

綜合解說

THK 綜合產品目錄

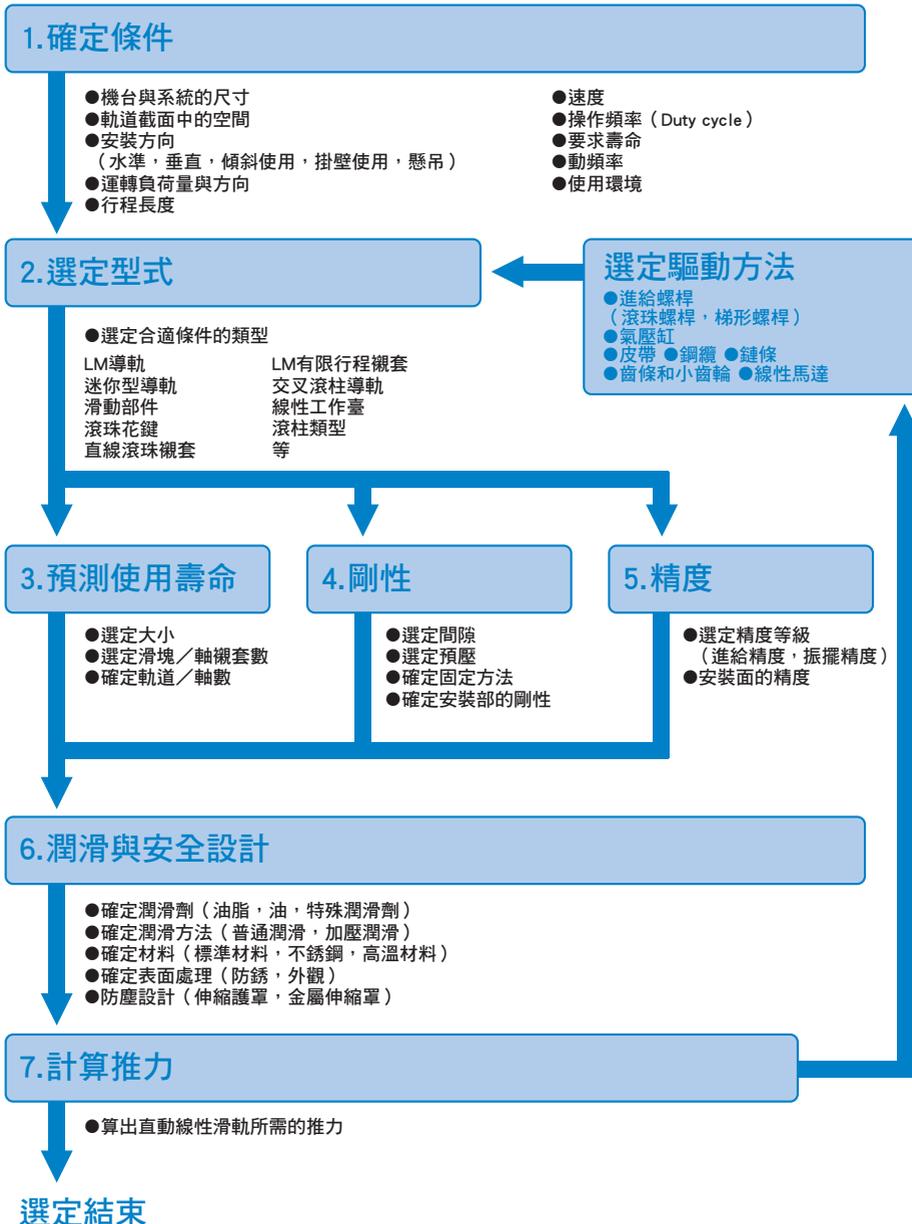
B 技術支援書

選定要點.....	B0-2
選定流程圖.....	B0-2
直線運動系統的特徵與類型.....	B0-3
額定負荷.....	B0-7
· 直線運動系統的使用壽命.....	B0-7
· 額定壽命.....	B0-7
· 基本額定負荷.....	B0-7
基本動額定負荷 C	B0-7
基本靜額定負荷 C_0	B0-8
靜態容許力矩 M_0	B0-8
靜態安全係數 f_s	B0-9
壽命計算公式.....	B0-10
剛性.....	B0-13
· 選定直線運動系統の間隙和預壓.....	B0-13
間隙和預壓.....	B0-13
預壓與剛性.....	B0-14
摩擦係數.....	B0-15
精度.....	B0-16
潤滑.....	B0-16
安全設計.....	B0-18
· 確定材料.....	B0-19
用不銹鋼製成.....	B0-19
· 表面處理.....	B0-20
AP-HC.....	B0-20
AP-C.....	B0-20
AP-CF.....	B0-20
· 防塵.....	B0-23

選定要點

綜合解說

選定流程圖



直線運動系統的特徵與類型

類型	LM導軌	滾珠花鍵	直線滾珠襯套
外觀			
特徵	<ul style="list-style-type: none"> 理想的四列圓弧溝槽兩點接觸構造 DF設計具有出色的誤差吸收能力 通過吸收安裝面的精度誤差，實現精度平均化效果 容許負荷大和高剛性 摩擦係數低 	<ul style="list-style-type: none"> 大扭力負荷能力 對於同時承受扭力和徑向負荷的扭力傳輸機構和地點為最佳選定 旋轉方向間隙為零 防止滾珠脫落保持器型 	<ul style="list-style-type: none"> 互換性型 直線運動系統能夠以低價格進行無限直線運動
行程	無限行程	無限行程	無限行程
主要用途	<ul style="list-style-type: none"> 平面磨床 放電加工機 高速搬送裝置 NC車床 射出成型機 木工機 半導體製造裝置 檢查裝置 食品機械 醫療機器 	<ul style="list-style-type: none"> 裝配機器人的Z軸 自動裝卸機 連續自動工作機械 自動搬送裝置 繞線機 研磨床主軸驅動軸 建設車輛的轉向操縱 血液檢查裝置 ATC 高爾夫練習機 	<ul style="list-style-type: none"> 計測器 數位三座標測量設備 印刷機械 辦公設備 自動販賣機 醫療機器 食品包裝機械
產品介紹頁數	B1-1 ～	B3-1 ～	B4-1 ～

類型	LM有限行程襯套	精密直線導向器	交叉滾柱導軌
外觀			
特徵	<ul style="list-style-type: none"> 能進行旋轉運動、直線運動和複合運動 極小的摩擦係數下能進行滾動運動 成本低 	<ul style="list-style-type: none"> 超薄輕量型 減少設計和裝配成本 	<ul style="list-style-type: none"> 使用壽命長、高剛性 間隙調節簡便型
行程	有限行程	無限行程	有限行程
主要用途	<ul style="list-style-type: none"> 衝壓式沖模 印刷機械油墨刮除部 光學測量設備 主軸 電磁閥門導軌 沖床支柱導軌 負載感測器 影印機 檢查機械 	<ul style="list-style-type: none"> 磁片裝置 電子機械 半導體製造裝置 醫療機器 計測器 繪圖裝置 影印機 	<ul style="list-style-type: none"> 計測器 裝配機 印刷基板鑽孔機 檢查裝置 小型機台 裝卸機 自動車床 工具磨床 內孔磨床 小型平面研磨床
產品介紹頁數	B5-1 ~	B6-1 ~	B7-1 ~

類型	交叉滾柱工作臺	線性滾珠滑座	LM滾柱軸承
外觀			
特徵	<ul style="list-style-type: none"> 易安裝單元型 允許選定不同的用途 	<ul style="list-style-type: none"> 易安裝單元型 重量輕、體積小 極小的摩擦係數下能進行滾動運動 成本低 	<ul style="list-style-type: none"> 小型化、大負荷型 自動歪斜調整型
行程	有限行程	有限行程	無限行程
主要用途	<ul style="list-style-type: none"> 計測器台 光學台 工具磨床 印刷基板鑽孔機 醫療機器 自動車床 內部磨床 小型平面磨床 	<ul style="list-style-type: none"> 小型電子部件裝配機 處理機 自動記錄裝置 計測器台 光學台 醫療機器 	<ul style="list-style-type: none"> 精密衝壓機的導向部 模壓金屬交換器 重負荷傳送系統 自動售貨機
產品介紹頁數	B8-1 ~	B9-1 ~	B10-1 ~

類型	滾柱排	滑動部件	滑動軌
外觀			
特徵	<ul style="list-style-type: none"> • 大負荷型 • 90°V形面和平面的組合精度作為標準 	<ul style="list-style-type: none"> • 互換性型 • 低成本簡易型 	<ul style="list-style-type: none"> • 薄型設計 • 低成本簡易型 • 高強度、高耐久性
行程	有限行程	無限行程	有限行程
主要用途	<ul style="list-style-type: none"> • 刨床 • 龍門銑床 • 滾柱磨床 • 平面磨床 • 外圓磨床 • 光學測量設備 	<ul style="list-style-type: none"> • 遊戲機 • 高級傢俱 • 輕量、重量門 • 工具櫃 • 廚房裝置 • 自動進給器 • 電腦外部設備 • 影印機 • 醫療機器 • 辦公室裝置 	<ul style="list-style-type: none"> • 遊戲機 • 高級傢俱 • 輕量、重量門 • 辦公室裝置 • 儲存安裝配件 • 堆料機
產品介紹 頁數	 11-1~	 12-1~	 13-1~

額定負荷

直線運動系統的使用壽命

當直線運動系統在負荷下滾動時，其滾動面和滾動體（滾珠或滾柱）不斷地受到重複的應力。如果達到極限狀況，滾動面會由於疲勞而破裂，並且部分表面會如同鱗片般剝落。這一現象稱為剝離。

直線運動系統的使用壽命，是指直到發生第一次剝落時的總運行距離，剝落是由於在滾動面或滾動體上的材料發生滾動疲勞後才產生的。

額定壽命

直線運動系統的使用壽命，即使處於相同的運行條件下也有輕微差異。因此，必須使用以下規定的額定壽命作為參考值以求得直線運動系統的使用壽命。

額定壽命指一批相同的直線運動系統在相同條件下分別運動時，其中的90%不產生剝落所能到達的總運行距離。

基本額定負荷

直線運動系統具有兩種類型的基本額定負荷：用於計算使用壽命的基本動額定負荷（C）和確定靜態容許極限值的基本靜額定負荷（C₀）。

基本動額定負荷C

基本動額定負荷（C）是指，使一批相同的直線運動系統裝置在相同條件下分別運行時，對於使用滾珠的直線運動系統，額定壽命（L）為L=50km，對於使用滾柱的直線運動系統，L=100km時，方向和大小都不變的負荷。

基本動額定負荷（C）用於直線運動系統在負荷下操作時計算使用壽命。

直線運動系統型的特定值均記載在各型號的尺寸表中。

基本靜額定負荷 C_0

如果直線運動系統在靜態或操作時，受到意想不到的大負荷或大衝擊，在滾動面和滾動體之間將會發生永久變形。如果永久變形超出某一極限，這將會妨礙直線運動系統作平穩的運動。

基本靜額定負荷是指在最大應力作用下的接觸部上、能使滾動體的和滾動面的永久變形量之和為滾動體直徑的0.0001倍時的、方向和大小均固定不變的靜負荷。直線運動系統的基本靜額定負荷是徑向負荷。基本靜額定負荷 C_0 用於計算相對於作用負荷的靜態安全係數。

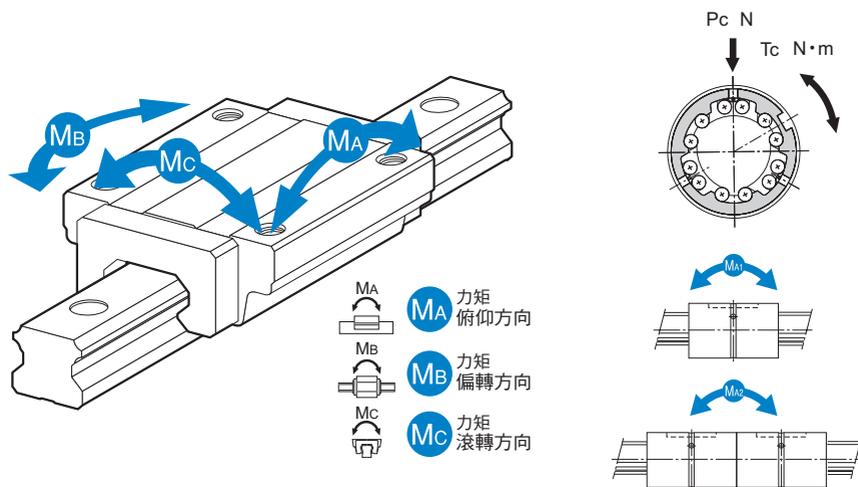
直線運動系統的特定值均記載在各型號的尺寸表中。

靜態容許力矩 M_0

當直線運動系統受到力矩作用時，由於在直線運動系統內的滾動體上的應力分佈不均勻，兩端的滾動體受到了最大的應力。

容許靜力矩(M_0)就是在承受最大應力的接觸部分，是滾動體的永久變形量與滾動面的永久變形量之和達到滾動體直徑的0.0001倍時，大小和方向都一定的力矩。

直線運動系統的靜態容許力矩定義為三個方向： M_A 、 M_B 和 M_C 。



P_c : 徑向負荷

M_{A1} : 俯仰方向的力矩

T_c : 扭力方向的力矩

M_{A2} : 俯仰方向的力矩

直線運動系統型號的特定靜態容許力矩值，記載於各型號的容許力矩的章節中。

靜態安全係數 f_s

直線運動系統在靜止或運行時，可能受到因衝擊或啟動停止造成的慣性力等意想不到的外力作用，有必要考慮對這樣負荷的靜態安全係數。

【靜態安全係數 f_s 】

靜態安全係數(f_s)由直線運動系統的負荷能力(基本靜額定負荷 C_0)對施加於直線運動系統上的負荷的比例決定。

$$f_s = \frac{f_c \cdot C_0}{P} \quad \text{或} \quad f_s = \frac{f_c \cdot M_0}{M} \quad \dots\dots (1)$$

f_s : 靜態安全係數

f_c : 接觸係數 (參閱圖0-12上的表2)

C_0 : 基本靜額定負荷

M_0 : 靜態容許力矩 (M_A 、 M_B 和 M_C)

P : 計算負荷

M : 計算力矩

【靜態安全係數的參考】

表1中所示的靜態安全係數，可以作為使用條件下限的參考。

表1 靜態安全係數的參考

運動條件	負荷條件	f_s 下限
保持停止	衝擊小，軸的撓曲也小	1.0~3.5
	衝擊存在，並施加扭曲負荷	2.0~5.0
普通運動	施加正常負荷，但軸的歪斜量極小	1.0~4.0
	衝擊存在，並施加扭曲負荷	2.5~7.0

壽命計算公式

【計算額定壽命】

額定壽命 (L_{10}) 是以基本動額定負荷 (C) 與直線運動系統承受的負荷 (P_c)，用下方算式求得。

使用滾珠的直線運動系統的基本動額定負荷，計算所得的額定壽命為50km；使用滾柱的直線運動系統的基本動額定負荷，計算所得的壽命為100km。

- 使用滾珠的直線運動系統 (額定壽命為50km的基本動額定負荷)

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \times 50 \dots\dots\dots(1)$$

L_{10} : 額定壽命 (km)
 C : 基本動額定負荷 (N)
 P : 外加負荷 (N)

- 使用滾柱的直線運動系統 (額定壽命為100km的基本動額定負荷)

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

※若直線運動系統的行程長度在有效負荷範圍長度的2倍以下時，可能會無法適用於上述的額定壽命算式

比較額定壽命 (L_{10}) 時，需考量是以50km還是100km來定義基本動額定負荷，必要時可根據ISO 14728-1的規定進行基本動額定負荷的換算。

於ISO中規定的基本動額定負荷之換算公式：

- 使用滾珠的直線運動系統時

$$C_{100} = \frac{C_{50}}{1.26}$$

C_{50} : 額定壽命為50km的基本動額定負荷
 C_{100} : 額定壽命為100km的基本動額定負荷

- 使用滾柱的直線運動系統時

$$C_{100} = \frac{C_{50}}{1.23}$$

【在考量使用條件下計算所得的額定壽命】

由於在實際使用下，運行中較常伴隨著振動與衝擊，對直線運動系統作用的負荷會有所變化，難以正確把握額定壽命。此外，滾動面的硬度、使用環境溫度，及將直線運動系統在幾乎緊靠的狀態下使用時，也會大幅影響壽命。

考量到這些條件，可透過以下的算式(3)及(4)算出考量使用條件的額定壽命 (L_{10m})。

- 考量使用條件的係數 α

$$\alpha = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W}$$

α : 考量使用條件的係數
 f_H : 硬度係數 (參閱B0-11上的圖1)
 f_T : 溫度係數 (參閱B0-11上的圖2)
 f_C : 接觸係數 (參閱B0-12上的表2)
 f_W : 負荷係數 (參閱B0-12上的表3)

● 考量使用條件的額定壽命 L_{10m}

- 使用滾珠的直線運動系統時

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots(3)$$

- 使用滾柱的直線運動系統時

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \dots\dots(4)$$

L_{10m} : 考量到使用條件的額定壽命 (km)

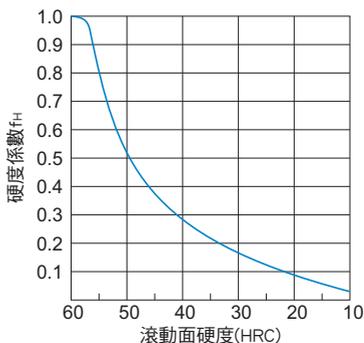
C : 基本動額定負荷 (N)

P : 外加負荷 (N)

● f_H : 硬度係數

為了實現直線運動系統負荷能力的最大化，滾動面的硬度需要在58至64HRC之間。

如果硬度低於這個範圍，則基本靜額定負荷和基本動額定負荷均下降。因此，有必要將每個額定值乘以各自的硬度係數(f_H)。

圖1 硬度係數(f_H)● f_T : 溫度係數

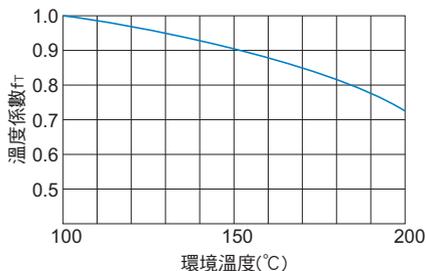
如果直線運動系統的使用環境溫度超過100°C時，要考慮高溫的不良影響，基本額定負荷乘以圖2中表示的溫度係數。

同時，注意直線運動系統也有必要使用對應高溫的產品。

注)如果使用環境的溫度超過80°C，則必須將密封墊片和端蓋板的材料更換為高溫材料。

注)如果環境溫度超過120°C，則必須提供尺寸的穩定性措施。

注)保持器型LM導軌及滾子保持器型LM導軌的使用溫度為80°C以下，因此不能適用。

圖2 溫度係數(f_T)

● f_c :接觸係數

當使用相互緊密接觸的多個LM導軌滑塊時，其直線運動受到力矩負荷和安裝精確度的影響，因此難以獲得統一的負荷分配。故將幾個滑塊靠緊使用時，請在基本額定負荷“C”和“C₀”上乘以表2中的相應接觸係數。

注)如果預計在大型機器中會出現不均勻的負荷分配，則應分別考慮表表2中所示的接觸係數。

表2 接觸係數(f_c)

靠緊時滑塊的個數	接觸係數 f_c
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
6以上	0.6
通常使用	1

● f_w :負荷係數

通常作往復運動的機械在運轉中大都伴隨著振動或衝擊，要特別精確地確定高速運轉所產生的振動以及頻繁啟動與停止所導致的衝擊是很困難的。因此，速度、振動的影響很大時，請用表3中所示的根據經驗得到的負荷係數除以基本動額定負荷(C)。

表3 負荷係數(f_w)

震動/衝擊	速度(V)	f_w
微小	微速時 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速時 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速時 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速時 $V > 2\text{m/s}$	2~3.5

剛性

當使用直線運動系統時，必須選定滿足使用條件的類型和間隙（預壓），以便達到要求的機台和設備的剛性。

選定直線運動系統の間隙和預壓

由於直線運動系統の間隙和預壓對不同的型號均是標準化的，您可以根據使用條件選定間隙和預壓。對於分離類型的型號，THK在發貨時無法調整間隙。因此，使用者必須在安裝產品時調整間隙。決定間隙和預壓時，請在參閱以下章節。

間隙和預壓

【間隙（內部間隙）】

直線運動系統の間隙是在滑塊（螺帽）、軌道（軸）和滾珠（或滾柱）之間の間隙。垂直間隙的總和稱為徑向間隙，而圓周間隙的總和稱為角向間隙（在旋轉方向上的間隙）。

（1）徑向間隙

LM導軌的徑向間隙表示，在LM軌道縱向長度的中央部，當LM滑塊在上下方向受到恒定力的輕微運動時，滑塊中央部的運動數值。

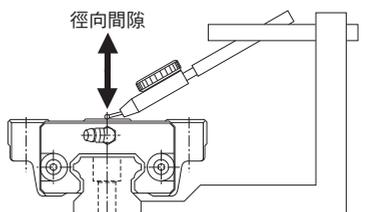


圖3 LM導軌的徑向間隙

（2）角向間隙（旋轉方向間隙）

對於滾珠花鍵，角向間隙（旋轉方向上的間隙）指，當螺帽輕柔地向前和向後旋轉，同時固定的花鍵軸受到恒定力時，螺帽旋轉運動的數值。

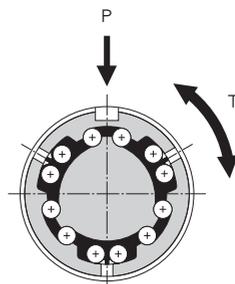


圖4 滾珠花鍵的旋轉方向間隙

【預壓】

預壓是以消除直線運動系統の間隙、提高剛性為目的，事前給滾動體施加的負荷。

直線運動系統的負間隙表示（負值）意味已施加預壓。

表4 LM導軌HSR型的徑向間隙例

單位: μm

表示標記	普通	輕預壓	中預壓
型號	無標記	C1	C0
HSR 15	-4~+2	-12~-4	—
HSR 20	-5~+2	-14~-5	-23~-14
HSR 25	-6~+3	-16~-6	-26~-16
HSR 30	-7~+4	-19~-7	-31~-19
HSR 35	-8~+4	-22~-8	-35~-22

間隙和預壓的具體情況，請參閱相關型號的相應專案。

預壓與剛性

向直線運動系統提供預壓，剛性將會隨著預壓量提高。圖5中顯示了間隙的撓曲（普通間隙、間隙C1和間隙C0）（對於LM導軌HSR型）。

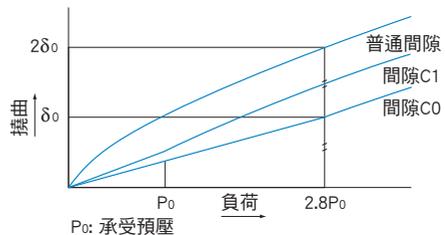


圖5 剛性資料

預壓的效果大約保持到預壓負荷的2.8倍時為止，預壓在給定負荷下發生的撓曲是較小的，而剛性要大得多，比沒有預壓時大。

圖6表示LM導軌的徑向撓曲隨預壓而改變。如圖6所示，當LM導軌滑塊受到2.45kN的徑向負荷時，如果徑向間隙為0（普通間隙）則徑向撓曲為 $9\mu\text{m}$ ，如果徑向間隙為 $-30\mu\text{m}$ （間隙C0）則徑向撓曲為 $2\mu\text{m}$ ，剛性提高了4.5倍。

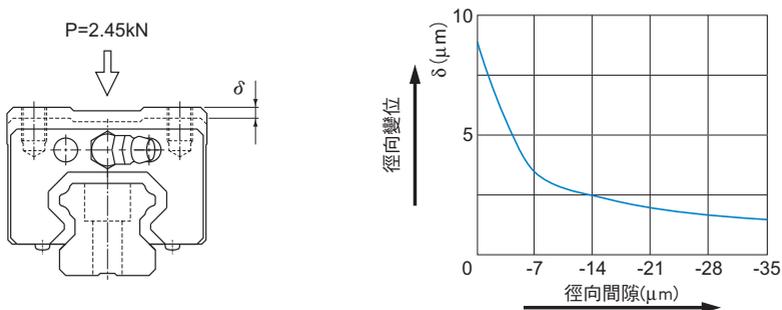


圖6 徑向間隙和撓曲

有關特定間隙的選定，請參閱相關的直線運動系統型號選定徑向間隙的章節。

摩擦係數

由於直線運動系統通過其滾動體，例如滾珠和滾柱，在滾動面之間進行滾動式運動，其摩擦阻力是滑動導軌的1/20至1/40。它的靜摩擦尤其小，幾乎與動摩擦相同，從而防止系統發生粘滯滑動。由此，系統能夠進給的距離低於微米。

直線運動系統的摩擦阻力隨其類型、預壓、潤滑劑的粘稠阻力和施加到直線運動系統的負荷而變化。

尤其是，當施加力矩或預壓以提高剛性時，摩擦阻力上升。

直線運動系統的普通摩擦係數如表5所示。

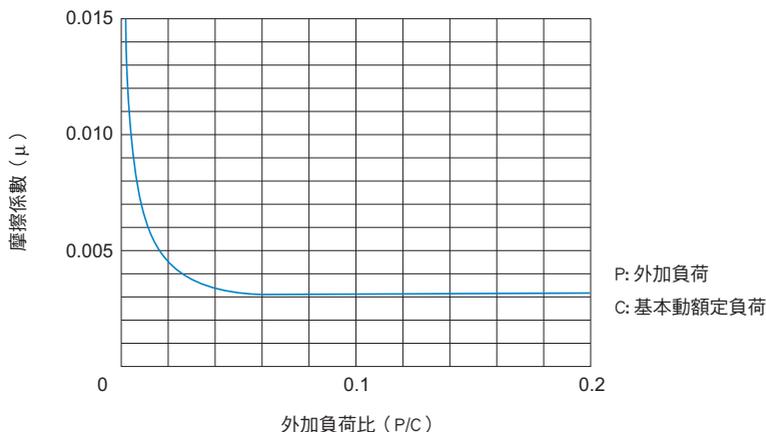


圖7 外加負荷比和摩擦阻力的關係

表5 直線運動系統的摩擦阻力(μ)

直線運動系統的類型	代表類型	摩擦阻力(μ)
LM導軌	SSR、SHS、SRS、RSR、HSR和NR/NRS型	0.002 ~ 0.003
	SRG、SRN	0.001 ~ 0.002
滾珠花鍵	LBS、LBF、LT、LF	0.002 ~ 0.003
直線滾珠襯套	LM、LMK、LMF、SC	0.001 ~ 0.003
LM有限行程襯套	MST、ST	0.0006 ~ 0.0012
LM滾柱軸承	LR、LRA	0.005 ~ 0.01
滾柱排	FT、FTW	0.001 ~ 0.0025
交叉滾柱導軌／交叉滾柱工作臺	VR、VRU、VRT	0.001 ~ 0.0025
線性滾珠滑座	LS	0.0006 ~ 0.0012
凸輪從動件／滾輪從動件	CF、NAST	0.0015 ~ 0.0025

精度

直線運動系統的運動精度，對於固定在平面上的型號以運行精度定義，對於軸要受到支撐的型號以振擺精度，並對其中的每個型號均建立精度等級。

詳細請參閱相關型號的相應頁數。

潤滑

為充分發揮直線運動系統的功能，必須按照使用條件進行潤滑。若在未上脂的情況下使用，則會增加滾動部的磨損，導致其使用壽命縮短。

潤滑劑具有如下功能：

- (1) 最大程度地降低運動部件之間的摩擦，從而可防止卡住及減少磨耗。
- (2) 在滾動面上形成油膜以減少作用於表面的應力並延長滾動疲勞壽命。
- (3) 覆蓋於金屬表面以防止生銹。

即使是有密封墊片的直線運動系統，內部潤滑劑也會在操作中逐漸滲漏出去。因此，需要按照不同的使用條件，以適當的時間間隔予以潤滑。

詳細的潤滑資訊請參閱 **圖 24-1**。

【滑潤劑的類型】

直線運動系統主要採用油脂或滑動表面油作為其潤滑劑。

潤滑劑需要滿足的條件一般如下：

- (1) 高耐極端壓力
- (2) 減少摩擦
- (3) 提昇耐磨耗性
- (4) 高熱穩定性
- (5) 高防鏽性
- (6) 高流動性
- (7) 油脂稠度不會因反覆攪拌而變化

表6 一般用途的潤滑劑

潤滑劑	種類	商品名
潤滑油	滑動面油或渦輪油 ISOVG32~68	Daphne Super Multi Oil (出光興產) Mobil Vactra Oil Numbered Series (埃克森美孚) Mobil Vactra Oil No.2 SLC (埃克森美孚) Mobil DTE Oil Series (埃克森美孚) Shell TONNA S3 M (昭和殼牌石油) 或相當品

表7 在特殊環境下使用的潤滑劑

使用環境、條件	潤滑對策	關於THK產品的對策
有冷卻劑噴濺的環境	<ul style="list-style-type: none"> 請使用可防止被冷卻液乳化，且不易被沖洗掉的潤滑脂。 請使用高耐極端壓力、防鏽性較佳的潤滑脂。 ※ 尤其是在有水溶性冷卻液噴濺的環境中，即使使用中黏度的潤滑油，也可能因冷卻劑的種類，造成乳化、水洗等情況，使潤滑性能降低，難以確實的形成油膜，所以請務必先確認冷卻液和潤滑油之間的相容性。 ●Daphne Super Multi Oil (出光興產) ●Mobil Vactra Oil No.2 SLC (埃克森美孚) 	<ul style="list-style-type: none"> 請注意，冷卻液若直接潑濺到THK的產品，會對樹脂、橡膠材質等部品造成不良的影響。 請考慮設計不會讓冷卻液直接潑濺到THK產品的裝置(防塵蓋、伸縮護罩) 請考慮採用各種防塵選配件防止冷卻液流入THK產品內部。
高溫環境	<ul style="list-style-type: none"> 請注意，隨著溫度越高，潤滑脂即會產生離油現象，導致潤滑性能下降。 	<ul style="list-style-type: none"> THK備有各種高溫規格的产品，如有需要，請向本公司洽詢。
無塵室	<ul style="list-style-type: none"> THK備有各種可因應無塵室需求的潤滑脂。 ●AFE-CA潤滑脂 (THK) ●AFF潤滑脂 (THK) ●L100潤滑脂 (THK) 	<ul style="list-style-type: none"> 造成發塵的其中一項原因，是因為滾動體之間相互摩擦或有金屬接觸。 THK備有各種帶保持器的產品，可大幅減少滾動體之間相互摩擦與金屬接觸。而且保持器的構造可保有潤滑劑，是非常適合無塵環境的產品。 標準規格會塗抹防鏽油，若不需要，請事先向本公司通知。
真空環境	<ul style="list-style-type: none"> 請使用氟素真空潤滑劑。(各品牌的蒸氣壓有所不同) 相較於一般工業用潤滑脂，真空潤滑脂的耐極端壓力低，油膜容易破裂，因此請注意，需要透過增加給脂次數等方法，來確保滾動面的含油量，避免發生油膜破裂。 ※ 請注意，相較於一般潤滑脂，使用真空潤滑脂時的起動阻力會高上數倍。 	<ul style="list-style-type: none"> 請注意，在真空環境中樹脂材質、橡膠材質所釋放的氣體，可能導致真空度降低。 請考慮使用不鏽鋼製品或表面處理製品作為防鏽的對策。
高速運動部件	<ul style="list-style-type: none"> 為了抑制因潤滑劑的阻力而發熱的情況，請使用基礎油運動黏度較低的潤滑劑。 THK備有各種具備優異高速規格的潤滑脂。 ●AFA潤滑脂 (THK) ●AFG潤滑脂 (THK) ●AFJ潤滑脂 (THK) 	<ul style="list-style-type: none"> 產品內部的滾動體之間相互摩擦和金屬接觸會導致噪音產生和提早損壞。 THK備有各種在高速、低噪音方面表現優異的帶保持器產品。
有水潑濺的環境	<ul style="list-style-type: none"> 請使用耐水性較佳的潤滑脂。 請使用高耐極端壓力且不易被水沖走的潤滑劑。 ●L700潤滑脂 (THK) 關於有水環境下的潤滑方法，請洽詢THK。 	<ul style="list-style-type: none"> 請考慮設計不會讓水直接潑濺到THK產品上的裝置。(伸縮護罩或防塵蓋) 請考慮使用不鏽鋼製品或表面處理製品作為防鏽的對策。 請考慮採用各種防塵選配件防止水流入THK產品內部。
食品機械的場合	<ul style="list-style-type: none"> 請考慮使用對人體無害的食品級潤滑脂。 ●L700潤滑脂 (THK) (已獲得NSF H1認證登記) 	<ul style="list-style-type: none"> 請考慮使用防塵蓋之類的部品，以防潤滑劑發生飛散的情況。
微振動	<ul style="list-style-type: none"> THK備有各種對微振動有效的潤滑脂。 ●AFC潤滑脂 (THK) ●AFJ潤滑脂 (THK) 	<ul style="list-style-type: none"> 適用於滾動體與滾動面接觸部分油膜容易破裂的環境。 定期以超過行程距離移動的方式，讓潤滑油能在滾動體與滾動面接觸的部分形成油膜。

安全設計

直線運動系統可用於各種環境。如果將其用於特殊的環境，例如真空、抗腐蝕、高溫和低溫，則必須選定能適應使用環境的材料和表面處理方法。

為支援在各種特殊環境下使用，THK提供了以下針對直線運動系統的材料和表面處理方法。

	描述	型號	特徵/能力
材料	馬氏體不銹鋼		防銹性能 ★★★
	馬氏體不銹鋼	SR-M1 HSR-M1 RSR-M1 	耐高溫 ★★★★★ * 150°C以上
	奧氏體不銹鋼	HSR-M2 	防銹性能 ★★★★★
表面處理	AP-HC	THK AP-HC 處理 	低發塵量 ★★★★★ 防銹性能 ★★★★★ 表面硬度 ★★★★★
	AP-C	THK AP-C 處理 	防銹性能 ★★★★★
	AP-CF	THK AP-CF 處理 	防銹性能 ★★★★★

* 若需要上述之外的表面處理方法，請與THK聯繫。

確定材料

在正常使用環境，直線運動系統使用適應它的某種類型的鋼。如果在特殊環境使用直線運動系統，就必須選定適應使用環境的材料。

需要高耐蝕性的場所，使用不銹鋼材料。

材質規格

用不銹鋼製成

- 材質…馬氏體不銹鋼/奧氏體不銹鋼



為了能夠在要求耐蝕性的環境中使用，某些直線運動系統可以使用馬氏體不銹鋼。

直線運動系統的型號中包含標記M，表示此型號採用不銹鋼製，請參閱相關型號的相應項目。

型號組成



表面處理

直線運動系統的軌道和軸的表面可以為防腐蝕或審美之目的進行處理。

THK提供了THK-AP處理，這是針對直線運動系統的最佳表面處理方法。

THK-AP處理有如下三種類型：

AP-HC

- 表面處理…工業用鍍硬鉻
- 皮膜硬度…750HV以上



與工業上使用的鍍硬鉻相同，AP-HC實現了與馬氏體不銹鋼幾乎相同水準的耐腐蝕性。此外，因為薄膜的硬度達到750HV以上，已經特別高，具有高度耐磨耗性。

AP-C

- 表面處理…工業用鍍黑鉻處理



一種工業用黑鉻處理，設計上提高了耐腐蝕性。與馬氏體不銹鋼相比成本較低，但能獲得較高的耐腐蝕性。

AP-CF

- 表面處理…工業用鍍黑鉻處理 特殊氟樹脂鍍



複合的表面處理，即將黑鉻處理與特殊氟樹脂鍍相結合，適用於需要高耐腐蝕性的應用。

除了上述處理外，有時在滾動面之外的區域進行其他表面處理，例如鹼性著色處理（染黑）和有色陽極處理。但是，某些方法不適用於直線運動系統。有關詳細資訊，請與THK聯繫。

如果使用滾動面經過表面處理的直線運動系統，設置更高的安全係數。

型號組成

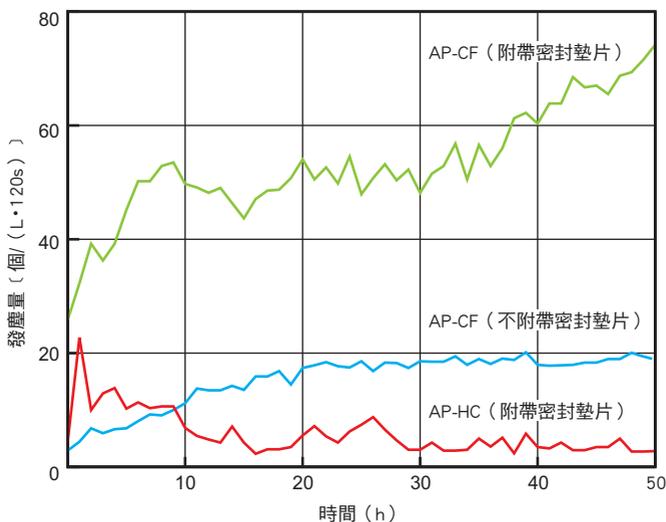
SR15	V	2	F	+	640L	F
公稱型號					LM軌道長度 (單位mm)	
LM滑塊的類型						
相同軌道上使用的 LM滑塊數			LM滑塊 經過表面處理			LM軌道 經過表面處理

注)注意，對安裝孔的內側不提供表面處理。

【AP處理產生粉塵的比較資料】

〔試驗條件〕

項目	描述
LM導軌型號	SSR20WF+280LF (AP-CF·無密封墊片)
	SSR20UUF+280LF (AP-CF·無密封墊片)
	SSR20WUUF+280LF (AP-HC·無密封墊片)
使用的油脂	THK AFE-CA油脂
油脂量	1cc (每個LM滑塊)
速度	30m/min (最大)
行程	200mm
測量流動速率	1L/120s
無塵室體積	1.7公升(壓力力箱)
各種計測器	灰塵計數器
已測量粒子直徑	0.3μm以上



THK的AP-HC處理提供了高表面硬度和高耐磨耗性。上圖中早期階段的高度磨耗，被認為起因於末端密封墊片的初磨耗。

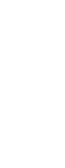
注)THK AP-HC處理(相當於鍍硬鉻)

THK AP-CF處理(相當於鍍黑鉻+氟樹脂鍍)

【防銹的比較資料】

< 鹽水噴霧試驗 >

項目	描述
噴塗液體	1% NaCl溶液
周期	噴霧6小時、乾燥6小時
溫度條件	35°C噴塗中
	60°C乾燥中

試樣材料	奧氏體 不銹鋼	馬氏體 不銹鋼	THK AP-HC	THK AP-C	THK AP-CF	
時間						
試驗前						
6小時						
24小時						
96小時						
測試結果	防銹性能	◎	○	○	◎	◎
	耐磨耗性	○	◎	◎	△	○
	表面硬度	△	◎	◎	△	△
	粘附性	—	—	◎	△	○
	外觀	金屬光澤	金屬光澤	金屬光澤	黑色光澤	黑色光澤

防塵

使用直線運動系統時，防塵是最重要的因素。如果粉塵及其他異物進入直線運動系統，將導致異常磨損，並縮短使用壽命。

所以，預計可能有粉塵及其他異物進入時，必須選定滿足使用環境條件的密封裝置或防塵裝置。

(1) 直線運動系統的專用密封墊片

作為防塵密封用，直線運動系統具有高耐蝕性的特殊合成橡膠製造的密封墊片（例如疊層接觸刮刷片LaCS）和清潔環。

不利使用環境時，有些型號備有專用伸縮護罩和專用防塵蓋。

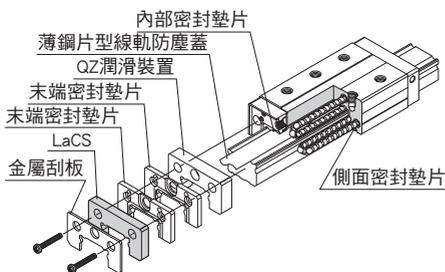
這些密封墊片具體情況和標記，請參閱相關型號的相應選購附件專案(防塵)。

當需要在易於遭受切削碎屑和切削液影響的環境中為滾珠螺桿提供防塵時，建議使用伸縮罩來保護整個系統，或使用大尺寸的軟式伸縮護套。

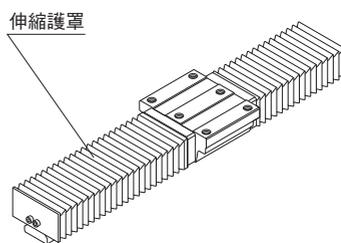
(2) 專用伸縮護罩

對LM導軌，備有標準的伸縮護罩。

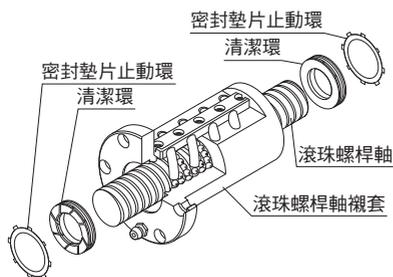
THK也製造滾珠螺桿和滾珠花鍵等其他直線運動系統的專用伸縮護罩，詳細情況請與THK聯繫。



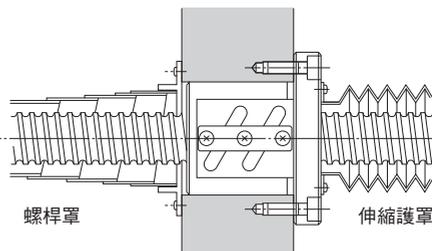
LM導軌的防塵密封墊片



LM導軌專用伸縮護罩



用於滾珠螺桿的清潔環



滾珠螺桿的防塵罩

