

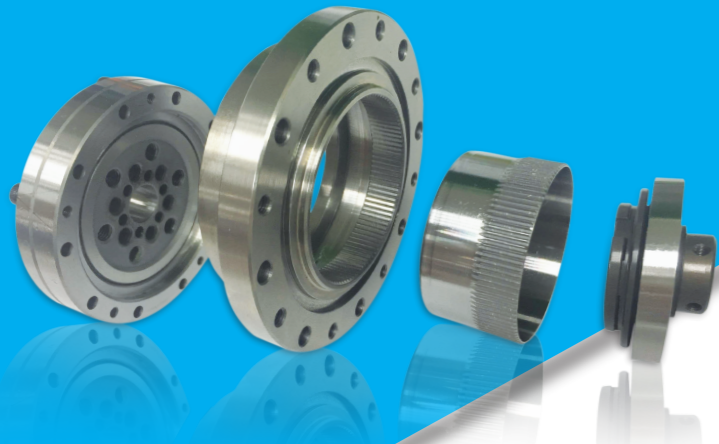
# STRAINWAVE DRIVE

TD減速機



# TPI Strainwave Drive

## TD減速機



### 產品起源

諧和式減速機為美國天才發明家C.W.Musser的嶄新構思，應用金屬的彈性力學以獨樹一幟的理論發明創造，Musser於機械、物理、化學、生物等領域獲得1500多個專利，此發明推翻了傳統的動力傳遞方式，一舉贏得世界矚目，以體積小、高轉矩負荷、高剛性、優良的定位精度和旋轉精度，經過世人不斷地改良沿用至今。

### 產品定義

減速機在原動件和工作機的執行機構中扮演匹配轉速及傳遞轉矩的作用，是一種精密的減速傳遞裝置，目的為降低轉速及增加轉矩。

### 產品原理

減速機一般使用於低轉速及大扭矩的傳動設備，將高速運轉的動力透過輸入軸上的齒輪，嚙合傳遞至輸出軸達到減速目的，齒輪的齒數比就是傳動比。

### 1. 結構特點

TD減速機主要結構包含波形產生器(Wave Generator)、撓性齒杯(Flex Gear)、環齒剛輪(Circular Gear)、交叉滾柱軸承(Cross Roller Bearing)，其中波形產生器也包含了薄型軸承(Thin Ball Bearing)，由於齒型模數小，嚙合的齒數多，因此可產生較大的轉矩及實現高精度的定位，結構上也可達到小型輕量化，組合後整體結構顯示如圖1-1所示，圖1-2為分解後各部件之照片圖。

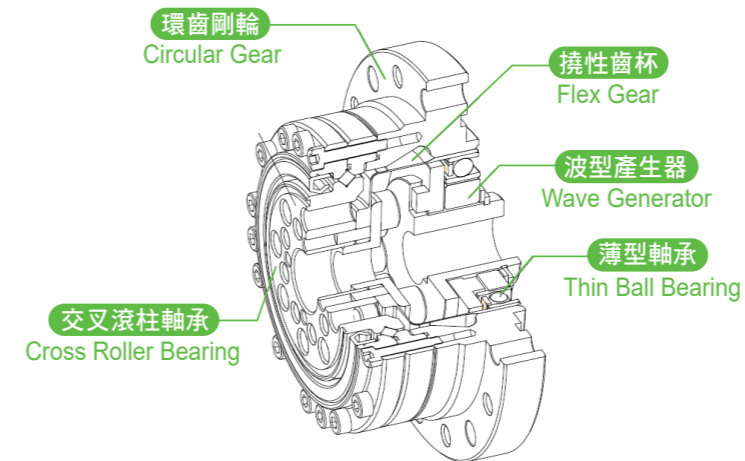


圖1-1 諧和式減速機結構圖

撓性齒杯選用材料具有高抗拉強度及承受韌性變形等特點，TPI具有齒形自我研發能力，應用FEM分析齒對齒合及齒面接觸應力優化設計。

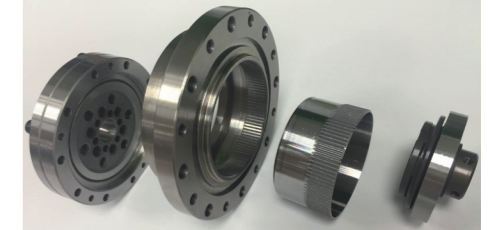


圖1-2 各部件示意照片

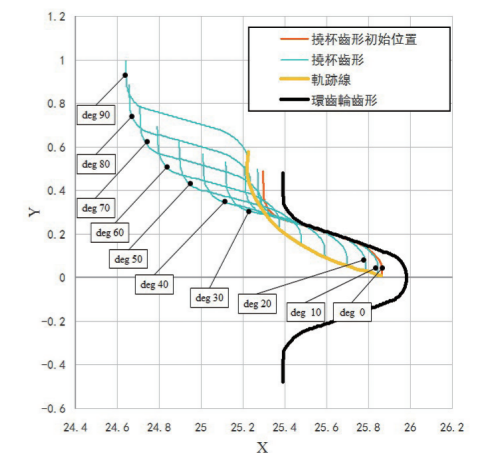


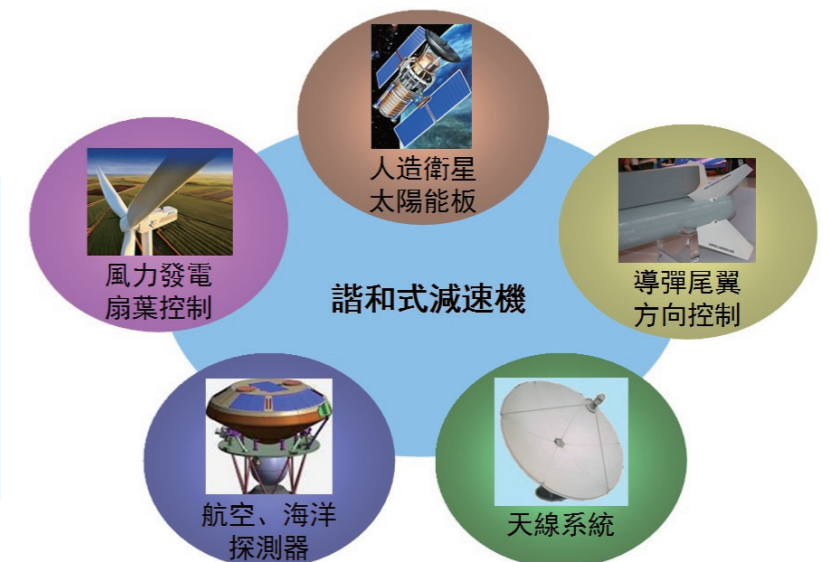
圖1-3 齒形嚙合軌跡

### 優點

- ◆ 機構簡單，可達到1:50至1:120的高減速比
- ◆ 背隙值極小，適於控制機構要求精度準確
- ◆ 同時嚙合齒數多，可達到高迴轉精度要求
- ◆ 所有減速比僅由四個部件構成，組裝簡易
- ◆ 轉矩大、高減速比、體積小、重量輕

### 應用領域

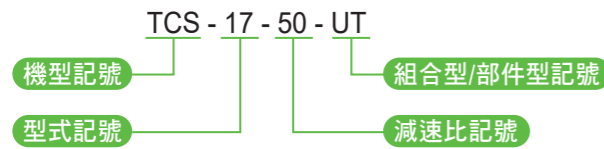
- ◆ 智能機器人
- ◆ 家用或工業用多軸機械手臂
- ◆ 精密加工機械
- ◆ 航太與海洋科學
- ◆ 電動機踏車
- ◆ 風力發電扇葉控制
- ◆ 其他減速機構應用等





## 2.減速機標稱品名

TD減速機的標稱品名是用以表示其型式、尺寸、減速比、內部構造等的一種代號，其排列順序如表2-1所示。



機型	型式	減速比	組合型/部件型
TCS TSH	14	50 80 100 120	CT=部件型
	17		UT=組合型
	20		HUT=中空組合型
	25		SUT=輸入軸組合型
	25		NST=標準簡易組合型
	32		HST=中空簡易組合型

◆ TCS=Cup Type, TSH=Hat Type  
◆ 減速比為下列之情況  
輸入: Wave Generator, 固定: Circular Gear, 輸出: Flex Gear

表2-1 減速機之標稱號碼排列

## 3.減速機對應交叉滾柱軸承品名

TD減速機若以波形產生器為輸入端，則包含有薄型軸承(Thin Ball Bearing)，在組合型輸出端則有交叉滾柱軸承(Cross Roller Bearing)，其對應如表3-1所示。

型式	薄型軸承	交叉滾柱軸承(TCS)	交叉滾柱軸承(TSH)
14	SX05T01	CRA1116	CRC3815
17	SX06T01	CRA1016	CRC4717
20	SX07T01	CRA1416	CRC5418
25	SX09T01	CRA2018	CRC6720
32	SX12T01	CRA2621	CRC8824

表3-1 減速機型式對應之軸承品名

## 4.角度傳遞精度誤差

角度傳遞精度誤差是指給定任意旋轉角度傳遞至輸入端，理論輸出的旋轉角度與實際輸出的旋轉角度相差值，即為角度傳遞誤差精度誤差 $\theta$ ，精度規格如表4-1所示。

減速比 \ 型式	14	17	20	25	32
30	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5
50以上	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0

表4-1 角度傳遞精度誤差規格(arc min)

## 5.潤滑脂選用

組合型的標準潤滑方式為滑脂潤滑，出廠前均已封入滑脂，可不必再填充直接進行安裝。

Grease code	Base oil	Thickner	Penetration (25°C 60W,mm)	Dropping point(°C)	Color
L306	Mineral	Li	265~295	197	Yellow
LT52	PAO+Ester	Urea	290~320	247	Light yellow

表5-1 潤滑脂選用

## 6.剛性

TD減速機在固定輸入端(波形產生器)情況下，並對輸出端(交叉滾柱軸承)施以轉矩，則可得到扭轉角相對應於轉矩的剛性。圖6-1是將施加於輸出端的轉矩，從原點開始向順時針方向及負時針方向分別增減 $+T_n$ 至 $-T_n$ 時，配合輸出端的扭轉角度量後繪製而成。

K1---轉矩從0至T1的彈簧常數  
K2---轉矩從T1至T2的彈簧常數  
K3---轉矩從T2至Tn的彈簧常數

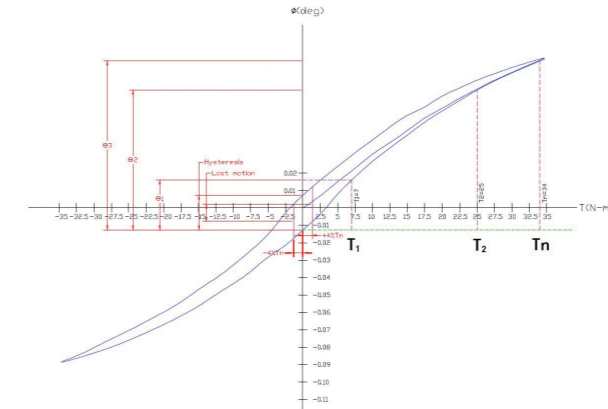


圖6-1 剛性圖

## 7.使用壽命

TD減速機的使用壽命取決於波形產生器中的薄型軸承使用壽命，其計算式如式7-1，TD減速機實際運轉條件下的使用壽命如式7-2。

TCS / TSH	使用壽命時間
L10壽命	10,000小時
L50壽命	50,000小時

式7-1

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \times N} \left( \frac{C_r}{P} \right)^3$$

N	轉速(RPM)
C <sub>r</sub>	軸承基本動額定負荷
P	荷重

式7-2

$$L_{TD} = L_n \times \left( \frac{T}{T_a} \right)^3 \times \left( \frac{N}{N_a} \right)$$

L <sub>n</sub>	L10或L50壽命時間
T	額定轉矩
T <sub>a</sub>	輸出端平均負載轉矩
N	額定轉速
N <sub>a</sub>	輸入端平均轉速

## 8.起動轉矩

是指TD減速機在輸入端施加轉矩時，輸出端開始旋轉時瞬間產生的轉矩值，詳洽TPI技術人員。

### 9. 波形產生器結構

TD減速機的波形產生器包含有自動對心結構的歐丹(Oldham)聯軸器型式及沒有自動對心結構的一體式兩種類型，考量到選用馬達瓦數及廠牌不盡相同，對應的馬達軸心尺寸各異，有些軸徑大尺寸對於波形產生器結構已無法使用歐丹聯軸器型式，根據各系列型號不同也有差異，波形產生器的基本結構及形狀如圖9-1所示。

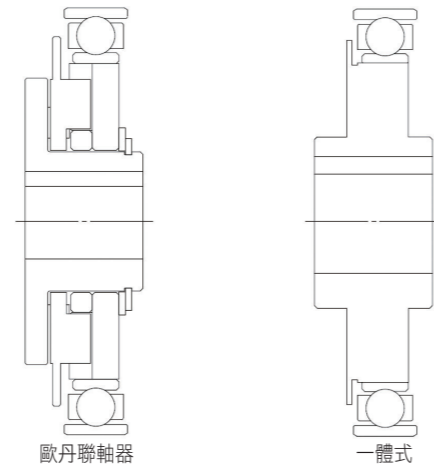


圖9-1 減速機型式對應之軸承品名

### 10. 組裝注意事項

為防止潤滑脂洩漏，以及維持TD減速機的高耐久性，必要時需使用以下密封機構。

	必要密封部位	推薦密封方法
輸出端	法蘭中央貫穿孔及組配面	使用油環(產品內附)
	安裝螺絲	使用Loctite 242
輸入端	法蘭組配面	使用油環(產品內附)
	馬達輸出軸	請在馬達安裝法蘭上安裝油環

TD減速機具有多項優點，但組裝或公差上的不當配合不僅無法發揮其性能，還可能導致破損等故障，使用時請特別注意以下組裝說明內容。

- 一、如圖10-1所示，在馬達安裝介面上，安裝減速機安裝法蘭。
- 二、將波形產生器安裝至馬達輸出軸上，使用壓蓋或金屬墊圈以螺絲將波形產生器固定在馬達輸出軸上。
- 三、將減速機本體輕輕地安裝至法蘭面上，低速轉動波形產生器使本體較易組裝。
- 四、安裝過程中，請小心避免讓灰塵、切屑進入產品內部，若是混入，長期運轉下可能會使波形產生器中的軸承提早發生磨損、剝離及卡咬，並在齒面產生異常磨耗、異常聲響及振動等現象。若是髒汙及切屑混入時，請務必用新的機械用清洗液沖洗乾淨。請注意，沖洗時務必輕輕轉動波形產生器，不要拉扯。沖洗完成後，請使用乾燥的空氣將其吹乾。

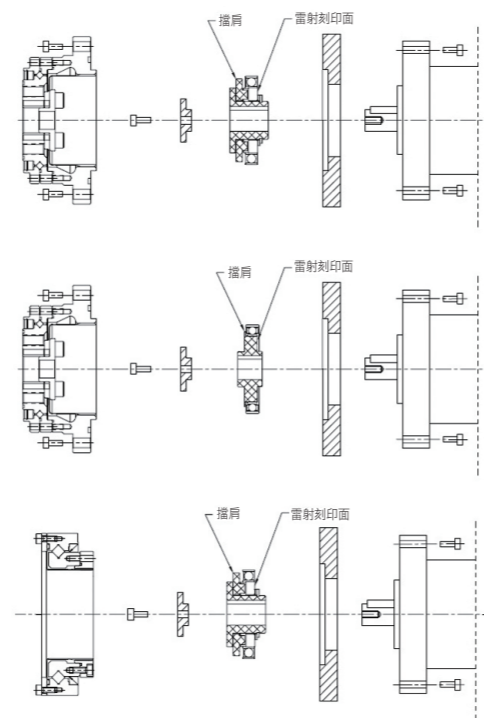


圖10-1 組裝示意圖

### 額定表

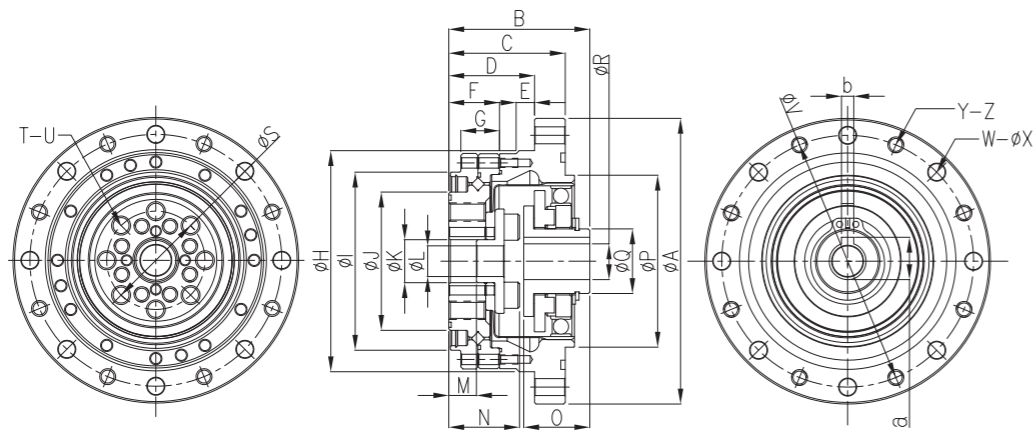
型號	減速比	輸入2,000RPM時的額定轉矩	起動停止時的容許最大轉矩	平均負載時的容許最大轉矩	瞬間容許最大轉矩	容許最高輸入轉速	容許平均輸入轉速	壽命時間
		Nm	Nm	Nm	Nm	RPM	RPM	Hours
14	50	7	23	9	46	8500		
	80	10	30	14	58			
	100	10	36	14	58			
17	50	21	44	34	91	7300		
	80	29	56	35	109			
	100	31	70	51	109			
	120	31	70	51	109			
20	50	33	73	44	127	6500	3500	10000
	80	44	96	61	165			
	100	52	107	64	191			
25	50	51	127	72	242	5600		
	80	82	178	113	332			
	100	87	204	140	369			
32	50	99	281	140	497	4800		
	80	153	395	217	738			
	100	178	433	281	841			
	120	178	459	281	892			

### 剛性

型號		14	17	20	25	32
T <sub>1</sub>	Nm	2.0	3.9	7.0	14	29
T <sub>2</sub>		6.9	12	25	48	108
減速比 50	K <sub>1</sub>	0.34	0.81	1.30	2.50	5.40
	K <sub>2</sub>	0.47	1.10	1.80	3.40	7.80
	K <sub>3</sub>	0.57	1.30	2.30	4.40	9.80
減速比 80以上	K <sub>1</sub>	0.47	1.00	1.60	3.10	6.70
	K <sub>2</sub>	0.61	1.40	2.50	5.00	11.00
	K <sub>3</sub>	0.71	1.60	2.90	5.70	12.00



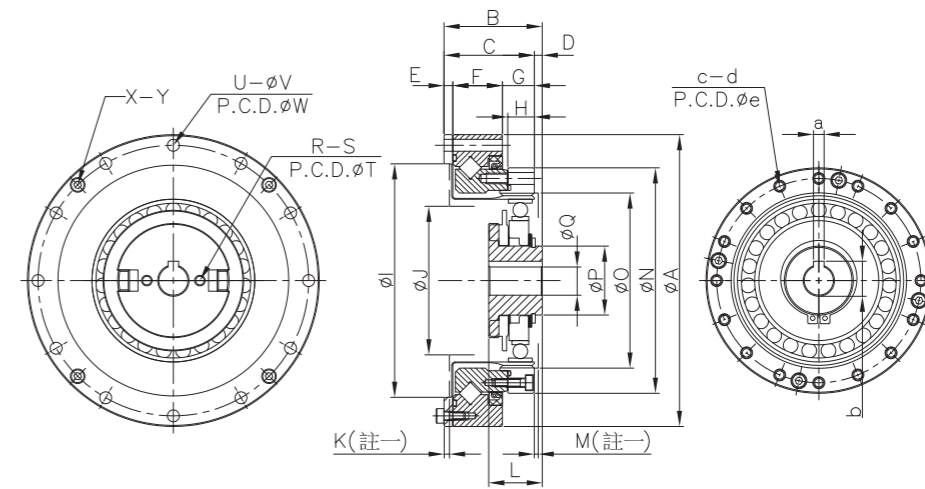
TCS-UT組合型 | Unit Type ※實際尺寸依承認圖提供為準。



TCS-XX-XX-UT 單位: mm

尺寸	型式	14	17	20	25	32
φA		73	79	93	107	138
B		41	45	45.5	52	62
C		34	37	38	46	57
D		27	29	28	36	45
E		3.5	4.5	6	6	6
F		16.5	16.5	16.5	18.5	22.5
G		12	12	12	14	17
φH		56	63	72	86	113
φI		42.5	49.5	58	73	96
φJ		31	38	45	58	78
φK		11	10	14	20	26
φL		8	6	10	15	20
M		9.4	9.5	9	12	15
N		21.4	23.5	23	29	37
O		18.5	20.7	21.5	21.6	23.6
φP		38	48	56	67	90
φQ		14	18	21	26	26
φR		6	8	12	14	14
φS		23	27	32	42	55
T		6	6	8	8	8
U		M4	M5	M6	M8	M10
φV		65	71	82	96	125
W		8	8	8	10	12
φX		4.5	4.5	5.5	5.5	6.6
Y		8	8	8	10	12
Z		M4	M4	M5	M5	M6
a		-	-	13.8	16.3	16.3
b		-	-	4	5	5
set screw		2-M3	2-M3	-	-	-

TSH-NST 標準簡易組合型 | Simple Unit Type Normal Structure Type ※實際尺寸依承認圖提供為準。



註一: 此 --- 區段結構設計時請依圖示建議規定讓開, 避免對減速機產生性能及壽命之影響。

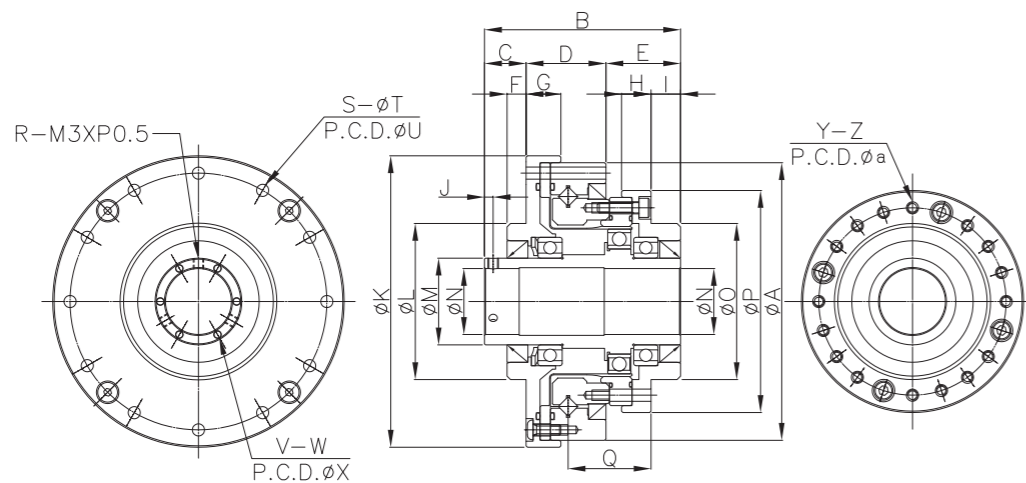
TSH-XX-XX-NST 單位: mm

尺寸	型式	14	17	20	25	32
φA		70	80	90	110	142
B		28.5	32.5	33.5	37	44
C		23.5	26.5	29	34	42
D		5	6	4.5	3	2
E		2.4	3	3	3.3	3.6
F		14.1	16	17.5	18.7	23.4
G		7	7.5	8.5	12	15
H		6	6.5	7.5	10	14
φI		48	60	70	88	114
φJ		32	38	45	56	75
K		1.5	2	1.8	2	2
L		17.6	19.5	20.1	20.2	22
M		1	1	1.5	1.5	1.5
φN		50	60	70	85	110
φO		37	45	53	66	86.5
φP		14	18	21	26	26
φQ		8	8	11	11	14
R		-	-	2	2	-
S		-	-	M3	M4	-
φT		-	-	16	20	-
U		8	12	12	12	12
φV		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5
φW		64	74	84	102	132
X		2	4	4	4	4
Y		M3	M3	M3	M3	M4
a		-	-	4	4	5
b		-	-	12.8	12.8	16.3
c		8	16	16	16	16
d		M3	M3	M3	M4	M5
φe		44	54	62	77	100
set screw		2-M3	2-M3	-	-	-

TCS-UT組合型 - Unit Type

TSH-NST 標準簡易組合型 - Simple Unit Type

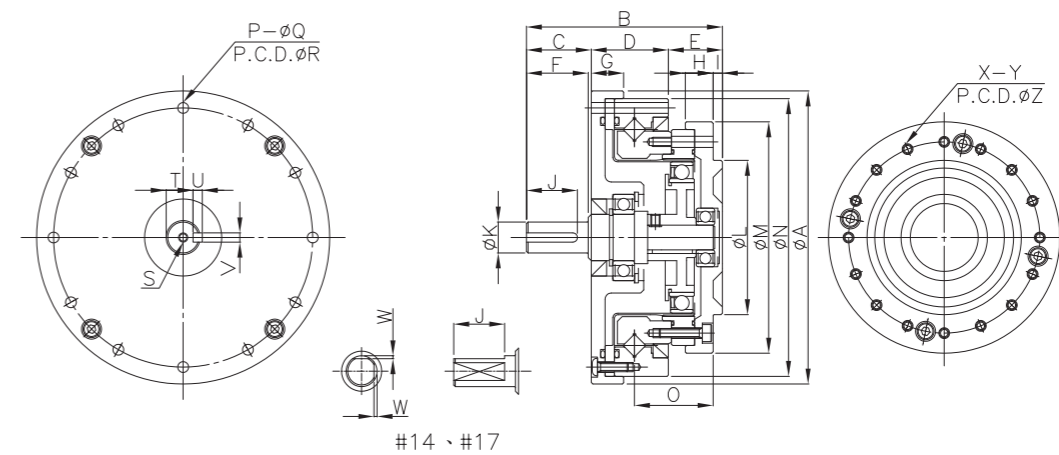
TSH-HUT 中空組合型 | Hollow Unit Type ※實際尺寸依承認圖提供為準。



TSH-HUT 中空組合型 · Hollow Unit Type

TSH-XX-XX-HUT 單位: mm						
尺寸	型式	14	17	20	25	32
φA		70	80	90	110	142
B		52.5	56.5	51.5	55.5	65.5
C		12	12	5	6	7
D		20.5	23	25	26	32
E		20	21.5	21.5	23.5	26.5
F		5.5	5.5	-	-	-
G		9	10	10.5	10.5	12
H		8	8.5	9	8.5	9.5
I		7.5	8.5	7	6	5
J		2.5	2.5	-	-	-
φK		74	84	95	115	147
φL		36	45	-	-	-
φM		20	25	30	38	45
φN		14	19	21	29	36
φO		36	45	50	60	85
φP		54	64	75	90	115
Q		21.7	23.9	25.5	29.6	36.4
R		3	3	-	-	-
S		8	12	12	12	12
φT		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5
φU		64	74	84	102	132
V		-	-	6	6	6
W		-	-	M3×6	M3×6	M3×6
φX		-	-	25.5	33.5	40.5
Y		12均分中8	20均分中16	16	16	16
Z		M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8
φa		44	54	62	77	100

TSH-SUT 輸入軸組合型 | Input Shaft Unit Type ※實際尺寸依承認圖提供為準。



TSH-SUT 輸入軸組合型 · Input Shaft Unit Type

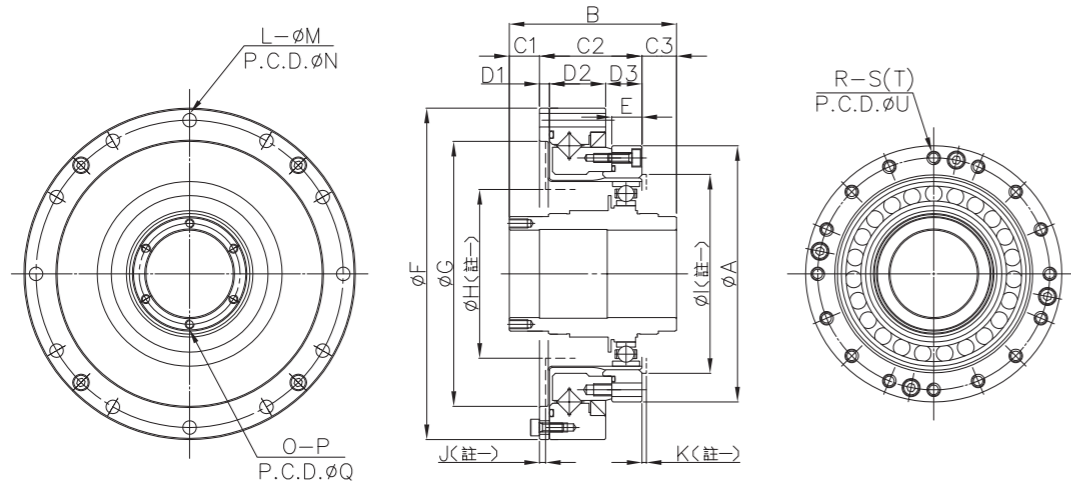
TSH-XX-XX-SUT 單位: mm						
尺寸	型式	14	17	20	25	32
φA		74	84	95	115	147
B		50.5	56	63.5	72.5	84.5
C		15	17	21	26	26
D		20.5	23	25	26	32
E		15	16	17.5	20.5	26.5
F		14	16	20	25	25
G		9	10	10.5	10.5	12
H		8	8.5	9	8.5	9.5
I		2.5	3	3	3	5
J		11	12	16.5	22.5	22.5
φK		6	8	10	14	14
φL		36	45	50	60	85
φM		54	64	75	90	115
φN		70	80	90	110	142
O		11	12	16.5	22.5	22.5
P		8	12	12	12	12
φQ		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5
φR		64	74	84	102	132
S		-	-	M3×6	M5×10	M5×10
T		-	-	8.2	11	11
U		-	-	3	5	5
V		-	-	3	5	5
W		0.5	0.5	-	-	-
X		12均分中8	20均分中16	16	16	16
Y		M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8
φZ		44	54	62	77	100

TSH-HST 中空簡易組合型 | Simple Unit Type  
Hollow Structure Type

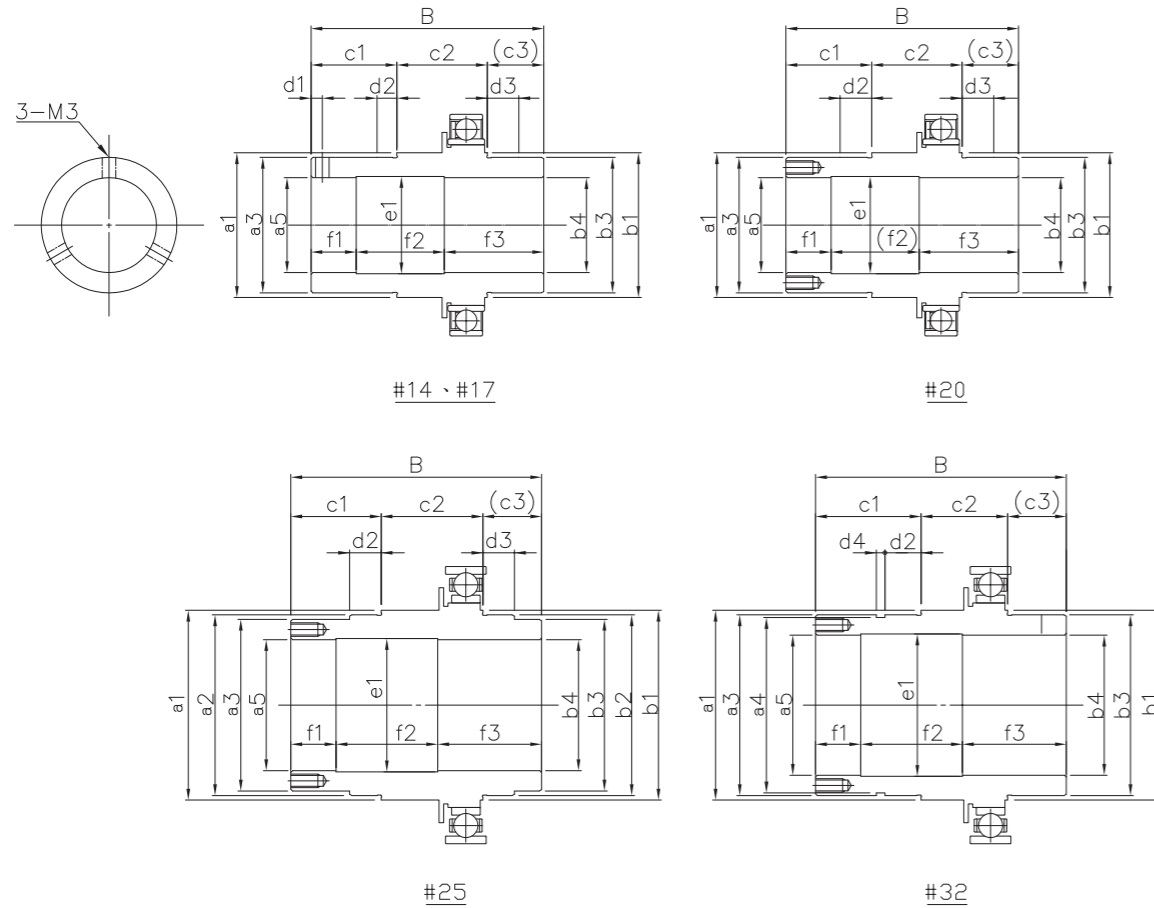
※實際尺寸依承認圖提供為準。

TSH-HST 中空簡易組合型 | Simple Unit Type  
Hollow Structure Type

※實際尺寸依承認圖提供為準。



註一：此一區段結構設計時請依圖示建議規定讓開，避免對減速機產生性能及壽命之影響。

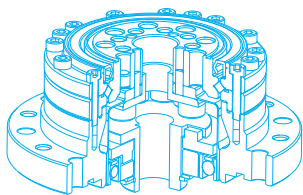
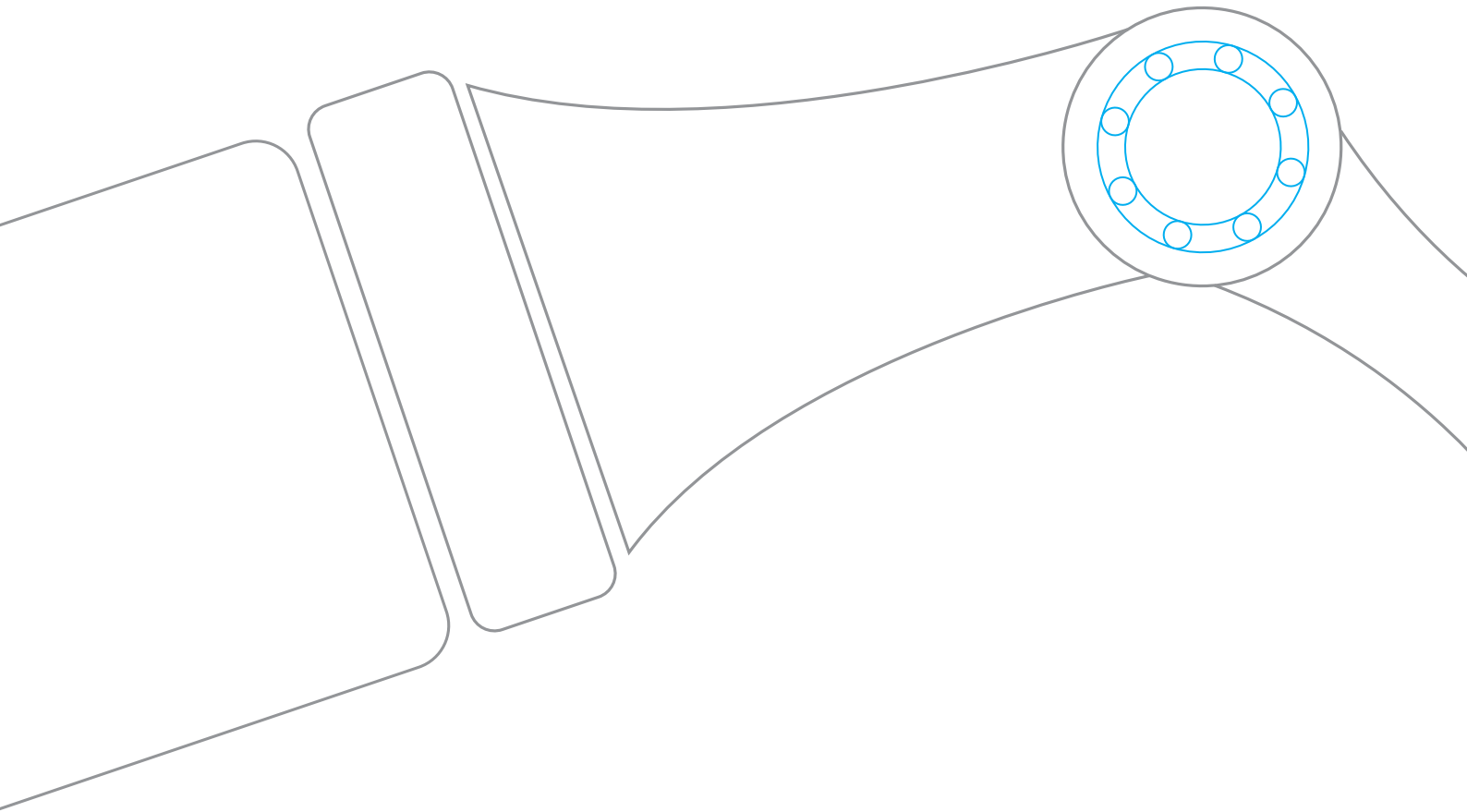


TSH-HST 中空簡易組合型 Simple Unit Type

TSH-HST 中空簡易組合型 Simple Unit Type

		TSH-XX-XX-HST				
		單位: mm				
尺寸	型式	14	17	20	25	32
φA		50	60	70	85	110
B		52.5	56.5	51.5	55.5	65.5
C1		16	16	9.5	10	12
C2		23.5	26.5	29	34	42
C3		13	14	13	11.5	11.5
D1		2.4	3	3	3.3	3.6
D2		14.1	16	17.5	18.7	23.4
D3		7	7.5	8.5	12	15
E		6	6.5	7.5	10	14
φF		70	80	90	110	142
φG		48	60	70	88	114
φH		31	38	45	56	73
φI		38	45	53	66	86
J		1.7	2.1	1.8	2	2
K		1	1	1.5	1.5	1.5
L		8	12	12	12	12
φM		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5
φN		64	74	84	102	132
O		-	-	6	6	6
P		-	-	M3×6	M3×6	M3×6
φQ		-	-	25.5	33.5	40.5
R		12均分中8	20均分中16	16	16	16
S		M3×5	M3×6	M3×6	M4×6	M5×8
T		φ3.5×6	φ3.5×6.5	φ3.5×7.5	φ4.5×10	φ5.5×14
φU		44	54	62	77	100
a1		22	27	32	42	49
a2		-	-	-	40	-
a3		20	25	30	38	45
a4		-	-	-	-	42.5
a5		14	19	21	29	36
b1		22	27	32	42	47
b2		-	-	-	40	-
b3		20	25	30	38	45
b4		14	19	21	29	36
c1		20	21.5	19	20	29
c2		20	21.5	20	22.5	23.5
c3		12.5	13.5	12.5	13	13
d1		2.5	2.5	-	-	-
d2		7	7	7	7	13.9
d3		7	7	7	7	-
d4		-	-	-	-	1.9
e1		14.5	19.5	21.5	29.5	36.5
f1		10	10	10	10	10
f2		22.5	24.5	19.5	22.5	30.5
f3		20	22	22	23	25





TD減速機  
**STRAINWAVE  
DRIVE**

**TPI**<sup>®</sup>  
BEARINGS

**東培工業股份有限公司**  
TUNG PEI INDUSTRIAL CO., LTD.

總公司 | Taipei Head Office

10F., No. 142, Sec. 4, Zhongxiao E. Rd., Taipei City 106, Taiwan  
106 台北市忠孝東路四段142號10樓 TEL +886-2-2741-7321 FAX +886-2-2741-6623

**上海東培企業有限公司**  
SHANGHAI TUNGPEI ENTERPRISE CO., LTD.

上海廠 | Shanghai Plant

No.1555, Rongle Rd.(E), Songjiang Industrial Zone, Shanghai, China  
中国上海市松江工业区荣乐东路1555号 TEL +86-21-5774-4698 FAX +86-21-5774-4695

**印尼東培製造有限公司**  
PT. TPI MANUFACTURING INDONESIA

印尼廠 | Indonesia Plant

Kawasan GIIC Blok AB No. 02, Kota Delta Mas, Desa Sukamahi Cikarang  
Pusat, Bekasi 17530, Jawa Barat, Indonesia TEL +62-21-8067-7410

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.

[www.tpi.tw](http://www.tpi.tw)



ISO 9001  
ISO 14001  
ISO 50001  
ISO 45001