

特徵：

· 定位精度高重現性佳

線性滑軌平滑的滾動運動方式，摩擦係數特別小，尤其靜摩擦力與動摩擦力的差距很小，即使在微量進給時也不會有空轉打滑的現象，解析能力與重現性最佳，因此可以實現 μm 級的定位精度

· 低摩擦阻力可長時間維持精度

線性滑軌的滾動摩擦阻力可減小至滑動導軌摩擦阻力的 $1/20\sim 1/40$ ，尤其潤滑結構簡單，潤滑容易，潤滑效果優良，摩擦接觸面的磨耗最低，因此可以長時間維持行走精度

· 可承受四方向的高負荷能力

幾何力學結構的最佳化設計，可同時承受徑向、反徑向與橫方向的負荷，並保持其行走精度，同時可輕易地藉由施於預壓與增加滑塊數量，就可以提高其剛性與負荷能力

由施於預壓與增加滑塊數量，就可以提高其剛性與負荷能力

· 適合高速化之應用

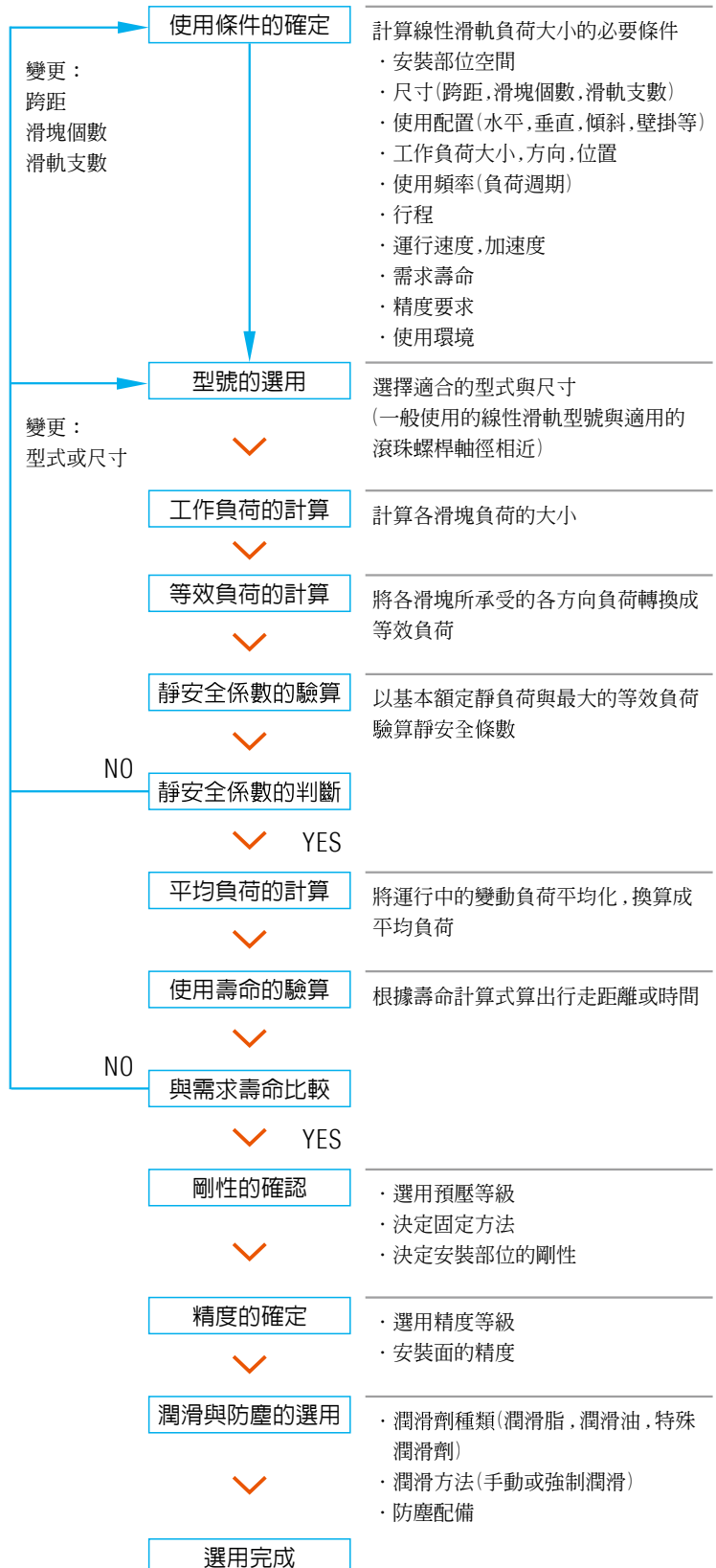
摩擦阻力小的特性，對設備的驅動馬力需求低，節省能源效果大，尤其運動磨耗小，溫昇效應低，可同時實現機械小型化與高速化的需求

· 組裝容易並具互換性

線性滑軌的安裝只要在銑削或研磨加工的安裝面上，以一定的組裝步驟，即能重現線性滑軌的加工精密度，可降低傳統鏜花加工的時間與成本

並且其可互換之特性，可以將滑塊任意配裝在同型號的滑軌上，同時又保持相同的順暢度與精密度，機台組裝最容易，維修保養最簡便

選用流程：



線性滑軌的應用，必須對選用的型號與使用條件來驗算其負荷容量及壽命，根據這些結果來判斷選擇的線性滑軌型號是否符合需求

負荷容量的驗算是利用基本額定靜負荷 (C_0)，求出靜安全係數，即確定其靜的負荷限度；而壽命的驗算則是利用基本額定動負荷 (C)，來計算額定壽命

線性滑軌的壽命是指在滾動體或滾動面上由於循環應力的作用，到出現因材料的滾動疲勞所發生的金屬表面剝落時所運行的總距離

· 基本額定靜負荷 C_0

線性滑軌在靜止或低速運行中承受過大或衝擊的負荷時，在滾動體與滾動面之間會產生局部的永久變形，這個永久變形量如果超過某個限度時，就會影響線性滑軌運動的順暢性

所謂的基本額定靜負荷 (C_0)，是指在產生最大應力的接觸面處，使滾動體與滾動面間的永久變形量之總和達到滾動體直徑的0.0001倍時，方向和大小一定的靜止負荷

基本額定靜負荷即為容許靜負荷的限度

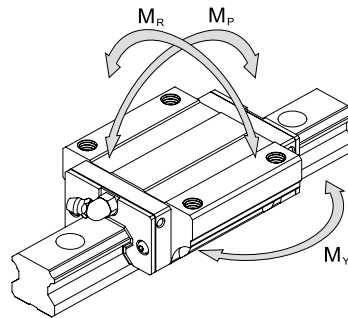
· 容許靜力矩 M_0

在線性滑軌上作用力矩時，從線性滑軌內的滾動體應力分佈來看，兩端的滾動體產生最大的應力

所謂的容許靜力矩 (M_0)，是指在產生最大應力的接觸面處，使滾動體與滾動面間的永久變形量之總和達到鋼珠直徑的0.0001倍時，方向和大小一定的靜止力矩

容許靜力矩即為靜的作用力矩的限度

在線性滑軌中是以 M_P 、 M_Y 、 M_R 這三個方向的力矩來定義的



· 靜安全係數 fs

當線性滑軌使用在有振動、衝擊或激烈的啟動停止情形，由於慣性力或力矩等外力的作用，會有大的負荷產生，對於這樣的負荷狀況，有必要考慮靜安全係數

靜安全係數 (fs)，是按線性滑軌的基本額定靜負荷 (C_0)，為作用在線性滑軌上的負荷的多少倍來表示，如下式示各種應用狀況的靜安全係數之基準值，如下表所示

fs 靜安全係數

C_0 基本額定靜負荷(N)

M_0 容許靜力矩(N·m)

P 計算負荷(N)

M 計算力矩(N·m)

$$fs = \frac{C_0}{P} \quad \text{或} \quad fs = \frac{M_0}{M}$$

一般產業機器	一般負荷狀況	1.0~1.3
	有振動、衝擊時	2.0~3.0
機床	一般負荷狀況	1.0~1.5
	有振動、衝擊時	2.5~7.0

靜安全係數的基準值

· 基本額定動負荷 C

即使同一批製造出來的產品，在相同的條件下運動，線性滑軌的壽命也會有些許差異

因此，為了確定線性滑軌的壽命，一般使用以下定義的額定壽命

所謂的額定壽命 (L)，是指一批相同規格的線性滑軌在同樣的條件下運動時，其中的 90% 不產生表面疲勞剝落的現象所能行走的總運行距離

當線性滑軌承受負荷並運動時，為計算其壽命要使用基本額定動負荷

所謂的基本額定動負荷 (C)，是指一批相同規格的線性滑軌在同樣的條件下運動時，當其滾動體為鋼珠時，其額定壽命為 50km，而其滾動體為滾柱時，額定壽命為 100km，方向和大小都不變的負荷

· 壽命計算

線性滑軌的額定壽命 (L) 會因實際所承受的負荷而不同，可依照選用規格的基本額定動負荷 (C) 和工作負荷 (P) 來推算出使用壽命

線性滑軌的使用壽命會隨著運動狀態、滾動面的硬度與環境溫度而變化，依其循環的滾動體類型，選用下式來計算其壽命

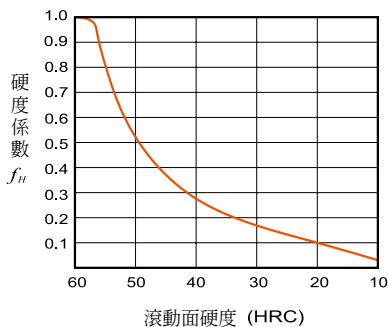
$$\begin{aligned} \text{鋼珠} \quad L &= \left(\frac{f_H \times f_T}{f_w} \times \frac{C}{P} \right)^3 \times 50 \\ \text{滾柱} \quad L &= \left(\frac{f_H \times f_T}{f_w} \times \frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \end{aligned}$$

L 額定壽命 (km)
 C 基本額定動負荷 (N)
 P 工作負荷 (N)
 f_H 硬度係數
 f_T 溫度係數
 f_w 負荷係數

硬度係數 f_H

線性滑軌滾動面的硬度必須為 HRC58~64，如果硬度比此數值低時，會降低線性滑軌的負荷能力，此時基本額定動、靜負荷應分別乘以相對的硬度係數 f_H ，如下圖所示

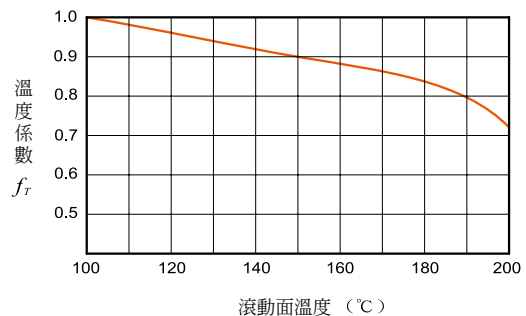
出廠的 PMI 線性滑軌硬度要求為 HRC58 以上，所以 $f_H = 1.0$



溫度係數 f_T

線性滑軌使用在環境溫度高於 100°C 時，高溫效應會影響其使用壽命，此時基本額定動、靜負荷應分別乘以相對的溫度係數 f_T ，如下圖所示

線性滑軌部分的配件為塑、橡膠製品，建議的使用溫度為 100°C 以下若有其它特別的需求，請洽詢本公司



負荷係數 f_w

雖然線性滑軌所承受的負荷可藉由計算求得，但實際使用時大部份伴隨著振動或衝擊，負荷多會大於計算值

因此在考慮不同的運轉條件與使用速度下，建議依經驗所得到的負荷係數除以基本額定動負荷 C ，如下表所示

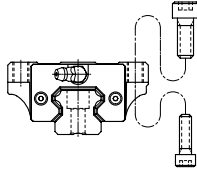
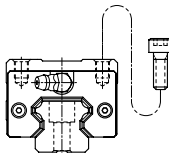
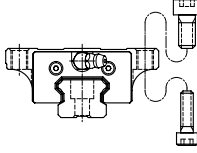
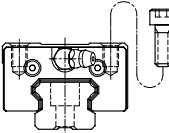
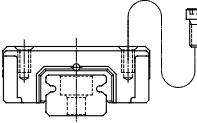
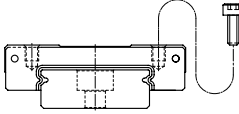
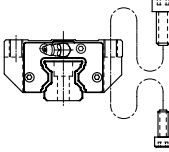
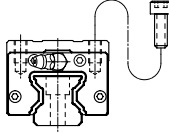
運轉條件	使用速度	f_w
平滑無衝擊	$V \leq 15$ m/min	1.0~1.2
普通衝擊力及振動	$15 < V \leq 60$ m/min	1.2~1.5
中等衝擊力及振動	$60 < V \leq 120$ m/min	1.5~2.0
強烈衝擊力及振動	$V \geq 120$ m/min	2.0~3.5

· 壽命時間的計算 L_h

在線性滑軌使用的行程長度與往復次數一定時，可用前述公式所求得的額定壽命 (L)，換算出壽命時間 (L_h)

$$L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times l_s \times n_l \times 60}$$

L_h 壽命時間 (hr)
 L 額定壽命距離計算值 (km)
 l_s 行程長度 (m)
 n_l 每分鐘往復次數 (min^{-1})

分類	型號	特徵	主要用途
全鋼珠式 重負荷型	MSA□E MSA□LE 	<ul style="list-style-type: none"> · 重負荷,高剛性 · 具自動調心能力 · 行走順暢度佳 · 低噪音 · 具互換之特性 	機械加工中心 NC車床 重切削用機械的XYZ軸 磨床的工作台進給軸 銑床 立式或橫式鏜床 刀具導向部 工作機械的Z軸 自動塗裝機 工業用機器人 各種高速材料供給裝置
	MSA□S MSA□LS 		
全鋼珠式 低組裝型	MSB□TE MSB□E 	<ul style="list-style-type: none"> · 低組裝,高負荷 · 具自動調心能力 · 行走順暢度佳 · 低噪音 · 具互換之特性 	
	MSB□TS MSB□S 		
全鋼珠式 微小型	MSC 	<ul style="list-style-type: none"> · 超小型設計 · 行走順暢度佳 · 低噪音 · 鋼珠鋼絲保持器設計 · 具互換之特性 	
	MSD 		
全滾柱式 重負荷型	MSR□E MSR□LE 	<ul style="list-style-type: none"> · 超重負荷 · 超高剛性 · 行走順暢度佳 · 低噪音 · 潤滑效果佳 	
	MSR□S MSR□LS 		

· 各型號精度標準

MSA、MSB系列適用：普通級(N)、高級(H)、精密級(P)、超精密級(SP)與超高精密級(UP)

MSR系列適用：高級(H)、精密級(P)、超精密級(SP)與超高精密級(UP)

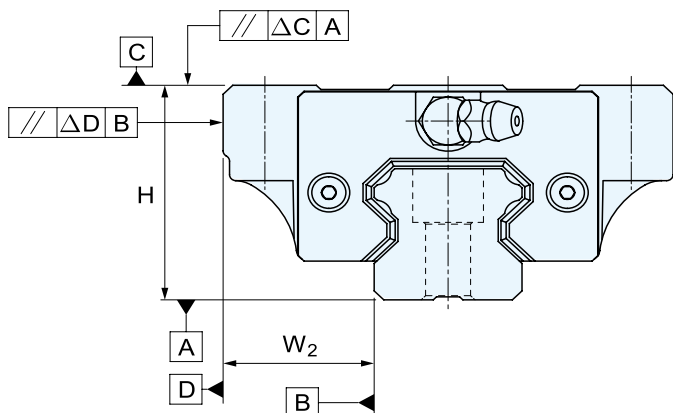
尺寸	項目	精度等級				
		普通級 N	高級 H	精密級 P	超精密級 SP	超高精密級 UP
15 20	高度H的尺寸容許誤差	±0.1	±0.03	0 -0.03	0 -0.015	0 -0.008
	高度H的成對相互差(ΔH)	0.02	0.01	0.006	0.004	0.003
	寬度W ₂ 的尺寸容許誤差	±0.1	±0.03	0 -0.03	0 -0.015	0 -0.008
	寬度W ₂ 的成對相互差(ΔW ₂)	0.02	0.01	0.006	0.004	0.003
	滑塊C面對於滑軌A面的行走平行度	ΔC(如右表)				
	滑塊D面對於滑軌B面的行走平行度	ΔD(如右表)				
25 30 35	高度H的尺寸容許誤差	±0.1	±0.04	0 -0.04	0 -0.02	0 -0.01
	高度H的成對相互差(ΔH)	0.02	0.015	0.007	0.005	0.003
	寬度W ₂ 的尺寸容許誤差	±0.1	±0.04	0 -0.04	0 -0.02	0 -0.01
	寬度W ₂ 的成對相互差(ΔW ₂)	0.03	0.015	0.007	0.005	0.003
	滑塊C面對於滑軌A面的行走平行度	ΔC(如右表)				
	滑塊D面對於滑軌B面的行走平行度	ΔD(如右表)				
45 55	高度H的尺寸容許誤差	±0.1	±0.05	0 -0.05	0 -0.03	0 -0.02
	高度H的成對相互差(ΔH)	0.03	0.015	0.007	0.005	0.003
	寬度W ₂ 的尺寸容許誤差	±0.1	±0.05	0 -0.05	0 -0.03	0 -0.02
	寬度W ₂ 的成對相互差(ΔW ₂)	0.03	0.02	0.01	0.007	0.005
	滑塊C面對於滑軌A面的行走平行度	ΔC(如右表)				
	滑塊D面對於滑軌B面的行走平行度	ΔD(如右表)				
65	高度H的尺寸容許誤差	±0.1	±0.07	0 -0.07	0 -0.05	0 -0.03
	高度H的成對相互差(ΔH)	0.03	0.02	0.01	0.007	0.005
	寬度W ₂ 的尺寸容許誤差	±0.1	±0.07	0 -0.07	0 -0.05	0 -0.03
	寬度W ₂ 的成對相互差(ΔW ₂)	0.03	0.025	0.015	0.01	0.007
	滑塊C面對於滑軌A面的行走平行度	ΔC(如右表)				
	滑塊D面對於滑軌B面的行走平行度	ΔD(如右表)				

Ps 備註

· MSR系列僅提供H級以上之等級選用

MSA、MSB系列適用：普通級(N)、高級(H)、精密級(P)、超精密級(SP)與超高精密級(UP)

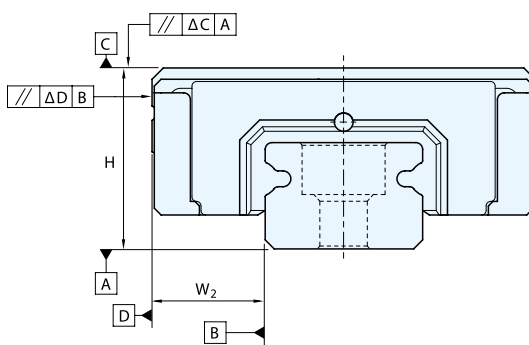
MSR系列適用：高級(H)、精密級(P)、超精密級(SP)與超高精密級(UP)



滑軌長(mm)		行走平行度值(μm)				
倉以上	以下	N	H	P	SP	UP
0	315	9	6	3	2	1.5
315	400	11	8	4	2	1.5
400	500	13	9	5	2	1.5
500	630	16	11	6	2.5	1.5
630	800	18	12	7	3	2
800	1000	20	14	8	4	2
1000	1250	22	16	10	5	2.5
1250	1600	25	18	11	6	3
1600	2000	28	20	13	7	3.5
2000	2500	30	22	15	8	4
2500	3000	32	24	16	9	4.5
3000	3500	33	25	17	11	5
3500	4000	34	26	18	12	6

MSC、MSD系列適用：普通級(N)、高級(H)與精密級(P)

尺寸	項目	精度等級		
		普通級 N	高級 H	精密級 P
7	高度H的尺寸容許誤差	±0.04	±0.02	±0.01
	高度H的成對相互差(ΔH)	0.03	0.015	0.007
9	寬度W ₂ 的尺寸容許誤差	±0.04	±0.025	±0.015
12	寬度W ₂ 的成對相互差(ΔW ₂)	0.03	0.02	0.01
15	滑塊C面對於滑軌A面的行走平行度	ΔC(如下表)		
	滑塊D面對於滑軌B面的行走平行度	ΔD(如下表)		



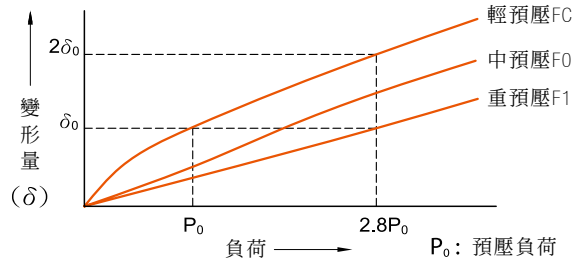
滑軌長(mm)		行走平行度值(μm)		
倉以上	以下	N	H	P
-	40	8	4	1
40	70	10	4	1
70	100	11	4	2
100	130	12	5	2
130	160	13	6	2
160	190	14	7	2
190	220	15	7	3
220	250	16	8	3
250	280	17	8	3
280	310	17	9	3
310	340	18	9	3
340	370	18	10	3
370	400	19	10	3
400	430	20	11	4
430	460	20	12	4
460	490	21	12	4
490	520	21	12	4

滑軌長(mm)		行走平行度值(μm)		
倉以上	以下	N	H	P
520	550	22	12	4
550	580	22	13	4
580	610	22	13	4
610	640	22	13	4
640	670	23	13	4
670	700	23	13	5
700	730	23	14	5
730	760	23	14	5
760	790	23	14	5
790	820	23	14	5
820	850	24	14	5
850	880	24	15	5
880	910	24	15	5
910	940	24	15	5
940	970	24	15	5
970	1000	25	16	5

線性滑軌可以藉由施加預壓來提高剛性

如右圖所示,預壓的效果可保持外部負荷增大到預壓負荷的2.8倍,即提高2.8倍的剛性值

而預壓是利用增加滾動體的直徑,使滾動體與滾動面之間產生負向間隙,預先施于內部負荷,所以在進行壽命計算時,必須將其預壓負荷考慮進去



· 預壓等級的選用

線性滑軌的使用,應根據不同的使用條件來選擇最合適的預壓等級,選用的基準請參照下表

預壓等級	適用條件	應用例
輕預壓 (FC)	<ul style="list-style-type: none"> · 負荷方向一定,振動、衝擊力小,2軸並列使用的裝置 · 精度要求不高,但要求滑動阻力小的設備 	射束銲接機械、裝訂機械、自動包裝機、一般工業機械的XY軸、自動門窗加工機、銲接機、熔斷機、工具交換裝置、各種材料供給裝置、數控雕銑機、輕型數控銑床
中預壓 (F0)	<ul style="list-style-type: none"> · 有懸臂負荷或力矩作用的裝置 · 單軸使用的設備 · 輕負荷且要求高精度的設備 	磨床工作台進給軸、自動塗裝機、工業用機器人、各種高速材料供給裝置、NC車床、一般工業機械的Z軸、印刷線路板的打孔機、電火花加工機、測定器、精密XY平台
重預壓 (F1)	<ul style="list-style-type: none"> · 要求高剛性,且振動、衝擊力大的設備 · 高負荷、重切削的機床等 	機械加工中心、NC車床、磨床的砂輪進給軸、銑床、立式或橫式鏜床、刀具導向部、工作機械的Z軸
超重預壓 (F2)	<ul style="list-style-type: none"> · 要求更高剛性,且振動、衝擊力大的設備 · 超高負荷、超重切削的機床等 	機械加工中心、NC車床、磨床的砂輪進給軸、銑床、立式或橫式鏜床、刀具導向部、工作機械的Z軸

· 各型號適用預壓等級

各系列之預壓等級如下表所示,其中預壓力大小為基本額定動負荷(C)的百分比

基本額定動負荷(C)請參閱各系列規格表

系列名稱 預壓等級 及預壓力(N)		MSA	MSB	MSR	MSC	MSD
		輕預壓(FC)	0.02C	•	•	
中預壓(F0)	0.05C	•	•	•	• (0.02C)	• (0.02C)
重預壓(F1)	0.08C	•	•	•		
超重預壓(F2)	0.13C			•		