



# 滾珠花鍵

Ball Spline

Technical Information





# 工業4.0 最佳夥伴

## INDUSTRIE 4.0 Best Partner



### 多軸機器人

#### Multi-Axis Robot

- 取放作業/組裝/整列與包裝/半導體/光電業/汽車工業/食品業
- 關節式機器手臂
  - 並聯式機器手臂
  - 史卡拉機器手臂
  - 晶圓機器人
  - 電動夾爪
  - 整合型電動夾爪
  - 旋轉接頭



### 單軸機器人

#### Single-Axis Robot

- 高精度產業/半導體/醫療自動化/FPD面板搬運
- KK, SK
  - KS, KA
  - KU, KE, KC



### Torque Motor 迴轉工作台

#### Torque Motor Rotary Table

- 醫療/汽車工業/工具機/產業機械
- RAB系列
  - RAS系列
  - RCV系列
  - RCH系列



### 滾珠螺桿

#### Ballscrew

- 精密研磨/精密轉造
- Super S 系列 (高Dm-N值/高速化)
  - Super T 系列 (低噪音/低振動)
  - 微小型研磨級
  - E2 環保潤滑模組
  - R1 螺帽旋轉式
  - Cool Type 節能溫控螺桿
  - RD 高DN節能重負荷
  - 滾珠花鍵



### 線性滑軌

#### Linear Guideway

- 精密機械/電子半導體/生技醫療
- 滾珠式—
    - HG重負荷型, EG低組裝, WE寬幅型, MG微型, CG扭矩型
  - 靜音式—
    - QH重負荷型, QE低組裝型, QW寬幅型, QR滾柱型
  - 其他—
    - RG滾柱型, E2自潤型, PG定位型, SE金屬端蓋型, RC強化型



### 特殊軸承

#### Bearing

- 工具機產業/機械手臂
- 交叉滾柱軸承
  - 滾珠螺桿軸承
  - 精密線性軸承
  - 軸承座



### 諧波減速機

#### DATORKER® Strain Wave Gear

- 機器人/自動化設備/半導體設備/工具機
- 調心輸入軸組合式 DSC-PO
  - 調心輸入軸組合式 DSC-CO
  - 中空輸入軸組合式 DSH-PH
  - 中空輸入軸密封式 DSH-AH



### AC伺服馬達&驅動器

#### AC Servo Motor & Drive

- 半導體設備/包裝機/SMT機台/食品業機台/LCD設備
- 驅動器—D1, D2T/D2T-LM, E1
  - 伺服馬達—50W-2000W



### 醫療設備

#### Medical Equipment

- 醫療院所/復健中心/療養中心
- 下肢肌力訓練機
  - 內視鏡扶持機器手臂



### 線性馬達平台

#### Linear Motor Stage

- 自動化搬運/AOI光學檢測/精密加工/電子半導體
- 鐵心式線性馬達
  - 無鐵心式線性馬達
  - 棒狀線性馬達
  - 平面馬達
  - 空氣軸承定位平台
  - X-Y平台 • 龍門系統
  - 單軸線性馬達定位平台



### 力矩馬達&直驅馬達

#### Torque Motor & Direct Drive Motor

- 工具機
- 力矩馬達—TM-2/IM-2, TMRW系列
- 檢測設備/機器人
- 直驅馬達—DMS, DMY, DMN, DMT系列

# HIWIN®

## 滾珠花鍵 BallSpline

### 技術手冊 目次

1. 滾珠花鍵產品種類 .....	2
2. 滾珠花鍵規格定義 .....	5
3. 滾珠花鍵選型 .....	6
3.1 選定滾珠花鍵的程序圖 .....	6
3.2 花鍵軸的強度設計 .....	7
3.3 預測壽命 .....	13
4. 選定預壓 .....	19
4.1 預壓與剛性 .....	19
4.2 預壓選定時的使用條件與基準 .....	20
5. 選定精度 .....	21
5.1 直線系滾珠花鍵 .....	21
5.2 複合系滾珠花鍵 .....	24
6. 滾珠花鍵規格尺寸 .....	25
6.1 直線系滾珠花鍵 RS、FS、FSR型 .....	25
6.2 複合系滾珠花鍵 FBR 型 .....	27
7. 設計範例 .....	28
7.1 花鍵軸需求的檢查要點 .....	28
7.2 花鍵螺帽的鍵槽與安裝孔的位置 .....	29
8. 安裝步驟 .....	30
9. 滾珠花鍵選配 .....	32
10. 使用注意事項 .....	33

# 1. 滾珠花鍵產品種類

## 直線系滾珠花鍵

(1) 圓筒型(RS型)



(2) 法蘭型(FS型)



(3) 旋轉型(FSR型)



## 產品結構

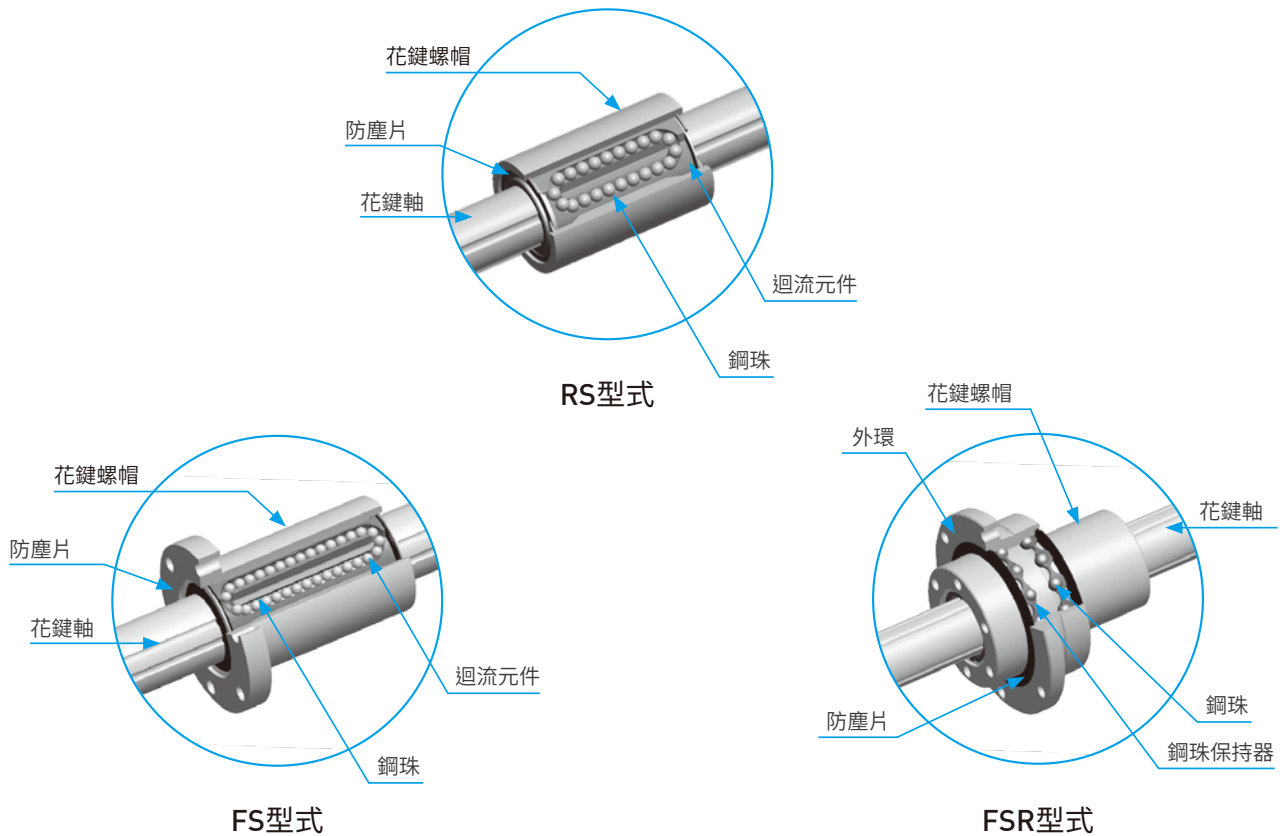


圖1-1.直線系滾珠花鍵產品結構圖

## 特徵

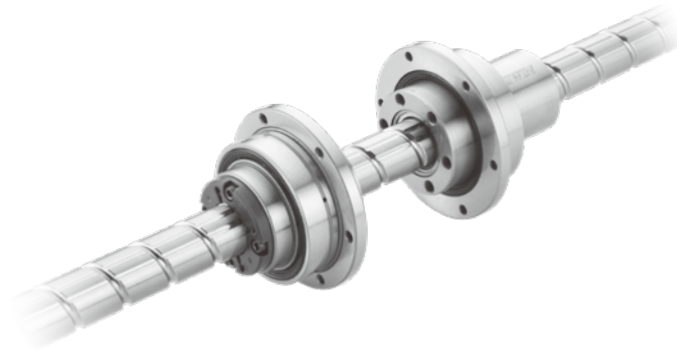
HIWIN 滾珠花鍵為一種滾動導引元件，主要是由花鍵螺帽、花鍵軸、鋼珠與保持器所組成，藉由鋼珠在花鍵螺帽與花鍵軸之間作無限滾動循環的滾動，使花鍵螺帽能沿著花鍵軸高精度線性移動。滾珠花鍵上的鋼珠為角接觸結構，可承受徑向負荷及扭矩負荷。花鍵螺帽與外環一體成型設計，使得滾珠花鍵在精簡的結構達到高負載。

滾珠花鍵設置了3組負荷滾珠，滾珠為面對面的角接觸設計，滾珠藉由鋼珠保持器，持續進行整列循環運動，透過最佳化的保持器設計，實現高速、高加減速的導引，此外保持器對於鋼珠的包覆設計使得花鍵螺帽從花鍵軸中抽出，滾珠也不會脫落。

- 可傳遞扭矩能力  
與線性軸承相比，滾動槽中的鋼珠為角度接觸，因此花鍵螺帽與花鍵軸可以相對運動，達到傳遞扭矩的功能。
- 一體型結構  
因花鍵螺帽與外環做一體化結構，實現高精度且小型的設計。

## 複合系滾珠花鍵-FBR、FBL型

螺桿花鍵(FBR型)



### 產品結構

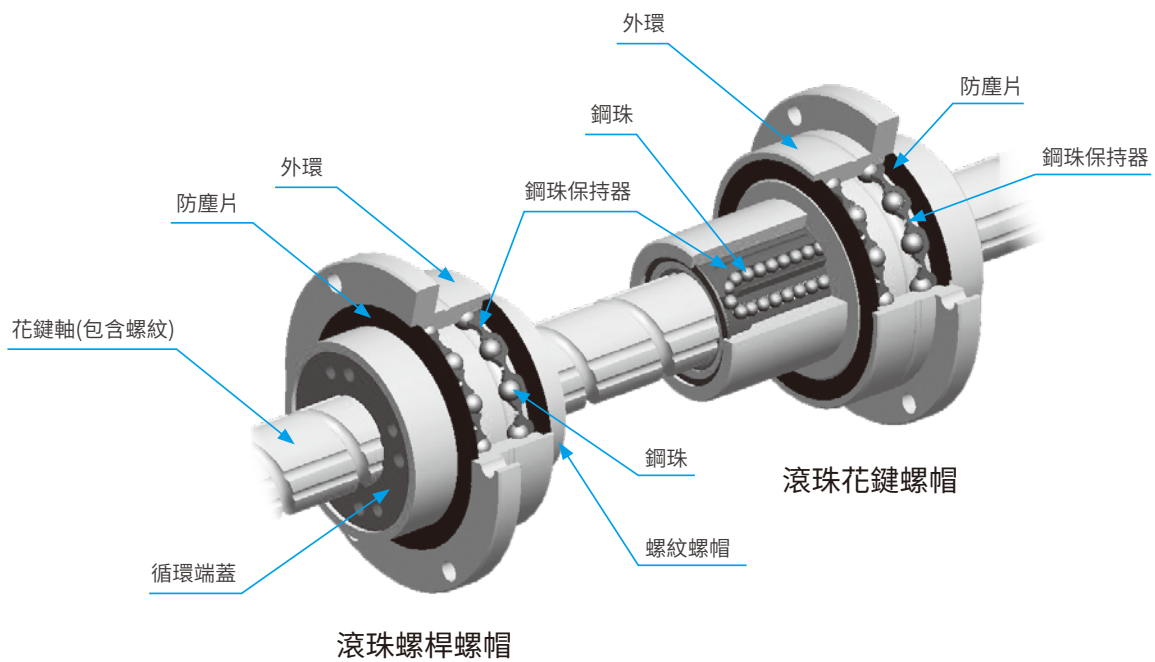


圖1-2.複合系滾珠花鍵產品結構圖

### 特徵

複合系滾珠花鍵主要由滾珠花鍵螺帽、滾珠螺桿螺帽、花鍵軸、鋼珠與保持器所組成，透過花鍵上的兩顆螺帽的交互作用，能夠整合直線、旋轉及螺旋三種作動模式在一軸上。

## 2. 滾珠花鍵規格定義

### 規格定義-RS、FS、FSR

**SP - 20 - 2 FS - 400 - 500 - C - S**

滾珠花鍵產品統稱

花鍵軸外徑

1根軸上花鍵螺帽數量

1顆無標註

螺帽型式

RS：圓筒型

FS：法蘭型

FSR：旋轉型

直溝長度(單位mm)

花鍵軸標記

S：實心軸

無標註：中空軸

精度

C：普通級

H：高級

P：精密級

花鍵軸總長度

(單位mm)

### 規格定義-FBR、FBL

**SP - 20 - FBR - 400 - 500 - S**

滾珠花鍵產品統稱

花鍵軸外徑

螺帽型式

FBR：右旋

FBL：左旋

直溝長度(單位mm)

花鍵軸標記

S：實心軸

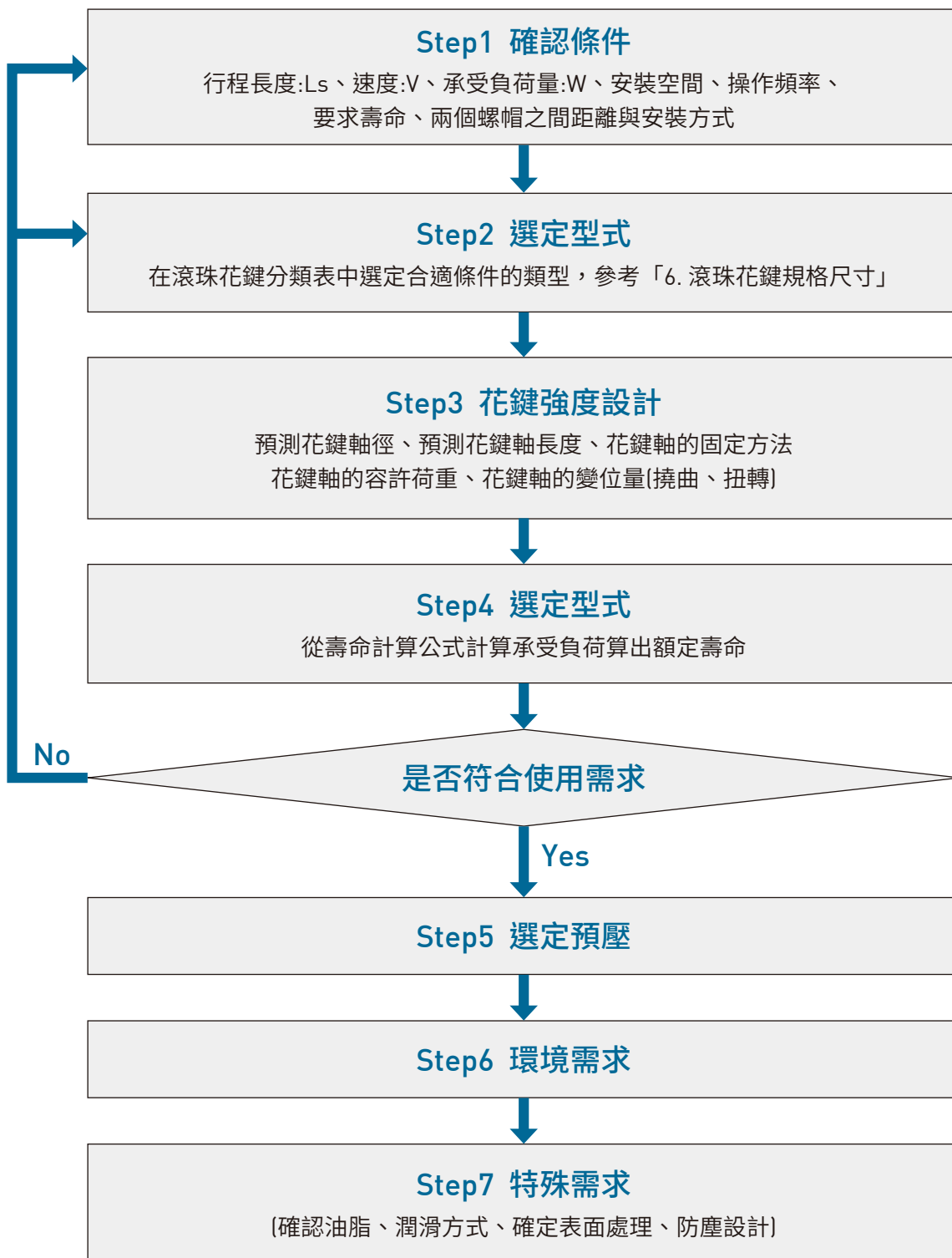
無標註：中空軸

花鍵軸總長度

(單位mm)

### 3. 滾珠花鍵選型

#### 3.1 選定滾珠花鍵的程序圖





## 3.2 花鍵軸強度設計

滾珠花鍵的花鍵軸是能夠承受徑向負載或扭力的複合軸。在負荷或扭力很大時，必須考慮花鍵軸的強度。

### 承受彎曲的花鍵軸

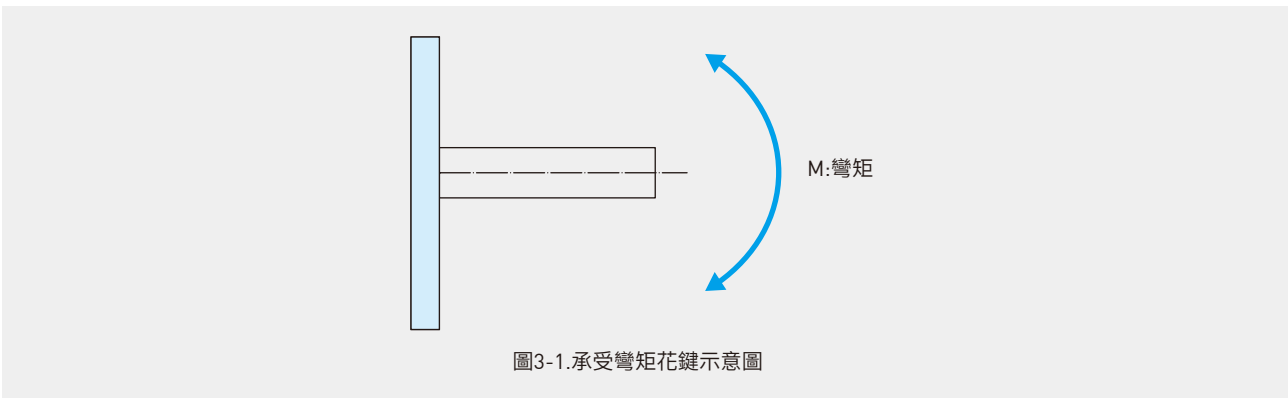
當彎矩作用在滾珠花鍵的花鍵軸上時，根據下列算式(1)可算出最適合的花鍵軸徑。

$$M = \sigma \cdot Z \text{ 和 } Z = \frac{M}{\sigma} \quad \dots\dots\dots 1$$

$M$  : 作用在花鍵軸之最大扭矩 (N-mm)

$\sigma$  : 花鍵軸的容許彎曲應力 (98N/mm<sup>2</sup>)

$Z$  : 花鍵軸的截面系數 (規格SP20為5.77x10<sup>2</sup> mm<sup>3</sup>)



### 承受扭轉的花鍵軸

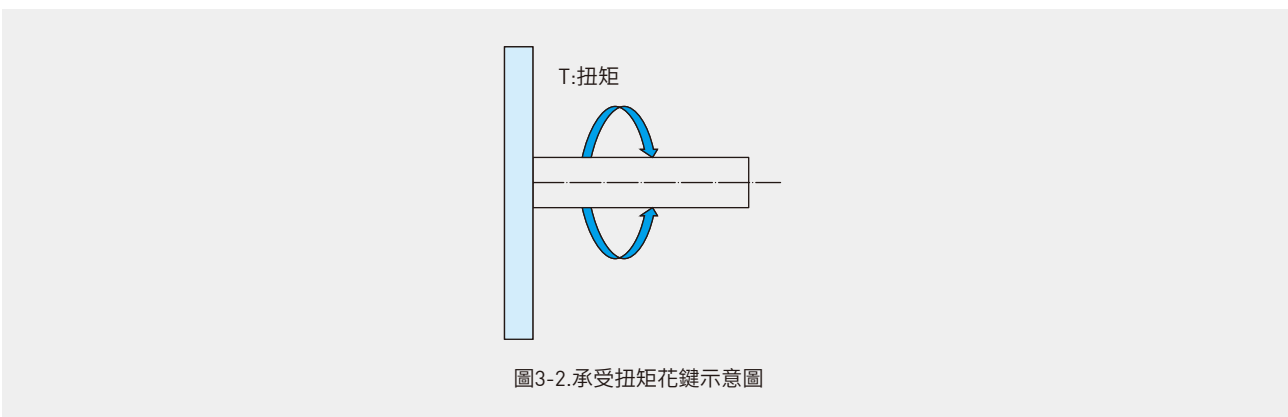
當扭轉作用在滾珠花鍵的花鍵軸上時，根據下列算式(2)可算出最適合的花鍵軸徑。

$$T = \tau_a \cdot Z_p \text{ 和 } Z_p = \frac{T}{\tau_a} \quad \dots\dots\dots 2$$

$T$  = 最大扭矩(N-mm)

$\tau_a$  = 花鍵軸容許應力(49N/mm<sup>2</sup>)

$Z_p$  = 花鍵軸的極截面係數 (規格20為1.15 x10<sup>3</sup> mm<sup>3</sup>)



### 花鍵軸同時承受彎曲及扭轉作用

當滾珠花鍵之花鍵軸同時承受彎矩與扭矩作用時，須分別計算花鍵軸徑，考慮等效彎矩( $M_e$ )和等效扭矩( $T_e$ )，取其中花鍵軸徑較大者作為花鍵軸徑。

等效彎矩:

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\} \dots\dots\dots 3$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

等效扭矩:

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \times \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \dots\dots\dots 4$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_p$$

### 花鍵軸的剛性

花鍵軸之剛性是以長度1米的花鍵軸扭轉角作表示，它被限制在0.25°左右。

$$\theta = 57.3 \times \frac{T \cdot L}{G \cdot I_p} \dots\dots\dots 5 \quad \text{花鍵軸的剛性} = \frac{\text{扭轉角}}{\text{單位長度}} = \frac{\theta \cdot l}{L} < \frac{1^\circ}{4}$$

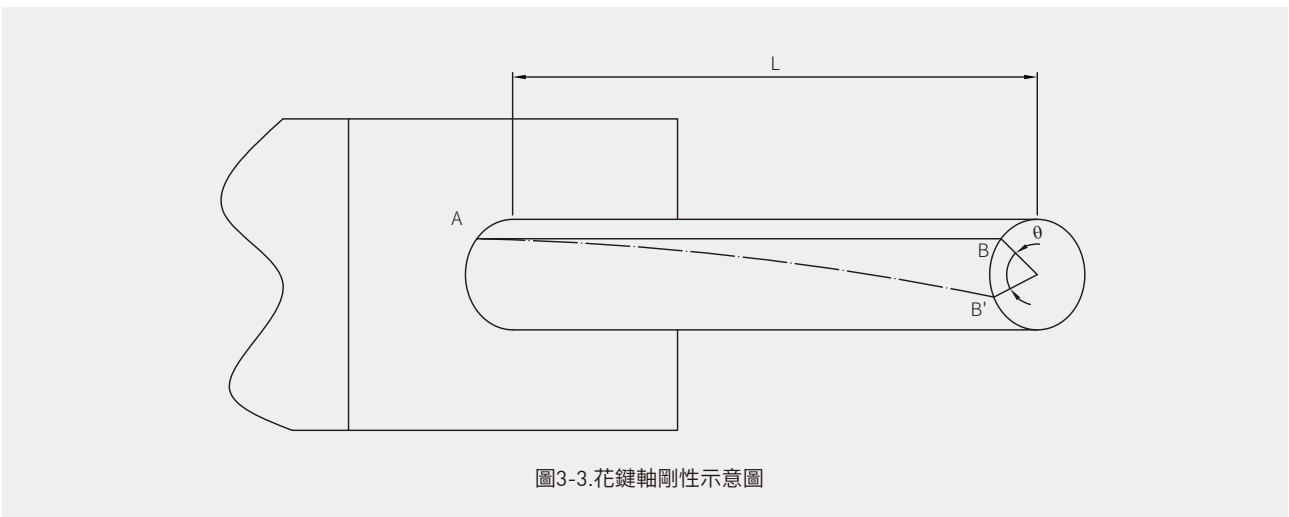


圖3-3.花鍵軸剛性示意圖

$\theta$ ：扭轉角(°)

L：花鍵軸長度(mm)

G：橫向彈性係數( $7.9 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ )

l：單位長度(1000mm)

$I_p$ ：極慣性矩（規格20為 $1.1^4 \times 10^4 \text{mm}^4$ ）

## 花鍵軸的撓曲和撓曲角

滾珠花鍵的花鍵軸撓曲和撓曲角計算表根據其受力條件相適應的計算公式來計算。

表3-1. 撓曲和撓曲角計算式

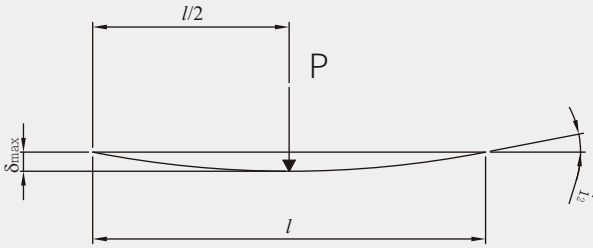
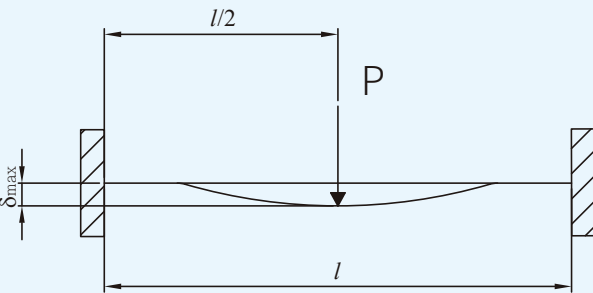
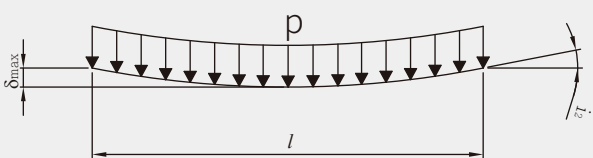
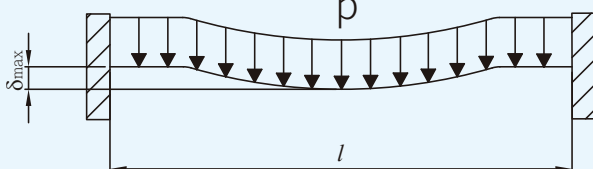
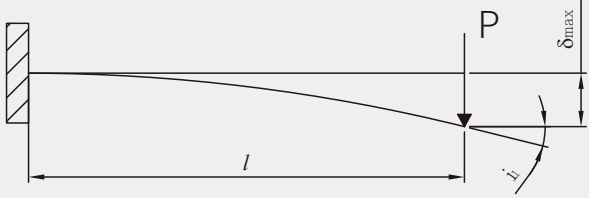
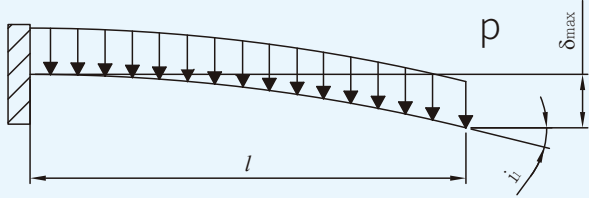
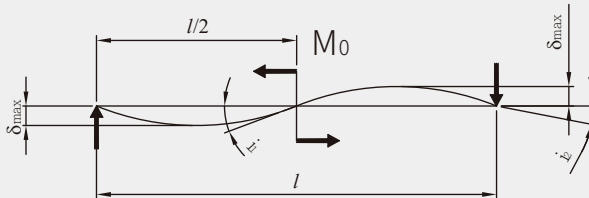
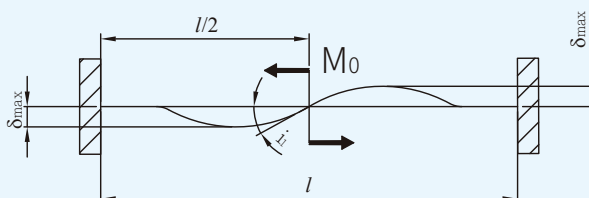
支撐方式	使用條件	撓曲的計算式	撓曲角的計算式
兩端均不固定		$\delta_{max} = \frac{Pl^2}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{Pl^2}{16EI}$
兩端固定		$\delta_{max} = \frac{Pl^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$
兩端均不固定		$\delta_{max} = \frac{5pl^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{pl^3}{24EI}$
兩端固定		$\delta_{max} = \frac{pl^4}{384EI}$	$i_2 = 0$

表3-2. 撓曲和撓曲角計算式

支撐方式	使用條件	撓曲的計算式	撓曲角的計算式
一端固定		$\delta_{max} = \frac{Pl^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{Pl^2}{2EI}$ $i_2 = 0$
一端固定		$\delta_{max} = \frac{pl^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{pl^3}{6EI}$ $i_2 = 0$
兩端均不固定		$\delta_{max} = \frac{\sqrt{3}M_0l^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0l}{12EI}$ $i_2 = \frac{M_0l}{24EI}$
兩端固定		$\delta_{max} = \frac{M_0l^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0l}{16EI}$ $i_2 = 0$

 $\delta_{max}$  : 最大撓曲(mm) $i_2$  : 支撐點的撓曲角 $M_0$  : 力矩(N-mm) $P$  : 集中負荷(N) $l$  : 跨距(mm) $p$  : 均等負荷(N/mm) $I$  : 幾何面矩(mm<sup>4</sup>) $E$  : 縱向彈性的係數  $2.06 \times 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>) $i_l$  : 載入點的撓曲角

## 花鍵軸的斷面特性

表3-3.花鍵軸截面特性

公稱直徑		I: 幾何面矩 mm <sup>4</sup>	Z: 截面係數 mm <sup>3</sup>	I <sub>p</sub> : 極慣性矩 mm <sup>4</sup>	Z <sub>p</sub> : 極截面係數 mm <sup>3</sup>
13	實心軸	1.32 x 10 <sup>3</sup>	2.09 x 10 <sup>2</sup>	2.7 x 10 <sup>3</sup>	4.19 x 10 <sup>2</sup>
	中空軸	1.29 x 10 <sup>3</sup>	2.0 x 10 <sup>2</sup>	2.63 x 10 <sup>3</sup>	4.09 x 10 <sup>2</sup>
16	實心軸	3.09 x 10 <sup>3</sup>	3.90 x 10 <sup>2</sup>	6.18 x 10 <sup>3</sup>	7.80 x 10 <sup>2</sup>
	中空軸	2.37 x 10 <sup>3</sup>	2.99 x 10 <sup>2</sup>	4.74 x 10 <sup>3</sup>	5.99 x 10 <sup>2</sup>
20	實心軸	7.61 x 10 <sup>3</sup>	7.67 x 10 <sup>2</sup>	1.52 x 10 <sup>4</sup>	1.53 x 10 <sup>3</sup>
	中空軸	5.72 x 10 <sup>3</sup>	5.77 x 10 <sup>2</sup>	1.14 x 10 <sup>4</sup>	1.15 x 10 <sup>3</sup>
25	實心軸	1.86 x 10 <sup>4</sup>	1.50 x 10 <sup>3</sup>	3.71 x 10 <sup>4</sup>	2.99 x 10 <sup>3</sup>
	中空軸	1.34 x 10 <sup>4</sup>	1.08 x 10 <sup>3</sup>	2.68 x 10 <sup>4</sup>	2.16 x 10 <sup>3</sup>
32	實心軸	5.01 x 10 <sup>4</sup>	3.15 x 10 <sup>3</sup>	9.90 x 10 <sup>4</sup>	6.27 x 10 <sup>3</sup>
	中空軸	3.64 x 10 <sup>4</sup>	2.29 x 10 <sup>3</sup>	7.15 x 10 <sup>4</sup>	4.53 x 10 <sup>3</sup>

## 花鍵軸的臨界速度

以傳遞動力使滾珠花鍵軸旋轉時，假設花鍵軸的旋轉速度變高，與花鍵軸的臨界頻率接近而產生共振，花鍵軸就不能進行運動。因此，最高旋轉數必須限制在臨界速度以下且不產生共振。臨界速度可由下列算式(6)求得。(安全係數以0.8進行考量) 超過共振點，或在共振點附近使用時，則須在探討花鍵軸之直徑。

### • 臨界速度

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi \times l_b^2} \times \sqrt{\frac{E \times 10^3 \times I}{\gamma \times A}} \times 0.8 \quad \dots \dots \dots 6$$

N<sub>c</sub>: 臨界速度 (min<sup>-1</sup>)

l<sub>b</sub>: 安裝面之間的距離 (mm)

E: 縱彈性模數 (2.06x10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup>)

I: 軸的最小幾何面矩 (mm<sup>4</sup>)

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad d = \text{小直徑 (mm)}$$

γ: 密度 (特定重心) (7.85x10<sup>5</sup> kg/mm<sup>3</sup>)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad d: \text{小直徑 (mm)}$$

A: 花鍵軸端面的面積 (mm<sup>2</sup>)

λ: 取決於安裝方法的因素

1. 固定—不固定, λ=1.875, 如圖2-4.1.

2. 支撐—支撐, λ=3.142, 如圖2-4.2.

3. 固定—支撐, λ=3.927, 如圖2-4.3.

4. 固定—固定, λ=4.73, 如圖2-4.4.

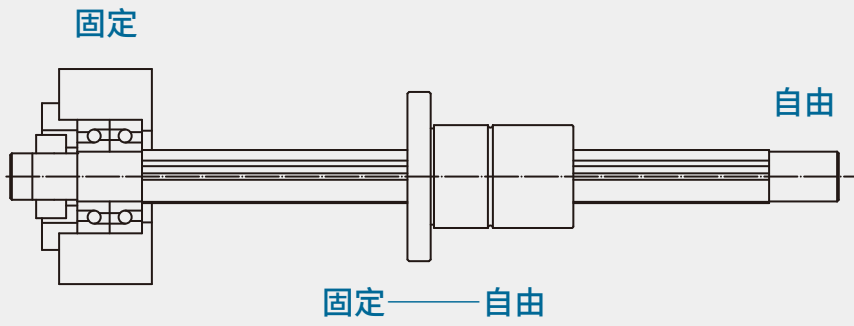


圖3-4.花鍵軸固定-自由示意圖

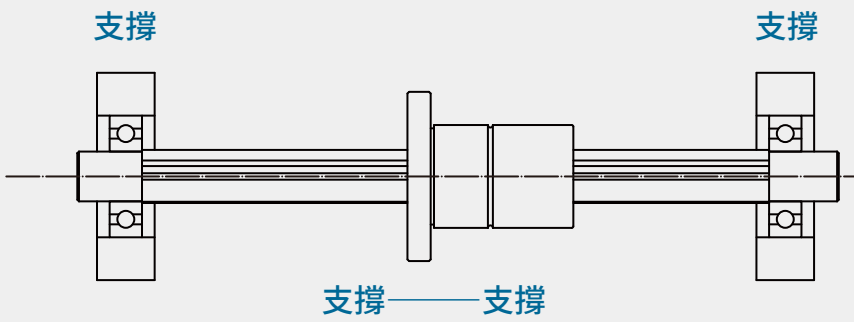


圖3-5.花鍵軸支撐-支撐示意圖

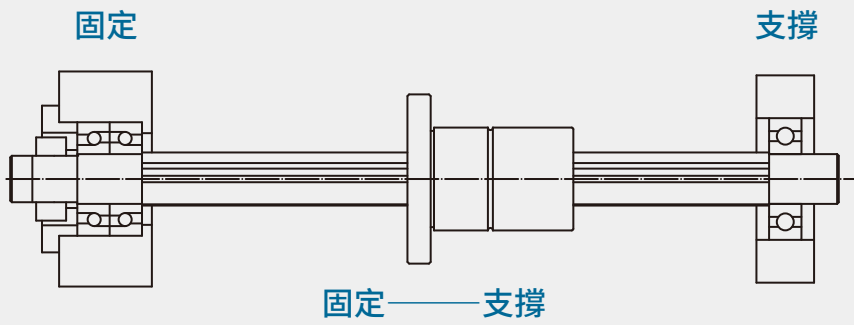


圖3-6.花鍵軸固定-支撐示意圖

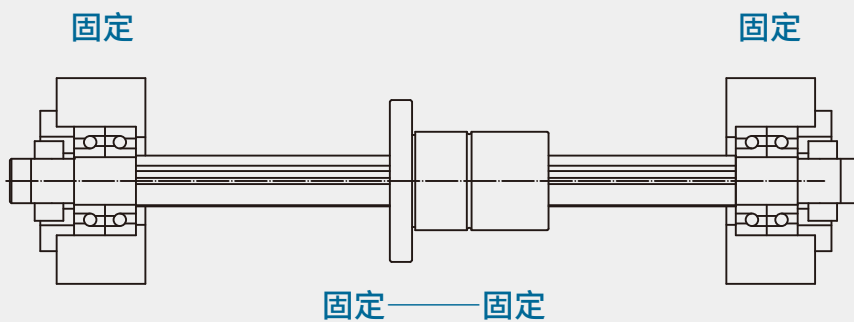


圖3-7.花鍵軸固定-固定示意圖

### 3.3 預測壽命

#### 額定壽命

即便是同一批製造出來的滾珠花鍵，在相同運動條件下使用，其壽命也有很大的偏差。因此，作為計算直線運動系統的壽命之基準，使用以下所定義的額定壽命。

額定壽命是指讓一批同樣的直線運動系統在同樣條件上分別運動時，其中的90%不產生剝蝕（金屬面上剝離片）所能到達的總運行距離。

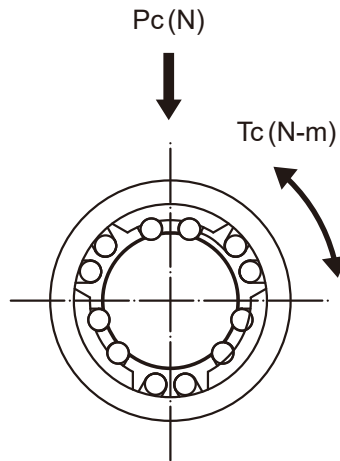


圖3-8.滾珠花鍵受力示意圖

滾珠花鍵的運行可分為承受扭力，徑向負荷及力矩等三種類型。各額定壽命可根據公式(7)~(10)求得。（各負荷方向的基本額定負荷均記載在各型號的尺寸表中。）

#### • 承受扭矩負荷時

$$L = \left( \frac{f_T \cdot f_C}{f_W} \times \frac{C_{T_C}}{T_C} \right)^3 \times 50 \dots\dots\dots 7$$

#### • 承受徑向負荷時

$$L = \left( \frac{f_T \cdot f_C}{f_W} \times \frac{C}{P_C} \right)^3 \times 50 \dots\dots\dots 8$$

$L$  : 額定壽命(km)

$C_T$ : 基本動額定扭矩(N-m)

$T_C$ : 外加扭矩計算值(N-m)

$C$  : 基本動額定荷重(N)

$P_C$  : 徑向負荷計算值(N)

$f_T$  : 溫度係數(參閱表格)

$f_C$  : 接觸係數(參閱表格)

$f_W$  : 負荷係數(參閱表格)

• 同時承受扭矩負荷和徑向負荷時

同時承受扭矩和徑向負荷時，可根據下列公式(9)算出等效徑向負荷後，再計算壽命。

$$P_E = P_C + \frac{4 \cdot T_c \times 10^3}{i \cdot dp \cdot \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots 9$$

**P<sub>E</sub>** : 等效徑向負荷(N)

**cosa** : 接觸角(FBR型式 α=70°)

**i** : 規格20在載荷中的鋼珠列為3列

**dp**: 滾珠中心直徑(mm)

• 計算壽命時間

用上述公式計算額定壽命(L)後，行程和次數一定時，壽命時間可按下列算式(10)計算。

$$L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times l_s \times n_1 \times 60} \quad \dots\dots\dots 10$$

**L<sub>h</sub>** : 壽命時間(h)

**l<sub>s</sub>** : 行程長度(m)

**n<sub>1</sub>** : 每分鐘往返次數(min<sup>-1</sup>)

**f<sub>T</sub>** : 溫度係數

當使用滾珠花鍵的工作溫度超過100°C的高溫時，考慮到高溫所引起的不良影響，故計算壽命時乘以圖3-6的溫度係數。同時，注意滾珠花鍵也有必要使用對應高溫的產品。

注意：工作超過80°C時，密封墊片和保持器的材料必須相應變成高溫規格的材料。

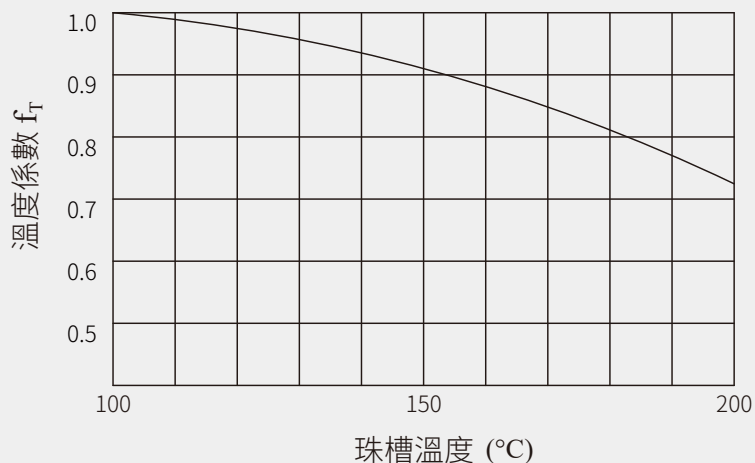


圖3-9. 溫度係數 (f<sub>T</sub>)



### $f_c$ ：接觸係數

將直線運動導向的花鍵螺帽靠緊使用時，由於力矩或安裝精度的影響很難得到均勻的負荷分佈，故將幾個花鍵螺帽緊靠使用時，請再基本額定負荷(C)和(C0)上乘以表3-4中的相應接觸係數。

表3-4.接觸係數 ( $f_c$ )

緊靠時的花鍵螺帽套數	接觸係數 $f_c$
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
通常使用	1

注意：大型裝置中，若預料負荷分佈不均等時，請參考表3-4中的接觸係數。

### $f_w$ ：負荷係數

一般來說，作往返運動的機械，在運轉中大都伴有振動與衝擊，特別是高速轉動時產生的振動，及經常反覆啟動、停止時所引起的衝擊等，全部正確的算出是很困難的。因此，在不能得到實際作用直線運動系統上的負荷時，或速度和振動的影響很大時，請將基本額定負荷(C)和(C0)除以表3-5中由經驗所得到的負荷係數。

表3-5.負荷係數 ( $f_w$ )

震動／衝擊	速度 V (m/s)	負荷係數 $f_w$
微小	微時速 $V \leq 0.25$	1~1.2
小	低速時 $0.25 < V \leq 1$	1.2~1.5
中	中速時 $1 < V \leq 2$	1.5~2
大	高速時 $V > 2$	2~3.5

### 花鍵軸截面形狀

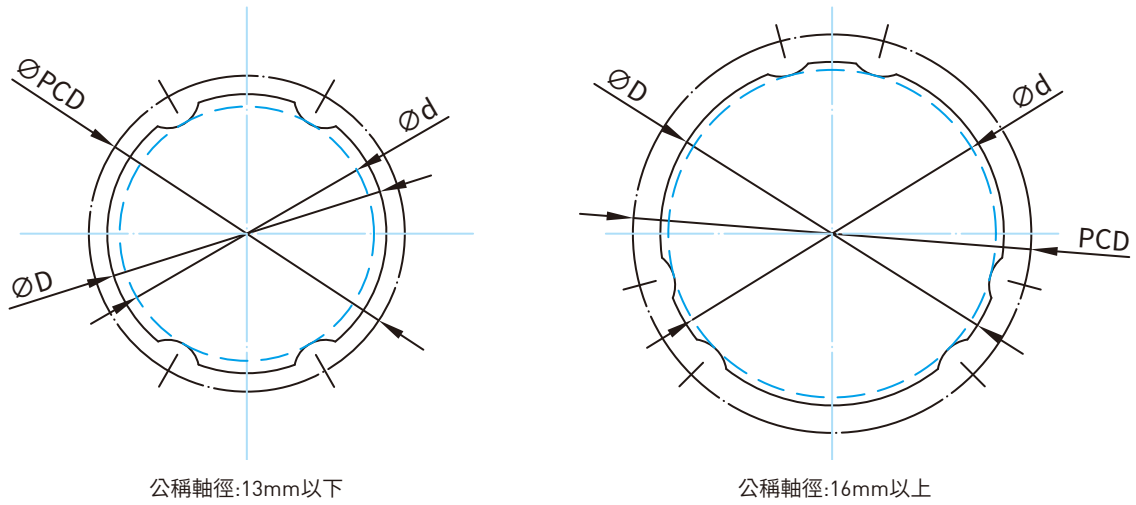


圖3-10.滾珠花鍵截面圖

### 中空花鍵軸截面形狀

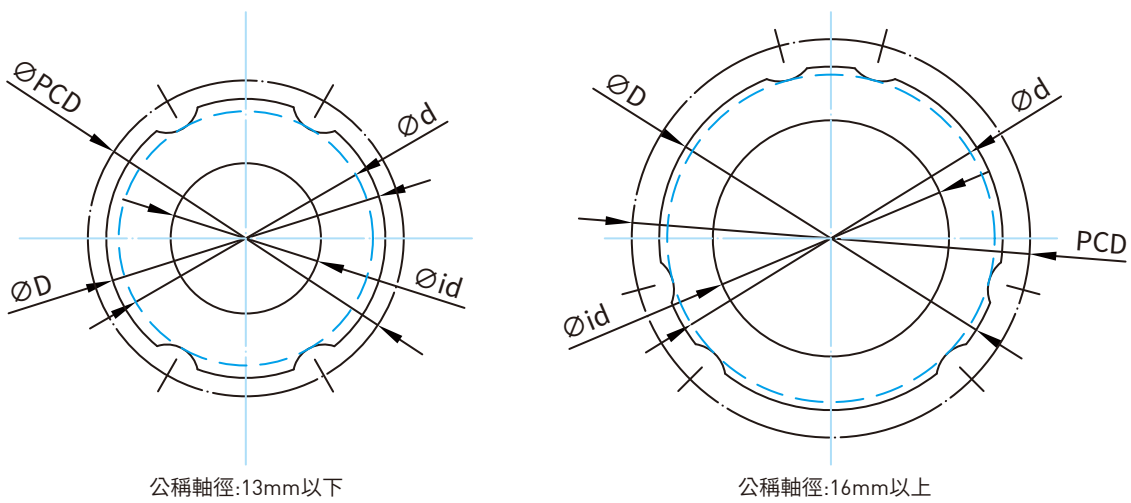


圖3-11.中空滾珠花鍵截面圖

表3-6.花鍵軸截面形狀參數

公稱軸徑	13	16	20	25	32
溝槽谷徑 $\varnothing d$	12.02	15.02	18.92	23.62	30.42
滾珠中心 PCD	14.8	17.8	22.1	27.6	33.2
外徑 $\varnothing D$	13	16	20	25	32
容許外徑公差	0 -0.018		0 -0.021		
中空孔 $\varnothing id$	7	11	14	18	23

\* 溝槽谷徑  $\varnothing d$  必須為加工後未留下溝槽處的值。

單位:mm

## 計算平均負荷

像工業用機器人的搖臂那樣，前進時抓住工件運動，後退時只有搖臂的自重時，作用至花鍵螺帽上的負荷根據各種各樣的條件而變動時，必須考慮負荷的變動條件來進行壽命計算。

平均負荷 (P<sub>m</sub>) 是指，當作用在花鍵螺帽上的負荷伴隨著運行中各式各樣的條件而變動時，與這個變動負荷條件下的壽命具有相同壽命的一定負荷。

基本式如下所示:

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} \cdot \sum_{n=1}^n (P_n^3 \cdot L_n)} \quad \dots\dots\dots 11$$

P<sub>m</sub> : 平均負荷(N)

P<sub>n</sub> : 變化負荷(N)

L : 總運行距離(mm)

L<sub>n</sub> : P<sub>n</sub>時運行的距離

## 階段性變化的情況

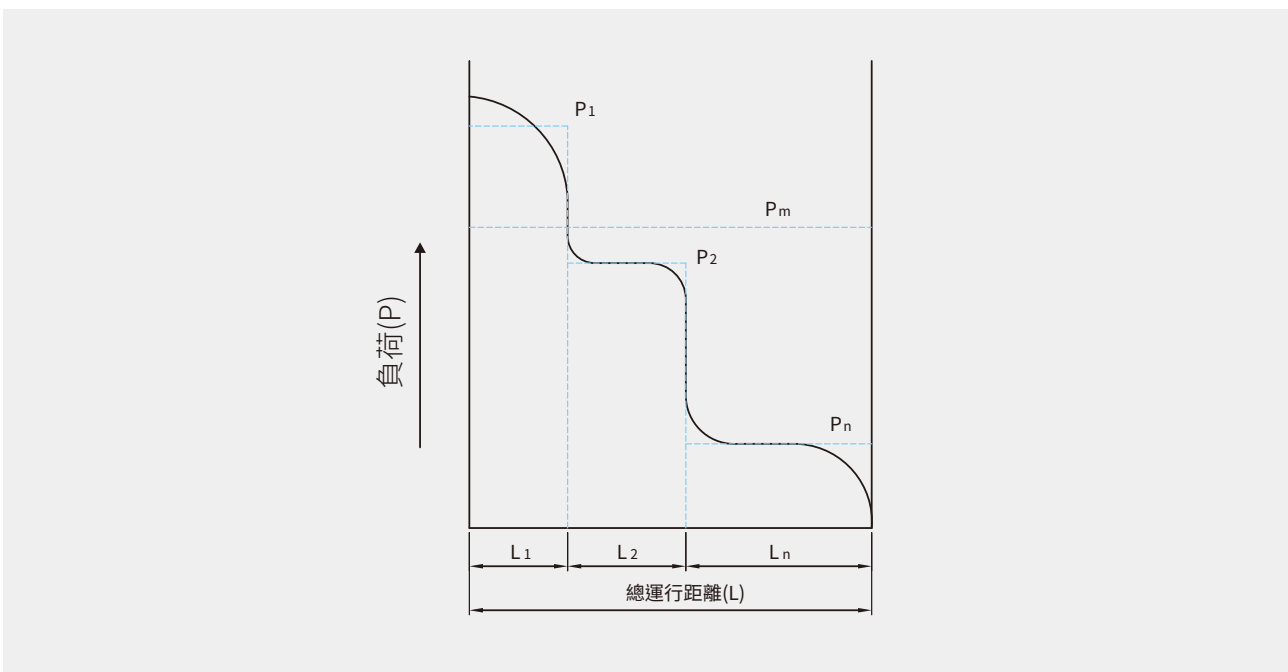
$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} \cdot (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 \dots\dots + P_n^3 \cdot L_n)} \quad \dots\dots\dots 12$$

P<sub>m</sub> : 平均負荷(N)

P<sub>n</sub> : 變化負荷(N)

L : 總運行距離(mm)

L<sub>n</sub> : P<sub>n</sub>時運行的距離



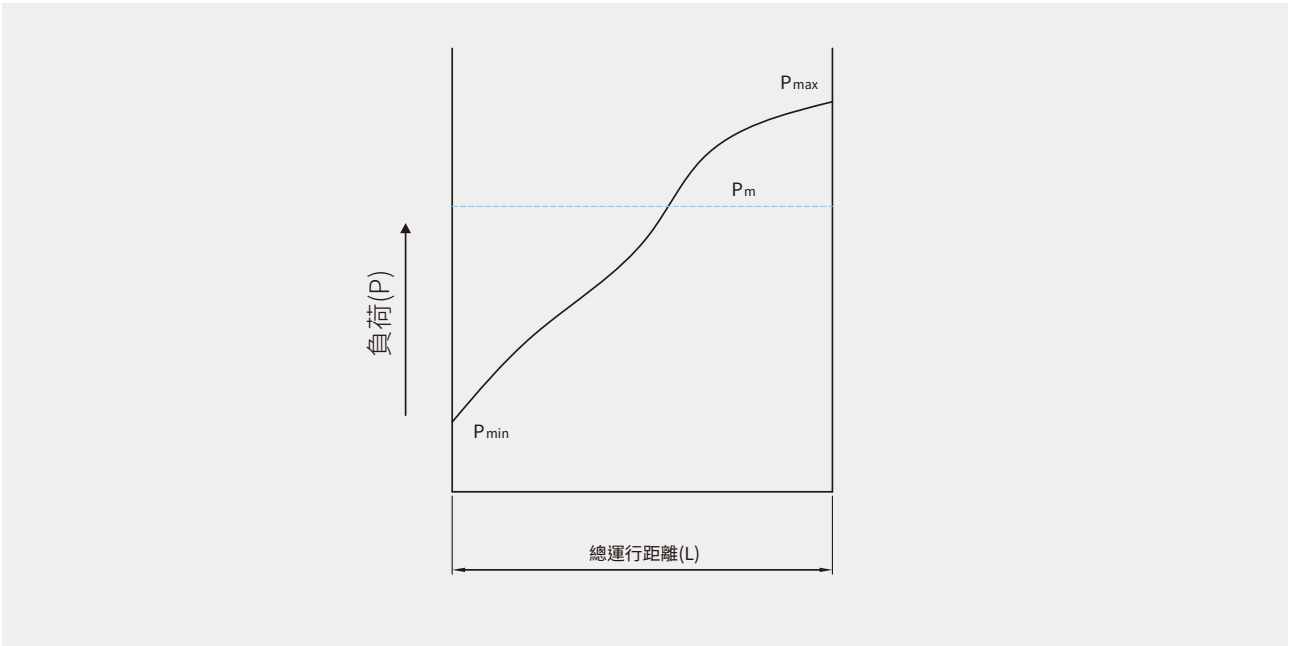
### 變化單調的情況

$$P_m \cong \frac{1}{3} (P_{min} + 2 \times P_{max})$$

13

$P_{min}$  : 最小負荷(N)

$P_{max}$  : 最大負荷(N)



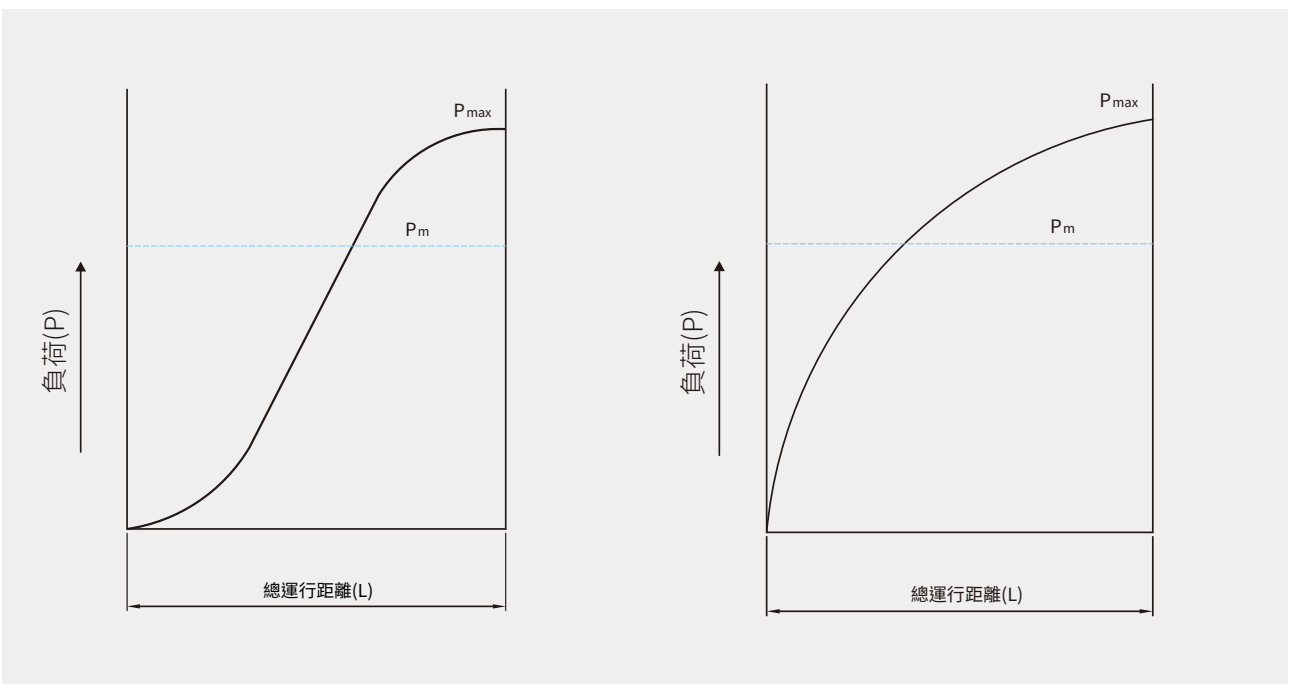
### 正弦曲線曲線式變化的情況

(a)  $P_m \cong 0.65 \times P_{max}$

14

(b)  $P_m \cong 0.75 \times P_{max}$

15



## 4. 選定預壓

滾珠花鍵的預壓對精度及剛性都有很大的影響，因此需要根據使用用途選定恰當的間隙（預壓）。各型號的間隙值已被規格化，因此可根據使用條件進行恰當的選定。

### 4.1 預壓與剛性

預壓（Preload）是以消除旋轉方向間隙，提高剛性為目的，事前給滾珠施加的負荷。當施加預壓時，滾珠花鍵能根據預壓的強度消除角回程而增加剛性。圖4-1顯示了當施加旋轉扭力時旋轉方向的位移。

如圖4-1所示，預壓的效果一直保持到預壓負荷的2.8 倍時為止。與無預壓時相比，相同扭力時的變位量成為二分之一，剛性在2倍以上。

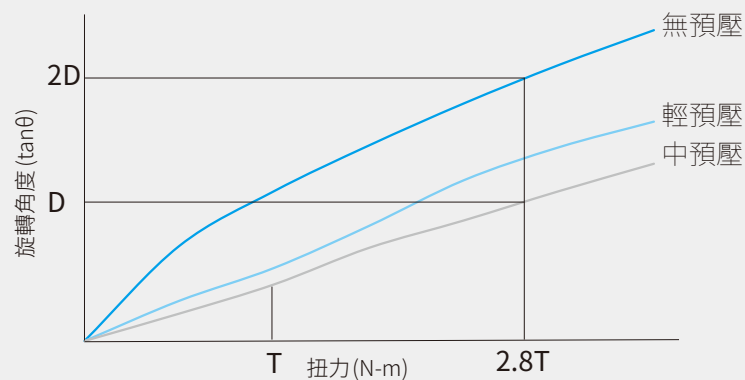


圖4-1.

## 4.2 預壓選定時的使用條件與基準

在表4-1中，表示了根據滾珠花鍵的使用條件，選定旋轉方向間隙的基準。

滾珠花鍵的旋轉方向間隙對滾珠花鍵的精度或剛性有很大的影響。因此，根據用途選定適當的間隙是很重要的。一般來說，都使用有預壓的產品。在進行反復旋轉運動或往復直線運動時，由於會有很大的振動衝擊，所以施加預壓，會顯著的提高剛性和精度。

表4-1. 滾珠花鍵旋轉方向間隙的選定基準

旋轉方向間隙	使用條件	選定要點
無預壓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 想用小的力流暢地進行驅動的地方</li> <li>• 扭力總是一定方向作用的地方</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 各種計測器</li> <li>• 自動繪圖機</li> <li>• 形狀測定器</li> <li>• 動力計</li> <li>• 繞線機</li> <li>• 自動焊接機</li> <li>• 鏜磨機主軸</li> <li>• 自動包裝機</li> </ul>
輕預壓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 承受懸臂負荷或力矩作用的地方</li> <li>• 需要反復精度高的地方</li> <li>• 有交變負荷作用的地方</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工業用機器人的搖臂</li> <li>• 各種自動裝卸機械</li> <li>• 自動塗裝導向軸</li> <li>• 電火花加工機主軸</li> <li>• 衝壓式沖模導向軸</li> <li>• 鑽床主軸</li> </ul>
中預壓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 需要高剛性、易產生振動衝擊的地方</li> <li>• 用 1 個花鍵螺帽受力矩的地方</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建設車輛的轉向操縱軸</li> <li>• 貼焊接機軸</li> <li>• 自動盤工具台分度軸</li> </ul>

表4-2. 各規格旋轉方向間隙及預壓力範圍

軸徑	無預壓	輕預壓	中預壓
13	~	0~0.02C	0.05C~0.07C
16、20	~	0~0.02C	0.05C~0.07C
25、32	~	0~0.02C	0.05C~0.07C

\*C表示基本額定動負荷

## 5. 選定精度

### 5.1 直線系滾珠花鍵

#### 精度等級

滾珠花鍵精度等級是用花鍵螺帽外徑對花鍵軸支撐部的擺動來表示。它分為普通級(C)、高級(H)、精密級(P)，測試項目如圖5-1。

#### 精度表示

• RS型

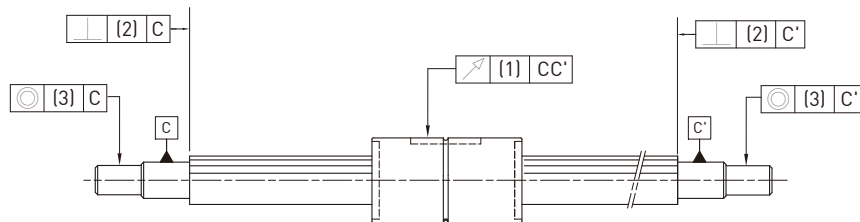


圖5-1. RS型滾珠花鍵精度量測項目

表5-1. RS型滾珠花鍵偏擺精度

單位:μm

公稱軸徑		13			16			20			25			32		
花鍵軸總長		C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P
以上	以下															
-	200	56	34	18	56	34	18	56	34	18	53	32	18	53	32	18
200	315	71	45	25	71	45	25	71	45	25	58	39	21	58	39	21
315	400	83	53	31	83	53	31	83	53	31	70	44	25	70	44	25
400	500	95	62	38	95	62	38	95	62	38	78	50	29	78	50	29
500	630	112			112			112			88	57	34	88	57	34
630	800										103	68	42	103	68	42
800	1000										124	83		124	83	

表5-2. RS型滾珠花鍵幾何精度

單位:μm

公稱軸徑	精度	肩部垂直度 (2)			肩部同心度 (3)		
		C	H	P	C	H	P
13		27	11	8	46	19	12
16		27	11	8	46	19	12
20		27	11	8	46	19	12
25		33	13	9	53	22	13
32		33	13	9	53	22	13

• FS型

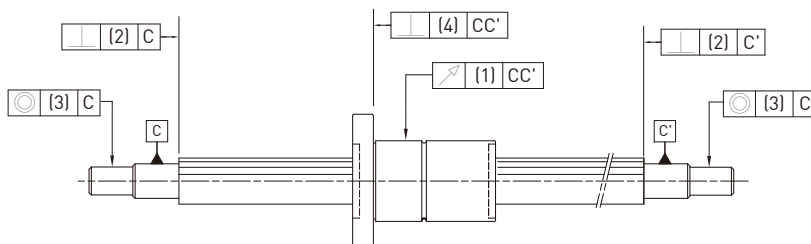


圖5-2. FS型滾珠花鍵精度量測項目

表5-3. FS型滾珠花鍵偏擺精度

單位:μm

公稱軸徑		13			16			20			25			32		
花鍵軸總長		C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P
以上	以下															
-	200	56	34	18	56	34	18	56	34	18	53	32	18	53	32	18
200	315	71	45	25	71	45	25	71	45	25	58	39	21	58	39	21
315	400	83	53	31	83	53	31	83	53	31	70	44	25	70	44	25
400	500	95	62	38	95	62	38	95	62	38	78	50	29	78	50	29
500	630	112			112			112			88	57	34	88	57	34
630	800										103	68	42	103	68	42
800	1000										124	83		124	83	

表5-4. FS型滾珠花鍵幾何精度

單位:μm

公稱軸徑	精度	肩部垂直度 (2)			肩部同心度 (3)			垂直度 (4)		
		C	H	P	C	H	P	C	H	P
13		27	11	8	46	19	12	39	16	11
16		27	11	8	46	19	12	39	16	11
20		27	11	8	46	19	12	39	16	11
25		33	13	9	53	22	13	39	16	11
32		33	13	9	53	22	13	39	16	11



• FSR型

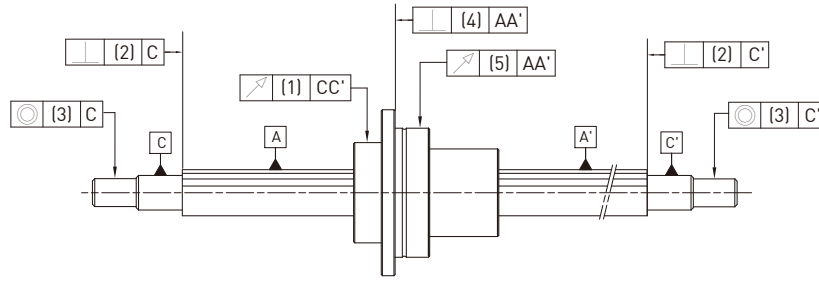


圖5-3. FSR型滾珠花鍵精度量測項目

表5-5. FSR型滾珠花鍵偏擺精度

單位:μm

公稱軸徑		13			16			20			25			32		
花鍵軸總長		C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P
以上	以下															
-	200	56	34	18	56	34	18	56	34	18	53	32	18	53	32	18
200	315	71	45	25	71	45	25	71	45	25	58	39	21	58	39	21
315	400	83	53	31	83	53	31	83	53	31	70	44	25	70	44	25
400	500	95	62	38	95	62	38	95	62	38	78	50	29	78	50	29
500	630	112			112			112			88	57	34	88	57	34
630	800										103	68	42	103	68	42
800	1000										124	83		124	83	

表5-6. FSR型滾珠花鍵幾何精度

單位:μm

公稱軸徑	精度	肩部垂直度 (2)			肩部同心度 (3)			外環垂直度 (4)			外環偏擺 (5)		
		C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P
16		27	11	8	46	19	12	29	18	13	32	21	16
20		27	11	8	46	19	12	29	18	13	32	21	16
25		33	13	9	53	22	13	32	21	16	32	21	16
32		33	13	9	53	22	13	32	21	16	32	21	16

## 5.2 複合系滾珠花鍵

### 精度規格

複合系滾珠花鍵由滾珠螺桿螺帽及滾珠花鍵螺帽所組成，併按以下規格製作，並依圖5-4及表5-6 項目檢驗。

- 滾珠螺桿

軸向間隙:0以下

導程精度:C4級

- 滾珠花鍵

旋轉方向間隙:0以下(輕預壓)

精度等級:H級

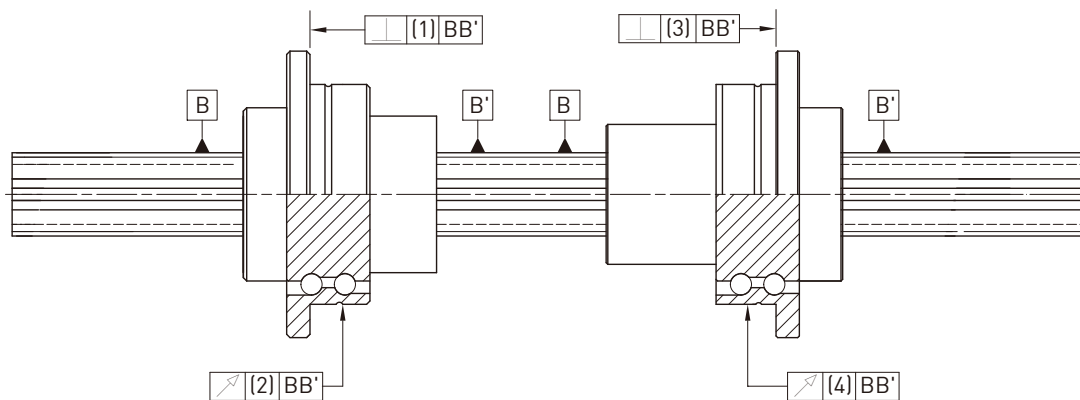


圖5-4. 複合系滾珠花鍵精度量測項目

表5-6.直線系滾珠花鍵幾何精度表

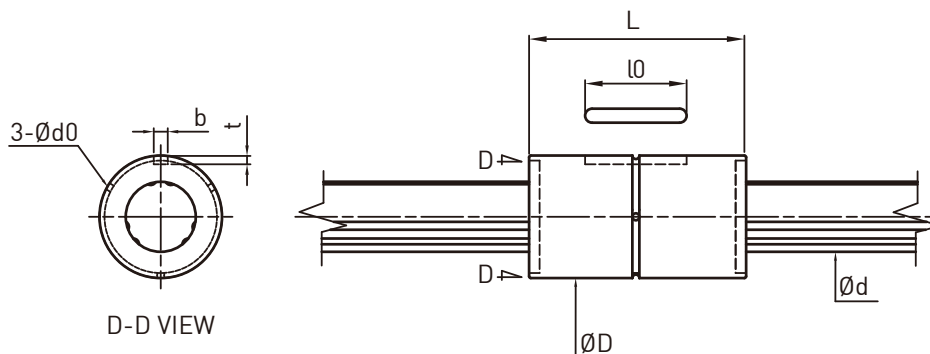
單位:μm

公稱軸徑	滾珠螺桿螺帽		滾珠花鍵螺帽	
	垂直度[1]	偏擺[2]	垂直度[3]	偏擺[4]
16	16	20	18	21
20	16	20	18	21
25	18	24	21	21
32	18	24	21	21

## 6. 滾珠花鍵規格尺寸

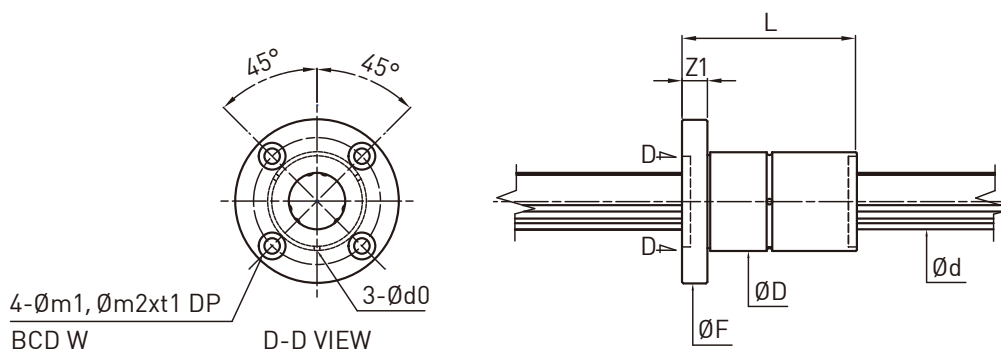
### 6.1 直線系滾珠花鍵 RS、FS、FSR型

• RS型



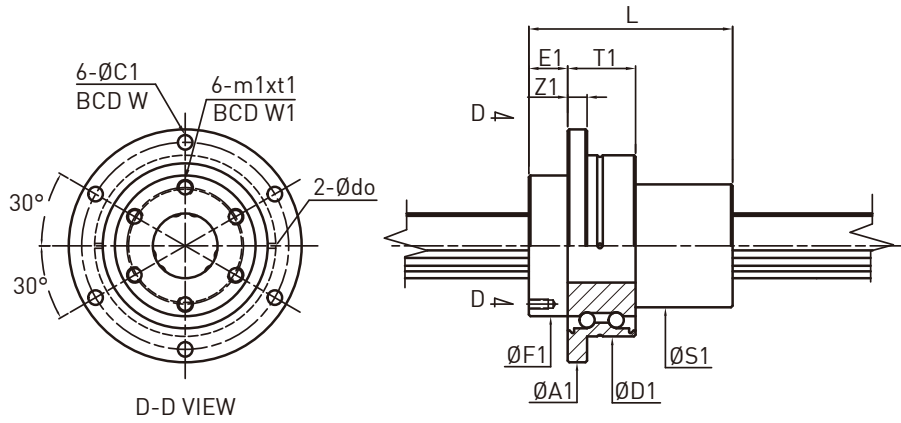
公稱軸徑	基本額定負荷		基本額定扭力		容許靜力矩	外徑	長度	鍵槽寬	鍵槽深	鍵槽長	潤滑孔
	C (kN)	Co (kN)	C <sub>T</sub> (N-m)	C <sub>oT</sub> (N-m)	MA(N-m)	D	L	b H8	t +0.1 0	l0	d0
13	4.07	5.99	5.98	10.88	19.6	24	36	3	1.5	15	1.5
16	7.2	13.5	32.1	34.4	67.6	31	50	3.5	2	17.5	2
20	10.4	20.0	57.8	63.2	118	35	63	4	2.5	29	2
25	15.4	27.5	106.5	108.8	210	42	71	4	2.5	36	3
32	20.5	34.4	181.5	173.1	290	49	80	4	2.5	42	3

• FS型



公稱軸徑	基本額定負荷		基本額定扭力		容許靜力矩	外徑	法蘭外徑	長度	Z1	潤滑孔	W	m1	m2xt1
	C (kN)	Co (kN)	C <sub>T</sub> (N-m)	C <sub>oT</sub> (N-m)	MA(N-m)	D	F	L		d0			
13	4.07	5.99	5.98	10.88	19.6	24	44	36	7	1.5	33	4.5	8x4.4
16	7.2	13.5	32.1	34.4	67.6	31	51	50	7	2	40	4.5	8x4.4
20	10.4	20.0	57.8	63.2	118	35	58	63	9	2	45	5.5	9.5x5.4
25	15.4	27.5	106.5	108.8	210	42	65	71	9	3	52	5.5	9.5x5.4
32	20.5	34.4	181.5	173.1	290	49	77	80	10	3	62	6.6	11x6.5

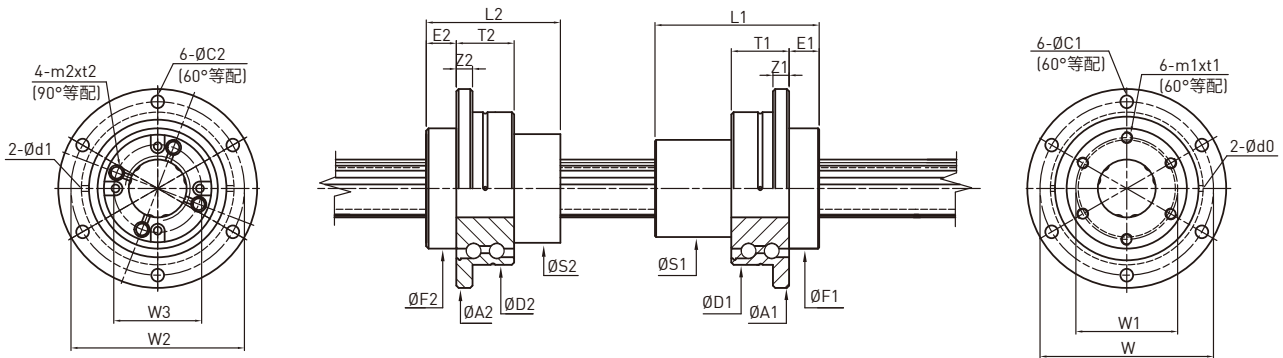
• FSR型



公稱軸徑	基本額定負荷		基本額定扭力		容許靜力矩 MA(N·m)	外徑 D	法蘭外徑 A1	全長 L	F1	S1	T1	E1	Z1	W	W1	m1xt1	C1	潤滑孔 d0	外環基本額定負荷	
	C(kN)	Co(kN)	C <sub>r</sub> (N·m)	C <sub>0r</sub> (N·m)															Ca(kN)	Coa(kN)
16	7.2	13.5	32.1	34.4	67.6	48	64	50	36	31	21	10	6	56	30	M4x6	4.5	1.5	9.3	11.5
20	10.4	20.0	57.8	63.2	118	56	72	63	43.5	35	21	12	6	64	36	M5x8	4.5	1.5	9.8	13.3
25	15.4	27.5	106.5	108.8	210	66	86	71	52	42	25	13	7	75	44	M5x8	5.5	2.5	13.1	22
32	20.5	34.4	181.5	173.1	290	78	103	80	63	52	25	17	8	89	54	M6x10	6.6	2.5	13.7	25.2

## 6.2 複合系滾珠花鍵 FBR 型

### • FBR型



型號	規格			滾珠螺桿螺帽															外環 基本額定負荷		
	公稱 外徑	公稱 內徑	導程	基本額定 負荷		外徑 D2 g6	法蘭 外徑 A2	全長 L2	F2 h7	S2	T2	E2	Z2	W2	W3	m2x2	C2	潤滑 孔	d1	Ca(kN)	Coa(kN)
				C(kN)	Co(kN)																
16	16	11	16	4.7	9.6	48	64	40	36	32	21	10	6	56	25	M4x8	4.5	1.5	9.3	11.5	
20	20	14	20	6.4	14	56	72	46	43.5	40	21	11	6	64	31	M5x8	4.5	1.5	9.8	13.3	
25	25	18	25	9.5	21.9	66	86	58	52	47	25	13	7	75	38	M6x12	5.5	2.5	13.1	22	
32	32	23	32	13	29.8	78	103	72	63	58	25	14	8	89	48	M6x10	6.6	2.5	13.7	25.2	

型號	滾珠花鍵螺帽																外環 基本額定負荷				
	基本額定負荷		基本額定扭力		容許 靜力矩	外徑 D1	法蘭 直徑 A1	全長 L1	F1 h7	S1	T1	E1	Z1	W	W1	m1x1	C1	潤滑 孔	d0	Ca(kN)	Coa(kN)
	C(kN)	Co(kN)	C <sub>r</sub> (N·m)	C <sub>q</sub> (N·m)																	
16	7.2	13.5	32.1	34.4	67.6	48	64	50	36	31	21	10	6	56	30	M4x6	4.5	1.5	9.3	11.5	
20	10.4	20.0	57.8	63.2	118	56	72	63	43.5	35	21	12	6	64	36	M5x8	4.5	1.5	9.8	13.3	
25	15.4	27.5	106.5	108.8	210	66	86	71	52	42	25	13	7	75	44	M5x8	5.5	2.5	13.1	22	
32	20.5	34.4	181.5	173.1	290	78	103	80	63	52	25	17	8	89	54	M6x10	6.6	2.5	13.7	25.2	

## 7. 設計範例

### 7.1 花鍵軸需求的檢查要點

對於花鍵軸端需要加工的產品，請在訂貨時確認以下要點。滾珠花鍵的基本圖示如下。

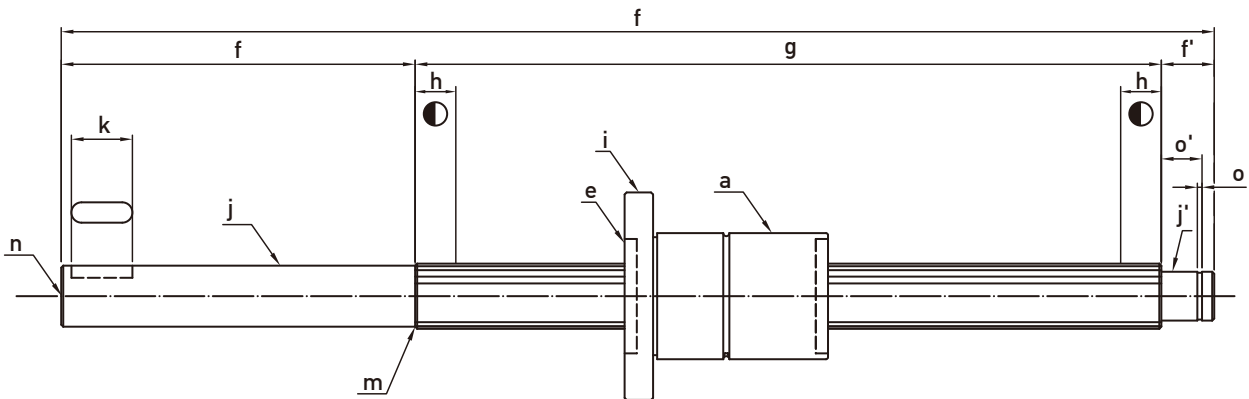


圖7-1.滾珠花鍵的基本圖示

#### 檢查要點

- a. 要裝入的花鍵螺帽型式
- b. 花鍵螺帽套數
- c. 旋轉方向間隙
- d. 精度
- e. 是否有防塵片
- f. 全長(各部分尺寸是否齊全，合計尺寸是否正確)
- g. 花鍵部有效長度
- h. 不在有效熱處理範圍
- i. 法蘭的方向 (法蘭型)
- j. 花鍵軸端形狀 (是否比花鍵部最小直徑要大)
- k. 花鍵螺帽與花鍵軸端形狀的位置關係 (花鍵螺帽的鍵槽、法蘭的安裝孔)
- l. 各部分倒角的表示
- m. 花鍵軸端的倒角形狀
- n. 花鍵軸上有貫穿孔時，其用途
- o. O擋圈裝配槽
- p. 最大長度
- q. 是否有其他先例

## 7.2 花鍵螺帽的鍵槽與安裝孔的位置

在滾珠花鍵的各種型號中，圓筒型花鍵螺帽的外徑上的鍵槽如圖7-2所示，是按負荷滾珠列的位置進行加工的。

此外，法蘭型螺帽上的法蘭安裝孔位置如下圖7-3所示。

請在訂貨時指定花鍵軸上加工鍵槽等的位置關係。

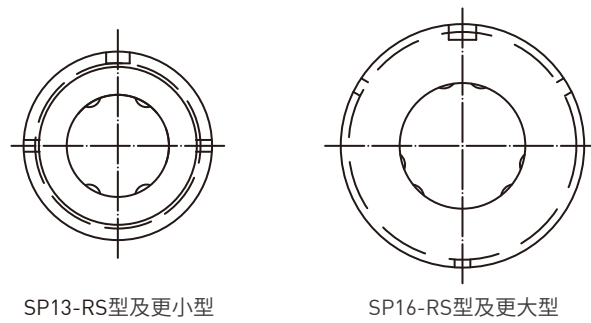


圖7-2. RS型花鍵鍵槽位置

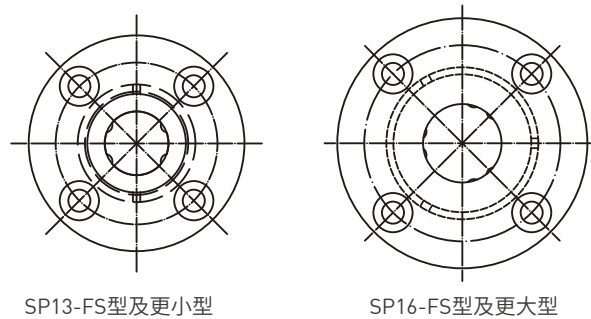


圖7-3. FS型花鍵法蘭安裝孔的位置

## 8. 安裝步驟

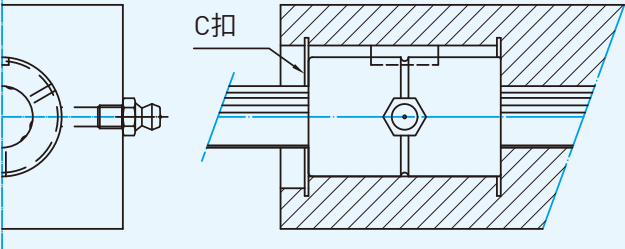
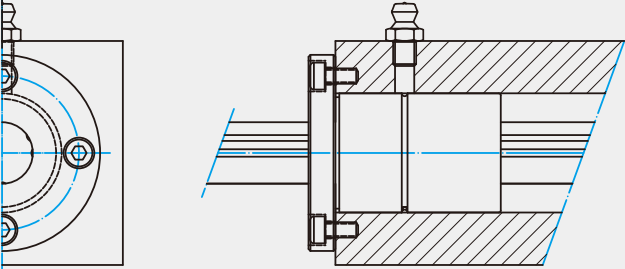
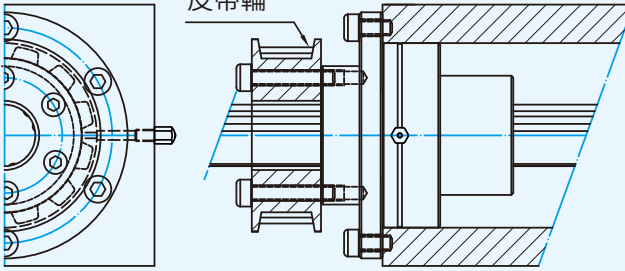
### 1. 花鍵螺帽外徑與安裝花鍵的支撐座公差配合

花鍵螺帽與支撐座的配合，通常使用過度配合(J6)；但如果對滾珠花鍵精度要求不高的情況下，可用餘隙配合(H7)。

### 2. 滾珠花鍵的安裝案例

花鍵螺帽的安裝案例如下表所示，儘管滾珠花鍵軸向安裝固定強度不需要很高，但應避免只將其安裝進去而不固定。

表8-1. 滾珠花鍵安裝範例

RS 型	
FS 型	
FRS 型	

### 3. 滾珠花鍵螺帽安裝

將花鍵螺帽套裝入支撐座時，請使用安裝治具緩慢插入，而不要敲打C扣或防塵片。



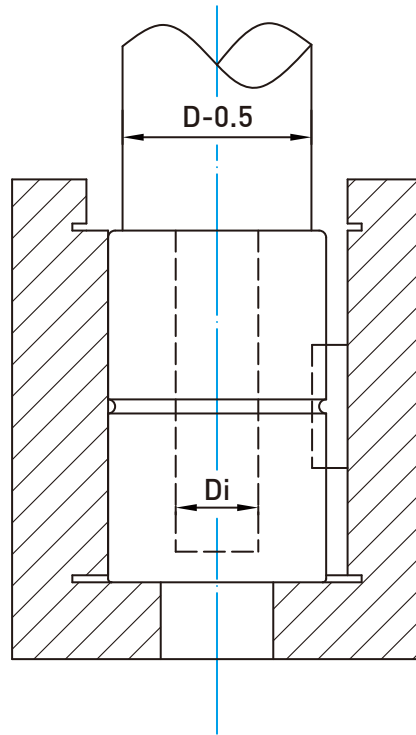


圖8-1.安裝治具示意圖

表8-2.建議治具尺寸

公稱軸徑	13	16	20	25	32
Di	11.5	14.5	18.5	23	28

#### 4.滾珠花鍵軸安裝

將花鍵軸插入花鍵螺帽時，須留意將花鍵軸垂直於花鍵螺帽，並將花鍵軸的直溝槽順著保持器或防塵片的定位導引部插入，切勿強制插入花鍵螺帽，避免鋼珠從保持器掉出。如花鍵螺帽上具有防塵片或預壓時，請先將花鍵軸外徑上預先塗抹潤滑油脂。

## 9. 滾珠花鍵選配

### 潤滑

潤滑脂的補充時間會根據使用條件的不同而異，通常情況下使用時，以運行距離達到100km（6個月~1年）為基準，進行潤滑脂的補充。潤滑的方式請在花鍵軸的滾動槽裡塗上潤滑脂或將潤滑脂注入螺帽油孔如圖9-1。

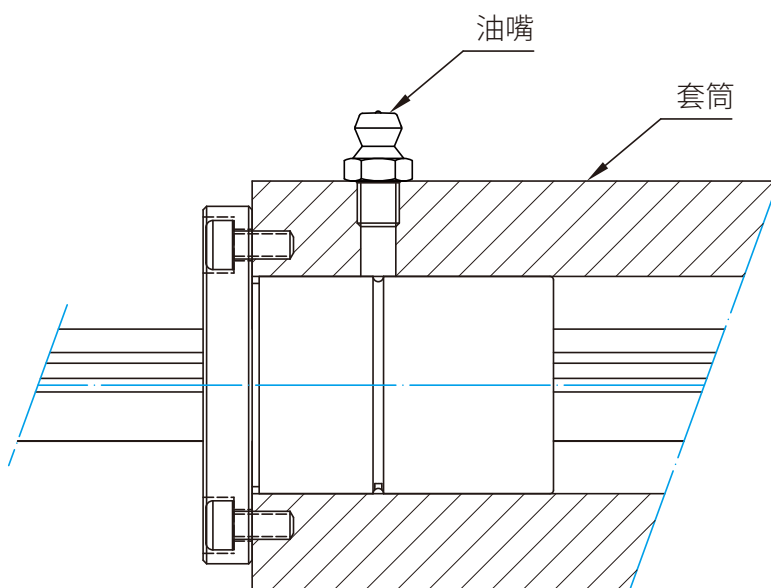


圖9-1.潤滑方式

### 材料與表面處理

依據不同使用環境的情況，必要時會對滾珠花鍵進行防鏽處理或改變使用材料。若有防鏽處理或改變使用材料的需求或問題，請與HIWIN公司聯繫。

## 10. 使用注意事項

### 搬運/組裝

- (1) 搬運重量（20kg以上）產品時，請由2人以上或使用搬運器具來進行。否則，可能導致劃傷、破損。
- (2) 請勿分解各部分。否則，可能導致功能的損失。
- (3) 花鍵螺帽及花鍵軸傾斜後可能因為自身重量而落下，請加以注意。
- (4) 請不要讓滾珠花鍵掉落或者敲擊。否則，可能導致劃傷、破損。另外，受到了衝擊時，即使外觀上看不見破損，也可能導致功能的損失。
- (5) 當組裝時，請不要將花鍵螺帽從花鍵軸中拆卸。
- (6) 使用產品時，請在必要時穿著防護手套、安全鞋等以確保安全。

### 使用注意事項

- (1) 請注意防止切削屑、冷卻劑等異物的流入。否則，可能導致破損。
- (2) 要在切削屑、冷卻劑、具有腐蝕性的溶劑、水等可能流入產品內部的環境下使用時，請用軟式伸縮護套或防塵蓋等以避免流入產品。
- (3) 請避免在超過 80 °C 的條件下使用。除了耐熱型，如果超過了該溫度，可能導致樹脂、橡膠部件的變形、損傷。
- (4) 切削屑等異物附著時，請清洗後重新封入潤滑劑。
- (5) 微行程時，滾動面和滾動體的接觸面難以形成油膜，可能發生微動磨損，因此請使用高耐微動磨損性的潤滑脂。此外，建議定期通過施加花鍵螺帽長度左右的行程移動，使得滾動面和滾動體之間形成油膜。
- (6) 請不要將定位部件（銷、鍵等）強行打入產品。否則，滾動面可能會出現壓痕且可能導致功能的損失。
- (7) 花鍵軸的支撐部和花鍵螺帽出現偏位或歪斜時，將極端縮短其使用壽命，請注意安裝部件和安裝精度。
- (8) 如在滾動體缺失的狀態下將花鍵螺帽插入花鍵軸並使用時，可能會導致提早損壞。
- (9) 如果任何滾動體從花鍵螺帽中掉落，請不要繼續使用此產品，與HIWIN聯繫。
- (10) 將花鍵軸裝入花鍵螺帽時，因花鍵軸和花鍵螺帽上有對照標記，請一邊確認軸和花鍵螺帽的位置關係，一邊無傾斜的將軸插入花鍵螺帽裡。如果過分強制地插入，會引起滾珠脫落，請特別注意。帶密封墊片或有預壓的花鍵螺帽插入花鍵軸時，請於花鍵軸的外徑上塗抹潤滑劑。
- (11) 將花鍵螺帽裝入軸向時，請使用治具慢慢地插入，而不要敲打側板、端蓋環或密封墊片。
- (12) 如果安裝構件的剛性及精度不足，軸承的負荷集中在局部，將顯著降低軸承性能。因此，請充分考慮支撐座、底座的剛性和精度以及固定用螺絲的強度。
- (13) 在有法蘭的滾珠花鍵上要加工定位銷孔等時，請與HIWIN聯繫。

## 潤滑

- (1) 請仔細擦拭防鏽油並封入潤滑劑後再使用。
- (2) 請避免將不同的潤滑劑混合在一起使用。即使是同種類增稠劑的潤滑脂，由於添加劑等不同，也可能導致相互之間造成影響。
- (3) 要在經常產生振動的場所、無塵室、真空、低溫或高溫等特殊環境下使用時，請使用符合規格和環境的潤滑脂。
- (4) 對不帶油嘴、油孔的產品進行潤滑時，向滾動面上直接塗抹潤滑劑，為了將潤滑脂注入內部請進行數次試車行程。
- (5) 潤滑脂的稠度因溫度不同而變化。由於稠度變化，滾珠花鍵的滑動阻力也發生變化，因此請加以注意。
- (6) 添加潤滑脂後，潤滑脂的攪拌阻力可能導致滾珠花鍵的滑動阻力增大。務必進行試車運行，請在充分適應潤滑脂後，進行機械的運行。
- (7) 添加潤滑脂後，多餘的潤滑脂可能飛散到周圍，因此在必要時請拭擦乾淨後使用。
- (8) 潤滑脂隨著使用時間推移，性狀將惡化潤滑性能將降低，因此根據使用頻率需要進行潤滑脂檢查和補充。
- (9) 潤滑間隔因使用條件和使用環境而異，建議大約每100km行程距離(3 6個月)即對系統潤滑。最終的潤滑間隔請根據實際使用情況來設定。
- (10) 採用油潤滑時，有時可能由於滾珠花鍵安裝方向的原因，潤滑劑無法到達。詳細情況請事先與HIWIN聯繫。

## 儲存

儲存滾珠花鍵時，將它裝入HIWIN指定的封套並於水平放置在室內以避免高溫、低溫和高度潮濕。由於內部的潤滑劑會隨時間增加而產生惡化，長期儲存產品請重新添加潤滑劑後再使用。

## 廢棄

請將產品作為工業廢棄物進行適當的廢棄處置。

## 滾珠花鍵技術手冊

出版日期：2022年8月第一版印行

- 
1. HIWIN 為上銀科技的註冊商標，請勿購買來路不明之仿冒品以維護您的權益。
  2. 本型錄所載規格、照片有時會與實際產品有所差異，包括因為改良而導致外觀或規格等發生變化的情況。
  3. HIWIN 產品專利清單查詢網址：[http://www.hiwin.tw/Products/Products\\_patents.aspx](http://www.hiwin.tw/Products/Products_patents.aspx)
  4. 凡受”貿易法”等法規限制之相關技術與產品，HIWIN 將不會違規擅自出售。若要出口 HIWIN 受法律規範限制出口的產品，應根據相關法律向主管機關申請出口許可，並不得供作生產或發展核子、生化、飛彈等軍事武器之用。



## 全球銷售暨服務據點

### 德國 歐芬堡

HIWIN GmbH  
OFFENBURG, GERMANY  
www.hiwin.de  
www.hiwin.eu

### 瑞士 優納

HIWIN Schweiz GmbH  
JONA, SWITZERLAND  
www.hiwin.ch

### 韓國 水原・昌原

HIWIN KOREA  
SUWON・CHANGWON, KOREA  
www.hiwin.kr

### 上銀科技股份有限公司

HIWIN TECHNOLOGIES CORP.  
40852台中市精密機械園區精科路7號  
Tel: 04-23594510  
Fax: 04-23594420  
www.hiwin.tw  
business@hiwin.tw

### 日本 神戶・東京・名古屋・長野・ 東北・靜岡・北陸・廣島・ 福岡・熊本

HIWIN JAPAN  
KOBE・TOKYO・NAGOYA・NAGANO・  
TOHOKU・SHIZUOKA・HOKURIKU・  
HIROSHIMA・FUKUOKA・KUMAMOTO, JAPAN  
www.hiwin.co.jp

### 捷克 布爾諾

HIWIN s.r.o.  
BRNO, CZECH REPUBLIC  
www.hiwin.cz

### 中國 蘇州

HIWIN CHINA  
SUZHOU, CHINA  
www.hiwin.cn

### 美國 芝加哥

HIWIN USA  
CHICAGO, U.S.A.  
www.hiwin.us

### 法國 史特拉斯堡

HIWIN FRANCE  
STRASBOURG, FRANCE  
www.hiwin.fr

### 以色列 海法

Mega-Fabs Motion Systems, Ltd.  
HAIFA, ISRAEL  
www.mega-fabs.com

### 義大利 米蘭

HIWIN Srl  
BRUGHERIO, ITALY  
www.hiwin.it

### 新加坡

HIWIN SINGAPORE  
SINGAPORE  
www.hiwin.sg