

# 综合解说

## THK 综合产品目录

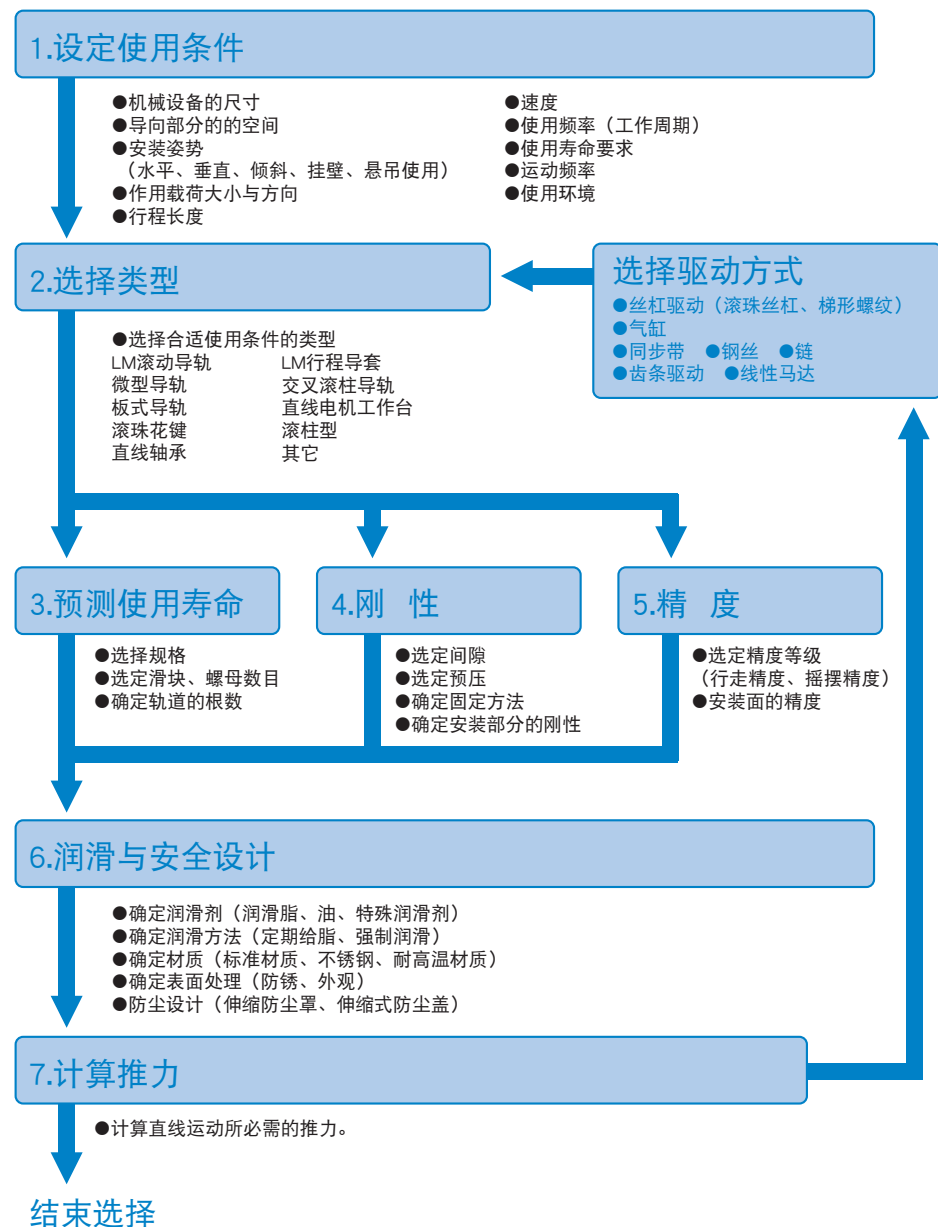
### B 辅助手册

选择的要点	B0-2
选择流程图	B0-2
直线运动系统的类型与特长	B0-3
额定载荷	B0-7
• 直线运动系统的使用寿命	B0-7
• 额定寿命	B0-7
• 基本额定载荷	B0-7
基本动额定载荷 $C$	B0-7
基本静额定载荷 $C_0$	B0-8
静态容许力矩 $M_0$	B0-8
静态安全系数 $f_s$	B0-9
寿命计算公式	B0-10
刚性	B0-13
• 选择直线运动系统的间隙和预压	B0-13
间隙和预压	B0-13
预压与刚性	B0-14
摩擦系数	B0-15
精度	B0-16
润滑	B0-16
安全设计	B0-18
• 确定材质	B0-19
不锈钢	B0-19
• 表面处理	B0-20
AP-HC	B0-20
AP-C	B0-20
AP-CF	B0-20
• 防尘	B0-23

# 选择的要点




## 综合解说

### 选择流程图



# 直线运动系统的类型与特长




类型	LM滚动导轨	滚珠花键	直线轴承
外观			
特长	<ul style="list-style-type: none"> <li>理想的4列圆弧沟槽两点接触构造</li> <li>采用DF结构而具有出色的误差吸收能力</li> <li>具有吸收安装面误差的精度平均化效果</li> <li>容许载荷大和高刚性</li> <li>摩擦系数低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>扭矩负量大</li> <li>对于扭矩传输机构以及同时承受扭矩和径向载荷的部位为最佳选择</li> <li>旋转方向间隙为“零”</li> <li>滚珠保持型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有互换性</li> <li>以低价格实现能够进行无限直线运动的直线运动系统</li> </ul>
行程	无限行程	无限行程	无限行程
主要用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>平面磨床</li> <li>电火花加工机</li> <li>高速搬送装置</li> <li>NC车床</li> <li>射出成形机</li> <li>木工机械</li> <li>半导体制造装置</li> <li>检查装置</li> <li>食品机械</li> <li>医疗机器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装配机器人的Z轴</li> <li>自动装卸机</li> <li>传送机</li> <li>自动搬运装置</li> <li>绕线机</li> <li>研磨床主轴驱动轴</li> <li>建筑车辆的转向操纵</li> <li>血液检查装置</li> <li>ATC</li> <li>高尔夫球练习机</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各种计测器</li> <li>三维数字式测量设备</li> <li>印刷机械</li> <li>办公设备</li> <li>自动售货机</li> <li>医疗机器</li> <li>食品包装机械</li> </ul>
产品介绍页码	<b>B1-1</b> ～	<b>B3-1</b> ～	<b>B4-1</b> ～

类型	LM行程衬套	精密板式直线导轨	交叉滚柱导轨
外观			
特长	<ul style="list-style-type: none"> <li>能进行旋转运动、直线运动以及复合运动</li> <li>能在极小的摩擦系数下进行滚动运动</li> <li>成本低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超薄轻量型</li> <li>减少设计和装配成本</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用寿命长、高刚性</li> <li>间隙调节简易型</li> </ul>
行程	有限行程	无限行程	有限行程
主要用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>冲压式冲模</li> <li>印刷机械油墨滚筒部</li> <li>光学测量设备</li> <li>主轴</li> <li>电磁阀导轨</li> <li>冲床支柱导轨</li> <li>测力传感器</li> <li>各种复印机</li> <li>各种检查装置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>磁盘装置</li> <li>电子设备</li> <li>半导体制造装置</li> <li>医疗机器</li> <li>测量设备</li> <li>绘图装置</li> <li>复印机</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各种测量装置</li> <li>装配机</li> <li>印刷电路板钻孔机</li> <li>检查装置</li> <li>小型工作台</li> <li>操纵机构</li> <li>自动车床</li> <li>工具磨床</li> <li>内面磨床</li> <li>小型平面磨床</li> </ul>
产品介绍页码	<b>B5-1</b> ～	<b>B6-1</b> ～	<b>B7-1</b> ～

## 选择的要点

## 直线运动系统的类型与特长

类型	交叉滚柱单元	直线滚动单元	LM滚柱滚动块
外观			
特长	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 易安装单元型</li> <li>• 可选择各种各样的使用方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 易安装单元型</li> <li>• 轻量、小型化</li> <li>• 能在极小的摩擦系数下进行滚动运动</li> <li>• 成本低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 小型化、大负荷容量型</li> <li>• 自动歪斜矫正型</li> </ul>
行程	有限行程	有限行程	无限行程
主要用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 测量设备工作台</li> <li>• 光学工作台</li> <li>• 工具磨床</li> <li>• 印刷电路板钻孔机</li> <li>• 医疗机器</li> <li>• 自动车床</li> <li>• 内面磨床</li> <li>• 小型平面磨床</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 小型电子元件装配机</li> <li>• 处理机</li> <li>• 自动记录装置</li> <li>• 测量设备工作台</li> <li>• 光学工作台</li> <li>• 医疗机器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 精密冲压机的导向部</li> <li>• 冲压模具交换装置</li> <li>• 各种重物运送装置</li> <li>• 自动售货机</li> </ul>
产品介绍页码	<b>B8-1</b> ～	<b>B9-1</b> ～	<b>B10-1</b> ～

类型	板式滚柱链	板式导轨	板式有限运动导轨
外观			
特长	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐负荷性能优异</li> <li>将90°V形面和平面的组合精度标准化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>互换性型</li> <li>低成本简易型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>尺寸小、结构紧凑</li> <li>低成本简易型</li> <li>高强度、高耐久性</li> </ul>
行程	有限行程	无限行程	有限行程
主要用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>刨床</li> <li>龙门铣床</li> <li>外圆磨床</li> <li>平面磨床</li> <li>圆筒磨床</li> <li>光学测量设备</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>游戏机</li> <li>高级家具</li> <li>轻型、重型门</li> <li>工具柜</li> <li>厨房设备</li> <li>自动进给装置</li> <li>电脑外部设备</li> <li>复印机</li> <li>医疗机器</li> <li>各种办公设备</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>游戏机</li> <li>高级家具</li> <li>轻型、重型门</li> <li>各种办公设备</li> <li>商店用器具</li> <li>堆料机</li> </ul>
产品介绍页码	<a href="#">B11-1</a> ～	<a href="#">B12-1</a> ～	<a href="#">B13-1</a> ～

# 额定载荷

## 直线运动系统的使用寿命

当直线运动系统在承受负荷下滚动时, 其滚动面和滚动体(钢球或滚柱)不断地受到重复的碾压应力的作用。达到疲劳极限后, 滚动面发生鳞状剥落而破损, 表面会呈鳞片状剥落。这一现象被称为表面剥落。直线运动系统的使用寿命, 是指产品运行直到其滚动面或者滚动体上面首次发生表面剥落为止的总运行距离。

## 额定寿命

直线运动系统即使在相同条件下制造并处于相同的运行条件下, 其实际使用寿命也多少存在些差异。因此, 作为计算直线运动系统的使用寿命的依据对额定寿命作如下定义。

额定寿命指的是一批相同的直线运动系统在相同条件下分别运行, 直至其中不产生表面剥落的产品在90%以上, 此时产品所能达到的总运行距离。

## 基本额定载荷

直线运动系统具有两种类型的基本额定载荷: 用于计算使用寿命的基本动额定载荷(C)和定义静态容许载荷极限的基本静额定载荷( $C_0$ )。

### 基本动额定载荷C

基本动额定载荷(C)是指, 使一批相同的直线运动系统装置在某一相同条件下分别运行时, 对于使用钢球的直线运动系统, 其额定寿命(L)为 $L=50\text{km}$ , 而对于使用滚柱的直线运动系统为 $L=100\text{km}$ 时, 这一方向和大小都不变的负荷条件被称为基本动额定载荷。

基本动额定载荷(C)用于直线运动系统在承受负荷运行时计算使用寿命。

直线运动系统的各项指标均分别记载于本目录各型号的尺寸表中。

## 基本静额定载荷 $C_0$

直线运动系统处于静止或运行状态下, 如果承受过重的负荷或过大的冲击负荷时, 在滚动面与滚动体接触的部分将会发生局部性永久变形。一旦该永久变形量超出某一极限, 将会妨碍直线运动系统作顺畅的运行。

基本静额定载荷是指在承受最大应力的接触部份上、使滚动体的永久变形量与滚动面的永久变形量之和达到滚动体直径的0.0001倍的、方向和大小均固定不变的静负荷。直线运动系统的基本静额定载荷用径向载荷来定义。

基本静额定载荷 $C_0$ 用于计算相对于作用负荷的静态安全系数。

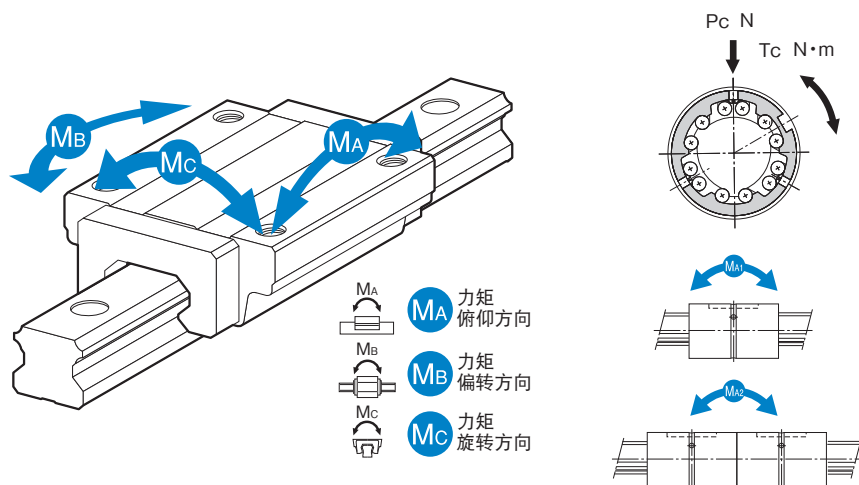
直线运动系统的各项指标均分别记载于本目录各型号的尺寸表中。

## 静态容许力矩 $M_0$

当直线运动系统受到力矩作用时, 由于在直线运动系统内的滚动体上的应力分布不均匀, 两端的滚动体将承受最大的应力。

静态容许力矩 ( $M_0$ ) 是指在承受最大应力的接触部分上, 使滚动体的永久变形量与滚动面的永久变形量之和达到滚动体直径的0.0001倍的, 大小和方向均一定的力矩。

在直线运动系统中, 静态容许力矩用 $M_A$ 、 $M_B$ 和 $M_C$ 这三个方向来定义。



$P_0$  : 径向载荷

$T_0$  : 扭矩方向的力矩

$M_{A1}$  : 俯仰方向的力矩

$M_{A2}$  : 俯仰方向的力矩

直线运动系统的各项静态容许力矩值, 分别记载于各型号容许力矩的章节中。



## 静态安全系数 $f_s$

直线运动系统在静止或运行时, 可能受到因振动、冲击, 或停启所产生的惯性力等预想不到的外力作用。对于此类负荷有必要考虑其静态安全系数。

### 【静态安全系数 $f_s$ 】

静态安全系数 ( $f_s$ ) 由直线运动系统的负荷能力(基本静额定载荷  $C_0$ )为施加于直线运动系统上实际负荷的多少倍来表示。

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

$f_s$  : 静态安全系数

$f_c$  : 接触系数 (参照 B0-12表2)

$C_0$  : 基本静额定载荷

$M_0$  : 静态容许力矩 ( $M_A$ 、 $M_b$ 和 $M_c$ )

$P$  : 负荷计算值

$M$  : 力矩计算值

### 【静态安全系数的参考值】

表1中所示的静态安全系数, 请作为使用条件下限的参考值。

表1 静态安全系数的参考值

运行条件	负荷条件	$f_s$ 的下限
不经常运行的情况	冲击小, 而轴的挠曲也小	1.0~3.5
	冲击存在, 并施加扭曲负荷	2.0~5.0
普通运行的情况	施加普通负荷, 而轴的挠曲也小	1.0~4.0
	冲击存在, 并施加扭曲负荷	2.5~7.0

# 寿命计算公式

## 【计算额定寿命】

额定寿命( $L_{10}$ )可根据基本额定动载荷( $C$ )及作用在直线运动系统的计算载荷( $P_c$ ),由下式计算得出。

使用钢球的直线运动系统时,需使用额定寿命为50km的基本额定动载荷计算额定寿命,使用滚柱的直线运动系统时,需使用额定寿命为100km的基本额定动载荷计算额定寿命。

- 使用钢球的直线运动系统时 (使用额定寿命为50km的基本额定动载荷)

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

$L_{10}$	: 额定寿命	(km)
$C$	: 基本额定动载荷	(N)
$P$	: 外加负荷	(N)

- 使用滚柱的直线运动系统时 (使用额定寿命为100km的基本额定动载荷)

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

※行程长度为直线运动系统有效负荷区域长度2倍以下时,可能不适用上述额定寿命公式。

对额定寿命( $L_{10}$ )进行比较时,需要考虑到基本额定动载荷按50km、100km中的哪一项定义,并根据需要按ISO 14728-1对基本额定动载荷进行换算。

ISO中规定的基本额定动载荷换算公式:

- 使用钢球的直线运动系统时

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

$C_{50}$	: 额定寿命为50km的基本额定动载荷
$C_{100}$	: 额定寿命为100km的基本额定动载荷

- 使用滚柱的直线运动系统时

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

## 【考虑使用条件时的额定寿命的计算】

在实际使用中,由于在运转时大都伴随振动和冲击,导致作用于直线运动系统的负荷不断变化,因此很难正确掌握。此外,滚动面的硬度及使用环境温度、在紧靠状态下使用直线运动系统时也会对寿命造成很大影响。

考虑到这些条件,可以由以下公式(3)及(4)计算出考虑到使用条件的额定寿命( $L_{10m}$ )。

- 考虑到使用条件的系数  $\alpha$

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

$\alpha$	: 考虑到使用条件的系数
$f_H$	: 硬度系数 (参照 <a href="#">图0-11图1</a> )
$f_T$	: 温度系数 (参照 <a href="#">图0-11图2</a> )
$f_C$	: 接触系数 (参照 <a href="#">表0-12表2</a> )
$f_W$	: 负荷系数 (参照 <a href="#">表0-12表3</a> )

● 考虑到使用条件的额定寿命  $L_{10m}$

- 使用钢球的直线运动系统时

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

- 使用滚柱的直线运动系统时

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

$L_{10m}$  : 考虑到使用条件的额定寿命 (km)

$C$  : 基本动额定载荷 (N)

$P$  : 外加负荷 (N)

●  $f_H$ : 硬度系数

为充分发挥直线运动系统负荷能力, 滚动面的硬度应在58~64HRC之间。

如果硬度低于此范围, 则基本动额定载荷及基本静额定载荷均会下降。因此, 需要乘以相应的硬度系数( $f_H$ )。

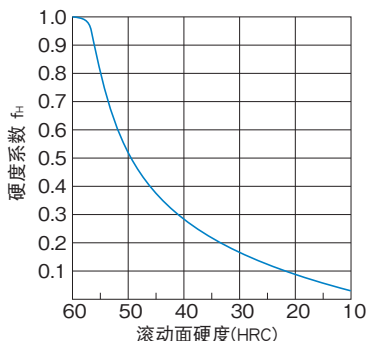


图1 硬度系数 ( $f_H$ )

●  $f_T$ : 温度系数

如果直线运动系统的使用环境温度超过100℃时, 就要考虑高温的不良影响, 应乘以图2中表示的温度系数。

同时, 请注意直线运动系统也需要更改为耐高温的产品。

注) 如果使用环境的温度超过80℃, 则必须将密封垫片和端盖板的材质更换为耐高温的规格。

注) 如果使用环境为超过120℃的高温环境, 则必须进行尺寸稳定化处理。

注) 球保持器型LM滚动导轨及滚柱保持器型LM滚动导轨的使用温度为80℃以下, 因此不能适用高温环境。

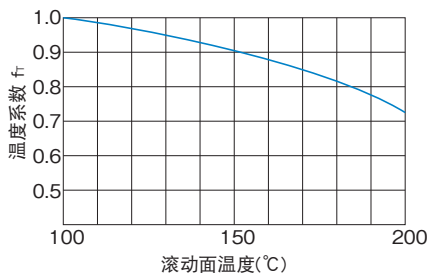


图2 温度系数 ( $f_T$ )

●  **$f_c$  : 接触系数**

当在紧靠状态下使用多个LM滚动导轨滑块时,受到力矩负荷和安装面精度的影响,并且难以获得均匀的负荷分布。因此将多个滑块紧靠使用时,请在基本额定载荷( $C$ )和( $C_0$ )上乘以表2中的接触系数。

注)在大型设备中,若预想到负荷分布会不均匀时,请考虑表2中的接触系数。

表2 接触系数 ( $f_c$ )

紧靠使用时滑块的个数	接触系数 $f_c$
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
6或更多	0.6
通常使用	1

●  **$f_v$  : 负荷系数**

通常作往复运动的机械在运转中大都伴随著振动或冲击,特别是要正确计算在高速运转时所产生的振动以及频繁启动与停止所导致的所有冲击则尤为困难。因此,在速度、振动的影响很大时,请用表3中所示的根据经验得到的负荷系数除以基本额定载荷( $C$ )。

表3 负荷系数 ( $f_v$ )

振动、冲击	速度 (V)	$f_v$
微小	微速时 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速时 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速时 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速时 $V > 2\text{m/s}$	2 ~ 3.5

# 刚性

当使用直线运动系统时, 必须选择满足使用条件的类型与间隙(预压), 以便达到所要求的机械和设备的刚性。

## 选择直线运动系统的间隙和预压

由于直线运动系统的间隙和预压在不同的型号产品中均已标准化, 您可以根据使用条件加以选择。另外, 对于分离类型的产品, THK在发货时无法调整间隙。因此, 有必要由用户方在安装产品时自行调整。在决定间隙和预压时, 请参阅以下各项说明。

### 间隙和预压

#### 【间隙(内部间隙)】

间隙指的是直线运动系统的滑块(轴承套)、轨道(轴)和钢球(或滚柱)之间的空隙。垂直方向间隙的总和称为径向间隙, 而圆周方向间隙的总和称为角向间隙(旋转方向间隙)。

##### (1) 径向间隙

LM滚动导轨的径向间隙是指, 将LM轨道固定后, 在LM轨道长度方向的中央部, 以上下不变的力使LM滑块轻微移动时, 滑块中央部移动的数值。

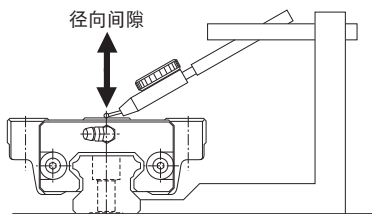


图3 LM滚动导轨的径向间隙

##### (2) 角向间隙(旋转方向间隙)

对于滚珠花键, 角向间隙(旋转方向间隙)是指, 将花键轴固定后, 以一定的力轻柔地正反向旋转花键母时, 花键母旋转的数值。

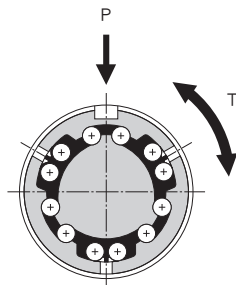


图4 滚珠花键的角向间隙

## 【预压(预载荷)】

预压(预载荷)指的是以消除直线运动系统的间隙、提高刚性为目的,事前给滚动体施加的负荷。直线运动系统的间隙表示中,负间隙(负值)意味着施加预压(预载荷)。

表4 LM滚动导轨HSR型的径向间隙表示例

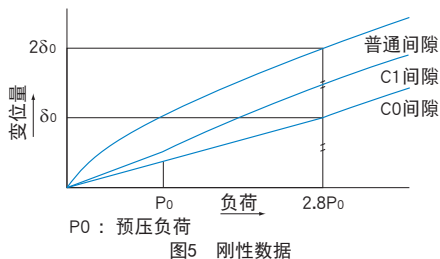
单位:  $\mu\text{m}$

指示标记	普通	轻预压	中预压
公称型号	无标记	C1	C0
HSR 15	-4~-2	-12~-4	—
HSR 20	-5~-2	-14~-5	-23~-14
HSR 25	-6~-3	-16~-6	-26~-16
HSR 30	-7~-4	-19~-7	-31~-19
HSR 35	-8~-4	-22~-8	-35~-22

有关间隙和预压的详细情况,请参照各相关型号的相应项目。

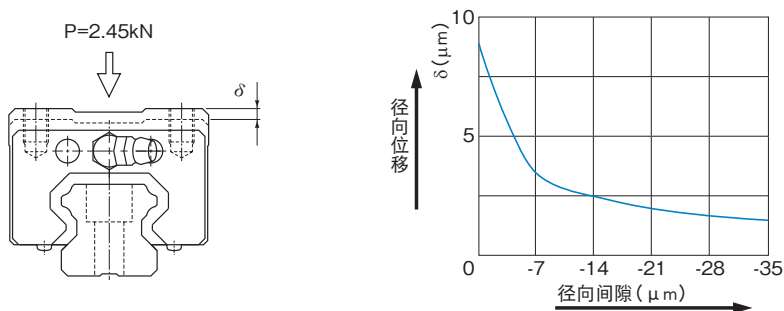
## 预压与刚性

若向直线运动系统施加预压(预载荷),刚性将会随着预压量增高。图5中显示了各间隙(普通间隙、C1间隙和C0间隙)的变位量。(以LM滚动导轨HSR型为例)



如图所示,预压的效果大致可达到预压负荷的2.8倍为止,与无预压的情况相比,同一负荷下有预压时产生的变位量较小,从而使刚性有大幅度的提高。

显示直线运动系统LM滚动导轨的径向位移如何随预压而改变。如图6图6所示,当LM滚动导轨的滑块承受2.45kN的径向载荷时,如果径向间隙为0(普通间隙)则径向位移为 $9\mu\text{m}$ ,如果径向间隙为 $-30\mu\text{m}$ (C0间隙)则径向位移变为 $2\mu\text{m}$ ,刚性提高至原先的4.5倍。



有关特定间隙的选择,请参照各直线运动系统选择径向间隙的相关章节。

# 摩擦系数

由于直线运动系统通过滚动面之间的滚动体，例如钢球和滚柱等，进行滚动运动，所以其摩擦阻力的值是滑动导轨的1/20至1/40。特别是其静摩擦尤其小，几乎与动摩擦相同，从而防止系统发生粘滞滑动。由此，系统能够实现亚微米级的进给距离。

直线运动系统的摩擦阻力随其类型、预压量、润滑剂的粘性阻力和施加到直线运动系统上的负荷而变化。

尤其是，当施加力矩或为提高刚性而施加预压（预载荷）时，摩擦阻力将会上升。

通常的摩擦系数按照直线运动系统的各型号的摩擦系数，如表5所示。

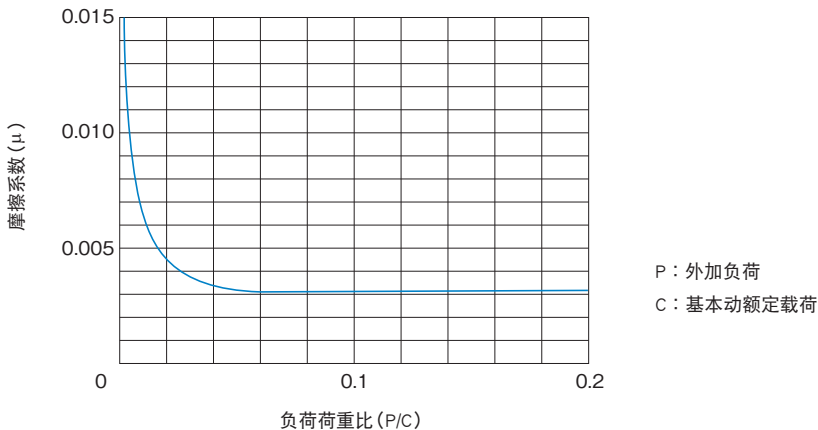


图7 负荷荷重比与摩擦系数的关系

表5 各种直线运动系统的摩擦系数 (μ)

直线运动系统的种类	代 表 类 型	摩擦系数μ
LM滚动导轨	SSR、SHS、SRS、RSR、HSR、NR/NRS	0.002 ~ 0.003
	SRG、SRN	0.001 ~ 0.002
滚珠花键	LBS、LBF、LT、LF	0.002 ~ 0.003
直线轴承	LM、LMK、LMF、SC	0.001 ~ 0.003
LM行程衬套	MST、ST	0.0006 ~ 0.0012
LM滚柱滚动块	LR、LRA	0.005 ~ 0.01
板式滚柱链	FT、FTW	0.001 ~ 0.0025
交叉滚柱导轨 / 交叉滚柱单元	VR、VRU、VRT	0.001 ~ 0.0025
直线滚动单元	LS	0.0006 ~ 0.0012
滚针凸轮导向器 / 滚针轴承导向器	CF、NAST	0.0015 ~ 0.0025

## 精度

直线运动系统的运动精度,对于固定在平面上使用的产品以行走精度来定义,对于采用轴端支撑方式使用的产品以跳动精度来定义,并对每种都设定了精度等级。

详细情况请参照各产品的相关介绍。

## 润滑

为充分发挥直线运动系统的功能,请根据使用条件进行相应的润滑。如果在无润滑状态下直接使用,可能会加快滚动部位的磨损,导致其使用寿命缩短。

润滑剂具有如下功效:

- (1) 降低各运动部件之间的摩擦,从而可防止烧伤及减少磨损。
- (2) 在滚动面上形成油膜以减少作用于表面的应力,并延长滚动疲劳寿命。
- (3) 将油膜覆盖于金属表面上有助于防止生锈。

此外,即使是附有密封垫片的直线运动系统,其内部的润滑油也会在运行中逐渐渗漏出去。因此,需要根据使用条件,以合适的时间间隔来补给油脂。

关于润滑的详细情况请参考 **■24-1** 以后的内容。

### 【润滑剂的种类】

直线运动系统主要采用润滑脂或滑动面用油作为其润滑剂。

润滑剂需要满足的要求一般包括下列内容:

- (1) 较高的耐极压性
- (2) 能够降低摩擦
- (3) 可提高耐磨损性
- (4) 优异的热稳定性
- (5) 优异的防锈性
- (6) 优异的流动性
- (7) 即使经过反复搅拌,润滑脂的稠度也不会发生显著的改变

表6 一般用途的润滑剂

润 滑 剂	种 类	商 品 名
润滑油	滑动面润滑油或涡轮油 ISOVG32~68	Daphne Super Multi Oil(出光兴产) Mobil Vactra Oil Numbered系列(埃克森美孚) Mobil Vactra Oil No. 2SLC(埃克森美孚) Mobil DTE Oil 系列(埃克森美孚) Shell Tona S3 M(昭和壳牌石油) 或相当品



表7 在特殊环境下使用的润滑剂

使用环境/条件	润滑措施	针对THK产品的措施
冷却液飞溅环境	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 请使用可以避免被冷却液乳化、不易被冲走的润滑脂。</li> <li>· 请使用耐极压性高、防锈性良好的润滑脂。</li> <li>※尤其在水溶性冷却液飞溅的环境下,即便使用中等粘度的润滑油,也会被某些种类的冷却液乳化或水洗,导致其润滑性能显著降低,难以形成合适的油膜。因此请务必确认冷却液和润滑剂之间的相容性。</li> <li>●Daphne Super Multi Oil(出光兴产)</li> <li>●Mobil Vactra Oil No. 2SLC(埃克森美孚)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 必须注意,如果冷却液直接接触THK产品,可能对树脂或橡胶材质的部件造成不利影响。</li> <li>· 请考虑采用使冷却液无法直接接触THK产品的装置设计。(使用防护罩、伸缩护套)</li> <li>· 请考虑选用各种防尘选配件以防冷却液流入THK产品内。</li> </ul>
高温环境	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 必须注意,温度越高,润滑脂越容易出现离油现象,而导致润滑性能下降。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 本公司备有各种耐高温型产品供选,详情请向THK咨询。</li> </ul>
无尘室	<ul style="list-style-type: none"> <li>· THK备有无尘室专用的润滑脂供选。</li> <li>●AFE-CA润滑脂(THK)</li> <li>●AFF润滑脂(THK)</li> <li>●L100润滑脂(THK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 发尘的原因之一是滚动部件之间的相互摩擦或金属碰触等。THK备有带保持器的产品供选,保持器可以最大限度地减少滚动部件之间的相互摩擦或金属碰触。而且,保持器在结构上可以锁住润滑剂,因此可适用于无尘环境。</li> <li>· 标配规格均涂有防锈油,如果无需涂抹,请事先指明。</li> </ul>
真空环境	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 请使用氟基真空润滑剂。(蒸气压力随品牌不同而有所不同)</li> <li>· 使用真空润滑脂时,与普通的工业润滑脂相比,其耐极压性偏低,因此油膜容易破裂。请充分注意,应通过增加加脂次数等方法向滚动面补充润滑脂,以确保油膜不会破裂。</li> <li>※请注意,使用真空润滑脂时,与通用润滑脂相比,其启动阻力可能变大若干倍。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 请注意,在真空环境下,树脂或橡胶部件释放出的气体可能导致真空度等级下降。</li> <li>· 防锈措施方面,请考虑采用不锈钢部件或经过表面处理的部件。</li> </ul>
高速运动部	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 为了抑制因润滑剂的阻力所产生的发热现象,请使用基础油运动粘度较低的润滑剂。</li> <li>· THK备有耐高速性能优异的润滑脂供选。</li> <li>●AFA润滑脂(THK)</li> <li>●AFG润滑脂(THK)</li> <li>●AFJ润滑脂(THK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 产品内部的滚动部件之间发生相互摩擦或金属碰触时,可能产生噪音或导致过早破损。</li> <li>· THK备有耐高速性能优异、静音效果出色的带保持器型产品供选。</li> </ul>
沾水环境	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 请使用耐水性优异的润滑脂。</li> <li>· 请使用耐极压性高、不易流动的润滑剂。</li> <li>●L700润滑脂(THK)</li> <li>· 与水有关的润滑方式详情请咨询THK。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 请考虑采用不会使THK产品沾水的装置设计。(考虑采用波纹管或防护罩)</li> <li>· 防锈措施方面,请考虑采用不锈钢部件或经过表面处理的部件。</li> <li>· 请考虑选用各种防尘选配件以防水流入产品内。</li> </ul>
用于食品机械时	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 必须选用对人体安全的食品级润滑脂。</li> <li>●L700润滑脂(THK) (通过NSF H1标准认证注册)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 如有润滑剂飞溅的情况,考虑使用防护罩等。</li> </ul>
微振动	<ul style="list-style-type: none"> <li>· THK备有可有效耐微振磨损的润滑脂供选。</li> <li>●AFC润滑脂(THK)</li> <li>●AFJ润滑脂(THK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 这种环境下,在滚动件与滚动面的接触部位形成的油膜容易破裂。</li> <li>· 定期超行程运行,使其在滚动件与滚动面的接触部位形成润滑油油膜。</li> </ul>

# 安全设计

直线运动系统可用于各种各样的环境。如果将其用于无尘室、真空、抗腐蚀、高温和低温等特殊环境，则必须选择能适应使用环境的材料和表面加工方法。

为对应各种特殊环境的使用要求，THK提供了以下针对直线运动系统的材料和表面处理方法。

	内 容	型 号	特 长 / 能 力
材 质	马氏体 不锈钢		防锈性能 ★★★
	马氏体 不锈钢		高温对应 ★★★★★ *到150℃为止。
	奥氏体 不锈钢		防锈性能 ★★★★★
表 面 处 理	AP-HC		产生灰尘少 ★★★★★ 防锈性能 ★★★ 表面硬度 ★★★★★
	AP-C		防锈性能 ★★★★★
	AP-CF		防锈性能 ★★★★★

\* 若需要上述之外的表面处理方法，请与THK联系。

## 确定材质

在通常的使用环境下, 直线运动系统使用满足其性能要求的钢材。但如果在特殊环境下使用直线运动系统, 就必须选择适应使用环境的材质。

特别是需要耐蚀性的部位, 使用不锈钢材料。

### 材质规格 不锈钢

●材质…马氏体不锈钢 / 奥氏体不锈钢



为了能够在要求耐蚀性的环境中使用, 某些直线运动系统备有马氏体不锈钢制成的产品。

直线运动系统的型号中标记有M的产品, 表示此型号采用不锈钢制, 请参照相关型号的相应说明。

#### 公称型号的构成例

<b>HSR25</b>	<b>A</b>	<b>2</b>	<b>QZ</b>	<b>UU</b>	<b>C0</b>	<b>M</b>	<b>+1200L</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>-II</b>
公称型号			QZ 自润滑器		径向 间隙标记		LM轨道长度 (单位mm)		相同平面上使用的 轴数目的标记	
		同一轨道上使用的 LM滑块个数				LM滑块 为不锈钢制			LM轨道 为不锈钢制	
		LM滑块的种类		防尘部件标记				精度标记		

## 表面处理

在直线运动系统的轨道和轴的表面,可以为防腐蚀或美观之目的而加以表面处理。

THK提供THK-AP处理,这是针对直线运动系统的最佳表面处理方法。

THK-AP处理主要有如下3种类型。

### AP-HC

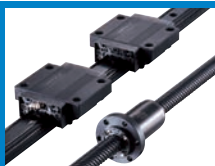
- 表面处理…工业用镀硬铬
- 膜硬度…750HV以上



与工业上使用的镀硬铬相当, AP-HC实现了与马氏体不锈钢几乎相同水平的耐腐蚀性。此外,因为薄膜的硬度达到750HV以上,硬度已经非常高,具有出色的耐磨损性。

### AP-C

- 表面处理…工业用黑铬处理



以提高耐腐蚀性为目的的一种工业用黑铬处理。与马氏体不锈钢相比成本较低,但能获得更高的耐腐蚀性。

### AP-CF

- 表面处理…工业用黑铬处理 特殊氟化树脂镀

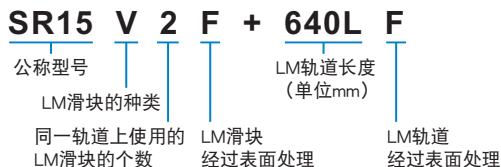


此为复合表面处理,即将黑铬处理与特殊氟树脂镀相结合,适用于需要高耐腐蚀性的应用场合。

除了上述处理外,有时也在滚动面之外的区域进行表面处理,例如碱性着色处理(染黑)和有色阳极处理等。但是,某些表面处理方法可能不适用于直线运动系统。有关详细信息,请向THK咨询。

如果使用滚动面经过表面处理的直线运动系统,请设置更高的安全系数。

#### 公称型号的构成例

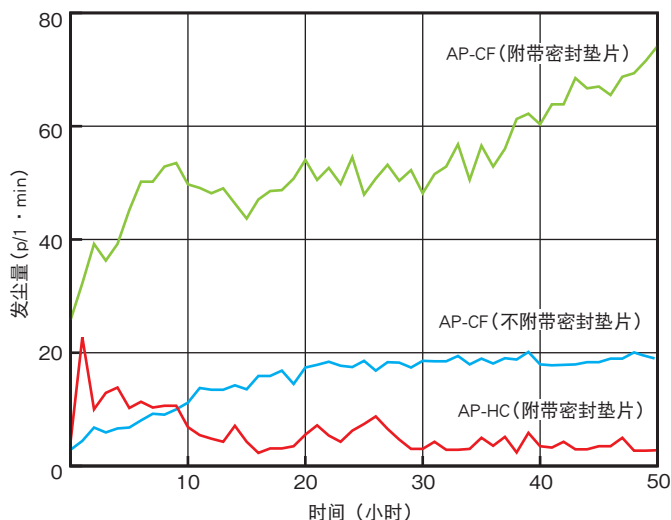


注)请注意,对安装孔的内侧不提供表面处理。

## 【AP处理产生粉尘的比较数据】

&lt;试验条件&gt;

项 目	内 容
LM滚动导轨型号	SSR20WF+280LF (AP-CF, 无密封垫片)
	SSR20UUF+280LF (AP-CF, 有密封垫片)
	SSR20WUUF+280LF (AP-HC, 有密封垫片)
使用的油脂	THK AFE-CA油脂
油脂封入量	1cc(1个LM滑块)
速度	30m/min(最大)
行程	200mm
测量流动速率	1升/min
无尘室体积	1.7升(丙烯酸箱)
测量仪	灰尘计数器
测量粒子直径	0.3μm以上



THK的AP-HC处理提供了高表面硬度和高耐磨损性。此外,上图中初期阶段磨损较多现象可认为起因于末端密封垫片的初期磨损。





















注) THK AP-HC处理(相当于镀硬铬)

THK AP-CF处理(相当于镀黑铬+氟树脂镀)

# 【防锈的比较数据】

<盐水喷雾循环试验>

项 目	内 容
喷涂液	1%NaCl 溶液
作业过程	喷涂6小时, 干燥6小时
温度条件	喷涂时35℃
	干燥时60℃

试样材料		奥氏体 不锈钢	马氏体 不锈钢	THK AP-HC	THK AP-C	THK AP-CF
时间						
试验前						
6小时						
24小时						
96小时						
测试 结果	防锈性能	◎	○	○	◎	◎
	耐磨损性	○	◎	◎	△	○
	表面硬度	△	◎	◎	△	△
	粘附性	—	—	◎	△	○
	外观	金属光泽	金属光泽	金属光泽	黑色光泽	黑色光泽

## 防尘

在使用直线运动系统时, 防尘是最重要的一环。如果粉尘及其他异物进入直线运动系统, 将导致异常磨损, 并缩短使用寿命。

所以, 预想可能会有粉尘及其他异物侵入时, 有必要选择满足使用环境条件要求的密封装置或防尘装置。

### (1) 直线运动系统的专用密封垫片

为提高防尘能力, 在各直线运动系统中备有如下图所示的高耐磨损性的特殊合成橡胶制造的密封垫片, 以及(层叠式接触刮板LaCS等)和清洁环等配件。

另外, 在使用环境恶劣的场所, 有些型号备有专用软式伸缩防尘罩和专用防尘盖。

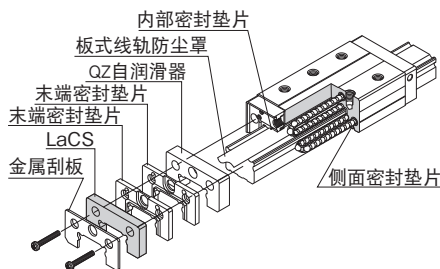
详细内容和密封垫片标记的有关说明, 请参照各种产品的相应任选配件(防尘)项目。

另外, 当需要在易于遭受切削屑和切削液飞溅影响的环境中使用, 也需要同时为滚珠螺杆提供防尘时, 建议使用软式圆形伸缩罩来保护整个系统, 或使用大型伸缩防尘罩。

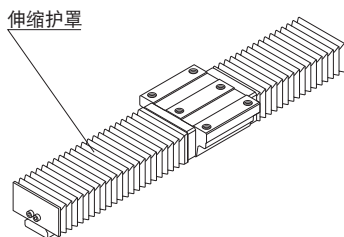
### (2) 专用伸缩防尘罩

对于LM滚动导轨, 备有标准的专用伸缩防尘罩。

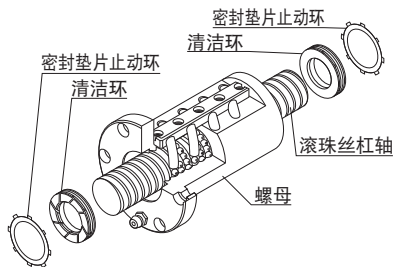
THK也制造滚珠螺杆和滚珠花键等其它直线运动系统的专用伸缩防尘罩, 详细情况请向THK咨询。



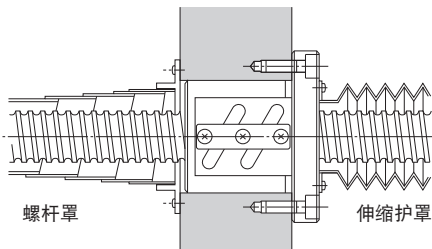
LM滚动导轨用防尘密封垫片



LM滚动导轨专用伸缩护罩



滚珠丝杠用清洁环



滚珠丝杠用防尘罩

