
	0.714	0.43						1.3	1.46		2.11
	1.07	0.46						1.23	1.38		2
	1.43	0.47						1.19	0.34		1.93
	2.14	0.5						1.12	0.26		1.82
	3.57	0.55						1.02	1.14		1.66
	5.35	0.56						1	1.12		1.63
18	-	0.57	1	0	0.43	1	1	1.09	0.7	1.63	
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	1.67	1.41	
30	-	0.8	1	0	0.39	0.76	1	0.78	1.63	1.24	
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93	
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1	
55	-	1.79	-	-	0.81	-	1.6	0.56	0.81	1	
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.9	0.55	0.92	1	

i值在DT組配為1，在DB與DF組配為2

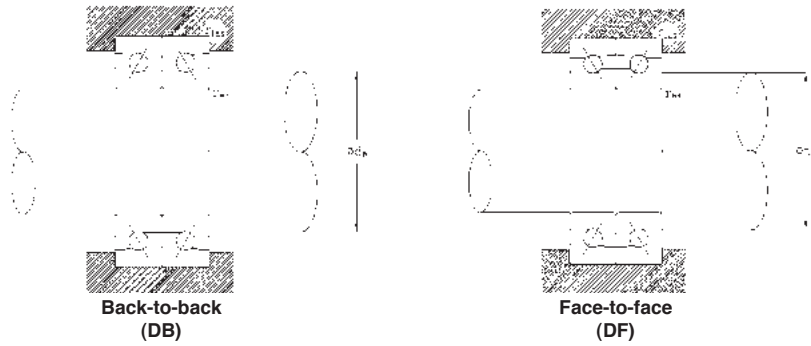
d 8~100mm

主要尺寸 (mm)					基本額定負荷				靜態容許軸向負荷		係數	軸承規格類別 ^②
Boundary Dimensions (mm)					Basic Load Ratings				Static Axial Load Capacity			Bearing Numbers Type
內徑	外徑	寬度	倒角		動額定		靜額定		(KN)	(Kgf)	f_0	
d	D	B	r ^① min	r_1 ^① min	C_r (KN)	C_r (Kgf)	C_{or} (KN)	C_{or} (Kgf)				
8	22	7	0.3	0.15	3.50	355	1.50	153	1.29	132	9.4	708C
10	26	8	0.3	0.15	5.30	540	2.45	250	4.50	450	12.6	7000C*
12	28	8	0.3	0.15	5.40	555	2.63	269	5.25	540	13.4	7001C
15	32	9	0.3	0.15	6.20	635	3.35	345	6.35	650	14.1	7002C
17	35	10	0.3	0.15	6.55	670	3.80	390	5.90	605	14.7	7003C
20	42	12	0.6	0.3	11.1	1130	6.55	670	10.2	1040	14.1	7004C
25	47	12	0.6	0.3	11.7	1190	7.40	755	11.2	1140	14.7	7005C
30	55	13	1.0	0.6	15.1	1540	10.3	1050	15.7	1600	14.9	7006C
35	62	14	1.0	0.6	19.1	1950	13.7	1400	20.6	2100	15	7007C
40	68	15	1.0	0.6	20.6	2100	15.9	1620	22.5	2300	15.4	7008C
45	75	16	1.0	0.6	24.4	2490	19.3	1970	27.9	2850	15.4	7009C
50	80	16	1.0	0.6	26.0	2650	21.9	2230	31.0	3200	15.7	7010C
55	90	18	1.1	0.6	34.0	3500	28.6	2900	40.5	4150	15.5	7011C
60	95	18	1.1	0.6	35.0	3600	30.0	3100	43.0	4400	15.7	7012C
65	100	18	1.1	0.6	37.0	3800	34.0	3500	47.5	4850	15.9	7013C
70	110	20	1.1	0.6	47.0	4800	43.0	4400	65.0	6640	15.7	7014C
75	115	20	1.1	0.6	48.0	4900	45.5	4650	65.5	6700	15.9	7015C
80	125	22	1.1	0.6	58.5	6000	55.5	5650	79.0	8100	15.7	7016C
85	130	22	1.1	0.6	60.0	6150	58.5	6000	83.0	8500	15.9	7017C
90	140	24	1.5	1.1	71.5	7300	69.0	7000	101	10300	15.8	7018C
95	145	24	1.5	1.1	73.5	7500	73.0	7450	103	10500	15.9	7019C*
100	150	24	1.5	1.1	75.5	7700	77.0	7900	118	11400	16	7020C

① 倒角尺寸r或r1的最小允許尺寸

② *表示該型號目前尚未供應，但即將開發，請洽TPI。

③ 所有的容許迴轉速皆已考慮接觸角之調整係數 f_3



等效徑向靜負荷

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

接觸角	Single DT		DB or DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

P_{or} : 等效徑向靜負荷 (N)

F_r : 徑向負荷 (N)

F_a : 軸向負荷 (N)

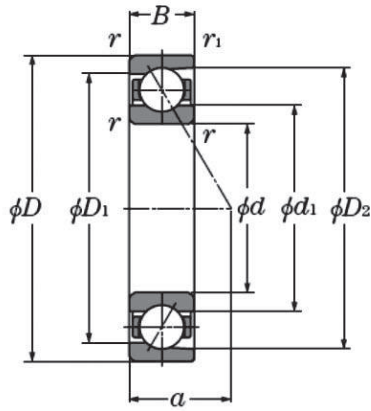
X_0 : 徑向負荷係數 (N)

Y_0 : 軸向負荷係數 (N)

作用點 Load Center (mm)	容許迴轉速 (min^{-1}) ^③ Limiting Speeds n_L (min^{-1})		參考尺寸 (mm) Reference Dimensions (mm)			安裝相關尺寸 (mm) Abutment and Dimensions (mm)					空間容積 (cm^3) Space Capacity (cm^3)	重量 (kg) Weight (kg)
	a	滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_1	D_1	D_2	d_a min	D_a max	D_b max	r_{as} max	r_{1as} max	開放型 Open
5.5	77000	117000	12.8	17.5	19.1	10.5	19.5	—	0.3	—	0.8	0.012
6.0	63900	97300	15.4	20.6	22.9	12.5	23.5	24.8	0.3	0.15	0.9	0.019
6.5	57500	87500	18.1	22.6	25.4	14.5	25.5	26.8	0.3	0.15	1	0.021
7.5	49000	74500	21.1	26.1	28.5	17.5	29.5	30.8	0.3	0.15	1.3	0.030
8.5	44300	67400	23.4	28.6	31.0	19.5	32.5	33.8	0.3	0.15	1.8	0.037
10.0	37100	56500	27.5	34.5	37.7	24.5	37.5	39.5	0.6	0.3	2.9	0.067
11.0	32000	48700	32.5	39.5	42.7	29.5	42.5	44.5	0.6	0.3	3.3	0.079
12.0	27100	41200	38.6	46.4	50.0	35.5	49.5	50.5	1.0	0.6	4.8	0.11
13.5	23800	36100	44.2	52.8	56.9	40.5	56.5	57.5	1.0	0.6	6.3	0.15
15.0	21300	32500	49.6	58.3	62.4	45.5	62.5	63.5	1.0	0.6	7.4	0.19
16.0	19200	29200	55.2	64.8	69.2	50.5	69.5	70.5	1.0	0.6	9.4	0.24
16.0	17700	27000	60.2	69.8	74.2	55.5	74.5	75.5	1.0	0.6	11	0.26
19.0	15900	24200	66.8	78.1	83.4	62	83	85.5	1.0	0.6	16	0.38
19.5	14900	22600	71.8	83.1	88.4	67	88	90.5	1.0	0.6	17	0.41
20.0	14000	21300	76.8	88.1	93.4	72	93	95.5	1.0	0.6	18	0.44
22.0	12800	19500	83.6	96.4	102.5	77	103	105.5	1.0	0.6	24	0.61
23.0	12200	18500	88.5	101.5	107.5	82	108	110.5	1.0	0.6	26	0.64
25.0	11300	17100	95.1	109.9	116.7	87	118	120.5	1.0	0.6	34	0.86
25.0	10700	16300	100.1	114.9	121.7	92	123	125.5	1.0	0.6	36	0.90
27.0	10000	15300	106.8	123.2	130.8	98.5	131.5	134.5	1.5	1.0	47	1.17
28.0	9600	14600	111.7	128.2	135.8	103.5	136.5	139.5	1.5	1.0	49	1.22
29.0	9200	14000	116.8	133.2	140.8	108.5	141.5	144.5	1.5	1.0	51	1.27

斜角滾珠軸承 Angular Contact Ball Bearings

70AD系列



等效動負荷
 $P=XF_r+YF_a$

Normal Contact Angle	$i_0 F_a^*$ C_{or}	e	Single, DT				DB or DF				
			$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1	1	1.47	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.4						1.4	1.57		2.28
	0.714	0.43						1.3	1.46		2.11
	1.07	0.46						1.23	1.38		2
	1.43	0.47						1.19	0.34		1.93
	2.14	0.5						1.12	0.26		1.82
	3.57	0.55						1.02	1.14		1.66
	5.35	0.56						1	1.12		1.63
18	-	0.57	1	0	0.43	1	1	1.09	0.7	1.63	
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	1.67	1.41	
30	-	0.8	1	0	0.39	0.76	1	0.78	1.63	1.24	
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93	
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1	
55	-	1.79	-	-	0.81	1	1.6	0.56	0.81	1	
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.9	0.55	0.92	1	

i值在DT組配為1，在DB與DF組配為2

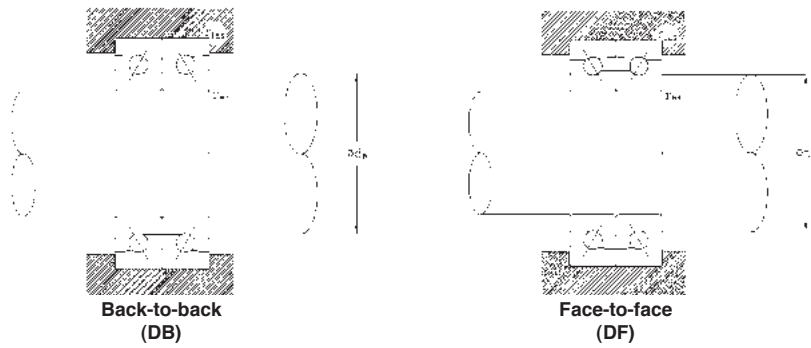
d 10~100mm

主要尺寸 (mm)				基本額定負荷				靜態容許軸向負荷		軸承規格類別 ^②	
Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings				Static Axial Load Capacity		Bearing Numbers Type	
內徑	外徑	寬度	倒角		動額定		靜額定		(KN)	(Kgf)	
d	D	B	r_{min}	$r_{1\text{min}}$	C_r (KN)	C_r (Kgf)	C_{or} (KN)	C_{or} (Kgf)			
10	26	8	0.3	0.15	5.10	520	2.41	246	2.33	238	7000AD*
12	28	8	0.3	0.15	5.20	530	2.53	258	3.10	318	7001AD*
15	32	9	0.3	0.15	5.95	605	3.20	330	3.75	385	7002AD*
17	35	10	0.3	0.15	6.30	640	3.60	370	3.90	400	7003AD*
20	42	12	0.6	0.3	10.5	1080	6.25	640	7.55	770	7004AD*
25	47	12	0.6	0.3	11.0	1130	7.05	720	8.20	840	7005AD
30	55	13	1.0	0.6	14.4	1470	9.80	1000	11.5	1180	7006AD
35	62	14	1.0	0.6	18.2	1860	13.0	1330	14.1	1440	7007AD
40	68	15	1.0	0.6	19.5	1990	15.1	1540	16.4	1680	7008AD*
45	75	16	1.0	0.6	23.0	2350	18.2	1860	20.6	2100	7009AD*
50	80	16	1.0	0.6	24.6	2510	20.7	2120	23.1	2360	7010AD
55	90	18	1.1	0.6	32.0	3300	27.1	2770	30.0	3100	7011AD
60	95	18	1.1	0.6	33.0	3350	29.1	2970	31.0	3200	7012AD
65	100	18	1.1	0.6	35.0	3550	32.0	3300	33.0	3400	7013AD
70	110	20	1.1	0.6	44.0	4500	40.5	4150	42.0	4300	7014AD
75	115	20	1.1	0.6	45.0	4600	43.0	4400	47.0	4800	7015AD
80	125	22	1.1	0.6	55.5	5650	52.0	5350	58.5	5950	7016AD
85	130	22	1.1	0.6	56.5	5800	55.5	5650	61.0	6200	7017AD
90	140	24	1.5	1.1	67.5	6900	65.5	6650	75.0	7650	7018AD
95	145	24	1.5	1.1	69.5	7050	69.0	7050	77.5	7900	7019AD*
100	150	24	1.5	1.1	71.0	7250	73.0	7450	82.5	8450	7020AD

① 倒角尺寸r或r1的最小允許尺寸

② *表示該型號目前尚未供應，但即將開發，請洽TPI。

③ 所有的容許迴轉速皆已考慮接觸角之調整係數 f_3



等效徑向靜負荷

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

接觸角	Single DT		DB or DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

P_{or} : 等效徑向靜負荷 (N)

F_r : 徑向負荷 (N)

F_a : 軸向負荷 (N)

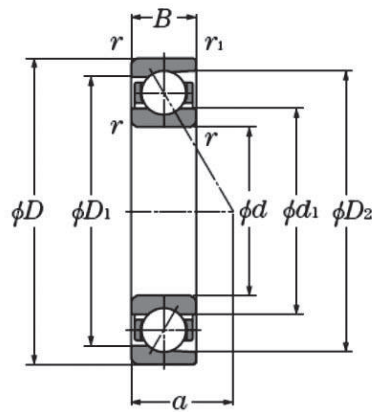
X_0 : 徑向負荷係數 (N)

Y_0 : 軸向負荷係數 (N)

作用點	容許迴轉速 (min ⁻¹) ^③		參考尺寸 (mm)			安裝相關尺寸 (mm)					空間容積 (cm ³)	重量 (kg)
Load Center (mm)	Limiting Speeds n_L (min ⁻¹)		Reference Dimensions (mm)			Abutment and Dimensions (mm)					Space Capacity (cm ³)	Weight (kg)
a	滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_1	D_1	D_2	d_a min	D_a max	D_b max	r_{as} max	r_{1as} max	開放型 Open	開放型 Open
8.2	55000	84700	15.4	20.6	22.7	12.5	23.5	24.8	0.3	0.15	0.9	0.019
8.8	49500	76100	18	22.9	25.2	14.5	25.5	26.8	0.3	0.15	1.0	0.021
10.0	42100	64800	21.1	25.9	28.2	17.5	29.5	30.8	0.3	0.15	1.3	0.030
11.1	38100	58600	23.4	29	30.7	19.5	32.5	33.8	0.3	0.15	1.8	0.037
12.2	31900	49200	27.5	34.5	37.3	24.5	37.5	39.5	0.6	0.3	2.9	0.067
14.4	27500	42400	32.5	39.5	42.3	29.5	42.5	44.5	0.6	0.3	3.3	0.079
15.9	23300	35800	38.6	46.4	49.5	35.5	49.5	50.5	1.0	0.6	4.8	0.11
17.8	20500	31400	44.2	52.8	56.3	40.5	56.5	57.5	1.0	0.6	6.3	0.15
19.6	18300	28300	49.6	58.3	61.8	45.5	62.5	63.5	1.0	0.6	7.4	0.19
21.5	16500	25400	55.2	64.8	68.6	50.5	69.5	70.5	1.0	0.6	9.4	0.24
23.2	15200	23500	60.2	69.8	73.6	55.5	74.5	75.5	1.0	0.6	11	0.26
25.9	13700	21100	66.8	78.1	82.7	62	83	85.5	1.0	0.6	16	0.38
27.1	12800	19700	71.8	83.1	87.6	67	88	90.5	1.0	0.6	17	0.41
28.2	12000	18500	76.8	88.1	92.6	72	93	95.5	1.0	0.6	18	0.44
31.0	11000	17000	83.6	96.4	101.7	77	103	105.5	1.0	0.6	24	0.61
22.1	10500	16100	88.5	101.5	106.7	82	108	110.5	1.0	0.6	26	0.64
34.9	9700	14900	95.1	109.9	115.8	87	118	120.5	1.0	0.6	34	0.86
36.1	9200	14200	100.1	114.9	120.8	92	123	125.5	1.0	0.6	36	0.90
38.8	8600	13300	106.8	123.2	129.8	98.5	131.5	134.5	1.5	1.0	47	1.17
40.0	8300	12700	111.7	128.2	134.8	103.5	136.5	139.5	1.5	1.0	49	1.22
41.1	7900	12200	116.8	132.2	139.8	108.5	141.5	144.5	1.5	1.0	51	1.27

斜角滾珠軸承 Angular Contact Ball Bearings

72C系列



等效動負荷
 $P=XF_r+YF_a$

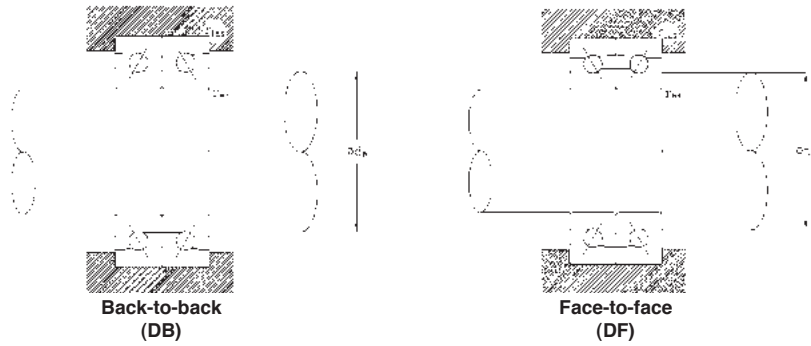
Normal Contact Angle	$i_0 F_a^*$ C_{or}	e	Single, DT				DB or DF				
			$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1	1	1.47	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.4						1.4	1.57		2.28
	0.714	0.43						1.3	1.46		2.11
	1.07	0.46						1.23	1.38		2
	1.43	0.47						1.19	0.34		1.93
	2.14	0.5						1.12	0.26		1.82
	3.57	0.55						1.02	1.14		1.66
	5.35	0.56						1	1.12		1.63
18	-	0.57	1	0	0.43	1	1	1.09	0.7	1.63	
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	1.67	1.41	
30	-	0.8	1	0	0.39	0.76	1	0.78	1.63	1.24	
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93	
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1	
55	-	1.79	-	-	0.81	-	1.6	0.56	0.81	1	
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.9	0.55	0.92	1	

i值在DT組配為1，在DB與DF組配為2

d 10~100mm

主要尺寸 (mm)				基本額定負荷				靜態容許軸向負荷		軸承規格類別 ^②	
Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings				Static Axial Load Capacity		Bearing Numbers Type	
內徑	外徑	寬度	倒角		動額定		靜額定		(KN)	(Kgf)	
d	D	B	r_{min}	$r_{1\text{min}}$	C_r (KN)	C_r (Kgf)	C_{or} (KN)	C_{or} (Kgf)			
10	30	9	0.6	0.3	5.40	555	2.63	269	1.01	103	7200C*
12	32	10	0.6	0.3	7.05	720	3.45	355	1.58	162	7201C
15	35	11	0.6	0.3	8.95	915	4.50	460	1.89	193	7202C
17	40	12	0.6	0.3	11.1	1140	5.75	590	2.66	272	7203C
20	47	14	1.0	0.6	14.6	1490	8.15	835	3.65	375	7204C
25	52	15	1.0	0.6	16.5	1690	10.3	1050	3.75	385	7205C
30	62	16	1.0	0.6	23.0	2350	14.7	1500	7.10	725	7206C
35	72	17	1.1	0.6	30.0	3100	19.9	2030	10.6	1090	7207C
40	80	18	1.1	0.6	36.0	3700	25.2	2570	14.4	1470	7208C
45	85	19	1.1	0.6	40.5	4150	28.8	2940	14.8	1510	7209C
50	90	20	1.1	0.6	42.5	4350	31.5	3250	15.3	1560	7210C
55	100	21	1.5	1.0	52.5	5400	40.0	4100	21.5	2200	7211C*
60	110	22	1.5	1.0	64.0	6550	49.5	5050	26.0	2660	7212C*
65	120	23	1.5	1.0	69.5	7100	54.5	5600	28.5	2910	7213C*
70	125	24	1.5	1.0	76.0	7750	60.0	6150	30.5	3150	7214C*
75	130	25	1.5	1.0	79.0	8100	65.5	6700	33.0	3400	7215C*
80	140	26	2.0	1.0	92.5	9450	77.0	7900	34.5	3550	7216C*
85	150	28	2.0	1.0	103	10600	90.0	9200	46.5	4750	7217C*
90	160	30	2.0	1.0	122	12500	104	10700	53.0	5450	7218C*
95	170	32	2.1	1.1	139	14200	119	12200	62.0	6350	7219C*
100	180	34	2.1	1.1	149	15200	126	12900	66.5	6800	7220C*

① 倒角尺寸r或r1的最小允許尺寸
 ② *表示該型號目前尚未供應，但即將開發，請洽TPI。
 ③ 所有的容許迴轉速皆已考慮接觸角之調整係數 f_3



等效徑向靜負荷

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

接觸角	Single DT		DB or DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

P_{or} : 等效徑向靜負荷 (N)

F_r : 徑向負荷 (N)

F_a : 軸向負荷 (N)

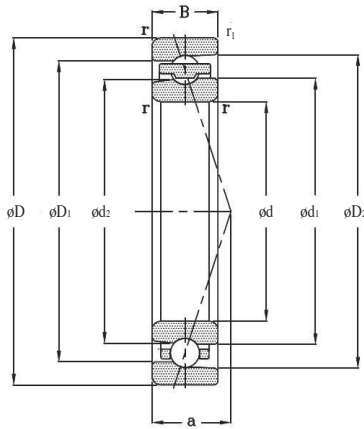
X_0 : 徑向負荷係數 (N)

Y_0 : 軸向負荷係數 (N)

作用點	容許迴轉速 (min ⁻¹) ^③		參考尺寸 (mm)			安裝相關尺寸 (mm)					空間容積 (cm ³)	重量 (kg)
Load Center (mm)	Limiting Speeds n_L (min ⁻¹)		Reference Dimensions (mm)			Abutment and Dimensions (mm)					Space Capacity (cm ³)	Weight (kg)
a	滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_1	D_1	D_2	d_a min	D_a max	D_b max	r_{as} max	r_{1as} max	開放型 Open	開放型 Open
7.0	42900	55600	17.4	23.0	26.2	14.5	25.5	27.5	0.6	0.3	0.9	0.029
8.0	40000	51800	18.7	25.7	28.2	16.5	27.5	29.5	0.6	0.3	1.3	0.036
9.0	35200	45600	21.7	28.7	31.3	19.5	30.5	32.5	0.6	0.3	1.5	0.045
10.0	30500	39600	24.8	32.7	35.7	21.5	35.5	37.5	0.6	0.3	2.1	0.062
11.5	25500	33000	29.2	38.5	41.9	25.5	41.5	42.5	1.0	0.6	3.1	0.10
13.0	22600	29200	34.2	43.5	47.0	30.5	46.5	47.5	1.0	0.6	4.1	0.12
14.0	18900	24500	40.8	52.0	56.0	35.5	56.5	57.5	1.0	0.6	6.6	0.19
16.0	16400	21300	47.4	60.5	65.2	42	65	67.5	1.0	0.6	8.8	0.27
17.0	14700	19000	53.5	67.5	72.4	47	73	75.5	1.0	0.6	11	0.35
18.0	13500	17500	58.1	73.0	78.4	52	78	80.5	1.0	0.6	14	0.40
19.0	12600	16300	63.1	78.0	82.5	57	83	85.5	1.0	0.6	17	0.45
21.0	11400	14700	69.7	86.5	91.5	63.5	91.5	94.5	1.5	1.0	21	0.59
22.0	10200	13200	76.3	95.0	100.5	68.5	101.5	104.5	1.5	1.0	28	0.76
24.0	9500	12300	83.4	103.0	109.5	73.5	111.5	114.5	1.5	1.0	34	0.95
25.0	9000	11700	87.9	108.5	114.5	78.5	116.5	119.5	1.5	1.0	40	1.04
26.0	8500	11000	92.9	113.5	119.6	83.5	121.5	124.5	1.5	1.0	43	1.14
28.0	8000	10400	99.6	121.9	128.6	90	130	134.5	2.0	1.0	54	1.39
30.0	7500	9700	106.2	130.5	137.7	95	140	144.5	2.0	1.0	63	1.73
32.0	7000	9100	112.9	138.9	146.7	100	150	154.5	2.0	1.0	80	2.13
34.0	6600	8600	119.5	147.4	155.8	107	158	163	2.0	1.0	96	2.58
36.0	6300	8100	126.2	155.9	164.8	112	168	173	2.0	1.0	119	3.21

斜角滾珠軸承 Angular Contact Ball Bearings

HSCE1系列



等效動負荷
 $P=XF_r+YF_a$

Normal Contact Angle	$i f_0 F_a^*$ C_{or}	e	Single, DT				DB or DF				
			$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1	1	1.47	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.4						1.4	1.57		2.28
	0.714	0.43						1.3	1.46		2.11
	1.07	0.46						1.23	1.38		2
	1.43	0.47						1.19	0.34		1.93
	2.14	0.5						1.12	0.26		1.82
	3.57	0.55						1.02	1.14		1.66
	5.35	0.56						1	1.12		1.63
18	-	0.57	1	0	0.43	1	1	1.09	0.7	1.63	
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	1.67	1.41	
30	-	0.8	1	0	0.39	0.76	1	0.78	1.63	1.24	
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93	
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1	
55	-	1.79	-	-	0.81	1	1.6	0.56	0.81	1	
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.9	0.55	0.92	1	

i值在DT組配為1，在DB與DF組配為2

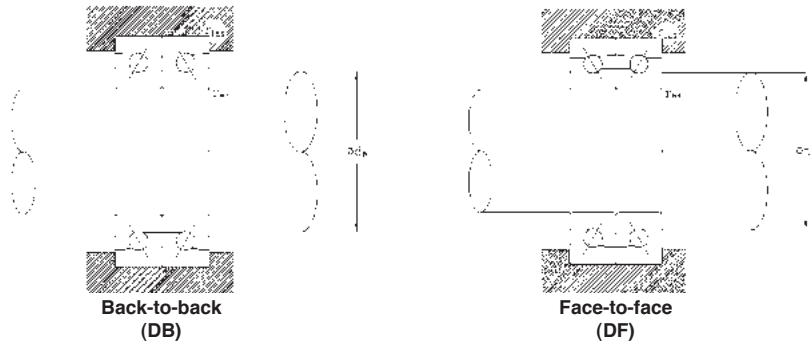
d 10~100mm

主要尺寸 (mm)				基本額定負荷				靜態容許軸向負荷		軸承規格類別 ^②	
Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings				Static Axial Load Capacity		Bearing Numbers Type	
內徑	外徑	寬度	倒角		動額定		靜額定		(KN)	(Kgf)	
d	D	B	r_{min}	$r_{1\text{min}}$	C_r (KN)	C_r (Kgf)	C_{or} (KN)	C_{or} (Kgf)			
10	26	8	0.3	0.15	2.07	212	1.57	160	2.00	204	HS000CE1*
12	28	8	0.3	0.15	2.06	210	1.59	163	2.06	210	HS001CE1*
15	32	9	0.3	0.15	2.85	291	2.40	245	3.05	315	HS002CE1*
17	35	10	0.3	0.15	2.92	298	2.60	265	3.30	340	HS003CE1
20	42	12	0.6	0.3	4.70	480	4.50	460	5.75	590	HS004CE1
25	47	12	0.6	0.3	4.80	490	4.90	500	6.25	640	HS005CE1
30	55	13	1.0	0.6	10.4	1070	10.0	1020	12.8	1310	HS006CE1
35	62	14	1.0	0.6	12.9	1320	12.7	1300	16.2	1660	HS007CE1
40	68	15	1.0	0.6	13.7	1400	14.5	1480	18.6	1900	HS008CE1
45	75	16	1.0	0.6	14.4	1470	16.2	1660	20.8	2130	HS009CE1
50	80	16	1.0	0.6	17.5	1790	20.1	2050	25.8	2630	HS010CE1
55	90	18	1.1	0.6	18.7	1910	24.4	2490	30.0	3100	HS011CE1*
60	95	18	1.1	0.6	19.0	1940	24.6	2510	31.0	3200	HS012CE1
65	100	18	1.1	0.6	22.7	2320	29.4	3000	38.0	3900	HS013CE1
70	110	20	1.1	0.6	26.4	2700	35.0	3600	45.0	4600	HS014CE1
75	115	20	1.1	0.6	26.9	2750	36.5	3750	48.0	4900	HS015CE1*
80	125	22	1.1	0.6	35.0	3600	47.5	4850	61.5	6300	HS016CE1
85	130	22	1.1	0.6	35.5	3650	50.0	5100	64.5	6600	HS017CE1*
90	140	24	1.5	1.1	37.0	3800	53.5	5500	70.0	7150	HS018CE1*
95	145	24	1.5	1.1	46.0	4700	65.0	6650	83.5	8550	HS019CE1*
100	150	24	1.5	1.1	46.5	4750	68.0	6950	87.5	8950	HS020CE1

① 倒角尺寸r或r1的最小允許尺寸

② *表示該型號目前尚未供應，但即將開發，請洽TPI。

③ 所有的容許迴轉速皆已考慮接觸角之調整係數 f_3



等效徑向靜負荷

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

接觸角	Single DT		DB or DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

P_{or} : 等效徑向靜負荷 (N)

F_r : 徑向負荷 (N)

F_a : 軸向負荷 (N)

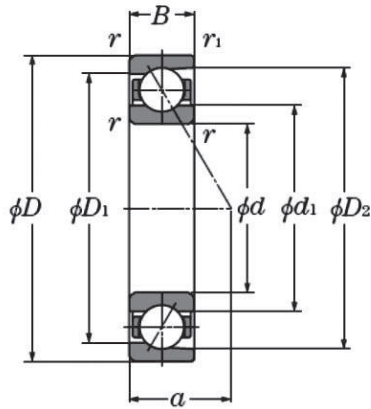
X_0 : 徑向負荷係數 (N)

Y_0 : 軸向負荷係數 (N)

作用點	容許迴轉速 (min ⁻¹) ^③		參考尺寸 (mm)			安裝相關尺寸 (mm)					空間容積 (cm ³)	重量 (kg)
Load Center (mm)	Limiting Speeds n_L (min ⁻¹)		Reference Dimensions (mm)			Abutment and Dimensions (mm)					Space Capacity (cm ³)	Weight (kg)
a	滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_1	D_1	D_2	d_a min	D_a max	D_b max	r_{as} max	r_{1as} max	開放型 Open	開放型 Open
7.0	75400	116000	16.3	19.8	22.5	14	12	12.6	0.3	0.15	0.5	0.019
7.2	70000	107000	18.3	21.8	24.9	16.5	24.5	25.1	0.3	0.15	0.6	0.021
8.0	59200	91000	21.6	25.6	28.5	19	29	30.5	0.3	0.15	0.9	0.028
9.0	51200	78000	24.1	28.1	31.8	21	32	32.6	0.3	0.15	1.3	0.035
11.0	43100	66000	28.6	33.6	37.7	25	37	38.2	0.6	0.3	2.2	0.065
12.0	37700	58000	33.6	38.6	42.7	30	42	43.2	0.6	0.3	2.5	0.078
13.0	35900	55300	38.7	46.3	49.2	34.6	50.4	52.4	1.0	0.6	3.9	0.11
15.0	29900	46100	44.2	52.8	56.0	39.6	57.4	59.4	1.0	0.6	4.8	0.15
16.0	27000	41500	49.7	58.2	61.6	44.6	63.4	65.4	1.0	0.6	5.9	0.19
18.0	24600	37800	55.7	64.2	67.6	49.6	70.4	72.4	1.0	0.6	8.1	0.24
19.0	22800	35000	60.2	69.8	73.4	54.6	75.4	77.4	1.0	0.6	8.8	0.25
21.0	19200	29500	67.7	77.3	81.0	61	84	86.2	1.1	0.6	12	0.40
21.5	18000	27600	72.7	82.3	86.0	66	89	91.2	1.1	0.6	13	0.42
22.5	16800	25800	77.3	87.7	91.8	71	94	96.2	1.1	0.6	14	0.45
24.5	15600	24000	84.3	95.3	100.1	76	104	106.2	1.1	0.6	20	0.64
25.5	14400	22100	89.3	100.7	105.1	81	109	111.2	1.1	0.6	20	0.67
28.0	12900	19900	95.8	109.2	114.3	86	119	121.2	1.1	0.6	27	0.85
28.5	12600	19400	100.8	114.2	119.3	91	124	126.2	1.1	0.6	28	0.90
31.0	11600	17900	108.3	121.7	126.9	97	113	116	1.5	1.1	37	1.20
31.5	11100	17100	112.4	127.6	133.4	102	138	141	1.5	1.1	38	1.25
32.0	10700	16500	117.4	132.6	138.4	107	143	146	1.5	1.1	40	1.30

斜角滾珠軸承 Angular Contact Ball Bearings

70A系列



等效動負荷
 $P=XF_r+YF_a$

Normal Contact Angle	$i_0 F_a^*$ C_{or}	e	Single, DT				DB or DF				
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1	1	1.47	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.4						1.4	1.57		2.28
	0.714	0.43						1.3	1.46		2.11
	1.07	0.46						1.23	1.38		2
	1.43	0.47						1.19	0.34		1.93
	2.14	0.5						1.12	0.26		1.82
	3.57	0.55						1.02	1.14		1.66
	5.35	0.56						1	1.12		1.63
18	-	0.57	1	0	0.43	1	1	1.09	0.7	1.63	
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	1.67	1.41	
30	-	0.8	1	0	0.39	0.76	1	0.78	1.63	1.24	
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93	
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1	
55	-	1.79	-	-	0.81	1	1.6	0.56	0.81	1	
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.9	0.55	0.92	1	

i值在DT組配為1，在DB與DF組配為2

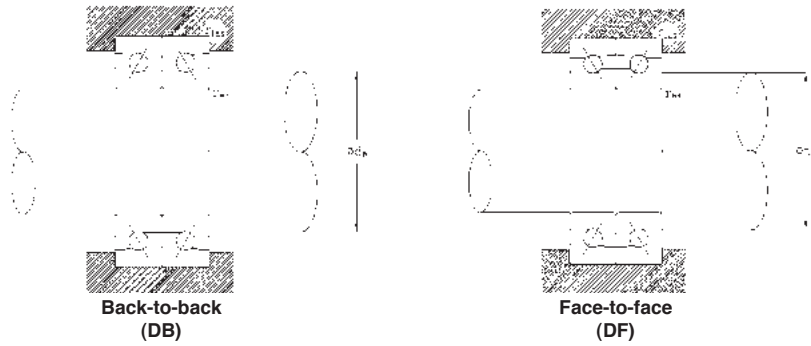
d 6~50mm

主要尺寸 (mm)				基本額定負荷				靜態容許軸向負荷		軸承規格類別 ^②	
Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings				Static Axial Load Capacity		Bearing Numbers Type	
內徑	外徑	寬度	倒角		動額定		靜額定		(KN)	(Kgf)	
d	D	B	r ^① min	r_1 ^① min	C_r (KN)	C_r (Kgf)	C_{or} (KN)	C_{or} (Kgf)			
6	17	6	0.3	0.15	2.03	269	0.80	81	0.73	74	706A
8	22	7	0.3	0.15	3.30	340	1.44	147	1.02	104	708A
10	26	8	0.3	0.15	5.00	510	2.33	238	2.00	204	7000A
12	28	8	0.3	0.15	5.05	515	2.46	251	2.38	243	7001A
15	32	9	0.3	0.15	5.75	590	3.10	320	2.90	296	7002A
17	35	10	0.3	0.15	6.05	620	3.50	360	3.40	350	7003A
20	42	12	0.6	0.3	10.3	1050	6.05	620	5.75	590	7004A
25	47	12	0.6	0.3	10.7	1100	6.15	630	6.35	650	7005A
30	55	13	1.0	0.6	13.9	1420	9.40	960	9.00	920	7006A
35	62	14	1.0	0.6	17.4	1780	12.5	1280	10.9	1120	7007A
40	68	15	1.0	0.6	18.1	1850	14.2	1450	12.7	1300	7008A
45	75	16	1.0	0.6	22.4	2290	18.6	1900	15.6	1600	7009A
50	80	16	1.0	0.6	23.6	2410	20.0	2040	17.8	1820	7010A*

① 倒角尺寸r或r1的最小允許尺寸

② *表示該型號目前尚未供應，但即將開發，請洽TPI。

③ 所有的容許迴轉速皆已考慮接觸角之調整係數 f_3



等效徑向靜負荷

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

接觸角	Single DT		DB or DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

P_{or} : 等效徑向靜負荷 (N)

F_r : 徑向負荷 (N)

F_a : 軸向負荷 (N)

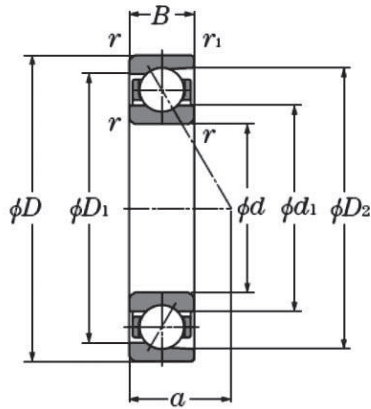
X_0 : 徑向負荷係數 (N)

Y_0 : 軸向負荷係數 (N)

作用點	容許迴轉速 (min^{-1}) ^③		參考尺寸 (mm)			安裝相關尺寸 (mm)					空間容積 (cm^3)	重量 (kg)
Load Center (mm)	Limiting Speeds n_L (min^{-1})		Reference Dimensions (mm)			Abutment and Dimensions (mm)					Space Capacity (cm^3)	Weight (kg)
a	滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_1	D_1	D_2	d_a min	D_a max	D_b max	r_{as} max	r_{1as} max	開放型 Open	開放型 Open
6.3	66000	87000	9.8	13.3	14.6	8.5	14.5	—	0.3	—	0.3	0.006
7.8	50000	67000	12.8	17.5	19.1	10.5	19.5	—	0.3	—	0.8	0.012
9.2	46600	60300	15.4	20.3	22.7	12.5	23.5	24.8	0.3	0.15	0.9	0.019
10	41900	54200	18.1	22.9	25.4	14.5	25.5	26.8	0.3	0.15	1.0	0.021
11.5	35700	46100	21.1	25.9	28.4	17.5	29.5	30.8	0.3	0.15	1.3	0.030
16	32300	41800	23.4	28.6	31	19.5	32.5	33.8	0.3	0.15	1.8	0.037
14.9	27000	35000	27.5	34.5	37.2	24.5	37.5	39.5	0.6	0.3	2.9	0.067
16.4	23300	30200	32.5	39.5	42.2	29.5	42.5	44.5	0.6	0.3	3.3	0.079
18.8	19800	25500	38.6	46.4	49.5	35.5	49.5	50.5	1.0	0.6	4.8	0.11
21.0	17400	22400	44.2	52.8	56.3	40.5	56.5	57.5	1.0	0.6	6.3	0.15
23.1	15500	20100	49.6	58.3	61.8	45.5	62.5	63.5	1.0	0.6	7.4	0.19
25.8	14000	18100	55.2	64.8	68.6	50.5	69.5	70.5	1.0	0.6	9.4	0.24
28.2	12900	16700	60.2	69.8	73.6	55.5	74.5	75.5	1.0	0.6	11	0.26

斜角滾珠軸承 Angular Contact Ball Bearings

72A系列



等效動負荷
 $P=XF_r+YF_a$

Normal Contact Angle	$i_0 F_a^*$ C_{or}	e	Single, DT				DB or DF				
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1	1.47	1	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.4					1.4		1.57		2.28
	0.714	0.43					1.3		1.46		2.11
	1.07	0.46					1.23		1.38		2
	1.43	0.47					1.19		0.34		1.93
	2.14	0.5					1.12		0.26		1.82
	3.57	0.55					1.02		1.14		1.66
	5.35	0.56					1		1.12		1.63
18	-	0.57	1	0	0.43	1	1	1.09	0.7	1.63	
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	1.67	1.41	
30	-	0.8	1	0	0.39	0.76	1	0.78	1.63	1.24	
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93	
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1	
55	-	1.79	-	-	0.81	1	1.6	0.56	0.81	1	
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.9	0.55	0.92	1	

i值在DT組配為1，在DB與DF組配為2

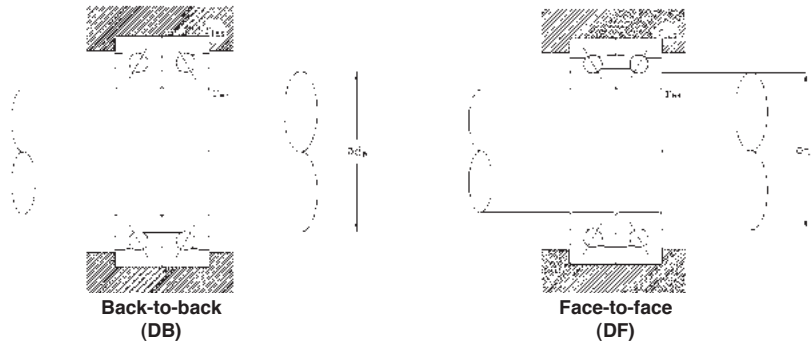
d 10~50mm

主要尺寸 (mm)					基本額定負荷				靜態容許軸向負荷		軸承規格類別 ^②
Boundary Dimensions (mm)					Basic Load Ratings				Static Axial Load Capacity		Bearing Numbers Type
內徑	外徑	寬度	倒角		動額定		靜額定		(KN)	(Kgf)	
d	D	B	r min	r ₁ min	C _r (KN)	C _r (Kgf)	C _{or} (KN)	C _{or} (Kgf)			
10	30	9	0.6	0.3	5.05	515	2.45	250	1.92	196	7200A*
12	32	10	0.6	0.3	6.67	680	3.24	330	2.73	278	7201A
15	35	11	0.6	0.3	8.44	860	4.27	435	3.04	310	7202A
17	40	12	0.6	0.3	10.5	1070	5.40	550	4.07	415	7203A
20	47	14	1.0	0.6	13.6	1390	7.55	770	5.79	590	7204A
25	52	15	1.0	0.6	15.4	1570	9.47	965	6.97	710	7205A
30	62	16	1.0	0.6	21.3	2170	13.6	1390	9.22	940	7206A
35	72	17	1.1	0.6	28.2	2870	18.5	1890	12.8	1300	7207A
40	80	18	1.1	0.6	33.8	3450	20.7	2110	15.9	1620	7208A
45	85	19	1.1	0.6	37.8	3850	26.8	2730	18.1	1840	7209A*
50	90	20	1.1	0.6	39.7	4050	29.3	2990	19.4	1980	7210A*

① 倒角尺寸r或r₁的最小允許尺寸

② *表示該型號目前尚未供應，但即將開發，請洽TPI。

③ 所有的容許迴轉速皆已考慮接觸角之調整係數 f₃



等效徑向靜負荷

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

接觸角	Single DT		DB or DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

P_{or} : 等效徑向靜負荷 (N)

F_r : 徑向負荷 (N)

F_a : 軸向負荷 (N)

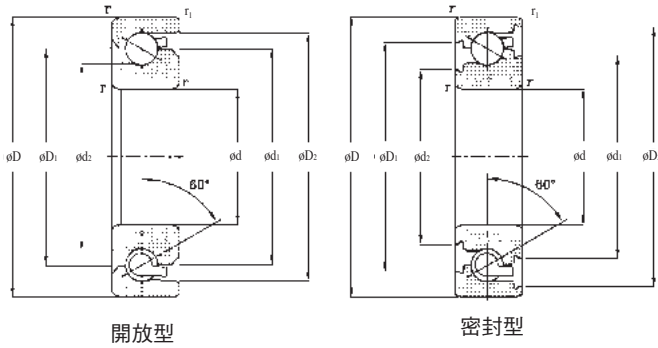
X_0 : 徑向負荷係數 (N)

Y_0 : 軸向負荷係數 (N)

作用點	容許迴轉速 (min^{-1}) ^③		參考尺寸 (mm)			安裝相關尺寸 (mm)					空間容積 (cm^3)	重量 (kg)
Load Center (mm)	Limiting Speeds n_L (min^{-1})		Reference Dimensions (mm)			Abutment and Dimensions (mm)					Space Capacity (cm^3)	Weight (kg)
a	滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_1	D_1	D_2	d_a min	D_a max	D_b max	r_{as} max	r_{1as} max	開放型 Open	開放型 Open
10.3	27700	36000	17.4	23.0	26.2	14.5	25.5	27.5	0.6	0.3	0.9	0.029
11.4	25800	33500	18.7	25.7	28.2	16.5	27.5	29.5	0.6	0.3	1.3	0.036
12.7	22700	29400	21.7	28.7	31.3	19.5	30.5	32.5	0.6	0.3	1.5	0.045
14.2	19700	25500	24.8	32.7	35.7	21.5	35.5	37.5	0.6	0.3	2.1	0.062
16.7	16400	21300	29.2	38.5	41.9	25.5	41.5	42.5	1.0	0.6	3.1	0.10
18.6	14600	18800	34.2	43.5	47.0	30.5	46.5	47.5	1.0	0.6	4.1	0.12
21.3	12200	15800	40.8	52.0	56.0	35.5	56.5	57.5	1.0	0.6	6.6	0.19
23.9	10600	13700	47.4	60.5	65.2	42.0	65.0	67.5	1.0	0.6	8.8	0.27
26.3	9480	12300	53.5	67.5	72.4	47.0	73.0	75.5	1.0	0.6	11	0.35
28.4	8700	11300	58.1	73.0	78.4	52.0	78.0	80.5	1.0	0.6	14	0.40
30.2	8120	10500	63.1	78.0	82.5	57.0	83.0	85.5	1.0	0.6	17	0.45

斜角滾珠軸承 Angular Contact Ball Bearings

BS系列



等效動負荷
 $P=XF_r+YF_a$

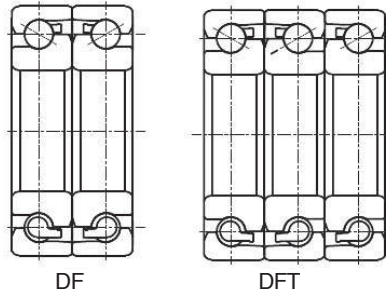
Normal Contact Angle	$i f_0 F_a^*$ C_{or}	e	Single, DT				DB or DF				
			$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1	1	1.47	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.4						1.4	1.57		2.28
	0.714	0.43						1.3	1.46		2.11
	1.07	0.46						1.23	1.38		2
	1.43	0.47						1.19	0.34		1.93
	2.14	0.5						1.12	0.26		1.82
	3.57	0.55						1.02	1.14		1.66
5.35	0.56	1	1.12	1.63							
18	-	0.57	1	0	0.43	1	1	1.09	0.7	1.63	
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	1.67	1.41	
30	-	0.8	1	0	0.39	0.76	1	0.78	1.63	1.24	
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93	
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1	
55	-	1.79	-	-	0.81	1	1.6	0.56	0.81	1	
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.9	0.55	0.92	1	

i值在DT組配為1，在DB與DF組配為2

d 17~60mm

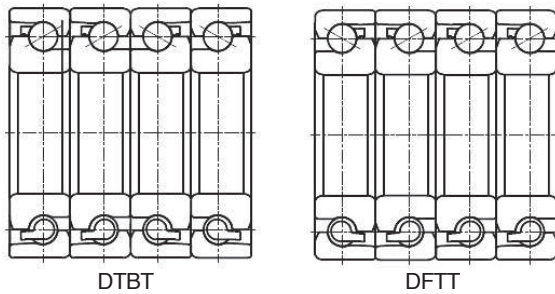
主要尺寸 (mm)				基本額定負荷				靜態容許軸向負荷		軸承規格類別 ^②	
Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings				Static Axial Load Capacity		Bearing Numbers Type	
內徑	外徑	寬度	倒角		動額定		靜額定		(KN)	(Kgf)	
d	D	B	r_1 ^① min	r_2 ^① min	C_a (KN)	C_a (Kgf)	C_{oa} (KN)	C_{oa} (Kgf)			
17	47	15	1.0	0.6	24.2	2470	37.5	3850	25.7	2620	BS1747LLB BS1747
20	47	15	1.0	0.6	24.2	2470	37.5	3850	25.7	2620	BS2047LLB BS2047
25	62	15	1.0	0.6	29.2	2980	59.0	6050	40.0	4100	BS2562LLB BS2562
30	62	15	1.0	0.6	29.2	2980	59.0	6050	40.0	4100	BS3062LLB BS3062
35	72	15	1.0	0.6	30.5	3150	70.0	7150	47.5	4850	BS3572LLB BS3572
40	72	15	1.0	0.6	30.5	3150	70.0	7150	47.5	4850	BS4072LLB BS4072
45	75	15	1.0	0.6	32.0	3300	77.0	7900	52.0	5350	BS4575LLB BS4575
40	90	20	1.0	0.6	58.5	6000	130	13300	88.0	9000	BS4090LLB BS4090
45	100	20	1.0	0.6	62.0	6350	153	15600	104	10600	BS45100
50	100	20	1.0	0.6	62.0	6350	153	15600	104	10600	BS50100LLB BS50100
60	120	20	1.0	0.6	66.0	6750	183	18700	124	12700	BS60120LLB BS60120

- ① 倒角尺寸r或r₂的最小允許尺寸
- ② *表示該型號目前尚未供應，但即將開發，請洽TPI。
- ③ 所有的容許迴轉速皆已考慮接觸角之調整係數 f₃



DF

DFT



DTBT

DFTT

等效軸向靜負荷

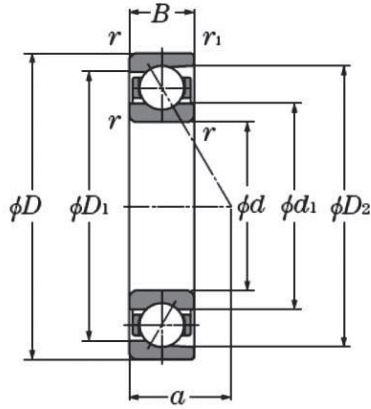
$$P_{oa} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

接觸角(°)	Single	
	X_0	Y_0
60	3.98	1

容許迴轉速 ^③ (min ⁻¹)		參考尺寸 (mm)				空間容積 (cm ³)	重量 (kg)
Limiting Speeds n_L (min ⁻¹)		Reference Dimensions (mm)				Space Capacity (cm ³)	Weight (kg)
滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_1	d_2	D_1	D_2	開放型 Open	開放型 Open
10300	13700	33.4	27.1	35.9 33.7	42.5 40.2	3.3	0.129
10300	13700	33.4	27.1	35.9 33.7	42.5 40.2	3.3	0.118
7200	9600	47.9	41.6	50.4 48.2	57.3 55.2	4.6	0.231
7200	9600	47.9	41.6	50.4 48.2	57.3 55.2	4.6	0.205
6500	8600	55.8	49.5	58.5 56.3	65.0 63.2	5.4	0.284
6500	8600	55.8	49.5	58.5 56.3	65.0 63.2	5.4	0.250
5500	7400	62.2	55.6	64.4 62.2	70.9 69.1	6.0	0.254
5100	6800	68.0	57.0	70.2 68.0	82.1 80.3	12	0.636
4400	6200	78.9	69.2	79.2	90.6	13	0.842
4400	5800	78.9	69.2	81.2 79.2	91.9 90.6	13	0.778
3700	4400	93.2	83.8	95.6 93.4	106.8 105.2	16	1.16

斜角滾珠軸承 Angular Contact Ball Bearings

特殊型



等效動負荷
 $P=XF_r+YF_a$

Normal Contact Angle	$i f_0 F_a^*$ C_{or}	e	Single, DT				DB or DF				
			$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		$F_r/F_a \leq e$		$F_r/F_a > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1	1	1.47	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.4						1.4	1.57		2.28
	0.714	0.43						1.3	1.46		2.11
	1.07	0.46						1.23	1.38		2
	1.43	0.47						1.19	0.34		1.93
	2.14	0.5						1.12	0.26		1.82
	3.57	0.55						1.02	1.14		1.66
	5.35	0.56						1	1.12		1.63
18	-	0.57	1	0	0.43	1	1	1.09	0.7	1.63	
25	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	1.67	1.41	
30	-	0.8	1	0	0.39	0.76	1	0.78	1.63	1.24	
40	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93	
50	-	1.49	-	-	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1	
55	-	1.79	-	-	0.81	-	1.6	0.56	0.81	1	
60	-	2.17	-	-	0.92	1	1.9	0.55	0.92	1	

i值在DT組配為1，在DB與DF組配為2

d 8~100mm

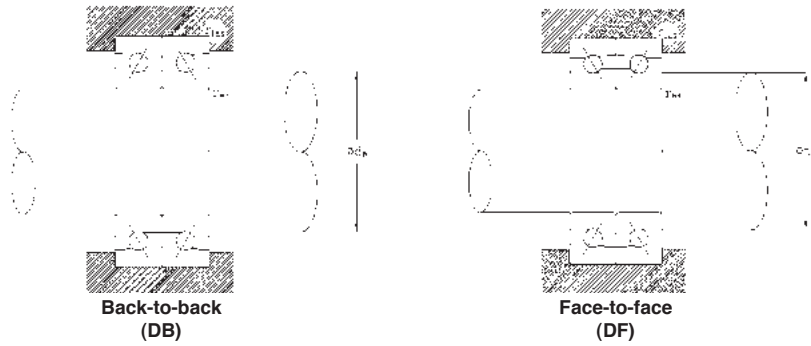
主要尺寸 (mm)					基本額定負荷				靜態容許軸向負荷		軸承規格類別
Boundary Dimensions (mm)					Basic Load Ratings				Static Axial Load Capacity		Bearing Numbers Type
內徑	外徑	寬度	倒角		動額定		靜額定		(KN)	(Kgf)	
d	D	B	r ① min	r_1 ① min	C_r (KN)	C_r (Kgf)	C_{or} (KN)	C_{or} (Kgf)			
8	22	10.31	0.3	0.15	3.50	360	1.54	157	1.41	144	5S1-SF8AT01C
17	30	8	0.3	0.15	6.20	635	6.30	645	6.75	690	5S1-SF03T01C
35	72	17	1.1	0.6	29.1	2970	19.1	1950	15.5	1580	7207AD
40	80	18	1.1	0.6	34.5	3500	24.0	2450	22.1	2260	7208AD
50	90	20	1.1	0.6	40.5	4150	30.0	3050	23.5	2400	7210AD
70	110	20	1.1	0.6	32.0	3250	33.5	3400	70.5	7200	HS014AD
100	150	45	1.5	1.0	58.5	6000	134	13700	82.0	8400	BT020A DB
100	150	45	1.5	1.0	72.0	7300	158	16200	80.0	8200	BT020B DB

BT 為軸向負荷用斜角滾珠軸承,基本額定負荷以 C_a , C_{oa} 表示

① 倒角尺寸 r 或 r_1 的最小允許尺寸

② 所有的容許迴轉速皆已考慮接觸角之調整係數 f_3

Precision Rolling Bearings



等效徑向靜負荷

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

接觸角	Single DT		DB or DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

P_{or} : 等效徑向靜負荷 (N)

F_r : 徑向負荷 (N)

F_a : 軸向負荷 (N)

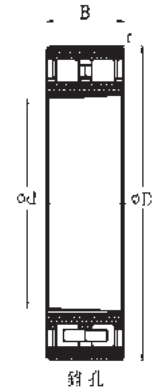
X_0 : 徑向負荷係數 (N)

Y_0 : 軸向負荷係數 (N)

作用點	容許迴轉速 (min^{-1}) ^②		參考尺寸 (mm)			安裝相關尺寸 (mm)					空間容積 (cm^3)	重量 (kg)
Load Center (mm)	Limiting Speeds n_L (min^{-1})		Reference Dimensions (mm)			Abutment and Dimensions (mm)					Space Capacity (cm^3)	Weight (kg)
a	滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_1	D_1	D_2	d_a min	D_a max	D_b max	r_{as} max	r_{1as} max	開放型 Open	開放型 Open
7.2	92400	140400	12.8	17.5	19.2	10.5	19.5	—	0.3	—	0.8	0.015
7.0	38000	51000	21.1	25.9	28.4	19.5	27.5	28.8	0.3	0.15	1.3	0.025
18.5	14100	18300	46.8	60.2	64.57	42	65	67.5	1.0	0.6	8.8	0.28
20.5	12600	16300	53	67.1	71.7	47	73	75.5	1.0	0.6	11	0.35
23.3	10800	14000	63.1	78	82.5	57	83	85.5	1.0	0.6	17	0.45
30.8	13400	18900	84.3	95.3	99.3	76	104	106.2	1.1	0.6	20	0.64
74.9	5300	6600	118.2	131.6	137.9	108.5	141.5	144.5	1.5	1.0	81	2.62
58.6	4600	5700	118.7	131.3	137.3	108.5	141.5	144.5	1.5	1.0	81	2.01

雙列圓柱滾子軸承 Cylindrical Roller Bearings

NN型 錐孔

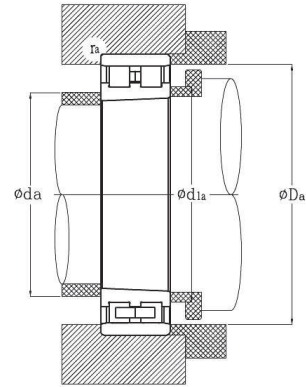


d 30~130mm

主要尺寸 (mm)				基本額定負荷				外接圓徑 (mm)	軸承規格類別 ^②
Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings				Circumscribed circle diameter of roller (mm)	Bearing Numbers Type
內徑	外徑	寬度	倒角	動額定		靜額定			
d	D	B	r ^① min	C _r (KN)	C _r (Kgf)	C _{or} (KN)	C _{or} (Kgf)		
30	55	19	1.0	31.0	3150	37.0	3800	48.5	NN3006K
80	125	34	1.1	118	12000	182	18600	113	NN3016K*
90	140	37	1.5	146	14900	232	23600	127	NN3018K
100	150	37	1.5	156	15900	261	26600	137	NN3020K
110	170	45	2.0	234	23900	382	38900	155	NN3022K*
120	180	46	2.0	238	24300	400	40800	165	NN3024K*
130	200	52	2.0	291	29700	486	49500	182	NN3026K*

① 倒角尺寸r或r₁的最小允許尺寸

② *表示該型號目前尚未供應，但即將開發，請洽TPI。



等效徑向動負荷
 $P_r = F_r$
 等效徑向靜負荷
 $P_{or} = F_r$

容許迴轉速 (min^{-1})		安裝相關尺寸 (mm)					空間容積 (cm^3)	重量 (kg)
Limiting Speeds n_L (min^{-1})		Abutment and Dimensions (mm)					Space Capacity (cm^3)	Weight (kg)
滑脂 Grease	潤滑油 Oil	d_a min	D_{1a} min	D_a		r_a max	開放型 Open	開放型 Open
				(Max)	(Min)			
16300	19800	35	36	50	50	1.0	6.3	0.19
6800	8300	86.5	87	118.5	115	1.0	45	1.47
6000	7300	98	99	132	129	1.5	64.1	2.01
5600	6700	108	109	142	139	1.5	67.5	2.19
5000	6000	119	121	161	157	2.0	115	3.56
4600	5600	129	131	171	167	2.0	130	3.83
4200	5100	139	141	191	185	2.0	182	5.71

附錄I：工具機主軸諸元表

(1)機械	NC車床、中心加工機、磨床及其他
(2)主軸型態	立軸、橫軸、可變軸、傾斜軸等
(3)主軸直徑、主軸尺寸	#30、#40、#50等
(4)主軸軸承組配方式	[DB、DBT、DF、DFT、DT、DTBT、DTFT及其他]
(5)所需軸承類型、預壓方式	前(斜角滾珠、圓柱滾子)，後(斜角滾珠、圓柱滾子) 預壓方式(固定位置預壓、定壓預壓)
(6)浮動側的推力方式	圓柱滾子、球軸座(有無冷卻)
(7)潤滑規格	潤滑脂、油氣、油霧(潤滑)
(8)驅動方式	內藏式、皮帶驅動、直結式
(9)有無軸承部位的外圈冷卻	有、無
(10)負荷條件	轉 速： min^{-1} 徑向負荷： N 軸向負荷： N 力 矩： N-mm 鎖 緊 力： N
(11)軸與軸承箱	軸 材 料： 軸 公 差： mm 軸承箱材料： 軸承箱公差： mm 軸承箱外徑： mm 中空軸軸徑： mm 墊 圈 長 度： mm 室 溫： ° C
(12)期望性能	剛性： N/ μm 預壓： N 壽命： hour

附錄II：螺桿支持/車床主軸(軸向負荷用)諸元表

(1)機械	螺桿支持用、車床主軸及其他
(2.1)螺桿支持用	兩端支持、短螺桿一端支持、預拉螺桿
(3.1)螺桿支持安裝與所需軸承類型	固定-支撐、固定-自由、固定-固定 固定側(斜角滾珠)，支撐側((斜角滾珠、深溝滾珠、圓柱滾針) 固定側(DB/DF、DBT/DFT、DTBT/DTFT) 支撐側(單只、DB/DF、其他) 軸-內徑：__配合、軸承箱-外徑：__配合
(2.2)車床主軸軸向負荷用	5629/5620系列、高速BT A系列、高速BT B系列
(3.2)車床主軸軸向負荷用軸承和安裝	P4L/P5L 外徑尺寸： mm 軸-內徑：__配合、軸承箱-外徑：__配合
(4)潤滑規格	潤滑脂、油氣(潤滑)
(5)負荷條件	轉 速： min ⁻¹ 徑向負荷： N 軸向負荷： N 力 矩： N-mm 鎖 緊 力： N
(6)軸與軸承箱	軸 材 料： 軸 公 差： mm 軸承箱材料： 軸承箱公差： mm 軸承箱外徑： mm 中空軸軸徑： mm 墊 圈 長 度： mm 室 溫： ° C
(7)期望性能	剛 性： N/μm 預 壓： N 啟動轉矩： N-mm 壽 命： hour

附錄III：軸承的容許值和容許差

1. 斜角滾珠軸承

內環

單位：μm

軸承公稱內徑		平面內平均內徑偏差						平面內外徑偏差						平面內平均內徑偏差			徑向振擺		
d		Δ_{dmp}						V_{dp}						V_{dmp}			K_{ia}		
mm		5級		4級 ^①		2級 ^①		直徑系列 9			直徑系列 0.2			5級 4級 2級			5級 4級 2級		
超過	以下	上	下	上	下	上	下	5級	4級	2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		
2.5	10	0	-5	0	-4	0	-2.5	5	4	2.5	4	3	2.5	3	2	1.5	4	2.5	1.5
10	18	0	-5	0	-4	0	-2.5	5	4	2.5	4	3	2.5	3	2	1.5	4	2.5	1.5
18	30	0	-6	0	-5	0	-2.5	6	5	2.5	5	4	2.5	3	2.5	1.5	4	3	2.5
30	50	0	-8	0	-6	0	-2.5	8	6	2.5	6	5	2.5	4	3	1.5	5	4	2.5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3.5	2	5	4	2.5
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2.5	6	5	2.5
120	150	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	8	6	2.5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	8	6	5
180	250	0	-15	0	-12	0	-8	15	12	8	12	9	8	8	6	4	10	8	5

① 適用於4級和2級的內徑尺寸偏差 Δds 的允許差與平均內徑的尺寸偏差 Δdmp 的允許差相同。但是，此偏差適用於4級中直徑系列0.2的產品或2級中的所有系列產品。

② 適用於組合軸承的各滾道圈。

外環

單位：μm

軸承公稱內徑		平面內平均外徑的尺寸偏差						平面內外徑偏差						平面內平均外徑偏差			徑向振擺		
D		Δ_{Dmp}						V_{Dp}						V_{Dmp}			K_{ea}		
mm		5級		4級 ^③		2級 ^③		直徑系列 9			直徑系列 0.2			5級 4級 2級			5級 4級 2級		
超過	以下	上	下	上	下	上	下	5級	4級	2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		
18	30	0	-6	0	-5	0	-4	6	5	4	5	4	4	3	2.5	2	6	4	2.5
30	50	0	-7	0	-6	0	-4	7	6	4	5	5	4	4	3	2	7	5	2.5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3.5	2	8	5	4
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2.5	10	6	5
120	150	0	-11	0	-9	0	-5	11	9	5	8	7	5	6	5	2.5	11	7	5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	13	8	5
180	250	0	-15	0	-11	0	-8	15	11	8	11	8	8	8	6	4	15	10	7
250	315	0	-18	0	-13	0	-8	18	13	8	14	10	8	9	7	4	18	11	7

③ 適用於4級和2級的外徑尺寸偏差 ΔDs 的允許差與平均外徑的尺寸偏差 ΔDmp 的允許差相同。但是，此偏差適用於4級中直徑系列0.2的產品或2級中的所有系列產品。

內環

單位：μm

側擺 S_d			軸向振擺 S_{ia}			寬度的尺寸偏差 Δ_{Bs}						端面平行差 V_{Bs}		
5級	4級 最大	2級	5級	4級 最大	2級	單體軸承				組合軸承		5級	4級 最大	2級
						5級 上	4級 下	2級 上	2級 下	5級 上	4級 下			
7	3	1.5	7	3	1.5	0	-40	0	-40	0	-250	5	2.5	1.5
7	3	1.5	7	3	1.5	0	-80	0	-80	0	-250	5	2.5	1.5
8	4	1.5	8	4	2.5	0	-120	0	-120	0	-250	5	2.5	1.5
8	4	1.5	8	4	2.5	0	-120	0	-120	0	-250	5	3	1.5
8	5	1.5	8	5	2.5	0	-150	0	-150	0	-250	6	4	1.5
9	5	2.5	9	5	2.5	0	-200	0	-200	0	-380	7	4	2.5
10	6	2.5	10	7	2.5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	2.5
10	6	4	10	7	5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	4
11	7	5	13	8	5	0	-300	0	-300	0	-500	10	6	5

外環

單位：μm

外徑歪斜 S_D			軸向振擺 S_{ea}			寬度的尺寸偏差 Δ_{Cs}			端面平行差 V_{Cs}		
5級	4級 最大	Class 2	5級	4級 最大	2級	所有等級			5級	4級 最大	2級
						8	4	1.5			
8	4	1.5	8	5	2.5	5	2.5	1.5			
8	4	1.5	10	5	4	6	3	1.5			
9	5	2.5	11	6	5	8	4	2.5			
10	5	2.5	13	7	5	8	5	2.5			
10	5	2.5	14	8	5	8	5	2.5			
11	7	4	15	10	7	10	7	4			
13	8	5	18	10	7	11	7	5			

2. 止推斜角滾珠軸承

內環

單位：μm

軸承公稱內徑		平面內徑的尺寸差						端面平行差			徑向振擺			側擺			軸向振擺			寬度的尺寸差					
d		Δ_{dmp}						V_{Bs}			K_{ia}			S_d			S_{ia}			Δ_{Bs}					
mm		5 級		4 級 ^①		UP 級 ^①		5 級	4 級	UP 級	5 級	4 級	UP 級	5 級	4 級	UP 級	5 級	4 級	UP 級	5 級	4 級		UP 級		
超過	以下	上	下	上	下	上	下	最大			最大			最大			最大			上	下	上	下	上	下
10	18	0	-5	0	-4	0	-3.5	5	2.5	2	3.5	3	2	7	3	2	5	3	2	0	-120	0	-120	0	-100
18	30	0	-6	0	-5	0	-3.5	5	2.5	2	4	3	2	8	4	3	5	3	2	0	-120	0	-120	0	-100
30	50	0	-8	0	-6	0	-5	5	3	2	5	4	3	8	4	3	6	3	2	0	-120	0	-120	0	-100
50	80	0	-9	0	-7	0	-5	6	4	3	5	4	4	8	5	4	7	4	3	0	-150	0	-150	0	-150

① 適用於4級和UP級的内徑尺寸差 Δds 的允許差與平均內徑的尺寸差 Δdmp 的允許差相同。

外環

單位：μm

軸承外徑的公稱尺寸		平均外徑的尺寸差						端面平行差			徑向振擺			外徑面振擺			軸向振擺			寬度的尺寸差		
D		Δ_{Dmp}						V_{Cs}			K_{ea}			S_D			S_{ea}			Δ_{Cs}		
mm		5 級		4 級 ^②		UP 級 ^②		5 級	4 級	UP 級	5 級	4 級	UP 級	5 級	4 級	UP 級	所有等級			所有等級		
over	incl	上	下	上	下	上	下	最大			最大			最大								
30	50	0	-7	0	-6	0	-5	5	2.5	2	7	5	4	8	4	3	相對於相同軸承的 d 的 S_{ia} 允許差			相對於相同軸承的 d 的 ΔBs 允許差		
50	80	0	-9	0	-7	0	-5	6	3	2	8	5	4	8	4	3						
80	120	0	-10	0	-8	0	-7	8	4	3	10	6	4	9	5	4						

② 適用於4級和UP級的外徑尺寸差 ΔDs 的允許差與平均外徑的尺寸差 ΔDmp 的允許差相同。

3. 圓柱滾子軸承

內環

單位：μm

軸承公稱內徑 <i>d</i> <i>mm</i> 超過 以下		平均內徑的尺寸差 Δ_{dmp}						內徑偏差 V_{dp}						平均內徑偏差 V_{dmp}			徑向振擺 K_{ia}		
		5 級		4 級 ^①		2 級 ^①		直徑系列 9			直徑系列 0			5 級 4 級 2 級 最大			5 級 4 級 2 級 最大		
								5 級	4 級	2 級	5 級	4 級	2 級						
		上	下	上	下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大			
18	30	0	-6	0	-5	0	-2.5	6	5	2.5	5	4	2.5	3	2.5	1.5	4	3	2.5
30	50	0	-8	0	-6	0	-2.5	8	6	2.5	6	5	2.5	4	3	1.5	5	4	2.5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3.5	2	5	4	2.5
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2.5	6	5	2.5
120	150	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	8	6	2.5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	8	6	5
180	250	0	-15	0	-12	0	-8	15	12	8	12	9	8	8	6	4	10	8	5
250	315	0	-18	-	-	-	-	18	-	-	14	-	-	9	-	-	13	-	-
315	400	0	-23	-	-	-	-	23	-	-	18	-	-	12	-	-	15	-	-
400	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

① 適用於4級和2級的尺寸差 Δds 的允許差與平均內徑的尺寸差 Δdmp 的允許差相同。

外環

單位：μm

軸承公稱外徑 <i>D</i> <i>mm</i> 超過 incl		平均外徑的尺寸差 Δ_{Dmp}						外徑偏差 V_{Dp}						平均外徑偏差 V_{Dmp}			徑向振擺 K_{ea}		
		5 級		4 級 ^②		2 級 ^②		直徑系列 9			直徑系列 0			5 級 4 級 2 級 最大			5 級 4 級 2 級 最大		
								5 級	4 級	2 級	5 級	4 級	2 級						
		上	下	上	下	上	下	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大			
30	50	0	-7	0	-6	0	-4	7	6	4	5	5	4	4	3	2	7	5	2.5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3.5	2	8	5	4
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2.5	10	6	5
120	150	0	-11	0	-9	0	-5	11	9	5	8	7	5	6	5	2.5	11	7	5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	13	8	5
180	250	0	-15	0	-11	0	-8	15	11	8	11	8	8	8	6	4	15	10	7
250	315	0	-18	0	-13	0	-8	18	13	8	14	10	8	9	7	4	18	11	7
315	400	0	-20	0	-15	0	-10	20	15	10	15	11	10	10	8	5	20	13	8
400	500	0	-23	-	-	-	-	23	-	-	17	-	-	12	-	-	23	-	-
500	630	0	-28	-	-	-	-	28	-	-	21	-	-	14	-	-	25	-	-
630	800	0	-35	-	-	-	-	35	-	-	26	-	-	18	-	-	30	-	-

② 適用於4級和2級的內徑尺寸偏差 Δds 的允許差與平均內徑的尺寸偏差 Δdmp 的允許差相同。

內環

單位：μm

橫向振擺 S_d			寬度的尺寸差 Δ_{Bs} 單體軸承				端面平行差 V_{Bs}		
5 級	4 級 最大	2 級	5 級 high	4 級 low	2 級 high	low	5 級	4 級 最大	2 級
8	4	1.5	0	-120	0	-120	5	2.5	1.5
8	4	1.5	0	-120	0	-120	5	3	1.5
8	5	1.5	0	-150	0	-150	6	4	1.5
9	5	2.5	0	-200	0	-200	7	4	2.5
10	6	2.5	0	-250	0	-250	8	5	2.5
10	6	4	0	-250	0	-300	8	5	4
11	7	5	0	-300	0	-350	10	6	5
13	-	-	0	-350	-	-	13	-	-
15	-	-	0	-400	-	-	15	-	-
-	-	-	0	-	-	-	-	-	-

外環

單位：μm

外徑面歪斜 S_D			寬度的尺寸差 Δ_{Cs} 所有等級				端面平行差 V_{Cs}		
5 級	4 級 最大	2 級					5 級	4 級 最大	2 級
8	4	1.5	相對於相同軸承的 d 的 Δ_{Bs} 允許偏差				5	2.5	1.5
8	4	1.5					6	3	1.5
9	5	2.5					8	4	2.5
10	5	2.5					8	5	2.5
10	5	2.5					8	5	2.5
11	7	4					10	7	4
13	8	5					11	7	5
13	10	7					13	8	7
15	-	-					15	-	-
18	-	-					18	-	-
20	-	-	20	-	-				



東培工業股份有限公司

TUNG PEI INDUSTRIAL CO., LTD.

總公司：台北市忠孝東路四段142號10樓
電話：(02)2741-7321 傳真：(02)2741-6623
桃園廠：桃園市八德區介壽路一段600號
電話：(03)361-3151 傳真：(03)362-8039
中壢廠：桃園市中壢區松江北路7號
電話：(03)452-6801 傳真：(03)451-3046
Head Office：10F., No.142, Sec. 4, Zhongxiao E. Rd.,
Taipei City 106, Taiwan
Tel: 886-2-2741-7321 Fax: 886-2-2741-6623
Taoyuan Factory：No. 600, Sec. 1, Jiesshou Rd., Bade Dist,
Taoyuan City 334, Taiwan
Tel: 886-3-361-3151 Fax: 886-3-362-8039
Chung-li Factory：No. 7, Sungjiang N. Rd., Zhongli Dist,
Taoyuan City 320, Taiwan
Tel: 886-3-452-6801 Fax: 886-3-451-3046

上海東培企業有限公司

SHANGHAI TUNGPEI ENTERPRISE CO., LTD.

上海廠：上海市松江工業區樂樂東路1555號
電話：(021)5774-4698 傳真：(021)5774-4695
Shanghai Factory：No.1555 Rongle Rd(E) Songjiang Industrial Zone,
Shanghai, China
Tel: 86-21-5774-4698 Fax: 86-21-5774-4695