

## 综合解说



III-1

# 产品选型概要

选择直线导轨、圆柱滚子直线导轨时，应从所要求的最重要的事项开始逐步探讨细节部分。  
下面所示的是一般性选择步骤。

## 直线导轨、圆柱滚子直线导轨选型步骤示例



# 额定负荷和寿命

## 直线导向设备的寿命

即使在正常状态下运行，直线导向设备超过一定的运行期间后也会达到寿命。直线导向设备的轨道面和滚动体一直反复承受负荷，因材料的滚动疲劳产生表面剥离(疲劳剥落)，无法继续使用。从开始使用到轨道面或滚动体出现表面剥落，所行走的总距离称作直线导向设备的寿命。

由于直线导向设备的寿命因材料的疲劳现象而长短不一，所以我们采用经统计处理后的额定寿命。

## 额定寿命

直线导向设备的额定寿命是指一组相同的直线导向设备在相同的条件下分别运行，当其中90%的直线导向设备还未因滚动疲劳而产生材料损伤时可行走的总距离。

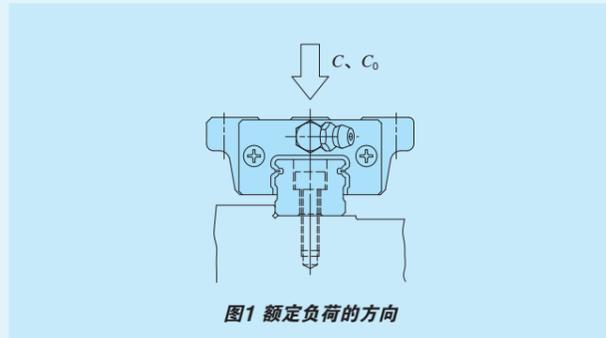


图1 额定负荷的方向

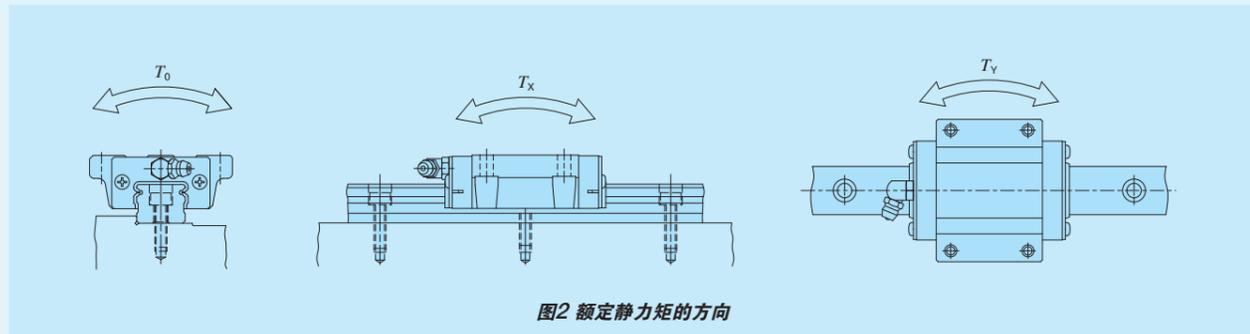


图2 额定静力矩的方向

## 基本额定动负荷 $C$ 依据ISO 14728-1

基本额定动负荷是指一组相同的直线导向设备分别运行时，在  $50 \times 10^3 \text{m}$  的额定寿命内理论上能承受的一定方向和大小负荷。

## 基本额定静负荷 $C_0$ 依据ISO 14728-2

基本额定静负荷是指在承受最大负荷的滚动体和轨道的接触部中央产生一定大小的接触应力的静负荷，是正常滚动运动的容许极限负荷。一般应在探讨静态安全系数后使用。

## 额定静力矩 $T_0$ 、 $T_x$ 、 $T_y$

额定静力矩是指承受如图2所示的力矩负荷时，在承受最大负荷的滚动体和轨道的接触部中央，产生一定大小接触应力时的静态力矩，是正常滚动运动的容许极限力矩。一般应研究静态安全系数后使用。

## 寿命计算公式

额定寿命的计算公式如下。

直线导轨时

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

圆柱滚子直线导轨时

$$L = 50 \left( \frac{C}{P} \right)^{10/3} \dots \dots \dots (2)$$

式中  $L$  : 额定寿命  $10^3 \text{m}$   
 $C$  : 基本额定动负荷 N  
 $P$  : 当量动负荷 N

由此可见，只要给出行程长度和每分钟的往返次数，便可以根据下式算出寿命时间。

$$L_n = \frac{10^3 L}{2 S n_1 \times 60} \dots \dots \dots (3)$$

式中  $L_n$  : 用时间表示的额定寿命 h  
 $S$  : 行程长度 mm  
 $n_1$  : 每分钟往返次数 cpm

## 负荷系数

作用于直线导向设备上的负荷会因机械的振动或冲击等而大于其理论负荷。一般要乘上表1中的负荷系数，求出负载负荷。

表1 负荷系数

运行条件	$f_w$
无冲击的顺畅运行时	1 ~ 1.2
一般运行时	1.2 ~ 1.5
伴随冲击负荷运行时	1.5 ~ 3

## 静态安全系数

一般来说，基本额定静负荷及额定静力矩是作为能否正常滚动的容许极限负荷来考虑的，但由于要对应直线导向设备的使用条件和所要求的直线导向设备的性能，所以有必要研究静态安全系数。

可按下面的公式求出静态安全系数，表2.1、表2.2所示为一般的值。

此外，公式(5)是相对于力矩的典型公式，对应各方向的额定静力矩和力矩计算得出。

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \dots \dots \dots (4)$$

$$f_s = \frac{T_0}{M_0} \dots \dots \dots (5)$$

式中  $f_s$  : 静态安全系数  
 $C_0$  : 基本额定静负荷 N  
 $P_0$  : 当量静负荷 N  
 $T_0$  : 额定静力矩 N·m  
 $M_0$  : 各个方向的力矩 N·m (最大力矩)

表2.1 直线导轨的静态安全系数

使用条件	$f_s$
有振动、冲击时	3 ~ 5
要求高行走性能时	2 ~ 4
一般运行条件时	1 ~ 3

表2.2 圆柱滚子直线导轨的静态安全系数

使用条件	$f_s$
有振动、冲击时	4 ~ 6
要求高行走性能时	3 ~ 5
一般运行条件时	2.5 ~ 3

当量动负荷

当直线导轨、圆柱滚子直线导轨受到与基本额定动负荷不同方向的负荷或受到复合负荷时，应求出当量动负荷，计算额定寿命。

从各方向的负荷换算出上侧及横向的负荷。

$$F_{re} = k_r |F_r| + \frac{C_0}{T_0} |M_0| + \frac{C_0}{T_x} |M_x| \dots (6)$$

$$F_{ae} = k_a |F_a| + \frac{C_0}{T_y} |M_y| \dots (7)$$

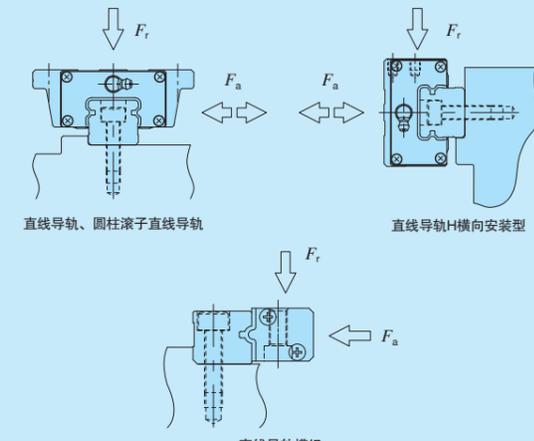
[直线导轨H横向安装型 (LWHY) 时]

$$F_{ae} = k_a |F_a| + \frac{C_0}{T_0} |M_0| + \frac{C_0}{T_x} |M_x| \dots (8)$$

$$F_{re} = k_r |F_r| + \frac{C_0}{T_y} |M_y| \dots (9)$$

- 式中  $F_{re}$  : 上侧换算负荷 N  
 $F_{ae}$  : 横向换算负荷 N  
 $F_r$  : 下方向载荷 N  
 $F_a$  : 横向负荷 N  
 $M_0$  :  $T_0$ 方向力矩 N·m  
 $M_x$  :  $T_x$ 方向力矩 N·m  
 $M_y$  :  $T_y$ 方向力矩 N·m  
 $k_r, k_a$  : 负荷方向的换算系数(参照表3)  
 $C_0$  : 基本额定静负荷 N  
 $T_0$  :  $T_0$ 方向额定静力矩 N·m  
 $T_x$  :  $T_x$ 方向额定静力矩 N·m  
 $T_y$  :  $T_y$ 方向额定静力矩 N·m

表3 负荷方向的换算系数



系列名称和大小尺寸		换算系数		
		$k_r$		$k_a$
		$F_r \geq 0$	$F_r < 0$	
C-Lube自润滑直线导轨L	滚珠固定式	1	1	1.19
	滚珠非固定式	1	1	0.84
C-Lube自润滑直线导轨LV		1	1	1.19
C-Lube自润滑直线导轨V		1	1.23	1.35
C-Lube自润滑直线导轨E	15~30	1	1	1
	35~45	1	1.19	1.28
低噪音直线导轨E		1	1	1
C-Lube自润滑直线导轨H	8~12	1	1	1.19
	15~30	1	1	1
	35~65	1	1.19	1.28
	15~30	1	1	1
直线导轨H	35~45(!)	1	1	0.84
		1	1	0.95
直线导轨F	33~42	1	1	1
	69	1	1	1.19
	LWFH	1	1.19	1.28
C-Lube自润滑直线导轨UL	25、30	1	1	1.19
	40~86	1	1	1
C-Lube自润滑圆柱滚子直线导轨超级X		1	1	1
圆柱滚子直线导轨X		1	1	1
直线导轨模组	LWLM	1	1	0.73
	LWM	1~5	1	1.13
		6	1	1.28
	LRWM	1	1	0.58

注(!)  $k_a$ 的上面一行表示右方向，下面一行表示左方向。

从上侧及横向换算负荷求出当量动负荷。

$$P = XF_{re} + YF_{ae} \dots (10)$$

- 式中  $P$  : 当量动负荷 N  
 $X, Y$  : 当量动负荷系数(参照表4)  
 $F_{re}$  : 上侧换算负荷 N  
 $F_{ae}$  : 横向换算负荷 N

表4 当量动负荷系数

分类	X	Y
$ F_{re}  \geq  F_{ae} $	1	0.6
$ F_{re}  <  F_{ae} $	0.6	1

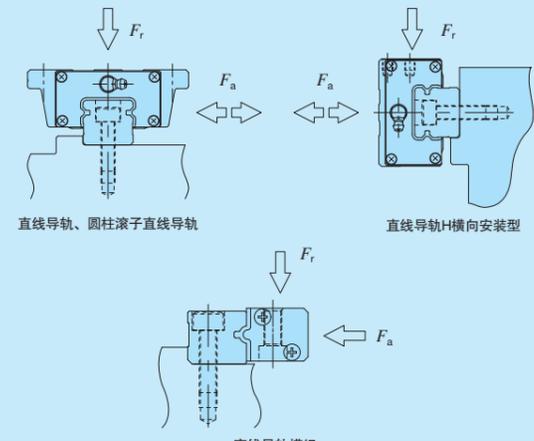
当量静负荷

当直线导轨、圆柱滚子直线导轨受到与基本额定静负荷不同方向的负荷或受到复合负荷时，应求出当量静负荷，计算静态安全系数。

$$P_0 = k_{0r} |F_r| + k_{0a} |F_a| + \frac{C_0}{T_0} |M_0| + \frac{C_0}{T_x} |M_x| + \frac{C_0}{T_y} |M_y| \dots (11)$$

- 式中  $P_0$  : 当量静负荷 N  
 $F_r$  : 下方向载荷 N  
 $F_a$  : 横向负荷 N  
 $M_0$  :  $T_0$ 方向力矩 N·m  
 $M_x$  :  $T_x$ 方向力矩 N·m  
 $M_y$  :  $T_y$ 方向力矩 N·m  
 $k_{0r}, k_{0a}$  : 负荷方向的换算系数(参照表5)  
 $C_0$  : 基本额定静负荷 N  
 $T_0$  :  $T_0$ 方向额定静力矩 N·m  
 $T_x$  :  $T_x$ 方向额定静力矩 N·m  
 $T_y$  :  $T_y$ 方向额定静力矩 N·m

表5 负荷方向的换算系数



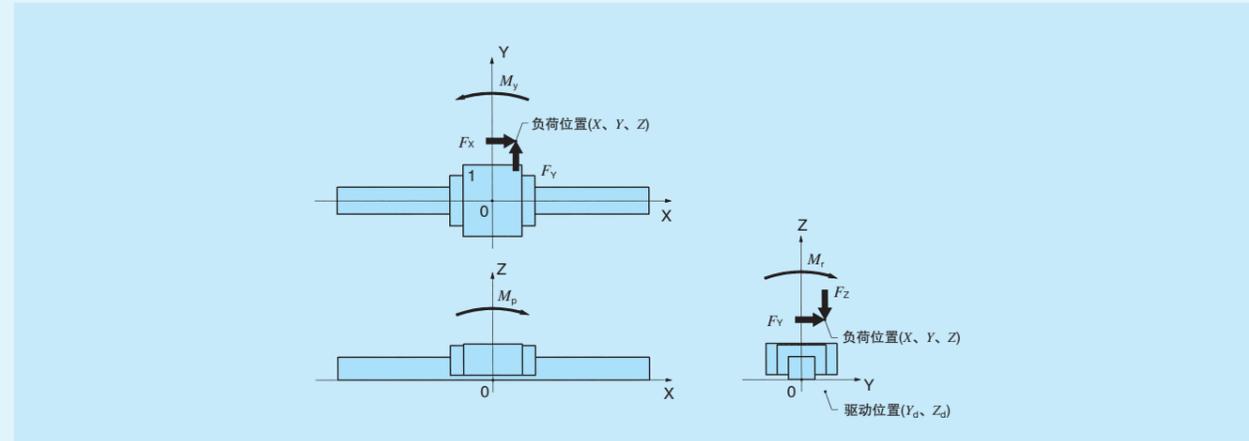
系列名称和大小尺寸		换算系数		
		$k_{0r}$		$k_{0a}$
		$F_r \geq 0$	$F_r < 0$	
C-Lube自润滑直线导轨L	滚珠固定式	1	1	1.19
	滚珠非固定式	1	1	0.84
C-Lube自润滑直线导轨LV		1	1	1.19
C-Lube自润滑直线导轨V		1	1.88	2.08
C-Lube自润滑直线导轨E	15~30	1	1	1
	35~45	1	1.19	1.28
低噪音直线导轨E		1	1	1
C-Lube自润滑直线导轨H	8~12	1	1	1.19
	15~30	1	1	1
	35~65	1	1.19	1.28
	15~30	1	1	1
直线导轨H	35~45(!)	1	1	0.78
		1	1	0.93
直线导轨F	33~42	1	1	1
	69	1	1	1.19
	LWFH	1	1.19	1.28
C-Lube自润滑直线导轨UL	25、30	1	1	1.19
	40~86	1	1	1
C-Lube自润滑圆柱滚子直线导轨超级X		1	1	1
圆柱滚子直线导轨X		1	1	1
直线导轨模组	LWLM	1	1	0.60
	LWM	1~5	1	1.19
		6	1	1.43
	LRWM	1	1	0.50

注(!)  $k_{0a}$ 的上面一行表示右方向，下面一行表示左方向。

# 计算负荷

安装在机械和设备中的直线导轨、圆柱滚子直线导轨所承受负荷的计算例如表6.1-表6.6所示。

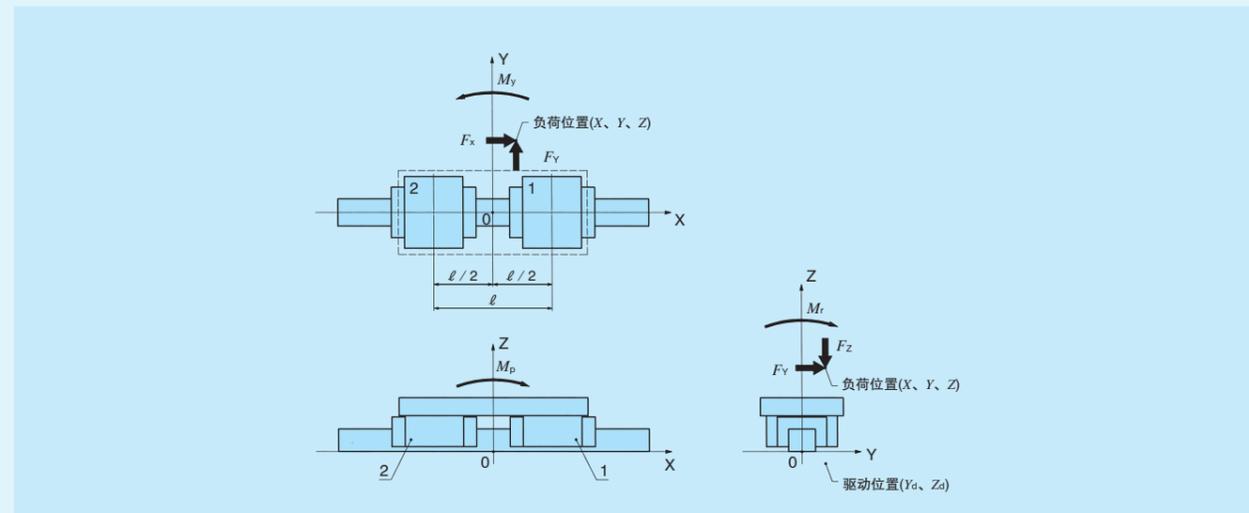
表6.1 1根滑轨、1个滑块



滑块编号	作用在滑块上的负荷				
	下方向载荷 $F_r$	横向负荷 $F_a$	$T_0$ 方向力矩 $M_0$	$T_x$ 方向力矩 $M_x$	$T_y$ 方向力矩 $M_y$
1	$F_z$	$F_y$	$M_r$	$M_p$	$M_y$

备注 各个方向上的力矩负荷 $M_x$ 、 $M_p$ 、 $M_y$ 可用下式求出。  
 $M_r = F_y Z + F_z Y$   
 $M_p = F_x(Z - Z_d) + F_z X$   
 $M_y = -F_x(Y - Y_d) + F_y X$

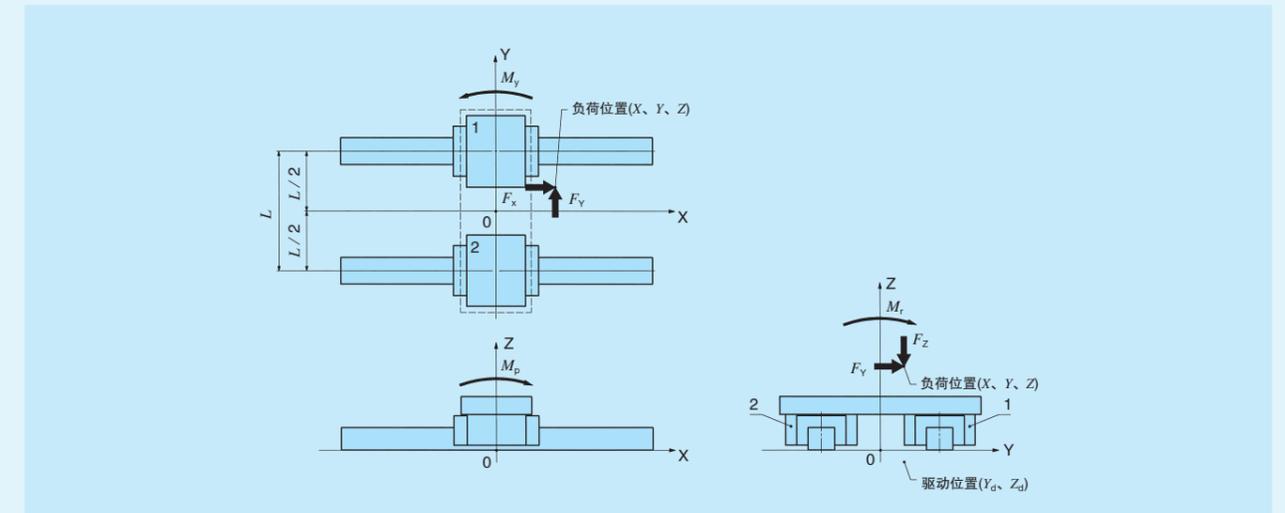
表6.2 1根滑轨、2个滑块



滑块编号	作用在滑块上的负荷		
	下方向载荷 $F_r$	横向负荷 $F_a$	$T_0$ 方向力矩 $M_0$
1	$\frac{F_z}{2} + \frac{M_p}{l}$	$\frac{F_y}{2} + \frac{M_y}{l}$	$\frac{M_r}{2}$
2	$\frac{F_z}{2} - \frac{M_p}{l}$	$\frac{F_y}{2} - \frac{M_y}{l}$	$\frac{M_r}{2}$

备注 各个方向上的力矩负荷 $M_x$ 、 $M_p$ 、 $M_y$ 可用下式求出。  
 $M_r = F_y Z + F_z Y$   
 $M_p = F_x(Z + Z_d) + F_z X$   
 $M_y = -F_x(Y - Y_d) + F_y X$

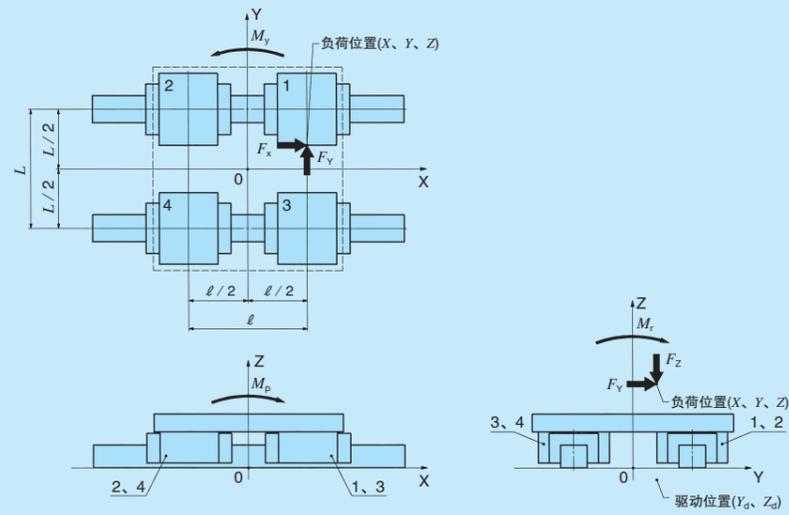
表6.3 2根滑轨、1个滑块



滑块编号	作用在滑块上的负荷			
	下方向载荷 $F_r$	横向负荷 $F_a$	$T_x$ 方向力矩 $M_x$	$T_y$ 方向力矩 $M_y$
1	$\frac{F_z}{2} + \frac{M_r}{L}$	$\frac{F_y}{2}$	$\frac{M_p}{2}$	$\frac{M_y}{2}$
2	$\frac{F_z}{2} - \frac{M_r}{L}$	$\frac{F_y}{2}$	$\frac{M_p}{2}$	$\frac{M_y}{2}$

备注 各个方向上的力矩负荷 $M_x$ 、 $M_p$ 、 $M_y$ 可用下式求出。  
 $M_r = F_y Z + F_z Y$   
 $M_p = F_x(Z - Z_d) + F_z X$   
 $M_y = -F_x(Y - Y_d) + F_y X$

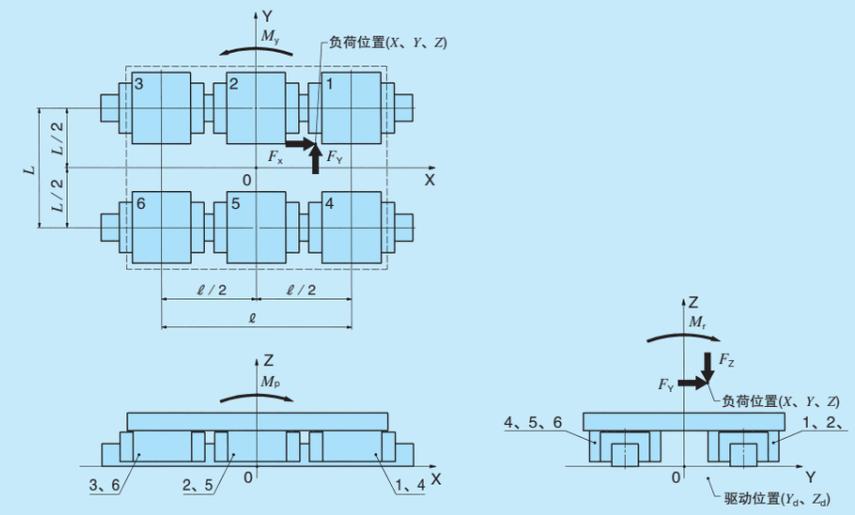
表6.4 2根滑轨、2个滑块



滑块编号	作用在滑块上的负荷	
	下方向载荷 $F_r$	横向负荷 $F_a$
1	$\frac{F_z}{4} + \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2l}$	$\frac{F_y}{4} + \frac{M_y}{2l}$
2	$\frac{F_z}{4} + \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2l}$	$\frac{F_y}{4} - \frac{M_y}{2l}$
3	$\frac{F_z}{4} - \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2l}$	$\frac{F_y}{4} + \frac{M_y}{2l}$
4	$\frac{F_z}{4} - \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2l}$	$\frac{F_y}{4} - \frac{M_y}{2l}$

备注 各个方向上的力矩负荷 $M_r$ 、 $M_p$ 、 $M_y$ 可用下式求出。  
 $M_r = F_y Z + F_z Y$   
 $M_p = F_x(Z - Z_d) + F_z X$   
 $M_y = -F_x(Y - Y_d) + F_y X$

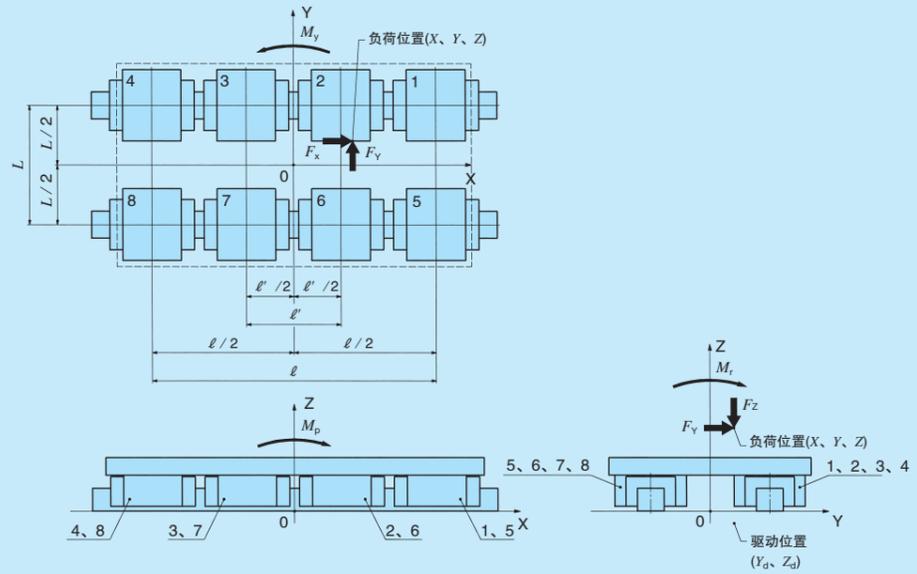
表6.5 2根滑轨、3个滑块



滑块编号	作用在滑块上的负荷	
	下方向载荷 $F_r$	横向负荷 $F_a$
1	$\frac{F_z}{6} + \frac{M_r}{3L} + \frac{M_p}{2l}$	$\frac{F_y}{6} + \frac{M_y}{2l}$
2	$\frac{F_z}{6} + \frac{M_r}{3L}$	$\frac{F_y}{6}$
3	$\frac{F_z}{6} + \frac{M_r}{3L} - \frac{M_p}{2l}$	$\frac{F_y}{6} - \frac{M_y}{2l}$
4	$\frac{F_z}{6} - \frac{M_r}{3L} + \frac{M_p}{2l}$	$\frac{F_y}{6} + \frac{M_y}{2l}$
5	$\frac{F_z}{6} - \frac{M_r}{3L}$	$\frac{F_y}{6}$
6	$\frac{F_z}{6} - \frac{M_r}{3L} - \frac{M_p}{2l}$	$\frac{F_y}{6} - \frac{M_y}{2l}$

备注 各个方向上的力矩负荷 $M_r$ 、 $M_p$ 、 $M_y$ 可用下式求出。  
 $M_r = F_y Z + F_z Y$   
 $M_p = F_x(Z - Z_d) + F_z X$   
 $M_y = -F_x(Y - Y_d) + F_y X$

表6.6 2根滑轨、4个滑块



滑块编号	作用在滑块上的负荷	
	下方向载荷 $F_r$	横向负荷 $F_a$
1	$\frac{F_z}{8} + \frac{M_r}{4L} + \frac{M_p}{2} \frac{l}{l^2+l'^2}$	$\frac{F_y}{8} + \frac{M_y}{2} \frac{l}{l^2+l'^2}$
2	$\frac{F_z}{8} + \frac{M_r}{4L} + \frac{M_p}{2} \frac{l'}{l^2+l'^2}$	$\frac{F_y}{8} + \frac{M_y}{2} \frac{l'}{l^2+l'^2}$
3	$\frac{F_z}{8} + \frac{M_r}{4L} - \frac{M_p}{2} \frac{l'}{l^2+l'^2}$	$\frac{F_y}{8} - \frac{M_y}{2} \frac{l'}{l^2+l'^2}$
4	$\frac{F_z}{8} + \frac{M_r}{4L} - \frac{M_p}{2} \frac{l}{l^2+l'^2}$	$\frac{F_y}{8} - \frac{M_y}{2} \frac{l}{l^2+l'^2}$
5	$\frac{F_z}{8} - \frac{M_r}{4L} + \frac{M_p}{2} \frac{l}{l^2+l'^2}$	$\frac{F_y}{8} + \frac{M_y}{2} \frac{l}{l^2+l'^2}$
6	$\frac{F_z}{8} - \frac{M_r}{4L} + \frac{M_p}{2} \frac{l'}{l^2+l'^2}$	$\frac{F_y}{8} + \frac{M_y}{2} \frac{l'}{l^2+l'^2}$
7	$\frac{F_z}{8} - \frac{M_r}{4L} - \frac{M_p}{2} \frac{l'}{l^2+l'^2}$	$\frac{F_y}{8} - \frac{M_y}{2} \frac{l'}{l^2+l'^2}$
8	$\frac{F_z}{8} - \frac{M_r}{4L} - \frac{M_p}{2} \frac{l}{l^2+l'^2}$	$\frac{F_y}{8} - \frac{M_y}{2} \frac{l}{l^2+l'^2}$

备注 各个方向上的力矩负荷 $M_r$ 、 $M_p$ 、 $M_y$ 可用下式求出。

$$M_r = F_y Z + F_z Y$$

$$M_p = F_x(Z - Z_0) + F_z X$$

$$M_y = -F_x(Y - Y_0) + F_y X$$

## 相对于变动负荷的平均负荷

直线导轨、圆柱滚子直线导轨所承受的负荷发生变动时，不使用寿命计算公式中的当量动负荷 $P$ 而使用平均负荷 $P_m$ 。

平均负荷是为了得到与变动的负荷相等的寿命而换算的负荷，可由下式求出。

$$P_m = \sqrt[p]{\frac{1}{L} \int_0^L P_n^p dL} \dots\dots\dots(12)$$

- 式中  $P_m$ : 平均负荷 N
- $L$ : 总行走距离 m
- $P_n$ : 变动负荷 N
- $p$ : 指数(滚珠规格: 3、圆柱滚子规格: 10/3)

表7所示为相对于一般变动负荷的平均负荷计算例。

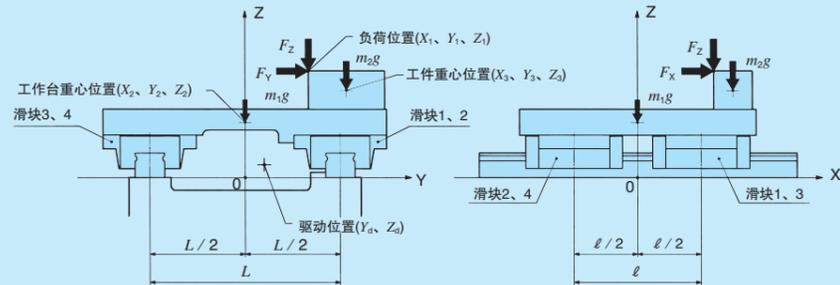
表7 相对于变动负荷的平均负荷

例	平均负荷
<p>① 阶段性变化的负荷</p>	$P_m = \sqrt[p]{\frac{1}{L} (P_1^p L_1 + P_2^p L_2 + \dots + P_n^p L_n)}$ <p>式中 <math>L_1</math>: 承受负荷<math>P_1</math>行走的总距离 m  <math>L_2</math>: 承受负荷<math>P_2</math>行走的总距离 m  <math>L_n</math>: 承受负荷<math>P_n</math>行走的总距离 m</p>
<p>② 单一变化的负荷</p>	$P_m \approx \frac{1}{3} (2P_{max} + P_{min})$ <p>式中 <math>P_{max}</math>: 最大变动负荷 N  <math>P_{min}</math>: 最小变动负荷 N</p>

# 应用计算例

## 例1

使用的直线导轨·····ME 25 C2 R640 H	工件质量····· $m_2 = 10 \text{ kg}$
基本额定动负荷····· $C = 18100 \text{ N}$	工件重心位置····· $X_3 = 75 \text{ mm}$
基本额定静负荷····· $C_0 = 21100 \text{ N}$	····· $Y_3 = 80 \text{ mm}$
负载负荷····· $F_{X1} = 1000 \text{ N}$	····· $Z_3 = 68 \text{ mm}$
····· $F_{Y1} = 2000 \text{ N}$	每分钟往返次数····· $n_1 = 5 \text{ cpm}$
····· $F_{Z1} = 1000 \text{ N}$	行程长度····· $S = 100 \text{ mm}$
负荷位置····· $X_1 = 60 \text{ mm}$	滑块间距····· $\ell = 100 \text{ mm}$
····· $Y_1 = 50 \text{ mm}$	滑轨间距····· $L = 150 \text{ mm}$
····· $Z_1 = 83 \text{ mm}$	驱动位置····· $Y_d = 150 \text{ mm}$
工作台质量····· $m_1 = 10 \text{ kg}$	····· $Z_d = 10 \text{ mm}$
工作台重心位置····· $X_2 = 0 \text{ mm}$	
····· $Y_2 = 0 \text{ mm}$	
····· $Z_2 = 43 \text{ mm}$	



计算例1的条件时的寿命时间和静态安全系数。假设负荷系数 $f_w$ 为1.5。

### 1 计算作用于滑块上的负荷

由于负载负荷及工作台重量的影响，在直线导轨上产生了如下所示的各坐标轴周围的力矩。

$$M_r = \Sigma(F_y Z) + \Sigma(F_z Y) = F_{Y1} Z_1 + F_{Z1} Y_1 + m_1 g Y_2 + m_2 g Y_3$$

$$= 2000 \times 83 + 1000 \times 50 + 10 \times 9.8 \times 0 + 10 \times 9.8 \times 80$$

$$\approx 224000$$

$$M_p = \Sigma\{F_x(Z - Z_d)\} + \Sigma(F_z S) = F_{X1}(Z_1 - Z_d) + F_{Z1} X_1 + m_1 g X_2 + m_2 g X_3$$

$$= 1000 \times (83 - 10) + 1000 \times 60 + 10 \times 9.8 \times 0 + 10 \times 9.8 \times 75 = 140000$$

$$M_y = -\Sigma\{F_x(Y - Y_d)\} + \Sigma(F_y X) = -F_{X1}(Y_1 - Y_d) + F_{Y1} X_1$$

$$= -1000 \times (50 - 150) + 2000 \times 60 = 220000$$

式中  $M_r$  : 偏转方向力矩 N·mm  
 $M_p$  : 俯仰方向力矩 N·mm  
 $M_y$  : 摇摆方向力矩 N·mm

作用于各滑块上的负荷可按照 III-11 页上的表 6.4 计算。

$$F_{r1} = \frac{\Sigma F_z}{4} + \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2\ell} = \frac{F_{Z1} + m_1 g + m_2 g}{4} + \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2\ell}$$

$$= \frac{1000 + 10 \times 9.8 + 10 \times 9.8}{4} + \frac{224000}{2 \times 150} + \frac{140000}{2 \times 100}$$

$$\approx 1750$$

$$F_{r2} = \frac{\Sigma F_z}{4} + \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2\ell} = \frac{F_{Z1} + m_1 g + m_2 g}{4} + \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2\ell} \approx 346$$

$$F_{r3} = \frac{\Sigma F_z}{4} - \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2\ell} = \frac{F_{Z1} + m_1 g + m_2 g}{4} - \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2\ell} \approx 252$$

$$F_{r4} = \frac{\Sigma F_z}{4} - \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2\ell} = \frac{F_{Z1} + m_1 g + m_2 g}{4} - \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2\ell}$$

$$\approx -1150$$

$$F_{a1} = F_{a3} = \frac{\Sigma F_y}{4} + \frac{M_y}{2\ell} = \frac{F_{Y1}}{4} + \frac{M_y}{2\ell}$$

$$= \frac{2000}{4} + \frac{220000}{2 \times 100} = 1600$$

$$F_{a2} = F_{a4} = \frac{\Sigma F_y}{4} - \frac{M_y}{2\ell} = \frac{F_{Y1}}{4} - \frac{M_y}{2\ell} = -600$$

### 2 计算额定寿命

按照 III-7 页上的公式(6)及公式(7)换算上下方向载荷及横向负荷。

$$F_{re1} = k_r |F_{r1}| = 1 \times 1750 = 1750$$

$$F_{re2} = k_r |F_{r2}| = 1 \times 346 = 346$$

$$F_{re3} = k_r |F_{r3}| = 1 \times 252 = 252$$

$$F_{re4} = k_r |F_{r4}| = 1 \times 1150 = 1150$$

$$F_{ae1} = k_a |F_{a1}| = 1 \times 1600 = 1600$$

$$F_{ae2} = k_a |F_{a2}| = 1 \times 600 = 600$$

$$F_{ae3} = k_a |F_{a3}| = 1 \times 1600 = 1600$$

$$F_{ae4} = k_a |F_{a4}| = 1 \times 600 = 600$$

式中  $k_r$ 、 $k_a$  : 负荷方向的换算系数(参照 III-7 页表 3)

按照 III-7 页上的公式(10)计算当量动负荷。

$$P_1 = X |F_{re1}| + Y |F_{ae1}| = 1 \times 1750 + 0.6 \times 1600 = 2710$$

$$P_2 = X |F_{re2}| + Y |F_{ae2}| = 0.6 \times 346 + 1 \times 600 \approx 808$$

$$P_3 = X |F_{re3}| + Y |F_{ae3}| = 0.6 \times 252 + 1 \times 1600 \approx 1750$$

$$P_4 = X |F_{re4}| + Y |F_{ae4}| = 1 \times 1150 + 0.6 \times 600 = 1510$$

求出当量动负荷最大的滑块1的额定寿命。计算额定寿命时，应在 III-6 页的公式(1)中加入负荷系数 $f_w$ (参照 III-6 页表 1)。

$$L_1 = 50 \left( \frac{C}{f_w P_1} \right)^3 = 50 \times \left( \frac{18100}{1.5 \times 2710} \right)^3 \approx 4410$$

$$L_{h1} = \frac{10^6 L_1}{2S n_1 \times 60} = \frac{10^6 \times 4410}{2 \times 100 \times 5 \times 60} \approx 73500$$

通过上述计算可知，寿命时间约为73500小时。

### 3 计算静态安全系数

根据上下方向载荷及横向负荷，按照 III-8 页中的公式(11)计算当量静负荷。

$$P_{01} = k_{or} |F_{r1}| + k_{oa} |F_{a1}| = 1 \times 1750 + 1 \times 1600 = 3350$$

$$P_{02} = k_{or} |F_{r2}| + k_{oa} |F_{a2}| = 1 \times 346 + 1 \times 600 = 946$$

$$P_{03} = k_{or} |F_{r3}| + k_{oa} |F_{a3}| = 1 \times 252 + 1 \times 1600 = 1852$$

$$P_{04} = k_{or} |F_{r4}| + k_{oa} |F_{a4}| = 1 \times 1150 + 1 \times 600 = 1750$$

式中  $k_{or}$ 、 $k_{oa}$  : 负荷方向的换算系数(参照 III-8 页表 5)

求出当量静负荷最大的滑块1的静态安全系数。静态安全系数按照 III-6 页中的公式(4)计算。

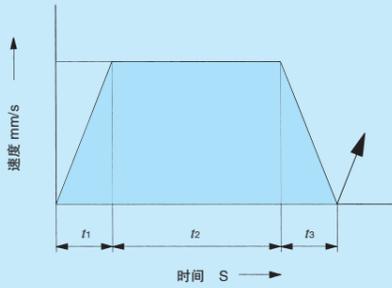
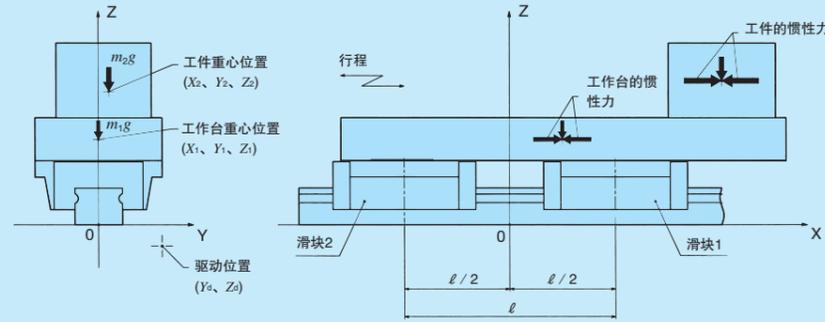
$$f_{s1} = \frac{C_0}{P_{01}} = \frac{21100}{3350} \approx 6.3$$

通过上述计算可知，静态安全系数约为6.3。

例2

使用的直线导轨·····MH 45 C2 R1050 H  
 基本额定动负荷·····C = 74600 N  
 基本额定静负荷·····C<sub>0</sub> = 80200 N  
 T<sub>0</sub>方向额定静力矩·····T<sub>0</sub> = 1610 N·m  
 工作台质量·····m<sub>1</sub> = 100 kg  
 工作台重心位置·····X<sub>1</sub> = 50 mm  
 ······Y<sub>1</sub> = 0 mm  
 ······Z<sub>1</sub> = 80 mm  
 工件质量·····m<sub>2</sub> = 1000 kg  
 工件重心位置·····X<sub>2</sub> = 200 mm  
 ······Y<sub>2</sub> = 10 mm  
 ······Z<sub>2</sub> = 130 mm

滑块间距·····ℓ = 200 mm  
 行程长度·····S = 500 mm  
 每分钟往返次数·····n<sub>1</sub> = 6 cpm  
 最大移动速度·····V = 100 mm/s  
 加速时间·····t<sub>1</sub> = 0.1 s  
 等速运动时间·····t<sub>2</sub> = 4.9 s  
 减速时间·····t<sub>3</sub> = 0.1 s  
 驱动位置·····Y<sub>d</sub> = 60 mm  
 ······Z<sub>d</sub> = -20 mm



计算例2的条件时的寿命时间和静态安全系数。假设负荷系数f<sub>w</sub>为1.5。

① 计算作用于滑块上的负荷

由于负载负荷及工作台的重量和惯性力的影响，在直线导轨上产生了如下所示的各坐标轴周围的力矩。

[起步加速时]

$$M_z = \Sigma(F_y Z) + \Sigma(F_z Y) = m_1 g Y_1 + m_2 g Y_2 = 100 \times 9.8 \times 0 + 1000 \times 9.8 \times 10 \approx 98000$$

$$M_p = \Sigma\{F_x(Z - Z_d)\} + \Sigma(F_z X)$$

$$= m_1 \frac{V_{\max}}{1000 \times t_1} (Z_1 - Z_d) + m_2 \frac{V_{\max}}{1000 \times t_1} (Z_2 - Z_d) + m_1 g X_1 + m_2 g X_2$$

$$= 100 \times \frac{100}{1000 \times 0.1} \times (80 + 20) + 1000 \times \frac{100}{1000 \times 0.1}$$

$$\times (130 + 20) + 100 \times 9.8 \times 50 + 1000 \times 9.8 \times 200$$

$$\approx 2169000$$

$$M_y = -\Sigma\{F_x(Y - Y_d)\} + \Sigma(F_z X)$$

$$= -m_1 \frac{V_{\max}}{1000 \times t_1} (Y_1 - Y_d) - m_2 \frac{V_{\max}}{1000 \times t_1} (Y_2 - Y_d)$$

$$= -100 \times \frac{100}{1000 \times 0.1} \times (0 - 60) - 1000 \times \frac{100}{1000 \times 0.1}$$

$$\times (10 - 60) \approx 56000$$

[等速运动时]

$$M_z = m_1 g Y_1 + m_2 g Y_2 \approx 98000$$

$$M_p = m_1 g X_1 + m_2 g X_2 \approx 2010000$$

$$M_y = 0$$

[停止减速时]

$$M_z = m_1 g Y_1 + m_2 g Y_2 \approx 98000$$

$$M_p = -m_1 \frac{V_{\max}}{1000 \times t_3} (Z_1 - Z_d) - m_2 \frac{V_{\max}}{1000 \times t_3} (Z_2 - Z_d) + m_1 g X_1 + m_2 g X_2 \approx 1850000$$

$$M_y = m_1 \frac{V_{\max}}{1000 \times t_3} (Y_1 - Y_d) + m_2 \frac{V_{\max}}{1000 \times t_3} (Y_2 - Y_d) \approx -56000$$

式中 M<sub>z</sub>: 偏转方向力矩 N·mm

M<sub>p</sub>: 俯仰方向力矩 N·mm

M<sub>y</sub>: 摇摆方向力矩 N·mm

作用于各滑块上的负荷可按照Ⅲ-9页上的表6.2计算。

[起步加速时]

$$F_{r1} = \frac{\Sigma F_z}{2} + \frac{M_p}{\ell} = \frac{m_1 g + m_2 g}{2} + \frac{M_p}{\ell}$$

$$= \frac{100 \times 9.8 + 1000 \times 9.8}{2} + \frac{2169000}{200} \approx 16200$$

$$F_{r2} = \frac{\Sigma F_z}{2} - \frac{M_p}{\ell} = \frac{m_1 g + m_2 g}{2} - \frac{M_p}{\ell} \approx -5460$$

$$F_{a1} = \frac{\Sigma F_y}{2} + \frac{M_y}{\ell} = 280$$

$$F_{a2} = \frac{\Sigma F_y}{2} - \frac{M_y}{\ell} = -280$$

$$M_{01} = M_{02} = \frac{M_z}{2} = 49000$$

[等速运动时]

$$F_{r1} = \frac{100 \times 9.8 + 1000 \times 9.8}{2} + \frac{2010000}{200} \approx 15400$$

$$F_{r2} \approx -4660$$

$$F_{a1} = F_{a2} = 0$$

$$M_{01} = M_{02} = 49000$$

[停止减速时]

$$F_{r1} = \frac{100 \times 9.8 + 1000 \times 9.8}{2} + \frac{1850000}{200} \approx 14600$$

$$F_{r2} \approx -3860$$

$$F_{a1} \approx -280$$

$$F_{a2} \approx 280$$

$$M_{01} = M_{02} = 49000$$

② 计算额定寿命

按照Ⅲ-7页中的公式(6)和公式(7)换算上下方向载荷、横向载荷及T<sub>0</sub>方向力矩，按照公式(10)计算当量动负荷。

[起步加速时]

$$F_{re1} = k_r |F_{r1}| + \frac{C_0}{T_0} |M_{01}| = 1 \times 16200 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000}$$

$$\approx 18600$$

$$F_{re2} = 1 \times 5460 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 7900$$

$$F_{ae1} = k_a |F_{a1}| = 1.28 \times 280 \approx 358$$

$$F_{ae2} = 1.28 \times 280 \approx 358$$

$$P_{1a} = X F_{re1} + Y F_{ae1} = 1 \times 18600 + 0.6 \times 358 \approx 18800$$

$$P_{2a} = X F_{re2} + Y F_{ae2} = 1 \times 7900 + 0.6 \times 358 \approx 8110$$

[等速运动时]

$$F_{re1} = 1 \times 15400 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 17800$$

$$F_{re2} = 1 \times 4660 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 7100$$

$$F_{ae1} = 0$$

$$F_{ae2} = 0$$

$$P_{1b} = 17800$$

$$P_{2b} = 7100$$

[停止减速时]

$$F_{re1} = 1 \times 14600 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 17000$$

$$F_{re2} = 1 \times 3860 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 6300$$

$$F_{ae1} = 1.28 \times 280 \approx 358$$

$$F_{ae2} = 1.28 \times 280 \approx 358$$

$$P_{1c} = 1 \times 17000 + 0.6 \times 358 \approx 17200$$

$$P_{2c} = 1 \times 6300 + 0.6 \times 358 \approx 6510$$

由于当量动负荷与行走距离的关系呈阶段性变化，故根据Ⅲ-14页中表7的①来计算平均负荷。

$$P_{m1} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (P_{1a}^3 \frac{V_{\max} t_1}{2} + P_{1b}^3 V_{\max} t_2 + P_{1c}^3 \frac{V_{\max} t_3}{2})}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{500} \times (18800^3 \times \frac{100 \times 0.1}{2} + 17800^3 \times 100 \times 4.9 + 17200^3 \times \frac{100 \times 0.1}{2})} \approx 17800$$

$$P_{m2} = \sqrt[3]{\frac{1}{500} \times (8110^3 \times \frac{100 \times 0.1}{2} + 7100^3 \times 100 \times 4.9 + 6510^3 \times \frac{100 \times 0.1}{2})} \approx 7110$$

求出当量动负荷最大的滑块1的额定寿命。计算额定寿命时，应在Ⅲ-6页的公式(1)中加入负荷系数f<sub>w</sub>(参照Ⅲ-6页表1)。

$$L_1 = 50 \left( \frac{C}{f_w P_{m1}} \right)^3 = 50 \left( \frac{74600}{1.5 \times 17800} \right)^3 \approx 1090$$

$$L_{h1} = \frac{10^6 L_1}{2S n_1 \times 60} = \frac{10^6 \times 1090}{2 \times 500 \times 6 \times 60} \approx 3030$$

通过上述计算可知，寿命时间约为3030小时。

③ 计算静态安全系数

根据上下方向载荷及横向载荷，按照Ⅲ-8页中的公式(11)计算当量静负荷。

[起步加速时]

$$P_{01a} = k_{or} |F_{r1}| + k_{oa} |F_{a1}| + \frac{C_0}{T_0} |M_{01}| = 1 \times 16200 + 1.28 \times 280 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 19000$$

$$P_{02a} = k_{or} |F_{r2}| + k_{oa} |F_{a2}| + \frac{C_0}{T_0} |M_{02}| = 1.19 \times 5460 + 1.28 \times 280 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 9300$$

[等速运动时]

$$P_{01b} = 1 \times 15400 + 1.28 \times 0 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 19000$$

$$P_{02b} = 1.19 \times 4660 + 1.28 \times 0 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 7990$$

[停止减速时]

$$P_{01c} = 1 \times 14600 + 1.28 \times 280 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 17400$$

$$P_{02c} = 1.19 \times 3860 + 1.28 \times 280 + \frac{80200}{1610} \times \frac{49000}{1000} \approx 7390$$

求出当量静负荷最大的滑块1在起步加速时的静态安全系数。静态安全系数按照Ⅲ-6页中的公式(4)计算。

$$f_s = \frac{C_0}{P_{01a}} = \frac{80200}{19000} \approx 4.2$$

通过上述计算可知，静态安全系数约为4.2。

# 精度

直线导轨、圆柱滚子直线导轨的精度分为普通级、高级、精密级、超精密级、超超精密级。各精度等级的概要如表8所示。详细内容请参照产品各系列的解说。

表8 系列和等级

系列名称	等级(等级标记)	普通级 (无标记)	高级 (H)	精密级 (P)	超精密级 (SP)	超超精密级 (UP)
C-Lube自润滑直线导轨L 直线导轨L		—	○	○	—	—
C-Lube自润滑直线导轨LV		—	○	—	—	—
C-Lube自润滑直线导轨V		○	○	○	○	—
C-Lube自润滑直线导轨E 直线导轨E		○	○	○	○	—
C-Lube自润滑直线导轨H 直线导轨H		—	○	○	○	—
直线导轨F		—	○	○	○	—
C-Lube自润滑直线导轨UL 直线导轨U		○	○	—	—	—
C-Lube自润滑圆柱滚子直线导轨超级X 圆柱滚子直线导轨超级X		—	○	○	○	○
圆柱滚子直线导轨X		—	○	○	○	○
直线导轨模组		—	○	○	○	—

# 预压

## 预压的目的

当直线导向设备的负荷小且需要轻盈动作时，有时会让直线导向设备保留一些间隙进行使用。但根据用途，有时需要去除导轨游隙，提高导轨刚性，就会加一定的预压进行使用。

预压使轨道面与滚动体的接触部预先产生内部应力。这样从外部施加于直线导向设备的负荷，就会被这种内部应力所吸收，从而控制弹性变形量，提高刚性。(参照图3)

## 预压的设定

预压量的大小应考虑安装直线导向设备的机械和装置等的特性，以及负荷是如何作用于直线导向设备等的因素来决定。一般标准是，滚动体为钢球时，直线导向设备的预压为负荷的1/3左右；滚动体为圆柱滚子时，预压为负荷的1/2左右，但是如果受到的是振动负荷或变动负荷，特别需要高刚性时，应设定更大的预压。

适用的预压分类的概要如表9所示。详细内容请参照产品各系列的解说。

## 选择预压时的注意事项

如果为了追求高刚性而设定过大的预压，滚动体与轨道之间就会产生过大的应力，减少直线导向设备的使用寿命。因此，根据使用条件在适当的预压量下运行是十分重要的。要设定大预压时，请咨询IKO公司。

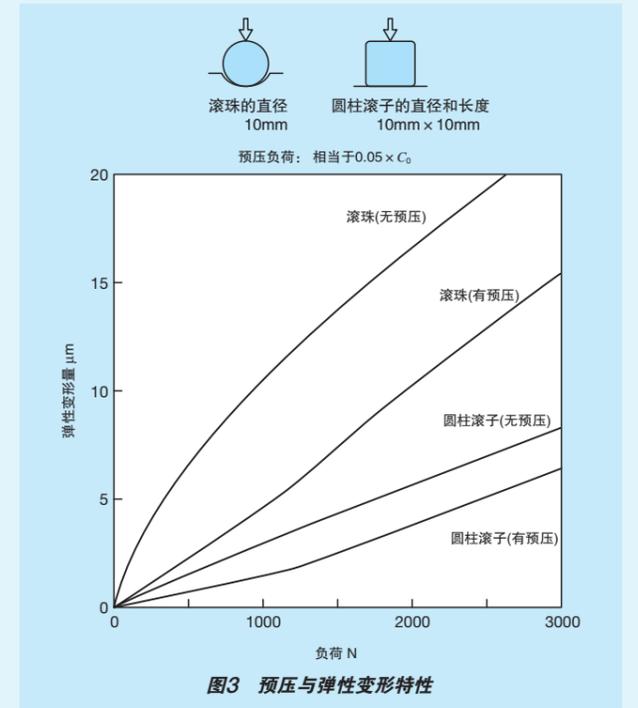


图3 预压与弹性变形特性

表9 系列和预压分类

系列名称	预压(预压标记)	间隙 (Tc)	间隙 (T0)	标准 (无标记)	轻预压 (T1)	中预压 (T2)	重预压 (T3)
C-Lube自润滑直线导轨L 直线导轨L		—	○	○	○	—	—
C-Lube自润滑直线导轨LV <sup>(1)</sup>		—	—	—	—	—	—
C-Lube自润滑直线导轨V		○	—	○	○	—	—
C-Lube自润滑直线导轨E 直线导轨E		○	—	○	○	○	—
C-Lube自润滑直线导轨H 直线导轨H		—	○	○	○	○	○
直线导轨F		—	—	○	○	○	—
C-Lube自润滑直线导轨UL 直线导轨U		—	—	○	○	—	—
C-Lube自润滑圆柱滚子直线导轨超级X 圆柱滚子直线导轨超级X		—	—	○	○	○	○
圆柱滚子直线导轨X		—	—	○	○	○	○

注<sup>(1)</sup> 已调整为微小间隙或轻微预压状态。

## 摩擦

### 直线导向设备的摩擦

直线导向设备与滑动导向设备相比，具有静摩擦(起动摩擦)小，与动摩擦的差也小,而且速度不同时的摩擦阻力变化小的优异特长。因此，机械的动力损失少，直线导向设备内部的温度上升也小，能实现高速运动。

此外，由于摩擦阻力小变动少，所以对运动指令的响应性好，能够高精度定位。

### 摩擦系数

直线导向设备的摩擦阻力会受到直线导向设备的形式、负载负荷、速度、润滑剂特性等的影响。一般来说，轻负荷、高速运行时，润滑剂和密封是主要影响因素；重负荷、低速运行时，负荷的大小是主要影响因素。决定直线导向设备摩擦阻力的因素虽然比较复杂，但一般可用下面的公式来表示。

$$F = \mu P \dots\dots\dots(13)$$

式中 *F*：摩擦阻力 N  
       *μ*：动摩擦系数  
       *P*：负载负荷 N

此外，附带密封件时要在该值上加上密封件的阻力，密封件的阻力受密封唇过盈量及润滑状态的影响很大，并不相同。

在正确的润滑及安装条件下且普通负荷时，直线导轨、圆柱滚子直线导轨运行时的摩擦系数大致在表10的范围内。一般在小负荷区域，摩擦系数大多为较大的值。

表10 摩擦系数

系列名称	动摩擦系数 μ (°)
直线导轨	0.0040 ~ 0.0060
圆柱滚子直线导轨	0.0020 ~ 0.0040

注(°) 摩擦系数是不包含密封件的值。

## 润滑

### 润滑的目的

给直线导向设备加注润滑剂的目的是为了防止直线导向设备内部的轨道面与滚动体之间等的金属接触，减少摩擦和磨损，防止发热和烧结。当轨道面与滚动体的滚动接触面形成充分的油膜时，也具有降低因负荷而产生的接触应力的效果。管理好润滑工作，充分形成油膜对确保直线导向设备的可靠性是十分重要的。

### 润滑剂的选择

要充分发挥出直线导向设备的性能，就必须根据直线导向设备的形式、负荷、速度等，选择合适的润滑剂种类和润滑方法。但是，直线导向设备与滑动导向设备相比，对润滑剂的依赖性极小，所以供油量小，补给间隔也长，能大幅度地减轻维护管理的负担。直线导向设备所用的润滑剂大致可分为润滑脂和润滑油两种。

### 润滑脂润滑

直线导向设备一般使用锂皂基润滑脂(JIS稠度编号2号), 用于重负荷时，推荐使用添加极压添加剂的润滑脂。

在洁净环境和高真空环境下，可使用以合成油为基础油的或锂类以外的皂基等低尘、低挥发的润滑脂。在这些环境下使用时，直线导向设备在符合使用条件的同时，必须充分考虑如何满足润滑性能。

表11 封入润滑脂一览

系列名称	封入润滑脂
C-Lube自润滑直线导轨L 直线导轨L	Multemp PS No.2 [协同油脂株式会社]
C-Lube自润滑直线导轨LV	
C-Lube自润滑直线导轨V	
C-Lube自润滑直线导轨E 直线导轨E	爱万利(Alvania)EP2润滑脂 [昭和壳牌石油株式会社]
C-Lube自润滑直线导轨H(°) 直线导轨H(°)	
直线导轨F	
C-Lube自润滑直线导轨UL 直线导轨U(°)	Multemp PS No.2 [协同油脂株式会社]
C-Lube自润滑圆柱滚子直线导轨超级X 圆柱滚子直线导轨超级X	爱万利(Alvania)EP2润滑脂 [昭和壳牌石油株式会社]
圆柱滚子直线导轨X	
直线导轨模组	

注(°) 大小尺寸为8 ~ 12的系列封入Multemp PS2。

(°) 大小尺寸为40 ~ 86的系列封入Alvania EP润滑脂2。

### 润滑脂的补给间隔

即使是高质量的润滑脂，其性能也会随运行时间而老化，因此必须进行适当补充。润滑脂的补给间隔因条件而异，一般为每6个月一次，对于长距离往复运动的机械等，推荐每3个月加一次润滑脂。

内置“C-Lube自润滑部件”的直线导向设备实现了长时间免维护，省去了直线导向设备不可缺少的润滑剂供油机构和供油工时，可大幅度降低维护成本。

### 润滑脂的加注方法

从脂嘴等加脂装置充分注入润滑脂，直到排出旧润滑脂为止。加注后进行磨合运行，多余的润滑脂会被排出直线导向设备，将要排出的润滑脂去除后再开始运行。

润滑脂的加注量标准为直线导向设备内部空间容积的1/3到1/2左右的比例，初次从脂嘴加注润滑脂时，会有一部分损失在加注路径内，因而有必要考虑该损失因素。

一般加注润滑脂后,运动阻力有增大的倾向。排出多余的润滑脂后,再进行10 ~ 20往复的磨合运行，运动阻力会变小，达到稳定。

此外，对于运动阻力大会成问题的用途，也可减少润滑脂的加注量，但是要保证所加注的量不影响润滑性能。

### 不同种类润滑脂的混合使用

将不同种类的润滑脂混合，基础油、皂基、添加剂的性状会发生变化，使润滑性能极度下降，并可能因添加剂的化学变化等引起故障，所以请将旧的润滑脂完全去除后再加注新的润滑脂。

表12 用于直线导向设备的润滑脂品牌

	品牌	基础油	增稠剂	稠度	工作温度范围(°)℃	用途
Alvania EP润滑脂2	[昭和壳牌石油株式会社]	矿物油	锂	284	-20 ~ 110	一般用途、添加极压添加剂
Alvania S2润滑脂	[昭和壳牌石油株式会社]	矿物油	锂	283	-25 ~ 120	一般用途
Multemp PS No.2	[协同油脂株式会社]	合成油、矿物油	锂	275	-50 ~ 130	一般用途
<b>IKO</b> 洁净环境用低尘润滑脂CG2	[日本东晟株式会社]	合成油	尿素基	280	-40 ~ 200	洁净环境用长寿命
<b>IKO</b> 洁净环境用低尘润滑脂CGL	[日本东晟株式会社]	合成油、矿物油	锂/钙	225	-30 ~ 120	洁净环境用低滑动
DEMNUM™润滑脂L-200(°)	[大金工业株式会社]	合成油	四氟乙烯	280	-60 ~ 300	洁净环境用
Klueberalfa GR Y-VAC3(°)	[NOK KLUEBER CO.,LTD.]	合成油	四氟乙烯	No.3	-20 ~ 250	真空用
<b>IKO</b> 耐打滑磨损润滑脂AF2	[日本东晟株式会社]	合成油	尿素基	285	-50 ~ 170	耐打滑磨损
6459润滑脂N	[昭和壳牌石油株式会社]	矿物油	聚尿素基	305	—	耐打滑磨损

注(°) 请将补给间隔设定得短一些。

(°) 工作温度范围是引用润滑脂厂家产品目录中的数值，并不能保证长时间在高温环境下使用。

备注1. DEMNUM™是大金工业株式会社的商标。

2.使用时请对照所选择的润滑脂生产厂家的产品目录。

关于所列用途以外的润滑脂，请向**IKO**咨询。

### “C-Lube”自润滑部件

C-Lube自润滑部件是将粒度极小的树脂粉末经过烧结成形成多孔连通的烧结树脂，利用内部空间产生的毛细管现象，浸含大量润滑油的润滑部件。

润滑油不是供给滑轨，而是直接供给滚珠(钢球)或圆柱滚子。滚珠或圆柱滚子接触内置于滑块循环通道的C-Lube自润滑部件时，润滑油会粘附在滚珠或圆柱滚子的表面，再通过循环输送到负荷区域。因此，负荷区域能够始终确保最佳油量，长期保持润滑性能。

C-Lube自润滑部件表面始终有润滑油。当滚珠或圆柱滚子接触到C-Lube自润滑部件表面时，表面张力将润滑油不断地加注到滚珠或圆柱滚子的表面。

### 润滑油润滑

用润滑油润滑时，负荷越大，越应选择高稠度的润滑油;速度越高，越应选择低稠度的润滑油。常常有重负荷作用的直线导向设备一般使用68mm<sup>2</sup>/s左右的润滑油，而对于轻负荷高速运动的直线导向设备则使用13mm<sup>2</sup>/s左右的润滑油。

袖珍型润滑脂喷注器

袖珍型润滑脂喷注器是设有油孔的直线导轨、圆柱滚子直线导轨专用加脂器具。表13所示为润滑脂的种类和袖珍型润滑脂喷注器的规格。



表13 润滑脂的种类和袖珍型润滑脂喷注器

公称型号	润滑脂名称	内容量	加脂针外径
MG10/MT2	Multemp PS No.2 [ 协同油脂株式会社 ]	10ml	φ1mm
MG10/CG2	IKO 洁净环境用低尘润滑脂CG2		
MG2.5/EP2	爱万利(Alvania)EP2润滑脂 [ 昭和壳牌石油株式会社 ]	2.5ml	φ1mm
MG2.5/CG2	IKO 洁净环境用低尘润滑脂CG2		
MG2.5/CGL	IKO 洁净环境用低尘润滑脂CGL		
MG2.5/AF2	IKO 耐打滑磨损润滑脂AF2		

脂嘴和注油嘴

表14.1和表14.2为脂嘴各规格所搭配的注油嘴形式，表15为注油嘴的规格。

表14.1 脂嘴和搭配注油嘴

脂嘴		搭配注油嘴	
形式	尺寸形状	形式	形状
A-M3		A-5120V A-5240V B-5120V B-5240V	直管式 带角的直管式
A-M4			
B-M4		A-8120V B-8120V	

表14.2 脂嘴和搭配注油嘴

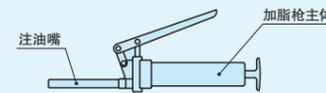
脂嘴		搭配注油嘴	
形式	尺寸形状	形式	形状
B-M6			
JIS1型		直管式	
JIS2型		夹头式 市售品	
JIS4型		软管式	
A-PT 1/4			

注(\*) 市售的直管式、夹头式及软管式注油嘴的外径D推荐在13mm以下。

表15 注油嘴的形式和尺寸

形式	尺寸形状
A-5120V	
A-5240V	
B-5120V	
B-5240V	
A-8120V	
B-8120V	

备注 表中所示的注油嘴可装在下图所示的一般市售的加脂枪上使用。需要时请指定注油嘴的形式，向IKO订购。



配管接头

集中加脂或进行油润滑时，备有与配管用内螺纹尺寸相配的配管接头，使用时请拆下脂嘴或挡油旋塞，装上配管接头。配管接头的上表面可能与滑块上表面高度相同或高出，故请确认配管接头的尺寸和各形式尺寸表中的H<sub>3</sub>尺寸后使用。配管接头的公称型号及尺寸请参考图4.1、图4.2及表16.1、表16.2、表16.3、表16.4。此外，请注意部分指定特别配置的产品不能适用。需要时可安装配管接头后供货，请咨询IKO。

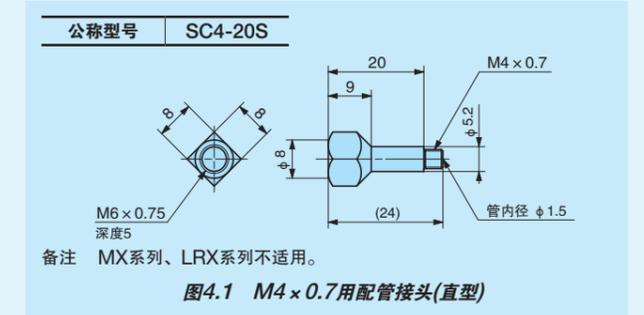


图4.1 M4 x 0.7用配管接头(直型)

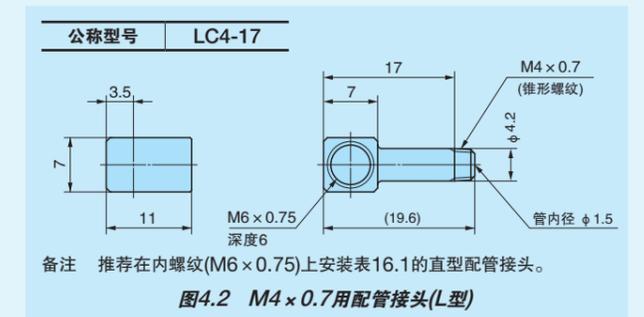


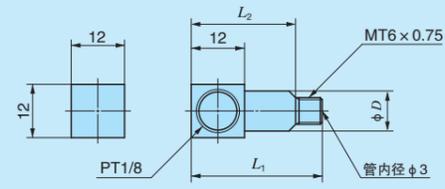
图4.2 M4 x 0.7用配管接头(L型)

表16.1 M6 x 0.75用配管接头(直型)

公称型号	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	D
SC6-16	22	12.4	16	9
SC6-22S	28	12	22	6
SC6-25S	31	12	25	6

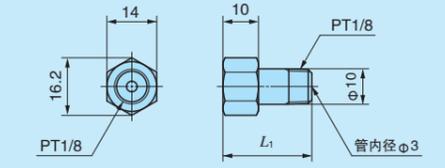
单位 mm

表16.2 M6×0.75用配管接头(L型)



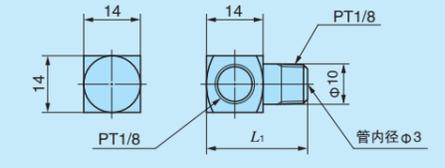
公称型号	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	D
LC6-18	25	18	9
LC6-22S	28	—	6
LC6-24	30.5	23.5	9
LC6-25S	31	—	6

表16.3 PT1/8用配管接头(直型)



公称型号	L <sub>1</sub>
SC1/8-19S	25
SC1/8-34S	40

表16.4 PT1/8用配管接头(L型)



公称型号	L <sub>1</sub>
LC1/8-19S	25
LC1/8-34S	40

## 防尘

### 防尘的目的

为了充分发挥直线导向设备的性能,防止外部垃圾、灰尘等有害异物侵入是很重要的。请选择对各种运行条件都有效的密封装置或防尘装置。

### 防尘方法

直线导轨、圆柱滚子直线导轨虽然已标准配备了侧面密封垫片,但装上特别配置的双层密封垫片或刮板,可进一步提高防尘效果。此外,用防尘盖或胶带式盖板(图5)盖住滑轨安装孔,或者采用滑轨上面没有安装孔的上侧安装规格滑轨(图6),可进一步提高防尘效果的可靠性。

但是,大量垃圾或灰尘浮游时,或者诸如切屑、沙尘等较大的异物粘附在轨道面上时,彻底防尘非常困难,推荐采用防尘罩(图7)或大行程多段式密封件等整体覆盖的方法。

需要胶带式盖板或下侧安装规格滑轨时,请向IKO咨询。

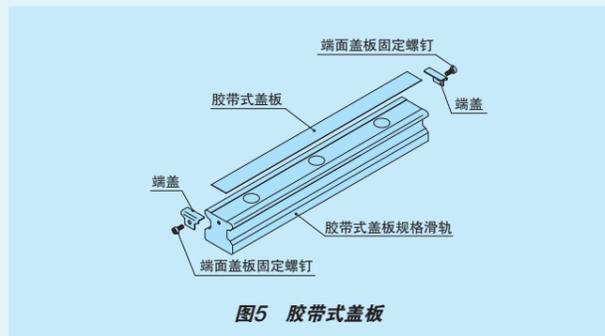


图5 胶带式盖板

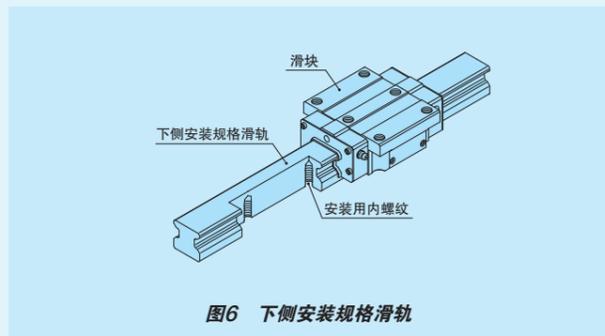


图6 下侧安装规格滑轨

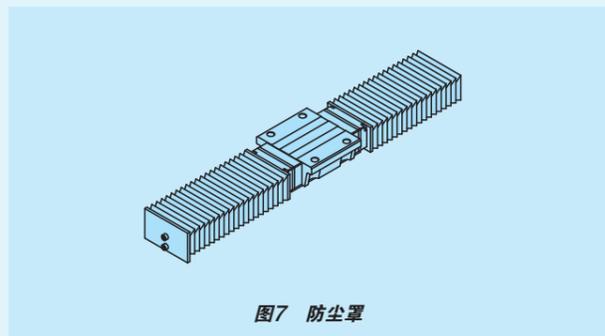


图7 防尘罩

### 专用防尘罩

专用防尘罩是按照直线导轨、圆柱滚子直线导轨的尺寸制作的,故安装方便,防尘效果好。

此外,需要倒悬使用或需要耐热规格材料时,请向IKO咨询。

### 防尘罩的公称型号

专用防尘罩的公称型号由形式标记、尺寸、辅助标记组成,基本排列如下所示。



### 防尘罩的最小长度计算标准

根据下面的公式决定所需的专用防尘罩伸缩节数,计算最小所需长度

$$ns = \frac{S}{\ell_{S_{\max}} - \ell_{S_{\min}}}$$

式中  $ns$ : 伸缩节数(小数点以下进位)

$S$ : 行程长度 mm

$\ell_{S_{\max}}$ : 1节的最大长度(参照18.1、表18.2)

$\ell_{S_{\min}}$ : 1节的最小长度(参照表18.1、表18.2)

$$L_{\min} = ns \times \ell_{S_{\min}} + m \times 5 + 10$$

$$L_{\max} = S + L_{\min}$$

式中  $L_{\min}$ : 防尘罩的最小长度 mm

$L_{\max}$ : 防尘罩的最大长度 mm

$m$ : 中间板的块数(参照表17)

表17 专用防尘罩中间板的块数

形式	专用防尘罩的P尺寸 <sup>(1)</sup> mm		中间板的块数 $m$
	超过	以下	
JEF JRES	—	35	$m = \frac{ns}{7} - 1$
JES JHS JFS JRXS...B JFFS	—	22	$m = \frac{ns}{16}$ 但 $ns \leq 20$ 时, $m = 0$
	22	25	$m = \frac{ns}{12}$ 但 $ns \leq 18$ 时, $m = 0$
	25	35	$m = \frac{ns}{8}$

注<sup>(1)</sup> P尺寸请参照表18.1、表18.2。

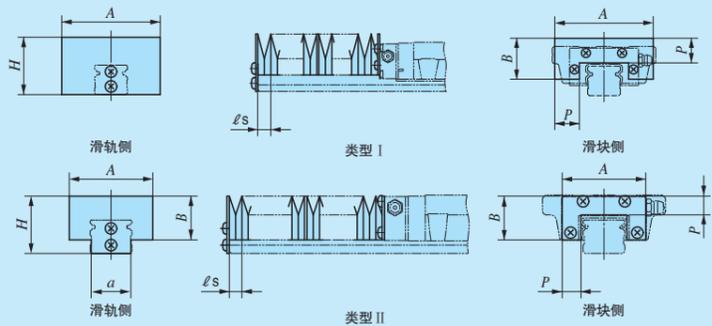
备注 JEF和JRES的中间板块数  $m$  的小数点以下进位,其它的中间板块数  $m$  的小数点以下舍去。

### 中间用防尘罩

各滑块的中间安装防尘罩时,安装板不同,订货时请在公称型号的末尾加上“/M”。

此外,加长或横置使用时,也为用户制作最佳的强化型防尘罩。这种防尘罩的宽度A比标准防尘罩大。需要时请向IKO咨询。

表18.1 专用防尘罩的适用和尺寸

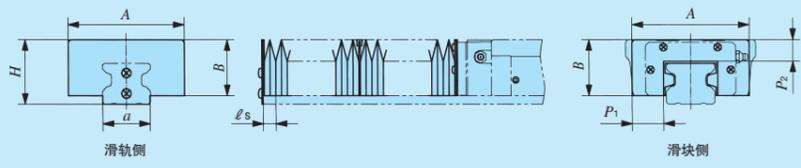


系列名称	大小尺寸	专用防尘罩的形式标记	类型	H	A	a	B	P	$l_{s_{min}}$	$l_{s_{max}}$
C-Lube自润滑直线导轨E 直线导轨E	15	JEF 15	II	23.5	34	14	17	8	2	9
	20	JEF 20		27.5	40	19	21	9	2	10
	25	JEF 25		32	46	22	24	10	2	11
	30	JES 30		42	70	27	35	15	2	14
	35	JES 35		48	85	33	40	18	2	18.5
C-Lube自润滑直线导轨H 直线导轨H <sup>(1)</sup>	15	JHS 15	I	31 <sup>(2)</sup>	55	—	19.5	15	2	14
	20	JHS 20		35 <sup>(2)</sup>	60	—	25	15	2	14
	25	JHS 25		39 <sup>(2)</sup>	64	—	29.5	15	2	14
	30	JHS 30		42	70	—	35	15	2	14
	35	JHS 35		48	85	—	40	18	2	18.5
	45	JHS 45		60	105	—	50	22	2	23.5
直线导轨F	33	JFFS 33	II	26 <sup>(2)</sup>	66 <sup>(3)</sup>	—	23	15	2	15
	37	JFFS 37	II	27.5 <sup>(2)</sup>	70 <sup>(3)</sup>	—	24	15	2	15
	40	JFS 40	I	32 <sup>(2)</sup>	80	—	27	15	2	14
	42	JFFS 42	II	30.5 <sup>(2)</sup>	76 <sup>(3)</sup>	—	27.5	15	2	15
	60	JFS 60	I	36 <sup>(2)</sup>	100	—	30	15	2	14
	69	JFFS 69	II	36 <sup>(2)</sup>	106	—	31.5	15	2	15
	90	JFS 90	I	50	150	—	43	22	2	23.5

单位 mm

注<sup>(1)</sup> 不适用于横向安装型LWHY。  
 注<sup>(2)</sup> 有部分产品比滑块的装配尺寸H高。请确认各系列尺寸表的H尺寸。  
 注<sup>(3)</sup> 有部分产品比滑块的W<sub>2</sub>尺寸宽。请确认各系列尺寸表的W<sub>2</sub>尺寸。

表18.2 专用防尘罩的适用和尺寸



系列名称	大小尺寸	专用防尘罩的形式标记	H	A	a	B	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	$l_{s_{min}}$	$l_{s_{max}}$
C-Lube自润滑 圆柱滚子直线导轨超级X 圆柱滚子直线导轨超级X	15	JRES 15	34 <sup>(1)</sup>	55 <sup>(2)</sup>	14	30	17.5	15	2	15
	20	JRES 20	39 <sup>(1)</sup>	60 <sup>(2)</sup>	19	34	15	15	2	15
	25	JRES 25	42 <sup>(1)</sup>	65 <sup>(2)</sup>	22	36	16.5	15	2	15
	30	JRES 30	46 <sup>(1)</sup>	70 <sup>(2)</sup>	27	39.5	15	15	2	15
	35	JRES 35	48	88 <sup>(2)</sup>	33	41.5	24	15	2	15
	45	JRES 45	60	108 <sup>(2)</sup>	44	52	29	20	2	21
	55	JRES 55	70	122 <sup>(2)</sup>	52	61	31	22	2	23.5
	65	JRES 65	88	140 <sup>(2)</sup>	61	76	25	25	2	30
圆柱滚子直线导轨X	85	JRES 85	107	180	82	89	30	30	2	36
	25	JRXS 25...B	40	60	22	34	15	12	2	10
	35	JRXS 35...B	48	88	34	41.5	24	15	2	14
	45	JRXS 45...B	60	108	44	52	29	20	2	21
	55	JRXS 55...B	70	122	54	61	31	22	2	23.5
75	JRXS 75...B	90	160	74	80	40	30	2	36	

单位 mm

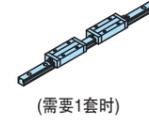
注<sup>(1)</sup> 有部分产品比滑块的装配尺寸H高。请确认各系列尺寸表的H尺寸。  
 注<sup>(2)</sup> 有部分产品比滑块的W<sub>2</sub>尺寸宽。请确认各系列尺寸表的W<sub>2</sub>尺寸。

## 订购时的公称型号和数量

订购直线导轨和圆柱滚子直线导轨套装产品时，请以滑轨根数为单位注明套数。订购自由组合规格的滑块或滑轨单件时，请注明滑块的个数或滑轨的根数。

### 非互换性规格

成套产品



公称型号的表示例

**LWESG 25 C2 R640 SL T1 P /FU**

订购数量  
1套

### 自由组合规格

滑块单件



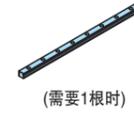
公称型号的表示例

**LWESG 25 C1 SL T1 P SO /U**

订购数量  
2个

仅指定C1。 请指定S1或S2。

单件滑轨



公称型号的表示例

**LWE 25 R640 SL P SO /F**

订购数量  
1根

请指定S1或S2。

成套产品



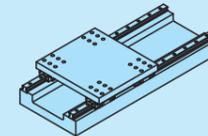
公称型号的表示例

**LWESG 25 C2 R640 SL T1 P SO /FU**

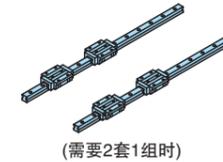
订购数量  
1套

请指定S1或S2。

### 几套为1组时(特别配置 /W)



直线导轨、圆柱滚子直线导轨

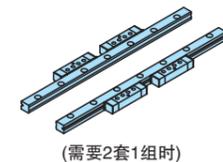


公称型号的表示例

**LRX 45 C2 R1260 T3 SP /W2**

订购数量  
2套

直线导轨模组



公称型号的表示例

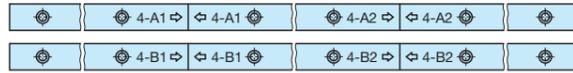
**LWM 2 M2 R480 P /W2**

订购数量  
2套

# 特别配置

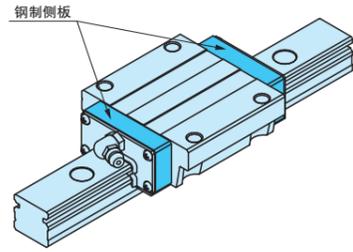
直线导轨、圆柱滚子直线导轨备有III-29页到III-35页所示的特别配置。适用的特别配置是有限的,详细内容请参照产品各系列的解说。

## 对接滑轨 /A



对于非互换性规格的滑轨,如果需要长度超过产品各系列解说中的最大长度时,可将2根或更多的滑轨按直线运动方向对接使用。对接的各滑轨长度及根数,请向IKO咨询。

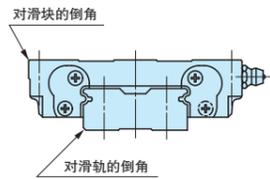
## 钢制侧板 /BS



可将标准配备的合成树脂制侧板换成不锈钢侧板。滑块的全长尺寸不变。  
此外,如果要提高耐热性时,推荐与“无密封垫片(辅助标记 /N)”并用。

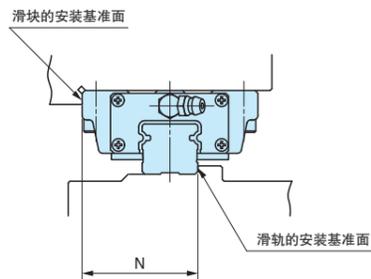
## 基准面倒角 /C /CC

在滑块及滑轨的安装基准面追加倒角。



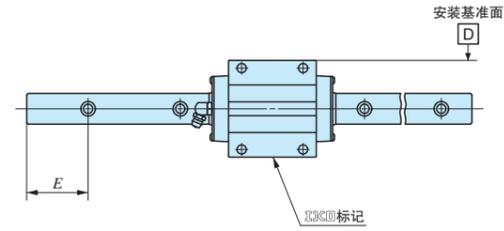
- ① /C 在滑轨的安装基准面追加倒角。
- ② /CC 在滑块及滑轨的安装基准面追加倒角。

## 逆基准面 /D



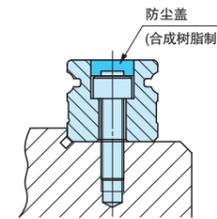
滑轨的安装基准面为标准位置的相反一侧。 $N$ 尺寸的精度和行走时的平行度不变。

## 指定滑轨安装孔位置 /E



从滑块上的IKO标记侧看去,滑轨左端面到最左端的安装孔之间的距离为 $E$ 尺寸,通过指定 $E$ 尺寸来指定滑轨安装孔的位置。  
订货时,请在“/E”后注明尺寸(用毫米单位表示)。  
此外, $E$ 尺寸的范围是有限的,请向IKO咨询。  
有关直线导轨H横向安装型及直线导轨模组系列,请参照产品各系列的解说。

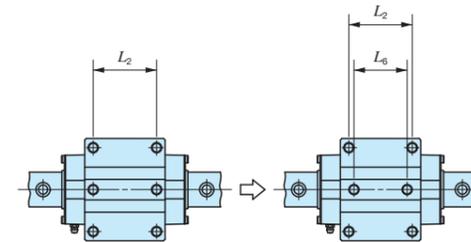
## 滑轨安装孔用防尘盖 /F



附带滑轨安装孔用的专用防尘盖。可塞住滑轨安装孔,提高运动方向的密封性。我公司也备有铝合金制的防尘盖,需要时请向IKO咨询。

## 变更滑块中央安装孔间距尺寸 /GE

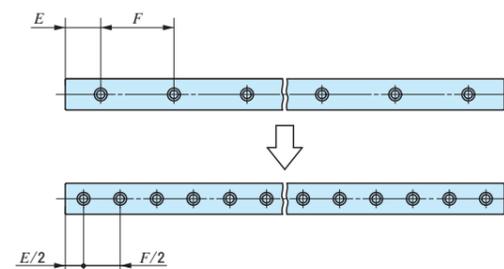
变更滑块中央安装孔间距尺寸。



## 混合型C-Lube自润滑直线导轨 /HB

将组装在滑块中的滚动体材料变更为陶瓷(氮化硅)制品。

## 滑轨的安装孔半间距 /HP



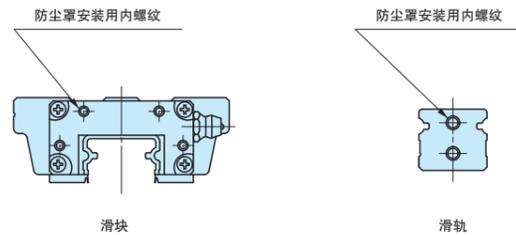
滑轨安装孔的间距为标准 $F$ 尺寸的1/2。同时附带与安装孔数目相同的滑轨安装孔用螺栓。

### 检查成绩表 / I

每套都附带H尺寸、N尺寸和滑块行走时的平行度的检查成绩表。

### 防尘罩安装用内螺纹(单件) /J /JR /JL

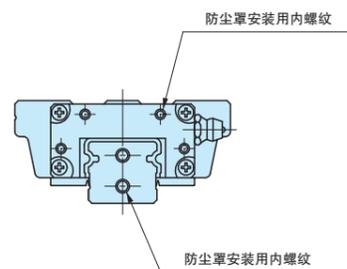
在自由组合规格的滑块单件或自由组合规格的滑轨单件上加工防尘罩安装用内螺纹。



- ① /J 在滑块或滑轨的两个端面加工内螺纹。
- ② /JR 从滑块的  标记侧看去，内螺纹加工在右侧端面。
- ③ /JL 从滑块的  标记侧看去，内螺纹加工在左侧端面。

### 防尘罩安装用内螺纹(成套产品) /J /JJ /JR /JS /JJS

自由组合规格的成套产品或非互换性规格的产品，在其滑块或滑轨上加工防尘罩安装用内螺纹。



- ① /J 在距离滑轨两端最近的滑块端面 and 滑轨的两个端面加工内螺纹。(使用1个滑块时，两端面都加工)
- ② /JJ 使用2个以上滑块时，在所有滑块的两个端面和滑轨的两个端面上加工内螺纹。(使用1个滑块时请注明“/J”)
- ③ /JR 在滑轨的两个端面加工内螺纹。
- ④ /JS 在距离滑轨两端最近的滑块端面上加工内螺纹。(使用1个滑块时，两端面都加工)
- ⑤ /JJS 使用2个以上滑块时，在所有滑块的两个端面上加工内螺纹。(使用1个滑块时请注明“/JS”)

### 黑铬皮膜处理 /LC /LR /LCR

黑色的渗透性铬皮膜处理后，用丙烯酸树脂进行涂层处理，提高防锈能力。

- ① /LC 对外壳进行处理。
- ② /LR 对滑轨进行处理。
- ③ /LCR 对外壳和滑轨进行处理。

### 氟化黑铬皮膜处理 /LFC /LFR /LFCR

黑色的渗透性铬皮膜处理后，用氟树脂进行涂层处理，进一步提高防锈能力，而且异物不易粘附在表面。

- ① /LFC 对外壳进行处理。
- ② /LFR 对滑轨进行处理。
- ③ /LFCR 对外壳和滑轨进行处理。

### 附带滑轨安装用螺栓 /MA

附带我公司推荐的滑轨安装用螺栓。螺栓尺寸请参照尺寸表。

### 不附带滑轨安装用螺栓 /MN

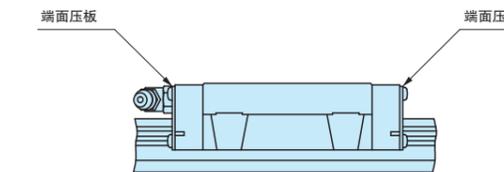
不附带滑轨安装用螺栓。

### 安装孔尺寸变更 /M4

将ME15的M3用滑轨安装孔变更为M4用滑轨安装孔。搭配附带的滑轨安装用螺栓(辅助标记“/MA”)时，请注明“/MA4”。

### 无密封垫片 /N

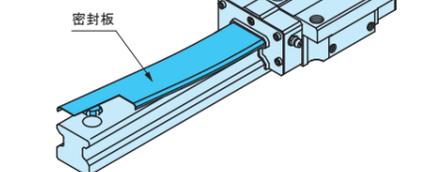
要减少滑块的运动阻力时，可将两侧的侧面密封垫片更换成与滑轨不接触的端面压板，并且不安装下面密封垫片。但是，此规格不具防尘效果。



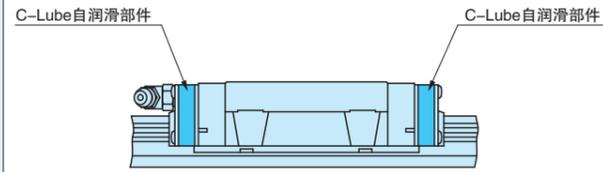
### 滑轨用密封板 /PS

安装滑轨用密封板后供货。滑轨安装完毕后，用冲压成U字形的不锈钢制薄板覆盖在上表面，进一步提高密封性。侧面密封垫片更换为专用密封件。

此外，安装密封板时，请参照同包装的密封板使用说明书。

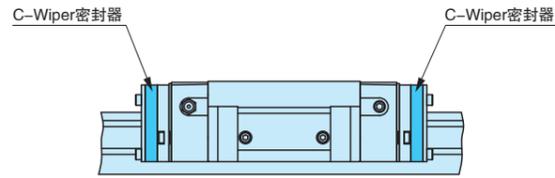


### C-Lube自润滑部件 /Q



在滑块的侧面密封垫片内侧安装含有润滑剂的C-Lube自润滑部件，可延长润滑剂的补给间隔。

### C-Wiper密封器 /RC /RCC



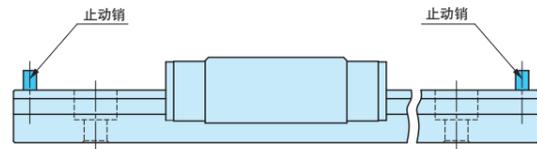
滑块端面安装C-Wiper密封器提高防尘性能。带C-Wiper密封器的滑块同时配备内面密封垫片(/UR)及刮板(/Z)。

- ① /RC 将C-Wiper密封器装在离滑轨两端最近的滑块端面上。使用1个滑块时，两端面都加工。
- ② /RCC 使用2个以上滑块时，所有滑块的两端面均安装C-Wiper。

### 特殊环境用密封垫片 /RE

将标准配备的侧面密封垫片及下面密封垫片更换为能在高温环境下使用的特殊环境用侧面密封垫片。

### 带止动销的滑轨 /S

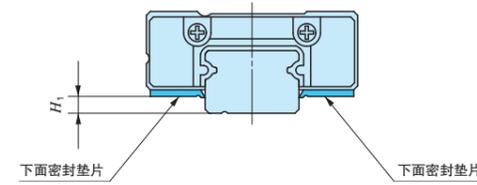


在滑轨的两端安装止动销以阻止滑块脱落。

### 对接规格滑轨(自由组合规格) /T

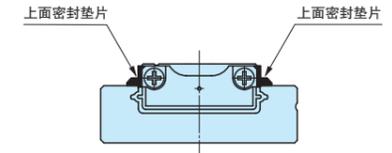
为了将自由组合规格的滑轨按直线运动方向对接，加工两端对接部。请将互换性标记一样的滑轨对接起来使用。此外，非互换性规格时请注明对接滑轨“/A”。

### 下面密封垫片<sup>(1)</sup> /U

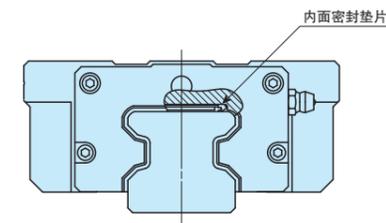


为了防止异物从直线导轨的下方侵入，在滑块的下面安装密封垫片。

注<sup>(1)</sup> C-Lube自润滑直线导轨UL、直线导轨U时为“上面密封垫片”。为了防止异物从直线导轨的上方侵入，在滑块的上部侧面安装密封垫片。

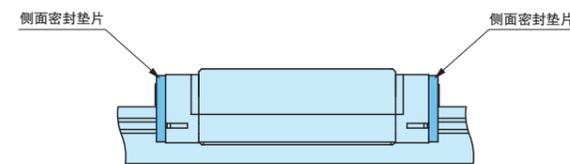


### 内面密封垫片 /UR



滑块内部安装内面密封垫片。内面密封垫片能够提高圆柱滚子循环部的防尘性能，阻止异物从滑轨顶面侵入。

### 侧面密封垫片 /US



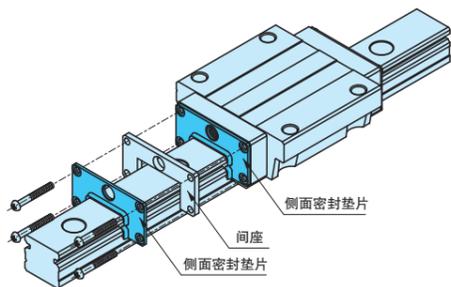
安装侧面密封垫片以取代滑块两侧的刮板，从而提高防尘性能。

### 双层密封垫片(单件) /V /VR /VL

在自由组合规格的滑块单件上装上两层侧面密封垫片，提高防尘性能。

- ① /V 在滑块的两个端面装上双层密封垫片。
- ② /VR 从滑块的  标记侧看去，右侧端面装上双层密封垫片。
- ③ /VL 从滑块的  标记侧看去，左侧端面装上双层密封垫片。

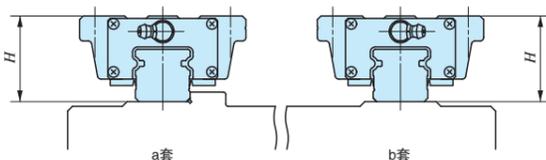
双层密封垫片(成套产品) /V /VW



自由组合规格的成套产品或非互换性规格产品的滑块上装上两层侧面密封垫片，提高防尘性能。

- ① /V 在最接近滑轨两端的滑块的端面装上双层密封垫片。使用1个滑块时，两端面都加工。
- ② /VW 使用2个以上滑块时，在所有滑块的两个端面装上双层密封垫片。

几套一组 /W



将同一平面上的多套直线导轨、圆柱滚子直线导轨的H尺寸的相互差控制在标准范围内。

多套产品的H尺寸的相互差与1套的精度相同。请在“/W”之后注明套数，以根数为单位指示。

指定润滑脂 /YCG /YCL /YAF /YBR /YNG

可通过辅助标记更改封入的润滑脂。

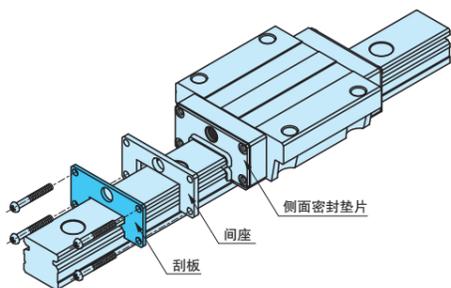
- ① /YCG 封入洁净环境用低尘润滑脂CG2。
- ② /YCL 封入洁净环境用低尘润滑脂CGL。
- ③ /YAF 封入耐打滑磨损润滑脂AF2。
- ④ /YBR 封入摩力克(Molykote)BR2-Plus润滑脂[道康宁(Dow Corning)公司]。
- ⑤ /YNG 不封入润滑脂。

刮板(单件) /Z /ZR /ZL

在自由组合规格的滑块单件上安装金属制的刮板。刮板为非接触结构，可有效排除粘附在滑轨上的较大异物。

- ① /Z 在滑块的两个端面装上刮板。
- ② /ZR 从滑块的标记侧看去，右侧端面装有刮板。
- ③ /ZL 从滑块的标记侧看去，左侧端面装有刮板。

刮板(成套产品) /Z /ZZ



在自由组合规格的成套产品或非互换性规格产品的滑块上装上金属制的刮板。

刮板为非接触结构，可有效排除粘附在滑轨上的较大异物。

- ① /Z 将刮板装在离滑轨两端最近的滑块端面上。使用1个滑块时，两端面都加工。
- ② /ZZ 使用2个以上滑块时，在所有滑块的两个端面上装上刮板。

使用注意事项

工作温度

内置C-Lube自润滑部件的直线导向设备的最高工作温度为80℃。未内置C-Lube自润滑部件的直线导向设备的最高工作温度为120℃，连续工作时的最高工作温度为100℃。温度超过100℃时，请向IKO咨询。

特别配置中指定附带C-Lube自润滑部件(辅助标记“/Q”)时，最高工作温度为80℃。

使几个滑块靠近后使用时

几个滑块紧贴使用时，如果滑块与机械、装置等的安装精度差，可能会造成实际负荷超过负荷的计算值。此时必须将负荷估算得大于计算值。

横向或倒转安装时

将直线导轨E及直线导轨F横向或倒转安装使用时，为了防止异物侵入滑块内部，请根据需要指定安装有下面密封垫片的特别配置(辅助标记“/U”)。

运行速度

直线导轨、圆柱滚子直线导轨的运行速度的极限值受运动特性、负荷的大小、润滑状态、安装精度、环境温度等各种运行条件的影响。

表19所示为根据实绩和经验总结出的在一般运行条件下最高速度的大致标准。

表19 最高速度的标准

大小尺寸	最高速度 m/min
35	180
45	120
55	100
65	75

清洗、脱脂

严禁用有脱脂能力的有机溶剂、白煤油等清洗内置C-Lube自润滑部件的直线导向设备。

油润滑时润滑油的供给部位

采用重力滴下方式供给润滑油时，位于供给部位上方的轨道有时不能充分供给润滑油。因此，需研究润滑路径和供给部位。如此使用时请向IKO咨询。

安装注意事项

几套同时安装时

●自由组合规格的产品  
自由组合规格的产品请将带有相同互换性标记(“S1”或“S2”)的滑块和滑轨安装在一起。

●非互换性规格的产品

请勿改变供货时的滑块和滑轨的组合。

●将几套作为一组来使用的产品

将几套作为一组来使用的特别配置(辅助标记为“/W”)的产品，在供货时已将其作为一组对相互差进行了调整，安装时请勿将其与其它组混合。

滑块和滑轨的组装

将滑块组装到滑轨上时，请将滑块与滑轨的槽正确对准，平行、轻轻地移动滑块。如果胡乱操作，可能会导致密封垫片损伤或钢球、圆柱滚子脱落等问题。

如果是预先附带辅助安装轨道的产品，使用辅助安装轨道则可以更容易地将滑块安装到滑轨上。

表21.1及表21.2所示型号中，辅助安装轨道已作为附件附带，其它型号也备有辅助安装轨道，需要时请向IKO咨询。

安装精度

如果直线导轨、圆柱滚子直线导轨的安装面精度或安装精度差，会导致超出计算值的大负荷发生。该负荷会影响直线导向设备的寿命，必须予以注意。因此，为了提高直线导轨、圆柱滚子直线导轨的可靠性，必须根据要求的运动精度和刚性等使用条件，保证滑轨和滑块安装部具有较高的加工精度及安装精度，还必须研究能够维持该精度和性能的安装结构。

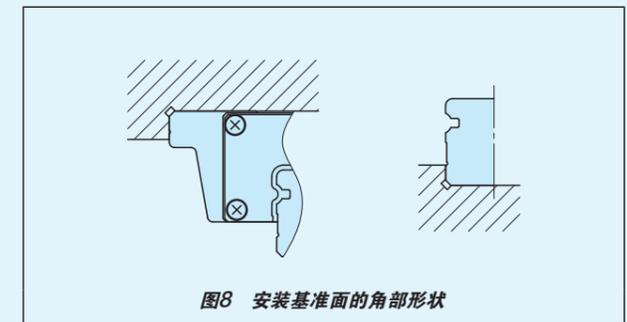
使用几套时各套之间安装平行度的大致标准请参照表20。

表20 2个安装面的平行度

等级	单位 μm				
	普通级 (无标记)	高级 (H)	精密级 (P)	超精密级 (SP)	超超精密级 (UP)
平行度	30	20	10	6	

安装基准面的肩高和角部圆弧半径

如图8所示，安装侧基准面的角部形状推荐设置清角槽，也可以加工成角部圆弧半径使用。安装侧安装基准面的肩高和角部圆弧半径的推荐值请参照各系列的解说。



## 安装注意事项

表21.1 附带辅助安装轨道的产品

○：附带

系列名称和大小尺寸	自由组合		非互换性规格 成套产品
	滑块单件	成套产品	
C-Lube自润滑直线导轨L 直线导轨L	○	参照表21.2	参照表21.2
C-Lube自润滑直线导轨LV	—	—	—
C-Lube自润滑直线导轨V	—	—	—
C-Lube自润滑直线导轨E 直线导轨E	○	—	—
C-Lube自润滑直线导轨H 直线导轨H	8~12	○	○
	15~65	○	—
	超长型	○	○
直线导轨F	○	—	—
C-Lube自润滑直线导轨UL 直线导轨U	25、30	—	○
	40~86	—	—
C-Lube自润滑圆柱滚子直线导轨超级X 圆柱滚子直线导轨超级X	10~30	○	○
	35~65	○	—
	超长型	○	○
85、100	—	—	—
圆柱滚子直线导轨X	—	—	—

表21.2 附带辅助安装轨道的C-Lube自润滑直线导轨L、C-Lube自润滑直线导轨LV、直线导轨L的型号

C-Lube自润滑直线导轨L		C-Lube自润滑直线导轨LV	直线导轨L	
标准型	宽幅型	标准型	标准型	宽幅型
—	—	—	LWL 2	LWLF 4
MLC 3	MLFC 6	—	LWLC 3	LWLFC 6
ML 3	MLF 6	—	LWL 3	LWLF 6
MLC 5	MLFC 10	—	LWLC 5··B	LWLFC 10··B
ML 5	MLF 10	—	LWL 5··B	LWLF 10··B
MLC 7	MLFC 14	MLV 7	LWLC 7··B	LWLFC 14··B
ML 7	MLF 14	—	LWL 7··B	LWLF 14··B
MLG 7	MLFG 14	—	LWLG 7··B	LWLFG 14··B
MLC 9	MLFC 18	MLV 9	LWLC 9··B	LWLFC 18··B
ML 9	MLF 18	—	LWL 9··B	LWLF 18··B
MLG 9	MLFG 18	—	LWLG 9··B	LWLFG 18··B
MLL 9	—	—	LWLG 12··B	LWLFG 24··B
MLG 12	MLFG 24	—	LWLG 15··B	LWLFG 30··B
MLL 12	—	—	LWLG 20··B	LWLFG 42··B
MLG 15	MLFG 30	—	LWLG 25··B	—
MLL 15	—	—	—	—
MLG 20	MLFG 42	—	—	—
MLG 25	—	—	—	—

## 安装面的清洁

请用油石等去除安装直线导轨、圆柱滚子直线导轨的机械、装置的安装面及安装基准面上的毛刺和伤痕,并用干净的布擦去防锈油及污物。

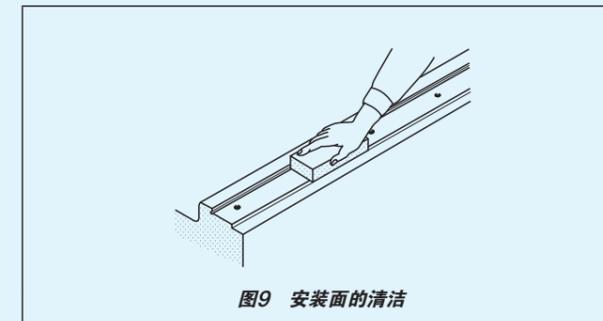


图9 安装面的清洁

## 滑轨安装孔用防尘盖的安装

将特别配置的滑轨安装孔用防尘盖(辅助标记“/F”)安装到滑轨上时,请用平坦的挡块一点点地打入,直到与滑轨上表面达到同一平面。

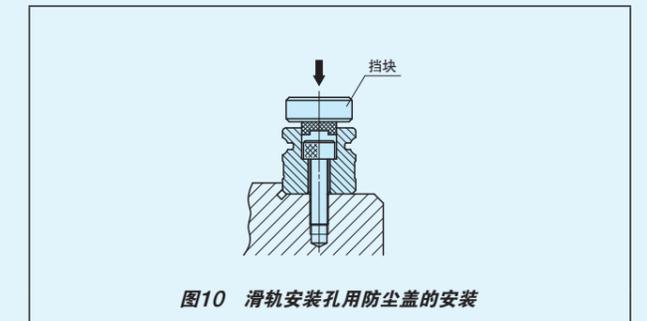


图10 滑轨安装孔用防尘盖的安装

## 固定螺钉的拧紧扭矩

表22所示为安装直线导轨、圆柱滚子直线导轨时固定螺钉的一般拧紧扭矩。如果机械、装置的振动冲击较大,负荷波动较大或者承受力矩负荷,应根据需要采用1.2倍至1.5倍的扭矩进行固定。

此外,对方材料是铸铁或铝合金等时,请根据对方材料的强度特性降低拧紧扭矩。

详细内容请参照产品各系列的解说。

滑轨安装用螺栓作为附件附带于表23所示产品中,也备有不带附件的产品,需要时请向IKO咨询。

表22 固定螺钉的拧紧扭矩

螺钉的公称	拧紧扭矩 N·m			
	碳素钢螺钉 (强度分类 8.8)	碳素钢螺钉 (强度分类 10.9)	碳素钢螺钉 (强度分类 12.9)	不锈钢螺钉 (性状分类 A2-70)
M 1 ×0.25	—	—	—	0.04
M 1.4×0.3	—	—	—	0.10
M 1.6×0.35	—	—	—	0.15
M 2 ×0.4	—	—	—	0.31
M 2.3×0.4	—	—	—	0.49
M 2.5×0.45	—	—	—	0.62
M 2.6×0.45	—	—	—	0.70
M 3 ×0.5	1.3	—	1.8	1.1
M 4 ×0.7	2.9	—	4.1	2.5
M 5 ×0.8	5.7	—	8.0	5.0
M 6 ×1	—	—	13.6	8.5
M 8 ×1.25	—	—	32.7	20.4
M10 ×1.5	—	—	63.9	—
M12 ×1.75	—	—	110	—
M14 ×2	—	—	175	—
M16 ×2	—	—	268	—
M20 ×2.5	—	—	522	—
M24 ×3	—	749	—	—
M30 ×3.5	—	1 490	—	—

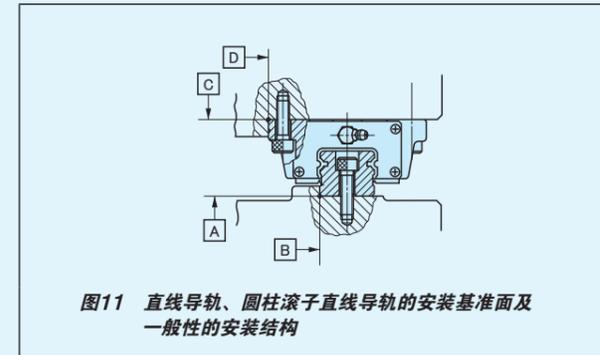
表23 附带的滑轨安装用螺栓的规格

系列	附带螺栓的规格				
	大小尺寸	材料种类	种类	材质	分类
C-Lube自润滑直线导轨L 标准型 <sup>(1)</sup> 直线导轨L 标准型 <sup>(1)</sup>	1 ~ 3 <sup>(2)</sup>	不锈钢制	JCIS 10-70精密设备用十字槽盘头小螺丝	不锈钢制	—
	5	不锈钢制	JCIS 10-70精密设备用十字槽盘头小螺丝	不锈钢制	—
	7 ~ 25	不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
	9 ~ 20	碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 8.8
C-Lube自润滑直线导轨L 宽幅型 <sup>(1)</sup> 直线导轨L 宽幅型 <sup>(1)</sup>	4 ~ 10	不锈钢制	JCIS 10-70精密设备用十字槽盘头小螺丝	不锈钢制	—
	14 ~ 42	不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
	18 ~ 42	碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 8.8
C-Lube自润滑直线导轨LV		不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
C-Lube自润滑直线导轨V <sup>(3)</sup>		碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9
C-Lube自润滑直线导轨E <sup>(2)</sup> 直线导轨E <sup>(2)</sup>		不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
		碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9
C-Lube自润滑直线导轨H <sup>(4)</sup> 直线导轨H <sup>(5)</sup>	8 ~ 30	不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
	12	碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 8.8
	15 ~ 65	碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9
直线导轨F		不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
		碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9
C-Lube自润滑直线导轨UL <sup>(2)</sup>	25	不锈钢制	JCIS 10-70精密设备用十字槽盘头小螺丝	不锈钢制	—
	30	不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
直线导轨U <sup>(3)</sup>	40 ~ 86	碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9
C-Lube自润滑圆柱滚子直线导轨超级X <sup>(4)</sup> 圆柱滚子直线导轨超级X	10 ~ 65	不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
		碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9
	85 ~ 100	碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 10.9
圆柱滚子直线导轨X	25 ~ 55	碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9
	75	碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 10.9
直线导轨LM <sup>(6)</sup>		不锈钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	不锈钢制	性状分类 A2-70
直线导轨M <sup>(7)</sup>		碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9
圆柱滚子直线导轨M <sup>(7)</sup>		碳素钢制	JIS B 1176 内六角螺栓	碳素钢制	强度分类 12.9

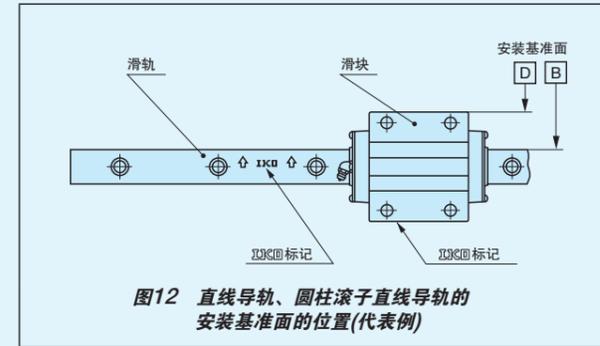
注(1) 有内螺纹的滑轨规格不带螺栓。  
 (2) 不带螺栓。由IJKO准备螺栓的规格。  
 (3) 不带螺栓。指定了特殊规格“/MA”(带滑轨安装用螺栓)时的规格。  
 (4) 成套产品不带螺栓。指定了特殊规格“/MA”(带滑轨安装用螺栓)时的规格。  
 (5) LWH...MU不带螺栓。  
 (6) 不带滑动单元安装用螺栓。  
 (7) 也带有滑动单元安装用螺栓。

### 安装面、安装基准面及一般性的安装结构

安装直线导轨、圆柱滚子直线导轨时，将滑轨及滑块的安装基准面B、D正确地对准工作台及底座的安装基准面进行固定。(参照图11)  
 安装基准面B、D及安装面A、C已经过精密的研磨精加工。所以如果安装侧的机械、装置等的安装面也经过了高精度的加工并正确安装，就能够获得稳定的高精度直线运动。

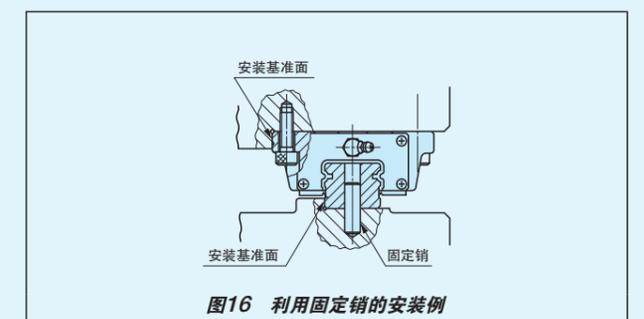
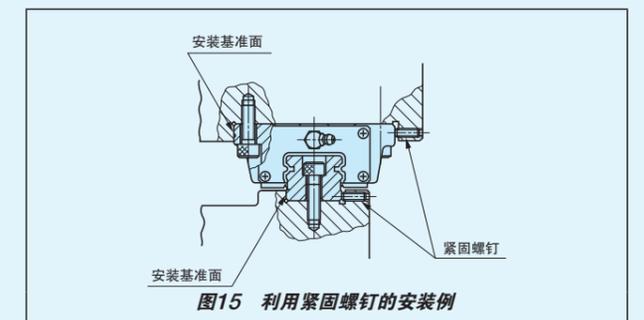
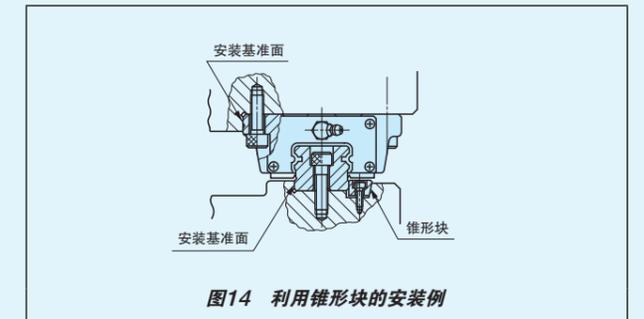
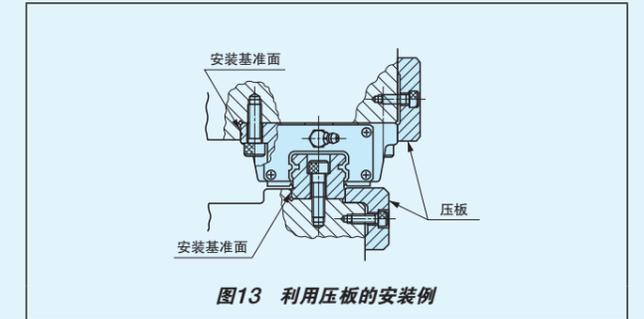


滑块的安装基准面是有IJKO标记的相反的一侧。滑轨的安装基准面是正视滑轨上表面的IJKO标记，其上方的侧面(箭头方向)。(参照图12)



### 负荷方向和安装结构

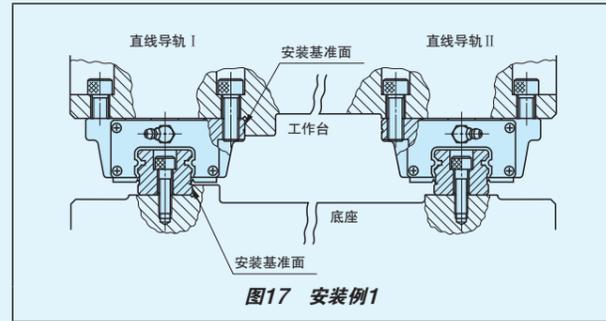
当直线导轨、圆柱滚子直线导轨承载横向负荷、交替负荷或波动负荷时，请按照图13和图14所示，切实牢固地固定滑块及滑轨的侧面。  
 负荷小或使用条件不十分苛刻时，也可采用图15和图16所示的方法安装。



# 安装例

例1~例4以直线导轨为例说明直线导轨、圆柱滚子直线导轨的一般安装步骤。

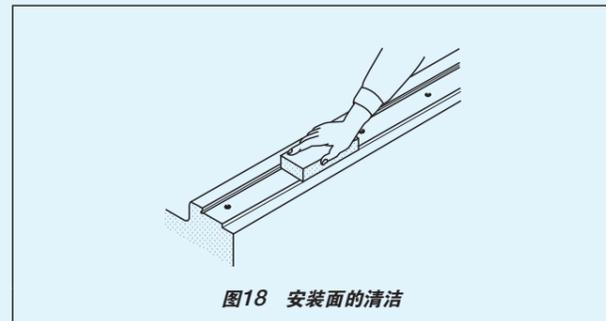
## 例1 一般组装



对于没有冲击的一般用途，在基准侧的底座和工作台上加工安装基准面，其安装步骤如下所示。(参照图17)

### 1 安装面和安装基准面的清洁

- 请用油石等去除安装直线导轨的机械、装置的安装面及安装基准面上的毛刺和伤痕，并用干净的布擦拭(参照图18)。
- 请用干净的布擦去直线导轨的安装基准面及安装面上的防锈油和污物。



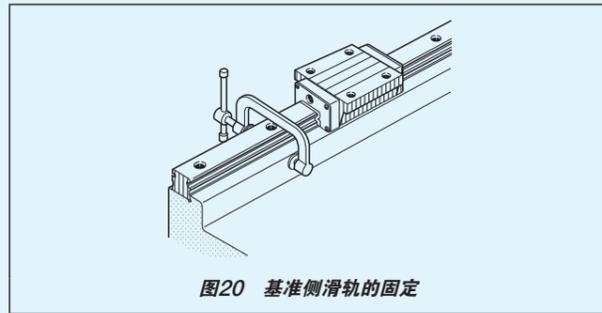
### 2 直线导轨I、II的滑轨的临时固定

- 将直线导轨I的滑轨的安装基准面对准底座的安装基准面后临时固定。(参照图19)
- 此时请确认固定螺栓不与安装孔干涉。
- 将直线导轨II的滑轨固定到底座上。



### 3 直线导轨I的滑轨的固定

- 用小号老虎钳等使滑轨的安装基准面贴紧底座的安装基准面，拧紧同一位置上的固定螺栓。从一端起反复用该方法依次将滑轨固定。(参照图20)
- 直线导轨II的滑轨保持临时固定状态。



### 4 直线导轨I、II的滑块的临时固定

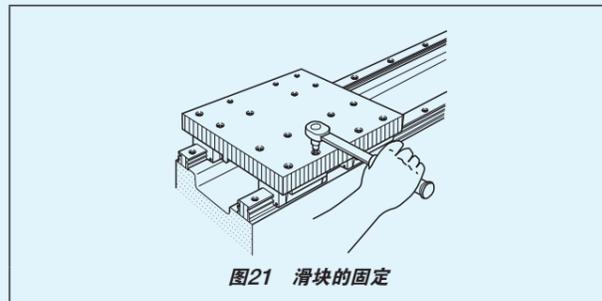
- 将直线导轨与工作台的安装位置对齐，轻轻放上工作台。
- 将直线导轨I、II的滑块临时固定在工作台上。

### 5 直线导轨I的滑块的固定

- 将直线导轨I的滑块的安装基准面正确对准工作台的安装基准面并固定。

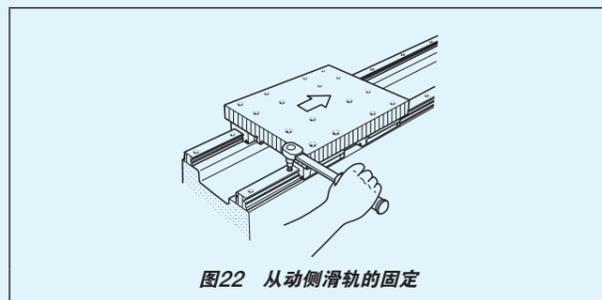
### 6 直线导轨II的滑块的固定

- 将直线导轨II的滑块中的一个按运动方向正确固定，另一个滑块保持临时固定状态。(参照图21)



### 7 直线导轨II的滑轨的固定

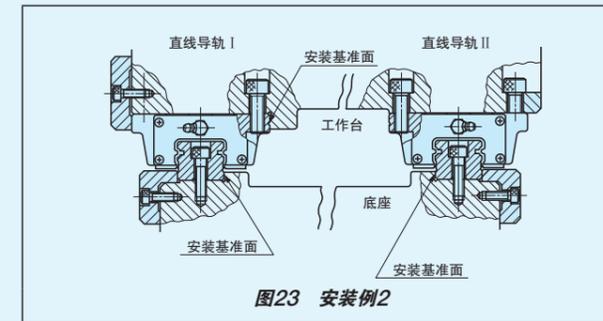
- 移动工作台，确认运动状况顺畅后固定直线导轨II的滑轨。被固定的直线导轨II的滑块通过后立即拧紧固定螺栓。从一端起反复用该方法依次将滑轨固定。(参照图22)



### 8 直线导轨II的滑块的固定

- 固定直线导轨II的另一个滑块。

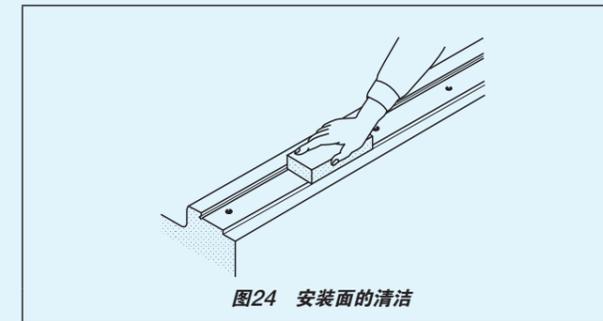
## 例2 需要直线运动的精度和刚性时的组装



需要直线运动的精度和刚性时，可设2处底座安装基准面，1处工作台安装基准面，并按照下面的步骤安装。(参照图23)

### 1 安装面和安装基准面的清洁

- 请用油石等去除安装直线导轨的机械、装置的安装面及安装基准面上的毛刺和伤痕，并用干净的布擦拭(参照图24)。
- 请用干净的布擦去直线导轨的安装基准面及安装面上的防锈油和污物。



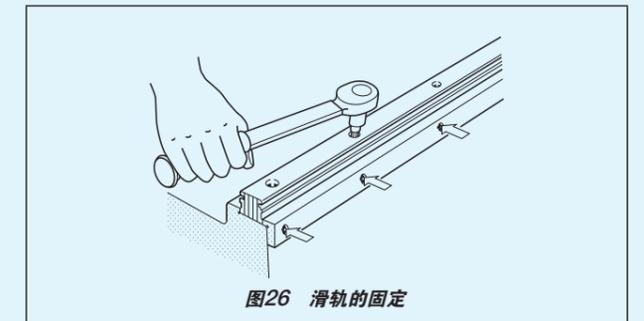
### 2 直线导轨I、II的滑轨的临时固定

- 将直线导轨I的滑轨的安装基准面对准底座的安装基准面后临时固定。(参照图25)
- 此时请确认固定螺栓不与安装孔干涉。



### 3 直线导轨I、II的滑轨的固定

- 用压板或紧固螺钉使直线导轨I的滑轨安装基准面贴紧底座的安装基准面，拧紧同一位置上的固定螺栓。从一端起反复用该方法依次将滑轨固定。(参照图26)



### 4 直线导轨I、II的滑块的临时固定

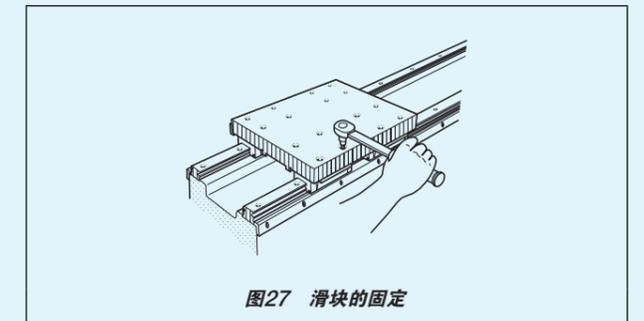
- 将滑块与工作台的安装位置对齐，轻轻放上工作台。将直线导轨I、II的滑块临时固定在工作台上。

### 5 直线导轨I的滑块的固定

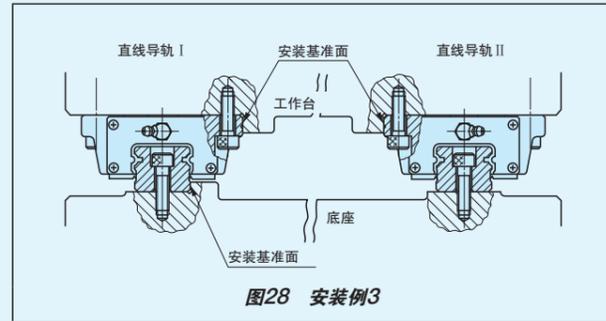
- 用压板或紧固螺钉将直线导轨I的滑块的安装基准面正确对准工作台的安装基准面并固定。

### 6 直线导轨II的滑块的固定

- 移动工作台，确认运动状况顺畅后固定直线导轨II的滑块。(参照图27)



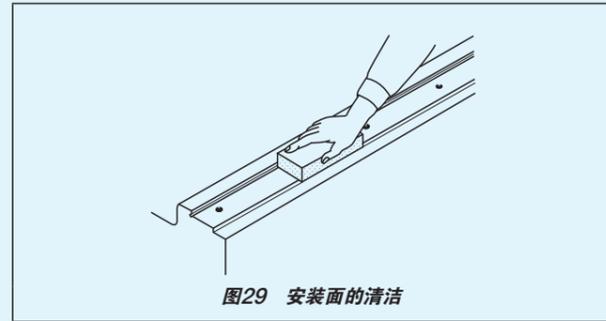
### 例3 滑块与滑轨的分离式组装



如果放上工作台后无法切实固定时,可在底座加工1处安装基准面,工作台加工2处安装基准面,并按照下面的步骤安装。(参照图28)

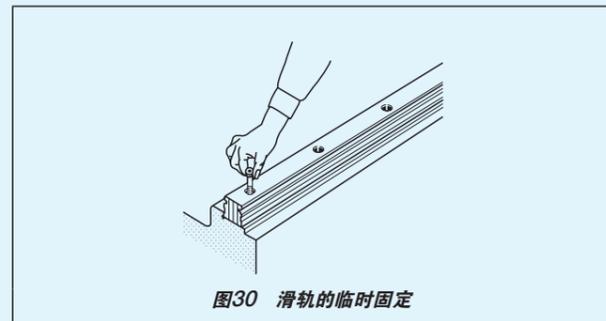
#### 1 安装面和安装基准面的清洁

- 请用油石等去除安装直线导轨的机械、装置的安装面及安装基准面上的毛刺和伤痕,并用干净的布擦拭(参照图29)。
- 请用干净的布擦去直线导轨的安装基准面及安装面上的防锈油和污物。



#### 2 直线导轨I、II的滑轨的临时固定

- 将直线导轨I的滑轨的安装基准面对准底座的安装基准面后临时固定。(参照图30)
- 此时请确认固定螺栓不与安装孔干涉。



#### 3 直线导轨I的滑轨的固定

- 用小号老虎钳等使滑轨的安装基准面贴紧底座的安装基准面,拧紧同一位置上的固定螺栓。从一端起反复用该方法依次将滑轨固定。(参照图31)
- 直线导轨II的滑轨保持临时固定状态。

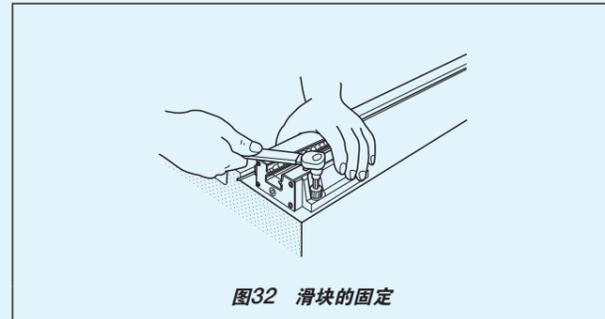


#### 4 滑轨与滑块的分离

- 确认直线导轨I、II的滑轨和滑块的搭配及位置关系后,将滑块从滑轨上分离下来。

#### 5 直线导轨I、II的滑块的固定

- 正确对准直线导轨I、II的滑块的安装基准面并固定。(参照图32)



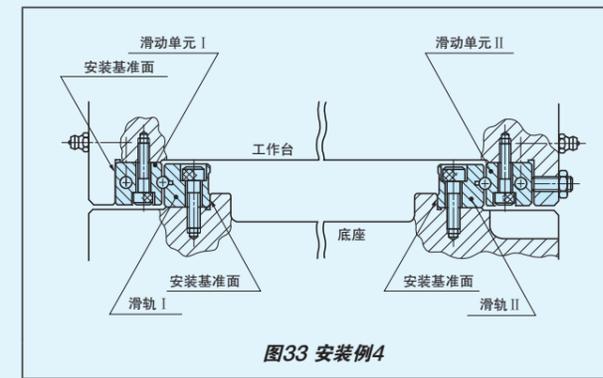
#### 6 滑轨和滑块的组合

- 将固定在工作台上的滑块对准固定和临时固定在底座上的滑轨位置,保持平行,慢慢、小心地套入装好。

#### 7 直线导轨II的滑轨的固定

- 移动工作台,确认运动状况顺畅后固定直线导轨II的滑轨。被固定的直线导轨II的滑块通过后立即拧紧固定螺栓。从一端起反复用该方法依次将滑轨固定。

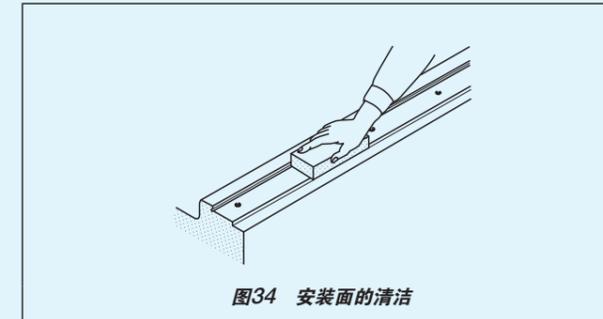
### 例4 直线导轨模组的组装



直线导轨模组通常2套并列使用,如图33所示。安装一般步骤如下所示(参照图33)。

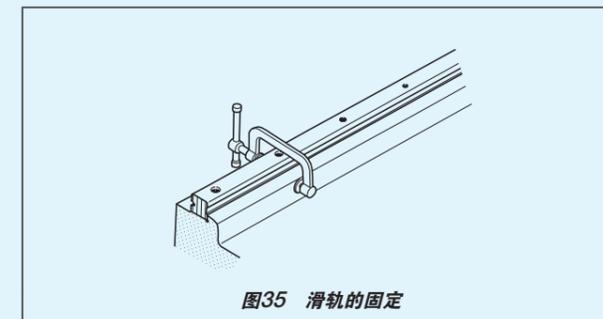
#### 1 安装面和安装基准面的清洁

- 请用油石等去除安装直线导轨模组的机械、装置的安装面及安装基准面上的毛刺和伤痕,并用干净的布擦拭(参照图34)。
- 请用干净的布擦去直线导轨模组的安装基准面及安装面上的防锈油和污物。



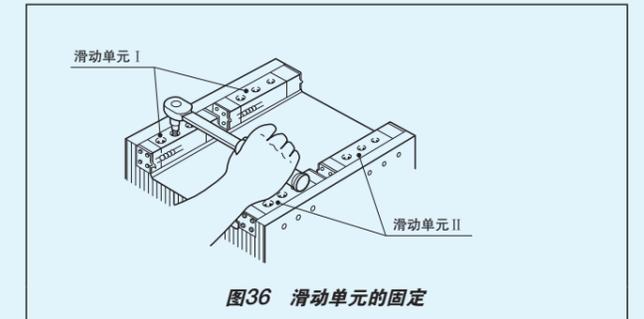
#### 2 滑轨的固定

- 将滑轨I、II的安装基准面正确对准底座的安装基准面,用小号老虎钳等使其贴紧,拧紧同一位置上的固定螺栓(参照图35)。



#### 3 滑动单元的固定

- 将滑动单元I的安装基准面正确对准工作台的安装基准面,拧紧固定螺栓,临时固定滑动单元II(参照图36)。

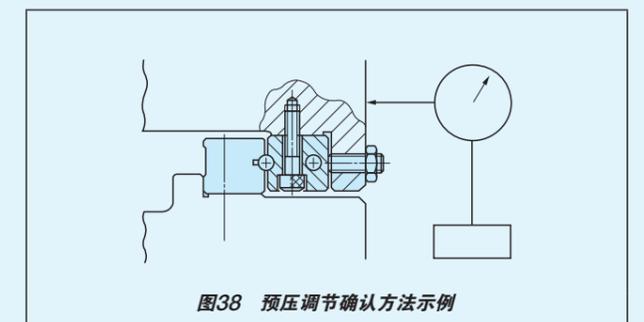
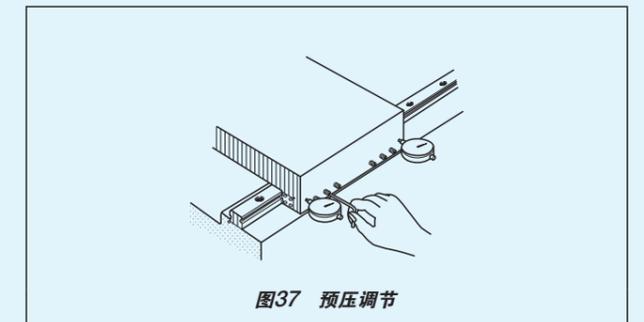


#### 4 工作台和底座的组合

- 将固定在工作台上的滑动单元对准固定在底座上的滑轨位置,保持平行,慢慢、小心地套入装好。

#### 5 滑动单元II的固定

- 如图37所示,一边用千分表测量间隙,一边从中央的预压调节螺丝开始,拧紧所有的预压调节螺丝。
- 左右移动工作台,千分表停止跳动时,表示为零预压或轻微预压状态。
- 预压调节结束后,拧紧固定螺栓。



### 基准侧滑轨的安装方法

安装基准侧滑轨有下面所示的一些方法。请根据机械、装置的规格选择适当的方法安装。

#### ①使用安装基准面的方法

- 用压板或小号老虎钳等使滑轨的安装基准面贴紧底座的安装基准面，拧紧同一位置上的固定螺栓。从一端起反复用该方法依次将滑轨固定。

#### ②使用临时基准面的方法

- 在底座的安装面附近加工临时基准面，将滑轨临时固定后，如图39所示，将测定架固定在滑块上面并使指示器接触临时基准面，从滑轨的一端开始边控制直线度，边依次固定。

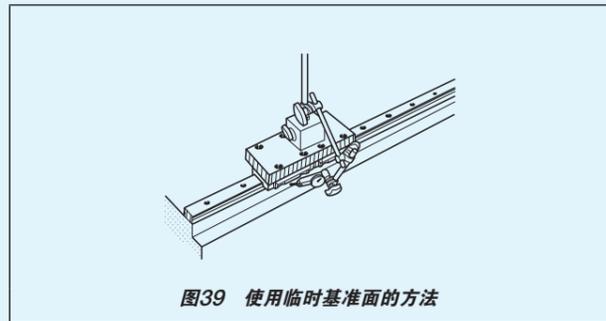


图39 使用临时基准面的方法

#### ③利用直规的方法

- 将滑轨临时固定后，如图40所示，将指示器接触滑轨的安装基准面，以直规为基准，从滑轨的一端开始边控制直线度，边依次固定。

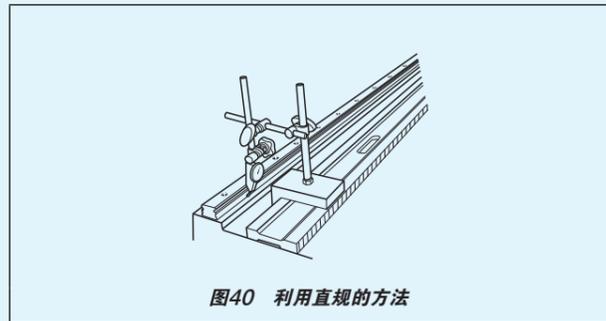


图40 利用直规的方法

### 从动侧滑轨的安装方法

安装从动侧滑轨有下面所示的一些方法。请根据机械、装置的规格选择适当的方法安装。

#### ①使用安装基准面的方法

- 用压板或小号老虎钳等使滑轨的安装基准面贴紧底座的安装基准面，拧紧同一位置上的固定螺栓。从一端起反复用该方法依次将滑轨固定。

#### ②效仿基准侧滑轨的方法

- 正确安装基准侧滑轨后，将一个从动侧滑块按运动方向正确安装，并临时固定剩下的另一个从动侧滑块和滑轨，边确认是否顺畅运动，边从一端开始依次固定从动侧滑轨。

#### ③利用直规的方法

- 将滑轨临时固定后，如图40所示，将指示器接触滑轨的安装基准面，以直规为基准，从滑轨的一端开始边控制直线度，边依次固定。

#### ④使用基准侧直线导轨的方法

- 如图41所示，将测定架固定在基准侧滑块上面并使指示器接触从动侧滑轨的安装基准面，从滑轨的一端开始边控制直线度，边依次固定。

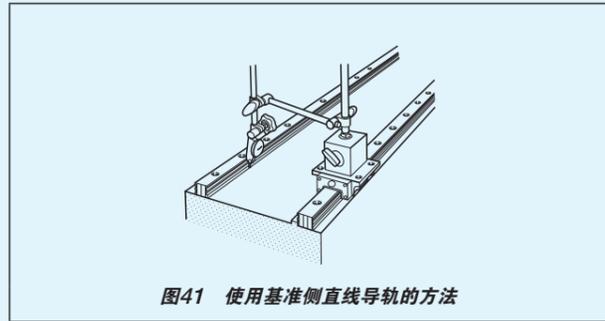


图41 使用基准侧直线导轨的方法

### 将滑轨对接使用时的安装步骤

将几根滑轨对接起来使用时，必须指定特别配置的对接滑轨(非兼容规格、辅助标记“/A”)或对接规格滑轨(自由组合规格、辅助标记“/T”)。

如图42所示，对接滑轨的端部上表面标有对接标记。对接安装滑轨的一般步骤如下所示。

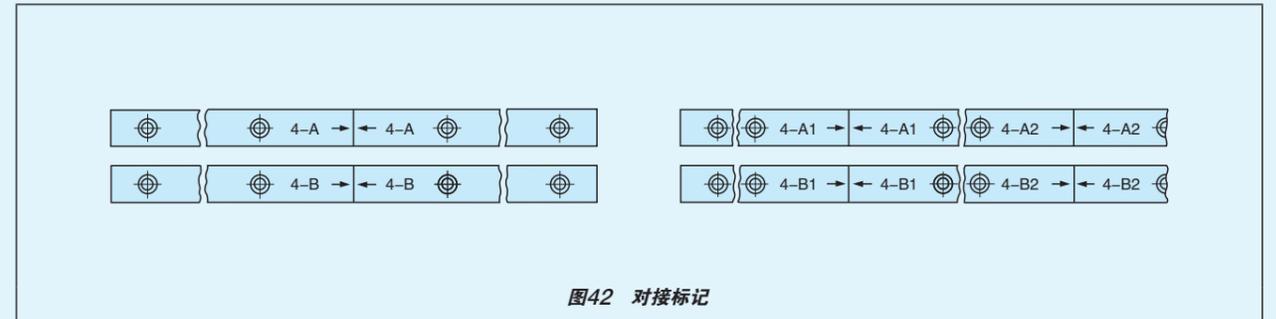


图42 对接标记

① 对齐滑轨端部上表面的对接标记并临时固定。此外，自由组合系列的对接规格滑轨经过了标准化加工，所以对于对接位置不作特别指定。

② 将滑轨的安装基准面正确对准底座的安装基准面并依次固定。安装时应用小号老虎钳等使滑轨的安装基准面贴紧底座的安装基准面，使滑轨的对接部不产生高低差。(参照图43)

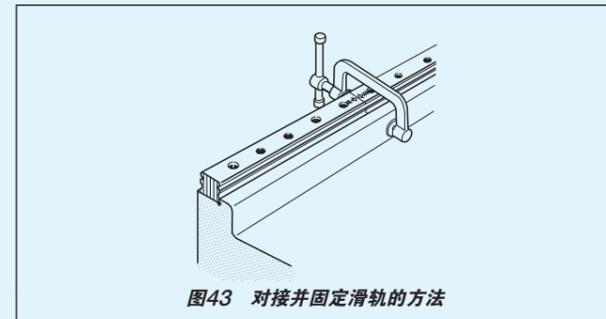


图43 对接并固定滑轨的方法