

# TBI

SPECIALIZED MANUFACTURER

## 線性滑軌

鏈帶型與非鏈帶型共軌

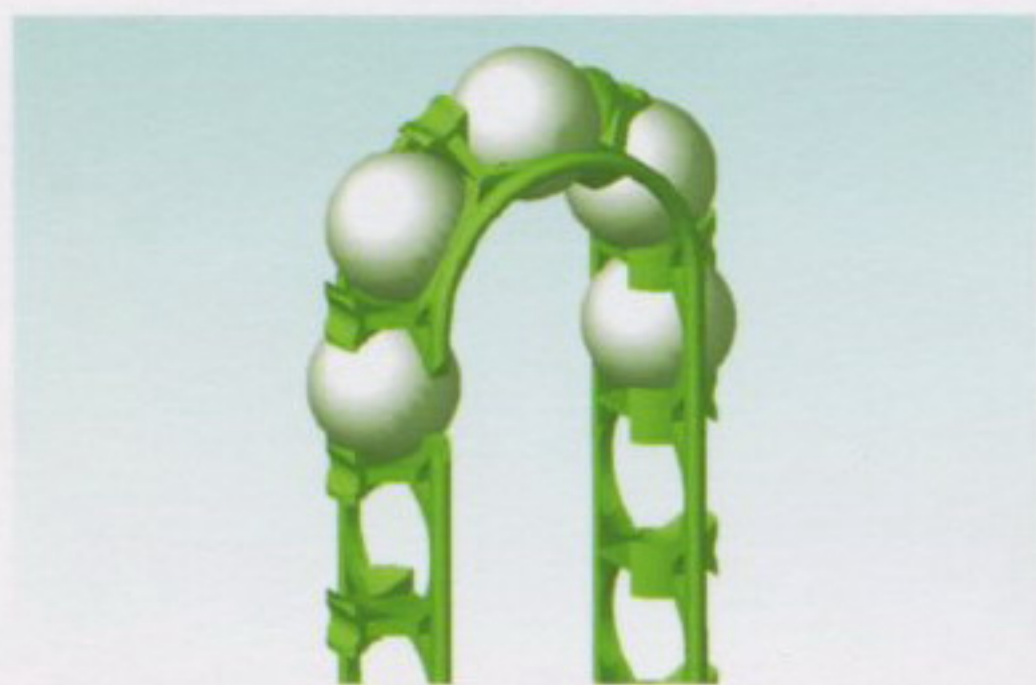


精  
靜  
順

高  
低  
行

精  
噪  
徑

度  
音  
順



◎ 專利設計

- 靜音套管結構降低噪音
- 鏈帶提升鋼珠聚油能力
- 鏈帶循環帶動整體油潤
- 鏈帶無段接點順暢設計



# 索引

## 一、線性滑軌名詞介紹-----1

1-1 主要影響參數-----1	1
a. 線性滑軌之負荷與壽命-----1	1
b. 基本額定靜負荷-----1	1
c. 基容許靜力矩-----1	1
d. 靜安全係數-----2	2
e. 額定壽命的意義-----2	2
f. 基本額定動負荷-----2	2
1-2 附屬影響參數-----3	3
a. 接觸係數-----3	3
b. 硬度係數-----3	3
c. 溫度係數-----4	4
d. 負荷係數-----4	4
1-3 壽命計算式-----5	5
1-4 磨擦力-----6	6

## 二、如何正確選用線性滑軌-----7

2-1 選用線性滑軌之流程圖-----7	7
2-2 確認使用條件-----8	8
a. 組合方式-----8	8
b. 安裝姿勢-----9	9
c. 作用負荷-----10	10
d. 使用頻率-----11	11
2-3 型式尺寸確認-----11	11
a. 選用滑座形式-----11	11
b. 假定合適的滑座尺寸-----11	11
2-4 負荷大小確認-----11	11
2-5 等負荷計算-----15	15
2-6 確認靜安全係數-----16	16
2-7 靜安全係數判斷-----17	17
2-8 計算平均負荷-----17	17
2-9 計算額定壽命-----19	19
2-10 計算壽命時間-----20	20

2-11 比較需求壽命-----21	21
2-12 選用型號表示意義-----22	22
a. 精度標準-----23	23
b. 預壓選用-----24	24
c. 滑軌防塵-----27	27
d. 滑座配件-----28	28

## 三、如何正確安裝線性滑軌？-----29

3-1 安裝設計原則-----29	29
3-2 安裝步驟-----30	30
3-3 常見安裝線性滑軌的模式-----34	34
3-4 常見固定模式-----35	35

## 四、TBI 線性滑軌-----36

BG系列型號規格表(H-B)-----37	37
BG系列型號規格表(H-F)-----38	38
BG系列型號規格表(S-B)-----39	39
4-1 BGX線性滑軌-----41	41
a. BGX四排珠高剛性等負載設計-----41	41
b. BGX防塵系統之設計-----42	42
c. BGX循環套管靜音系統-----43	43
d. BGX循環系統含油空間設計-----44	44
e. BGX線性滑軌靜額定力矩-----44	44
4-2 BGC線性滑軌-----47	47
a. BGC適用於高速運作-----47	47
b. BGC鏈帶循環帶動潤滑-----48	48
c. BGC產生噪音較低-----49	49
d. BGC鋼珠受力較均勻-----50	50
e. BGC完整鏈帶設計-----50	50
f. BGC型線軌與傳統型線軌比較-----51	51
g. BGC線性滑軌靜額定力矩-----52	52



## 一、線性滑軌名詞介紹

### 1-1 主要影響參數：

#### a. 線性滑軌之負荷與壽命(L)

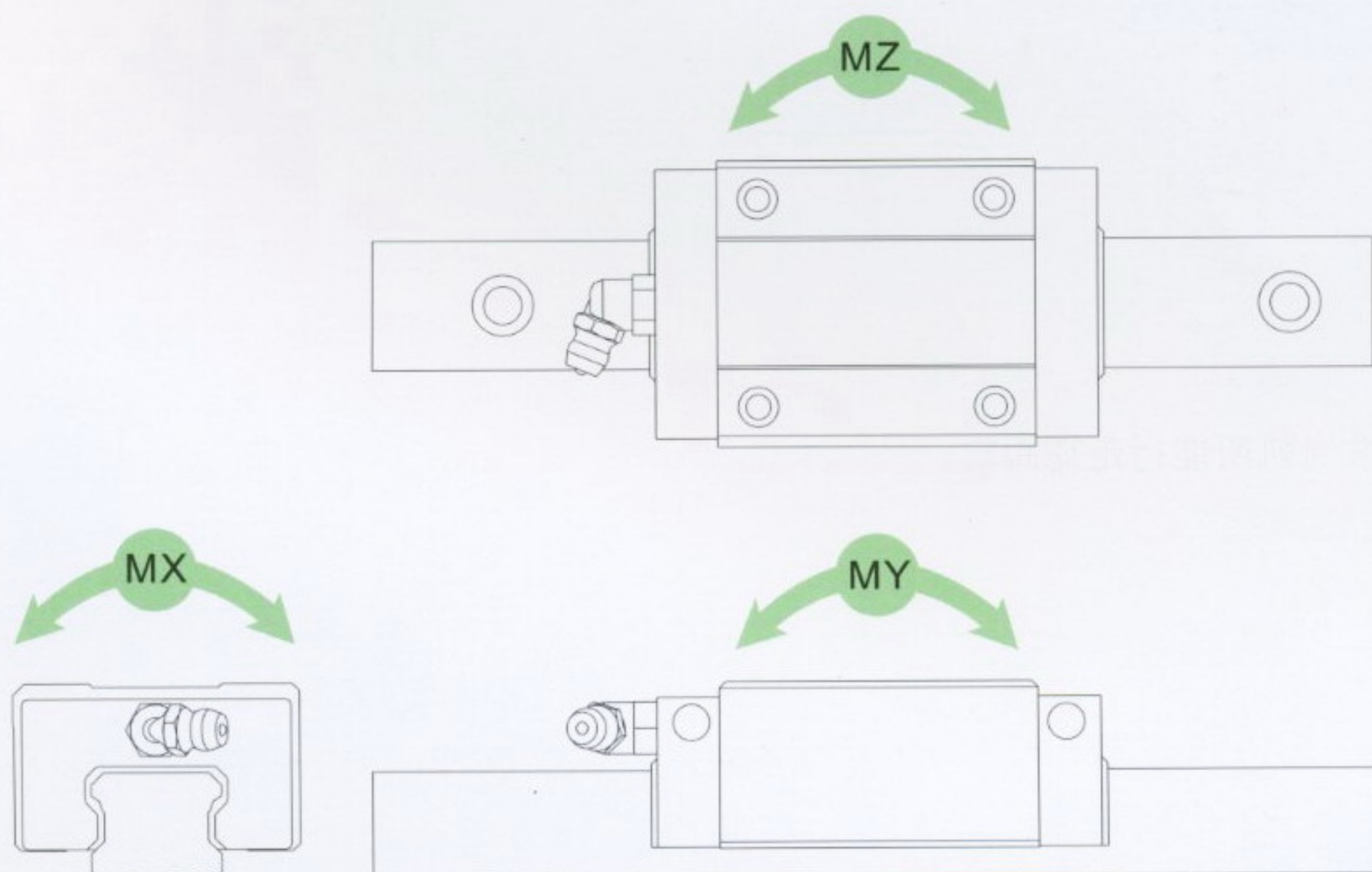
選用線性滑軌時，需根據機構使用狀況與所受外力，藉由工程計算求出機構中每一個滑座所受的負載，比較滑座的基本靜額定負載(C0)或基本容許靜力矩(Mx、My、Mz)等參數，求出靜安全係數來判斷機構的可靠程度。而評估長時間磨耗的使用壽命則需使用基本動額定負載(C)，可求出線性滑軌的運作壽命距離。

#### b. 基本額定靜負荷(C0)

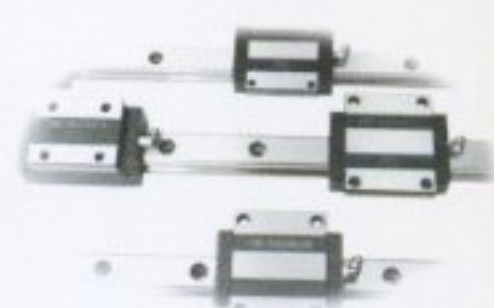
當線性滑軌於靜止或運行中受到過大的負載衝擊，軌道溝槽及鋼珠會發生永久變形，假設此變形量達到某個程度，此線性滑軌就無法運行順暢。而基本額定靜負荷(C0)即為負載作用在軌道溝槽及鋼珠產生的永久變形量達到滾動體(鋼珠)直徑的萬分之一時的大小、方向的靜止負荷。

#### c. 基本容許靜力矩(Mx, My, Mz)

線性滑軌受施加作用力矩時，使線性滑軌發生軌道溝槽及鋼珠的永久變形，當永久變形量達到鋼珠直徑的萬分之一時。我們稱這種作用力矩為滑座的基本容許靜力矩。而Mx、My、Mz 為在線軌X、Y、Z 三個軸向的值。如下圖所示。







#### d. 靜安全係數 ( $f_s$ )

靜安全係數為基本額定靜負荷 ( $C_0$ ) 與計算線性滑軌最大等效負載之比率值。此數值反映線性滑軌使用可靠程度。等效負載是指線性滑軌珠溝所受的最大應力，計算等效負載需要求出滑座受垂直向與水平向的負荷，根據珠溝承載面方向的進行負荷分配，假如為45度設計的四方向等負載，則計算的方式為水平力絕對值與垂直力絕對值的相加。

$$f_s = \frac{f_c \cdot C_0}{P}$$

$$f_s = \frac{f_c \cdot M_0}{M}$$

$f_s$  : 靜安全係數  
 $C_0$  : 額定靜負載  
 $P$  : 等效負載

$f_c$  : 接觸係數  
 $M_0$  : 容許靜力矩  
 $M$  : 設計力矩

以下為靜安全係數的參考值：

操作條件	負載條件	最小之 $f_s$
一般靜止	輕衝擊和偏移	1.0 ~ 1.3
	重衝擊和扭轉	2.0 ~ 3.0
一般運行	輕衝擊和扭轉	1.0 ~ 1.5
	重衝擊和扭轉	2.5 ~ 5.0

#### e. 額定壽命的意義 ( $L$ ):

線性滑軌為量產產品，即使製程與原料相同，在同條件運作的滑軌的也不一定有同樣的運轉壽命，額定壽命的定義：相同條件連續運作其中90%的線性滑軌不會產生金屬疲勞表面剝落，線性滑軌所能行走總距離。

#### f. 基本額定動負荷 ( $C$ )

基本額定動負荷的定義，假設一批相同規格與同樣使用條件的線性滑軌，將額定壽命定為50km，這一批線性滑軌在大小方向不變的實驗荷重下運行50km而能有90%以上的線軌不產生金屬疲勞表面剝落現象時，則此實驗荷重為此線性滑軌在額定壽命50km之基本動額定負荷。



## 1-2 附屬影響參數：

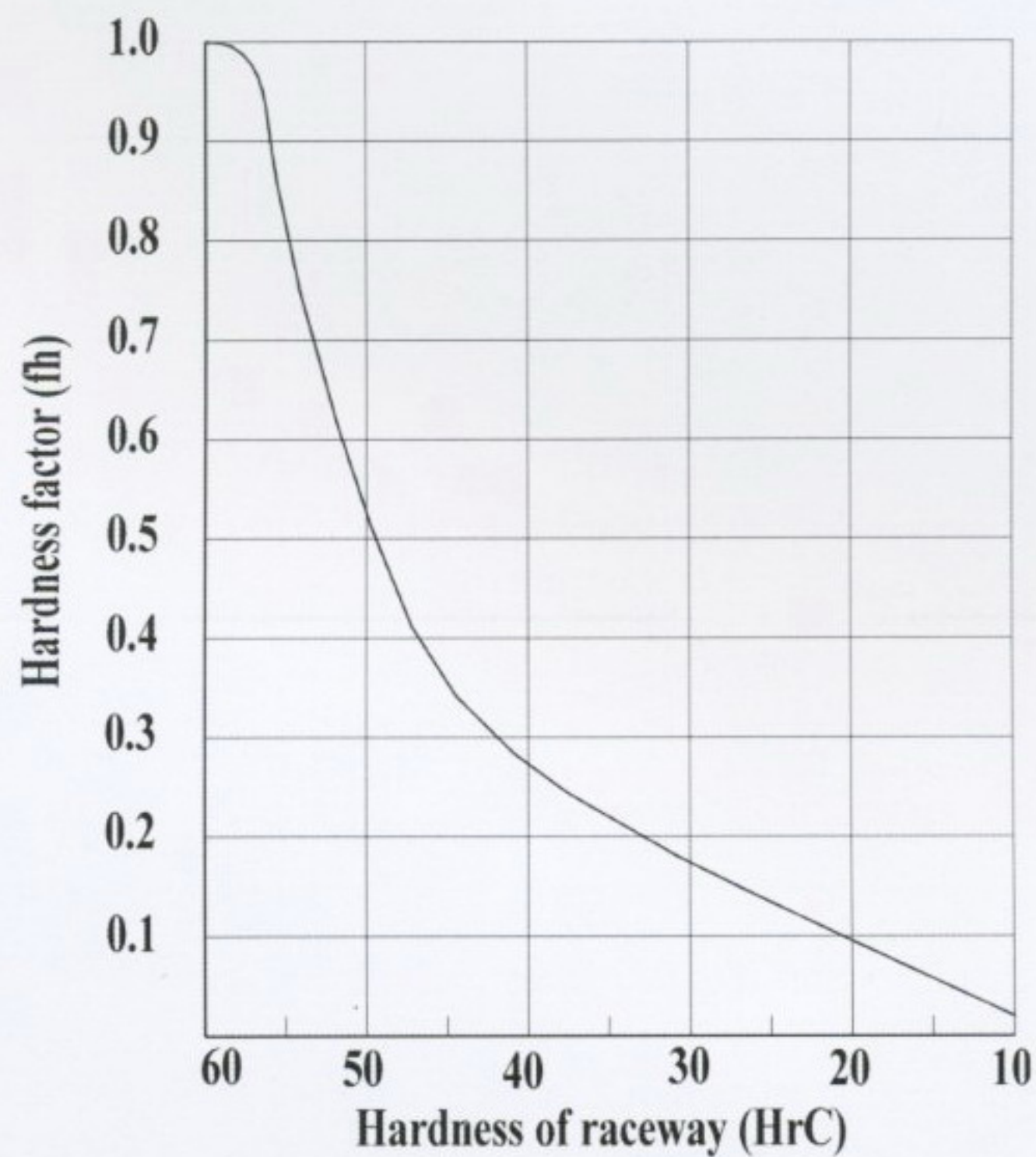
### a. 接觸係數 (fc)

滑座靠緊使用時，受力矩或安裝精度之影響，通常很難得到均勻的負荷分布。因此使用2個或2個以上滑塊，靠緊使用時，基本額定動負荷 (C) 與基本額定靜負荷 (C0) 必須乘上接觸係數。

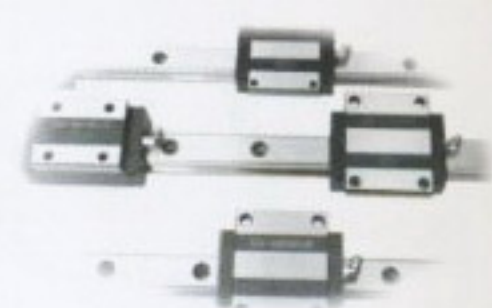
靠緊時滑塊的個數	接觸係數 fc
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
通常使用	1

### b. 硬度係數 (fh)

為充分發揮線性滑軌負荷能力，滾動面的硬度範圍最好在 HRC 58~62。若滾動面的硬度比HRC 58硬度低時，基本額定動負荷與基本額定靜負荷就必須考慮硬度係數 (fh)。

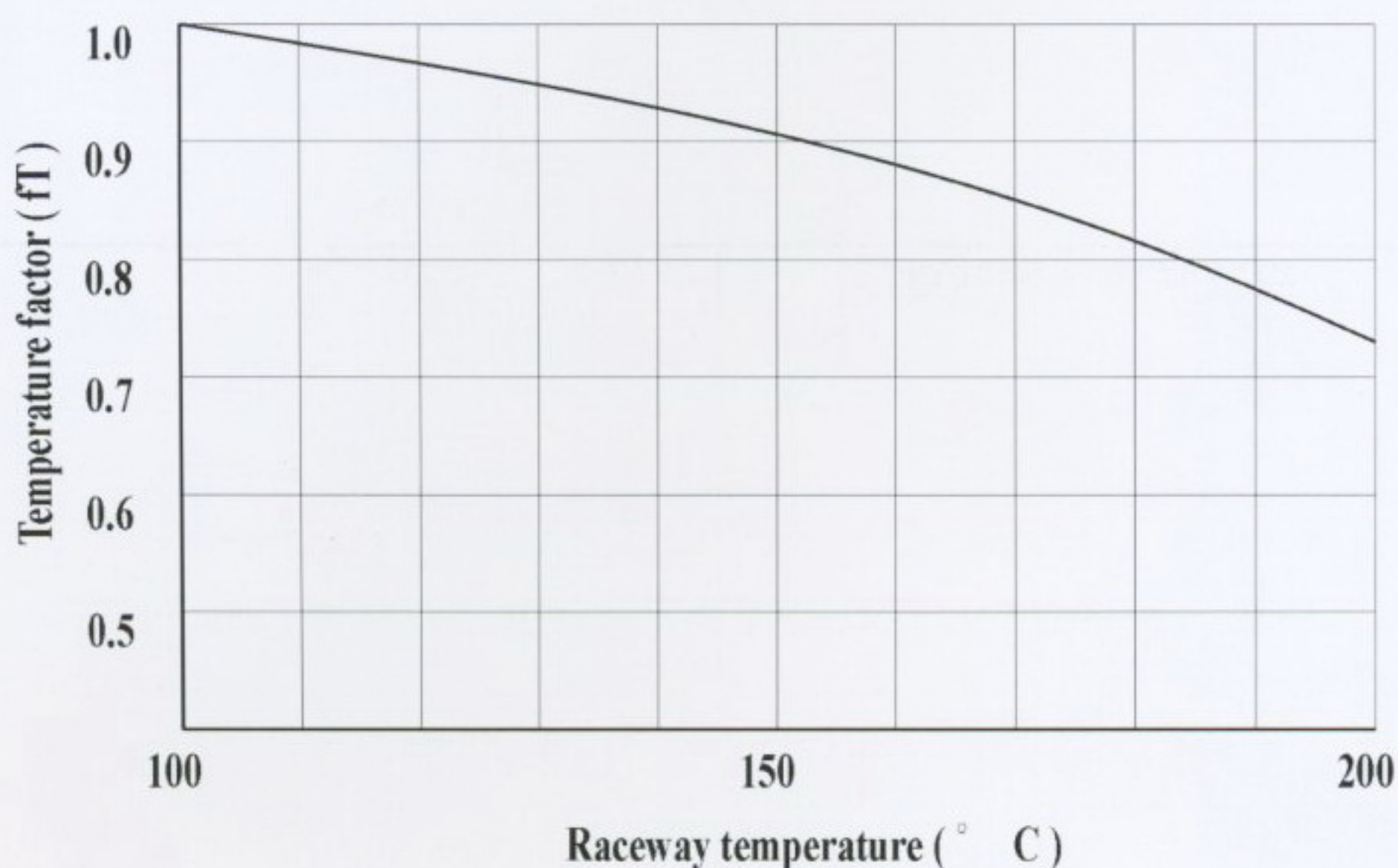






## c. 溫度係數 (ft)

線性滑軌使用溫度超過100°C時，考慮高溫的不良影響，在計算時必須考慮溫度係數。



(注) 環境溫度超過 80°C時，須端防塵片、保持器等的材質變成耐高溫材料。

## d. 負荷係數 (fw)

往復機構運轉易產生振動或衝擊，尤其高速運轉產生振動或經常啓動停止產生慣性衝擊等，要估算出合理的負荷是很困難的。所以速度振動影響很大時，可參考以下根據經驗所得到的負荷係數除以基本額定動負荷 (C)。

振動，衝擊	Speed ( V )	Measured vibration ( G )	fw
微	微速的情況 $V \leq 15 \text{ m/min}$	$G \leq 0.5$	1 ~ 1.5
小	低速的情況 $15 < V \leq 60 \text{ m/min}$	$0.5 < G \leq 1.0$	1.5 ~ 2.0
大	高速的情況 $V > 60 \text{ m/min}$	$1.0 < G \leq 2.0$	2.0 ~ 3.5



## 1-3 壽命計算式：

代入基本額定動負荷C和承受負載P，LM導軌的壽命按下式計算：

$$L = \left( \frac{f_h \cdot f_T \cdot f_c \cdot C}{f_w \cdot P} \right)^3 \cdot 50km$$

L：額定壽命 (km)

指一批相同的直線運動系統在相同的條件下逐個運動時，其中的90%不產生表面剝落而所能達到的總運行距離。

C：基本額定動負荷

P：計算負荷

$f_h$ ：硬度係數

$f_t$ ：溫度係數

$f_c$ ：接觸係數

$f_w$ ：負荷係數

求出額定壽命(L)後，可依往復長度與往復次數，可推算出壽命時間：

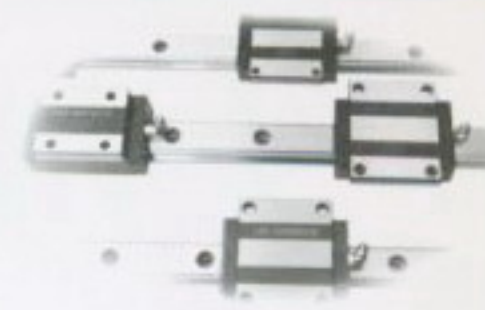
$$L_n = \frac{L \cdot 10^6}{2 \cdot L_s \cdot N1 \cdot 60}$$

$L_n$  = 壽命時間 (hr)

$N1$  = 每分鐘往返次數

$L_s$  = 行程長度 (mm)





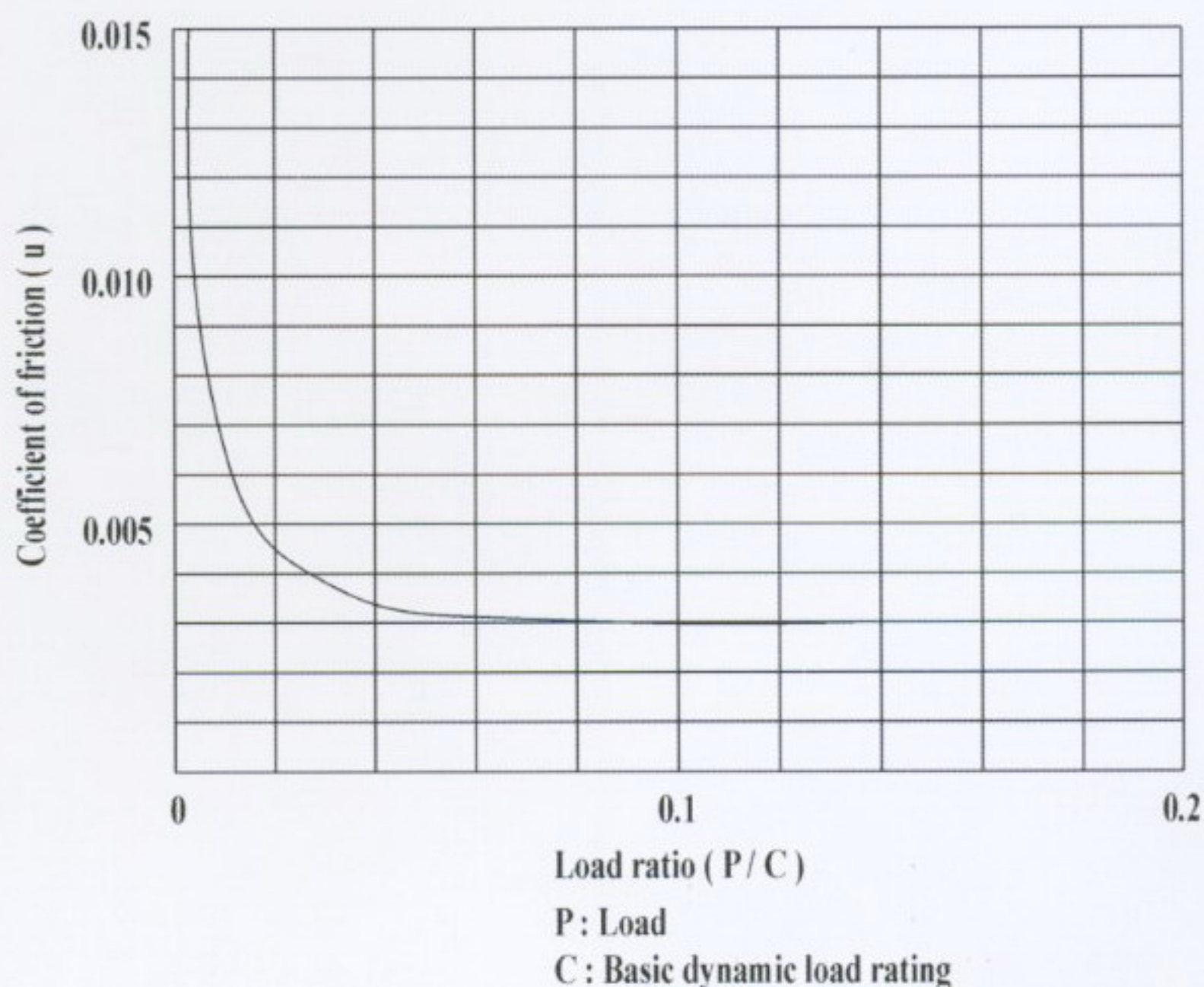
### 1-4 摩擦力

線性滑軌由滑座、滑軌與滾動體組合而成，滾動體可為滾珠或為滾子，運動方式由滑軌和滑座之間透過滾動體做滾動運動，因此摩擦阻力與滑動運動的導軌相比，可小到1/40，因此線軌由靜止到開始移動的力量非常小，空轉現象不易產生，所以線性滑軌可運用在各種精密運動。線軌磨擦阻力隨著線軌設計、預壓量、潤滑劑黏度阻力、作用線軌的負荷而產生變化。特別是線軌受力矩影響，或為了提高機構剛性而施加預壓力，摩擦阻力就會增大。而本公司線性滑軌磨擦力的表現如附表所示。

摩擦力可參考方程式計算出：

$$F = u * W + f$$

- F : 磨擦力
- W : 荷重
- u : 磨擦係數
- f : BG滑座磨擦阻力



Model No.	resistance	Model No.	resistance
BGX 15	0.3	BGC 15	0.45
BGX 20	0.4	BGC 20	0.6
BGX 25	0.45	BGC 25	0.7
BGX 30	0.7	BGC 30	0.9
BGX 35	1.0	BGC 35	1.2

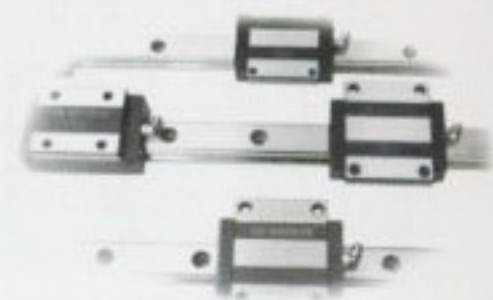


## 二、如何正確選用線性滑軌

### 2-1 選用線性滑軌之流程圖



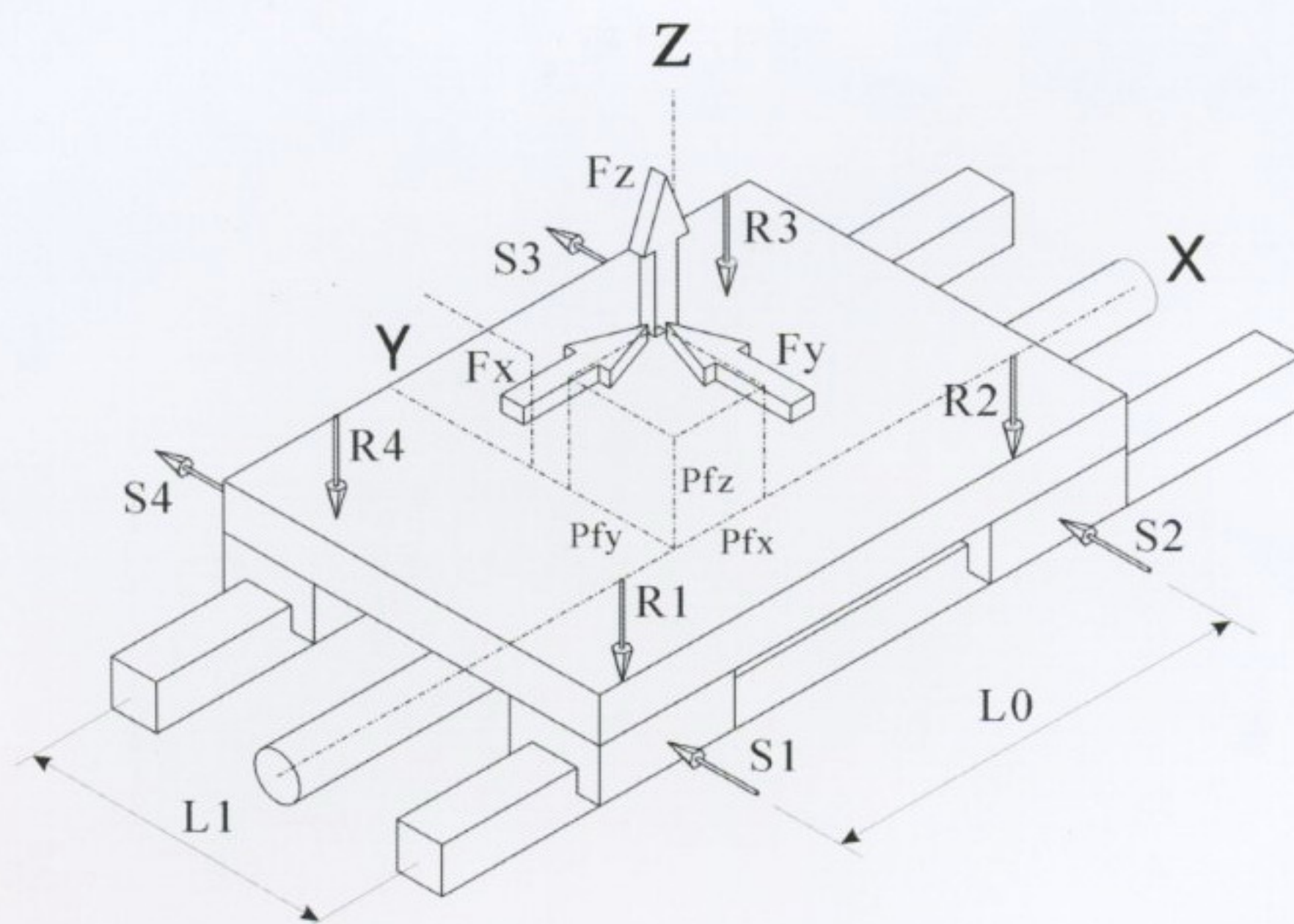




## 2-2 確認使用條件

選用線性滑軌需經過工程計算，而工程計算必須得知的訊息：

- 組合方式(跨距尺寸、滑塊個數、滑軌根數)。
- 安裝姿勢(水平、豎、傾斜、壁掛、吊下)。
- 作用負荷(作用力的大小、方向、作用點、加速下是否產生慣性?)。
- 使用頻率(負荷週期)。



### a. 組合方式：

1. 跨距尺寸：滑座之間的相互尺寸，如上圖所示之 $L_0$ 與 $L_1$ 。

$L_0$ ：為機構上單支滑軌滑座間的距離(單位：mm)。

$L_1$ ：為機構上雙支滑軌之間的距離(單位：mm)。

$L_0$ 與 $L_1$ 之尺寸大小容易影響整組線性滑軌組合的剛性與使用壽命。

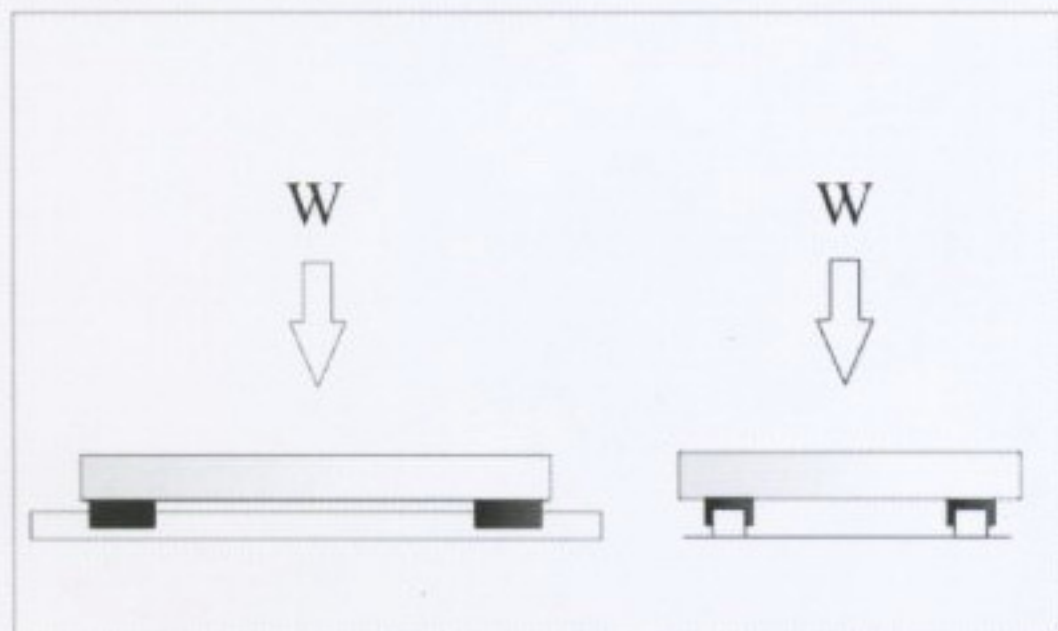
2. 滑塊個數：同支滑軌所使用的滑座數量。上圖為一支滑軌使用2個滑座。通常使用滑座數量多，則負重能力與剛性都會增加。壽命也越高，但是使用空間與移動行程需要重新考慮。

3. 滑軌根數：機構使用的滑軌數量。上圖使用2支滑軌的組合，通常滑軌數目增加X軸的力矩抵抗，剛性與壽命也會提昇。



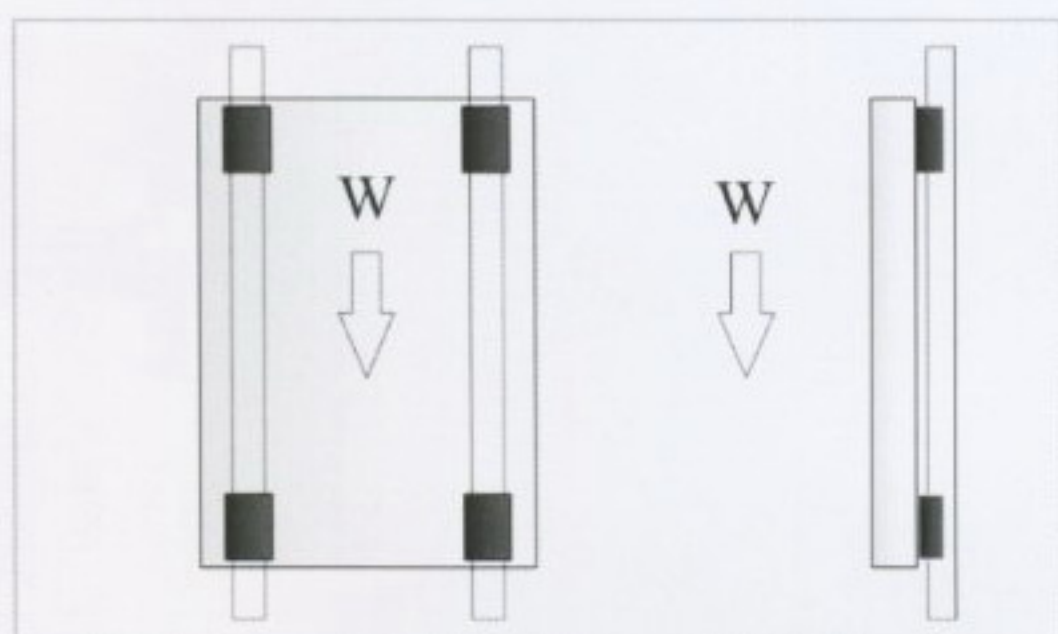
## b. 安裝姿勢：

### 1. 水平安裝



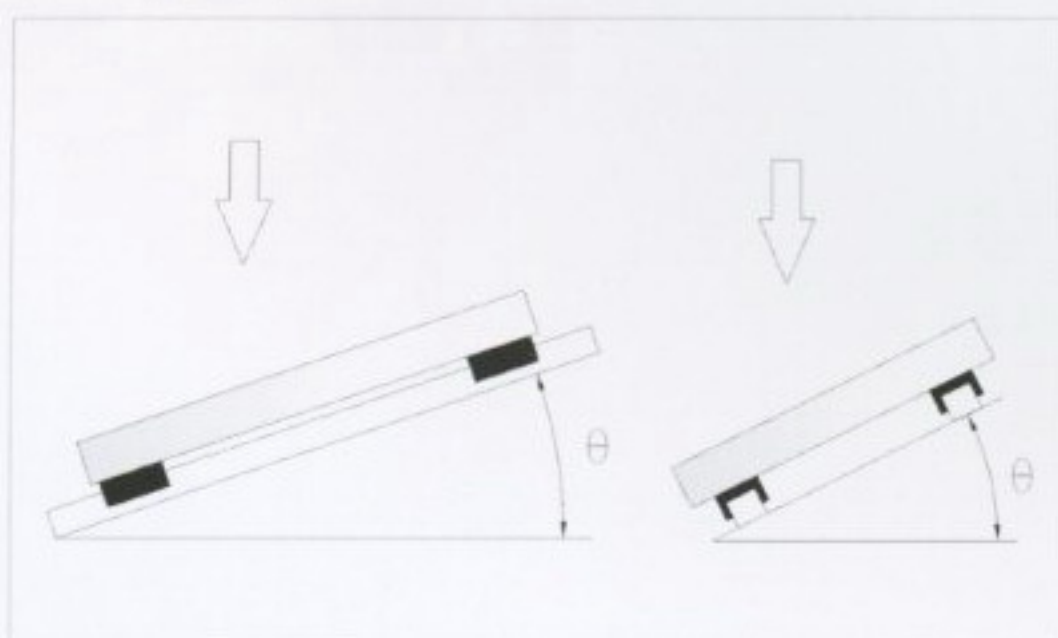
- ◎水平安裝 (W為荷重力方向)  
最常用組立方式，較能承受垂直壓力，  
常用一般定位和送料機構上。  
W與滑座平台垂直。  
W與移動方向垂直。

### 2. 豎立安裝



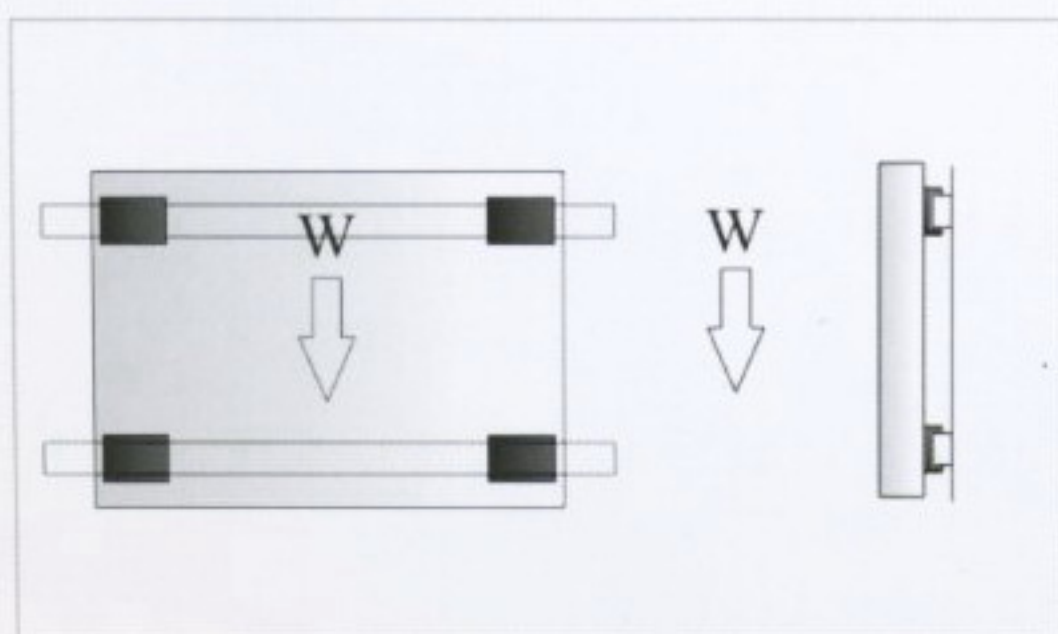
- ◎豎立安裝 (W為荷重力方向)  
安裝需考慮滑座跨距與承受力矩的能力，  
常用升降機構上，需注意負載伸出平板長  
度，伸出越長造成慣性力矩越大。  
W與滑座平台平行。

### 3. 傾斜安裝



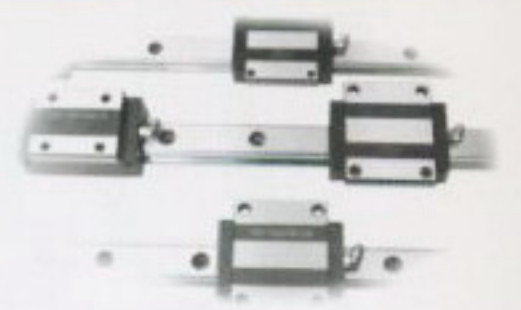
- ◎傾斜安裝 (W為荷重力方向)  
分為側傾斜安裝與前傾斜安裝。  
側傾斜安裝：W與移動方向垂直。  
前傾斜安裝：W與移動方向成角度  $\theta$ 。

### 4. 掛壁安裝



- ◎掛壁安裝 (W為荷重力方向)  
選用需考慮力矩問題，所以滑軌之間距離  
影響滑座受力需被考慮。  
W與滑座平台平行。  
W與移動方向垂直。





### c. 作用負荷:

形容負荷需要三個要素:作用力的大小、方向、作用點。

#### 1. 作用負荷之大小:

質量:荷重物體重量,移動過程產生慣性力。

外力:機構外力。可為液壓、氣壓、電磁力,移動過程中不會因此產生慣性力。

#### 2. 作用負荷之方向:

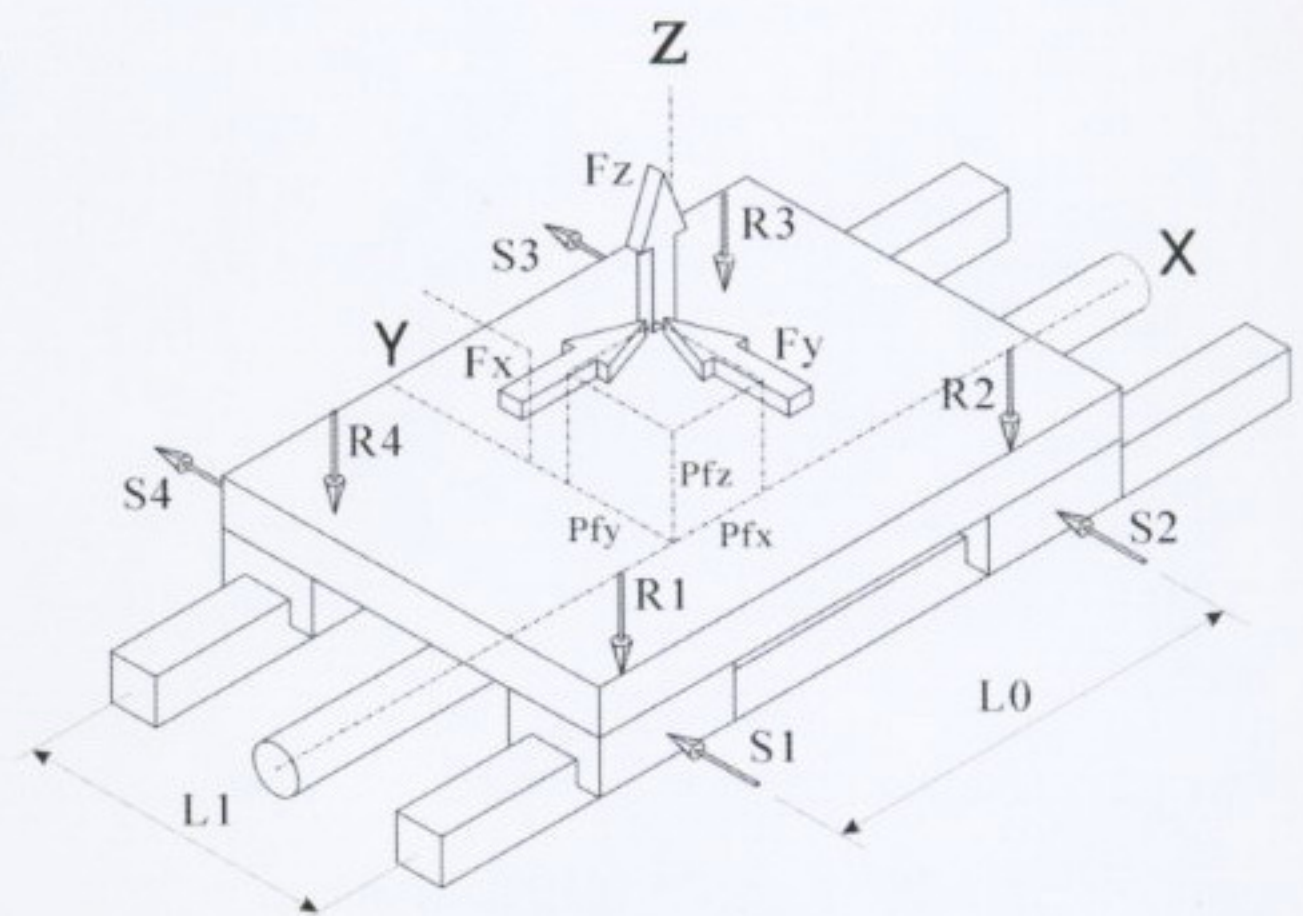
可以將外力分成三軸向的分力。

如右圖之 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 。

$F_x$ 為外力之X軸向之分力。

$F_y$ 為外力之Y軸向之分力。

$F_z$ 為外力之Z軸向之分力。



#### 3. 作用負荷之位置點:

如右圖:XYZ之推力中心為原點。推力中心可以為滾珠螺桿、油壓缸、線性馬達。易言之,以此點為起始點,外力位置點XYZ相對位置就可以被定義出來。

$P_{fx}$ :為外力與推力中心之X方向距離。

$P_{fy}$ :為外力與推力中心之Y方向距離。

$P_{fz}$ :為外力與推力中心之Z方向距離。

#### 4. 跨距:

$L_0$ 與 $L_1$ 指滑座與滑座之間的距離。

#### 5. 速度圖:

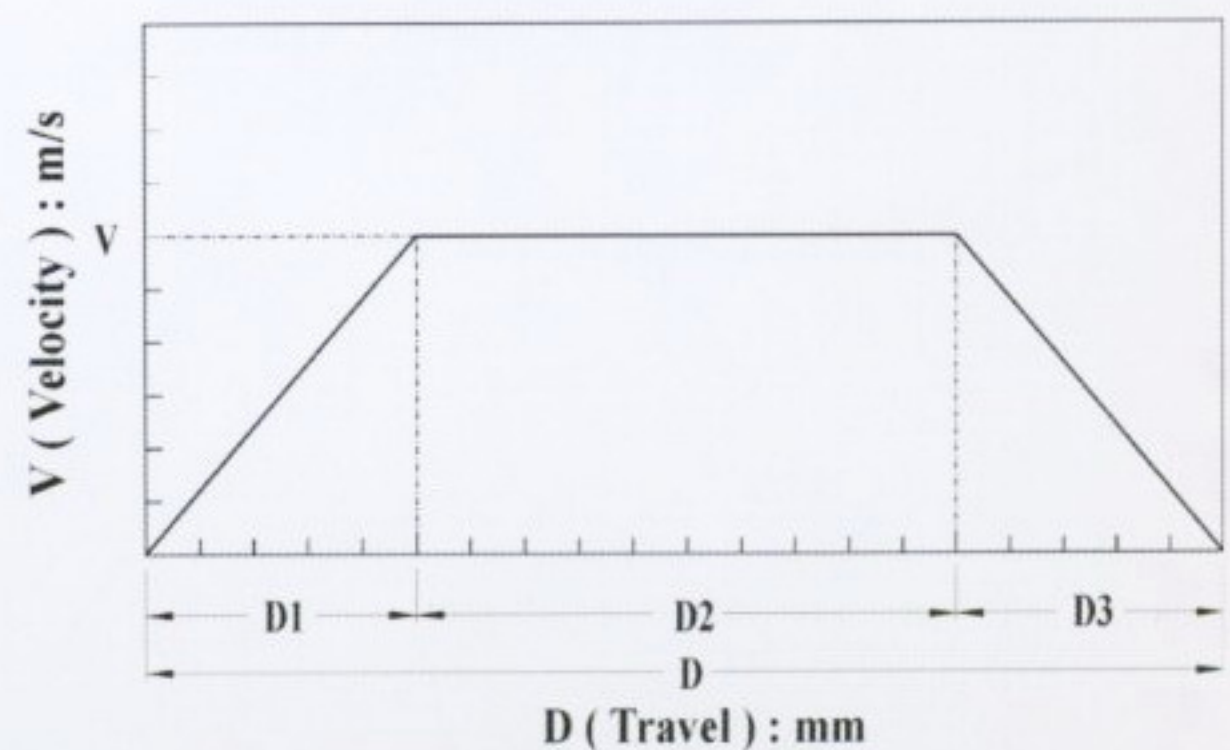
最高速度(V):運轉時的最高速度。

行程長度(D):機構移動距離。

加速距離(D1):靜止至最高速度的距離。

等速距離(D2):等速移動距離。

減速距離(D3):最高速度至靜止的距離。



#### 6. 滑座各方向受力:

$R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 為各別滑座之垂直(徑向)受力。

$S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$ 為各別滑座之水平(側向)受力。



## d. 使用頻率：

工程計算壽命是否符合實際需求，需要機構實際使用頻率作評估。

例1. 計算壽命只有1000km的機構，每日運作1km，則可運作1000個工作日。

例2. 計算壽命具50000km水準，每日運作500km，則機構只能運作100工作日。

## 2-3 型式尺寸確認

### a. 使用合適的型式 (BGX、BGC)。

按照機器設備型態選用合適之系列產品類別。相關選用參考請見後續本公司 BGX、BGC 等各系列產品的介紹。

### b. 假定合適的尺寸 (15、20、25、30、35型)。

依照機構需要的空間條件，假定一種滑軌尺寸，暫不考慮受力狀況，因初期選用較難判斷受力與壽命問題，安全係數符合不代表壽命符合實際需求，所以建議以尺寸為第一個考慮重點，當計算壽命與實際負荷有差異時，就可向動額定負載較大的型號選用。

## 2-4 負荷大小確認：

滑座垂直(徑向)分力計算公式：

$$R_1 = \frac{-F_z}{4} + \frac{(F_z \cdot P_{fy} - F_y \cdot P_{fz})}{2 \cdot L1} - \frac{(F_x \cdot P_{fz} - F_z \cdot P_{fx})}{2 \cdot L0}$$

$$R_2 = \frac{-F_z}{4} + \frac{(F_z \cdot P_{fy} - F_y \cdot P_{fz})}{2 \cdot L1} + \frac{(F_x \cdot P_{fz} - F_z \cdot P_{fx})}{2 \cdot L0}$$

$$R_3 = \frac{-F_z}{4} - \frac{(F_z \cdot P_{fy} - F_y \cdot P_{fz})}{2 \cdot L1} + \frac{(F_x \cdot P_{fz} - F_z \cdot P_{fx})}{2 \cdot L0}$$

$$R_4 = \frac{-F_z}{4} - \frac{(F_z \cdot P_{fy} - F_y \cdot P_{fz})}{2 \cdot L1} - \frac{(F_x \cdot P_{fz} - F_z \cdot P_{fx})}{2 \cdot L0}$$

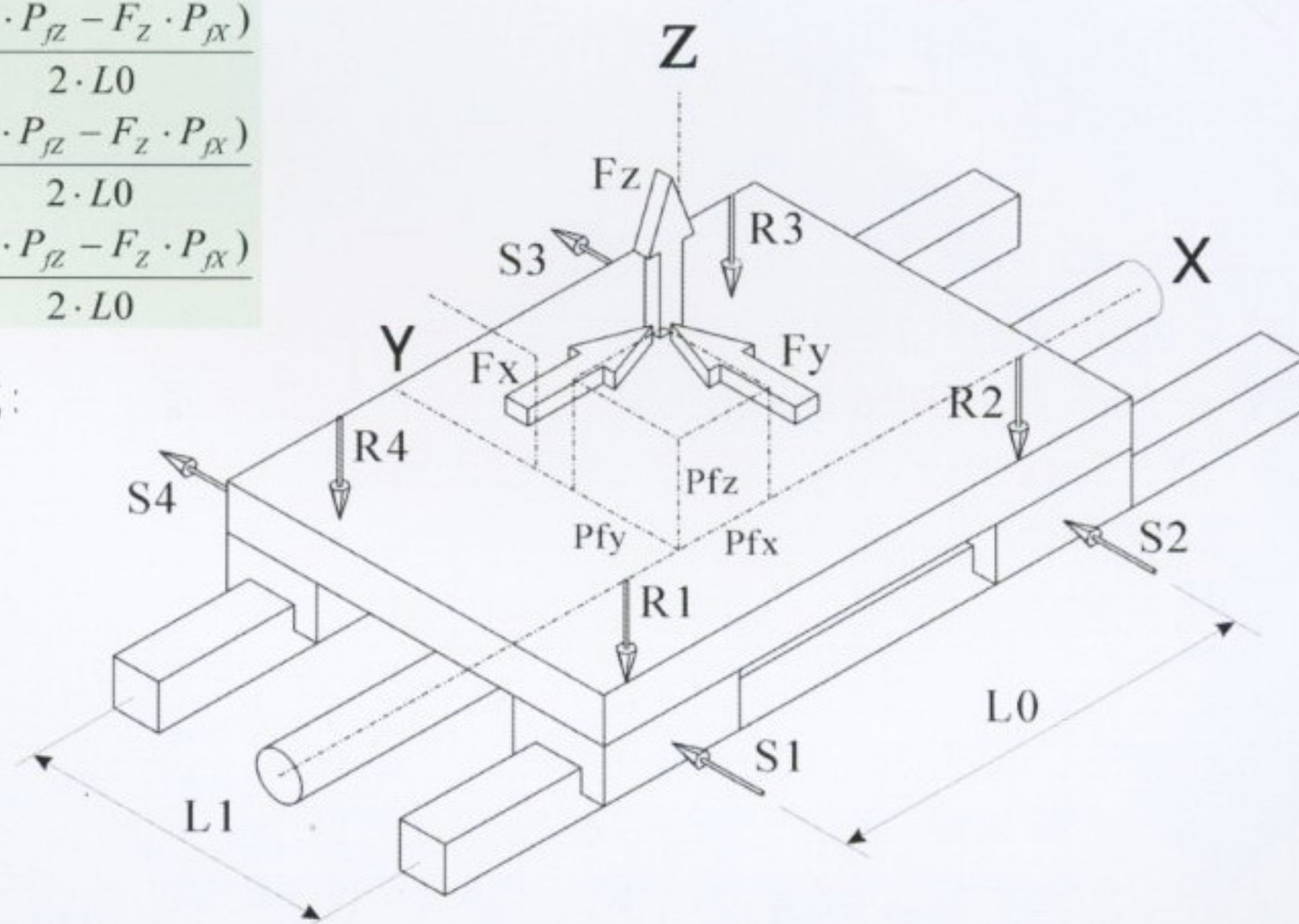
滑座水平(側向)分力計算公式：

$$S_1 = \frac{F_y}{4} + \frac{(F_y \cdot P_{fx} - F_x \cdot P_{fy})}{2 \cdot L0}$$

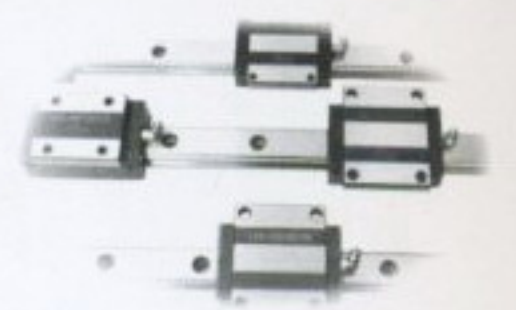
$$S_2 = \frac{F_y}{4} - \frac{(F_y \cdot P_{fx} - F_x \cdot P_{fy})}{2 \cdot L0}$$

$$S_3 = \frac{F_y}{4} - \frac{(F_y \cdot P_{fx} - F_x \cdot P_{fy})}{2 \cdot L0}$$

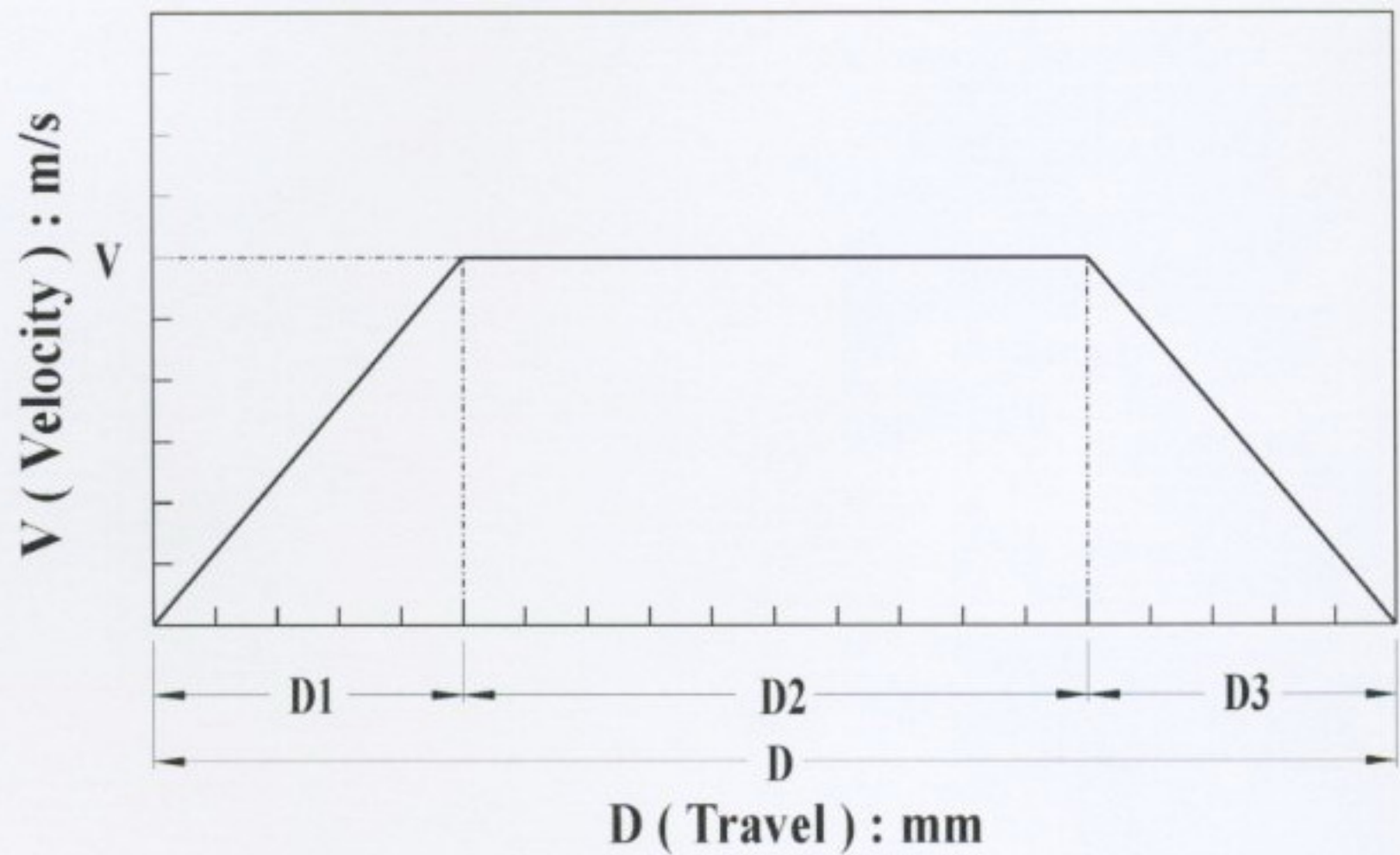
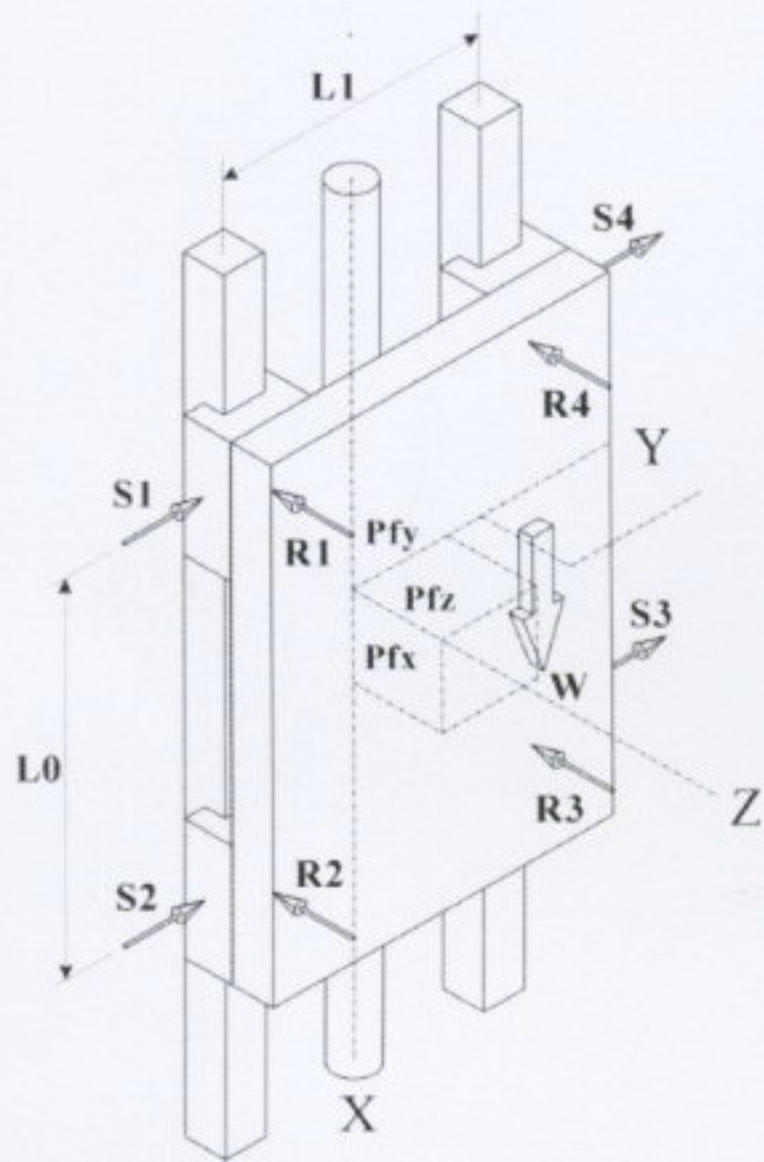
$$S_4 = \frac{F_y}{4} + \frac{(F_y \cdot P_{fx} - F_x \cdot P_{fy})}{2 \cdot L0}$$







計算範例：



移動行程區分為三個部分：

第一部分取決於W(重量)  $F_x(W) : (W/g) * (+A)$  (加速度) -  $F_x(A)$

第二部分取決於W(重量)  $F_x(W) :$

第三部分取決於W(重量)  $F_x(W) : (W/g) * (-A)$  (加速度) -  $F_x(-A)$

若線性滑軌系統採用：BGXH20FN2 L4000 NZ0

C=1463kgf

C0=3110kgf

D1=1000mm

D2=2000mm

D3=1000mm

V=1m/s  $V_0=0m/s \Rightarrow (A)=0.5m/s^2$  加速度

V=0m/s  $V_0=1m/s \Rightarrow (-A) = -0.5m/s^2$  減速度

$$V^2 = V_0^2 + 2a \cdot D1 \Rightarrow a = \frac{V^2 - V_0^2}{2 \cdot D1}$$

$F_x(W) = 98kgf$

$F_y(W) = 0, F_z(W) = 0$

$F_x(A) = 98kgf * 0.5m/s^2 = 49N, 49N / 9.8m/s^2 = 5kgf$

$F_y(A) = 0, F_z(A) = 0$

$F_x(-A) = 98kgf * -0.5m/s^2 = -49N, -49N / 9.8m/s^2 = -5kgf$

$F_y(-A) = 0, F_z(-A) = 0$

Pfx=80mm Pfy=250mm Pfx=280mm

L0=300mm L1 =500mm fw =1.5



計算荷重:

單純考慮重力加速度:

$$R1(W) = \frac{-F_x(W) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = -45.73kgf$$

$$S1(W) = \frac{-F_x(W) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = -40.83kgf$$

$$R2(W) = \frac{F_x(W) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = 45.73kgf$$

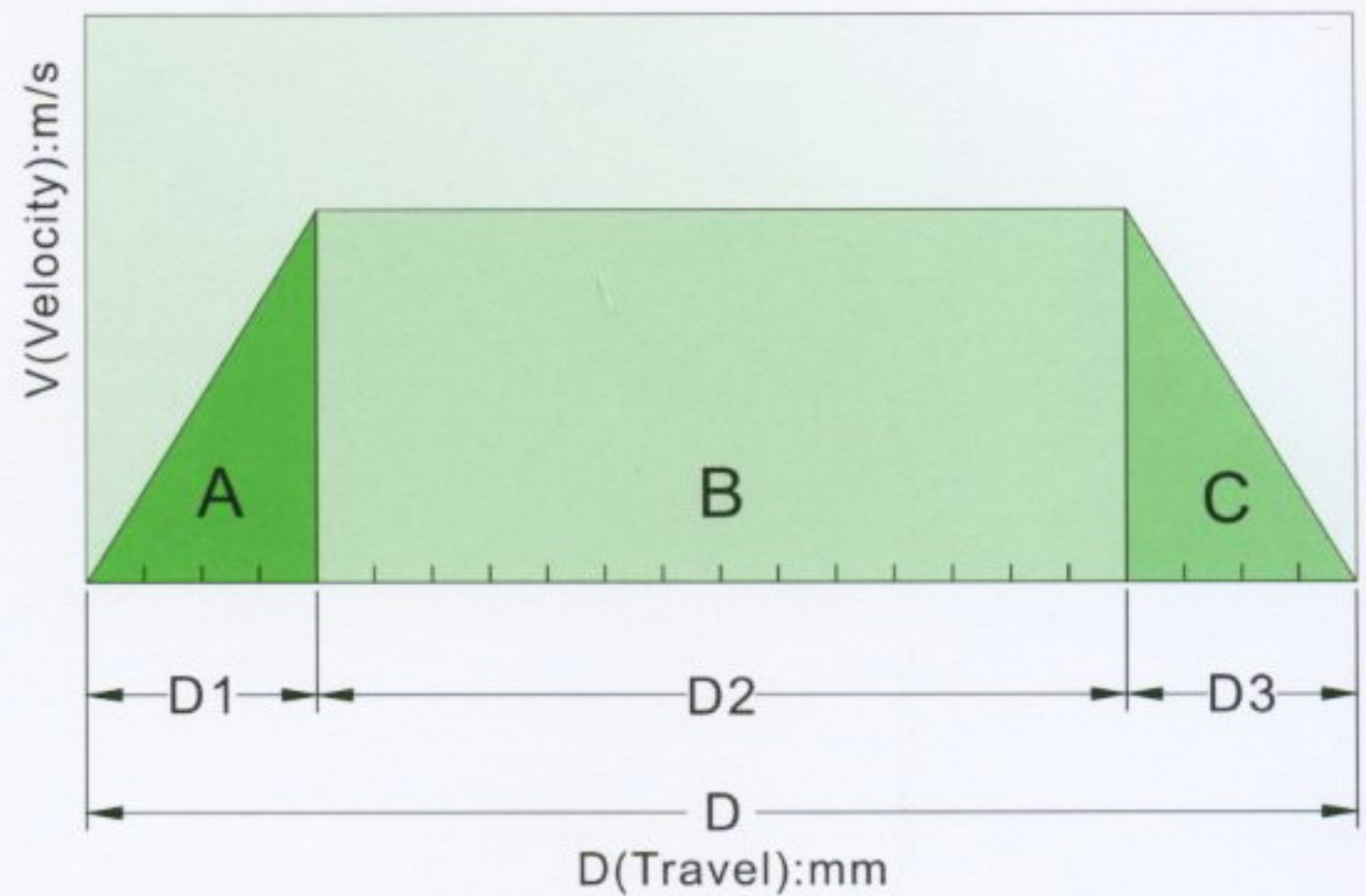
$$S2(W) = \frac{F_x(W) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = 40.83kgf$$

$$R3(W) = \frac{F_x(W) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = 45.73kgf$$

$$S3(W) = \frac{F_x(W) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = 40.83kgf$$

$$R4(W) = \frac{-F_x(W) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = -45.73kgf$$

$$R4(W) = \frac{-F_x(W) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = -40.83kgf$$



考慮行進間加速時之加速度:

$$R1(A) = \frac{-F_x(A) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = -2.33kgf$$

$$S1(A) = \frac{-F_x(A) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = -2.08kgf$$

$$R2(A) = \frac{F_x(A) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = 2.33kgf$$

$$S2(A) = \frac{F_x(A) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = 2.08kgf$$

$$R3(A) = \frac{F_x(A) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = 2.33kgf$$

$$S3(A) = \frac{F_x(A) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = 2.08kgf$$

$$R4(A) = \frac{-F_x(A) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = -2.33kgf$$

$$R4(A) = \frac{-F_x(A) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = -2.08kgf$$

考慮行進間減速時之加速度:

$$R1(-A) = \frac{-F_x(-A) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = 2.33kgf$$

$$S1(-A) = \frac{-F_x(-A) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = 2.08kgf$$

$$R2(-A) = \frac{F_x(-A) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = -2.33kgf$$

$$S2(-A) = \frac{F_x(-A) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = -2.08kgf$$

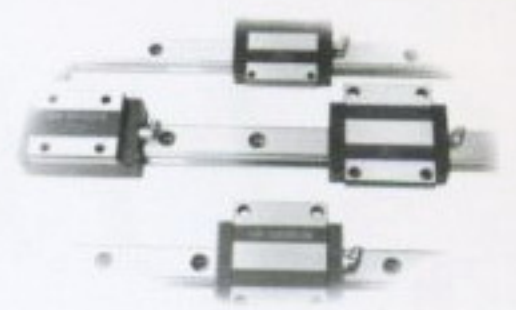
$$R3(-A) = \frac{F_x(-A) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = -2.33kgf$$

$$S3(-A) = \frac{F_x(-A) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = -2.08kgf$$

$$R4(-A) = \frac{-F_x(-A) \cdot Pfz}{2 \cdot L0} = 2.33kgf$$

$$R4(-A) = \frac{-F_x(-A) \cdot Pfy}{2 \cdot L0} = 2.08kgf$$





第一部分的荷重：

$$R1(section1) = R1(W) + R1(A) = -48.06kgf$$

$$R2(section1) = R2(W) + R2(A) = 48.06kgf$$

$$R3(section1) = R3(W) + R3(A) = 48.06kgf$$

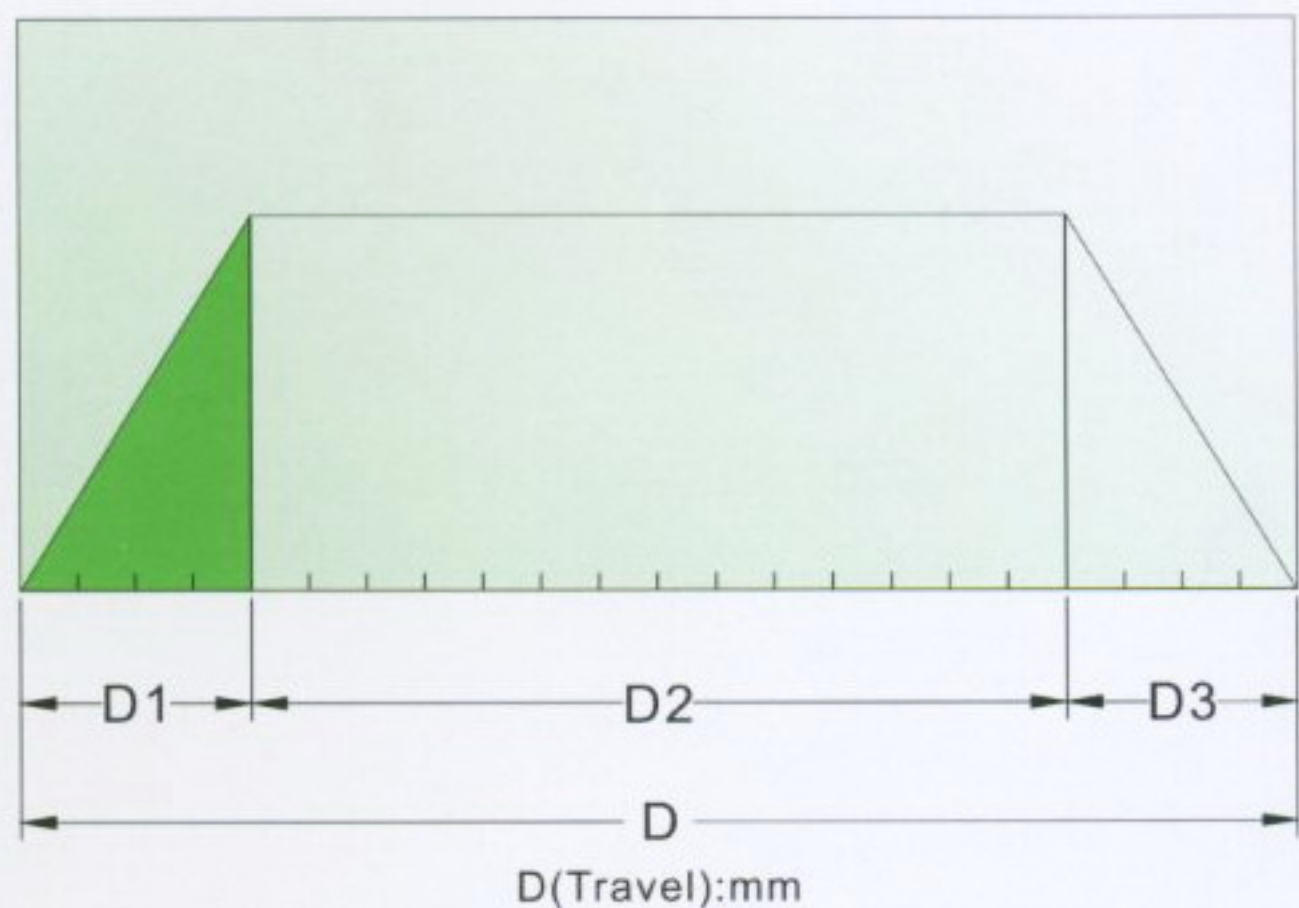
$$R4(section1) = R4(W) + R4(A) = -48.06kgf$$

$$S1(section1) = S1(W) + S1(A) = -42.91kgf$$

$$S2(section1) = S2(W) + S2(A) = 42.91kgf$$

$$S3(section1) = S3(W) + S3(A) = 42.91kgf$$

$$S4(section1) = S4(W) + S4(A) = -42.91kgf$$



第二部分的荷重：

$$R1(section2) = R1(W) = -45.73kgf$$

$$R2(section2) = R2(W) = 45.73kgf$$

$$R3(section2) = R3(W) = 45.73kgf$$

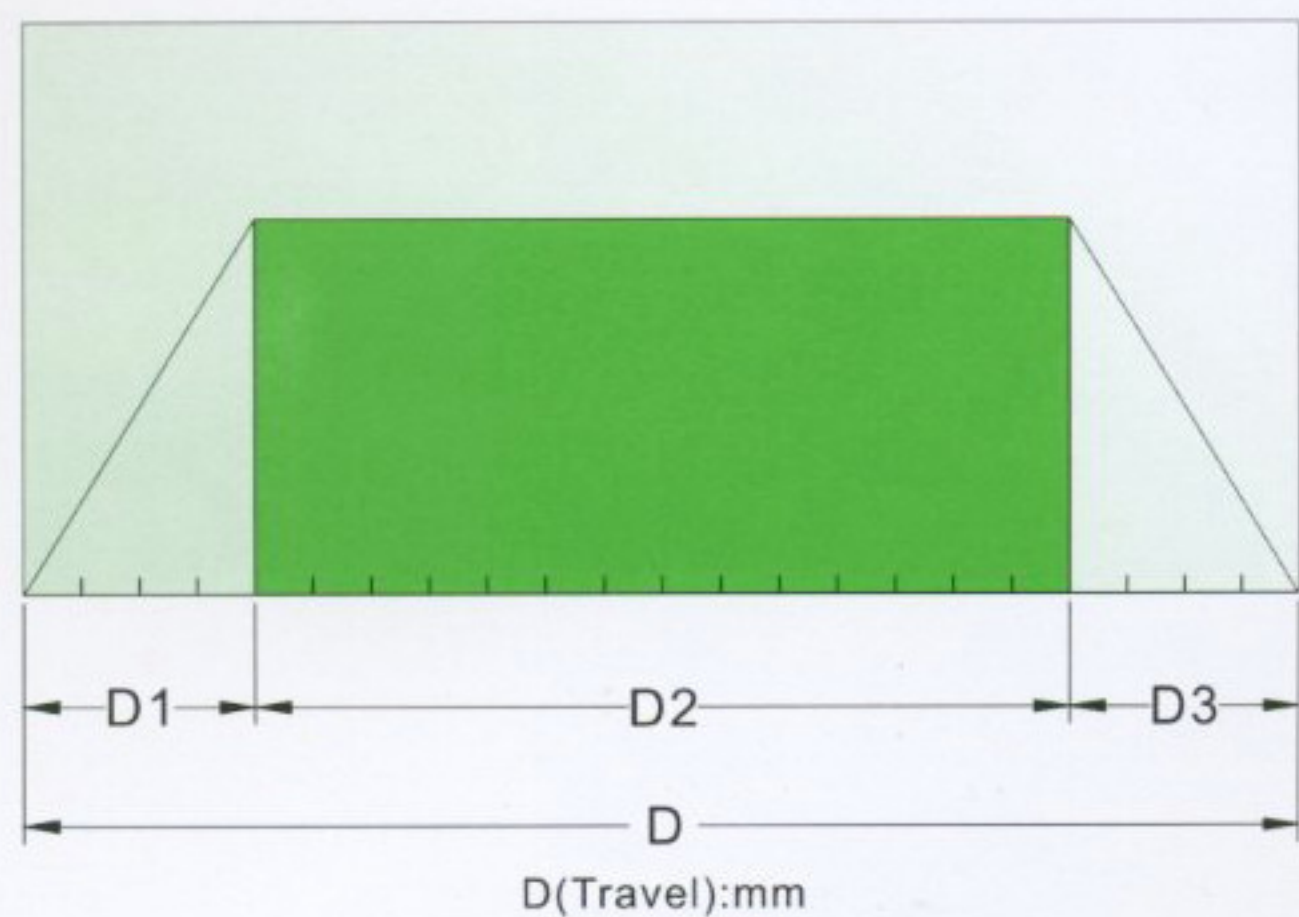
$$R4(section2) = R4(W) = -45.73kgf$$

$$S1(section2) = S1(W) = -40.83kgf$$

$$S2(section2) = S2(W) = 40.83kgf$$

$$S3(section2) = S3(W) = 40.83kgf$$

$$S4(section2) = S4(W) = -40.83kgf$$



第三部分的荷重：

$$R1(section3) = R1(W) + R1(-A) = -43.4kgf$$

$$R2(section3) = R2(W) + R2(-A) = 43.4kgf$$

$$R3(section3) = R3(W) + R3(-A) = 43.4kgf$$

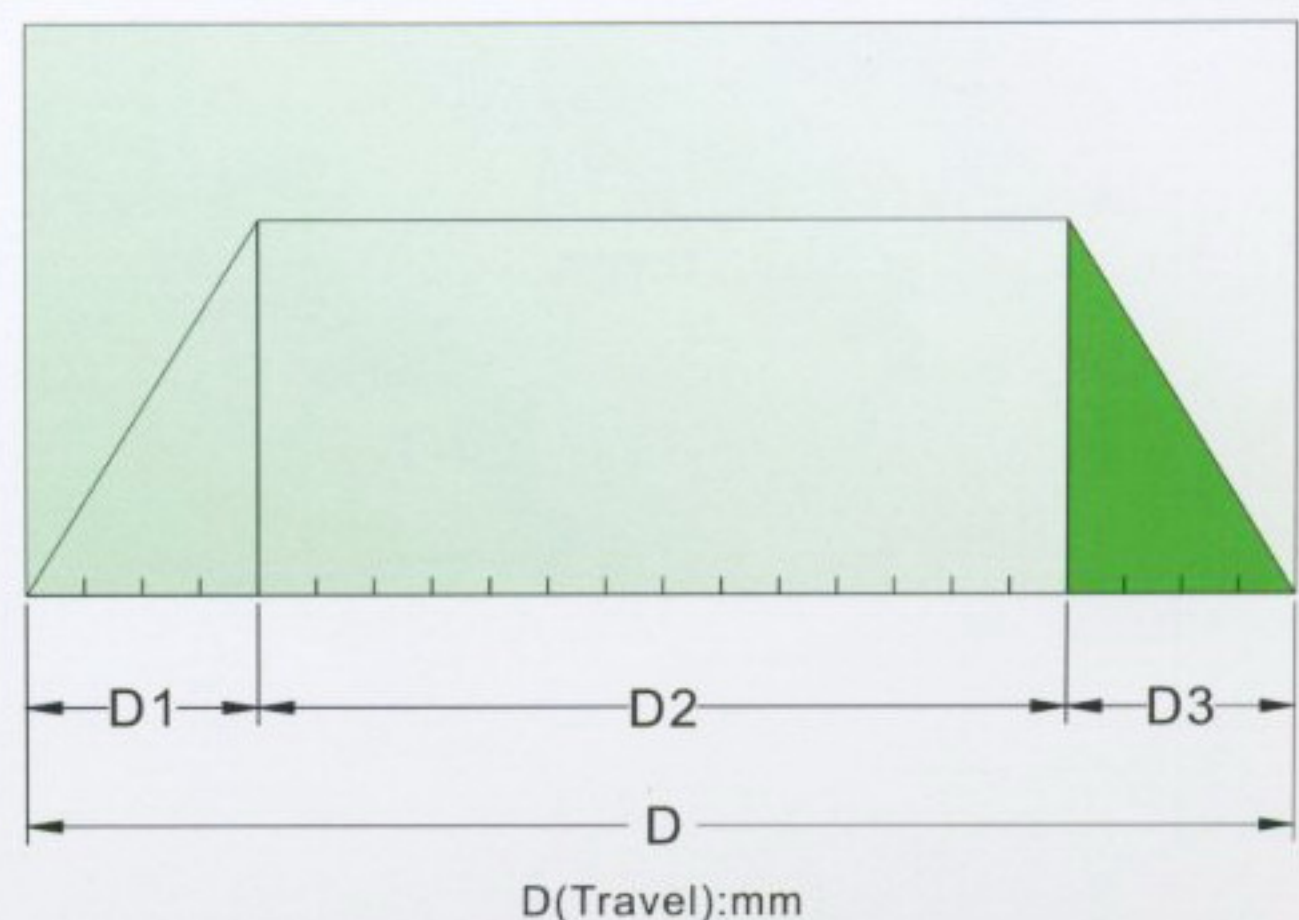
$$R4(section3) = R4(W) + R4(-A) = -43.4kgf$$

$$S1(section3) = S1(W) + S1(-A) = -38.75kgf$$

$$S2(section3) = S2(W) + S2(-A) = 38.75kgf$$

$$S3(section3) = S3(W) + S3(-A) = 38.75kgf$$

$$S4(section3) = S4(W) + S4(-A) = -38.75kgf$$





## 2-5 等效負荷計算

滑座滑軌圓弧接觸角決定線軌承受水平方向與垂直方向荷重的能力比，如同90度接觸角與45度接觸角的線性滑軌於等效負荷的計算方式就不同，本公司採取四方向等負載45度設計，水平負荷與垂直負荷效果相同。而等效負荷便是求取滑座各方向對珠溝影響最大負荷。為排除負荷方向相互抵消的問題，可直接以垂直負載絕對值與水平負載絕對值相加，求取珠溝荷重最大等效負荷值 $Re$ 。

垂直徑向負荷： $R_n$

水平側向負荷： $S_n$

等效負荷計算以下列公式計算：

$$Re = |R_n| + |S_n|$$

單一等值負載值 — 第一部分(A區)：

$Re_1(\text{section A}), Re_2(\text{section A}), Re_3(\text{section A}) \& Re_4(\text{section A})$

$$Re_1(\text{section A}) = |R_1(\text{section A})| + |S_1(\text{section A})| = 90.97 \text{ kgf}$$

$$Re_2(\text{section A}) = |R_2(\text{section A})| + |S_2(\text{section A})| = 90.97 \text{ kgf}$$

$$Re_3(\text{section A}) = |R_3(\text{section A})| + |S_3(\text{section A})| = 90.97 \text{ kgf}$$

$$Re_4(\text{section A}) = |R_4(\text{section A})| + |S_4(\text{section A})| = 90.97 \text{ kgf}$$

單一等值負載值 — 第二部分(B區)：

$Re_1(\text{section B}), Re_2(\text{section B}), Re_3(\text{section B}) \& Re_4(\text{section B})$

$$Re_1(\text{section B}) = |R_1(\text{section B})| + |S_1(\text{section B})| = 86.56 \text{ kgf}$$

$$Re_2(\text{section B}) = |R_2(\text{section B})| + |S_2(\text{section B})| = 86.56 \text{ kgf}$$

$$Re_3(\text{section B}) = |R_3(\text{section B})| + |S_3(\text{section B})| = 86.56 \text{ kgf}$$

$$Re_4(\text{section B}) = |R_4(\text{section B})| + |S_4(\text{section B})| = 86.56 \text{ kgf}$$

單一等值負載值 — 第三部分(C區)：

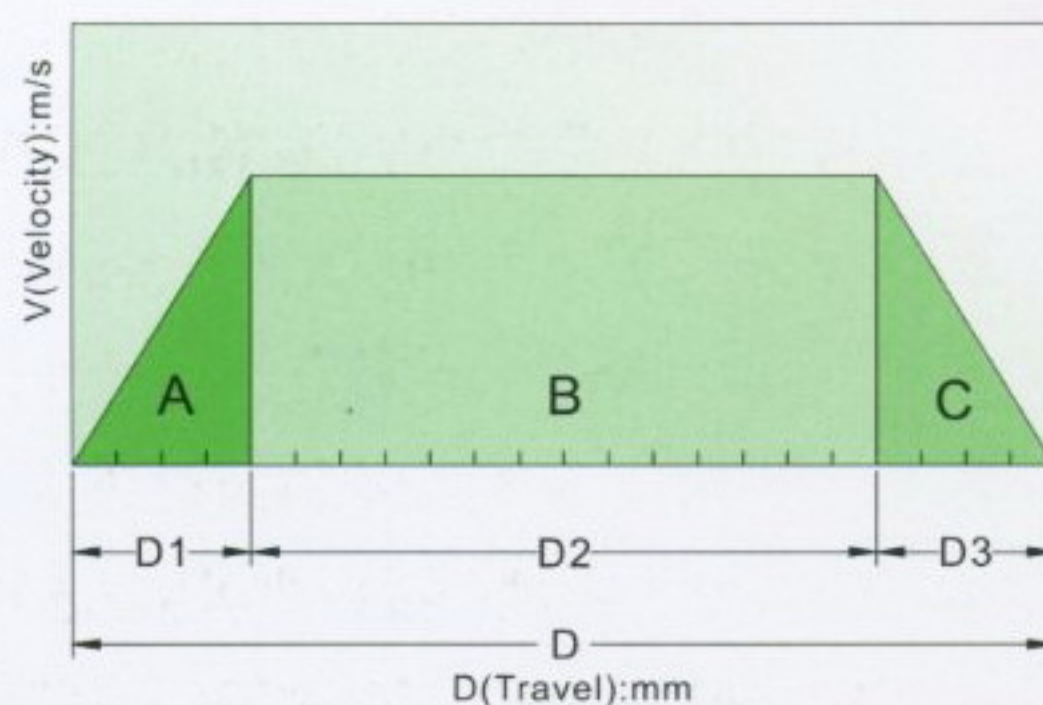
$Re_1(\text{section C}), Re_2(\text{section C}), Re_3(\text{section C}) \& Re_4(\text{section C})$

$$Re_1(\text{section C}) = |R_1(\text{section C})| + |S_1(\text{section C})| = 82.15 \text{ kgf}$$

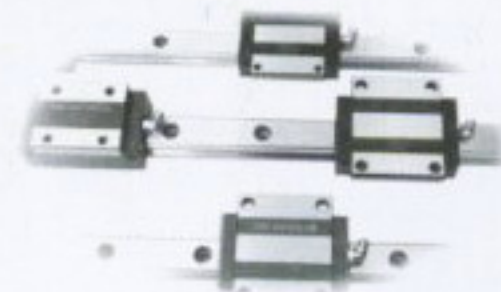
$$Re_2(\text{section C}) = |R_2(\text{section C})| + |S_2(\text{section C})| = 82.15 \text{ kgf}$$

$$Re_3(\text{section C}) = |R_3(\text{section C})| + |S_3(\text{section C})| = 82.15 \text{ kgf}$$

$$Re_4(\text{section C}) = |R_4(\text{section C})| + |S_4(\text{section C})| = 82.15 \text{ kgf}$$







## 2-6 確認靜安全係數

安全係數之定義：

靜額定負載計算安全因數：

$$f_s = \frac{f_c \cdot C_0}{Re} = \frac{\text{(接觸係數)} \cdot \text{(靜額定負載)}}{\text{最大單一等效負載}}$$

容許靜力矩計算安全因數：

$$f_s = \frac{f_c \cdot M_0}{M} = \frac{\text{(接觸係數)} \cdot \text{(容許靜力矩)}}{\text{設計力矩}}$$

### 接觸係數 (f<sub>c</sub>)

將滑座靠緊著使用時，受力矩與安裝精度影響，很難得到均勻的負荷分布，因此滑塊靠緊使用時請將基本額定動負荷 (C) 與基本額定靜負荷 (C<sub>0</sub>) 乘以下面的接觸係數。

靠緊時滑塊的個數	接觸係數 f <sub>c</sub>
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
通常使用	1

依照計算範例：

等效負載中最大值，如範例：Re 等效負載最大值為 90.97kgf

若線性滑軌系統採用：BGXH20FN

基本動額定負載 C = 1463 kgf

基本靜額定負載 C<sub>0</sub> = 3110 kgf

基本容許靜力矩 M<sub>x</sub> = 31.4 kgf-m

基本容許靜力矩 M<sub>y</sub> = 22.5 kgf-m

基本容許靜力矩 M<sub>z</sub> = 22.5 kgf-m

f<sub>c</sub>(正常使用) = 1

$$f_s = \frac{f_c \cdot C_0}{Re} = \frac{1 \cdot 3110}{90.97} = 34.18$$

(安全係數)



## 2-7 靜安全係數判斷

以下為靜安全係數的參考值：

操作條件	負載條件	最小之 fs
一般靜止	輕衝擊和偏移	1.0 ~ 1.3
	重衝擊和扭轉	2.0 ~ 3.0
一般運行	輕衝擊和扭轉	1.0 ~ 1.5
	重衝擊和扭轉	2.5 ~ 5.0

## 2-8 計算平均負荷

平均負載計算：

平均負載的計算模式根據移動中荷載的變化模式分為下列幾種。

步進式的負載

$$P_m = [(P_1^n \cdot L_1 + P_2^n \cdot L_2 + \dots + P_n^n \cdot L_n) / L]^{1/n}$$

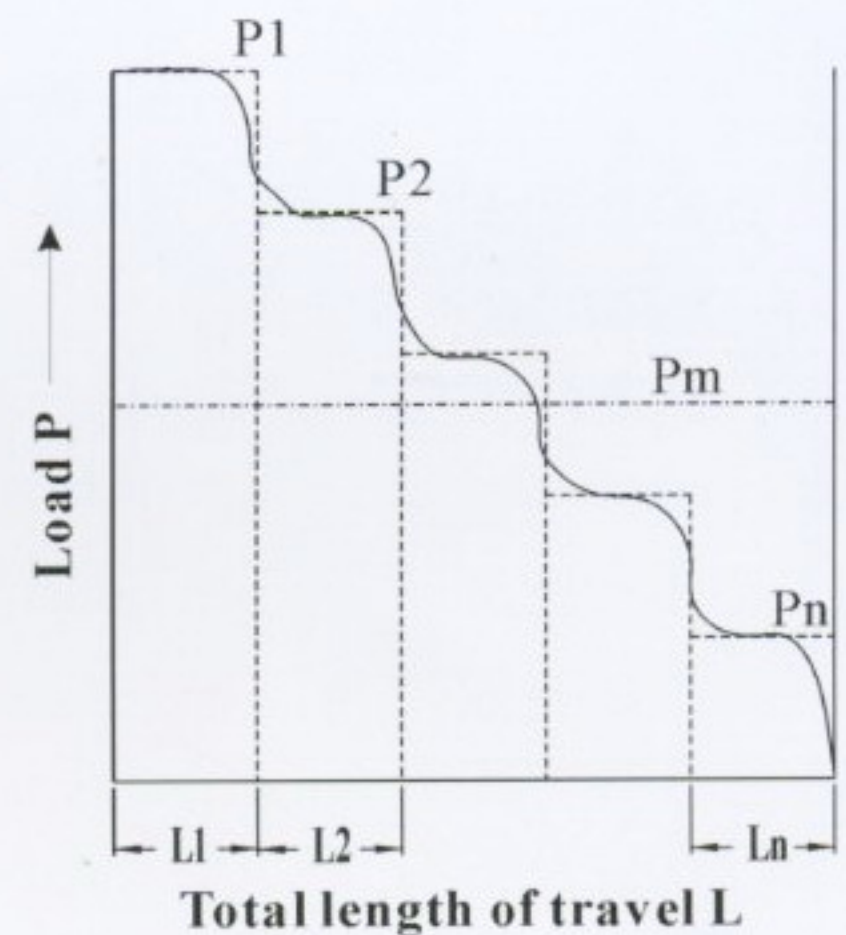
$P_m$  : Mean load ( kgf )

$P_n$  : Varying load ( kgf )

$L$  : Total length of travel ( mm )

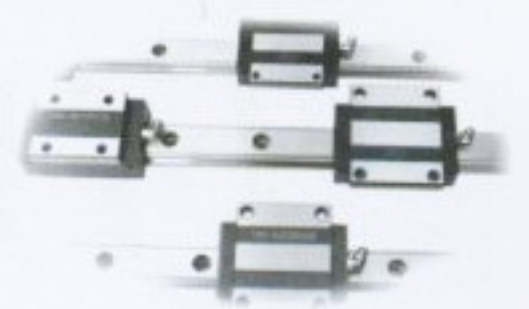
$L_n$  : Length of travel carrying  $P_n$  ( mm )

$n = 3$  when the rolling elements are balls.



$$P_m = \left[ \frac{(P_1^n \cdot L_1 + P_2^n \cdot L_2 + \dots + P_n^n \cdot L_n)}{L} \right]^{1/n}$$





將公式代入範例中

$$P_{m1} = \left[ \frac{\text{Re1}(\text{section}_A)^3 \cdot D1 + \text{Re1}(\text{section}_B)^3 \cdot D2 + \text{Re1}(\text{section}_C)^3 \cdot D3}{D1 + D2 + D3} \right]^{\frac{1}{n}}$$

$$P_{m2} = \left[ \frac{\text{Re2}(\text{section}_A)^3 \cdot D1 + \text{Re2}(\text{section}_B)^3 \cdot D2 + \text{Re2}(\text{section}_C)^3 \cdot D3}{D1 + D2 + D3} \right]^{\frac{1}{n}}$$

$$P_{m3} = \left[ \frac{\text{Re3}(\text{section}_A)^3 \cdot D1 + \text{Re3}(\text{section}_B)^3 \cdot D2 + \text{Re3}(\text{section}_C)^3 \cdot D3}{D1 + D2 + D3} \right]^{\frac{1}{n}}$$

$$P_{m4} = \left[ \frac{\text{Re4}(\text{section}_A)^3 \cdot D1 + \text{Re4}(\text{section}_B)^3 \cdot D2 + \text{Re4}(\text{section}_C)^3 \cdot D3}{D1 + D2 + D3} \right]^{\frac{1}{n}}$$

$$P_{m1} = \left[ \frac{90.97^3 \cdot 1000 + 86.56^3 \cdot 2000 + 82.15^3 \cdot 1000}{1000 + 2000 + 1000} \right]^{\frac{1}{3}} = 86.68 \text{kgf}$$

$$P_{m2} = \left[ \frac{90.97^3 \cdot 1000 + 86.56^3 \cdot 2000 + 82.15^3 \cdot 1000}{1000 + 2000 + 1000} \right]^{\frac{1}{3}} = 86.68 \text{kgf}$$

$$P_{m3} = \left[ \frac{90.97^3 \cdot 1000 + 86.56^3 \cdot 2000 + 82.15^3 \cdot 1000}{1000 + 2000 + 1000} \right]^{\frac{1}{3}} = 86.68 \text{kgf}$$

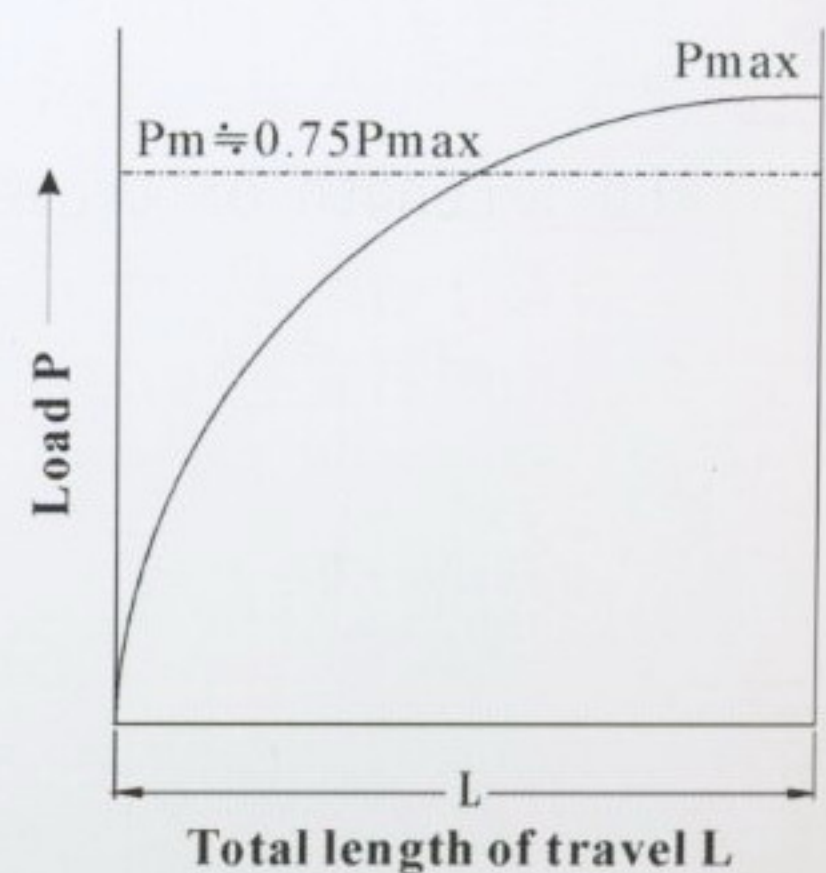
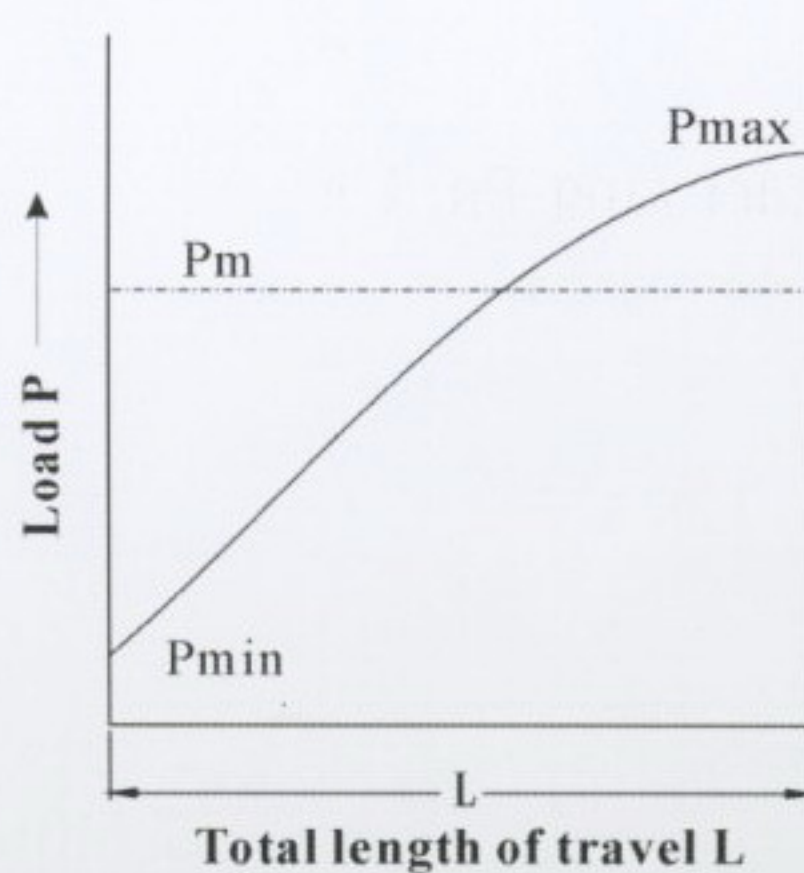
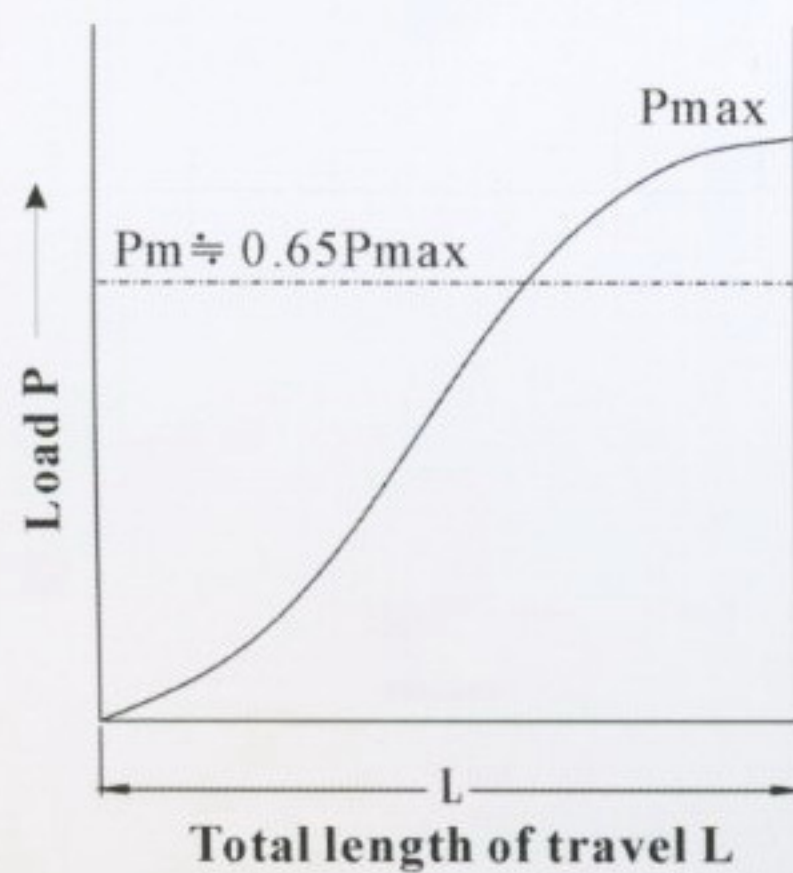
$$P_{m4} = \left[ \frac{90.97^3 \cdot 1000 + 86.56^3 \cdot 2000 + 82.15^3 \cdot 1000}{1000 + 2000 + 1000} \right]^{\frac{1}{3}} = 86.68 \text{kgf}$$

### 線性負載型式

$$P_m \doteq (P_{\min} + 2 \times P_{\max}) / 3$$

$P_{\min}$  : Minimum load ( kgf )

$P_{\max}$  : Maximum load ( kgf )





## 2-9 計算額定壽命

公式：

$$L = \left( \frac{f_h \cdot f_T \cdot f_c \cdot C}{f_w \cdot P} \right)^3 \cdot 50km$$

- L : 額定壽命 (km)
- C : 基本額定動負荷 (kgf)
- P : 計算出之平均負載 (kgf)
- f<sub>c</sub> : 接觸係數
- f<sub>h</sub> : 硬度係數
- f<sub>t</sub> : 溫度係數
- f<sub>w</sub> : 負荷係數

範例：BGXH20FN

基本動額定負載C = 1463 kgf

假設硬度為HRC58度。 f<sub>h</sub> = 1。

假設溫度為常溫。 f<sub>t</sub> = 1。

假設接觸方式為正常接觸。 f<sub>c</sub> = 1。

假設速度為15 < V < 60 m/s。 f<sub>w</sub> = 1.5。

P<sub>m</sub> = 86.68 kgf

$$L = \left( \frac{f_h \cdot f_T \cdot f_c \cdot C}{f_w \cdot P} \right)^3 \cdot 50km = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1461}{1.5 \cdot 86.68} \right)^3 \cdot 50Km = 70939km$$

依上範例：BGXH25FN

基本動額定負載C = 2052 kgf

假設硬度為HRC55度。 f<sub>h</sub> = 0.7。

假設溫度為常溫。 f<sub>t</sub> = 1。

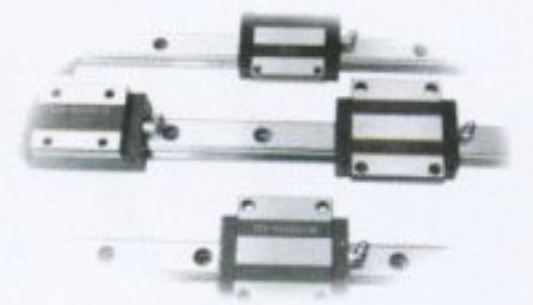
假設接觸方式為2個滑座靠僅接觸。 f<sub>c</sub> = 0.81。

假設速度為V = 60 m/s。 f<sub>w</sub> = 2。

P<sub>m</sub> = 150 kgf

$$L = \left( \frac{f_h \cdot f_T \cdot f_c \cdot C}{f_w \cdot P} \right)^3 \cdot 50km = \left( \frac{0.7 \cdot 1 \cdot 0.81 \cdot 2052}{2 \cdot 150} \right)^3 \cdot 50Km = 2916.67km$$





## 2-10 計算壽命時間

推演壽命時間：

公式 (A) 計算小時

$L_n$ : 壽命時間。(h)

$L$ : 額定壽命 (km)

$L_s$ : 行程長度。(mm)

$N_1$ : 每分鐘往返次數。(min<sup>-1</sup>)

$$L_n = \frac{L \cdot 10^6}{2 \cdot L_s \cdot N_1 \cdot 60}$$

公式 (B) 計算年

$L_y$ : 壽命時間。(year)

$L$ : 額定壽命 (km)

$L_s$ : 行程長度。(mm)

$N_1$ : 每分鐘往返次數。(min<sup>-1</sup>)

$M$ : 每小時運作分鐘數。(min/hr)

$H$ : 每日運作小時數。(hr/day)

$D$ : 每年運作工作日數。(day/year)

$$L_y = \frac{L \cdot 10^6}{2 \cdot L_s \cdot N_1 \cdot M \cdot H \cdot D}$$

範例1: 有一工作母機使用線性滑軌，計算之額定壽命為45000km，求使用壽命(hr)

已知：

$L_s$ : 行程長度 = 3000mm。(mm)

$N_1$ : 每分鐘往返次數4次。(min<sup>-1</sup>)

$$L_n = \frac{L \cdot 10^6}{2 \cdot L_s \cdot N_1 \cdot 60} = \frac{45000 \cdot 10^6}{2 \cdot 3000 \cdot 4 \cdot 60} = 31250 \text{ hr}$$

範例2: 有一工作母機使用線性滑軌，計算之額定壽命為70939km，求使用壽命(year)

已知：

$L_s$ : 行程長度: 為4000mm。(mm)

$N_1$ : 每分鐘往返次數為5次。(min<sup>-1</sup>)

$M$ : 每小時運作60分鐘。(min/hr)

$H$ : 每日運作24小時。(hr/day)

$D$ : 每年運作工作日數360日。(day/year)

則使用壽命為：

$$L_y = \frac{L \cdot 10^6}{2 \cdot L_s \cdot N_1 \cdot M \cdot H \cdot D} = \frac{70939 \cdot 10^6}{2 \cdot 4000 \cdot 5 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 360} = 3.42 \text{ year}$$



## 2-11 比較需求壽命

計算使用壽命假如不符合需求壽命的話，可將程序退回流程開始的

- 一、確定使用條件。
- 二、型錄尺寸確認。

### 一、確定使用條件重新確認：

#### a. 組合(跨距尺寸、滑塊個數、滑軌根數)：

跨距尺寸是否需要增大？

滑塊數目是否需要增多？

滑軌根數是否需要增加？

#### b. 安裝姿勢(水平、豎、傾斜、壁掛、吊下)：是否需要修正現有的結構？

#### c. 作用負荷：是否在負荷上可以有縮減的空間等？

#### d. 使用頻率：是否使用頻率評估過長，導致計算壽命低於需求壽命？

### 二、型錄尺寸確認：

確認使用條件無法更動時，需更換其他規格尺寸的線性滑軌。建議優先選擇同尺寸滑軌，改選額定負載較大的滑座。直接挑選較大尺寸的滑軌。會有下列缺點：

#### 1. 機構重量提升。

更換滑軌：更動重量變化大。

更換滑座：更動重量變化小。

#### 2. 設計變動大。

更換滑軌：1. 滑軌孔距需加長。

2. 螺徑需加大。

3. 基準面靠邊加寬。

4. 固定機構需要變動。

更換滑座：1. 滑座固定孔位修改。

2. 滑座長度依機構干涉狀況而定。

#### 3. 佔空間較大。

更換滑軌：1. 組合高上升。

2. 組合寬加大。

3. 鎖配螺絲尺寸加大。

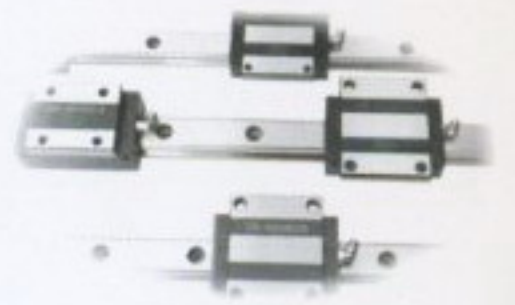
更換滑座：1. 滑座長度變動不大

#### 4. 設計成本提高。

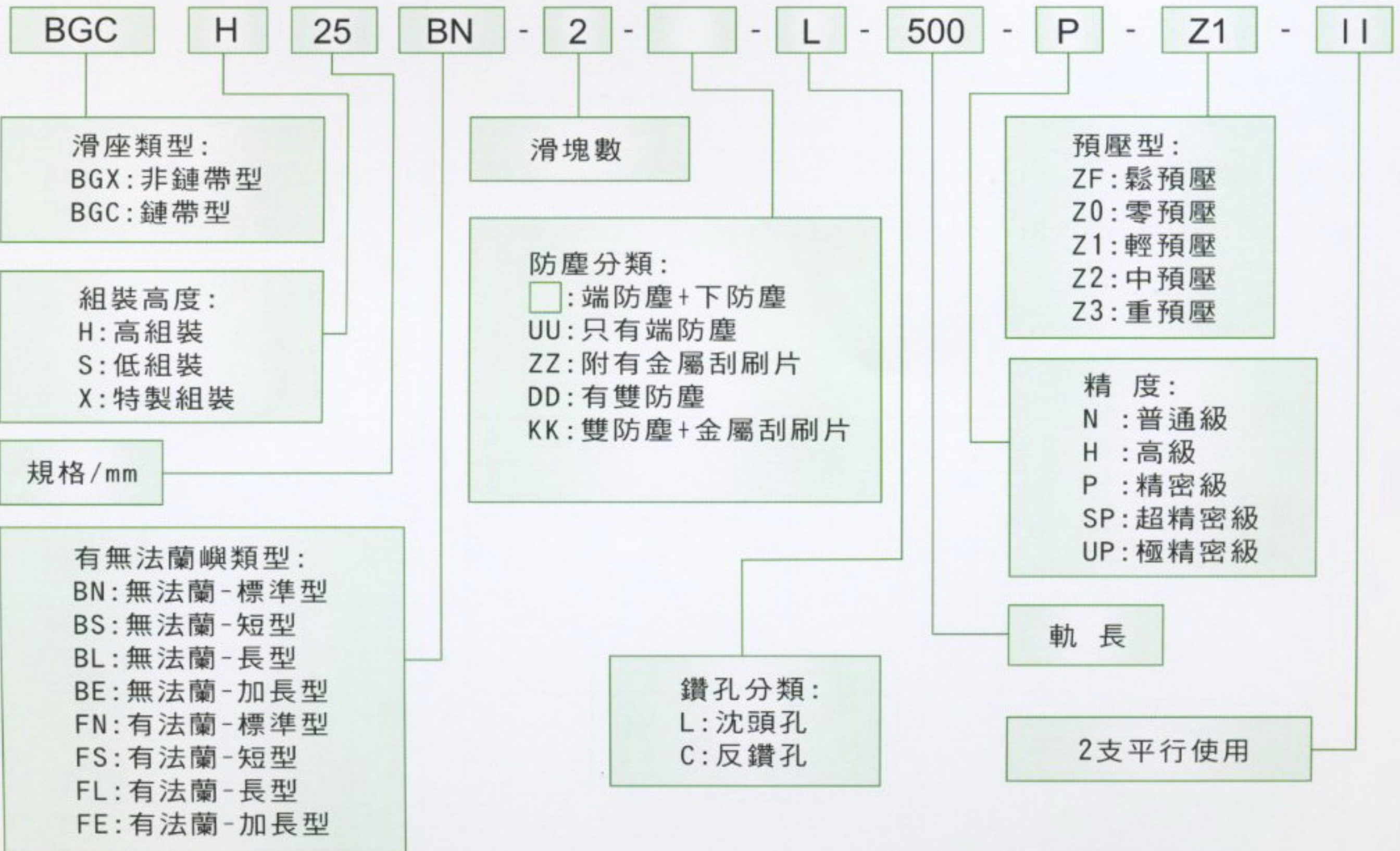
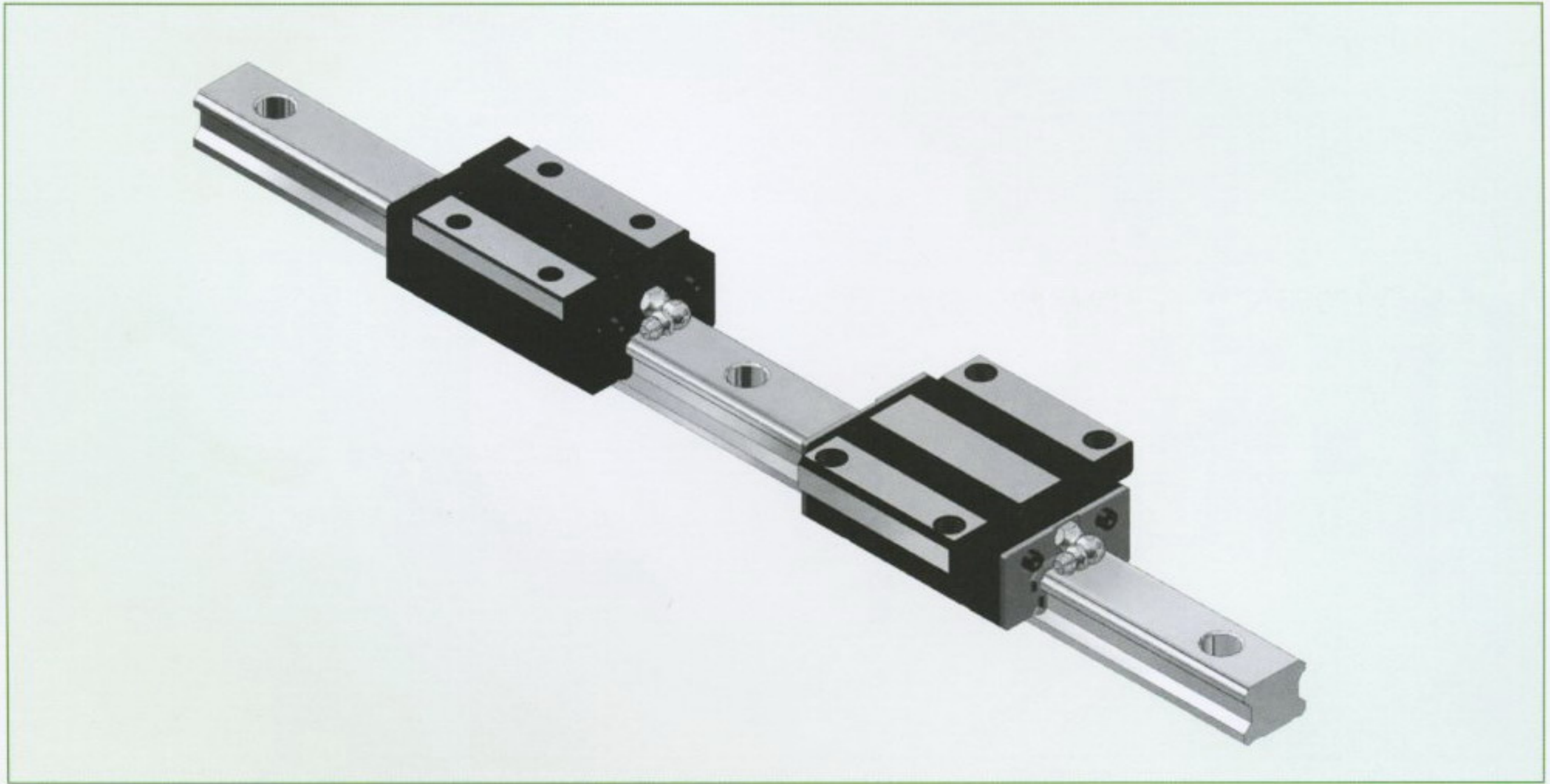
更換滑軌：滑軌變動成本較大。

更換滑座：滑座變動成本較小。



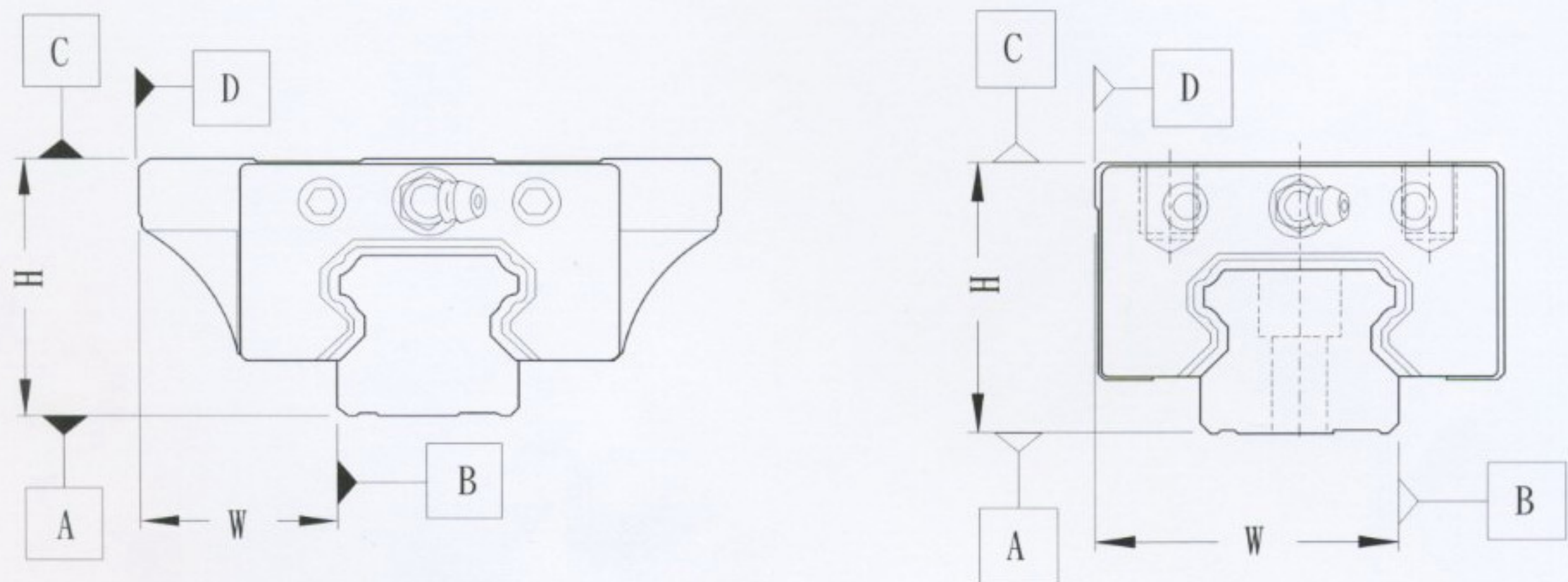


2-12 選用型號表示意義：





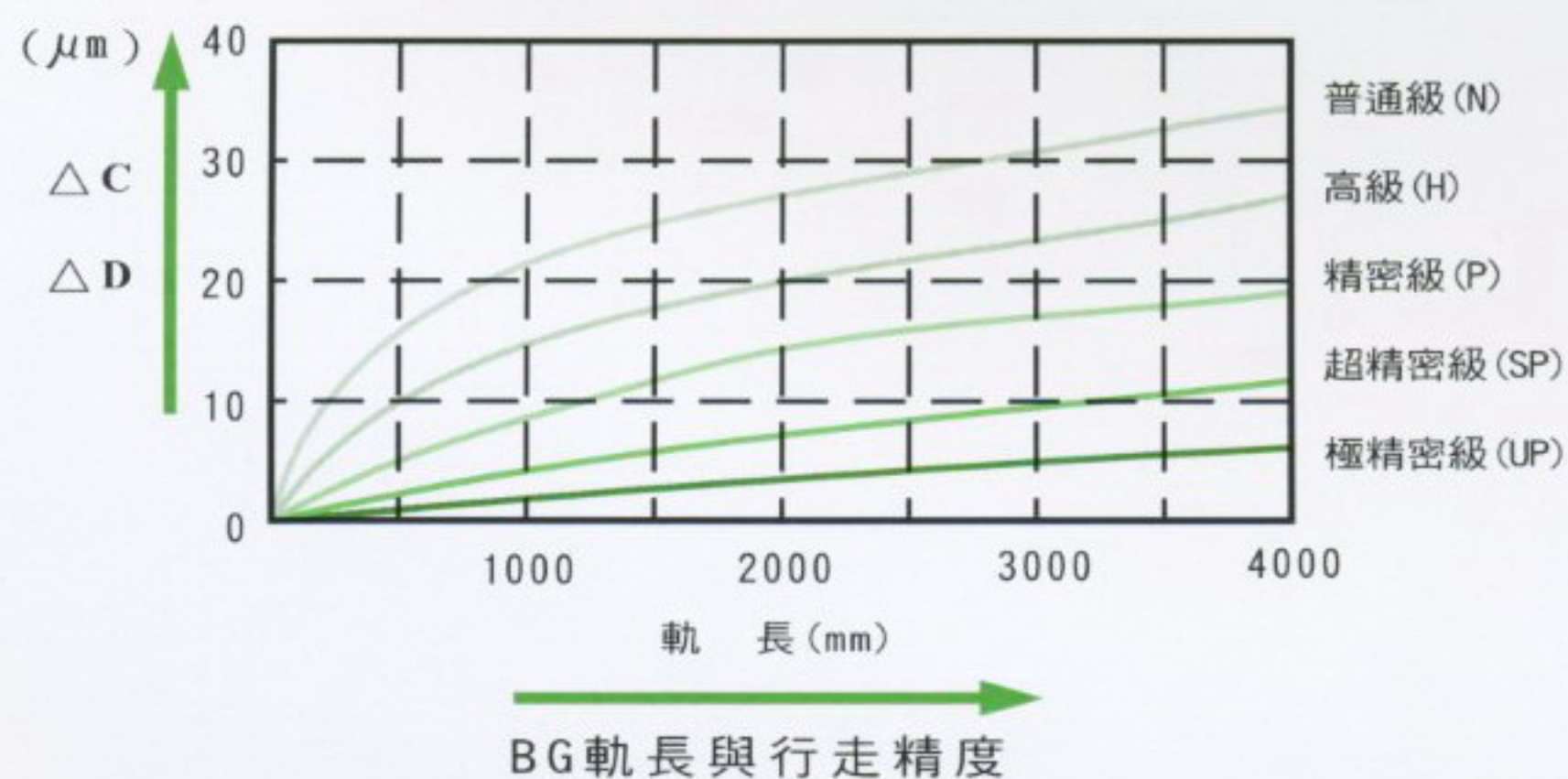
## a. 精度標準



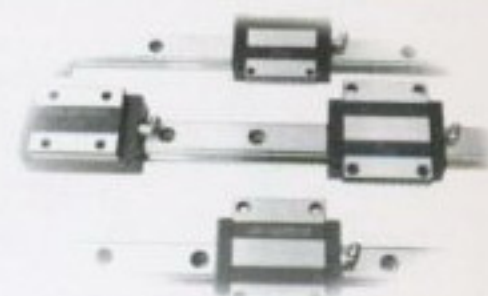
Unit:mm

單位:mm

項次	等級	普通級 (N)	高級 (H)	精密級 (P)	超精密級 (SP)	極精密級 (UP)
組合高誤差 (H)		±0.1	±0.04	0 -0.04	0 -0.02	0 -0.01
組合寬誤差 (W)		±0.1	±0.04	0 -0.04	0 -0.02	0 -0.01
成對高度相互誤差 ( $\Delta H$ )		0.03	0.02	0.01	0.005	0.003
成對寬度相互誤差 ( $\Delta W$ )		0.03	0.02	0.01	0.005	0.003
滑座 [C] 面對軌道 [A] 面的行走精度		$\Delta C$ 參考圖 BG軌長與行走精度				
滑座 [D] 面對軌道 [B] 面的行走精度		$\Delta D$ 參考圖 BG軌長與行走精度				







## b. 預壓選用

何謂預壓？

線性滑軌使用時剛性不足、產生間隙的狀況，往往加大滾動體的直徑，使線性滑軌產生內部負荷，線性滑軌可藉此消除局部間隙，提升整體剛性。

預壓等級	微間隙、零間隙	輕預壓	中、重預壓
使用狀況	1. 衝擊小。 2. 兩軸並列使用。 3. 精度要求不高。 4. 滑動阻力小。 5. 往復負荷較小場合。	1. 懸臂使用。 2. 單軸使用的場合。 3. 輕負載。 4. 高精度要求。	1. 衝擊大。 2. 高振動。 3. 重切削場合。
應用範例	1. 銲接機。 2. 切斷機。 3. 材料供應機構。 4. 刀具交換機構。 5. 一般機構 XY 軸。 6. 包裝機。	1. NC 車床。 2. 放電加工機。 3. 精密 XY 平台。 4. 一般加工機 Z 軸。 5. 工業用機械手臂。 6. 線路板打孔機。	1. 機械加工中心。 2. NC 車床、銑床。 3. 磨床進給軸。 4. 刀具進給軸。

增加預壓可減少振擺，減少產生往復運動慣性衝擊。但預壓增加也造成滾動體的內部負荷。預壓愈大內部負荷也愈大。所以選用計算需要將預壓力加入計算，而預壓增加減少也影響整體安裝難易度。所以預壓選用須考慮振擺對線軌壽命影響與預壓力對線軌壽命影響之間權衡取舍。



## 預壓力

C:Basic dynamic load rating

GRADE \ ITEM	Symbol	Preload force
Clearance	ZF	0
No Preload	Z0	0
Light Preload	Z1	0.02 C
Middle Preload	Z2	0.05 C
Heavy Preload	Z3	0.07 C

## 徑向間隙值

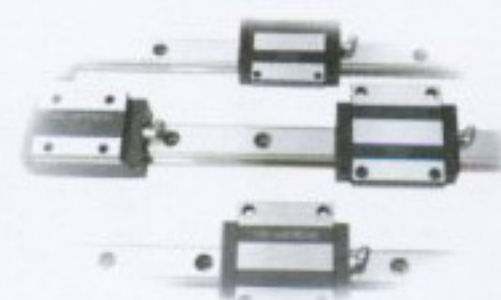
Unit:um

Type \	ZF	Z0	Z1	Z2	Z3
BG 15	5 ~ 12	-4 ~ 4	-12 ~ -5	-20 ~ -13	-28 ~ -21
BG 20	6 ~ 14	-5 ~ 5	-14 ~ -6	-23 ~ -15	-32 ~ -24
BG 25	7 ~ 16	-6 ~ 6	-16 ~ -7	-26 ~ -17	-36 ~ -27
BG 30	8 ~ 18	-7 ~ 7	-18 ~ -8	-29 ~ -19	-40 ~ -30
BG 35	9 ~ 20	-8 ~ 8	-20 ~ -9	-32 ~ -21	-44 ~ -33

## 可互換性與非互換性的差異

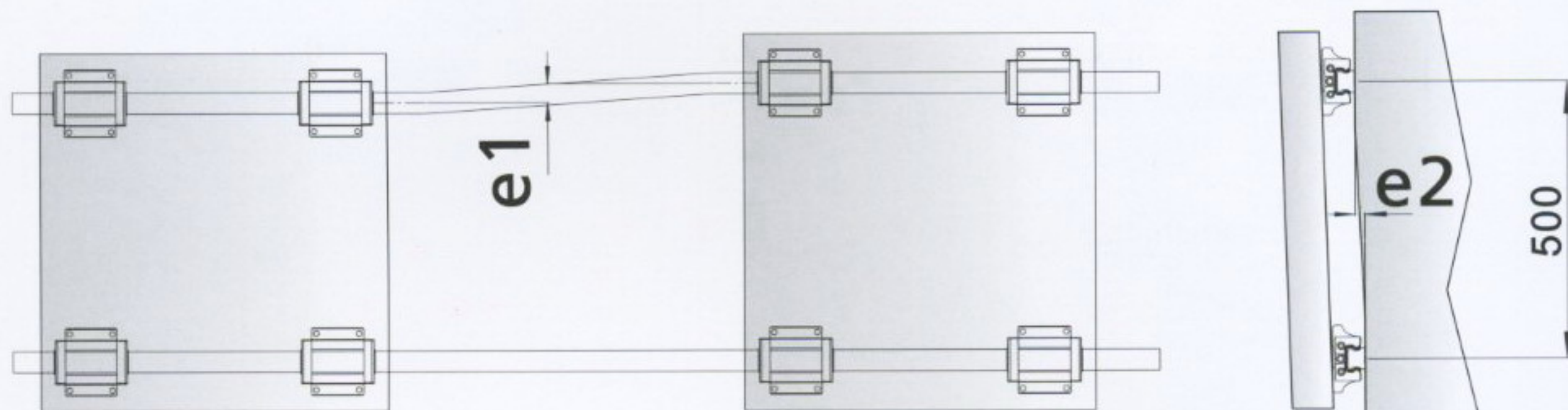
	Non-interchangeable					Interchangeable	
Accuracy	UP	SP	P	H	N	H	N
Preload			Z0	Z0	Z0		ZF
	Z1	Z1	Z1	Z1	Z1	Z0	Z0
	Z2	Z2	Z2	Z2	Z2	Z1	Z1
	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3		





安裝面建議容許誤差：

BG系列線性滑軌4方向等負載設計，擁有絕佳自動調心能力，即使安裝面稍微歪斜或誤差，仍然能夠獲得輕快流暢的直線運動。以下為BG線性滑軌安裝面最大誤差容許值。

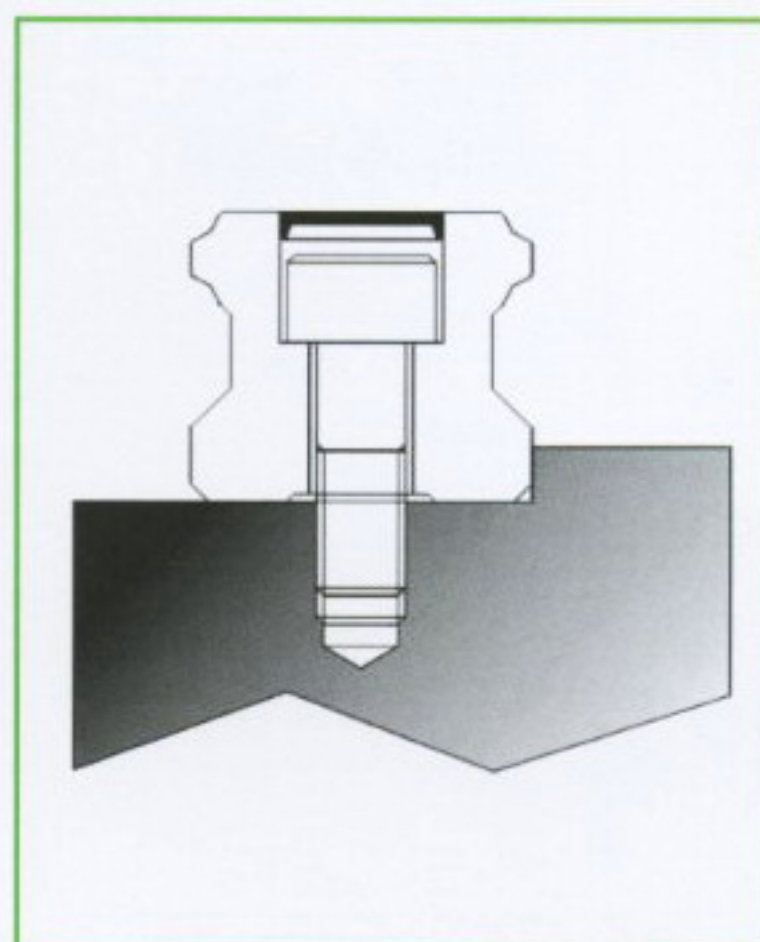
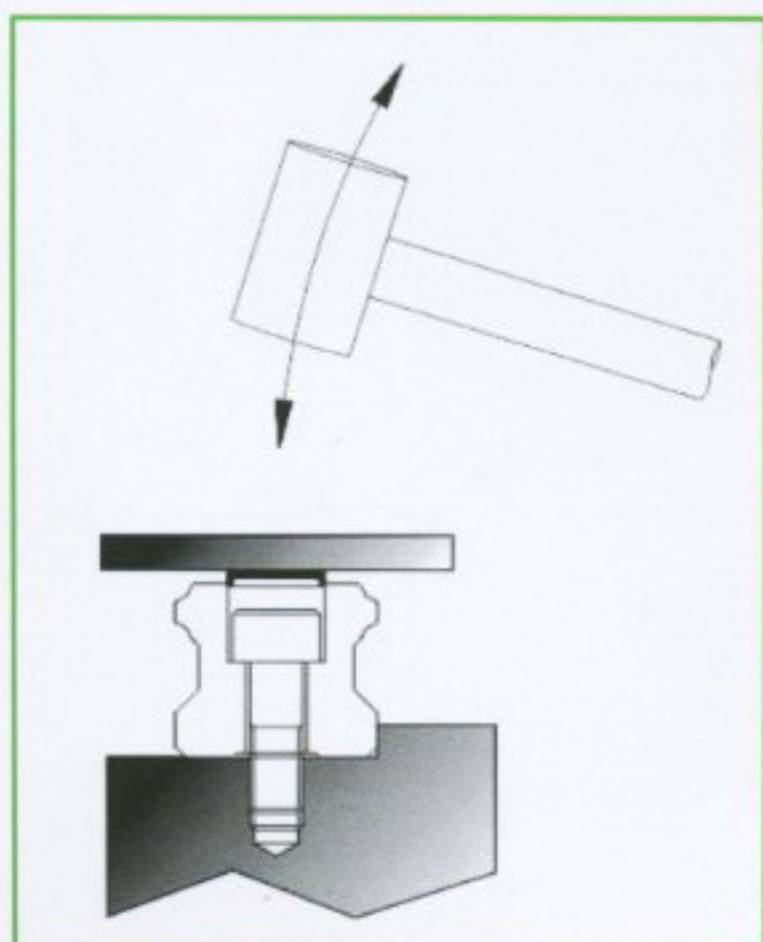


單位：um

ITEM	2 軸的平行度誤差容許值 (e1)					2 軸上下水平度誤差容許值 (e2)				
	Z3	Z2	Z1	Z0	ZF	Z3	Z2	Z1	Z0	ZF
<b>BG 15</b>			18	25	35			85	130	190
<b>BG 20</b>		18	20	25	35		50	85	130	190
<b>BG 25</b>	15	20	22	30	42	60	70	85	130	195
<b>BG 30</b>	20	27	30	40	55	80	90	110	170	250
<b>BG 35</b>	22	30	35	50	68	100	120	150	210	290
<b>BG 45</b>	25	35	40	60	85	110	140	170	250	350
<b>BG 55</b>	30	45	50	70	95	125	170	210	300	420



## c. 滑軌防塵



### 滑軌異物:

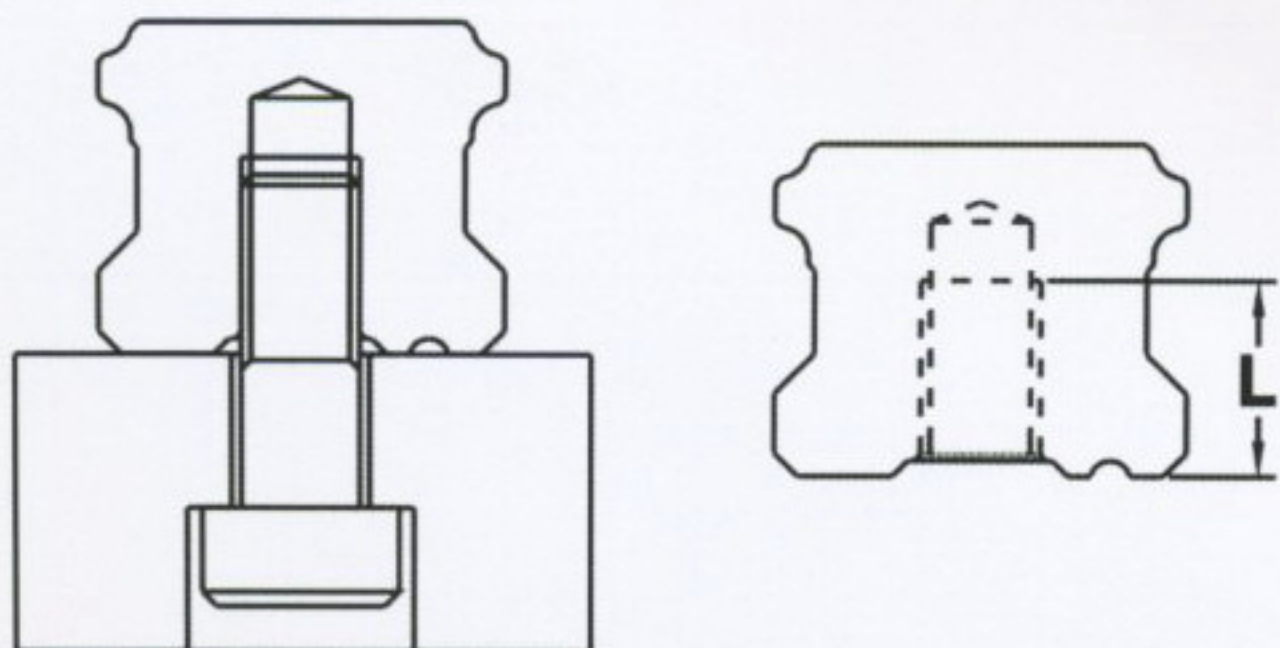
一般切削工具機使用線性滑軌定位時，由於滑軌沉頭孔易累積切屑及異物，異物藉沉頭孔進入滑座內部時，易造成滑座循環阻塞，嚴重縮短線軌壽命。

### 孔塞防塵法:

滑軌產生切屑或異物時，多數會被滑座端防塵排除，少數會累積在滑軌沉頭孔，滑軌孔塞的用途就是遮蔽沉頭孔避免異物進入。安裝滑軌就定位後將孔塞對準沉頭孔，使用塑膠平板以塑膠槌輕輕敲平即可。

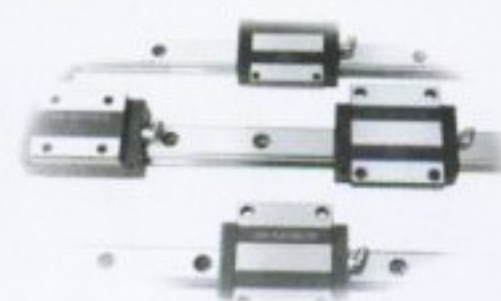
### 反鎖式滑軌:

反鎖式滑軌與一般線軌除固定方式不同外，反鎖式線軌不具備沉頭孔，所以不會累積落塵與切屑。



滑軌型號	螺紋尺寸	最大螺牙長度L
BG15	M5	8mm
BG20	M6	10mm
BG25	M6	12mm
BG30	M8	15mm
BG35	M8	17mm
BG45	M12	24mm

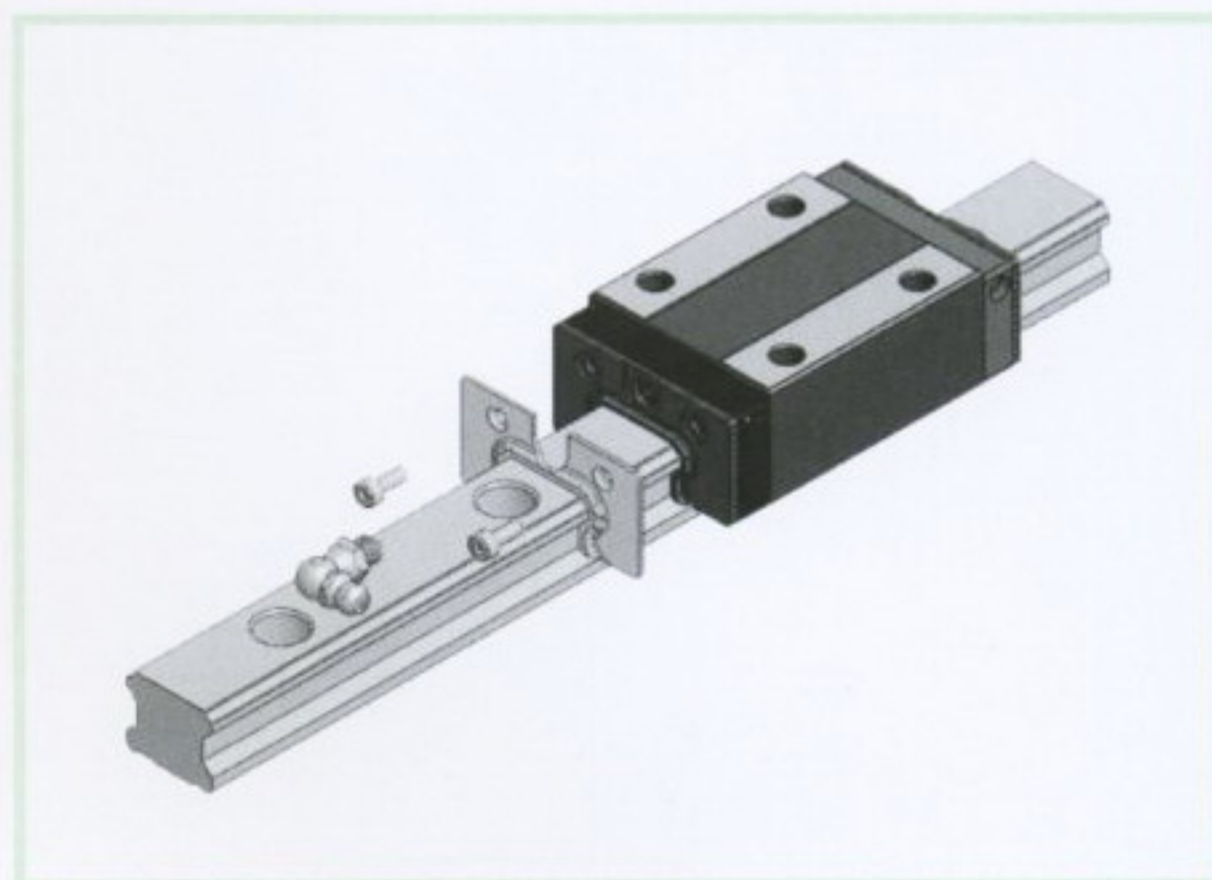




## d. 滑座配件

## 金屬刮刷器：

主要使用金屬切割機或是火焰切割機等場合，用於排除較大鐵屑或鐸接飛濺物。保護端防塵避免切屑刀刃或高溫飛濺物體破壞。使端防塵於惡劣環境下仍可保持一定功能。

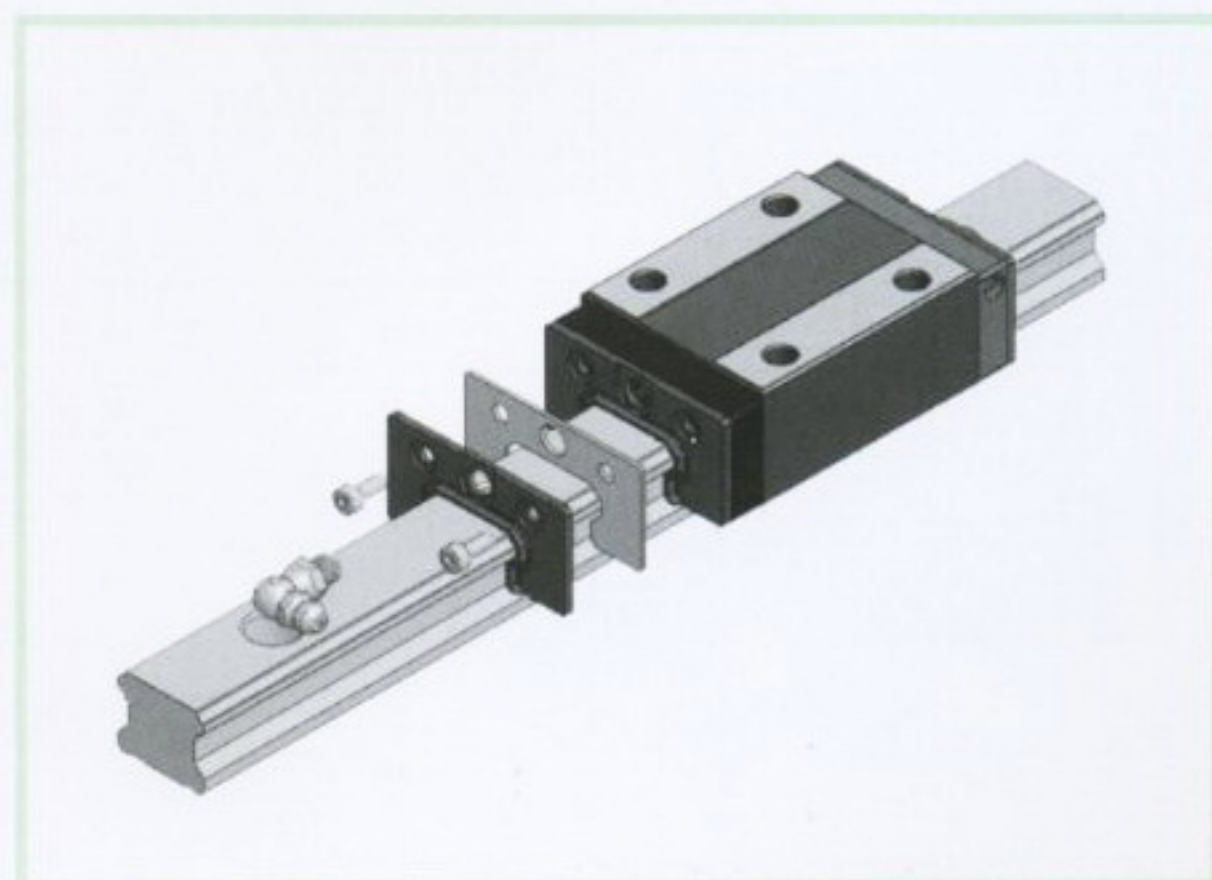


## 雙端防塵系統：

使用兩層端防塵特點：

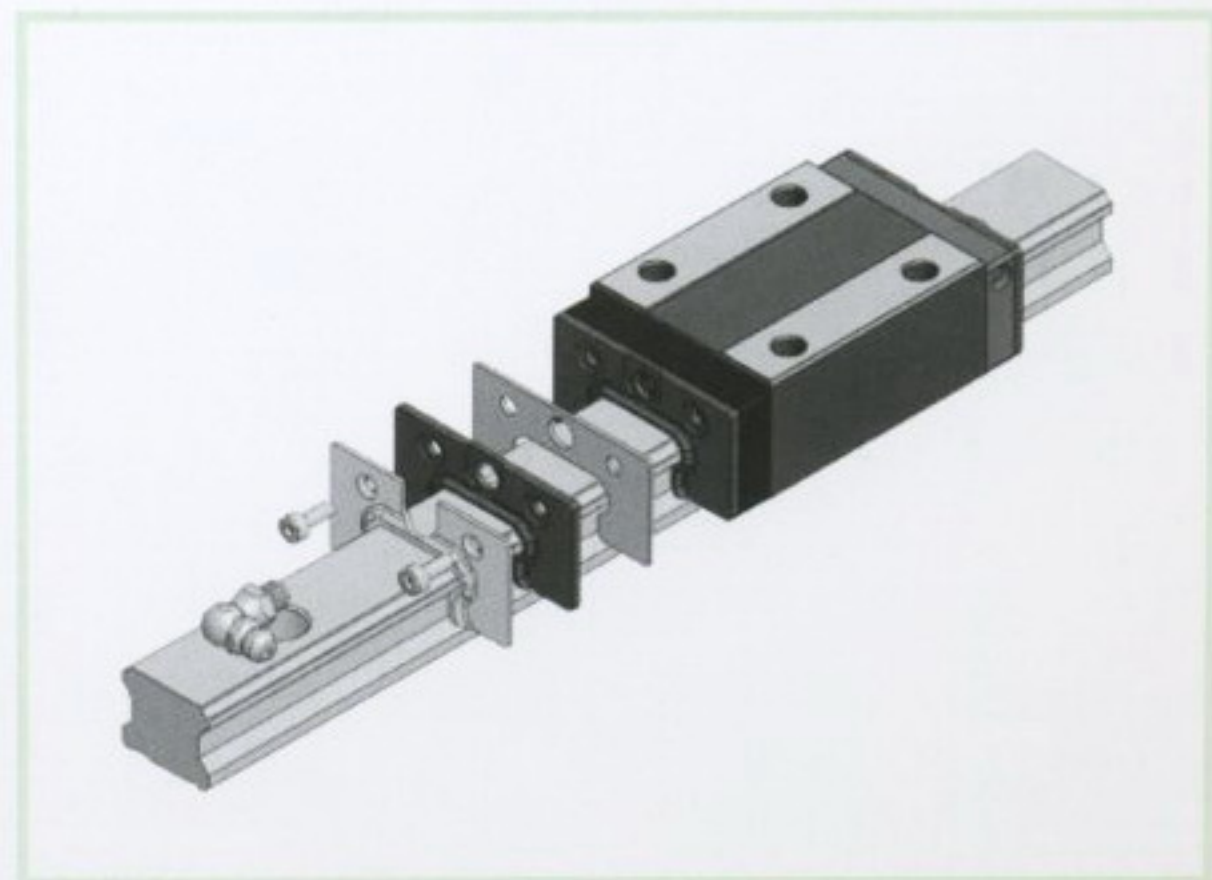
1. 外端防塵隔絕大部分外部塵埃。
2. 內端防塵可攔截進入外端防塵蓋的餘塵。

雙防塵系統可提升整體防塵性。



## 金屬刮刷器+雙端防塵系統：

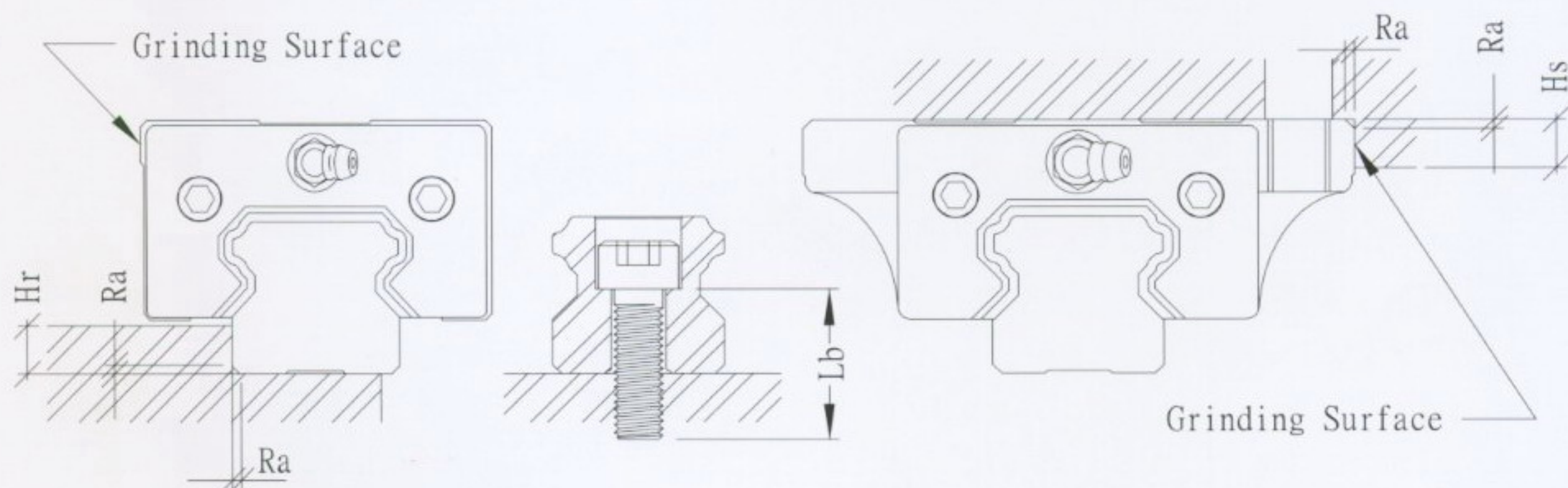
此使用方式則具備上述兩者各自的優點。





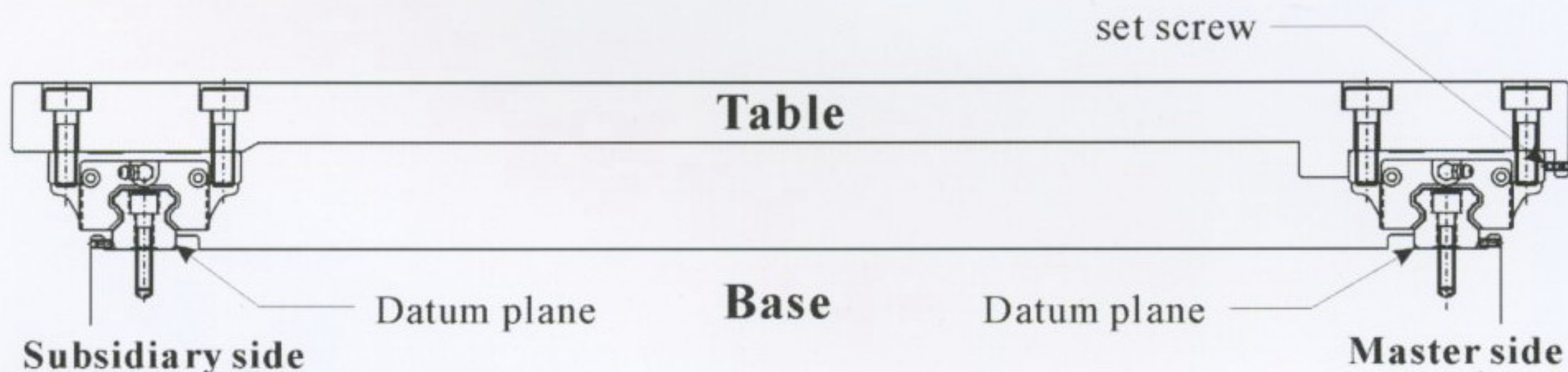
## 三、如何正確安裝線性滑軌？

### 3-1 安裝設計原則：



ITEM	Maximum Fillet (Ra)	Maximum Height (Hr) rail shoulder	Maximum Height (Hs) block shoulder	Rail Bolt Length (Lb) suggestion
BG 15	0.6	2.8	5	M4*16
BG 20	0.9	4.3	6	M5*20
BG 25	1.1	5.6	7	M6*25
BG 30	1.4	6.8	8	M8*30
BG 35	1.4	7.3	9	M8*30

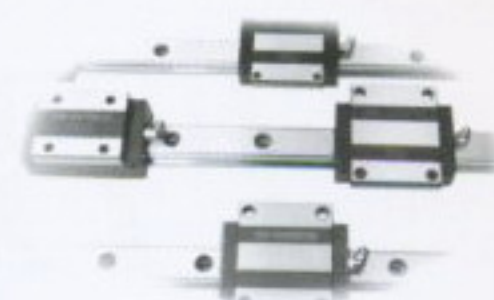
### 組裝線性滑軌安裝步驟



上圖為平行使用安裝的標準範例，本範例中的安裝平台具備下列特徵：

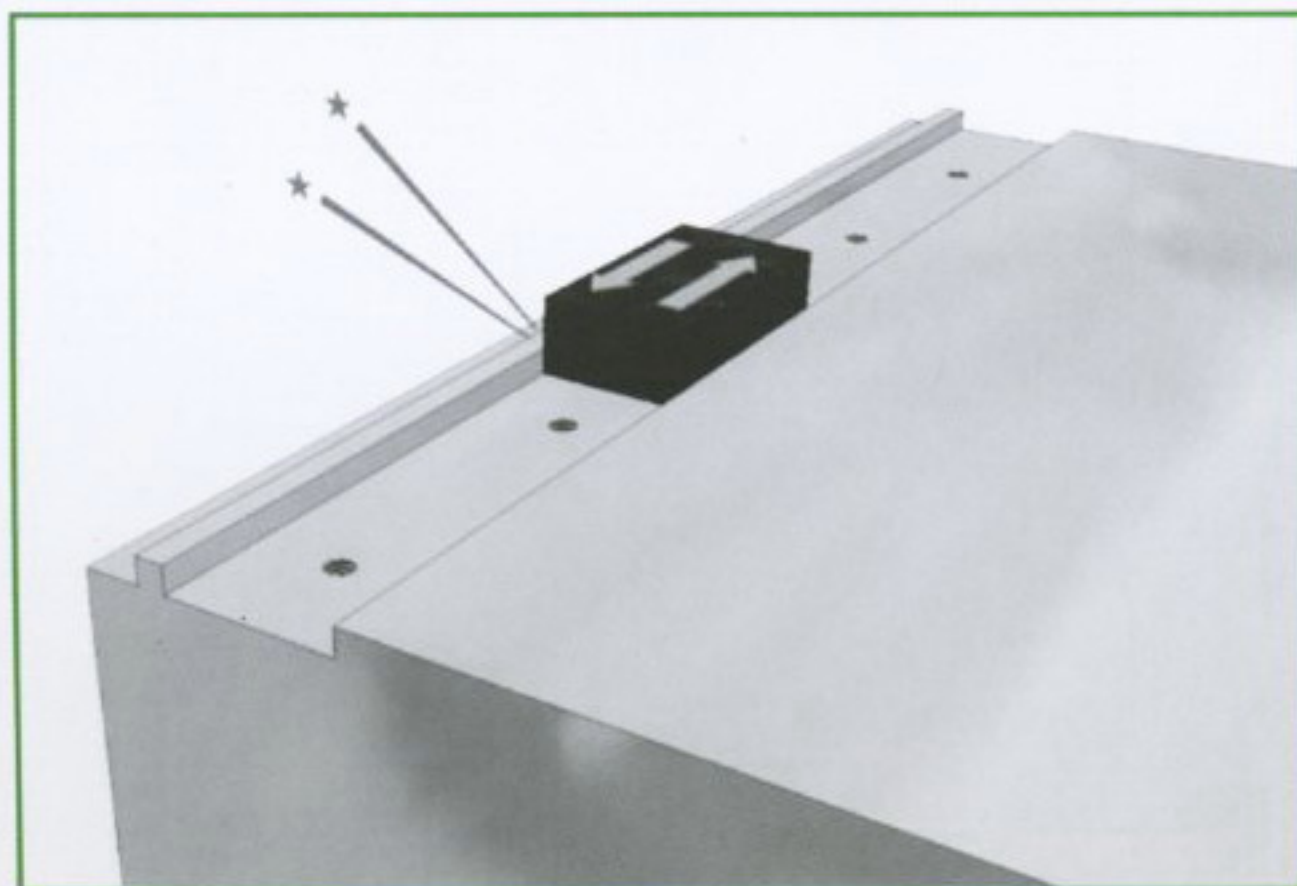
1. 固定平台 (Base) 具備兩個安裝線軌的基準面 (Datum plane)。
2. 移動平台 (table) 具備一個側向定位的基準面以及迫緊螺絲。
3. 主軌安裝側 (Master side) 與移動平台 (table) 迫緊螺絲為同側位置。





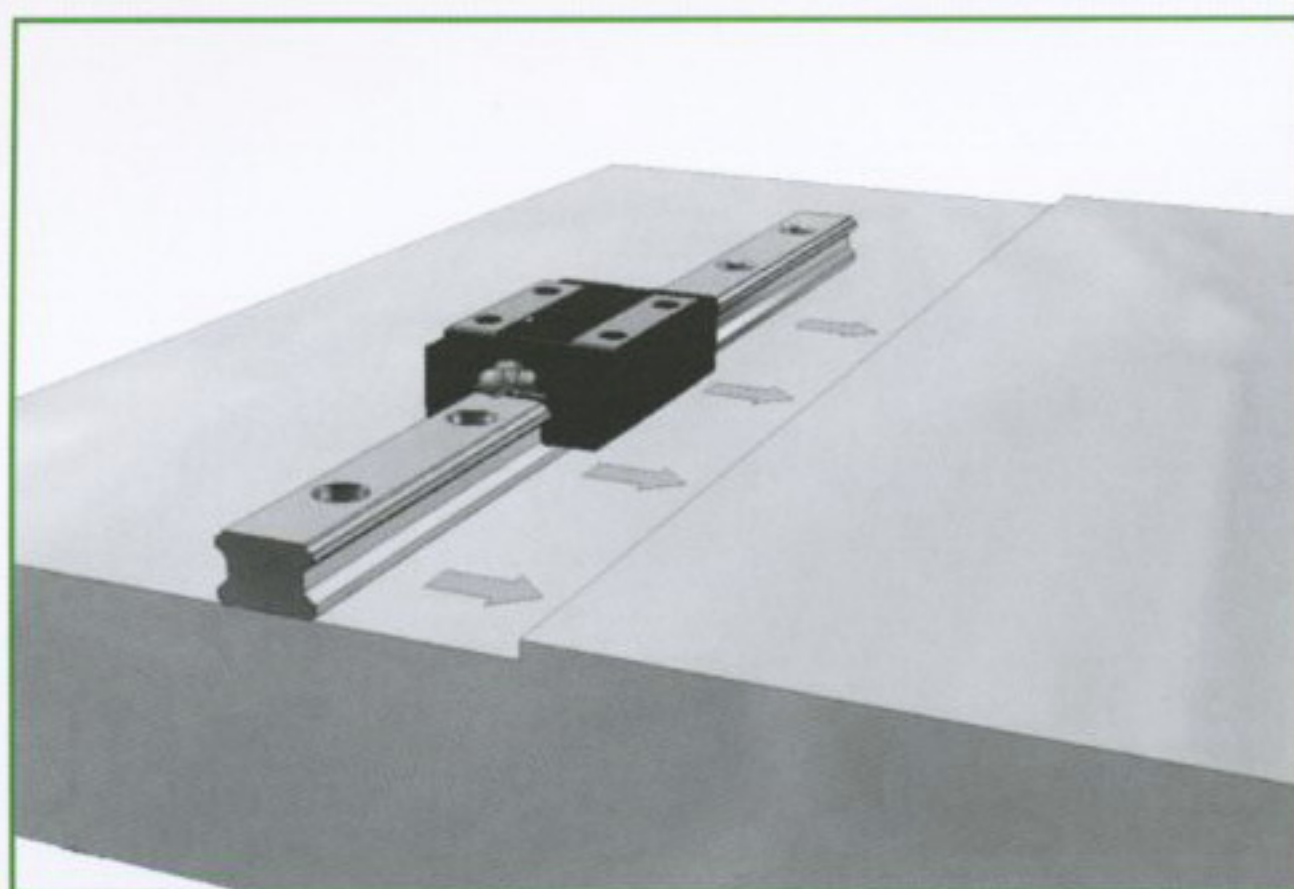
### 3-2 安裝步驟：

**步驟1：**在安裝前必須清除機械安裝面的毛邊、污物及表面傷痕。



注意：滑軌基準面安裝前均塗有防鏽油，安裝前請用清洗油品將基準面洗淨後再安裝，而防鏽油清除後基準面易生鏽，建議噴附黏度低的主軸用潤滑油。

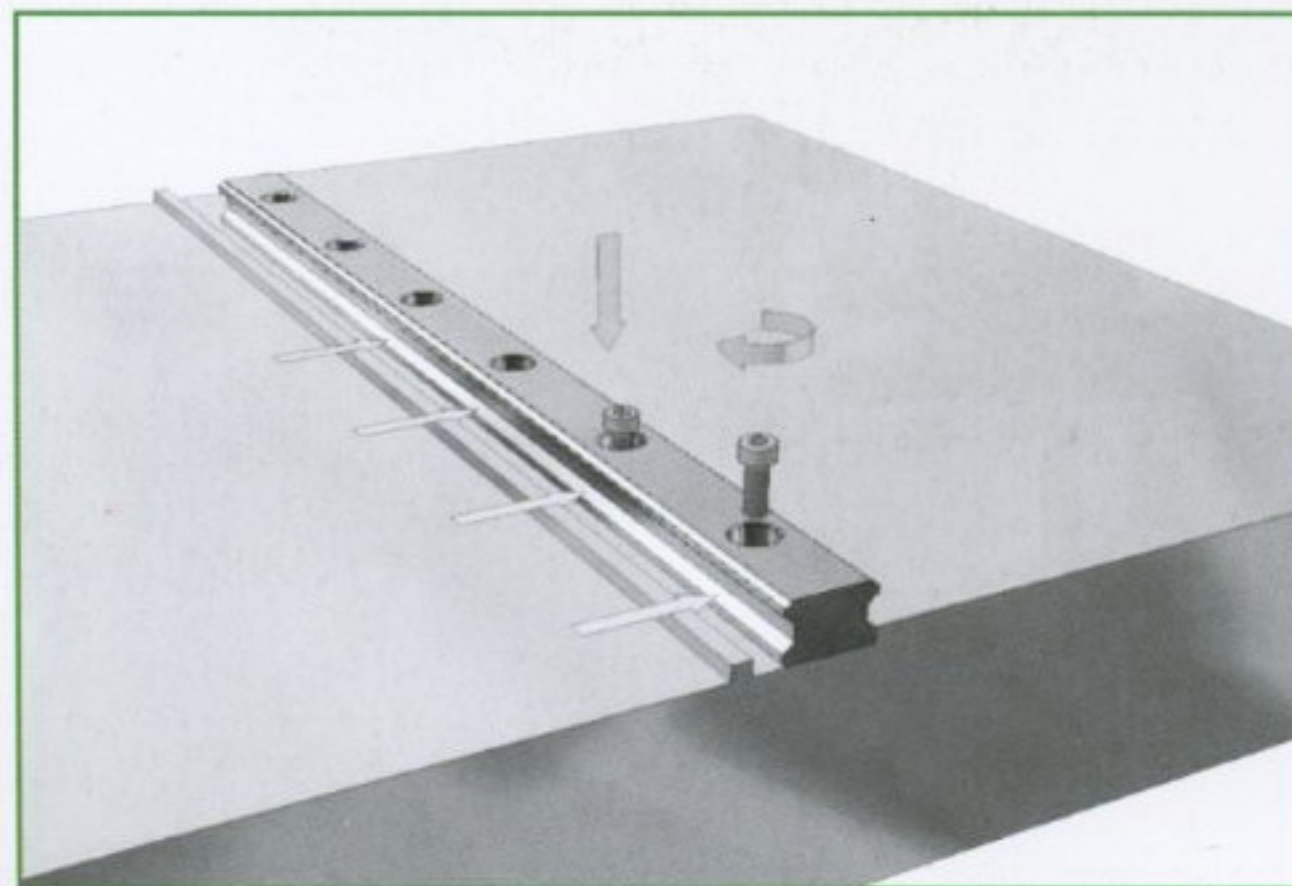
**步驟2：**將主軌輕輕安置在床台上，使用側向固定螺絲或其他固定治具使線軌與側向安裝面輕輕貼合。



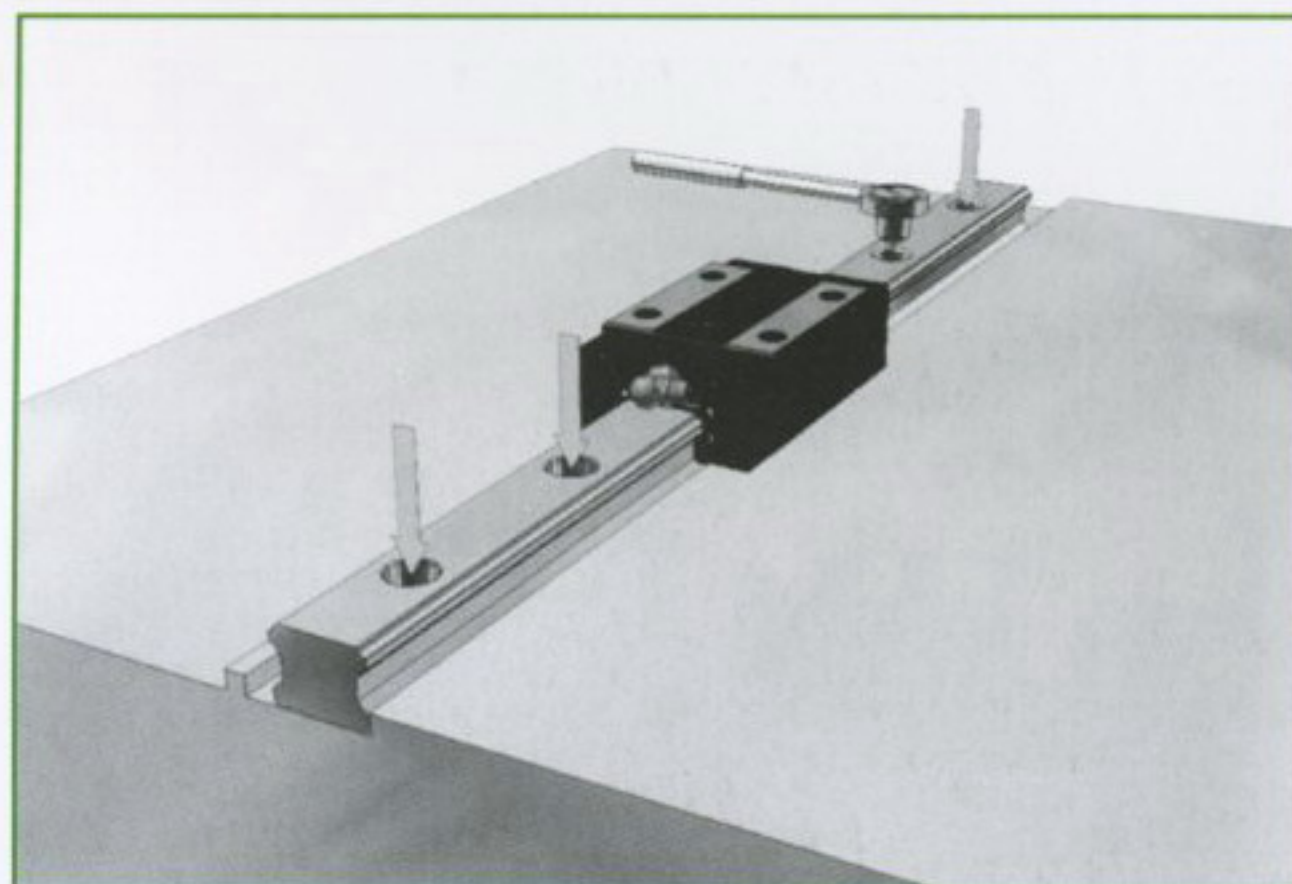
注意：安裝使用前確認螺絲孔是否對位，平台螺絲孔位不正強行鎖附，易於造成偏位大大影響組合精度與使用品質。



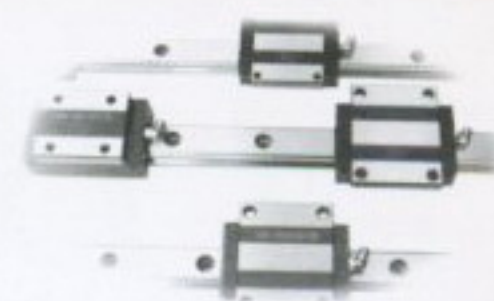
**步驟3:**由中央向兩側按順序將滑軌定位螺絲稍微旋緊。使軌道與安裝面稍微貼合。順序由滑軌中段開始向兩端稍微旋緊可得到較穩定精度。滑軌基準面稍微旋緊後，加強滑軌側向基準面迫緊力，使主軌可以確實貼合側向基準面。



**步驟4:**使用扭力扳手，依照平台材質選用鎖緊扭矩將滑軌定位螺絲慢慢旋緊。







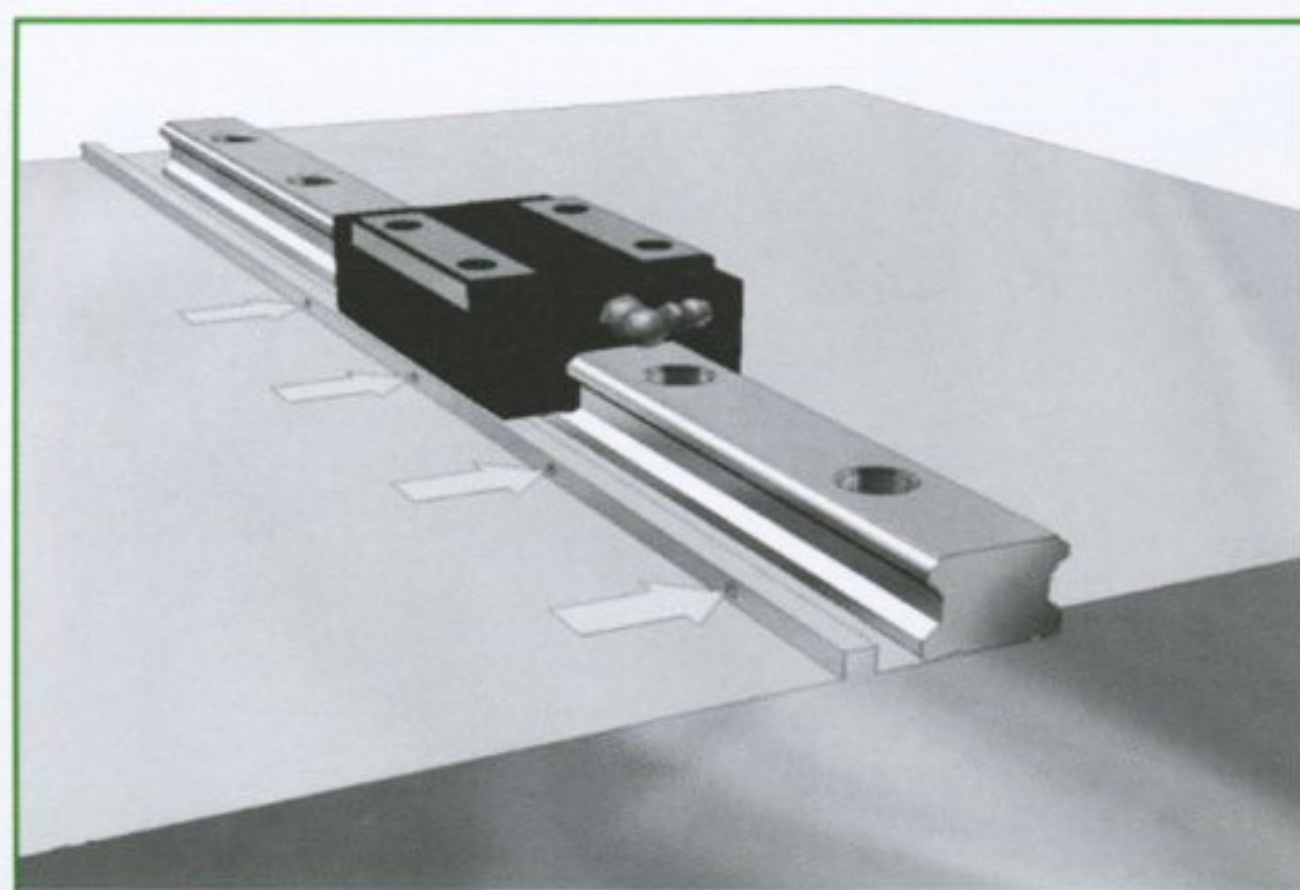
## 滑軌的螺栓鎖緊扭矩

螺絲規格 Screw size	Tightening torque ( kgf*cm ) – hexagonal socket screw		
	鋼(Steel)	鑄鐵(Cast Iron)	鋁合金(Aluminum)
M2	6.3	4.2	3.1
M2.3	8.4	5.7	4.2
M2.6	12.6	8.4	6.3
M3	21	13.6	10.5
M4	44.1	29.3	22
M5	94.5	63	47.2
M6	146.7	98.6	73.5
M8	325.7	215.3	157.5
M10	724.2	483.2	356.7
M12	1264.2	840	630
M14	1682.1	1125	840
M16	2100	1403.5	1050

請按照平台材質及固定螺絲型號選用鎖緊扭矩，使用扭力扳手將滑軌螺栓慢慢迫緊。

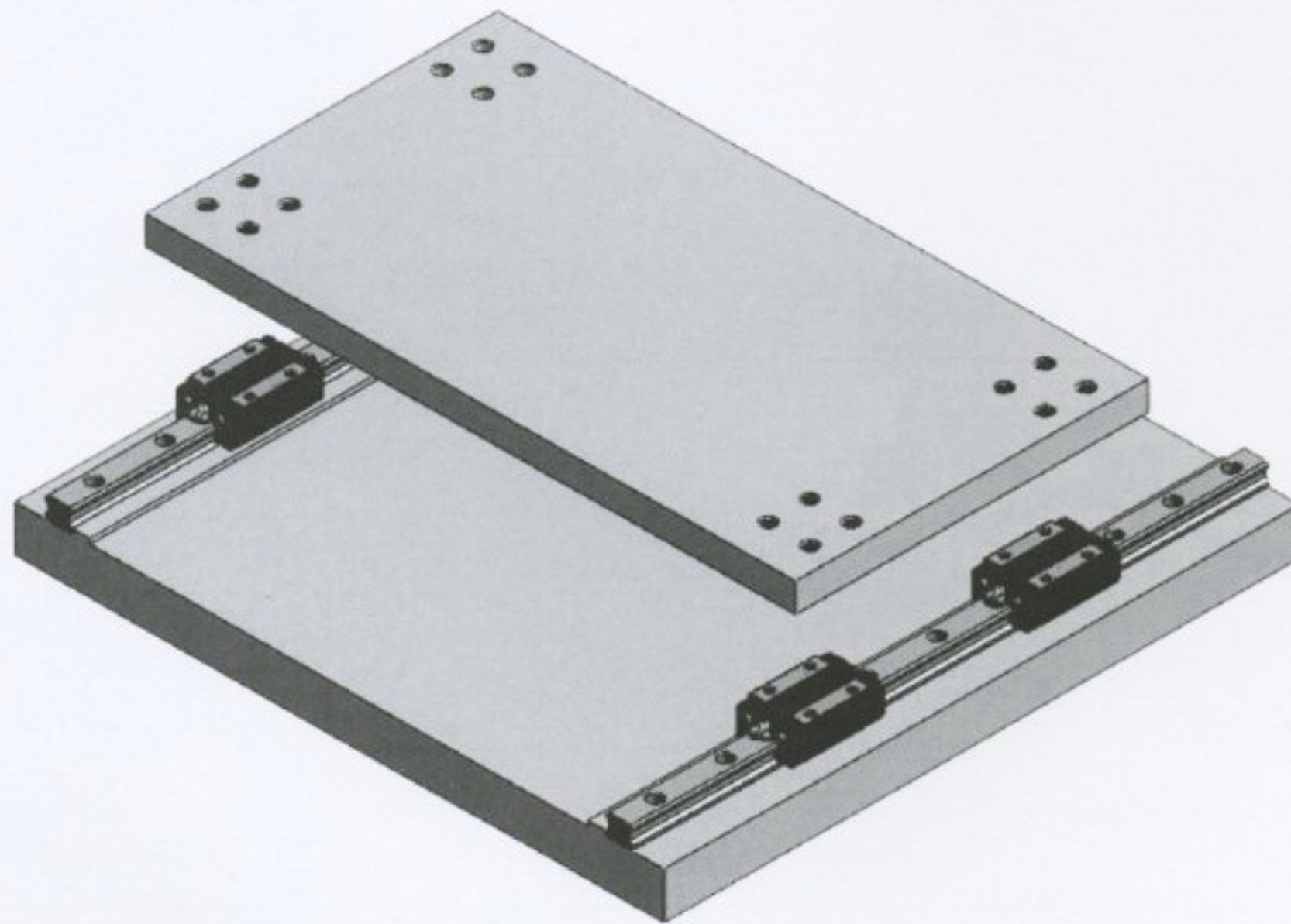
**步驟5:** 使用相同安裝方式安裝副軌，並且個別安裝滑座至主軌與副軌上。

注意滑座安裝上線性滑軌後，因為安裝空間有限，導致後續許多附屬件無法安裝，必須在此階段將所需附件一併安裝。(附件可能為油嘴、油管接頭、或防塵系統等。)

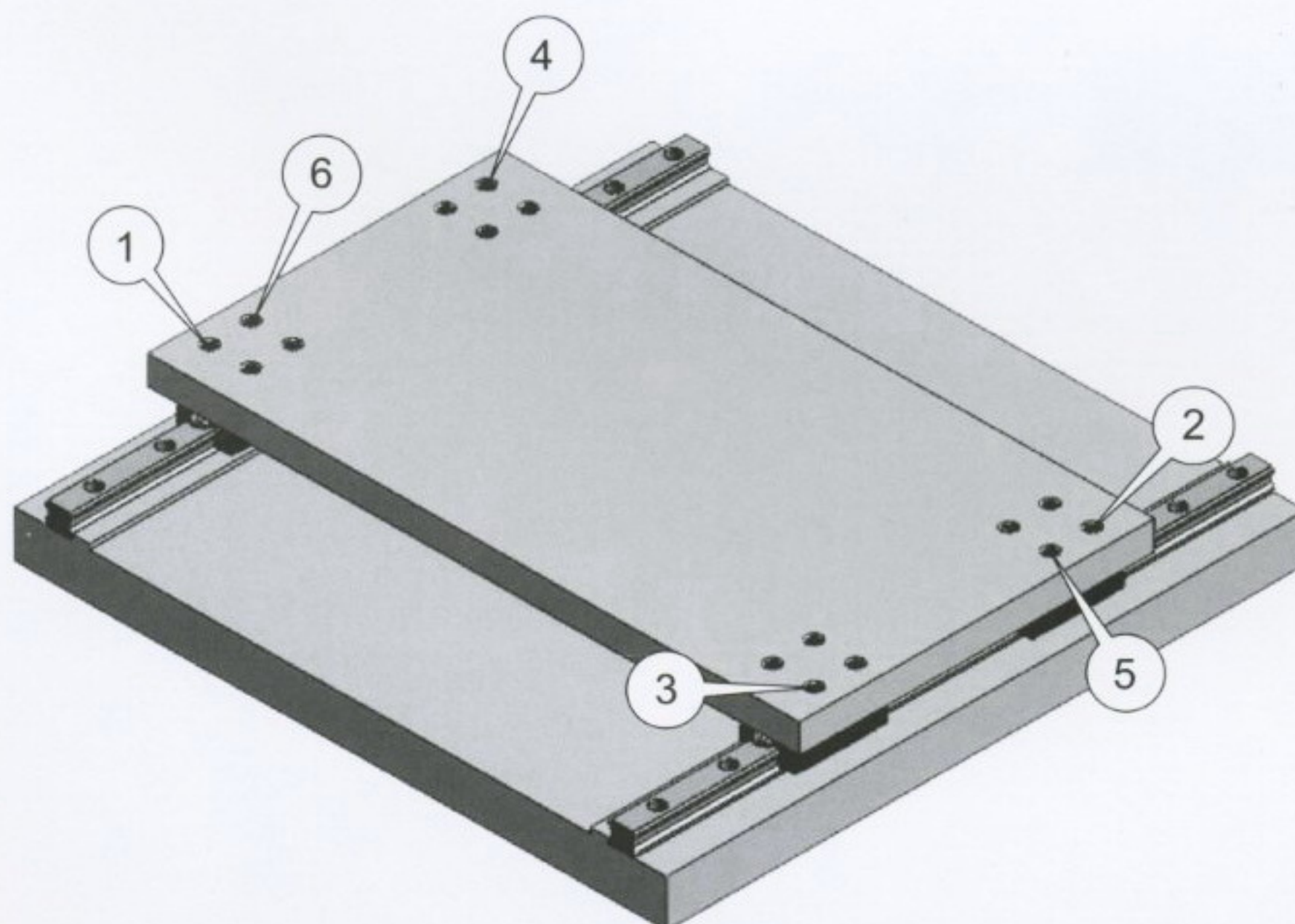




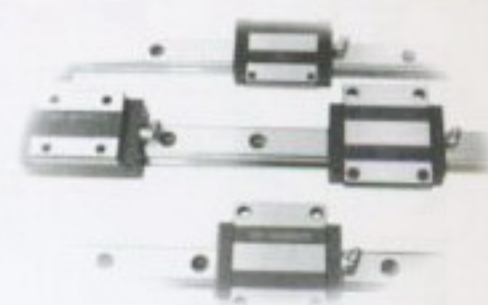
步驟6: 輕輕安置移動平台 (table) 到主軌與副軌的滑座上。



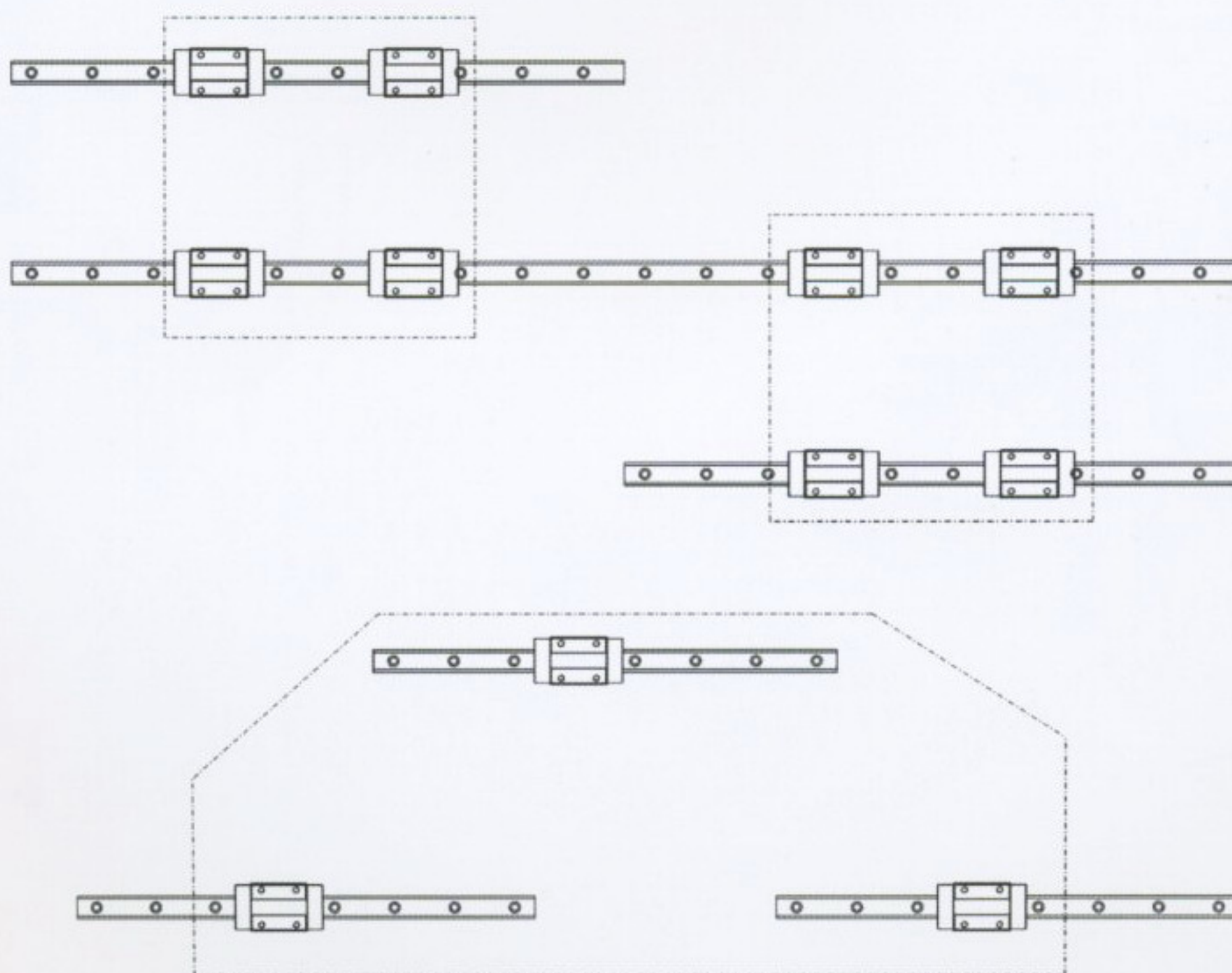
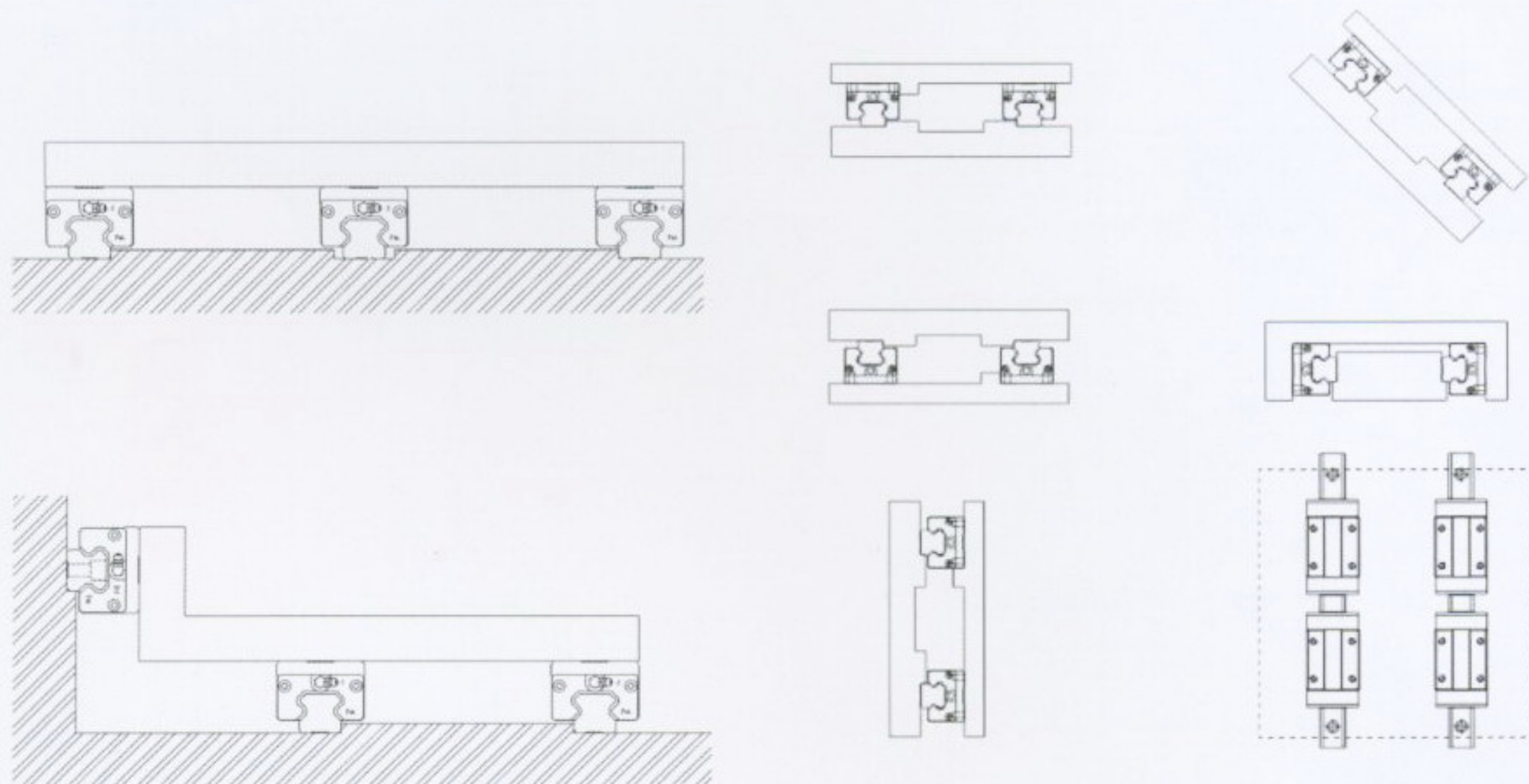
步驟7: 鎖緊移動平台上側向迫緊螺絲，安裝定位後依下列順序進行鎖緊固定。





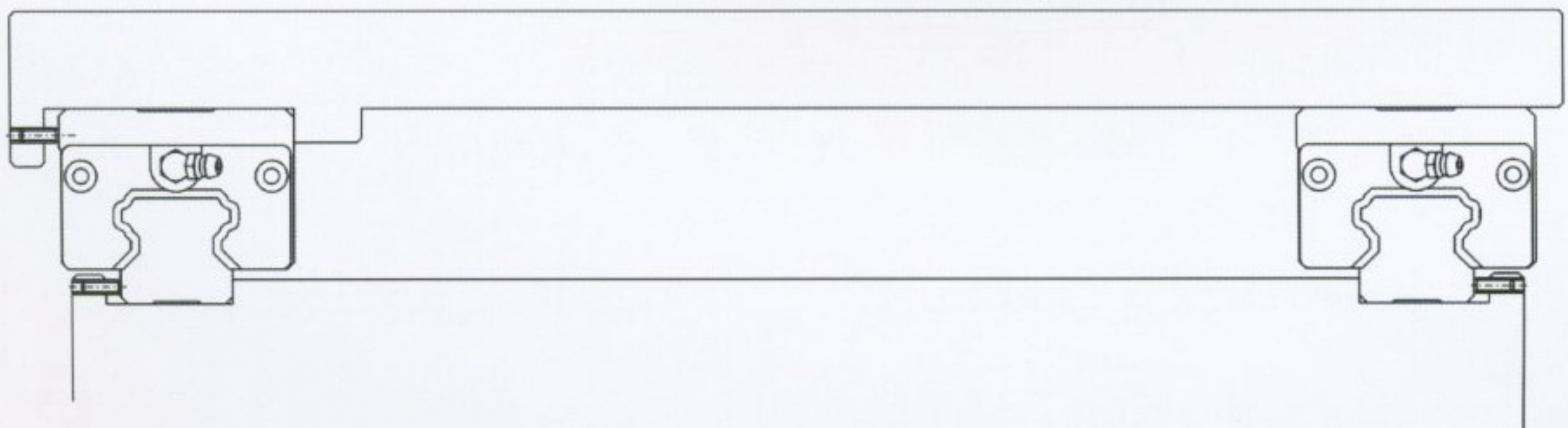
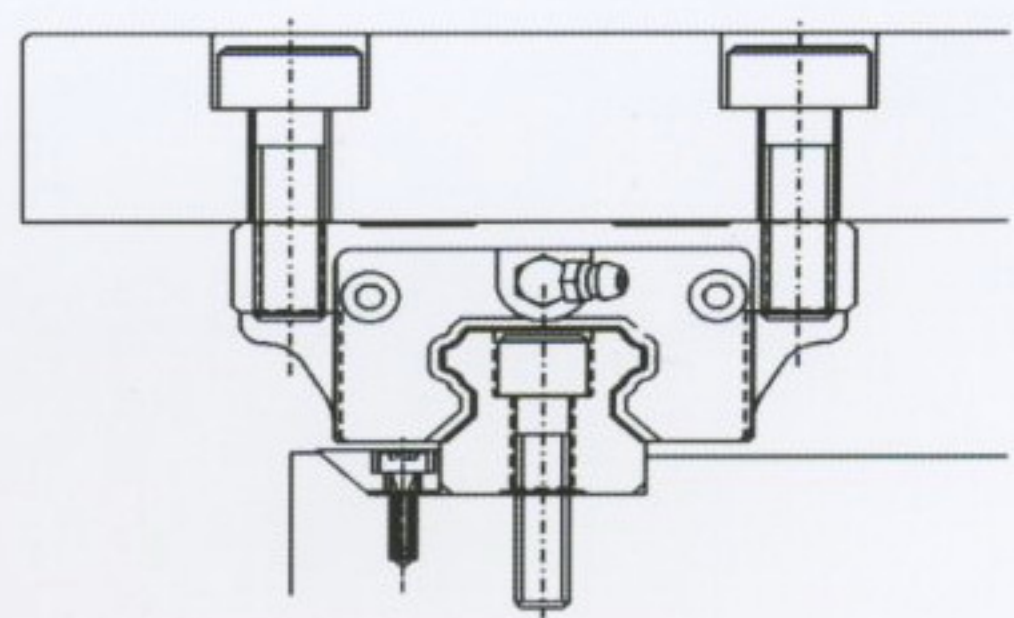
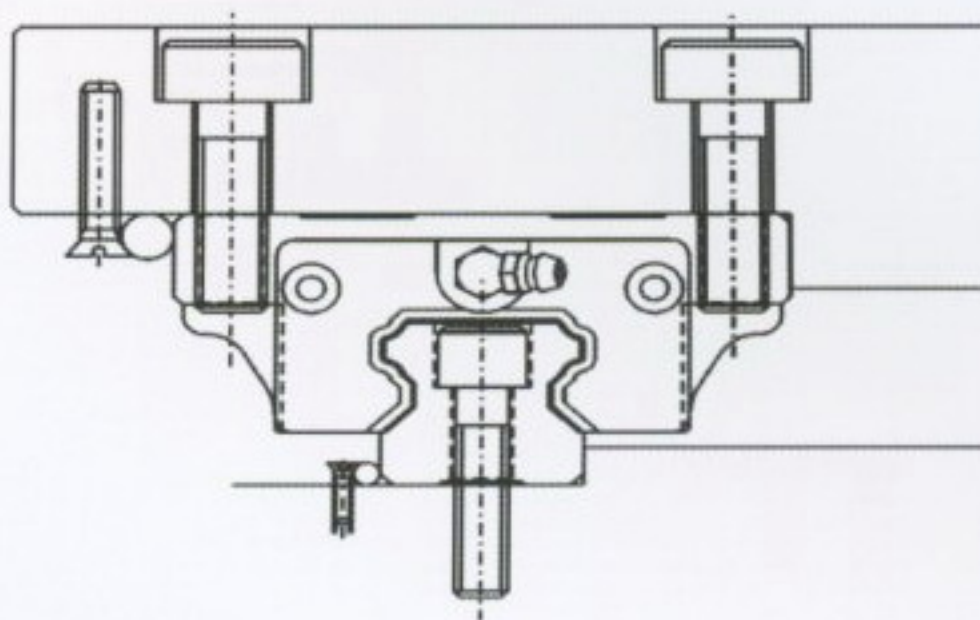
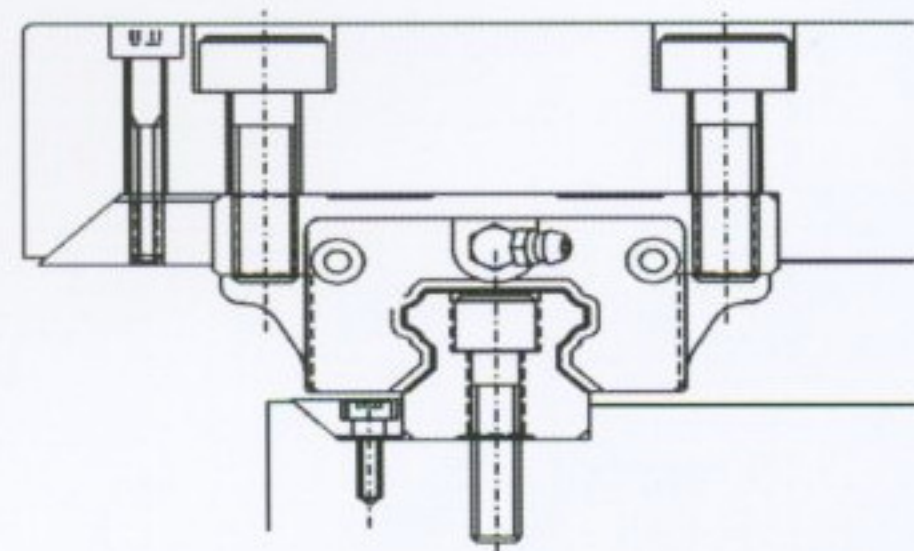
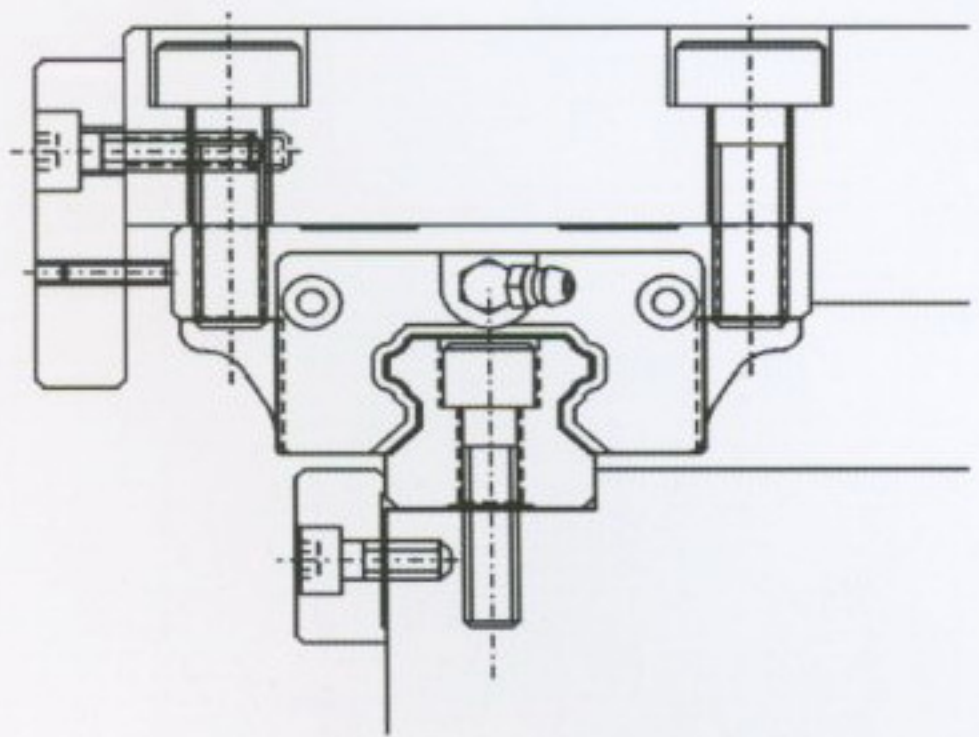
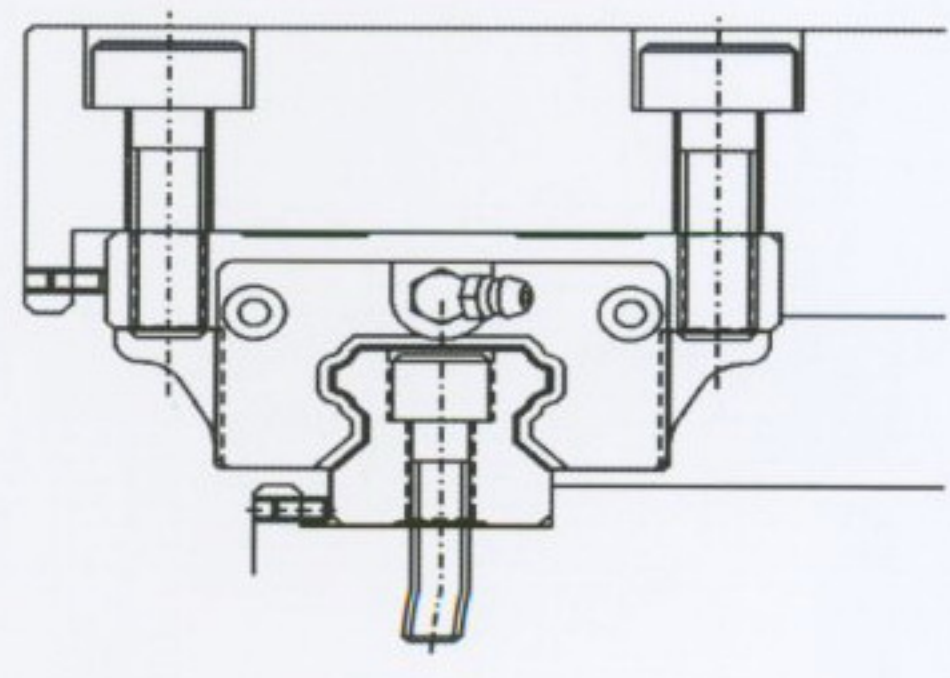
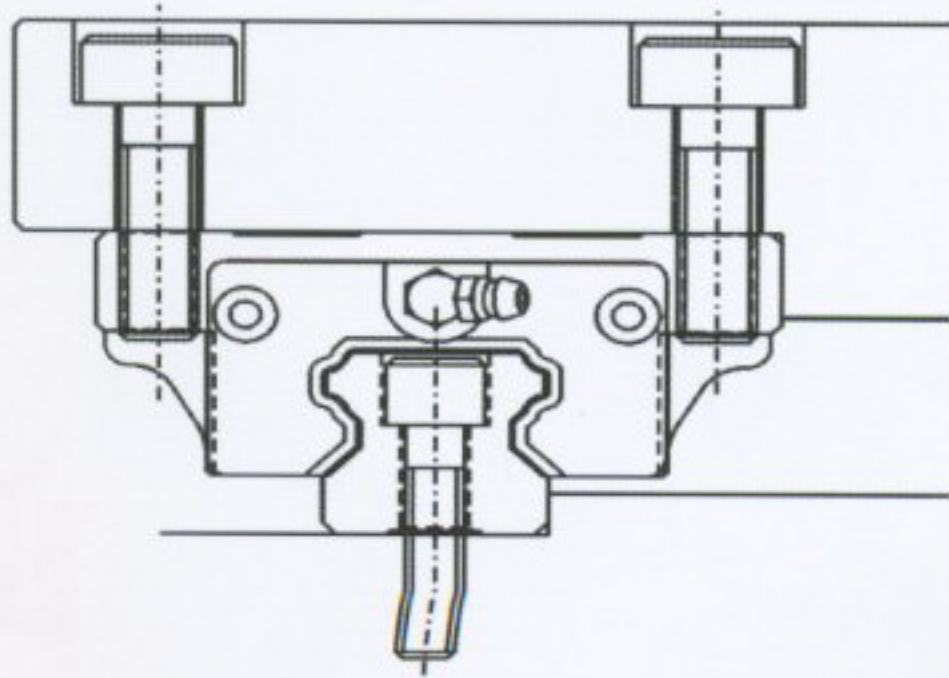


### 3-3 常見安裝線性滑軌的模式：

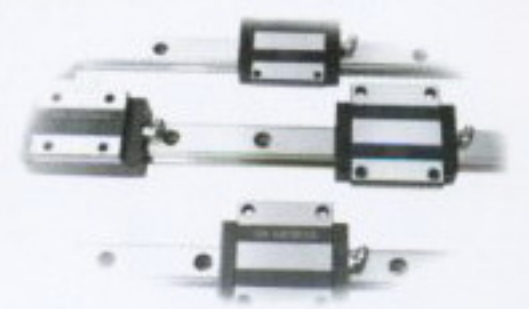




## 3-4 常見固定模式：

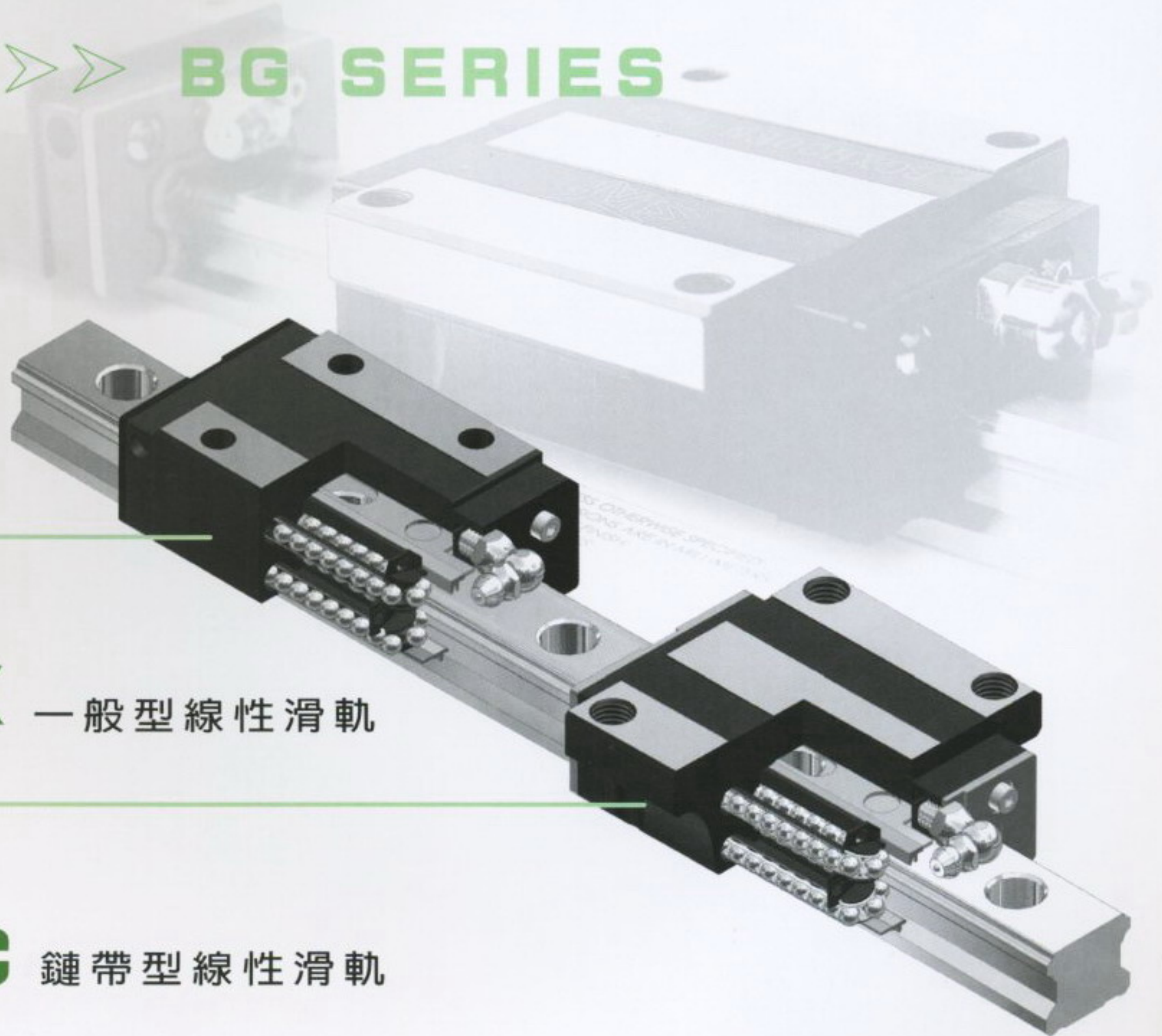






# TBI 線性滑軌

## >>> BG SERIES



**BGX** 一般型線性滑軌

**BGC** 鏈帶型線性滑軌

TBI 線性滑軌之BG系列為一般型線性滑軌與鏈帶型線性滑軌共軌設計，BGX與BGC可按機台需求選擇之。

BGX為：一般型線性滑軌

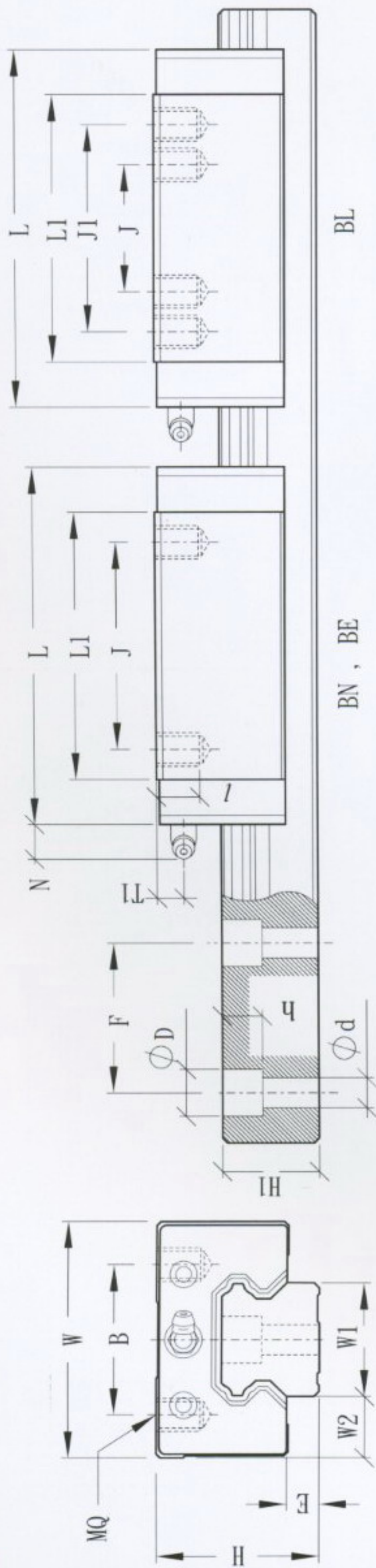
BGC為：鏈帶型線性滑軌



## BG系列尺寸表

## BG系列(H-B型)

**BGC** 鏈帶型  
**BGX** 一般型



◎ 編碼原則請參閱第22頁，如有特殊需求請與本公司業務專員聯繫，謝謝。

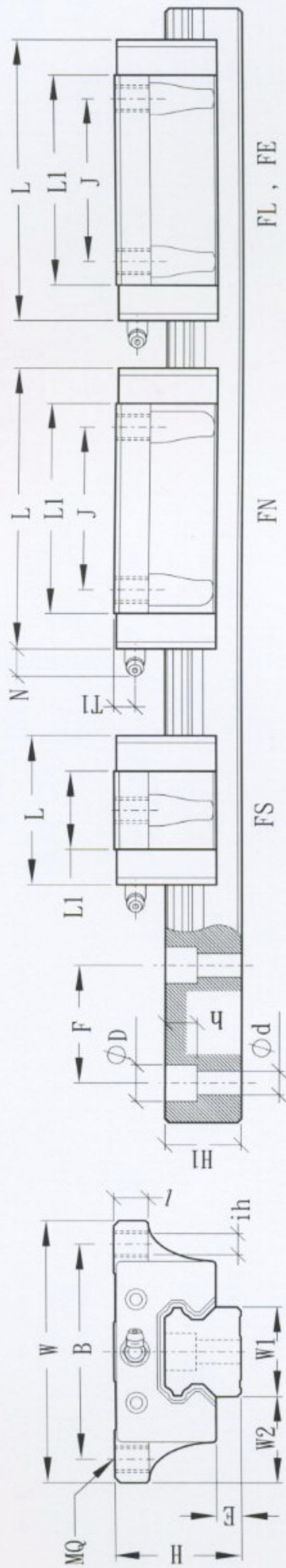
	組裝規格-mm				滑塊-mm										額定負載-Kgf				滑塊		滑軌				
	H	W	W2	E	L	B	J	J1	MQ	I	L1	OilH	T1	N	W1	H1	F	d	D	h	C-BGX	C-BGC	C0	Kgf	Kgf/M
H15BN	28	34	9.5	3.0	58.6	26	26		M4	6.0	40.2	M4×0.7	9.5	(5)	15	13.0	60	4.5	7.5	6.0	951	1174	2001	0.19	1.28
H20BN	30	44	12.0	4.5	69.3	32	36		M5	6.5	48.5	M6×1	7.1	(15.6)	20	16.3	60	6.0	9.5	8.5	1463	1806	3110	0.31	2.15
H20BL	30	44	12.0	4.5	82.1	32	36	50	M5	6.5	61.3	M6×1	7.1	(15.6)	20	16.3	60	6.0	9.5	8.5	1896	2341	4030	0.36	2.15
H25BN	40	48	12.5	5.8	79.7	35	35		M6	9.0	57.5	M6×1	14.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2052	2534	4188	0.45	2.88
H25BL	40	48	12.5	5.8	94.4	35	35	50	M6	9.0	72.2	M6×1	14.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2638	3256	5383	0.66	2.88
H25BE	40	48	12.5	5.8	109.1	35	35	50	M6	9.0	86.9	M6×1	14.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2974	3671	6454	0.80	2.88
H30BN	45	60	16.0	7.0	94.8	40	40		M8	12.0	67.8	M6×1	11.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	3032	3743	5565	0.91	4.45
H30BL	45	60	16.0	7.0	105	40	40	60	M8	12.0	78	M6×1	11.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	3927	4848	7207	1.04	4.45
H30BE	45	60	16.0	7.0	130.5	40	40	60	M8	12.0	103.5	M6×1	11.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	4372	5397	8842	1.36	4.45
H35BN	55	70	18.0	7.5	111.5	50	50		M8	12.0	80.5	M6×1	15.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	4321	5335	8272	1.50	6.25
H35BL	55	70	18.0	7.5	123.5	50	50	72	M8	12.0	92.5	M6×1	15.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	5399	6666	10336	1.80	6.25
H35BE	55	70	18.0	7.5	153.5	50	50	72	M8	12.0	122.5	M6×1	15.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	5941	7334	12777	2.34	6.25



# BG系列尺寸表

## BG系列(H-F型)

**BGC** 鏈帶型  
**BGX** 一般型



◎ 編碼原則請參閱第22頁，如有特殊需求請與本公司業務專員聯繫，謝謝。

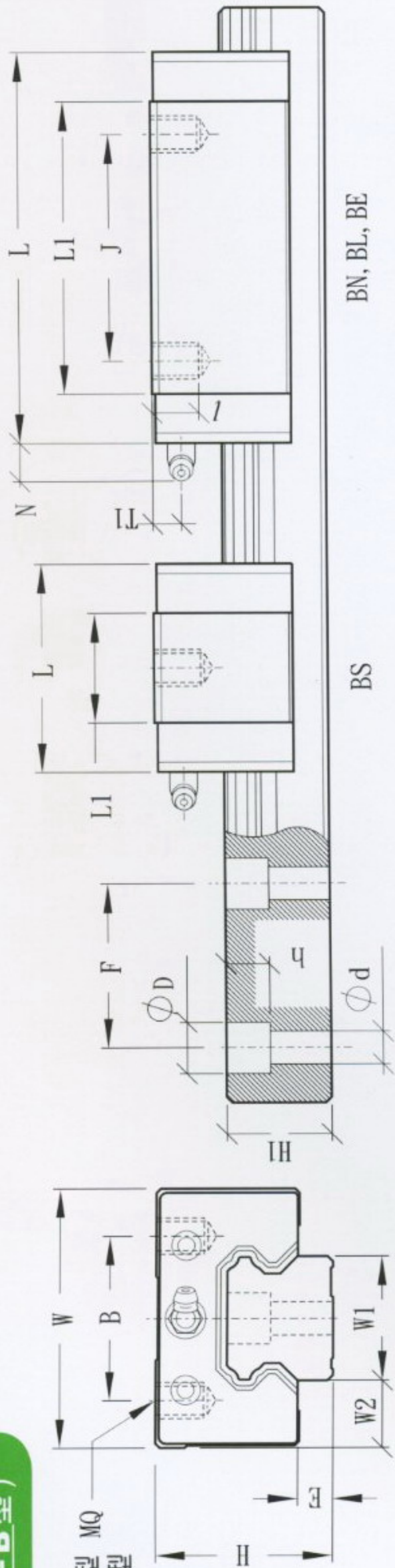
	組裝規格-mm				滑塊-mm										滑軌-mm				額定負載-Kgf			滑塊	滑軌		
	H	W	W2	E	L	B	J	MQ	ih	i	L1	OilH	T1	N	W1	H1	F	d	D	h	C-BGX	C-BGC	C0	Kgf	Kgf/M
H15FN	24	47	16.0	3.0	58.6	38	30	M5	4.4	7.0	40.2	M4×0.7	5.5	(5)	15	13.0	60	4.5	7.5	6.0	951	1174	2001	0.21	1.28
H15FL	24	47	16.0	3.0	66.1	38	30	M5	4.4	7.0	47.7	M4×0.7	5.5	(5)	15	13.0	60	4.5	7.5	6.0	1150	1420	2419	0.23	1.28
H20FN	30	63	21.5	4.5	69.3	53	40	M6	5.4	9.0	48.5	M6×1	7.1	(15.6)	20	16.3	60	6.0	9.5	8.5	1463	1806	3110	0.40	2.15
H20FL	30	63	21.5	4.5	82.1	53	40	M6	5.4	9.0	61.3	M6×1	7.1	(15.6)	20	16.3	60	6.0	9.5	8.5	1896	2341	4030	0.46	2.15
H25FN	36	70	23.5	5.8	79.7	57	45	M8	6.8	9.6	57.5	M6×1	10.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2052	2534	4188	0.57	2.88
H25FL	36	70	23.5	5.8	94.4	57	45	M8	6.8	9.6	72.2	M6×1	10.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2638	3256	5383	0.72	2.88
H25FE	36	70	23.5	5.8	109.1	57	45	M8	6.8	9.6	86.9	M6×1	10.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2974	3671	6454	0.89	2.88
H30FN	42	90	31.0	7.0	94.8	72	52	M10	8.6	12.0	67.8	M6×1	8.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	3032	3743	5565	1.10	4.45
H30FL	42	90	31.0	7.0	105	72	52	M10	8.6	12.0	78	M6×1	8.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	3927	4848	7207	1.34	4.45
H30FE	42	90	31.0	7.0	130.5	72	52	M10	8.6	12.0	103.5	M6×1	8.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	4372	5397	8842	1.66	4.45
H35FN	48	100	33.0	7.5	111.5	82	62	M10	8.6	14.0	80.5	M6×1	8.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	4321	5335	8272	1.50	6.25
H35FL	48	100	33.0	7.5	123.5	82	62	M10	8.6	14.0	92.5	M6×1	8.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	5399	6666	10336	1.90	6.25
H35FE	48	100	33.0	7.5	153.5	82	62	M10	8.6	14.0	122.5	M6×1	8.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	5941	7334	12777	2.54	6.25



## BG系列尺寸表

## BG系列(S-B型)

**BGC** 鏈帶型 MQ  
**BGX** 一般型



◎ 編碼原則請參閱第22頁，如有特殊需求請與本公司業務專員聯繫，謝謝。

	組裝規格-mm				滑塊-mm										滑軌-mm				額定負載-Kgf			滑塊		滑軌
	H	W	W2	E	L	B	J	MQ	I	L1	OilH	T1	N	W1	H1	F	d	D	h	C-BGX	C-BGC	C0	Kgf	Kgf/M
S15BS	24	34	9.5	3.0	40.6	26		M4	4.8	22.2	M4×0.7	5.5	(5)	15	13.0	60	4.5	7.5	6.0	473	584	996	0.10	1.28
S15BN	24	34	9.5	3.0	58.6	26	26	M4	4.8	40.2	M4×0.7	5.5	(5)	15	13.0	60	4.5	7.5	6.0	951	1174	2001	0.17	1.28
S15BL	24	34	9.5	3.0	66.1	26	26	M4	4.8	47.7	M4×0.7	5.5	(5)	15	13.0	60	4.5	7.5	6.0	1150	1420	2419	0.18	1.28
S20BS	28	42	11.0	4.5	48.3	32		M5	5.5	27.5	M6×1	5.1	(15.6)	20	16.3	60	6.0	9.5	8.5	753	929	1600	0.17	2.15
S20BN	28	42	11.0	4.5	69.3	32	32	M5	5.5	48.5	M6×1	5.1	(15.6)	20	16.3	60	6.0	9.5	8.5	1463	1806	3110	0.26	2.15
S25BS	33	48	12.5	5.8	54.5	35		M6	6.8	32.3	M6×1	7.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	1049	1295	2141	0.21	2.88
S25BN	33	48	12.5	5.8	79.7	35	35	M6	6.8	57.5	M6×1	7.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2052	2534	4188	0.38	2.88
X25BN	36	48	12.5	5.8	79.7	35	35	M6	9.0	57.5	M6×1	10.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2052	2534	4188	0.40	2.88
X25BL	36	48	12.5	5.8	94.4	35	35	M6	9.0	72.2	M6×1	10.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2638	3256	5383	0.54	2.88
X25BE	36	48	12.5	5.8	109.1	35	50	M6	9.0	86.9	M6×1	10.2	(15.6)	23	19.2	60	7.0	11.0	9.0	2974	3671	6454	0.67	2.88
S30BS	42	60	16.0	7.0	64.2	40		M8	10.0	37.2	M6×1	8.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	1503	1855	2758	0.50	4.45
S30BN	42	60	16.0	7.0	94.8	40	40	M8	10.0	67.8	M6×1	8.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	3032	3743	5565	0.80	4.45
S30BL	42	60	16.0	7.0	105	40	40	M8	10.0	78	M6×1	8.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	3927	4848	7207	0.94	4.45
S30BE	42	60	16.0	7.0	130.5	40	60	M8	10.0	103.5	M6×1	8.0	(15.6)	28	22.8	80	9.0	14.0	12.0	4372	5397	8842	1.16	4.45
S35BS	48	70	18.0	7.5	75.5	50		M8	10.0	44.5	M6×1	8.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	2166	2674	4146	0.80	6.25
S35BN	48	70	18.0	7.5	111.5	50	50	M8	10.0	80.5	M6×1	8.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	4321	5335	8272	1.20	6.25
S35BL	48	70	18.0	7.5	123.5	50	50	M8	10.0	92.5	M6×1	8.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	5399	6666	10336	1.40	6.25
S35BE	48	70	18.0	7.5	153.5	50	72	M8	10.0	122.5	M6×1	8.0	(16)	34	26.0	80	9.0	14.0	12.0	5941	7334	12777	1.84	6.25



# BGX



## 一般型線性滑軌



一般型有法蘭



一般型無法蘭



## 四、TBI 線性滑軌

### 4-1 BGX線性滑軌

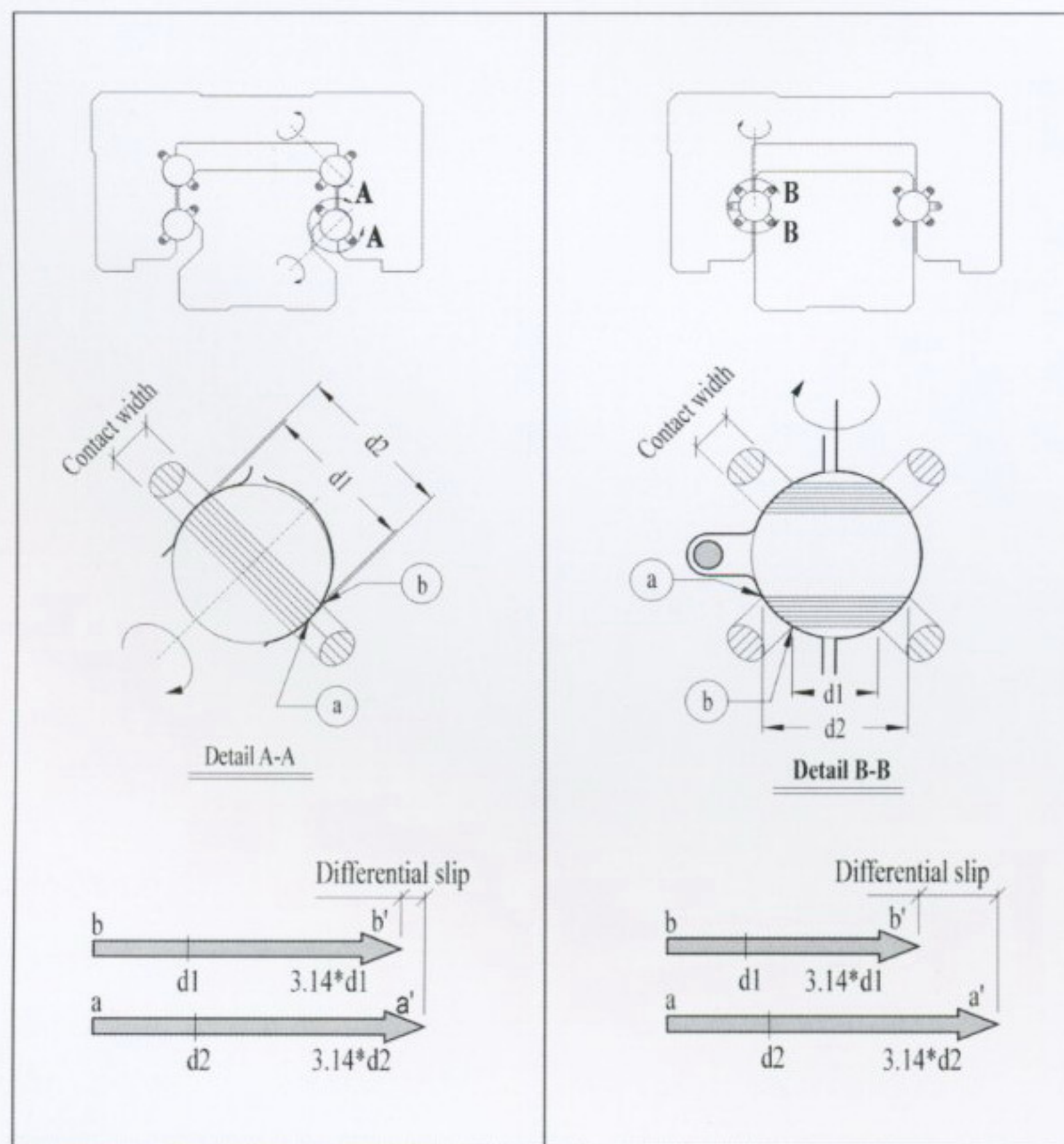
#### a. BGX四排珠高剛性等負載設計：

四排珠之設計鋼珠於滑塊與滑軌之間成4點45度角接觸，可平衡抵消來自各方向滑塊所受的力，不論滑軌呈任何角度裝置，各方向之負載能力皆相等，廣泛應用各類型機器採用，相較於哥德式二排溝設計，四排珠有著較高剛性、精度及壽命之優勢，尤其 X 型之四排珠設計擁有自動調心能力，即使裝配軌道基準面產生很大的偏差或組合出現誤差，都能被系統自身消除掉，因而可獲得輕快精準的直線運動。

四排珠等負荷設計與二排珠哥德式設計優劣比較表

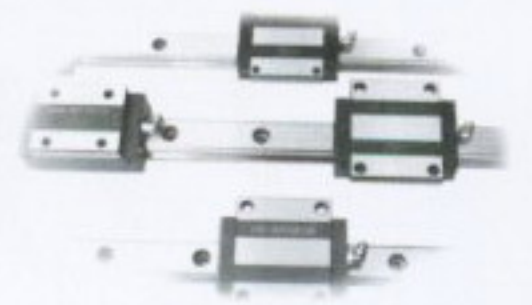
#### 四排珠等負荷設計

#### 二排珠哥德式設計



- 優點為：
1. 運動輕快。
  2. 低摩擦阻力。
  3. 額定負載大。
  4. 產品穩定性高。





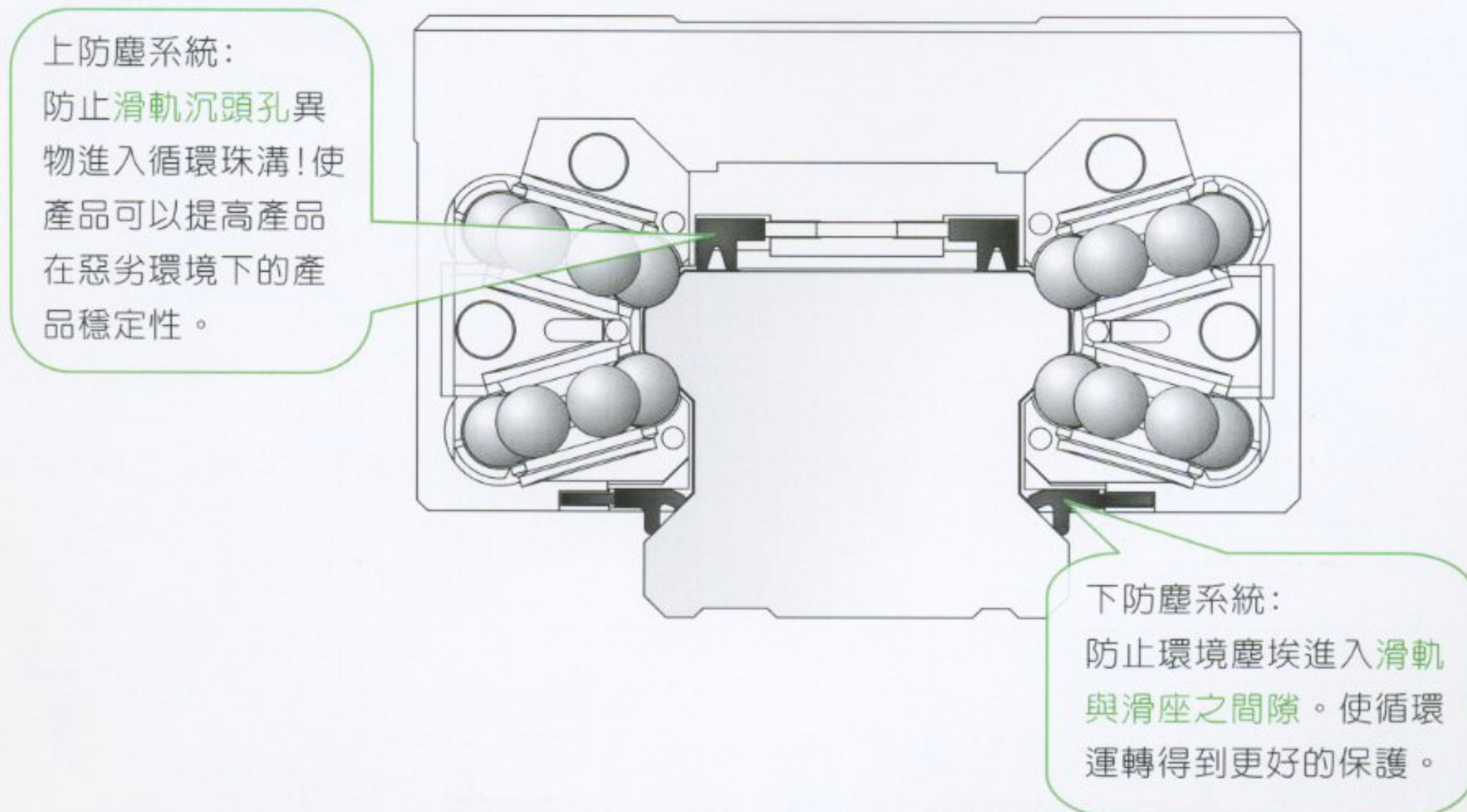
## b. BGX防塵系統之設計

異物進入通常為降低滑軌壽命主因，因為線性滑軌精密度主要依賴滑軌、滑座與鋼珠循環精密度維持，再小的異物進入循環都會造成線軌跳動、頓點甚至永久性破壞，所以防止塵埃進入，都是提昇滑軌品質重點，BGX之防塵系統針對異物進入方式，可將防塵系統區分為上防塵與下防塵系統。針對滑軌沉頭孔與滑軌滑座之間隙作防塵之保護。

灰塵容易進入的位置：

1. 滑軌沉頭孔：通常滑軌沉頭孔易積存塵埃，塵埃藉由震動或機械動作導致進入循環溝內
2. 滑座於滑軌間之縫隙：最靠近循環位置的縫隙，通常滑座與滑軌易入侵較大切屑或塵埃。特別是較長型號的線性滑軌。

BGX之防塵設計針對這2種進入位置設計防塵系統，防塵系統分上下防塵兩種：

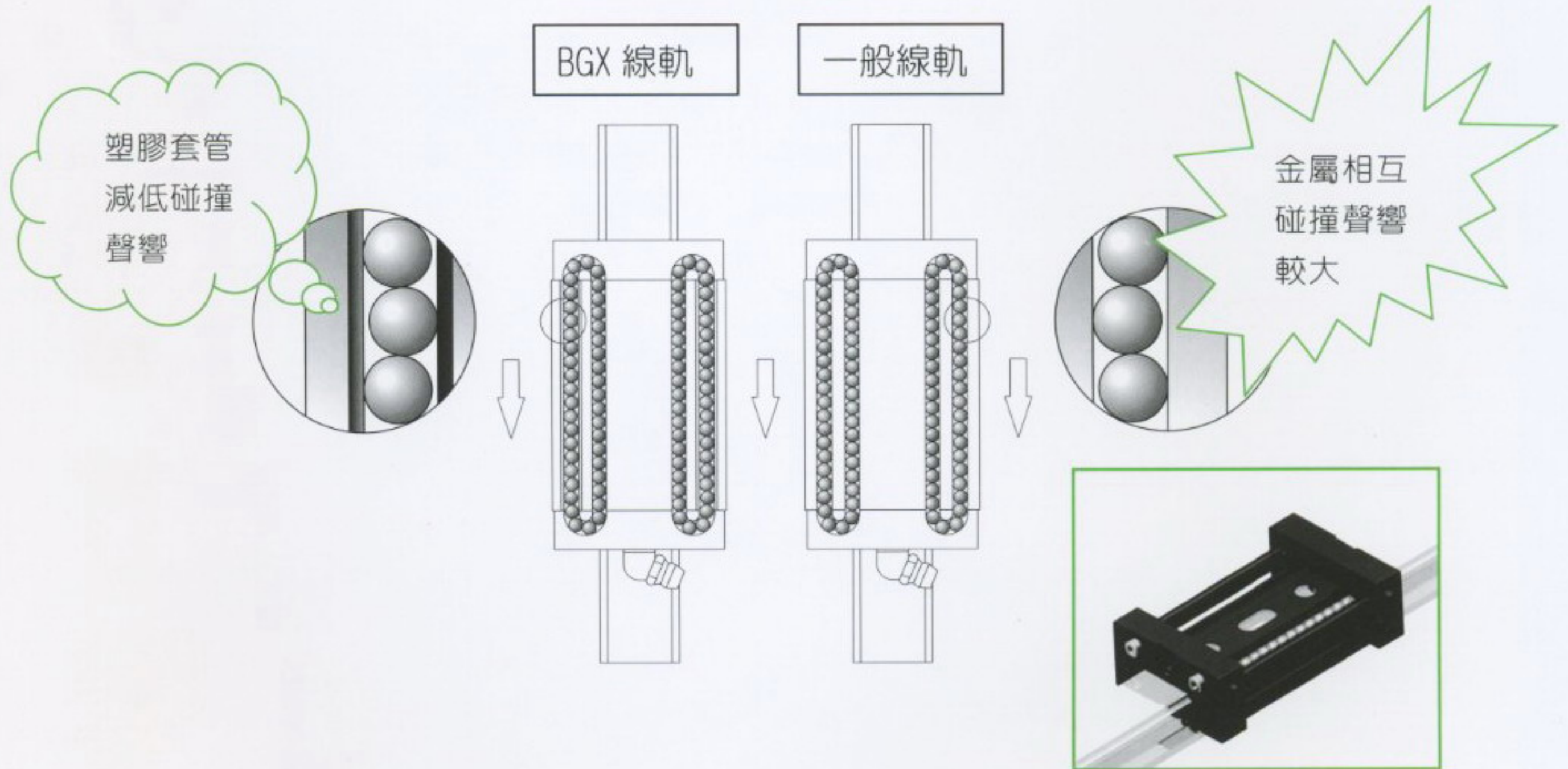


**上防塵系統：**上防塵系統針對滑軌沉頭孔之塵埃，利用橡膠刮刷片遮蔽滑軌沉頭孔，使塵埃無法進入循環珠溝，使上排珠減少異物入侵的機會。

**下防塵系統：**下防塵系統針對滑座與滑軌之間隙，利用橡膠刮刷片遮蔽滑座與滑軌之間隙，達到封鎖滑軌滑座間隙，保障下排珠循環順暢性。



## c. BGX循環套管靜音系統：



高分子材質壁管可大幅減低滑座高速運行鋼珠碰撞聲響

### 優點：

#### A. 滑座行進聲響較低。

BGX線性滑軌鋼珠循環使用高分子聚合物為循環材質，使鋼珠產生尖銳聲響機會大幅度下降。

#### B. 油潤效果好。

BGX循環套管使用高分子聚合物可增進油品油潤效果。

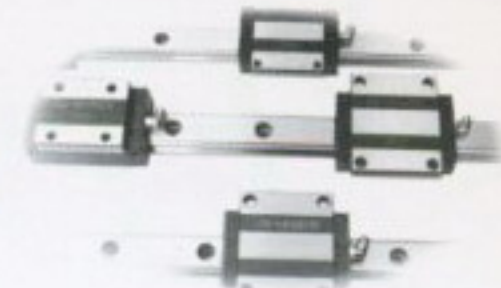
#### C. 壽命穩定。

BGX循環套管靜音系統由於：

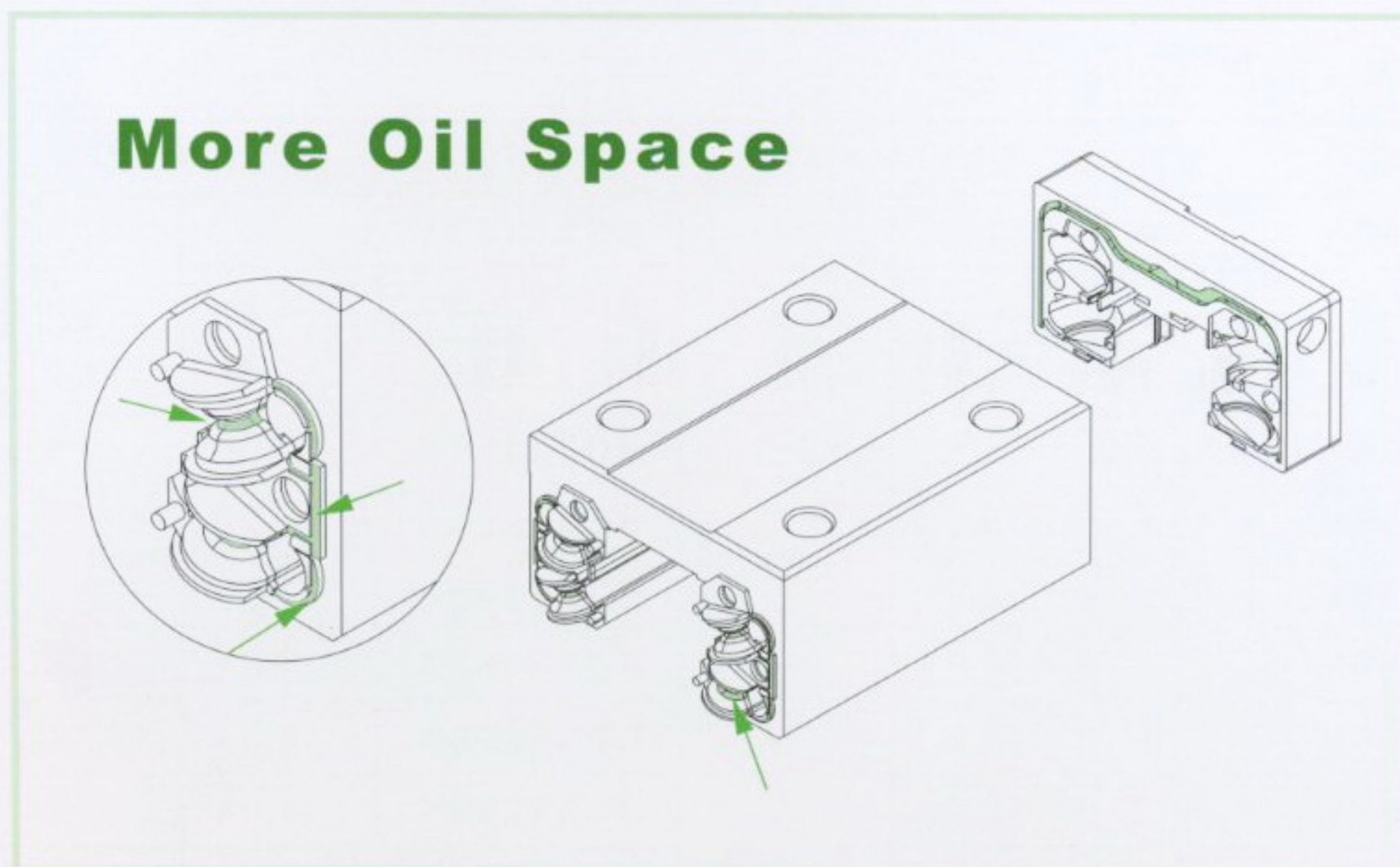
1. 無傳統線性滑軌金屬管壁碰撞聲響。
2. 潤滑效果優於傳統線性滑軌。
3. 高速運行鋼珠與管壁摩擦較小。

由上述論點，BGX循環套管靜音系統可保障線性滑軌預期使用壽命。

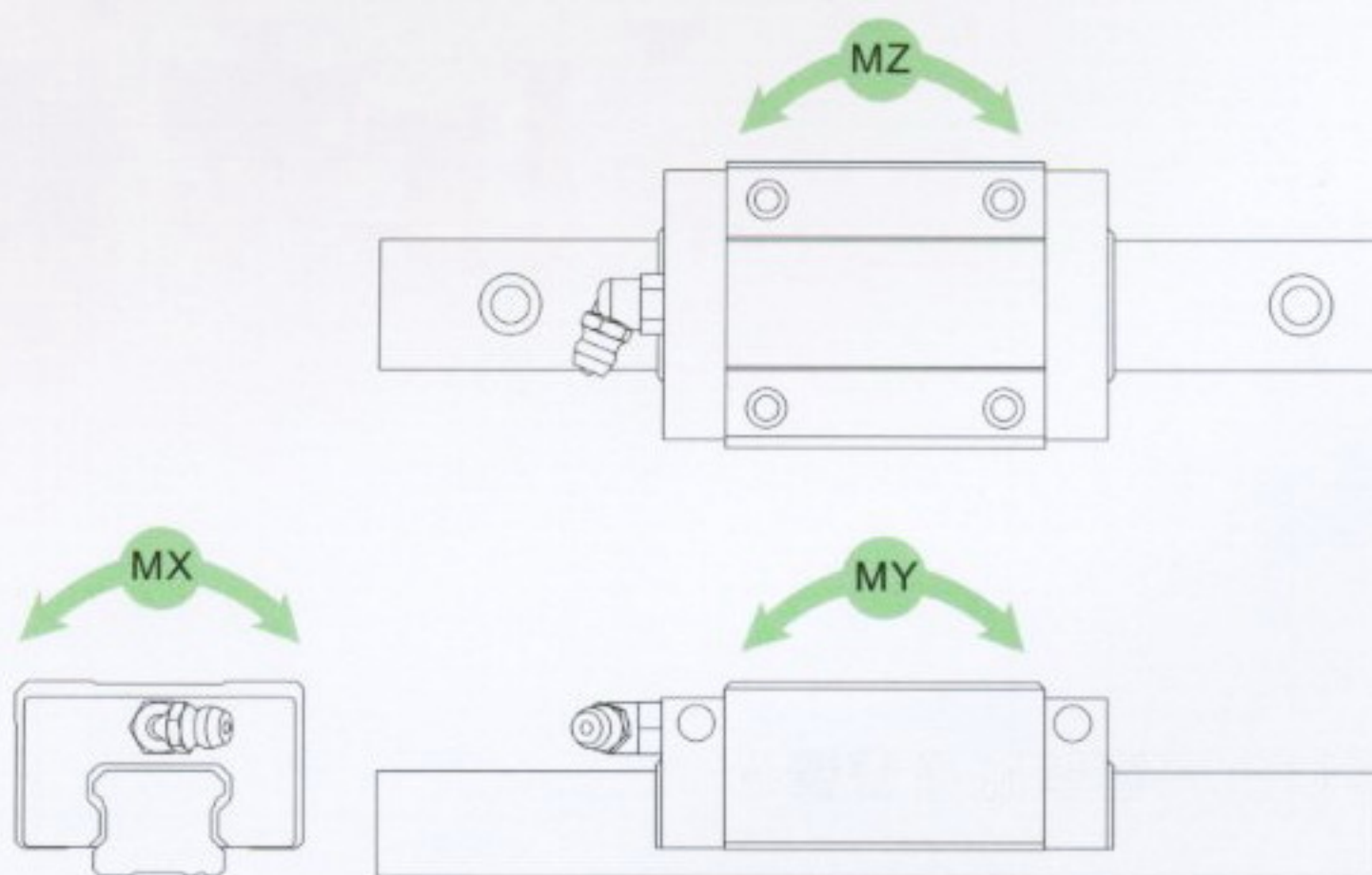




d. BGX循環系統之含油空間



BGX循環系統創造了許多容油空間，使潤滑油擁有更多的空間容納，不易完全流散，線性滑軌移動產生慣性會帶動整體的潤滑油散佈整個金屬結構，使整體使用壽命更加穩定。而線性滑軌靜止之後，潤滑油流散金屬表面也會回到BGX循環系統的容油空間。持續保障使用壽命。



e. BGX線性滑軌之靜額定力矩

計算線性滑軌所受的負荷時，單軌與雙軌考量方式不同，單軌使用計算方式需考慮外力對滑座三軸向力矩，必須使用靜額定力矩才可計算等效負荷。



## BGX各滑座靜額定力矩

單位: :Kgf-m

Model	MX	MY	MZ	Model	MX	MY	MZ
BGXH15BN	14.4	12.0	12.0	BGXS15BS	7.2	3.3	3.3
BGXH20BN	31.4	22.5	22.5	BGXS15BN	14.4	12.0	12.0
BGXH20BL	40.7	36.8	36.8	BGXS15BL	17.4	17.2	17.2
BGXH20BE	50.3	56.8	56.8	BGXS15BE	23.0	29.9	29.9
BGXH25BN	48.6	35.9	35.9	BGXS20BS	16.2	6.6	6.6
BGXH25BL	62.4	57.9	57.9	BGXS20BN	31.4	22.5	22.5
BGXH25BE	74.9	83.6	83.6	BGXS25BS	24.8	10.3	10.3
BGXH30BN	77.9	56.2	56.2	BGXS25BN	48.6	35.9	35.9
BGXH30BL	67.9	56.3	56.3	BGXX25BN	48.6	35.9	35.9
BGXH30BE	123.8	136.4	136.4	BGXX25BL	62.4	57.9	57.9
BGXH35BN	141.5	99.2	99.2	BGXX25BE	74.9	83.6	83.6
BGXH35BL	176.7	142.5	142.5	BGXS30BS	38.6	15.3	15.3
BGXH35BE	218.5	233.2	233.2	BGXS30BN	77.9	56.2	56.2
BGXH15FN	14.4	12.0	12.0	BGXS30BL	100.9	83.8	83.8
BGXH15FL	17.4	17.2	17.2	BGXS30BE	123.8	136.4	136.4
BGXH15FE	23.0	29.9	29.9	BGXS35BS	70.9	27.5	27.5
BGXH20FN	31.4	22.5	22.5	BGXS35BN	141.5	99.2	99.2
BGXH20FL	40.7	36.8	36.8	BGXS35BL	176.7	142.5	142.5
BGXH20FE	50.3	56.8	56.8	BGXS35BE	218.5	233.2	233.2
BGXH25FN	48.6	35.9	35.9				
BGXH25FL	62.4	57.9	57.9				
BGXH25FE	74.9	83.6	83.6				
BGXH30FN	77.9	56.2	56.2				
BGXH30FL	100.9	83.8	83.8				
BGXH30FE	123.8	136.4	136.4				
BGXH35FN	141.5	99.2	99.2				
BGXH35FL	176.7	142.5	142.5				
BGXH35FE	218.5	233.2	233.2				



# BGC



## 鏈帶型線性滑軌



鏈帶型有法蘭



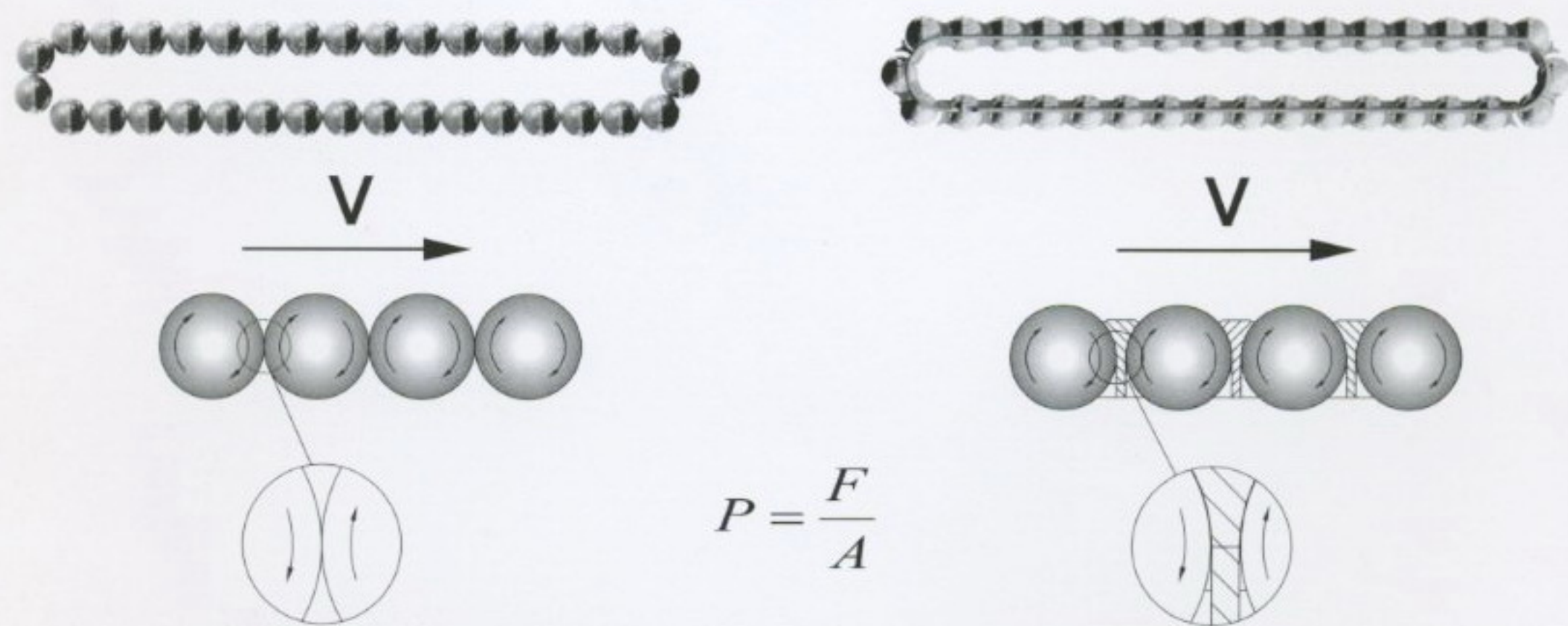
鏈帶型無法蘭



## 4-2 BGC線性滑軌

### a. BGC適用於高速運作

傳統型線軌設計上，鋼珠於滑軌與滑座之間相互旋轉。鋼珠點上相對速度為彼此轉速之兩倍。加上傳統型線軌為鋼珠與鋼珠為點接觸。接觸面積A非常小。所以接觸壓力(P)趨近於無限大( $P = \text{鋼珠互相推擠力}(F) / \text{接觸面積}(A)$ )。所以傳統型線軌之鋼珠容易彼此磨損。而BGC系列為鋼珠與鋼珠中間含油膜。所產生之摩擦力為油膜吸收，使用速度上可高速使用。



P: 鋼珠互相之接觸壓力

F: 鋼珠之間的作用力

A: 鋼珠之接觸面積

如左上圖

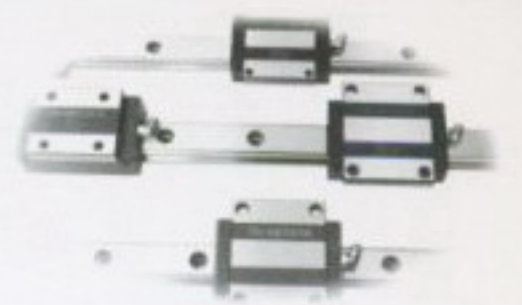
傳統型線軌鋼珠與鋼珠之間相互摩擦！  
相對速度為移動速度之2倍。且傳統型線性滑軌鋼珠之間為點接觸故接觸面積極小。為高速高壓磨擦狀態。

如右上圖

BGC系列鋼珠與鋼珠之間具有球保持器，球保持器聚油能力強易於形成油膜。油膜吸收鋼珠磨擦，球保持器設計使BGC滑座可高速度運用。

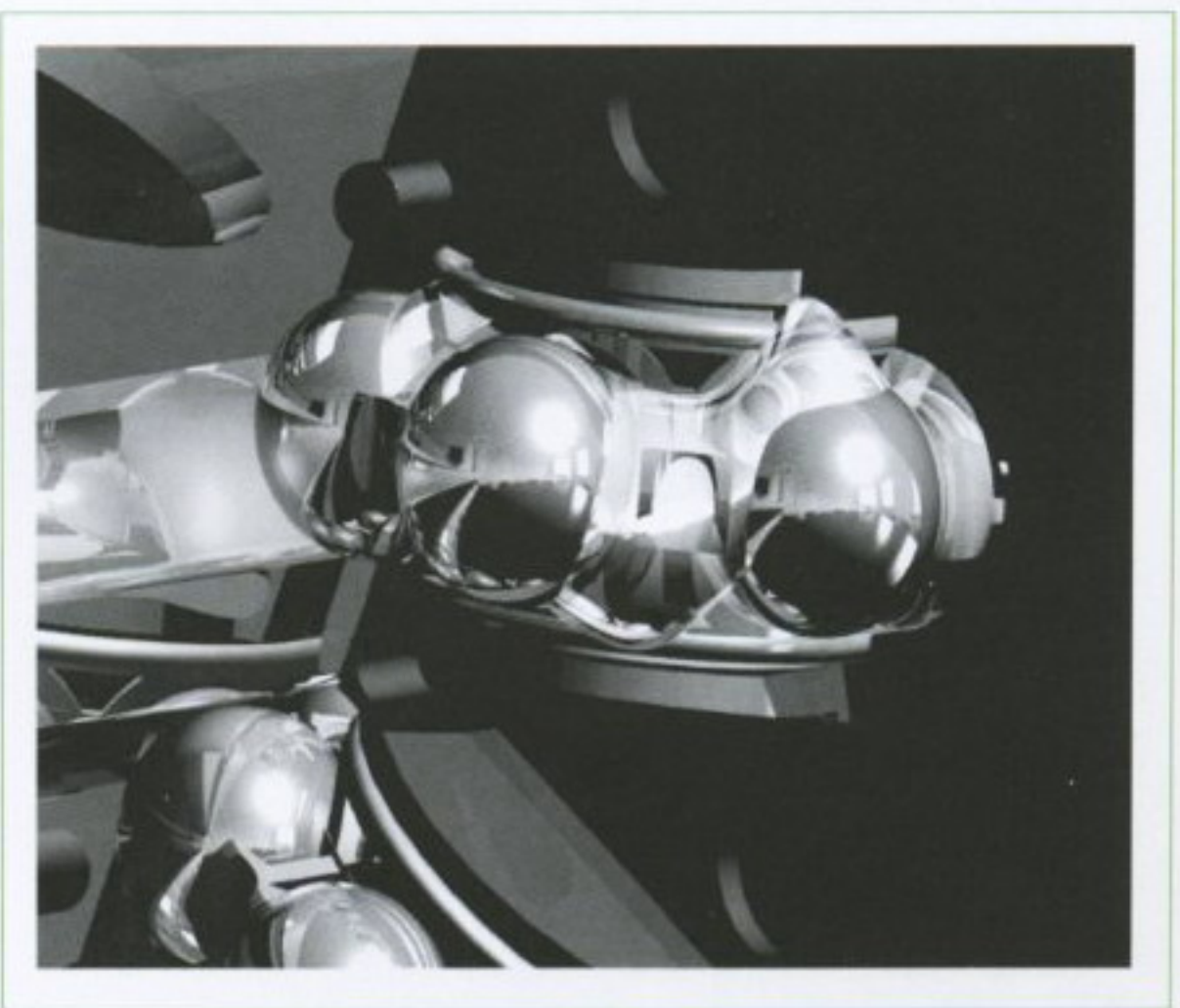
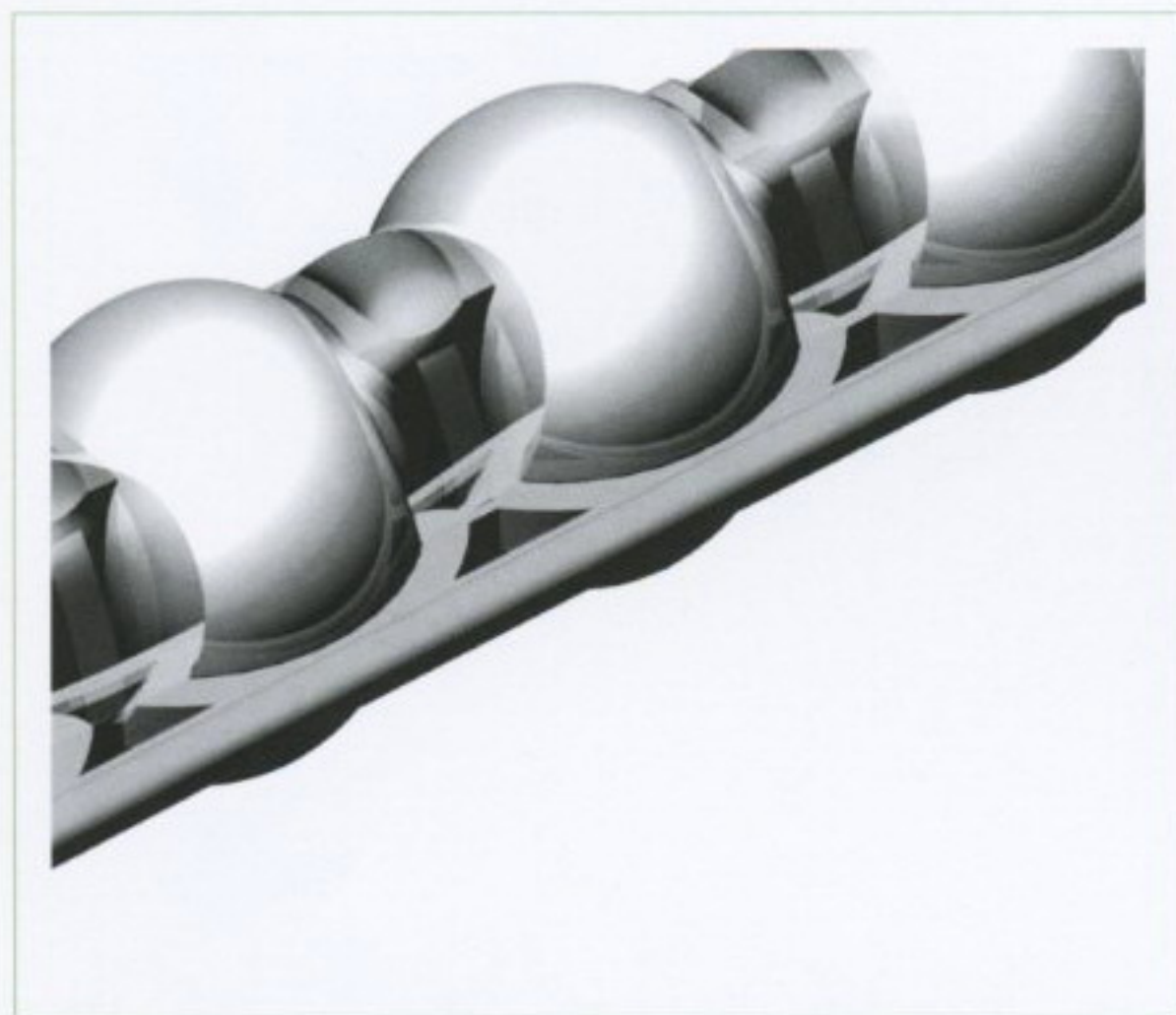
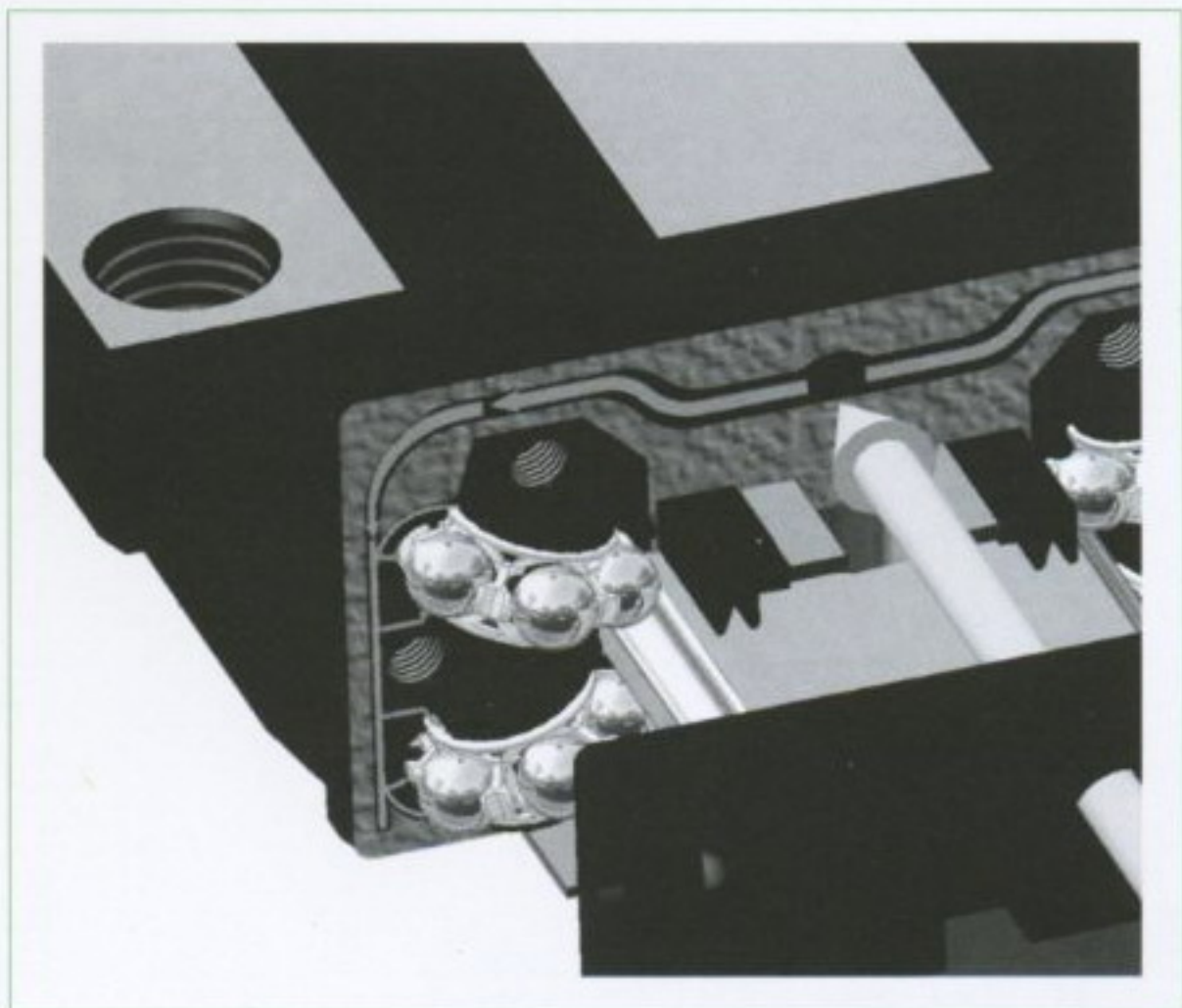
BGC系列鋼珠為球保持器含油膜接觸，並非鋼珠與鋼珠相互旋轉接觸，相對摩擦速度傳統型為BGC型線性滑軌兩倍，傳統型鋼珠為點接觸，BGC線性滑軌為油膜接觸，故傳統型接觸壓力遠超過BGC線軌，所以綜合上述原因，BGC線性滑軌磨擦速度與壓力遠低於傳統線性滑軌，所以比較發熱狀況，BGC線軌發熱低於傳統型線軌。





### b. BGC鍊帶循環帶動潤滑

BGC線軌設計注油口注入潤滑油可藉循環鍊帶加強循環潤滑效果，使用BGC的線性滑軌可確保使用壽命優於傳統線軌甚至其他鍊帶型線性滑軌。



如上圖 油膜較易附著在鏈帶與鋼珠之間

BGC特有的線性滑軌鍊帶設計，具備更多容納潤滑油空間，鏈帶移動將附著潤滑油帶入循環各表面，靜止狀態下BGC線性滑軌油品流失也較傳統線軌來得少。

傳統線軌為鋼珠與鋼珠接觸，潤滑油品易於運動過程中散失，油品散失也造成磨損噪音發熱等問題。BGC線性滑軌於此缺點進行開發，整體效果提升線性滑軌的使用壽命與品質。



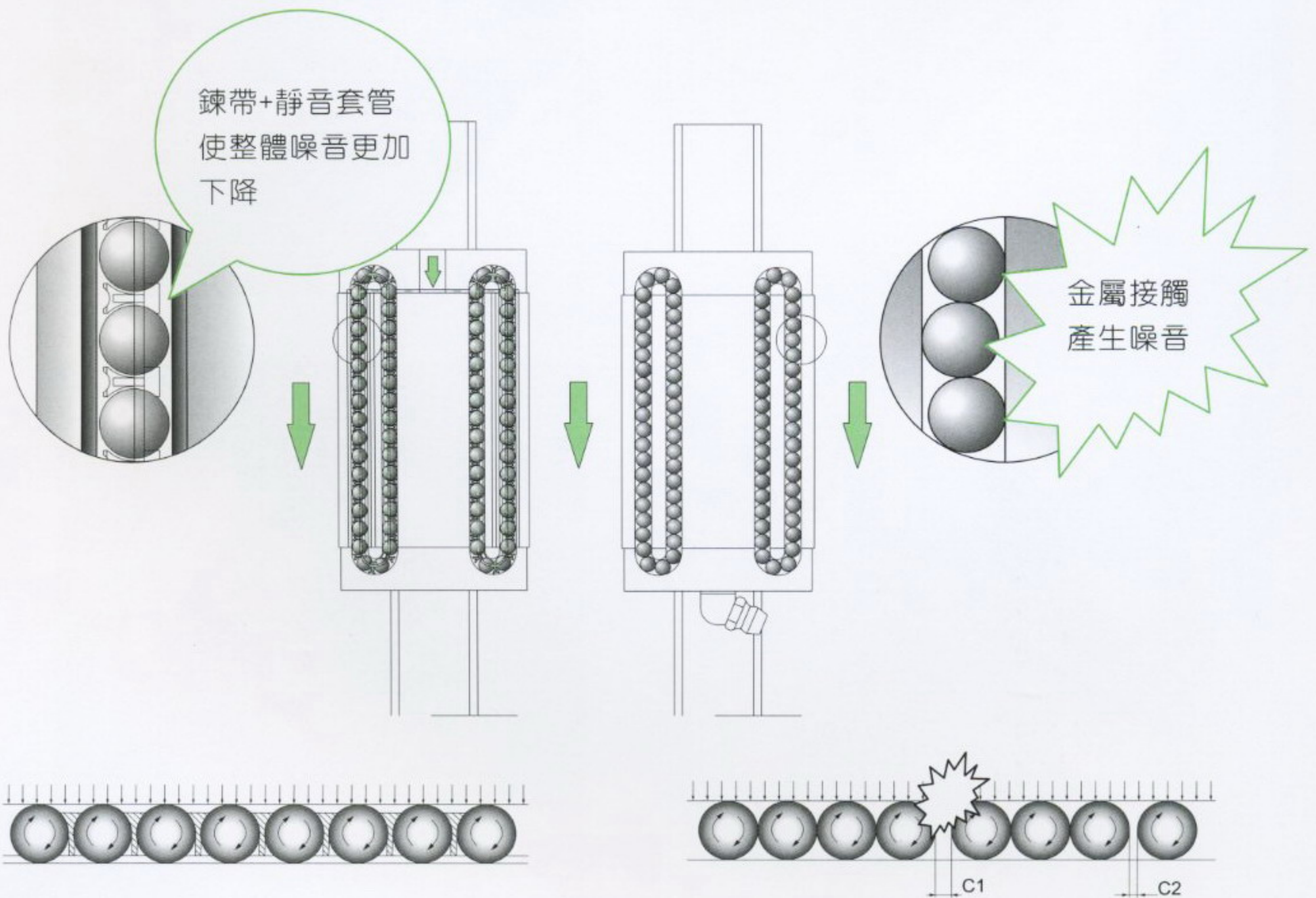
## c. BGC產生噪音較低

傳統型線軌噪音較大的原因：

1. 鋼珠接觸點相對速度為BGC系列之2倍。
2. 鋼珠接觸為點接觸，接觸面壓大，導致摩擦比BGC系列較大。

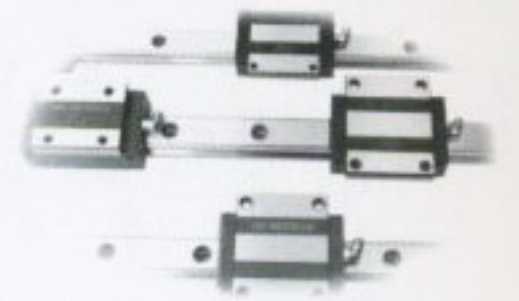
噪音產生關鍵原因：

傳統型線軌鋼珠碰撞為金屬直接碰撞接觸，產生噪音尖銳。BGC型線軌產生的噪音大部份為球保持器與潤滑油膜所吸收。BGC型線軌噪音遠低於傳統型線軌。



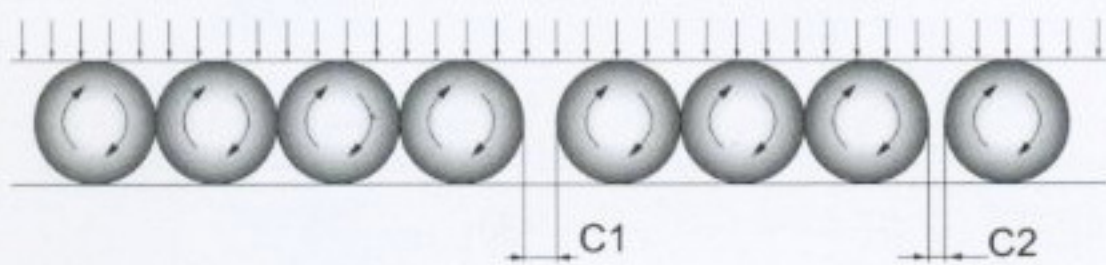
鋼珠高速滾動相互移動速度不一時，循環將發生追逐效應，傳統線軌鋼珠與鋼珠直接碰撞會產生巨大噪音，BGC線軌鏈帶為高分子聚合物，且鏈帶設計蘊含潤滑油空間，藉鏈帶彈性與潤滑油緩衝，消除大部份追逐效應產生的噪音問題。





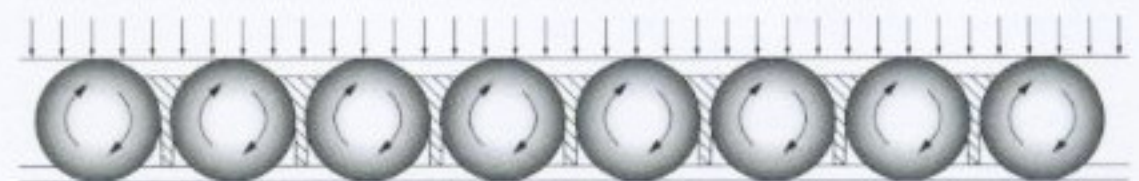
#### d. BGC鋼珠受力較均勻

傳統線軌無法作定距離分隔，易於產生不規則間隙。造成鋼珠受力不均勻。長期受力不均的鋼珠壽命較低，BGC系列利用球保持器定距，每個鋼珠受力均勻，使用壽命較穩定。



如上圖

傳統線性滑軌無法定距，易產生不規則間隙，受力不均勻。



如上圖

BGC球保持器具有定距保持作用，產生不規則間隙的問題遠低於傳統型線軌，使用壽命較穩定。



多了這顆鋼珠可以讓整體循環更加平順!!!



#### e. BGC完整鍊帶設計

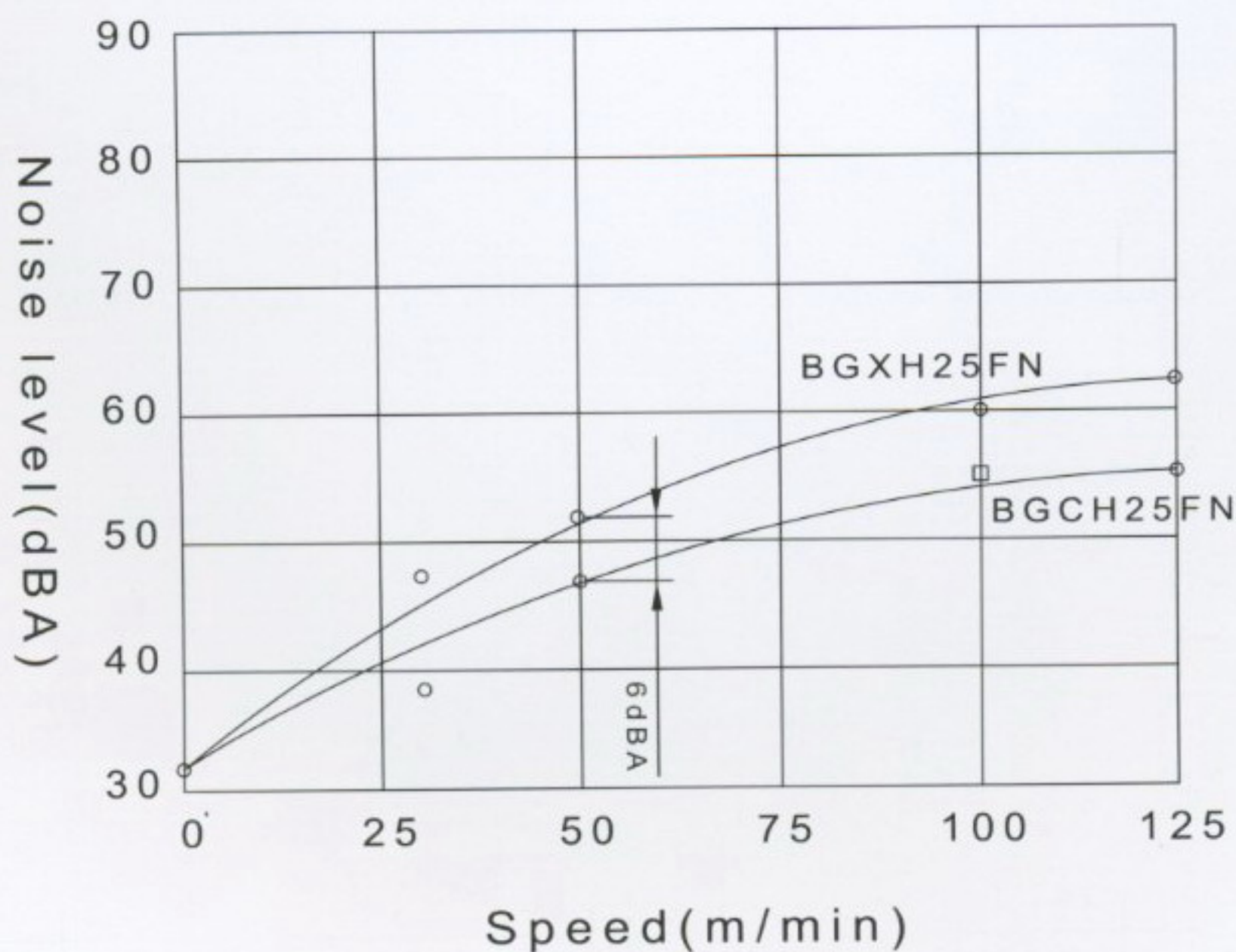
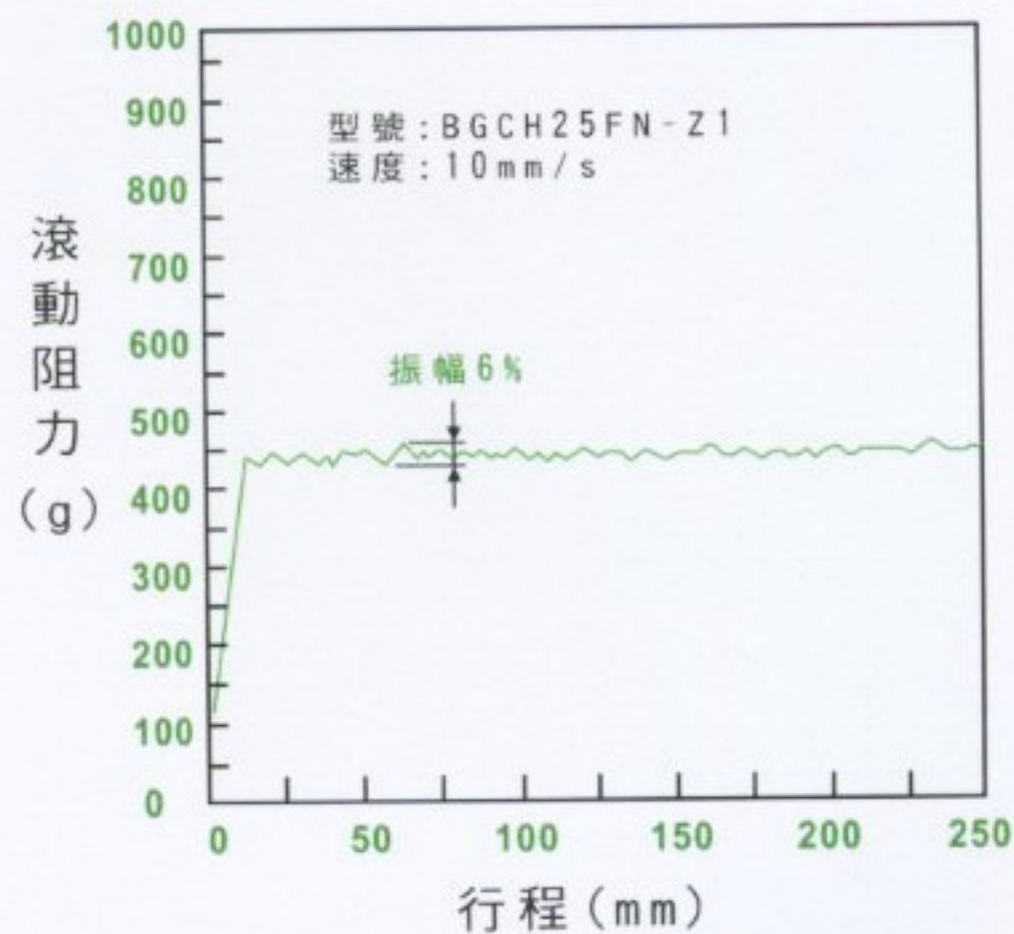
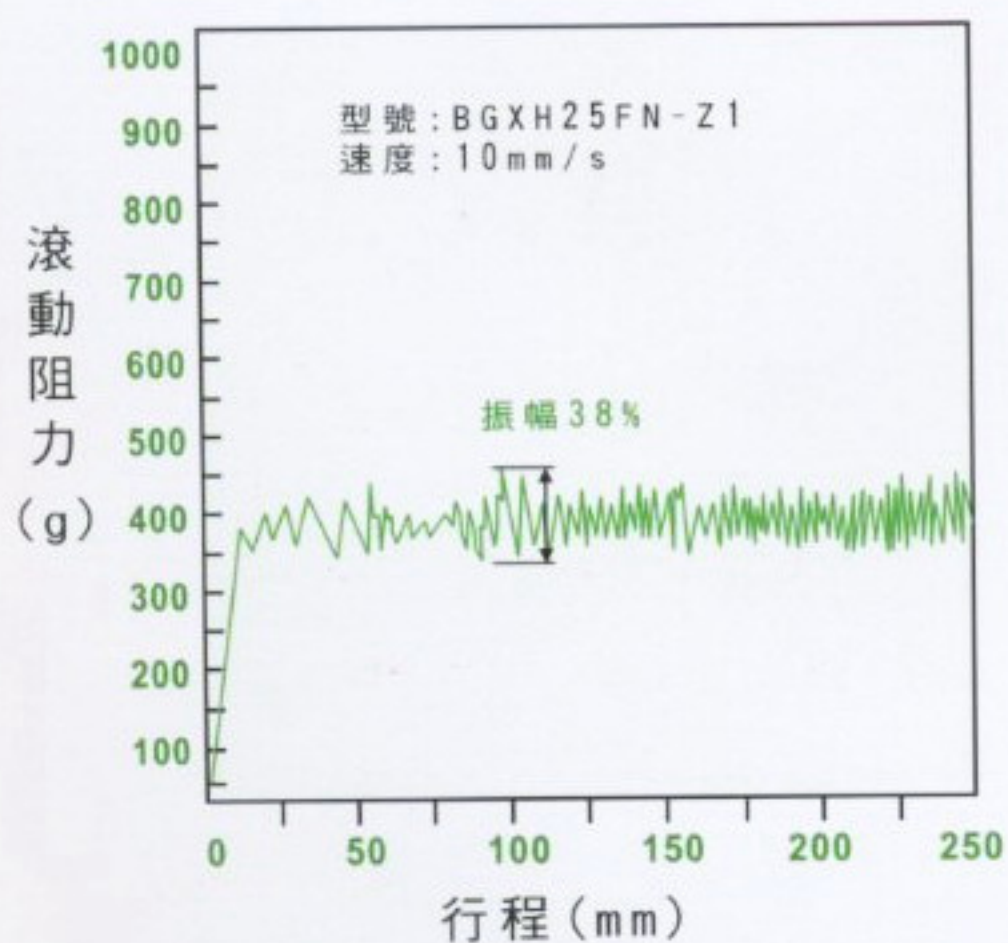
設計中具備鋼珠間隔片設計的線軌，由於間隔片外型上與製程原理不同，設計上難以完整分配全部的循環迴路，結尾留下一個或半個鋼珠大小的剩餘空間，BGC線性滑軌設計克服了這個問題。可均勻分配循環迴路，使受力更為均勻順暢，整體壽命將更穩定。



## 低 噪 音

## 低 振 動

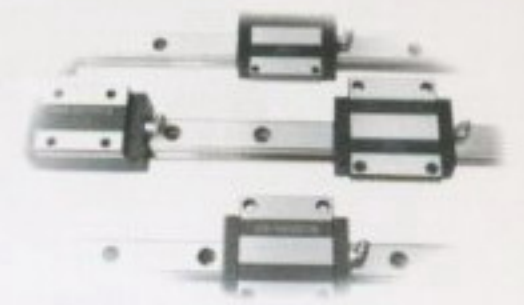
鏈帶型振幅僅非鏈帶型之 1/6 ~ 1/10



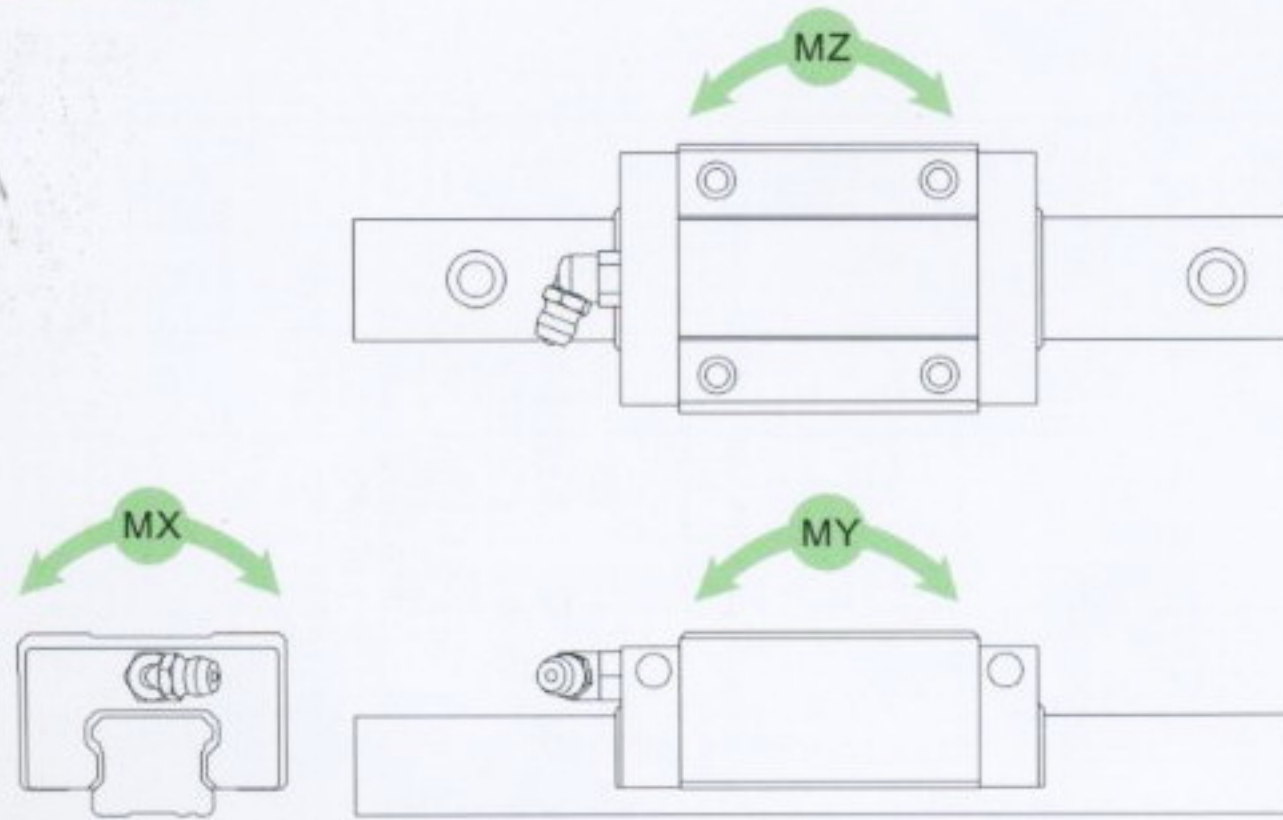
### f. BGC 型線軌與傳統型線軌比較

使用限制	BGC 型線軌	傳統型線軌
使用速度	適合高速使用	不適高速使用
保養問題	油膜易於保持，易於保養	油膜不易保持，不易保養
噪音問題	不易產生噪音	易於產生噪音
發熱問題	不易發熱	易於發熱
受力問題	受力均勻	受力不均





g. BGC 線性滑軌之靜額定力矩



計算線性滑軌所受的負荷時，單軌與雙軌考量方式不同，單軌計算方式需考慮外力對於滑座三軸力矩，必須使用靜額定力矩才可計算等效負荷。

單位：:Kgf-m

Model	MX	MY	MZ	Model	MX	MY	MZ
BGCH15BN	14.4	12.0	12.0	BGCS15BS	7.2	3.3	3.3
BGCH20BN	31.4	22.5	22.5	BGCS15BN	14.4	12.0	12.0
BGCH20BL	40.7	36.8	36.8	BGCS15BL	17.4	17.2	17.2
BGCH20BE	50.3	56.8	56.8	BGCS15BE	23.0	29.9	29.9
BGCH25BN	48.6	35.9	35.9	BGCS20BS	16.2	6.6	6.6
BGCH25BL	62.4	57.9	57.9	BGCS20BN	31.4	22.5	22.5
BGCH25BE	74.9	83.6	83.6	BGCS25BS	24.8	10.3	10.3
BGCH30BN	77.9	56.2	56.2	BGCS25BN	48.6	35.9	35.9
BGCH30BL	67.9	56.3	56.3	BGCX25BN	48.6	35.9	35.9
BGCH30BE	123.8	136.4	136.4	BGCX25BL	62.4	57.9	57.9
BGCH35BN	141.5	99.2	99.2	BGCX25BE	74.9	83.6	83.6
BGCH35BL	176.7	142.5	142.5	BGCS30BS	38.6	15.3	15.3
BGCH35BE	218.5	233.2	233.2	BGCS30BN	77.9	56.2	56.2
BGCH15FN	14.4	12.0	12.0	BGCS30BL	100.9	83.8	83.8
BGCH15FL	17.4	17.2	17.2	BGCS30BE	123.8	136.4	136.4
BGCH15FE	23.0	29.9	29.9	BGCS35BS	70.9	27.5	27.5
BGCH20FN	31.4	22.5	22.5	BGCS35BN	141.5	99.2	99.2
BGCH20FL	40.7	36.8	36.8	BGCS35BL	176.7	142.5	142.5
BGCH20FE	50.3	56.8	56.8	BGCS35BE	218.5	233.2	233.2



Model	MX	MY	MZ	Model	MX	MY	MZ
BGCH25FN	48.6	35.9	35.9	BGCH30FE	123.8	136.4	136.4
BGCH25FL	62.4	57.9	57.9	BGCH35FN	141.5	99.2	99.2
BGCH25FE	74.9	83.6	83.6	BGCH35FL	176.7	142.5	142.5
BGCH30FN	77.9	56.2	56.2	BGCH35FE	218.5	233.2	233.2
BGCH30FL	100.9	83.8	83.8				