

综合解说



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⁽¹⁾。

注⁽¹⁾ 直线旋转衬套的额定寿命以总转数来表示。

基本额定动负荷 C

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，理论上能承受表1所示的额定寿命的一定方向和大小负荷。

表1 额定负荷

系列	额定寿命
交叉滚子直线导轨 平面滚子轴承、平面滚针轴承	100 × 10 ³ m
滚珠滑组 滚珠花键 直线衬套	50 × 10 ³ m
直线旋转衬套	10 ⁶ 转

基本额定静负荷 C₀

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时的静负荷，是正常滚动运动的容许极限负荷。一般应研究静态安装系数后使用。

容许负荷 F

在产品承受最大接触应力的接触部位，滚动体和轨道面的弹性变形之和较小，能进行顺畅的滚动运动的负荷即称为容许负荷。

因此，需要非常流畅的运动及高精度时，请在负载负荷不超过容许负荷的范围内使用。

额定动扭矩 T

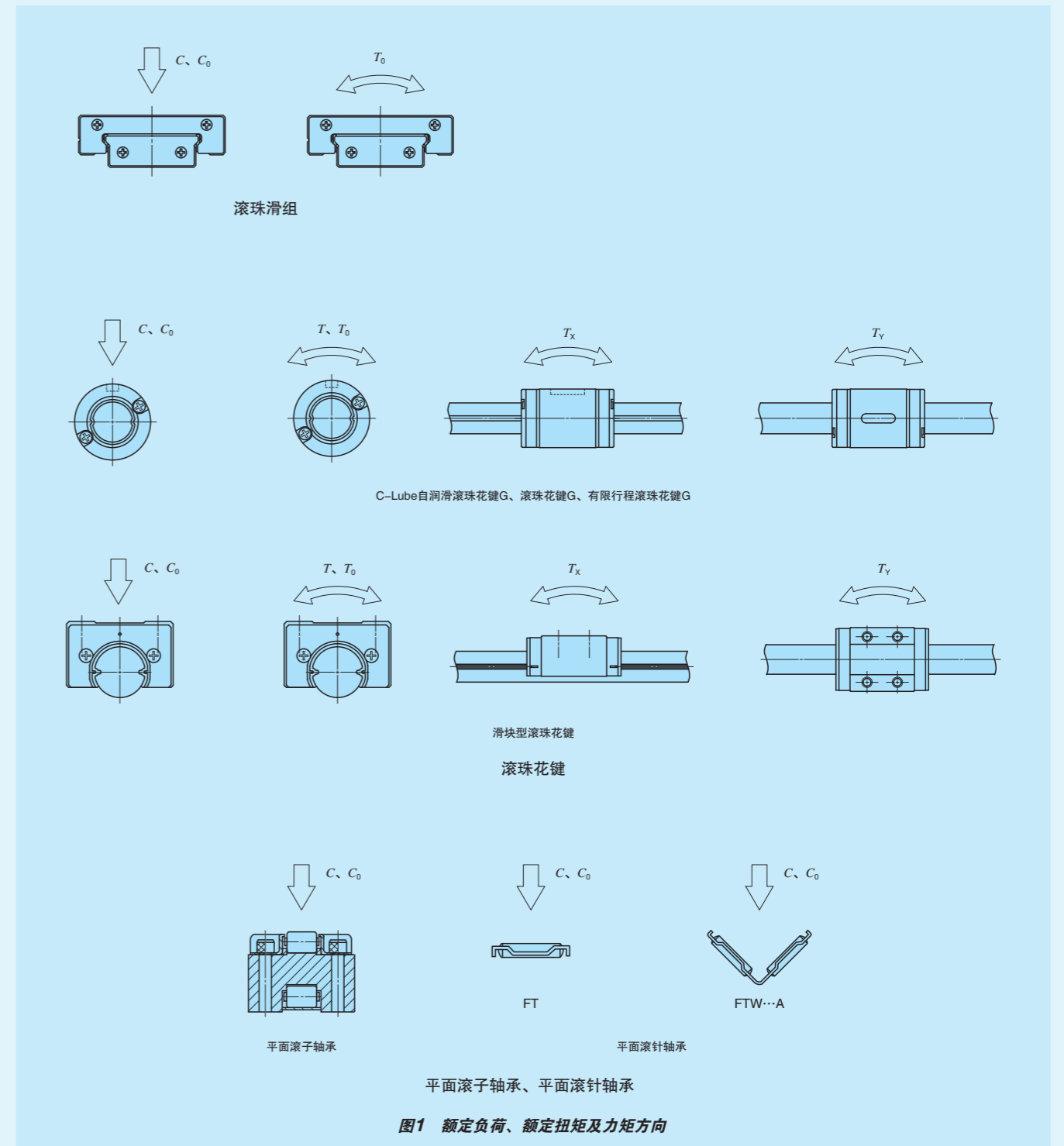
额定动扭矩是指一组相同的滚珠花键分别行走50 × 10³m的距离，当其中90%的滚珠花键未因滚动疲劳而产生材料损伤时，所施加的一定方向和大小扭矩。

额定静扭矩 T₀ 额定静力矩 T₀、T_x、T_y

额定静扭矩及额定静力矩是指承受扭矩或力矩负荷(参照图1)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扭矩或力矩，是正常滚动运动的容许极限扭矩或力矩。一般应研究静态安装系数后使用。

负荷方向与额定负荷

根据负荷方向修正额定负荷后使用直线导向设备。修正尺寸表所示的基本额定动负荷、基本额定静负荷后使用时，修正值因系列不同而有所差异，请参照各系列解说。



备注 交叉滚子直线导轨、直线衬套请参照各系列产品的解说。

寿命计算公式

直线导向设备的额定寿命与基本额定动负荷之间的关系如表2.1、表2.2所示。

表2.1 各系列的寿命计算公式

系列	额定寿命的计算公式		标记的说明
	总行走距离 10 ³ m	寿命时间 h	
交叉滚子直线导轨 平面滚子轴承、平面滚针轴承	$L = 100 \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}}$	$L_h = \frac{10^6 L}{2Sn_1 - 60}$	L : 额定寿命 10 ³ m C : 基本额定动负荷 N T : 额定动扭矩 N·m P : 当量动负荷(或负载负荷) N M : 负荷扭矩 N·m L _h : 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
滚珠滑组 直线衬套	$L = 50 \left(\frac{C}{P}\right)^3$		
滚珠花键	$L = 50 \left(\frac{C}{P}\right)^3$ $L = 50 \left(\frac{T}{M}\right)^3$		

表2.2 直线旋转衬套的寿命计算公式

系列	额定寿命的计算公式		标记的说明
	总转数 10 ⁶ 转	寿命时间 h	
旋转运动	$L = \left(\frac{C}{P}\right)^3$	$L_h = \frac{10^6 L}{60 \sqrt{(D_{PW} n)^2 + (10Sn_1)^2} / D_{PW}}$	L : 额定寿命 10 ⁶ 转 C : 基本额定动负荷 N P : 负载负荷 N L _h : 用时间表示的额定寿命 h n : 转速 rpm n ₁ : 每分钟往返次数 cpm S : 行程长度 mm D _{PW} : 滑套滚珠圆心距离 mm (D _{PW} ≈ 1.15F _w) F _w : 内接圆直径 mm
旋转与往复的复合运动			
往复直线运动		$L_h = \frac{10^6 L}{600Sn_1(\pi D_{PW})}$	

温度系数

如果工作温度超过150℃，则容许接触应力会降低，因此应根据下式修正基本额定动负荷。

$$C_t = f_t C \dots \dots \dots (1)$$

式中 C_t : 考虑了温度上升因素的基本额定动负荷 N
 f_t : 温度系数(参照图2)
 C : 基本额定动负荷 N

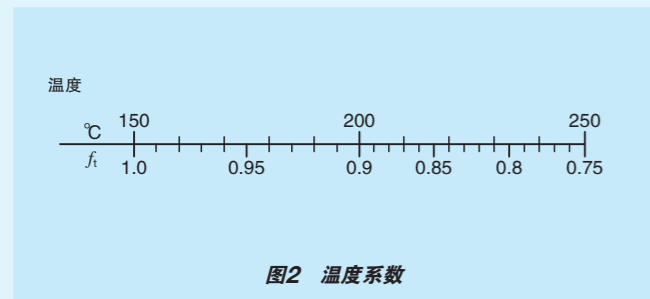


图2 温度系数

硬度系数

轨道面的硬度须为58~64HRC。低于58HRC时，应根据下式修正基本额定动负荷。

$$C_H = f_H C \dots \dots \dots (2)$$

式中 C_H : 考虑了硬度因素的基本额定动负荷 N
 f_H : 硬度系数(参照图3)
 C : 基本额定动负荷 N

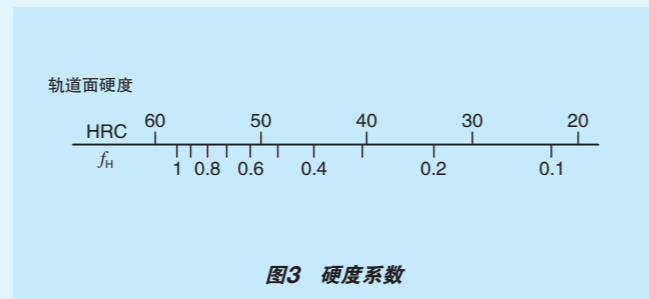


图3 硬度系数

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3中的负荷系数，求出负载负荷。

表3 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(或额定静扭矩)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。

可按下式求出静态安全系数，表4所示为一般的值。

此外，公式(4)是相对于力矩或扭矩的典型公式，对应各方向的额定静力矩和最大力矩计算得出。

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \dots \dots \dots (3)$$

$$f_s = \frac{T_0}{M_0} \dots \dots \dots (4)$$

式中 f_s : 静态安全系数
 C₀ : 基本额定静负荷 N
 P₀ : 当量静负荷 N
 (或承载负荷(最大负荷))
 T₀ : 额定静力矩 N·m
 (或额定静扭矩)
 M₀ : 各方向的力矩或扭矩 N·m
 (最大力矩或最大扭矩)

表4 静态安全系数

系列	使用条件与静态安全系数		
	有振动、冲击时	要求高行走性能时	一般运行条件时
交叉滚子直线导轨	4 ~ 6	3 ~ 5	2.5 ~ 3
滚珠滑组	3 ~ 5	2 ~ 4	1 ~ 3
滚珠花键	5 ~ 7	4 ~ 6	3 ~ 5
直线衬套	2.5	2	1.5
直线旋转衬套	2.5	2	1.5
平面滚子轴承、平面滚针轴承	4 ~ 6	3 ~ 5	2.5 ~ 3

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4)

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。

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IKKO公司。此外，须注意不能向直线衬套及直线旋转衬套施加过大的预压。

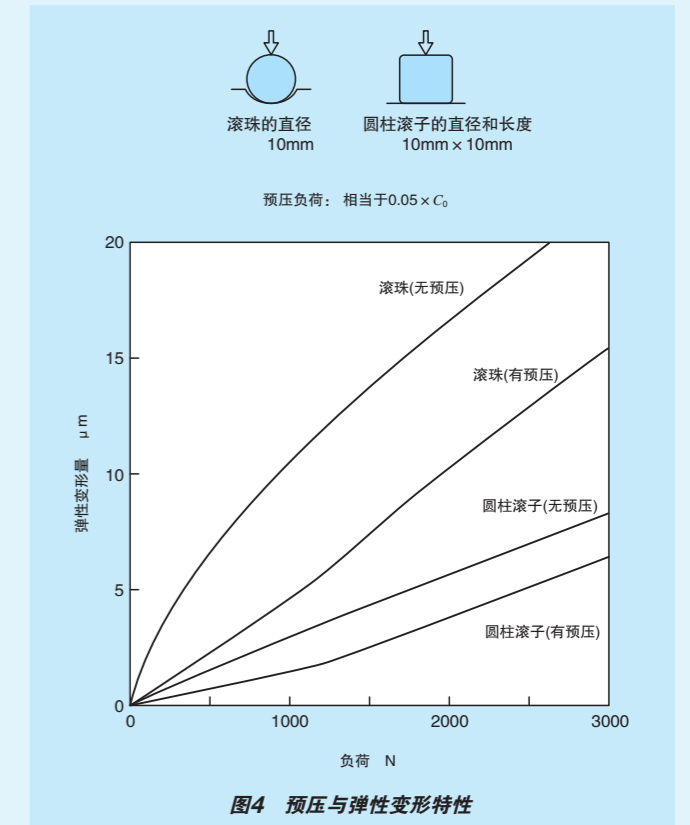


图4 预压与弹性变形特性

