

ST

LM行程导套 ST、ST-B和STI型

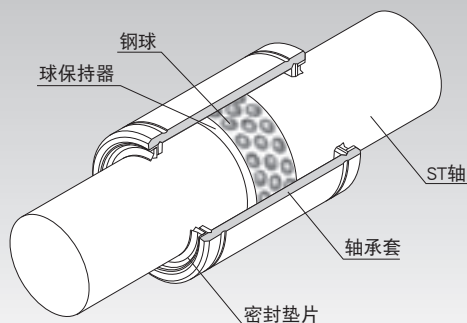


图1 LM行程衬套ST型的结构

结构与特长

ST型在如图1所示的经精密研磨的圆筒形轴承套之中, 组装有球保持器和钢球。钢球以交错形式排列, 以便均匀地承受负荷。球保持器采用经过钻孔的保持器, 以重量轻而具有高刚性的轻合金制造, 并能够跟随高速运动。另外, 在轴承套内表面的两边装有止推环和止动环, 以防止球保持器超出范围。

此结构使旋转运动、往复运动和复合运动均具有较小的摩擦系数。ST型的行程长度最高可达球保持器在轴承套内运行范围的2倍。

由于能以低价格获得高精度, 因此该型号得到广泛的应用, 例如冲压式冲模、印刷机械的油墨滚筒部、冲床的工件卡盘单元、冲床送料机、放电加工机的机头、卷筒校正器、纺织机、失真测量设备、光学测量设备主轴以及各种复印机等。

【极低的摩擦系数】

钢球和钢球滚动面为滚动损失最小的点接触, 并且钢球在球保持器中被分隔保持, 这使LM行程衬套能以极低的摩擦系数($\mu=0.0006\sim0.0012$)进行滚动运动。

【小型化设计】

由于仅由薄轴承套和钢球组成, 从而轴承的外径可达到最小, 实现了轻型、节省空间和紧凑的设计。

【高精度、低价格】

能够以低廉的价格制造高精度的滑动单元。

种类与特长

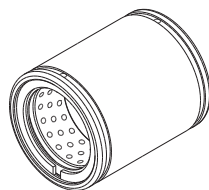
轻负荷用 ST型

尺寸表⇒ **A5-10**

ST型为能得到长行程的轻负荷用型号。

轴径: $\phi 6\sim\phi 100$

此外, 还有带密封垫片的型号ST-UU型。



ST型

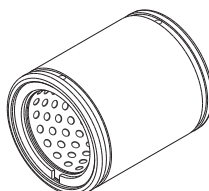
中负荷用 ST-B型

尺寸表⇒ **A5-10**

此型号与ST型具有相同的尺寸, 但行程较短, 额定载荷为ST型的2倍, 用于承载中负荷。

轴径: $\phi 8\sim\phi 100$

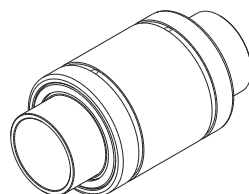
此外, 还有带密封垫片的型号ST-UUB型。



ST-B型

内环型 STI型

如果不能对LM光轴进行淬火处理, STI型允许装入一个内环使用。内环根据订单定制。



STI型

额定载荷与额定寿命

【额定载荷】

ST型的额定载荷记载于尺寸表中。

【计算额定寿命】

ST型的额定寿命可按下式计算。

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_c} \right)^3 \times 10^6 \cdots \cdots (1)$$

- L_{10} : 额定寿命 (rev.)
 (一批相同的LM行程衬套在相同条件下分别运行时, 其中的90%不产生表面剥落所能达到的总转数。)
- C : 基本动额定载荷 (N)
- P_c : 计算径向载荷 (N)

【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LM行程导套的负荷不断变化, 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LM行程导套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(2)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 α

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

- α : 考虑到使用条件的系数
- f_H : 硬度系数 (参照A5-6图2)
- f_T : 温度系数 (参照A5-6图3)
- f_C : 接触系数 (参照A5-7表1)
- f_W : 负荷系数 (参照A5-7表2)

●考虑到使用条件的额定寿命 L_{10m}

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 10^6 \cdots \cdots (2)$$

- L_{10m} : 考虑到使用条件的额定寿命 (rev.)
- C : 基本动额定载荷 (N)
- P_c : 计算径向载荷 (N)

● 使用1个轴承套承受力矩负荷时

在使用1个轴承套承受力矩负荷时, 计算力矩施加时的等价径向载荷。

$$P_u = K \cdot M$$

P_u : 等价径向载荷 (N)
(随力矩负荷变化)

K : 等价系数 (参照A5-7上的表3~表4)

M : 负荷力矩 (N·mm)

在此假定 P_u 的值小于基本静额定载荷(C_0)。

● 同时承受力矩和径向载荷时

当同时承受力矩和径向载荷时, 根据径向载荷与等价径向载荷的总和来计算工作寿命。

【计算寿命时间】

已经求得额定寿命(L_{10})后, 如果每分钟转数和每分钟往返次数以及行程长度固定不变, 则可使用以下公式计算工作寿命时间。

● 旋转运动或复合运动的情况下

$$L_h = \frac{10^6 \times L_{10}}{60 \sqrt{(dm \cdot n)^2 + (10 \times \alpha \cdot \ell_s \cdot n_1)^2 / (\pi \cdot dm)}}$$

● 往复运动的情况下

$$L_h = \frac{10^6 \times L_{10}}{60 \times 10 \times \alpha \cdot \ell_s \cdot n_1 / (\pi \cdot dm)}$$

L_h : 工作寿命时间 (h)

n : 每分钟转数 (min^{-1})

n_1 : 每分钟往返次数 (min^{-1})

ℓ_s : 行程长度 (mm)

dm : 钢球的节圆直径 (mm)

($dm \doteq 1.15 \times dr$)

dr : 钢球内径直径 (mm)

α : 保持架材质的系数

($\alpha=0.7$)

【旋转和往复速度的容许值】

ST型的容许极限速度可按下式计算。

$$DN \geq dm \cdot n + 10 \times \ell_s \cdot n_1$$

对于上述DN值, 应用时根据润滑状态不同, 以下列值作为基准。

油润滑的情况下 $DN=600000$

油脂润滑的情况下 $DN=300000$

但是必须考虑下列要点。

$$n \leq 5000$$

$$\ell_s \cdot n_1 \leq 50000$$

● f_H : 硬度系数

要最大程度地提高ST型的负荷容量, 滚动面的硬度需要在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, 有必要将各额定值分别乘以各自的硬度系数 (f_H)。

一般来说, 由于ST型具有足够的硬度, 故 $f_H=1.0$ 。

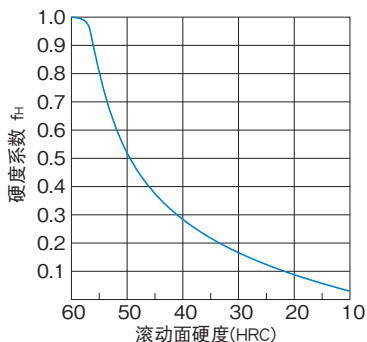


图2 硬度系数 (f_H)

● f_T : 温度系数

如果ST型的使用环境温度超过100°C时, 就要考虑高温的不良影响, 应将基本额定载荷乘以图3中表示的温度系数。

注) 如果环境温度超过80°C, 请向THK咨询。

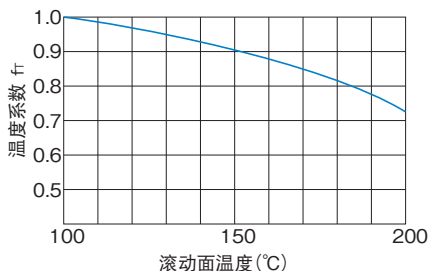


图3 温度系数 (f_T)

● f_c : 接触系数

将ST型的轴承套紧靠使用时, 由于力矩负荷或安装精度的影响, 很难得到均匀的负荷分布。故将多个轴承套紧靠使用时, 请在基本额定载荷(C)和(C_0)上乘以表1中的相应接触系数。

注) 在大型装置中, 若预计负荷分布会不均匀时, 请考虑表1中所示的接触系数。

表1 接触系数(f_c)

紧靠时的轴承套个数	接触系数 f_c
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
通常使用	1

● f_w : 负荷系数

通常作往复运动的机械在运转中大都伴随振动或冲击, 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, 当速度和振动的影响很大时, 请将基本额定动载荷(C)除以表2中根据经验所得到的负荷系数。

表2 负荷系数(f_w)

振动、冲击	速度(V)	f_w
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

等价系数表

表3 ST型的等价系数

公称型号	等价系数:K
	单一轴承套
ST 6	0.726
ST 8	0.721
ST 10	0.489
ST 12	0.421
ST 16	0.408
ST 20	0.419
ST 25	0.42
ST 30	0.28
ST 35	0.285
ST 40	0.252
ST 45	0.251
ST 50	0.207
ST 55	0.206
ST 60	0.206
ST 70	0.206
ST 80	0.186
ST 90	0.185
ST 100	0.185

表4 ST-B型的等价系数

公称型号	等价系数:K
	单一轴承套
ST 8B	0.444
ST 10B	0.301
ST 12B	0.259
ST 16B	0.251
ST 20B	0.258
ST 25B	0.257
ST 30B	0.171
ST 35B	0.175
ST 40B	0.154
ST 45B	0.154
ST 50B	0.127
ST 55B	0.127
ST 60B	0.127
ST 70B	0.127
ST 80B	0.114
ST 90B	0.114
ST 100B	0.114

精度规格

内径直径(d_r)、轴承套外径(D)和轴承套长度(L)的容许尺寸公差请参照相应的尺寸表。

轴承套的端部可能会由于止动环的张力而变形,因此,在测量轴承套外径时,应使用下式计算测量范围,并求得在该范围内的平均直径。

轴承套外径的公差,等于通过测量外径上的两点求得的最大直径和最小直径计算所得的平均值。

$$W = 4 + \frac{L}{8}$$

W : 测量范围外长度 (mm)

L : 轴承套长度 (mm)

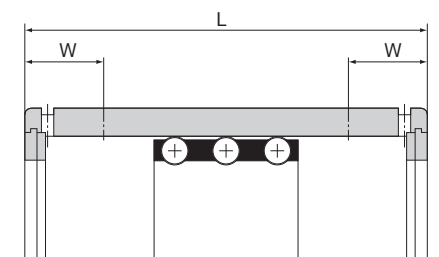


图4 轴承套的测量范围

配合

理论上来说,ST型的球保持器与ST轴(或轴承套)移动距离的1/2是以相同方向移动的。但是,要最大程度减少由于负荷分布不均匀或振动造成的移动误差,就必须减少间隙。另外,如果要求高精度或在垂直轴上使用时,建议径向间隙设置为0和10 μ m之间。

项目	普通使用条件	垂直轴或高精度的场合
ST轴	k5、m5	n5、p5
支承座	H6、H7	J6、J7

ST轴

对于在ST型中使用的ST轴, 钢球直接在轴表面滚动, 因此, 在制造时要十分注意硬度、表面粗糙度以及尺寸精度。

尤其ST轴的硬度对于使用寿命的影响很大, 在选择材料和热处理方法时应进行充分的探讨。

THK还制造高质量的ST轴, 有关详细情况请向THK咨询。

【材质】

通常使用下列材料作为通过感应淬火进行表面硬化的合适材料。

- SUJ2(JIS G 4805 : 高碳铬轴承钢)
- SK3~6(JIS G 4401 : 碳素工具钢)
- S55C(JIS G 4051 : 机械结构用碳钢)

【硬度】

建议表面硬度为58HRC ($\approx$ 653HV) 或更高。硬化层的深度根据轴的直径来确定, 对于一般用途建议约为2mm。

ST轴的轴滚动面上可组合使用淬火的内环。

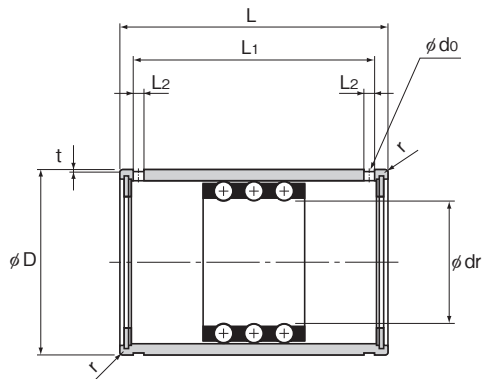
【表面粗糙度】

为了实现平滑的运动, 表面粗糙度最好是Ra0.4或更低。如果在诸如冲压式冲模之类要求更高耐磨损性的场合, 应将表面粗糙度加工到Ra0.2或以下。

ST轴的装入

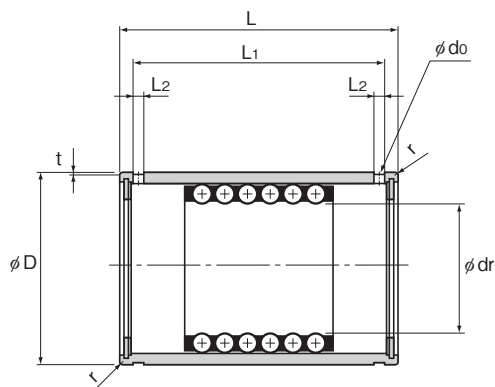
装配ST轴时, 应将ST轴一直推入到指定的深度。如果间隙是负值, 就需要较大的推力。但是应避免强行将轴敲入, 而是先在ST轴上涂布润滑油, 然后以轻微的反作用逐渐将轴推入。

ST、ST-B型



ST型
(轻负荷用)

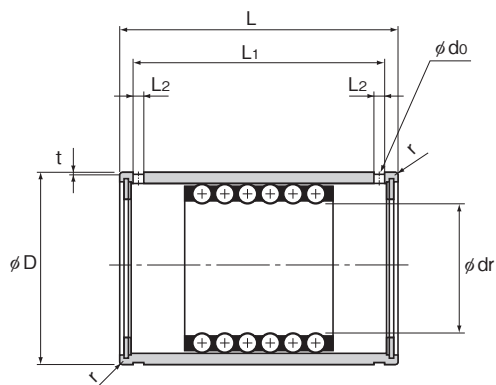
公称型号	最大行程				
		内径直径		外径	
		dr	公差	D	公差
ST 6	14	6	+0.018 +0.010	12	0 -0.008
ST 8 ST 8B	24 8	8	+0.022 +0.013	15	
ST 10 ST 10B	30 8	10		19	
ST 12 ST 12B	32 8	12	+0.027 +0.016	23	0 -0.009
ST 16 ST 16B	40 16	16		28	
ST 20 ST 20B	54 28	20	+0.033 +0.020	32	0 -0.011
ST 25 ST 25B	54 28	25		37	
ST 30 ST 30B	82 44	30		45	
ST 35 ST 35B	92 54	35	+0.041 +0.025	52	0 -0.013



ST-B型
(中负荷用)

单位：mm

							基本动 额定载荷	基本静 额定载荷	质量
长度		L ₁	L ₂	t	d ₀	r	C kN	C ₀ kN	g
L	公差								
19	0 -0.2	13.5	1.1	0.25	—	0.3	0.98	0.23	8
24		20.1	1.5	0.5	1.5	0.5	0.98 2.06	0.27 0.55	16.4 17.6
30		25.7	1.5	0.5	1.5	0.5	2.35 4.61	0.62 1.27	31.5 34.5
32		27.5	1.5	0.5	1.5	0.5	4.02 8.14	1.08 2.25	47 53.5
37		32.1	1.5	0.5	1.5	0.5	4.02 8.04	1.27 2.65	77 85
45	0 -0.3	39.8	2	0.5	2	0.5	4.12 8.33	1.57 3.24	109 120
45		39.8	2	0.5	2	1	4.12 8.14	1.76 3.63	128 142
65		58.5	2.5	0.5	2.5	1	9.31 18.7	4.12 8.14	240 275
70		63.5	2.5	0.7	2.5	1.5	9.41 18.7	4.51 9.02	370 410

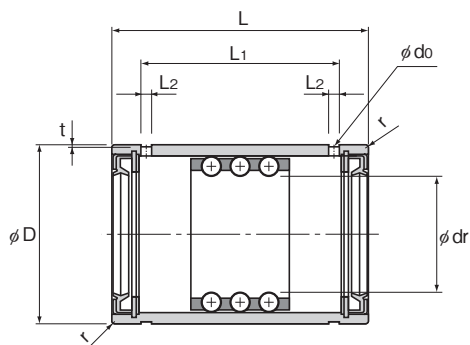


ST-B型
(中负荷用)

单位：mm

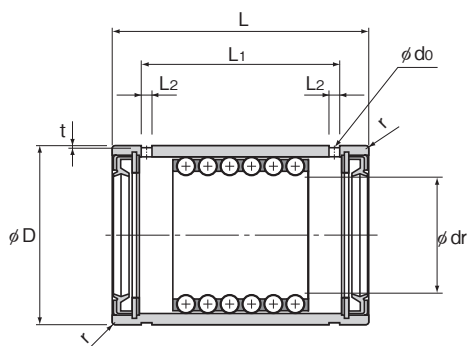
								基本动 额定载荷	基本静 额定载荷	质量
长度		L ₁	L ₂	t	d ₀	r				
	L						公差	C kN	C ₀ kN	g
	80	0 -0.3	73.3	2.5	0.7	2.5	1.5	12.5 25	6.18 12.4	570 635
	80		73.3	2.5	0.7	2.5	1.5	12.6 25.2	6.76 13.5	625 695
	100		92.4	3	1	3	1.5	16.3 32.5	8.82 17.7	910 1020
	100		92.4	3	1	3	2	16.6 33	9.71 19.3	1270 1380
	100		92.4	3	1	3	2	16.8 33.6	10.5 21	1360 1480
	100	0 -0.4	92.4	3	1	3	2	16.9 33.8	11.7 23.3	1530 1670
	100		92	3	1.5	3	2	21.3 42.5	15.3 30.6	2220 2430
	100		92	3	1.5	3	2	21.7 43.3	16.9 33.7	2440 2670
	100		92	3	1.5	3	2	22 43.9	18.3 36.8	2670 2910

ST...UU、ST...UUB型



ST...UU型
(轻负荷用)

公称型号	最大行程				
		内径直径		外径	
		dr	公差	D	公差
ST 8UU	14	8	+0.022 +0.013	15	0 -0.008
ST 10UU	16	10		19	
ST 12UU	17	12	+0.027 +0.016	23	0 -0.009
ST 16UU	24	16		28	
ST 20UU ST 20UUB	32 12	20	+0.033 +0.020	32	0 -0.011
ST 25UU ST 25UUB	32 12	25		37	
ST 30UU ST 30UUB	65 27	30		45	
ST 35UU ST 35UUB	75 37	35	+0.041 +0.025	52	0 -0.013
ST 40UU ST 40UUB	91 49	40		60	
ST 45UU ST 45UUB	91 49	45		65	

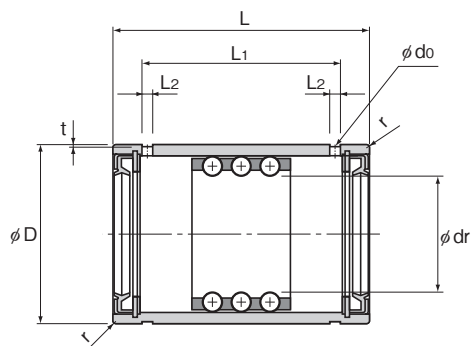


ST...UUB型
(中负荷用)

単位：mm

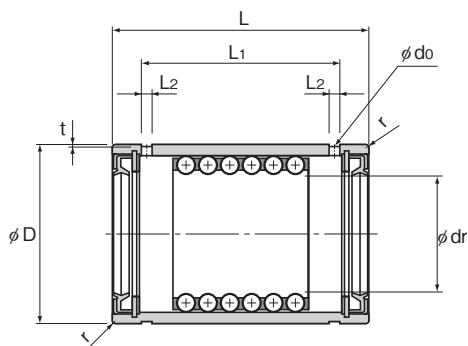
长度								基本动 额定载荷	基本静 额定载荷	质量
L	公差	L ₁	L ₂	t	d ₀	r		C kN	C ₀ kN	g
24	0 -0.2	15.3	1.5	0.5	1.5	0.5		0.98	0.27	17
30		18.5	1.5	0.5	1.5	0.5		2.35	0.62	31
32		20.1	1.5	0.5	1.5	0.5		4.02	1.08	49
37		24.1	1.5	0.5	1.5	0.5		4.02	1.27	80
45	0 -0.3	30.8	2	0.5	2	0.5		4.12 8.33	1.57 3.24	112 125
45		30.8	2	0.5	2	1		4.12 8.14	1.76 3.63	132 145
65		50.1	2.5	0.5	2.5	1		9.31 18.7	4.12 8.14	245 280
70		55.1	2.5	0.7	2.5	1.5		9.41 18.7	4.51 9.02	375 420
80		64.9	2.5	0.7	2.5	1.5		12.5 25	6.18 12.4	580 640
80		64.9	2.5	0.7	2.5	1.5		12.6 25.2	6.76 13.5	635 705

ST...UU、ST...UUB型



ST...UU型
(轻负荷用)

公称型号	最大行程				
		内径直径		外径	
		dr	公差	D	公差
ST 50UU ST 50UUB	120 70	50	+0.041 +0.025	72	0 -0.013
ST 55UU ST 55UUB	120 70	55	+0.049 +0.030	80	
ST 60UU ST 60UUB	120 70	60		85	0 -0.015
ST 70UU ST 70UUB	120 70	70		95	
ST 80UU ST 80UUB	114 58	80		110	
ST 90UU ST 90UUB	114 58	90	+0.058 +0.036	120	0 -0.018
ST 100UU ST 100UUB	114 58	100		130	



ST...UUB型
(中负荷用)

单位: mm

							基本动 额定载荷	基本静 额定载荷	质量
长度		L ₁	L ₂	t	d ₀	r	C kN	C ₀ kN	g
L	公差								
100	0 -0.3	83.4	3	1	3	1.5	16.3 32.5	8.82 17.7	920 1030
100		83.4	3	1	3	2	16.6 33	9.71 19.3	1280 1400
100	0 -0.4	83.4	3	1	3	2	16.8 33.6	10.5 21	1370 1490
100		83.4	3	1	3	2	16.9 33.8	11.7 23.3	1540 1680
100		83	3	1.5	3	2	21.3 42.5	15.3 30.6	2240 2450
100		83	3	1.5	3	2	21.7 43.3	16.9 33.7	2470 2700
100		83	3	1.5	3	2	22 43.9	18.3 36.8	2700 2940