



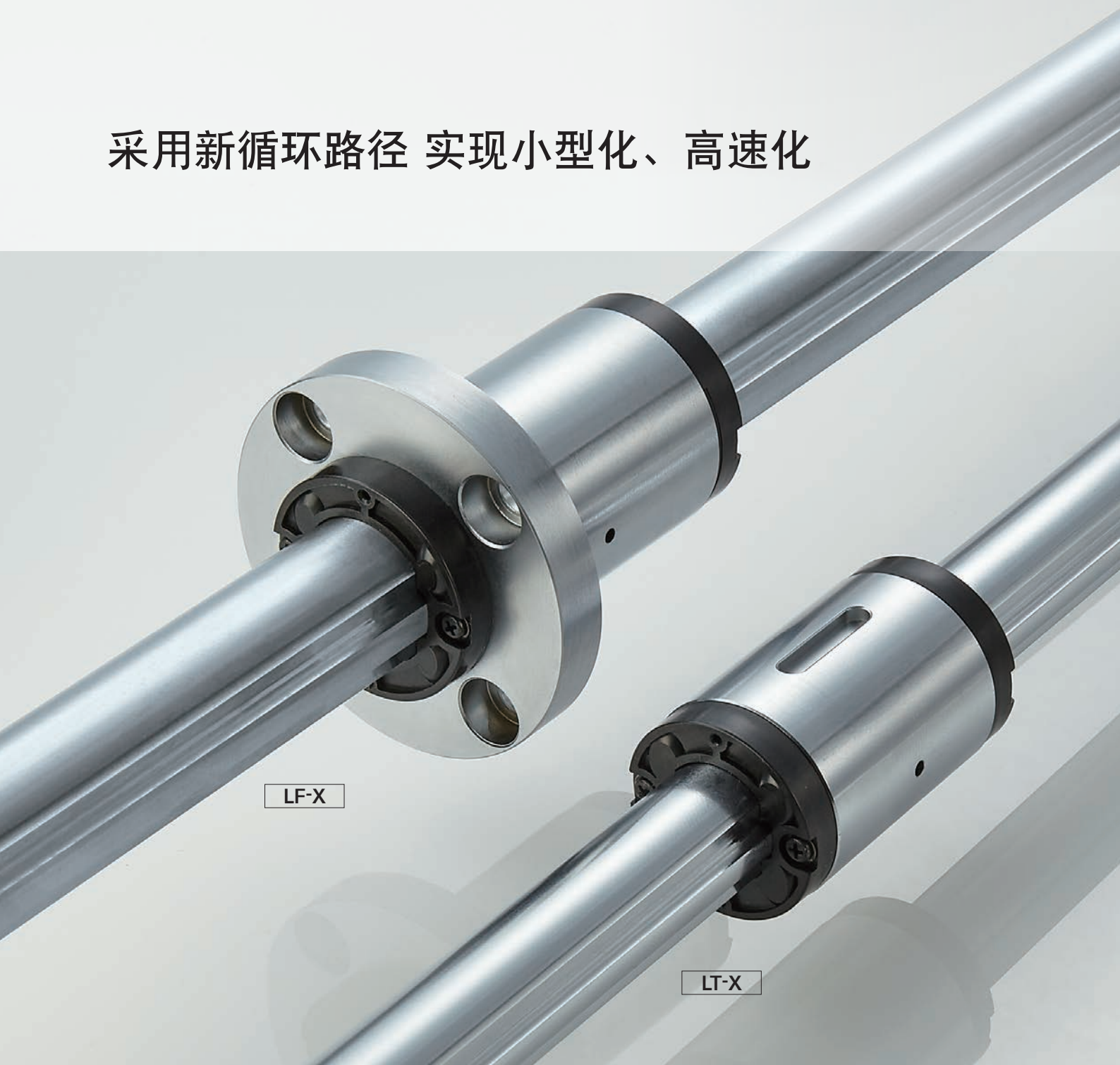
小型滚珠花键

LT-X / LF-X / LTR-V



通过新循环路径实现小型化、高速化

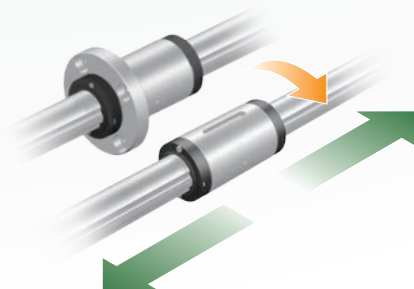
采用新循环路径 实现小型化、高速化



小型滚珠花键

LT-X / LF-X

采用新循环路径，
实现花键母外径形状的小型化，
并可支持高速运行的小型滚珠花键。

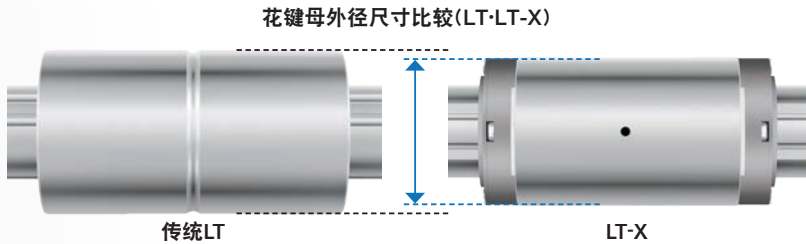


产品优势

优势 1 小型化的螺母外径形状

采用新循环路径，使花键螺母外径比传统型号LT/LF型更小。

外径比最大
20%
尺寸小型化



单位：mm

外径比最大缩小20%(与本公司传统产品相比较)。
实现基础部的小型化设计。

公称轴径	花键螺母外径	
	LT型	LT-X型
3(3D)	—	6(7)
4	10	8
5	12	10
6	14	12
8	16	15
10	21	19
13	24	23
16	31	28
20	35	32
25	42	40
30	47	45

优势 2 支持高速运行

通过新循环路径使钢球循环变为最佳状态，实现高速运行。

试验结果: 运行10,000km 后无异常

高速耐久试验条件

项目	内容
使用型号	LT20X
速度	2m/s
加速度	49m/s ²
润滑剂	锂皂基润滑脂 (AFB-LF润滑脂)
行程	650mm
方式	水平

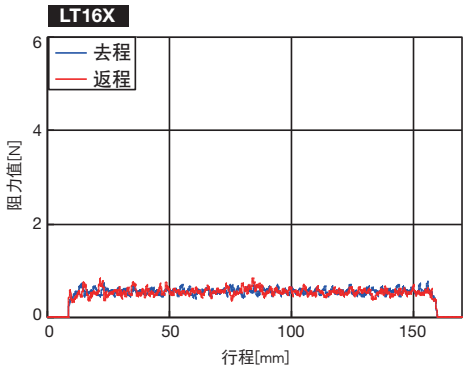
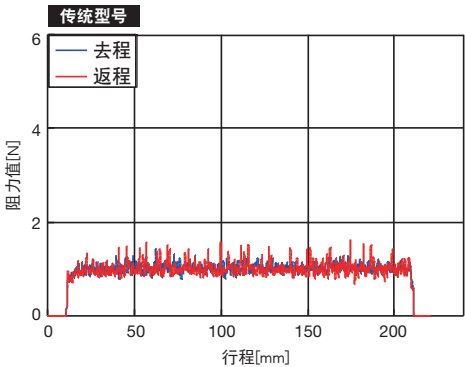
优势 3 运动平滑

与传统型号相比，滚动阻力的波动变小。

试验条件

项目	内容
速度	10mm/s
润滑剂	锂皂基润滑脂 (AFB-LF润滑脂)
方式	水平

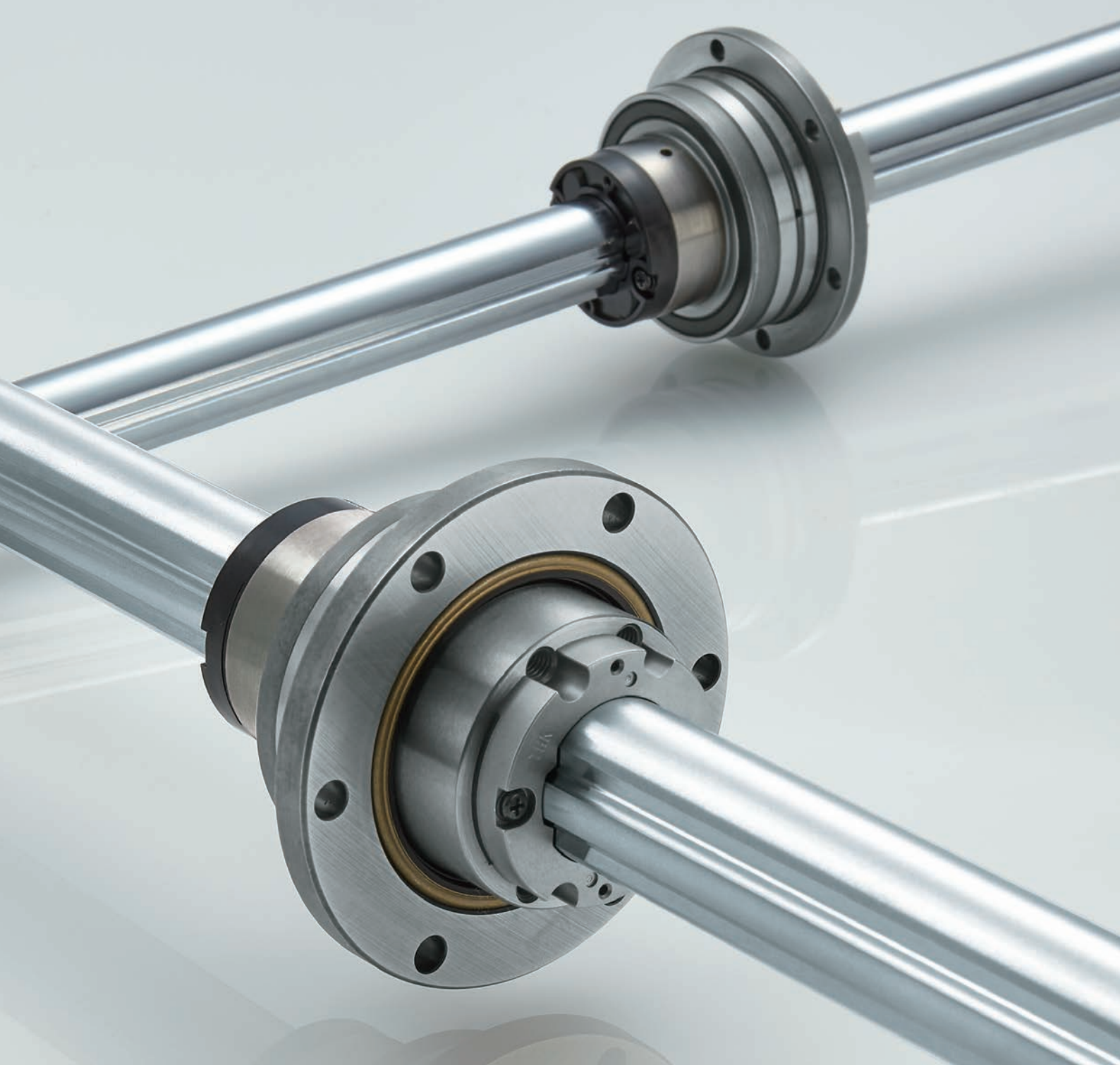
试验结果:



优势 4 选配件 润滑装置QZ

详细内容请参照P.10。

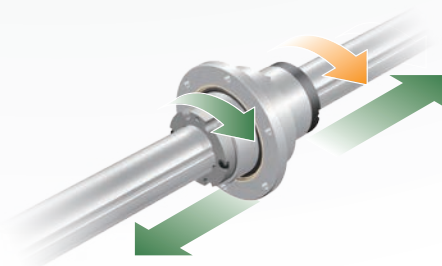
润滑装置QZ是安装在花键螺母两端的润滑部件。通过向花键轴的滚动槽供给适量的润滑油，可时刻在滚动体和滚动面之间形成油膜，从而大幅度延长润滑保养的间隔时间。



母旋转式滚珠花键

LTR-V

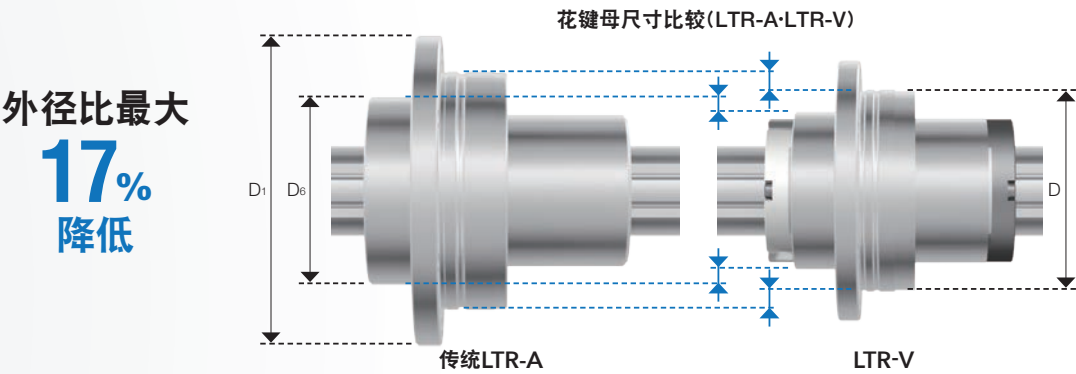
此为支撑轴承与LT-X花键母的外圆面直接组合成一体轻量化、小型单元型滚珠花键。



产品优势

优势 1 外径形状小型化

LTR-V型在滚珠花键部采用LT-X型，比传统型号LTR-A型更小。

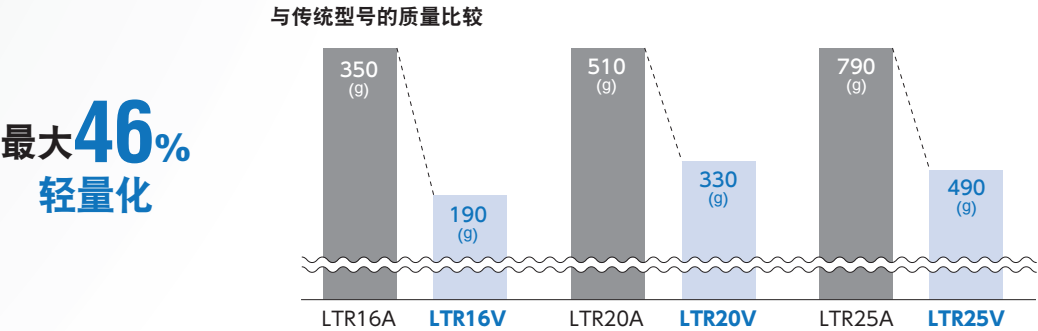


单位: mm

公称型号	支撑轴承部外径(D)		法兰外径(D1)		皮带轮安装部(D6)	
	传统型比率		传统型比率		传统型比率	
LTR 16A	48	缩小 13%	64	缩小 16%	36	缩小 10%
LTR 16V	42		54		32.5	
LTR 20A	56	缩小 14%	72	缩小 11%	43.5	缩小 17%
LTR 20V	48		64		36	
LTR 25A	66	缩小 15%	86	缩小 16%	52	缩小 16%
LTR 25V	56		72		43.5	

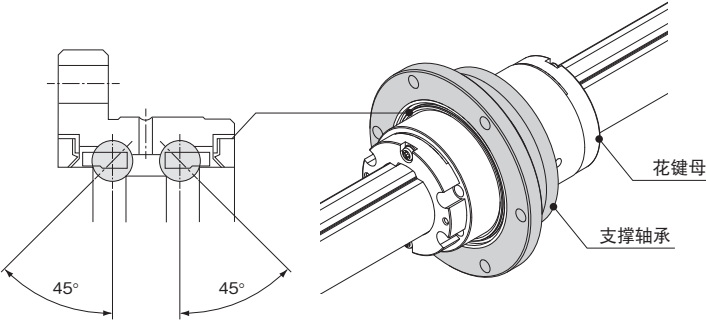
优势 2 轻量

LTR-V型在滚珠花键部采用LT-X型，因此比传统型号LTR-A型更轻。



优势 3 高刚性

支撑轴承采用了抗力矩负荷能力强的45° 接触角。

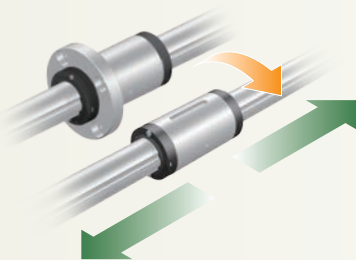


什么是滚珠花键？

滚珠花键是一种直线导向产品，通过钢球在精密研磨的花键轴的滚动槽中滚动，从而使花键母顺畅地进行直线运动的同时传递扭矩。

LT-X/LF-X

直线运动&传递扭矩

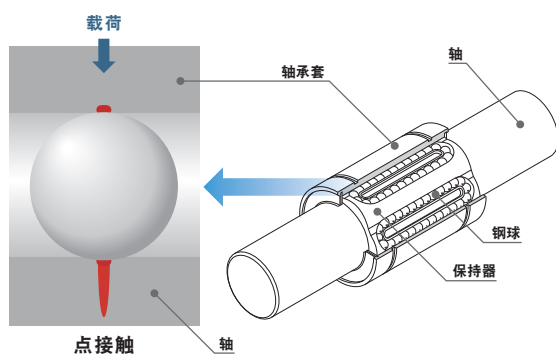


滚珠花键带来的3个优势

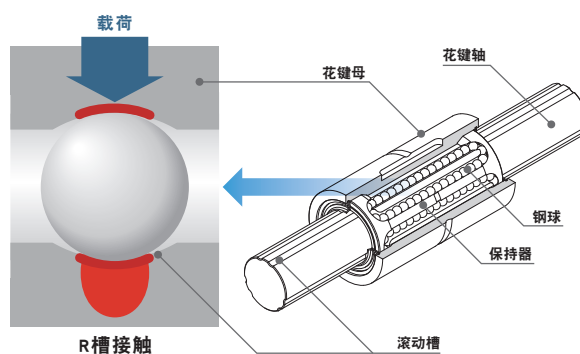
1 高承载能力、长使用寿命

与直线轴承不同，滚珠花键具有滚动槽。滚动槽具有与钢球类似的R形，因此可大幅度增加承载的载荷，实现高承载能力及长使用寿命。与直线轴承相比，其容许载荷为直线轴承的13倍，寿命约为直线轴承的2200倍。

直线轴承

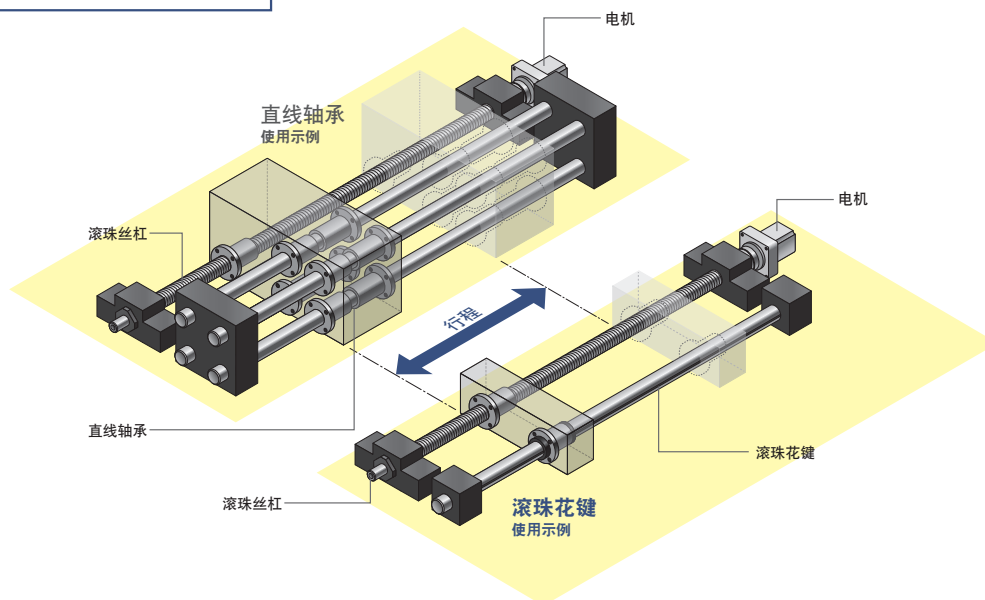


滚珠花键



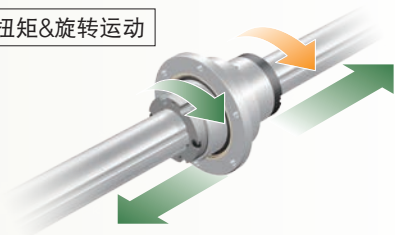
2 轻量、小型化

滚珠花键可通过单轴承受扭矩，因此与直线轴承相比，具有外围关联部件小、部件数量少等优势，从而可使主要部件轻量化，降低总体成本。



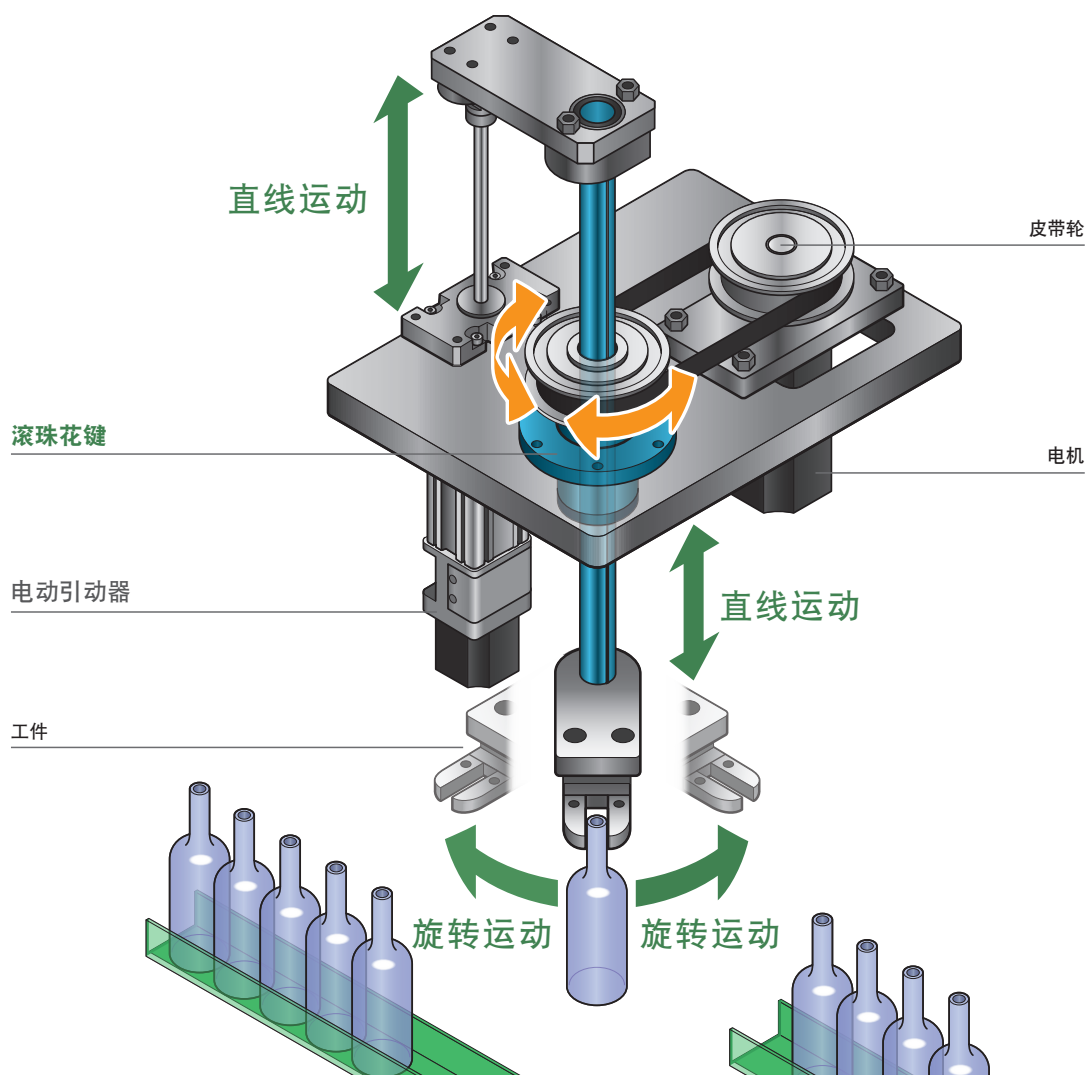
LTR-V

直线运动&传递扭矩&旋转运动



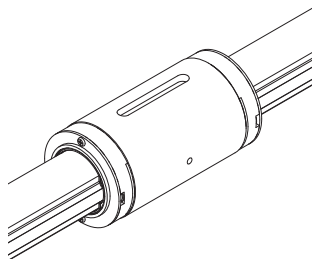
3 直线及旋转构造

滚珠花键通过单轴传递扭矩，因此可实现直线及旋转的组合运动。



LT-X

圆筒形



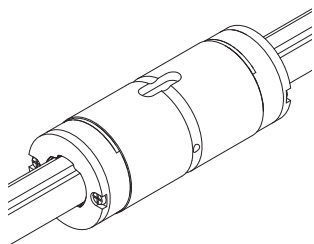
花键母外径为直圆柱形状，利用键槽^{*}与支撑座固定来实现传递扭矩。

LT3X~6X型采用具备良好防锈性能的不锈钢材。

※LT3X、LT3XD、LT4X型是锥形。

LT-XL

圆筒形长型



与LT-X型具有相同的外径，为花键母加长型。

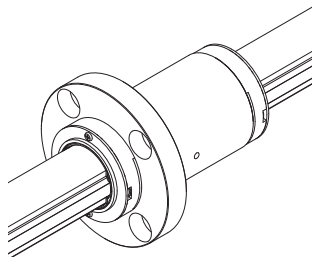
公称轴径#5,6,8。

适用于超过LT-X型容许值的扭矩、悬臂负荷或力矩作用的场合。

LT5XL、LT6XL型采用具有良好防锈性能的不锈钢材。

LF-X

法兰型

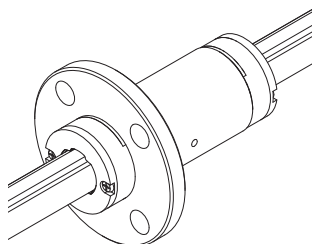


可使用法兰用螺栓固定在支撑座上，组装更简便。适用于最适合用在支撑座上加工键槽有变形危险，或者支撑座的宽度比较狭小的地方。

LF3X~6X型采用具有良好防锈性能的不锈钢材。

LF-XL

法兰型长型



与LF-X型具有相同的外径，为花键母加长型。

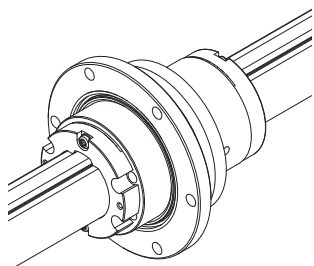
公称轴径#5,6,8。

适用于超过LF-X型容许值的扭矩、悬臂负荷或力矩作用的场合。

LF5XL、LF6XL型采用具有良好防锈性能的不锈钢材。

LTR-V

带支撑轴承型

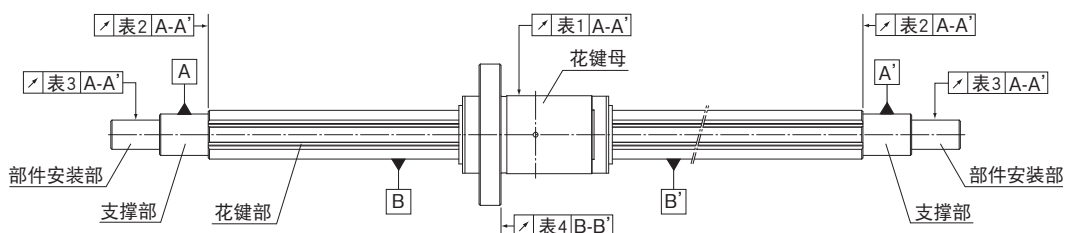


在LT-X型滚珠花键的花键母外径上设置角接触型的钢球滚动面，构成支撑轴承，属小型、轻量型。

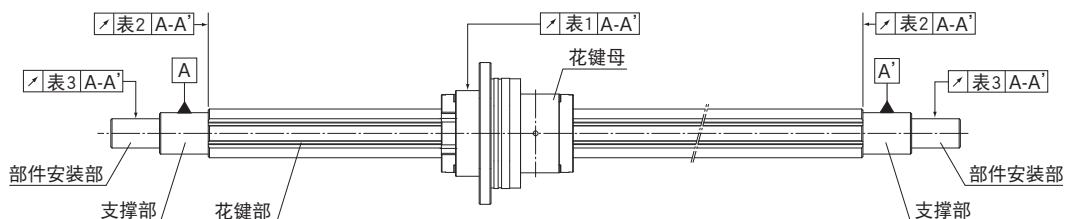
精度等级

滚珠花键的精度根据花键母外径相对于花键轴支撑部的径向跳动，可分为普通级（无标记），高级（H），精密级（P）。测量项目如下图所示。

LT-X·LT-XL / LF-X·LF-XL



LTR-V



滚珠花键精度测试项目

表1 花键母外径相对于花键轴支撑部的径向跳动

精度		径向跳动(最大)[μm]														
公称轴径		3(3D),4,5			6,8			10			13,16,20			25,30		
花键轴总长度 (mm)		普通级 (无标记)	高级 (H)	精密级 (P)	普通级 (无标记)	高级 (H)	精密级 (P)	普通级 (无标记)	高级 (H)	精密级 (P)	普通级 (无标记)	高级 (H)	精密级 (P)	普通级 (无标记)	高级 (H)	精密级 (P)
大于	以下															
—	150	72 ^{※1}	46 ^{※1}	26 ^{※1}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	200	72 ^{※2}	46 ^{※2}	26 ^{※2}	72	46	26	59	36	20	56	34	18	53	32	18
200	315	133 ^{※3}	—	—	133	89 ^{※4}	57 ^{※5}	83	54	32	71	45	25	58	39	21
315	400	—	—	—	171 ^{※5}	114	—	103	68	41	83	53	31	70	44	25
400	500	—	—	—	214 ^{※5}	—	—	123	82	51	95	62	38	78	50	29
500	630	—	—	—	—	—	—	151	102	—	112	75	46	88	57	34
630	800	—	—	—	—	—	—	190	—	—	137	92	58 ^{※6}	103	68	42
800	1000	—	—	—	—	—	—	260	—	—	170	115 ^{※6}	75 ^{※6}	124	83	52
1000	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	222 ^{※6}	153 ^{※7}	—	151	102	65 ^{※9}
1250	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	284 ^{※6}	196 ^{※8}	—	190	130 ^{※10}	—
1600	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	356 ^{※6}	—	—	240	—	—
2000	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300	—	—
2500	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	360	—	—

※1 仅适用于#3(3D)。 ※2 仅适用于#4, 5。 ※3 仅适用于#5。 #5适用于250mm以下。 ※4 #6适用于250mm以下。 ※5 仅适用于#8。

※6 仅适用于#16, 20。 ※7 仅适用于#20。 ※8 仅适用于#20。 #20适用于1500mm以下。 ※9 仅适用于#30。 ※10 #25适用于1500mm以下。

表2 轴花键部端面相对于花键轴支撑部的轴向跳动

精度	轴向跳动(最大)[μm]		
公称轴径	普通级(无标记)	高级(H)	精密级(P)
3,4,5,6,8,10	22	9	6
13,16,20	27	11	8
25,30	33	13	9

表3 部件安装部相对于花键轴支撑部的径向跳动

精度	径向跳动(最大)[μm]		
公称轴径	普通级(无标记)	高级(H)	精密级(P)
3,4,5,6,8	33	14	8
10	41	17	10
13,16,20	46	19	12
25,30	53	22	13

表4 花键母法兰安装面相对于花键轴支撑部的轴向跳动

精度	轴向跳动(最大)[μm]		
公称轴径	普通级(无标记)	高级(H)	精密级(P)
3(3D),4,5,6,8	27	11	8
10,13	33	13	9
16,20,25,30	39	16	11

注) 仅适用于LF-X型

旋转方向间隙

在LT-X/LT-XL、LF-X/LF-XL、LTR-V型中，将圆周方向间隙的总和作为旋转方向间隙进行标准化处理。

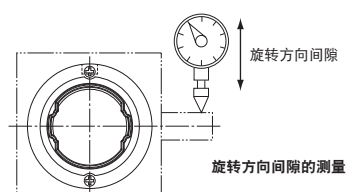


表5 旋转方向间隙

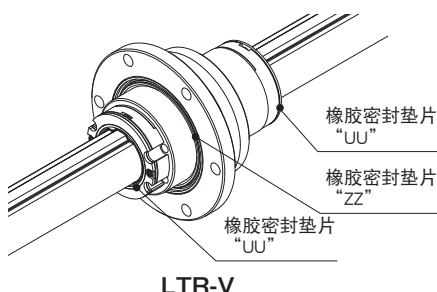
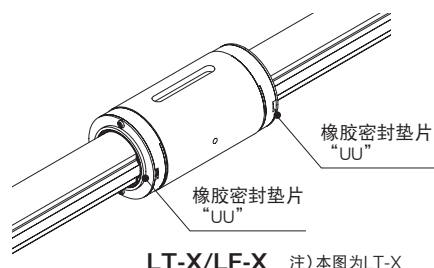
单位: μm

公称轴径	旋转方向间隙		
	普通	CL间隙	CM间隙
3(3D)	0 ~ +2	-2 ~ 0	—
4,5,6,8	-2 ~ +1	-6 ~ -2	—
10,13	-2 ~ +1	-4 ~ -2	—
16,20	-2 ~ +1	-5 ~ -2	-8 ~ -5
25,30	-3 ~ +1	-7 ~ -3	-11 ~ -7

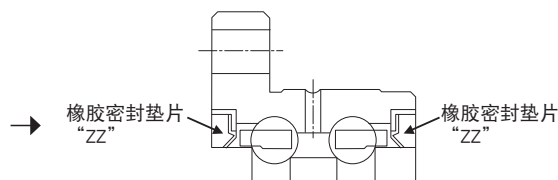
防尘

滚珠花键备有优异耐磨性的特殊合成橡胶密封垫片作为其防尘部件。如花键母或支撑轴承内部进入污物或异物时，将会导致异常磨损和使用寿命缩短，因而必须防止异物的进入。

注) LT3X、LT3XD、LF3X、LF3XD 型号没有防尘密封垫片。



支撑轴承截面图



LT-X/LF-X密封垫片阻力最大值

单位: N

公称轴径	密封垫片(Max. / 2块)
4	0.13
5	0.15
6	0.17
8	0.21
10	0.8
13	1.0
16	1.3
20	1.6
25	2.0
30	2.4

注) 标准值表示每个花键母(2个末端密封垫片)的值。
此外, 凸缘部分涂抹标准润滑脂的状态。

LTR-V型、支撑轴承密封垫片阻力最大值

单位: N·m

公称轴径	密封垫片阻力(Max. / 2块)
16	0.04
20	0.06
25	0.06

注) 测定条件...2个密封垫片“ZZ”、THK AFB-LF润滑脂封入

标准润滑脂

THK特有润滑脂 AFF

AFF油脂使用高级合成油、锂基增稠剂和特殊的添加剂，是一种具有稳定的滚动阻力值、高耐微振磨损性的润滑脂。



封入型号: LT3X~LT8X
LF3X~LF8X

代表特征

项目	典型参数值	试验方法
增稠剂	锂基	
基础油	高级合成油	
基础油动粘度: mm ² /s(40℃)	100	JIS K 2220 23
混合稠度(25℃、60W)	315	JIS K 2220 7
混合稳定性(10万W)	345	JIS K 2220 15
滴点: ℃	220	JIS K 2220 8
蒸发量: mass%(99℃、22h)	0.7	JIS K 2220 10
离油度: mass%(100℃、24h)	2.6	JIS K 2220 11
铜板腐蚀(B法、100℃、24h)	合格	JIS K 2220 9
低温扭矩: mN·m(-20℃)	启动 220 旋转 60	JIS K 2220 18
4球试验(热粘负荷): N	1236	ASTM D2596
使用温度范围: ℃	-40~120	
外观颜色	茶褐色	

THK特有润滑脂 AFB-LF

AFB-LF润滑脂是一种通用的锂基增稠剂润滑脂，其以精制矿物油为基础油。具有极佳的极压性能与机械稳定性。



封入型号: LT10X~30X
LF10X~30X
LTR16V,20V,25V

代表特征

项目	典型参数值	试验方法
增稠剂	锂基	
基础油	精制矿物油	
基础油动粘度: mm ² /s(40℃)	170	JIS K 2220 23
混合稠度(25℃、60W)	275	JIS K 2220 7
混合稳定性(10万W)	345	JIS K 2220 15
滴点: ℃	193	JIS K 2220 8
蒸发量: mass%(99℃、22h)	0.4	JIS K 2220 10
离油度: mass%(100℃、24h)	0.6	JIS K 2220 11
铜板腐蚀(B法、100℃、24h)	合格	JIS K 2220 9
低温扭矩: mN·m(-20℃)	启动 130 旋转 51	JIS K 2220 18
4球试验(热粘负荷): N	3089	ASTM D2596
使用温度范围: ℃	-15~100	
外观颜色	黄褐色	

注) 可对应标准以外的润滑脂。详情请联系THK。

选配件 润滑装置QZ

安装在花键母两端的润滑部件。润滑装置QZ可向花键轴的滚动槽直接供给适量的润滑油。因此，钢球与滚动槽之间会始终形成油膜，可大幅度延长润滑维护的时间。

此外，也不会污染滚珠花键的周围区域，是环保的润滑系统。润滑装置QZ主要由3个部件构成，存在于润滑装置QZ内部的润滑油是利用毛细作用的基本原理来输送的，并供给到花键轴滚动槽。该毛细作用也在毡笔等多种其他产品中使用。

注) 花键母全长尺寸会变长，敬请注意。

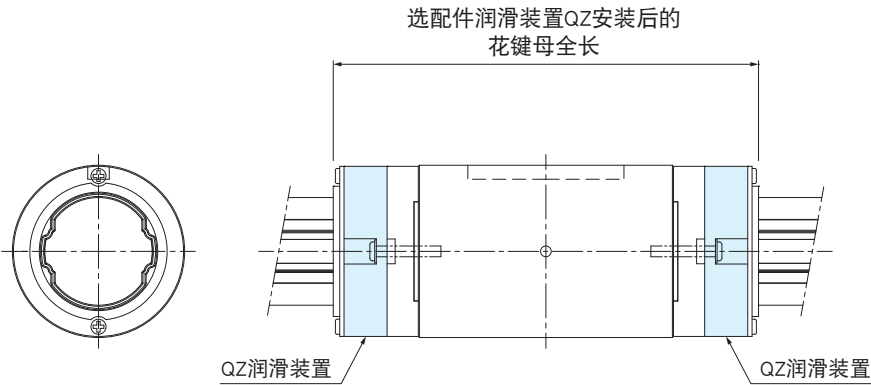
优势

- 由于能补充损耗的油份，因而可大幅度延长润滑维护的间隔时间。
- 由于其为滚动面供给适量的润滑油，不会污染周围区域，因而是环保型的润滑系统。

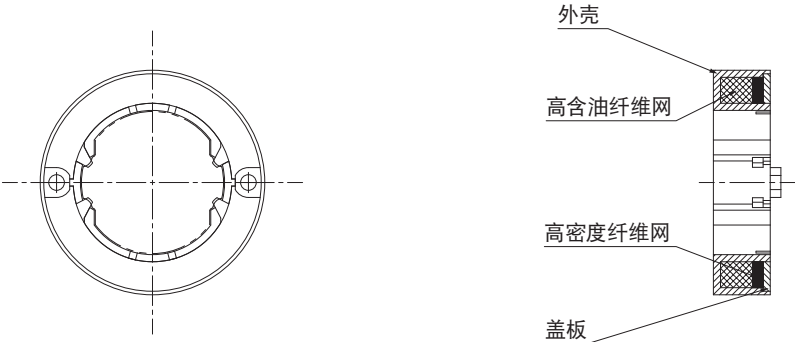
适于安装QZ产品型号的花键母全长

单位: mm

公称型号	LT-X / LF-X				
公称轴径	#10	#13	#16	#20	#25
无密封垫片、QZ	30.8	32.4	46.4	59	67
UU	33	36	50	63	71
QZUU	49	52	66	79	87

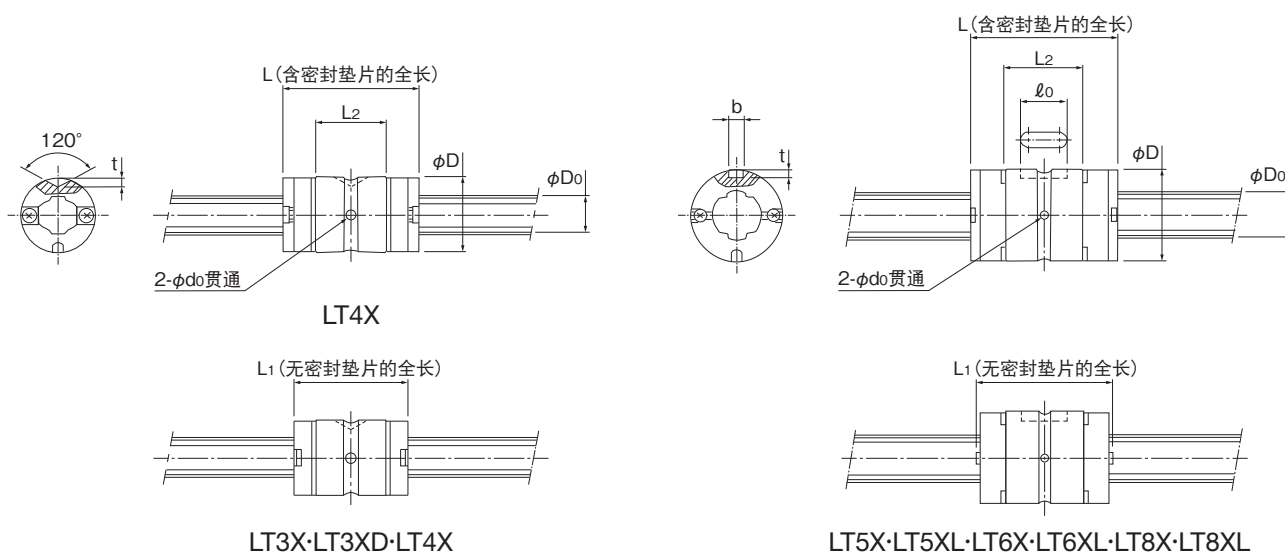


润滑装置QZ主机结构图



尺寸表

LT-X / LT-XL

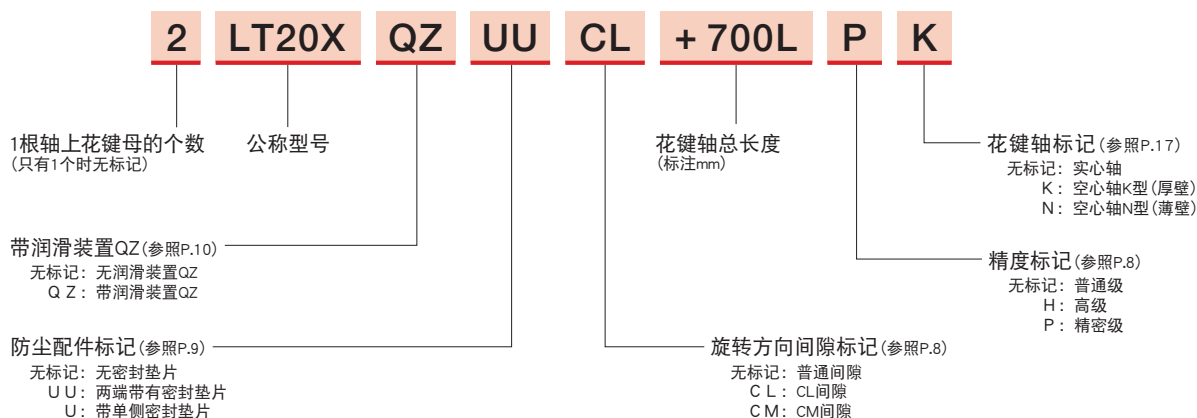


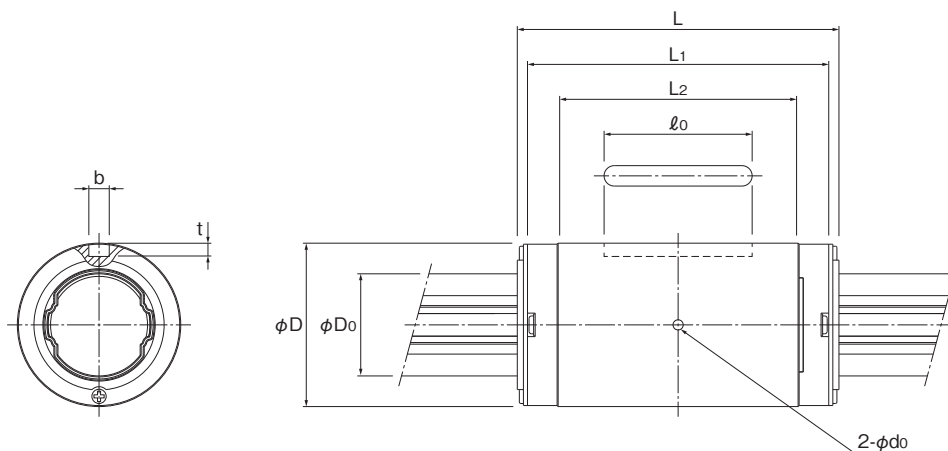
公称型号	花键轴径		花键母尺寸								
	D ₀ h7	外径		长度			键槽尺寸			润滑孔	
		D	公差	L (带密封垫片)	L ₁ (无密封垫片)	L ₂	b H8	t	ℓ ₀	d ₀	
LT3X	3	6	0 -0.008	—	10	6.5	—	0.7	—	—	
LT3XD	3	7	0 -0.009	—	10	6.5	—	0.8	—	—	
LT4X	4	8	0 -0.009	14.4	12	7.5	—	1	—	—	
LT5X	5	10	0 -0.009	15	13.6	7.3	2	1.2	4.7	1	
LT5XL	5	10	0 -0.009	26	24.6	18.3	2	1.2	4.7	1	
LT6X	6	12	0 -0.011	19	17.6	10.2	2	1.2	6	1	
LT6XL	6	12	0 -0.011	30	28.6	21.2	2	1.2	6	1	
LT8X	8	15	0 -0.011	25	23.8	14.6	2.5	1.2	8	1.5	
LT8XL	8	15	0 -0.011	40	38.8	29.6	2.5	1.2	8	1.5	
LT10X	10	19	0 -0.013	33	30.8	23.9	3	1.5	13	1.5	
LT13X	13	23	0 -0.013	36	32.4	24	3	1.5	15	1.5	
LT16X	16	28	0 -0.013	50	46.4	35.5	3.5	2	17.5	2	
LT20X	20	32	0 -0.016	63	59	47.4	4	2.5	29	2	
LT25X	25	40	0 -0.016	71	67	52.6	4	2.5	36	3	
LT30X	30	45	0 -0.016	80	75.6	59.6	4	2.5	42	3	

注) LT3X、LT3XD 型没有防尘密封垫片。此外，LT3X、LT3XD 没有注油孔。

公称型号的构成例

请指定 的项目。注) 在本产品目录中记载的型号，请指定全部项目。





LT10X~30X

单位: mm

	基本额定扭矩		基本额定载荷		静态容许力矩			重量
	C_T [N·m]	C_{OT} [N·m]	C [kN]	C_0 [kN]	M_{A1} [N·m]	M_{A2} (有密封垫片) [N·m]	M_{A2} (无密封垫片) [N·m]	花键母 ^{注)} [g]
	0.23	0.42	0.26	0.48	0.52	—	3.1	1.1
	0.23	0.42	0.26	0.48	0.52	—	3.1	1.6
	0.49	0.82	0.42	0.70	0.84	6.2	5.0	2.2
	0.82	1.25	0.56	0.85	1.04	8.2	6.6	3.3
	1.59	3.20	1.09	2.19	6.11	35.5	28.4	8
	1.73	2.77	0.98	1.58	2.85	19.0	15.2	6.6
	2.81	5.54	1.60	3.15	10.6	59.8	47.8	13.3
	6.00	9.23	1.39	2.15	5.13	34.3	27.4	14.3
	10.10	19.5	2.35	4.53	21.1	110.9	88.7	24.3
	9.41	17.3	2.94	5.40	21.5	114	104	30
	17.1	28.7	4.16	6.96	28.9	164	149	40
	42.9	68.6	8.40	13.4	77.4	419	381	81
	66.4	117	10.5	18.6	144	735	669	130
	125	207	15.9	26.2	230	1183	1077	235
	196	319	20.8	34.0	335	1714	1560	295

注) 花键母的质量是指不带密封垫片的质量。

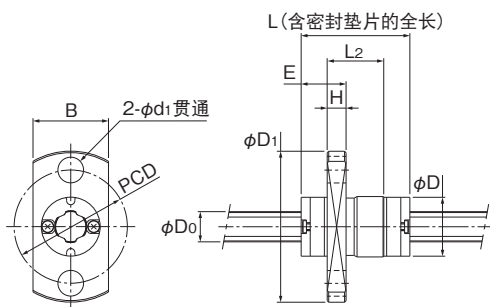
花键轴最大制造长度

单位: mm

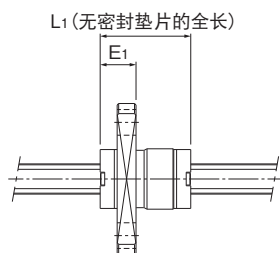
公称轴径	精度		
	普通级(无标记)	高级(H)	精密级(P)
3	150	150	150
4	200	200	200
5	250	200	200
6	315	250	200
8	500	400	315
10	1000	630	500
13	1000	800	630
16	2000	1000	1000
20	2000	1500	1000
25	3000	1500	1000
30	3000	1600	1250

尺寸表

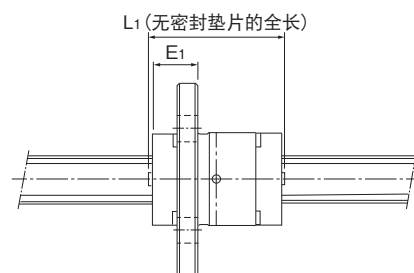
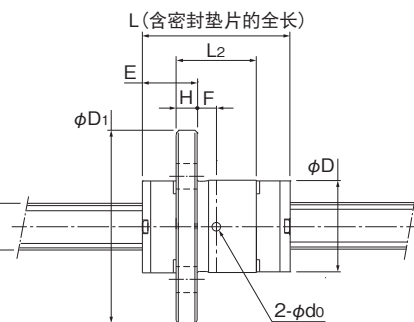
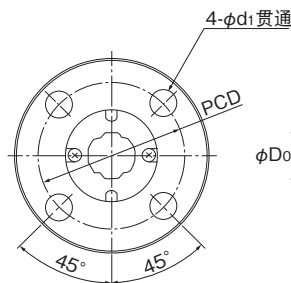
LF-X / LF-XL



LF4X



LF3X·LF3XD·LF4X



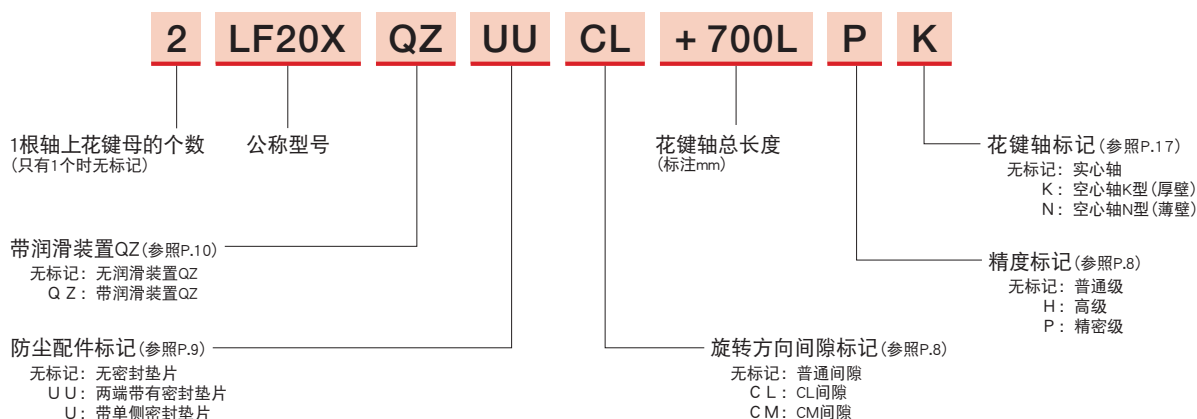
LF5X·LF5XL·LF6X·LF6XL·LF8X·LF8XL

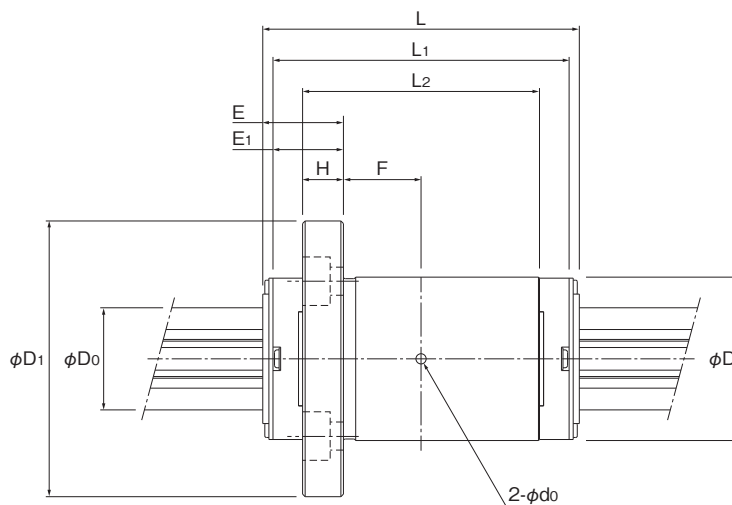
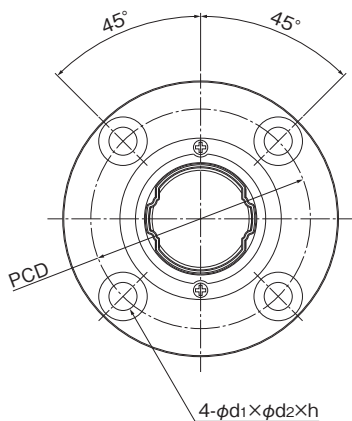
公称型号	花键轴径	花键母尺寸														
	D ₀ h7	外径		长度			法兰外径		H	F	E (带密封垫片)	E ₁ (无密封垫片)	润滑孔	PCD	安装孔	
		D	公差	L (带密封垫片)	L ₁ (无密封垫片)	L ₂	D ₁	B					d ₀		d ₁ ×d ₂ ×h	
LF3X	3	6	⁰ _{-0.008}	—	10	6.5	15.5	8	1.5	—	—	3.25	—	11	2.4贯通	
LF3XD	3	7	⁰ _{-0.009}	—	10	6.5	18	9	1.9	—	—	3.65	—	13	2.9贯通	
LF4X	4	8	⁰ _{-0.009}	14.4	12	7.5	20	10	2.5	—	5.95	4.75	—	15	3.4贯通	
LF5X	5	10	⁰ _{-0.009}	15	13.6	7.3	23	—	2.7	—	6.55	5.35	—	17	3.4贯通	
LF5XL			6.5	1												
LF6X	6	12	⁰ _{-0.011}	19	17.6	10.2	25	—	2.7	2.4	7.1	5.9	1	19	3.4贯通	
LF6XL			30	28.6	21.2	7.9										
LF8X	8	15	⁰ _{-0.011}	25	23.8	14.6	28	—	3.8	3.5	9	7.5	1.5	22	3.4贯通	
LF8XL			40	38.8	29.6	11										
LF10X	10	19	⁰ _{-0.013}	33	30.8	23.9	38	—	6	5.95	10.55	9.45	1.5	28	4.5×8×4.4	
LF13X	13	23	⁰ _{-0.013}	36	32.4	24	43	—	6	6	12	10.2	1.5	33	4.5×8×4.4	
LF16X	16	28	⁰ _{-0.013}	50	46.4	35.5	48	—	6	11.7	13.3	11.5	2	38	4.5×8×4.4	
LF20X	20	32	⁰ _{-0.016}	63	59	47.4	54	—	8	15.7	15.8	13.8	2	43	5.5×9.5×5.4	
LF25X	25	40	⁰ _{-0.016}	71	67	52.6	62	—	8	18.3	17.2	15.2	3	51	5.5×9.5×5.4	
LF30X	30	45	⁰ _{-0.016}	80	75.6	59.6	74	—	10	19.8	20.2	18	3	60	6.6×11×6.5	

注) LF3X、LF3XD 型没有防尘密封垫片。此外, LF3X, LF3XD, LF4X, LF5X型 没有给脂孔。

公称型号的构成例

请指定 的项目。注) 在本产品目录中记载的型号, 请指定全部项目。





LF10X~30X

单位: mm

	基本额定扭矩		基本额定载荷		静态容许力矩			重量
	C _T [N·m]	C _{0T} [N·m]	C [kN]	C ₀ [kN]	M _{A1} [N·m]	M _{A2} (有密封垫片) [N·m]	M _{A2} (无密封垫片) [N·m]	花键母 ^注 [g]
	0.23	0.42	0.26	0.48	0.52	—	3.1	2.1
	0.23	0.42	0.26	0.48	0.52	—	3.1	3.2
	0.49	0.82	0.42	0.70	0.84	6.2	5.0	4.7
	0.82	1.25	0.56	0.85	1.04	8.2	6.6	9.9
	1.59	3.20	1.09	2.19	6.11	35.5	28.4	14.6
	1.73	2.77	0.98	1.58	2.85	19.0	15.2	13.8
	2.81	5.54	1.60	3.15	10.6	59.8	47.8	20.5
	6.00	9.23	1.39	2.15	5.13	34.3	27.4	26.5
	10.10	19.5	2.35	4.53	21.1	110.9	88.7	36.5
	9.41	17.3	2.94	5.40	21.5	114	104	66
	17.1	28.7	4.16	6.96	28.9	164	149	82
	42.9	68.6	8.40	13.4	77.4	419	381	131
	66.4	117	10.5	18.6	144	735	669	212
	125	207	15.9	26.2	230	1183	1077	335
	196	319	20.8	34.0	335	1714	1560	489

注) 花键母的质量是指不带密封垫片的质量。

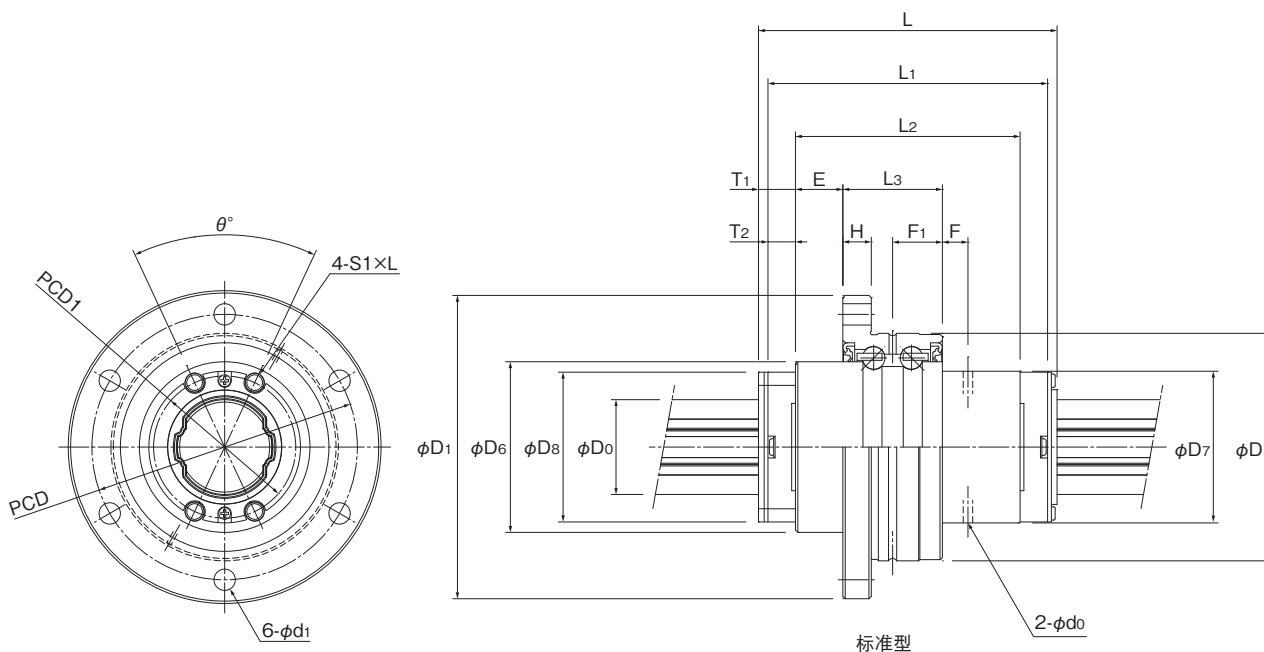
花键轴最大制造长度

单位: mm

公称轴径	精度		
	普通级(无标记)	高级(H)	精密级(P)
3	150	150	150
4	200	200	200
5	250	200	200
6	315	250	200
8	500	400	315
10	1000	630	500
13	1000	800	630
16	2000	1000	1000
20	2000	1500	1000
25	3000	1500	1000
30	3000	1600	1250

尺寸表

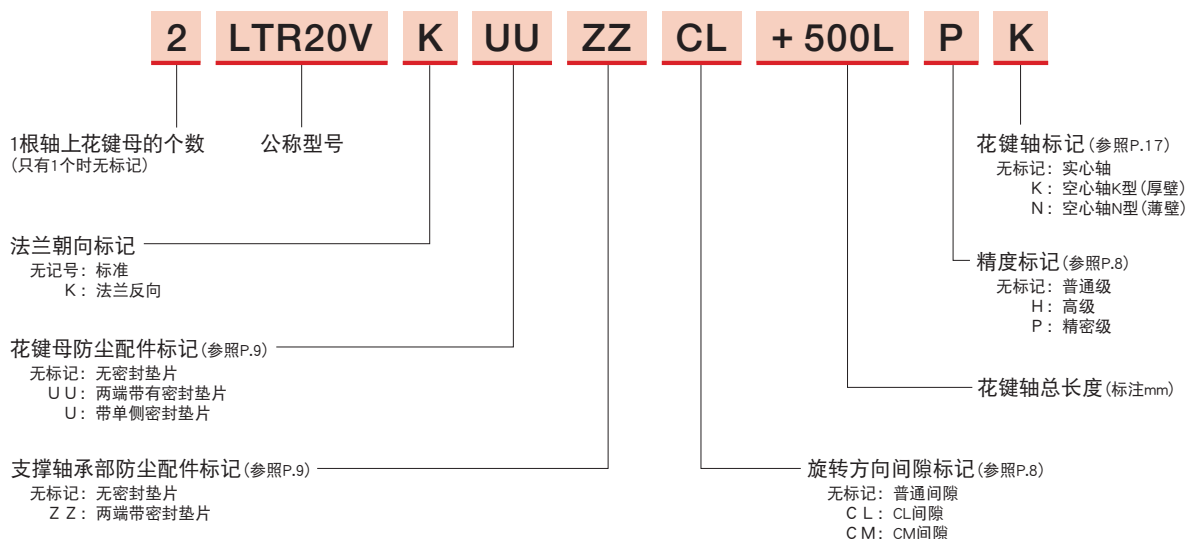
LTR-V

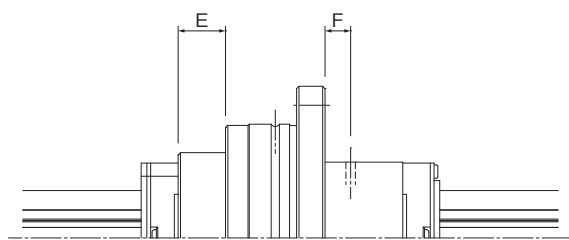


公称型号	花键轴径	花键母尺寸																				
	D ₀ h7	外径		长度			法兰 外径	D ₆ h7	D ₇	D ₈	H	L ₃	F ₁	d ₀	T ₁	T ₂	PCD	PCD ₁	θ	S1×L	d ₁	
		D	公差	L (带密封垫片)	L ₁ (无密封垫片)	L ₂	D ₁															
LTR16V	16	42	-0.009 -0.025	50	46.4	35.5	54	32.5	28	27.6	4	18	9	2	7.3	5.5	48	25	40	M3×6	3.4	
LTR20V	20	48	-0.010 -0.029	63	59	47.4	64	36	32	31.6	6	21	10.5	2	7.8	5.8	56	30	50	M4×6	4.5	
LTR25V	25	56	-0.010 -0.029	71	67	52.6	72	43.5	40	39.6	6	21	10.5	3	9.2	7.2	64	36	50	M5×8	5.5	

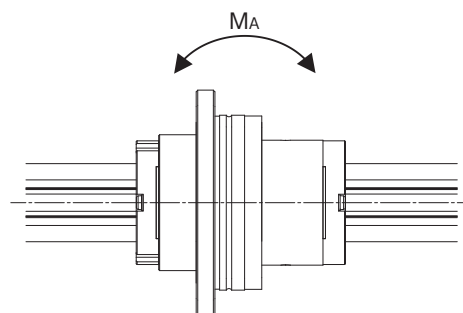
公称型号的构成例

请指定 的项目。注) 在本产品目录中记载的型号, 请指定全部项目。





K型(法兰反向)



注) M_A 如上图所示, 为安装单个花键母时的轴向容许力矩值。

单位: mm

	标准型		K型		基本额定扭矩		基本额定载荷		静态容许力矩	支撑轴承基本额定载荷		重量	
	E	F	E	F	C_T [N·m]	C_{GT} [N·m]	C [kN]	C_0 [kN]	M_A (注) [N·m]	C [kN]	C_0 [kN]	花键母 (带密封垫片) [g]	花键母 (无密封垫片) [g]
	7.5	5	7.5	5	42.9	68.6	8.4	13.4	77.4	5.2	5.1	196	190
	10	5.4	10	5.4	66.4	117	10.5	18.6	144	6.7	6.4	338	330
	12	7.6	12	7.6	125	207	15.9	26.2	230	7.4	7.8	502	490

花键轴最大制造长度

单位: mm

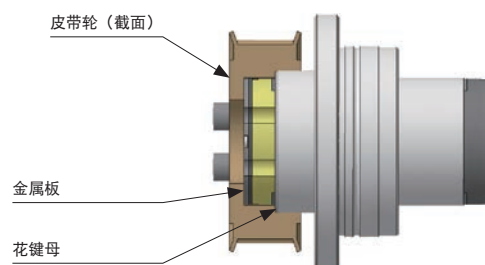
公称型号	精度		
	普通级(无标记)	高级(H)	精密级(P)
LTR16V	2000	1000	1000
LTR20V	2000	1500	1000
LTR25V	3000	1500	1000

支撑轴承部容许转速

单位: min^{-1}

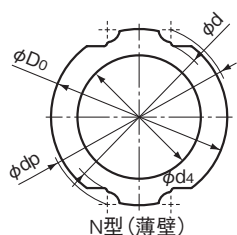
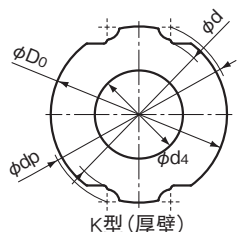
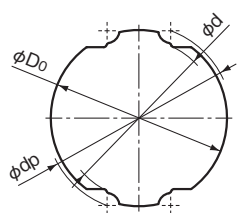
公称型号	润滑脂润滑	油润滑
LTR16V	4400	6100
LTR20V	4000	5400
LTR25V	3500	4700

皮带轮安装(推荐)



安装皮带轮时, 应将其对准金属板端面或花键母端面。

花键轴截面形状



各花键轴的截面形状

花键轴截面形状

单位: mm

公称轴径		3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
小径	φd	2.7	3.6	4.5	5.4	7	8.6	11.3	13.9	17.9	22.4	27
大径	φD₀	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
钢球中心直径	φdp	3.3	4.4	5.5	6.6	8.6	10.7	13.8	17.1	21.1	26.4	31.6
质量[g/m]		50	100	150	210	380	590	1010	1520	2410	3710	5370

中空花键轴截面形状(K型)

单位: mm

公称轴径		3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
小径	φd	2.7	3.6	4.5	5.4	7	8.6	11.3	13.9	17.9	22.4	27
大径	φD₀	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
钢球中心直径	φdp	3.3	4.4	5.5	6.6	8.6	10.7	13.8	17.1	21.1	26.4	31.6
孔径	φd₄	—	—	—	2.5	3	4	5	7	10	12	16
质量[g/m]		—	—	—	170	320	490	850	1220	1790	2820	3780

注) LT6X、LF6X、LFK6X、LFH6X型的中空花键轴为碳素钢。

中空花键轴截面形状(N型)

单位: mm

公称轴径		3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
小径	φd	2.7	3.6	4.5	5.4	7	8.6	11.3	13.9	17.9	22.4	27
大径	φD₀	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
钢球中心直径	φdp	3.3	4.4	5.5	6.6	8.6	10.7	13.8	17.1	21.1	26.4	31.6
孔径	φd₄	—	—	—	—	—	—	—	11	14	18	21
质量[g/m]		—	—	—	—	—	—	—	770	1190	1700	2630

花键轴的强度设计

花键轴是能承受径向载荷或扭矩的复合轴。但在负荷或扭矩很大时，就必须要考虑花键轴的强度。

承受弯曲的花键轴

当弯矩作用于花键轴上时，根据下式(1)可求出最适合的花键轴径。

$$M = \sigma \cdot Z \text{ 及 } Z = \frac{M}{\sigma} \quad \text{.....(1)}$$

M : 作用于花键轴上的最大弯矩 [N·mm]

σ : 花键轴的容许弯曲应力 [98N/mm²]

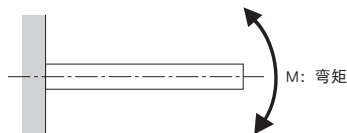
Z : 花键轴的截面系数 (参照P.19表6) [mm³]

[参考]截面系数(圆)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Z : 截面系数 [mm³]

d : 轴外径 [mm]



承受扭转的花键轴

当扭矩作用于花键轴上时，根据下式(2)可求出最适合的花键轴径。

$$T = \tau_a \cdot Z_p \text{ 及 } Z_p = \frac{T}{\tau_a} \quad \text{.....(2)}$$

T : 最大扭矩 [N·mm]

τₐ : 花键轴的容许扭转应力 [49N/mm²]

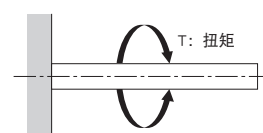
Zₚ : 花键轴的极截面系数 (参照P.19表6) [mm³]

[参考]极截面系数(圆)

$$Z_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Zₚ : 极截面系数 [mm³]

d : 轴外径 [mm]



花键轴同时承受扭转和弯曲作用时

当弯矩和扭矩同时作用于花键轴上时，考虑当量弯矩(Mₑ)和当量扭矩(Tₑ)，并分别计算花键轴径的大小，再取其中花键轴径较大的值。

■ 当量扭矩

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M} \right)^2} \right\} \quad \text{.....(3)}$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

■ 当量扭矩

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \quad \dots\dots(4)$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_P$$

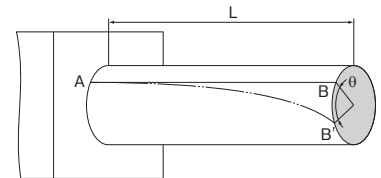
花键轴的扭转刚度

花键轴的扭转刚度用相对于长度为1米的花键轴的扭转角来表示，被限制在 $1^\circ/4$ 左右。

$$\theta = 57.3 \times \frac{T \cdot L}{G \cdot I_P} \quad \dots\dots(5)$$

$$\text{轴的刚度} = \frac{\text{扭转角}}{\text{单位长度}} = \frac{\theta \cdot \ell}{L} < \frac{1^\circ}{4}$$

θ : 扭转角 $[\circ]$
 L : 花键轴长度 $[\text{mm}]$
 G : 横向弹性系数 $[7.9 \times 10^4 \text{N/mm}^2]$
 ℓ : 单位长度 $[1000\text{mm}]$
 I_P : 极截面二次矩 (参照P.19表6) $[\text{mm}^4]$



花键轴的挠曲和挠曲角

花键轴挠曲和挠曲角应使用符合各自条件的计算公式来计算。各种使用条件下的计算公式如下表所示。

挠曲和挠曲角的计算公式

支撑方式	使用条件	挠曲的计算公式	挠曲角的计算公式	$\delta_{\max}$: 最大挠曲 $[\text{mm}]$ M_0 : 力矩 $[\text{N} \cdot \text{mm}]$ ℓ : 间距 $[\text{mm}]$ I : 截面二次矩 (参照P.19表6) $[\text{mm}^4]$ i_1 : 负荷作用点的挠曲角 i_2 : 支撑点的挠曲角 P : 集中负荷 $[\text{N}]$ p : 均布负荷 $[\text{N/mm}]$ E : 纵向弹性系数 2.06×10^5 $[\text{N/mm}^2]$
两端自由		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{P\ell^2}{16EI}$	
两端固定		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$	
两端自由		$\delta_{\max} = \frac{5p\ell^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{p\ell^3}{24EI}$	
两端固定		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{384EI}$	$i_2 = 0$	
一端固定		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{P\ell^2}{2EI}$ $i_2 = 0$	
一端固定		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{p\ell^3}{6EI}$ $i_2 = 0$	
两端自由		$\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}M_0\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0\ell}{12EI}$ $i_2 = \frac{M_0\ell}{24EI}$	
两端固定		$\delta_{\max} = \frac{M_0\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0\ell}{16EI}$ $i_2 = 0$	

花键轴的截面系数(Z)、极截面系数(Z_P)、极截面二次矩(I_P)、截面二次矩(I)如表6所示。

表6 花键轴的截面特性

公称轴径		截面系数 Z mm ³	极截面系数 Z _P mm ³	极截面 二次矩 I _P mm ⁴	截面 二次矩 I mm ⁴
3	实心	2.4	5	7.3	3.6
4	实心	5.7	11.8	23.2	11.2
5	实心	11.3	23.3	57.2	27.7
6	实心	19.6	40.4	119.1	57.7
	K型	18.9	39.1	115.3	55.8
8	实心	45.0	93.9	366.2	175.6
	K型	44.0	91.8	358.2	171.6
10	实心	86.5	183.8	896.9	422.3
	K型	84.0	178.6	871.7	409.7
13	实心	191.3	405.3	2574.6	1215.3
	K型	186.5	395.6	2513.2	1184.6
16	实心	350.8	749.7	5844.5	2734.3
	K型	335.6	719.5	5608.8	2616.4
	N型	258.6	565.4	4407.2	2015.6
20	实心	716.5	1498.5	14731.7	7043.9
	K型	666.6	1398.7	13749.9	6553.0
	N型	524.7	1114.9	10960.2	5158.1
25	实心	1404.2	2932.9	36067.4	17268.2
	K型	1321.4	2767.4	34031.6	16250.3
	N型	985.2	2094.8	25761.4	12115.2
30	实心	2444.1	5086.3	75160.0	36115.8
	K型	2226.4	4650.9	68726.1	32898.8
	N型	1798.0	3794.2	56067.4	26569.7

花键轴的危险速度

通过旋转滚珠花键轴用于传递动力时，如果花键轴的转数变高并接近花键轴的固有频率时，可能会引起共振，从而造成无法运动。因此，需保证最高转数为危险速度以下的转数，以防止产生共振。

危险速度可由(6)式求出。(作为安全系数，乘以0.8。)

当超出共振点或在共振点附近使用时，请重新探讨花键轴直径。

危险速度

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi \cdot \ell_b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0.8 \quad \text{.....(6)}$$

N_c : 危险速度 [min⁻¹]

ℓ_b : 安装间距 [mm]

E : 杨氏模量 [2.06 × 10⁵ N/mm²]

I : 轴的最小截面二次矩 [mm⁴]

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 \quad d : \text{小径 [mm]}$$

γ : 密度 (比重) [7.85 × 10⁻⁶ kg/mm³]

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad d : \text{小径 [mm]}$$

A : 花键轴截面面积 [mm²]

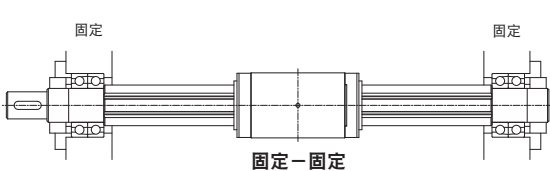
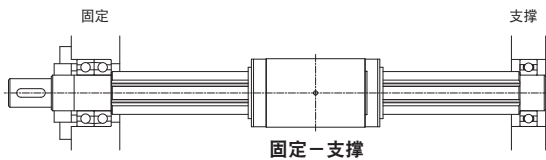
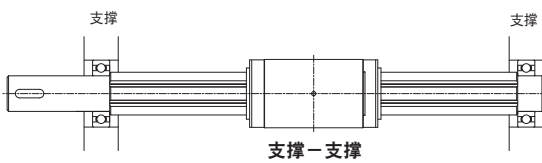
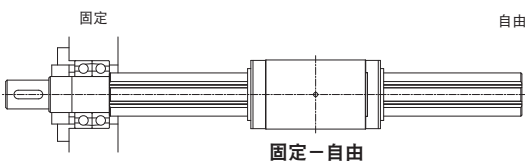
λ : 根据安装方法得出的不同系数

(1) 固定—自由 λ = 1.875

(2) 支撑—支撑 λ = 3.142

(3) 固定—支撑 λ = 3.927

(4) 固定—固定 λ = 4.73



预测使用寿命

■ 计算静态安全系数

计算作用于滚珠花键上的负荷时，首先应求出寿命计算时所需的平均负荷以及计算静态安全系数时所需的最大负荷。特别是当启动、停止很频繁时，冲击负荷作用时，或因悬臂负荷所引起的力矩或扭矩作用较大的情况下，可能会承受意想不到的大负荷。在选择型号时，需要确认其最大负荷（不管是启动还是停止）是否适合。静态安全系数的基准值见下表。

$$f_s = \frac{f_T \cdot f_c \cdot C_o}{P_{max}} \dots\dots\dots(7)$$

f_s : 静态安全系数
 C_o : 基本额定静载荷※ [N]
 P_{max} : 最大外加负荷 [N]
 f_T : 温度系数
 f_c : 接触系数

※基本额定静载荷是指在承受最大应力的接触部上、使钢球的永久变形量与滚动槽的永久变形量之和达到滚珠直径的0.0001倍的方向和大小均固定不变的静载荷。
 ※各系数详情请参阅综合产品目录。

表7 静态安全系数(f_s)基准值

使用机械	负荷条件	f_s 的下限
一般工业机械	无振动或冲击时	3.0~6.0
	有振动或冲击时	4.0~7.0
	因复合负荷有振动或冲击时	5.0~8.0

※静态安全系数的基准值可能会因使用环境、润滑状况、安装部的精度或刚性等使用条件的不同而异。

■ 额定寿命

滚珠花键即使在相同条件下制造且处于相同的运行条件下，其使用寿命也会略有差异。因此，使用以下规定的额定寿命，仅作为获取滚珠花键寿命的参考。

额定寿命指的是一批相同的滚珠花键在相同条件下分别运行时，其中的90%不产生表面剥落（金属表面的鳞片状剥落）所能达到的总运行距离。

■ 计算额定寿命

滚珠花键可分为承受扭矩运行、承受径向载荷运行和承受力矩运行的情况。根据下式(8)~(12)可分别求出各种情况下的额定寿命。（各负荷方向的基本额定载荷均记载在各型号的尺寸表中）

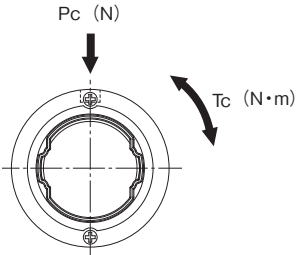
承受扭矩负荷时

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C_T}{T_c} \right)^3 \times 50 \dots\dots\dots(8)$$

承受径向载荷时

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 50 \dots\dots\dots(9)$$

L : 额定寿命 [km]
 C_T : 基本额定扭矩 [N·m]
 T_c : 计算承受扭矩 [N·m]
 C : 基本额定载荷 [N]
 P_c : 径向载荷计算值 [N]
 f_T : 温度系数
 f_c : 接触系数
 f_w : 负荷系数
 ※各系数详情请参阅综合产品目录。



■ 计算寿命时间

用上述公式计算出额定寿命(L)后，当行程和每分钟往返次数一定时，寿命时间可按下式(10)计算。

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

L_h : 寿命时间 [h]
 l_s : 行程长度 [m]
 n_1 : 每分钟往返次数 [min^{-1}]

■ 同时承受扭矩和径向载荷时

同时承受扭矩和径向载荷时，可根据下式(11)求出等价径向载荷后，再计算额定寿命。

$$P_E = P_C + \frac{4 \cdot T_c \times 10^3}{i \cdot d_p \cdot \cos\alpha} \dots\dots\dots(11)$$

P_E : 等价径向载荷 [N]
 $\cos\alpha$: 接触角 i = 负荷条数
 $\alpha = 65^\circ$ $i = 2$
 d_p : 钢球中心直径 [mm]

■ 使用1个或2个紧靠的花键母承受力矩负荷时

可按下式(12)求出等价径向载荷后，再计算额定寿命。

$$P_u = K \cdot M \dots\dots\dots(12)$$

P_u : 等价径向载荷 [N]
(承受力矩负荷时)
 K : 等价系数
 M : 负荷力矩 [N·mm]
但是，M应小于静态容许力矩。

■ 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额定寿命。

■ 力矩等价系数

表8 力矩等价系数

公称型号	等价系数: K		
	1个花键母	2个花键母紧靠 无密封垫片	2个花键母紧靠 有密封垫片
LT/LF3X,3XD	1.108	0.187	—
LT/LF4X	0.995	0.169	0.135
LT/LF5X	0.980	0.156	0.125
LT/LF5XL	0.430	0.093	0.074
LT/LF6X	0.660	0.124	0.099
LT/LF6XL	0.360	0.079	0.063
LT/LF8X	0.420	0.078	0.063
LT/LF8XL	0.210	0.051	0.041
LT/LF10X	0.251	0.052	0.047
LT/LF13X	0.241	0.046	0.042
LT/LF16X	0.173	0.035	0.032
LT/LF20X	0.129	0.028	0.025
LT/LF25X	0.114	0.024	0.022
LT/LF30X	0.101	0.022	0.020

公称型号	等价系数: K		
	1个花键母	2个花键母紧靠 无密封垫片	2个花键母紧靠 有密封垫片
LTR16V	0.173	0.035	0.032
LTR20V	0.129	0.028	0.025
LTR25V	0.114	0.024	0.022

【使用】

- (1) 搬运较重(20kg以上)的产品时, 请由2人以上或者使用搬运器具进行搬运。否则可能会导致受伤、破损。
- (2) 请勿拆分各部分。可能会导致功能损坏。
- (3) 花键倾斜放置时, 花键母和花键轴可能因自重作用而掉落, 请注意。
- (4) 请不要让滚珠花键掉落或者敲击。否则可能会导致受伤、破损。另外, 受到冲击时, 即使外观上看不见破损, 也可能导致功能损坏。
- (5) 装配操作时, 请不要将花键母从花键轴上取下。
- (6) 接触产品时, 请根据需要使用防护手套、安全鞋等防护用具, 以确保安全。

【使用注意事项】

- (1) 请注意防止切屑、冷却液等异物的进入。否则可能会导致破损。
- (2) 在产品内部可能会混入切屑、冷却液、带腐蚀性溶剂、水等的环境下使用时, 请使用伸缩护罩或防护罩等以免混入产品。
- (3) 请避免在超过80℃的条件下使用。除耐热规格的产品外, 如果超过该使用温度, 有可能导致树脂、橡胶部件发生变形或损伤。
- (4) 切屑等异物附着时, 请在清洗后重新封入润滑剂。
- (5) 微小行程时, 滚动槽和钢球的接触面难以形成油膜, 可能会造成微动磨损, 请使用耐微动磨损性优良的润滑脂。此外, 建议定期地加入相当于花键母长度的行程移动, 以使滚动槽和钢球之间形成油膜。
- (6) 请勿强行将定位部件(销、键等)敲入产品中。可能会造成滚动槽的压痕, 导致功能损坏。
- (7) 花键轴的支撑部和花键母出现偏心或偏移, 将极大地缩短其使用寿命, 因此请注意安装部件和安装精度。
- (8) 在钢球脱落状态下将花键母装入花键轴使用时, 会造成初期破损。
- (9) 如果钢球从花键母中掉落, 请勿继续使用该产品, 并立刻咨询THK。
- (10) 将花键轴装入花键母时, 花键轴和花键母上有配合记号, 因此请一边确认两者的位置关系, 一边无倾斜地装入。强行装入, 可能会导致钢球脱落, 敬请注意。向带有密封垫片或有预压的花键母中插入花键轴时, 请在花键轴的外径上涂抹润滑剂。
- (11) 将花键母装入支撑座时, 请使用夹具轻轻地装入, 勿敲击侧板、端盖或密封垫片。
- (12) 安装部件的刚性不足及安装面精度不良时, 会对滚珠花键施加超出预期的载荷, 并导致其过早破损。因此, 请就支撑座及底座的刚性、精度进行充分探讨。
- (13) 在法兰型滚珠花键上追加加工定位孔等情况时请向THK咨询。

【润滑】

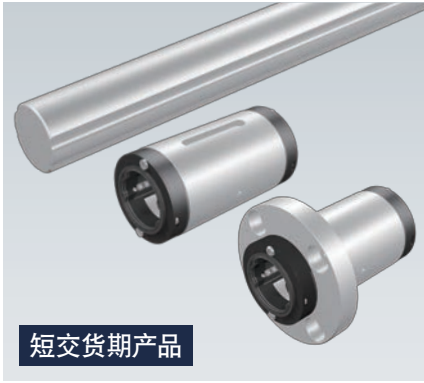
- (1) 请仔细擦拭防锈油并封入润滑剂后再使用。
- (2) 请避免将不同的润滑剂混合使用。即使增稠剂使用相同的润滑脂, 也可能由于添加剂等的不同, 相互之间产生不良影响。
- (3) 要在经常产生振动的场所、无尘室、真空、低温或高温等特殊环境下使用时, 请使用符合规格及环境的润滑脂。
- (4) 对无油嘴和润滑孔的产品进行润滑时, 将润滑剂直接涂抹到滚动槽中, 以行程长度为单位进行数次跑合后使润滑脂进入产品内部。
- (5) 润滑脂的稠度会随温度而变化。滚珠花键的滑动阻力及扭矩会随着稠度而变化, 敬请注意。
- (6) 加脂后润滑脂的搅拌阻力, 可能会导致滚珠花键的滑动阻力及扭矩增大。请务必进行磨合运转, 用润滑脂进行充分预润滑后, 方可运行机器。
- (7) 加脂完成后, 多余的润滑脂有可能向周围飞溅, 请根据需要进行擦拭。
- (8) 随着使用时间的增长, 润滑脂性状会劣化, 其润滑性能会降低。所以需要根据使用频率检查并补充润滑脂。
- (9) 根据使用条件和使用环境不同, 加脂时间间隔不同, 请以每运行100km(3~6个月)为基准进行加脂。请在实际设备上设定最终的加脂时间间隔和加脂量。
- (10) 采用油润滑时, 有时由于滚珠花键安装方式的原因, 润滑油可能无法到达内部各处。详细情况请提前向THK咨询。

【储存】

存放滚珠花键时, 请将其在THK的出厂包装的状态下水平存放, 并避免高温、低温和高度潮湿的环境。
长时间保管的产品, 其内部的润滑剂可能会随着时间而发生劣化, 请再次添加润滑剂之后使用。

【废弃】

废弃产品时, 请将产品作为工业废弃物进行恰当的废弃处理。



短交货期产品

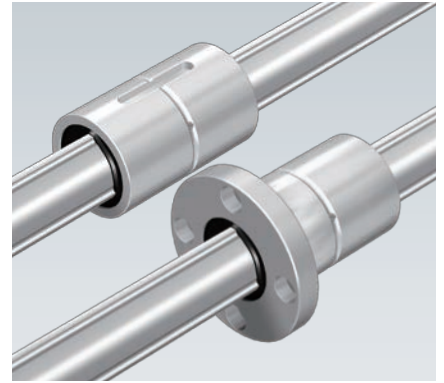
兼容型小型滚珠花键
半定制 **LT-X/LF-X**

- 订购后最快10天发货
- 花键母、花键轴可分别销售、可自由组合
- 轴全长1mm单位 + 轴加工形状可选
- 产品阵容
花键母 LT10X~30X、LF10X~30X 计12种
花键轴 $\phi 10 \sim 30$ 计6种



带保持器高扭矩型滚珠花键
SLS/SLF

- 球保持器型、可适用于高速
- 低噪音、好音质、低发尘
- 产品阵容 $\phi 25 \sim 100\text{mm}$



高扭矩型滚珠花键
LBS/LBF

- 可进行高速运动、高速旋转
- 高刚性、精确定位
- 产品阵容 $\phi 6 \sim 150\text{mm}$

小型滚珠花键 **LT-X/LF-X/LTR-V**

- “LM滚动导轨” “球保持器” “” 为THK株式会社的注册商标。
- 照片和实际产品可能有所不同。
- 因为产品在不断改进，外观、规格等有可能不经预告而发生变更。您在选用时，请事先咨询本公司。
- 在制作产品目录时，我们尽可能保持谨慎的态度，但是对于错字、漏字等原因引起的损失，本公司不承担任何责任，敬请悉知。
- 本公司在进行产品和技术的出口以及为出口而进行的各种销售活动中，遵守外汇管理及对外贸易法、以及其他法令的规定是我们的基本方针。另外，有关本公司产品的单品出口，请事先向本公司咨询。

未经许可禁止转载

THK CO., LTD.

Global Headquarters 2-12-10 Shibaura, Minato-ku, Tokyo 108-8506 Japan

International Sales Department Phone: +81-3-5730-3860

www.thk.com